

FARKLI KİMYASAL KATKILAR İLE ÜRETİLEN BETONLAR ÜZERİNDE MAGNEZYUM SÜLFAT VE SODYUM KlorÜR ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

İlknur BEKEM KARA¹

Cuma KARA²

ÖZET

Beton tüm dünyada tercih edilen yapı malzemelerinden biridir. Betonun dayanımına ve dayanıklılığına etki eden faktörlerin araştırılmasına ilişkin çalışmalar devam etmektedir. Betondan üretilmiş yapı elemanlarının zamanla bozulup işlevlerini beklenen servis ömürlerine ulaşmadan yitirmelerine çevreden kaynaklanan dış etkiler de sebep olmaktadır. Zararlı sular ve kimyasallar beton dayanıklılığını etkileyen çevresel etkilere sahiptir.

Bu çalışmanın amacı farklı kimyasal katkı maddeleri ile üretilen betonların magnezyum sülfat (MgSO₄) ve sodyum klorür (NaCl) etkisi altında basınç dayanımındaki değişimi belirlemektir. Bu amaca yönelik olarak; kimyasal katkısız (referans) ve % 1 oranlarında akışkanlaştırıcı katkı, süperakışkanlaştırıcı katkı ve antifriz katkı olmak üzere dört tür 300 dozlu beton üretilmiştir. Taze betonlar 10 cm x 50 cm x 60 cm boyutlarındaki plak kalıplara dökülmüştür. 14 gün standart kür uygulandıktan sonra, plak betonlardan Ø5*10 cm boyutlarında karot örnekleri alınmıştır. Tüm beton örnekleri 90 gün standart küre tabi tutulmuştur. Daha sonra sudan çıkarılan beton numuneleri 7000 mg/l MgSO₄ ve %4 NaCl çözeltilerine yerleştirilerek 360 gün çevresel etkilere tabi tutulmuştur. Referans örnekler suda bekletilmiştir. Bu sürelerin sonunda her bir beton türü üzerinde ultrases geçiş hızı ve basınç dayanımı deneyleri gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, MgSO₄ beton türleri üzerinde NaCl'den daha fazla bozucu etki göstermiştir. MgSO₄'e maruz betonlarda dayanım kaybı %38'e kadar ulaşmıştır.

Anahtar Kelimeler: Beton, dayanım, magnezyum sülfat, sodyum klorür.

Investigation of the Effects of Magnesium Sulphate and Sodium Chloride on Concretes Produced by Different Chemical Additives

ABSTRACT

Concrete is one of the preferred construction materials in the world. Studies are still in progress regarding the investigation of factors affecting the strength and durability of concrete. The external effects arising from the environment cause the deterioration of structural elements made of concrete and their function is lost before reaching the expected service life. Harmful water and chemicals are environmental factors affecting concrete durability.

The purpose of this work determine the change in compressive strength of concretes produced with different chemical additives that are under the influence magnesium sulfate (MgSO₄) and sodium chloride (NaCl). For this purpose; 300 dosed four species concrete is manufactured, they are pure (references) concrete and concrete containing plasticiser additive in 1%, concrete containing superplasticizer additives and concrete containing antifreeze additives. Fresh concrete is poured in the plate molds in 10 cm x 50 cm x 60 cm. After the application of standard cure for 14 days, core samples in size Ø5*10 cm are taken from plate concretes. All concrete samples are subjected to standard cure for 90 days. Later, the concrete samples that are extracted water, have been subjected to the environmental impacts by placing 7000 mg/l MgSO₄ and 4% NaCl solutions for 360 days. Reference concrete samples are kept in water. At the end of this period, ultrasonic pulse velocity and compressive strength tests will be performed on each concrete type. As a result, MgSO₄ demonstrated disruptive more effect on the concrete types than NaCl. Resistance loss in concrete which exposed MgSO₄, has reached up to 38%.

Keywords: Concrete, strenght, magnesium sulfate, sodium chloride.

Giriş

Beton tüm dünyada tercih edilen yapı malzemelerinden biridir. Betonun dayanımına ve dayanıklılığına etki eden faktörlerin araştırılmasına ilişkin çalışmalar devam etmektedir. Betondan üretilmiş yapı elemanlarının zamanla bozulup işlevlerini beklenen servis ömürlerine ulaşmadan yitirmelerine çevreden kaynaklanan dış etkiler de sebep olmaktadır. Zararlı sular ve kimyasallar beton dayanıklılığını etkileyen çevresel etkilere sahiptir. Betonarme yapılar deniz suyunda bulunan kimyasal maddeler (klorür, kalsiyum, sodyum, magnezyum ve sülfat

¹ Yrd. Doç. Dr., Artvin Çoruh Üniversitesi, ilknurbekem@artvin.edu.tr

² Öğr. Gör. Artvin Çoruh Üniversitesi, cumakara@artvin.edu.tr

iyonları) nedeniyle dayanıklılığını büyük ölçüde kaybetmektedir. Örnek olarak, Akdeniz suyunun sülfat iyonu içeriği yaklaşık 2900 mg/L, magnezyum iyonu içeriği yaklaşık 1440 mg/L ve klorür iyonu içeriği ise yaklaşık 19270 mg/L'dir (Dördü ve Güngör:2013:6). Betonda kimyasal maddelerin etkisini tespit edebilmek için kullanılan yöntemlerden biri basınç dayanımındaki değişimi gözlemlemektir. Literatür bilgileri betonun deniz suyu etkilerine dayanıklılığı için geçirimsiz ve düşük su/çimento oranları ile üretilmesinin yanı sıra puzolan katkılı çimento kullanımının da faydası olduğunu göstermiştir (Türkel ve Tarım, 2011:2).

