



**Makale
(Article)**

Ağır Betonların Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Filler Malzemenin Etkisi

Osman Ünal^{*}, Yılmaz İçağa^{*}, Ayşegül Çoşkun^{}**

^{*}Afyon Kocatepe Üniversitesi, Müh. Fak., İnş. Müh. Böl., Afyonkarahisar/TÜRKİYE

^{**} Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bil.Ens., Afyonkarahisar/TÜRKİYE
unal@aku.edu.tr

Özet

Bu çalışmada barit agregası kullanılarak üretilen ağır betonların fiziksel ve mekanik özelliklerine filler malzemenin etkisi incelenmiştir. Genel olarak radyasyona maruz kalınan yerlerde ağır betonların kullanılması ile betonların özellikleri iyileştirilebilmektedir. Bu amaçla yapılan çalışmada üç farklı tane boyutunda barit agregası kullanılarak beton numuneler üretilmiştir. Barit agregası 5-22mm, 0-5mm ve 0-0.25mm'lik üç tane grubuna ayrılmış olup ile s/ç oranı 0.46 olacak şekilde dizayn edilen karışımlarda CEM I 42,5 R tipi çimento ile %1.5 oranında yeni nesil süper akışkanlaştırıcı katkısı kullanılmıştır. Üretilen numuneler üzerinde birim ağırlık, su emme, schmit çekiçi, ultrases hızı, basınç dayanımı deneyleri yapılarak beton özellikleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre karışıma katılan filler malzeme miktarının azalması ile malzeme özelliklerinde artış eğilimi görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Radyasyon; Ağır Beton; Mekanik ve Fiziksel Özellikler.

Filler Effects on Physical and Mechanical Properties of Heavy Concrete

Abstract

In this study the effect of filler were investigated to physical and mechanical properties of heavy concrete produced by using barite aggregate. Properties of concretes can be improved generally using heavy concrete in locations exposed to radiation. For this purpose, concrete samples were produced using barite aggregate in three different grain size. Grain size of barite aggregates are determined as 5-22 mm, 0-5 mm and 0-0.25 mm. Concrete mixtures are supposed to have water-cement ratio is 0.46, CEM I 42.5 R as cement type and new generation superplasticizer cement additive 1.5% are used. Properties of concrete samples are examined by carrying out specific gravity, water absorption, concrete compressive strength, schmidt hammer and ultrasonic velocity tests. The tests results show that engineering properties of concrete could be improved using less filler amount.

Keywords : Radiation; Heavy Concrete, Mechanic and Physical Properties.

1. GİRİŞ

Radyoaktif ışınların kanserojen olmaları ve sağlığa zarar vermesi nedeniyle radyoaktif yapılarda oluşabilecek sızıntılara karşı ağır betonlar kullanılmaktadır. Beton elamanlarda radyasyonun etkileri ve radyasyon zırhlanması önemli konulardandır. Ağır beton üretiminde kullanılan agregaların özgül ağırlıkları genellikle 4000 kg/m³ ' ün üzerinde olur. Bu nedenle ağır beton üretiminde en çok tercih edilen agrega barittir Barit (BaSO₄) sülfat içermesine rağmen çok sabit olması nedeniyle betona zarar vermez [1].

Bu makaleye atf yapmak için

Ünal Ö., Yılmaz İ., Çoşkun A., "Ağır Betonların Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Filler Malzemenin Etkisi" Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi 2014, 10(2) 12-18

How to cite this article

Ünal Ö., Yılmaz İ., Çoşkun A., " Filler Effects on Physical and Mechanical Properties of Heavy Concrete" Electronic Journal of Construction Technologies, 2014, 10 (2) 12-18

Doğal yada yapay ağır agrega kullanılmak suretiyle üretilmiş olan Birim Hacim Ağırlığı (BHA) 3000 – 8000 kg/m³ arasında değişen betonlara ağır beton adı verilir. Ağır betonları geleneksel betonlardan ayırtan en önemli özellik üretimlerinde kullanılan agreganın farklı oluşudur. Kullanılan agregaların birim ağırlıkları geleneksel agregadan daha büyük olması nedeniyle bu betonların birim ağırlıklarının klasik betonların birim ağırlıklarından daha büyük olmalarına sebebiyet verir. Bazı literatürlerde birim ağırlığı (BA) 2800 kg/m³, ten büyük olan betonlar ağır betonlar olarak adlandırılır [2].