Sudaki, zemindeki ve deniz suyundaki sülfat iyonları beton yapılarda bozulmaya yol açmaktadır. Sülfat saldırısının zararlı etkisi, sülfat iyonlarının sertleşmiş betondaki alüminli ve kalsiyumlu bileşenlerle kimyasal reaksiyona girerek, hacmi çok artan etrenjit ve alçı oluşturmaktan kaynaklanmaktadır. Reaksiyon ürünleri, sertleşmiş betonda genleşme yaratarak agrega-çimento hamuru aderansının olumsuz yönde etkilenmesine, çatlak oluşumuna ve geçirimsizliğin artmasına yol açar. İleri derecedeki etkilenmelerde ise betonun tamamen dağılması söz konusudur (Yazıcı, 2006). Katı, kuru tuzlar betona zarar vermezler ancak su ile birlikte bulunmaları sonucu, sertleşmiş çimento harcıyla reaksiyona girerler. Bazı killer alkali magnezyum ve kalsiyum sülfat gibi kimyasal maddeler içerir, bunlar yeraltı suyuyla birleşince zararlı etki ortaya çıkar (Neville, 2004).

Farklı oranlarda renksiz-kahverengi cam ve (%5, %15, %25) yüksek fırın cürufu kullanılarak üretilen harçların NaCl, Na₂SO₄, MgSO₄ etkisinde özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, atık cam ve yüksek fırın cürufu, klorür iyonlarının nüfuzunu engelleyerek, betonda klorürlere karşı dayanıklılığı artırmaktadır. Referans örneklerin arta kalan NaCl dayanımı % 84'lere kadar düşmektedir (Özkan, 2007:90).

Betonun sülfata dayanımı ile ilgili günümüzde yapılan çalışmaların çoğunluğunda, prizini almış ve mukavemetini kazanmış betonun sülfatlı sulara dayanımı araştırılmıştır. Sülfatlı su içeren zeminlerde oluşturulan betonarme kazıklarda ise beton prizini sülfatlı ortamda almaktadır. Yıldız ve Ürün (2010:1), yaptıkları çalışmada bu şekildeki bir ortamda portland çimentosundan ve yüksek fırın cürufu çimentodan oluşturulan beton numunelerinde önemli mukavemet kayıpları olduğunu tespit etmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada farklı oranlarda F ve C sınıfı uçucu kül çimento ile ikame edilerek farklı dozajlarda harç örnekleri üretilmiş ve 1 yıl boyunca MgSO₄ etkisine maruz bırakılmıştır. % 17 çimento çıkarım oranına sahip karışımlar % 10 çimento çıkarım oranlılara göre daha az eğilme dayanımı kaybına uğramıştır. 260, 320, 400 dozajlı betonları % 10 çimento çıkarımlı serilerin hem F tipi hem de C tipi uçucu kül ikameli betonlarda benzer eğilme dayanımı kaybına uğramışlardır. Çimento dozajı arttıkça eğilme dayanım kaybı azalmıştır. Özellikle F tipi uçucu külün C tipi uçucu küle oranla daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür (Akyüncü ve Yıldırım, 2014:443). Bir başka çalışmada, barit agregası ile mineral- kimyasal katkı malzemeleri kullanılarak yüksek dayanımlı betonlar üretilmiştir. Durabilite açısından ağır betonların servis ömrü boyunca karşılaşılabileceği düşünülen sülfat etkilerine karşı dayanımı araştırılmıştır. Sülfat etkisine maruz bırakılmış beton numunelerin basınç dayanımı değişimleri, kimyasal ve mikro yapı değişimleri incelenmiştir. Sonuç olarak, yüksek basınç dayanıma sahip ağır betonların sülfata karşı basınç dayanımlarında azalma görülmüştür. Magnezyum sülfat etkisinin daha tahrip edici bir özelliğe sahip olduğu görülmüştür. Sülfat etkisinden oran olarak en fazla barit agregalı betonlar etkilenmiş olmasına rağmen sayısal olarak basınç dayanım değeri en yüksek beton olarak kalmaya devam etmiştir (Kılınçarslan ve ark., 2010:60). Binici ve ark (2015:1) Atık Demir Tozu Katkılı Harç ve Betonların Durabilite Özelliklerini Araştırdıkları Çalışmalarında harçların % 10 sülfat ve %10 tuzlara karşı dayanıklılıklarını araştırmışlardır.

Günümüzde kimyasal katkı kullanımı olmadan hazır beton üretimi neredeyse mümkün değildir. Bu nedenle çalışmanın amacı farklı kimyasal katkı maddeleri ile üretilen betonların MgSO₄ ve NaCl etkisi altında basınç dayanımlarında meydana gelen değişimin belirlenmesidir.

Malzemeler Ve Yöntemler

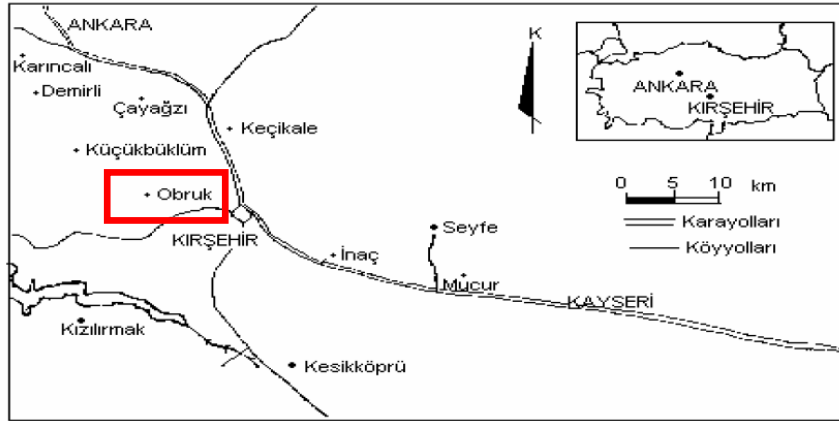
Malzemeler

Bu çalışmada, CEM I 42,5 R çimentosu (Tablo 1), kalker esaslı kırmataş agregası, Kırşehir şebeke suyu, akışkanlaştırıcı (AK), süperakışkanlaştırıcı (SAK) ve antifriz katkı türleri kullanılmıştır.

Tablo 1: CEM I 42,5 R fiziksel ve kimyasal özellikleri

Analiz	Oksit	Değer	Analiz	Deneyler	Değer	
Kimyasal, %	SiO ₂	20,41	Fiziksel	Özgül yüzey, cm ² /g	3320	
	Al ₂ O ₃	5,35		Hacim Genleşme, mm	1,2	
	Fe ₂ O ₃	3,30		Su ihtiyacı, gr	28,5	
	CaO	63,50		Priz baş. sür., dak	163	
	MgO	1,65		Priz bit. sür., dak.	240	
	SO ₃	2,93		Yoğunluk, g/cm ³	3,12	
	Na ₂ O	0,15		Mekanik	Gün	MPa
	K ₂	0,71			3. gün	28,2
Cl	0,011	7. gün	42,7			
HCl	0,28	28. gün	51,4			

Beton karışımında Kırşehir-Obruk kırma agrega ocağından alınacak kalker agregası kullanılmıştır. Taş ocağının görünür rezervi 2 660 000 m³tür. Çıkarılan bloklardan moloz taş ve konkosörlere kırmataş üretilmektedir (Arslan ve Demir, 2005:339). Obruk taş ocağının harita üzerindeki yeri Şekil 1’de gösterilmiştir. Obruk taş ocağı Kırşehir’e 15 km mesafededir (Arslan ve Demir, 2006:492).

**Şekil 1:** Kırşehir civarında agrega alınan Obruk taş ocağı

Beton karışımında organik madde ve zararlı yabancı maddeleri içermeyen Kırşehir şehir şebeke suyu kullanılmıştır. Beton karışımlarında AK, SAK ve Antifriz kullanılmasına karar verilmiştir. AK, SAK ve antifriz aynı kimyasal katkı üretimi yapan firmadan seçilmiştir. AK, SAK ve antifriz katkı türlerine ait kimyasal ve fiziksel özellikler tablo 2’de görülmektedir.

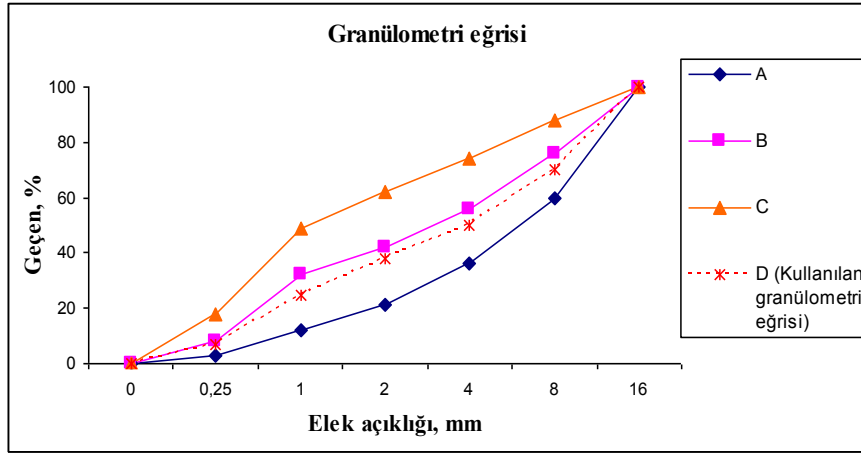
Tablo 2: AK, SAK ve Antifriz için fiziksel ve kimyasal özellikler

Özellik	AK	SAK	Antifriz
Kimyasal yapı	Lignin Sülfonat Esaslı karışım	Poli karboksilat esaslı karışım	İnorganik tuz esaslı karışım
Görünüm	Koyu kahverengi	Açık kahverengi	Açık kahverengi
Yoğunluk	1,160±0,03 kg/L	1,07±0,02 kg/L	1,25±0,03
pH	6,50-8,00	4,00-6,00	6,00-7,00
Klorür	≤ % 0,01	≤ % 0,01	≤ % 0,01
Alkali içeriği	≤ % 10	≤ % 10	≤ % 10

Karışımında kullanılan katkı oranları kimyasalların temin edildiği firma yetkilileri ve kullanım kılavuzları yardımıyla belirlenmiştir. Her bir katkı türünün çimento ağırlığının % 1’i olarak kullanılmasına karar verilmiştir. AK katkı maddesi TS EN 934-2 Tablo 2: Su azaltıcı/Akışkanlaştırıcı katkıları normuna, SAK katkı maddesi TS EN 934-2 Tablo 3.1,3.2:Yüksek oranda su azaltıcı süper akışkanlaştırıcı katkıları normuna, Antifriz ise TS EN 934-2 Tablo 7: Sertleşmeyi hızlandırıcı katkıları normuna uygundur.

Yöntemler

Beton karışımının hazırlanması için gerekli olan agregata tane dağılımı TS 3530 EN 933-1 "Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 1: Tane Büyüklüğü Dağılımı Tayini - Eleme Metodu" standardında belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2: Granülometri eğrisi

İri ve ince agreganın yoğunlukları TS EN 1097-6, "Agregaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 6: Tane Yoğunluğu ve Su Emme Oranının Tayini" standardında belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilecektir (Tablo 3).

Tablo 3: Agregalara ait fiziksel özellikler

Fiziksel Özellik	Agrega grubu, mm	Değer
Görünür tane yoğunluğu	0-4	2,72
	4-8	2,72
	8-16	2,74
Etüv kuru tane yoğunluğu	0-4	2,61
	4-8	2,65
	8-16	2,68
Doğgun kuru yüzey tane yoğunluğu	0-4	2,65
	4-8	2,68
	8-16	2,70
Su emme miktarı, %	0-4	1,43
	4-8	0,96
	8-16	0,74

Betonların karışım hesabı TS 802 "Beton Karışımı Hesap Esasları" ve TS EN 206-1 "Beton- Bölüm 1: Özellik, Performans, İmalat ve Uygunluk" standartlarına uygun olacak şekilde, betonların üretimi gerçekleştirilmiştir. Betonlar referans, AK, SAK ve antifriz katkılı olmak üzere dört türdür.

Beton karışım hesabı 300 dozlu olacak şekilde yapılmıştır. Bunun nedeni antifriz kullanımı için en düşük çimento dozajının 300 kg olması gerekliliğidir. Beton karışımlarında S/Ç oranı 0,60 alınmıştır. Beton türlerine ait 1 m³'e giren malzeme miktarları tablo 4'de gösterilmektedir.

Tablo 4: 1 m³ beton karışımına giren malzeme miktarları

Malzeme	Ağırlık
Çimento, kg	300
Su, l	180
Katkı türü, kg	3,00
0-4 mm	932
Agrega, kg 4-8 mm	375
8-16 mm	570

Beton karıştırma işlemi TS 1247 "Beton Yapım, Döküm Ve Bakım Kuralları (Normal Hava Şartlarında)" standardında belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

Taze betonun çökme miktarı TS EN 12350-2 “Beton- Taze Beton Deneyleri- Bölüm 2: Çökme (Slamp) Deneyi” standardına göre gerçekleştirilmiştir. Beton karışımlarına ait slump değerleri ve TS EN 206-1 Beton- Bölüm 1: Özellik, Performans, İmalat ve Uygunluk standardına göre taze betonun çökme miktarına göre kıvam sınıfları tablo 5’de görülmektedir.

Tablo 5: Taze betonlara ait çökme miktarları ve kıvam sınıfları

Beton türü	Çökme miktarı, cm	Kıvam sınıfı
Referans beton	3	S1 Su miktarı çok az.
AK katkılı beton	12	S3 Donatının fazla sık olması halinde seçilir.
SAK katkılı beton	20	S4 Su miktarı fazla.
Antifriz katkılı beton	3,5	S1 Su miktarı çok az.

Betonun plak kalıplara dökümü, yerleştirilmesi ve sıkıştırılması TS 1247 “Beton Yapım, Döküm ve Bakım Kuralları (Normal Hava Koşullarında)” standardında belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Kalıp ayırıcı olarak mineral yağ bazlı sıvı kullanılmıştır. Betonun plak yüzeylerinin, güneş veya rüzgâr etkisinden korumak amacıyla ıslak çuval serilerek 14 gün süreyle ıslak tutulmuştur. 14 gün sonra kalıba dökülmüş betondan $\varnothing 5*10$ cm boyutlarında karotlar TS EN 12504-1 Beton-Yapıda Beton Deneyleri-Bölüm 1: Karot Numuneler-Karot alma, Muayene ve Basınç Dayanımı Tayini” standardında belirtilen esaslara uygun olarak alınmıştır (Şekil 3). Tüm beton örnekleri 90. güne kadar standart küre tabii tutulmuştur.



Şekil 3: Karot örneklerinin plak betonlardan alınması

Literatür ışığında yapılan incelemelere göre (Yıldız, 2009:50), yer altı suyu, deniz suyu ve yüzeysel sularda mevcut olduğu belirtilen Mg iyon yoğunluğu göz önünde bulundurularak 7000 mg/L MgSO₄ çözeltisi hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltinin pH’ı 9,45 olup pH deney süresince sabit tutulmaya çalışılmıştır.

Çevresel etkiler su yapıları açısından düşünüldüğünde deniz suyunun %3-5 arasında değişen tuzluluk değeri göz önüne alınarak (Yıldız, 2009:51), %4 lük NaCl çözelti hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltinin pH’ı 12,34 olup pH deney süresince sabit tutulmaya çalışılmıştır.

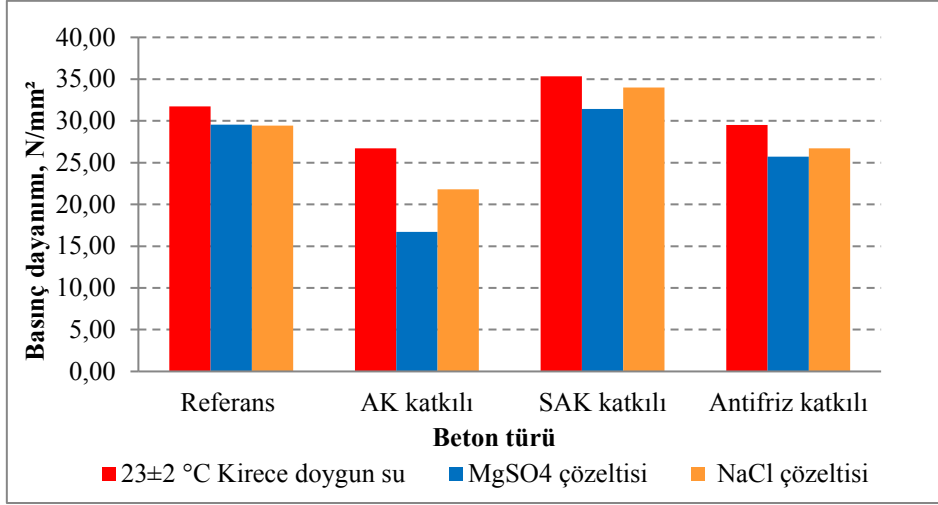
90 günlük kürün ardından beton örnekleri 7000 mg/l MgSO₄, % 4 NaCl ve 23±2 °C kirece doymuş suya alınarak deney tasarımında belirlenen esaslar çerçevesinde 360 gün çevresel etkilere maruz bırakılmıştır. Diğer grup örnekler normal suda bekletilmiştir. 360. Gün sonunda her bir beton türü üzerinde ASTM C 597-83 “Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete” standardına göre ultrases geçiş hızı ve TS EN 12390-3 “Beton - Sertleşmiş Beton Deneyleri - Bölüm 3: Deney Numunelerinde Basınç Dayanımının Tayini” deneyleri gerçekleştirilmiştir.

Bulgular Ve Değerlendirme

Referans, AK katkılı, SAK katkılı ve Antifriz katkılı beton örnekleri 23±2 °C kirece doymuş su, 7000 mg/l MgSO₄ ve %4 NaCl çözeltilerinde 360 gün çevresel etkilere maruz bırakıldıktan sonra elde edilen basınç dayanımı değerleri şekil 4’de görülmektedir. Şekil 4 incelendiğinde;

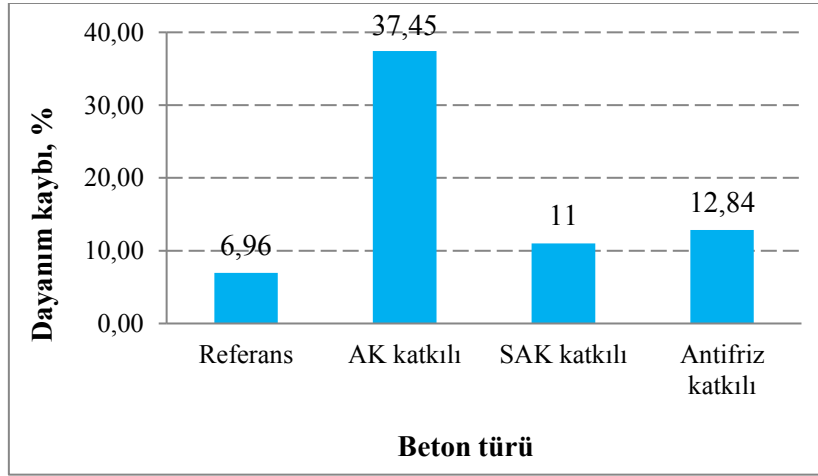
- Kirece doymuş su içerisinde en yüksek basınç dayanımını 35,33 N/mm² ile SAK katkılı betonda; en düşük basınç dayanımını ise 26,70 N/mm² ile AK katkılı betonda olduğu,
- Tüm beton türlerinde 7000 mg/l MgSO₄ ve %4 NaCl çözeltilerinin kirece doymuş suda bekletilen örnekler göre basınç dayanımını azalttığı,
- Referans betonda 7000 mg/l MgSO₄ ve %4 NaCl çözeltilerinde bekletilen örneklerin basınç dayanımı değerlerinin birbirine yakın olduğu,

• Kimyasal katkıli betonlarda ise %4 NaCl çözeltilerinde bekletilen betonların basınç dayanımı değerlerinin 7000 mg/l MgSO₄ çözeltisinde bekletilen örneklere göre daha yüksek sonuçlar verdiği, görülmektedir.



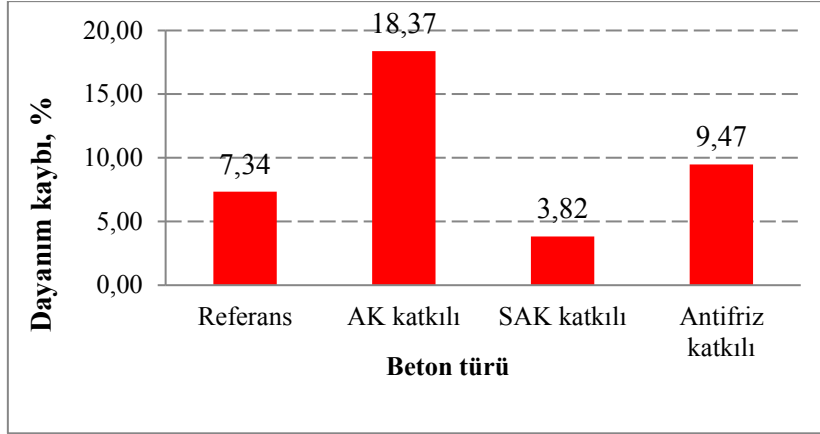
Şekil 4: Farklı çevresel etkilerde beton türlerine ait basınç dayanımı değerleri

7000 mg/l MgSO₄ çözeltisinde bekletilen beton türlerinin kirece doymun suya göre basınç dayanımındaki azalma oranları şekil 5’de verilmiştir. En yüksek dayanım kaybı %37,45 ile AK katkıli betonda görülmüştür. Bu durumun kirece doymun suda AK katkıli betonun en düşük basınç dayanımına sahip olması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Basınç dayanımı en az olan beton, 7000 mg/l MgSO₄ etkisinden daha fazla zarar görmüştür.



Şekil 5: 7000 mg/l MgSO₄ çözeltilerine maruz bırakılan beton türlerine ait dayanım kayıpları

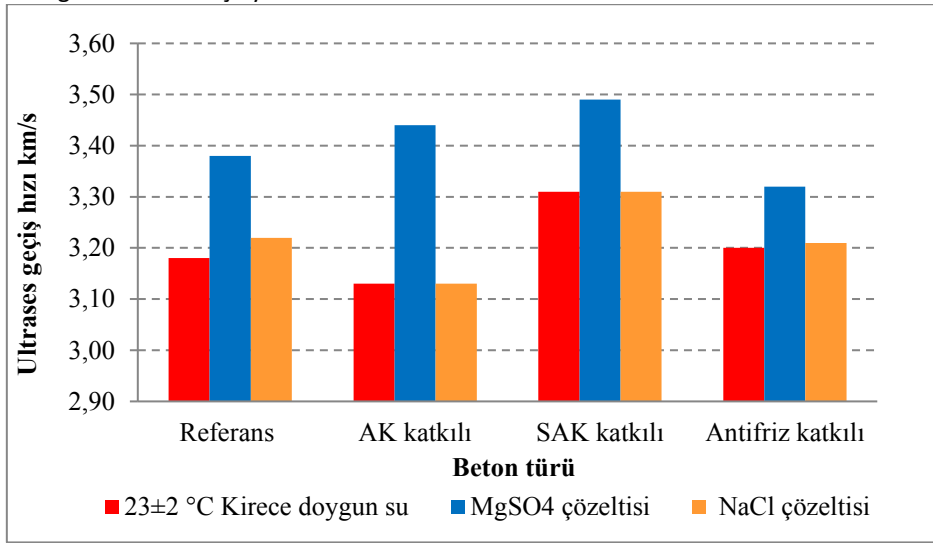
% 4 NaCl çözeltisinde çevresel etkiye maruz bırakılan beton türlerinin dayanım kayıpları incelendiğinde 7000 mg/l MgSO₄ çözeltisine göre kimyasal katkıli betonlarda dayanım kayıplarının daha az olduğu görülmektedir (Şekil 6). AK katkıli betonun dayanım kaybı diğer beton türlerinden daha yüksek olup, En düşük kayıp oranı SAK katkıli beton türüne aittir. Referans beton 7000 mg/l MgSO₄ çözeltisine göre daha fazla dayanım kaybına sahiptir.



Şekil 6: % 4 NaCl çözeltilerine maruz bırakılan beton türlerine ait dayanım kayıpları

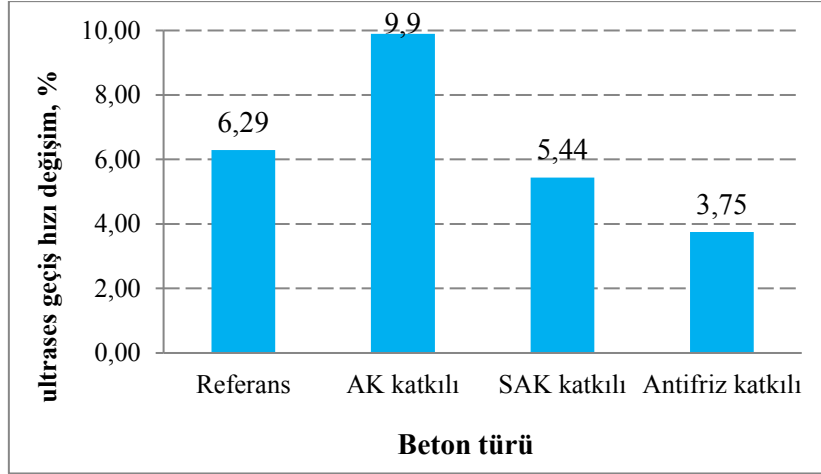
Çevresel etkilere maruz bırakılan beton örnekleri üzerinde gerçekleştirilen ultrases geçiş hızı deneyine ait sonuçlar şekil 7'de görülmektedir. Elde edilen verilere göre;

- Kirece doymun suda bekletilen beton türleri arasında en yüksek ses hızı değeri 3,31 km/s ile SAK katkılı betona aittir.
- En düşük ses hızı değeri ise 3,13 km/s ile AK katkılı beton türünde ölçülmüştür.
- Çevresel etkiler dahilinde tüm beton türlerinde en yüksek ultrases geçiş hızları 7000 mg/l MgSO₄ çözeltilisinde bekletilen beton örneklerine aittir.
- % 4 NaCl çözeltilisinde bekletilen örneklerin ses hızı değerleri kirece doymun suda bekletilen örneklerin ses hızı değerlerine oldukça yakındır.



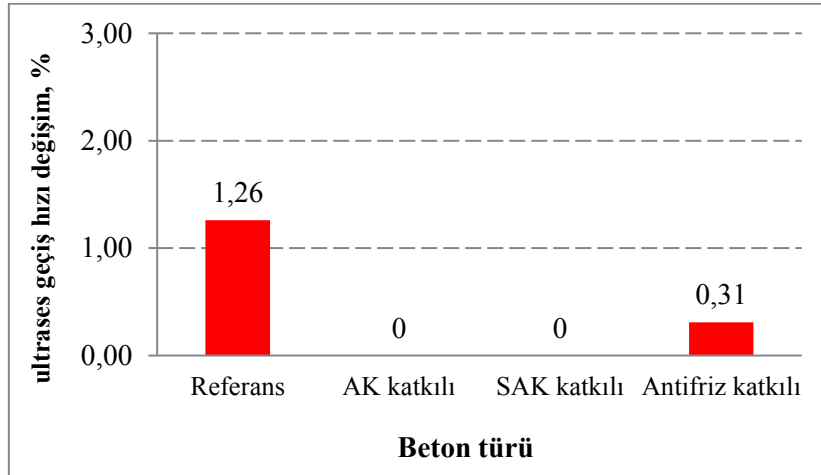
Şekil 7: Farklı çevresel etkilere beton türlerine ait ultrases geçiş hızı değerleri

7000 mg/l MgSO₄ çözeltilisine maruz bırakılan referans AK katkılı, SAK katkılı ve antifriz katkılı beton türlerinin tamamında kirece doymun suda bekletilen örneklere göre ultrases geçiş hızında artış meydana gelmiştir (Şekil 8). En yüksek artış % 9,9 ile AK katkılı beton türüne aittir. Ultrases geçiş hızındaki artışın beton bünyesinde MgSO₄'ün oluşturduğu tuzlar olduğu düşünülmektedir. Meydana gelen tuzlar betonun boşluklarını doldurmuş ve ses hızının daha yüksek olmasına neden olmuşlardır.



Şekil 8: 7000 mg/l MgSO₄ çözeltilerine maruz bırakılan beton türlerine ait ultrases geçiş hızı değişimleri

NaCl'nin beton türleri üzerindeki etkisi ultrases geçiş hızı deneyi ile net görülemedi. Kirece doymuş suda bekletilen örnekler için referans betonun ses hızı % 1,26; antifriz katkıli betonun ses hızı % 0,31 oranında artmıştır. AK ve SAK katkıli beton türlerinde herhangi bir değişim meydana gelmemiştir (Şekil 9).



Şekil 9: % 4 NaCl çözeltilerine maruz bırakılan beton türlerine ait ultrases geçiş hızı değişimleri

Sonuç

Referans, AK katkıli, SAK katkıli ve Antifriz katkıli beton türleri 360 gün kirece doymuş su, 7000 mg/l MgSO₄ ve %4 NaCl çözeltilerinde bekletilmiş ve çevresel etkilerin bozucu özelliklerinin belirlenmesi amacıyla basınç dayanımı ve ultrases geçiş hızı deneyleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan deneyler sonucunda,

- Kirece doymuş suda en yüksek basınç dayanımının SAK katkıli betona ait olduğu,
- Tüm beton türlerinde MgSO₄ ve NaCl'ün basınç dayanımını azalttığı,
- MgSO₄ ve NaCl'den en çok etkilenen beton türünün AK katkıli beton olduğu,
- MgSO₄'ün beton türlerinde % 38'lere kadar basınç dayanımı kaybına neden olduğu,
- Basınç dayanımı sonuçlarına göre NaCl'nin betona MgSO₄'den daha az zarar verdiği
- MgSO₄ çözeltisinin beton türlerinde ultrases geçiş hızını arttırdığı

belirlenmiştir.

Günümüzde hazır beton üretiminde çok fazla tercih edilen kimyasal katkı maddelerinin dayanıklılık bağlamında çevresel etkilere karşı özelliklerinin belirlenmesi önemli bir husus olup, farklı katkı türleri, oranları ve çimento dozajlarında araştırmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Referanslar

- Akyüncü, V., Yıldırım, H. (2014). Sulphate Performance Of Different Types Of Fly Ash Concrete. *Journal of Engineering and Natural Sciences, Sigma* 32, 434-443.
- Arslan, M., Demir. İ. (2005). Kırşehir Yöresi Kırmataş Agregalarının Mühendislik Özellikleri. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 20(3), 335-346.
- Arslan, M., Demir. İ. (2006). Kırşehir Yöresi Kırmataşlarının Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliği, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 21(3), 489-497.
- ASTM C 597 (2002). Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete, ASTM International .
- Binici, H., Sevinç, A., Geçkil, H. (2015). Atık Demir Tozu Katkılı Harç ve Betonların Durabilite Özellikleri. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 30(1), 1-16.
- Dördü, G., Güngör, C. (2013). Akdeniz Suyunun Etkilerine Dayanıklı Beton Tasarımı. *Beton Prefabrikasyon Dergisi*, Sayı: 108, 1-11.
- Kılınçarslan, Ş., Başyigit, C., Uzun, İ. (2010). Ağır Betonların Sülfat Etkisinde Mekanik Özellikleri, *SDU International Technologic Sciences*, 2(2), 60-71.
- Neville, A. (2004). The Confused World of Sulfate Attack on Concrete. *Cement and Concrete Research*, 34(8), 1275-1296.
- Özkan, Ö. 2007. Atık Cam Ve Yüksek Fırın Cürufu Katkılı Harçların Özellikleri. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.* 22(1), 87-94.
- TS 1247 (1984). Beton Yapım, Döküm Ve Bakım Kuralları (Normal Hava Koşullarında), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 3529 (1980). Beton Agregalarının Birim Ağırlıklarının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 3530 EN 933-1 (1999). Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 1: Tane Büyüklüğü Dağılımı Tayini - Eleme Metodu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 802 (1985). Beton Karışımı Hesap Esasları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 1097-6 (2002). Agregaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 6: Tane Yoğunluğu ve Su Emme Oranının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 12350-2 (2002). Beton- Taze Beton Deneyleri- Bölüm 2: Çökme (Slamp) Deneyi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 12390-3 (2003). Beton - Sertleşmiş Beton Deneyleri - Bölüm 3: Deney Numunelerinde Basınç Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 12504-1 (2011). Beton-Yapıda Beton Deneyleri-Bölüm 1: Karot Numuneler-Karot alma, Muayene ve Basınç Dayanımı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara .
- TS EN 206-1 (2002). Beton- Bölüm 1: Özellik, Performans, İmalat ve Uygunluk, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 934-2 (2011). Kimyasal Katkılar- Beton, Harç ve Şerbet için- Bölüm 2: Beton Kimyasal Katkıları-Tarifler, Gereklere, Uygunluk, İşaretleme ve Etiketleme, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Türkel, S. Tarım, E. (2011). The Effects Of Sea Water On The Mortars Made With Different Type Of Cements. *DEU Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13(3). 1-11.
- Yıldız, M., Ürün, E. (2010). Konya II. Organize sanayi bölgesinde sülfatlı su içeren zeminlerde oluşturulan betonarme kazıklarda beton taşıma gücüne sülfatın etkisi. *J. Fac. Eng. Arch. Selcuk Univ.*, 25(2), 1-12.
- Yıldız, K., (2009). Pomza ve zeolit katkılı yüksek dayanımlı betonların asit ve tuz etkilerine karşı dayanıklılığının araştırılması, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Eğitimi ABD, Doktora Tezi*, 50-51, Ankara.