Betonların birim ağırlıkları arttıkça radyasyona karşı koruyucu etkileri de o ölçüde artmaktadır. Bu nedenden dolayı ki birim ağırlığı 2400 kg/m³ civarında olan geleneksel betonlar radyasyona karşı koruyucu perde yapıldığında kalınlıklarının daha büyük olması gerektiği bilinmektedir. Nükleer santrallerde atom çekirdeklerinin kontrollü bir şekilde parçalandıkları yerlerde α , β , γ , x ve nötron adı verilen ışın ve parçacıklar açığa çıkar. Bu parçacıkların insanlara zararını en aza indirmek için bu tür tesislerde zırh denilen tabakalar oluşturulur. Bu zırhı oluşturmak için en uygun malzeme ağır betonlardır. Atomun parçalanmasından sonra açığa çıkan nötron ışınları hafif elementler tarafından α , β , γ , x ışınları ise ağır elementler tarafından tutulma özelliğine sahiptir. Ağır betonlarda karma suyu bünyesinde bulunan H ve O nötron ışınlarının yutulmasında veya yavaşlatılmasında, ağır agrega ise α , β , γ , x ışınlarının tutulmasında katkıda bulunurlar [3].

Ağır betonda öncelik radyoaktif geçirimsizliği sağlamaktır. Bu yüzden çimento dozajı seçilirken performans sonra dayanım dikkate alınmalıdır. Çünkü ağır beton çoğu yapılarda kalkan görevi yapmakta taşıyıcı elaman olarak kullanılmamaktadır [1].

Ülkemizde çok sayıda barit yatakları bulunmaktadır. Türkiye’de dünya barit rezervinin yaklaşık % 4’ü bulunmaktadır. Tablo 1.’de Türkiye barit rezervleri ve yerleri verilmiştir [4].

Tablo 1. Türkiye Barit Rezervi

İLLER	Görünür Rezerv	Görünür Rezerv + Muhtemel Rezerv (x1000 ton)	Toplam (x1000 ton)
ISPARTA/Şarkîkaraağaç	3000	1000	13000
KONYA /Beyşehir	12835	-	12835
ESKİŞEHİR/Sivrihisar	4700	4700	9400
MUŞ	755	3050	3805
ANTALYA/Gazipaşa	750	2800	3550
GİRESUN/Tirebolu	-	2500	2500
GİRESUN/Dereli	28	2000	2028
ANTALYA/Alanya	1346	533	1879
KONYA /Doğanhisar	50	50	100
KONYA/Karaman	10	-	10
Diğer İller	679	1135	1814
TOPLAM	24153	26768	50921

Günümüzde nükleer teknolojinin kullanım alanlarının artmasına paralel olarak bu radyasyonlardan korunmanın önemi de artmıştır. Radyasyondan korunmak için kurşun gibi değişik materyallerin kullanımı standart hale gelmiştir. Ancak betonların en yaygın yapı malzemesi olduğu düşünülürse bu betonların radyasyon zayıflatma özelliklerinin geliştirilmesi daha önemli hale gelmiştir [5].

Diğer taraftan ağır betonlar kayma ve devrilmeye karşı emniyette olmayan bazı yapılarda devrilmeyi engelleyen moment artırmak amacıyla kullanılmakla beraber asıl kullanım yerleri radyoaktif maddelerin yaydığı nükleer ışınların özellikle cisimlerin içinden geçebilen öldürücü nötron ve γ ışınlarının

engellenmesi amacıyla koruyucu beton perdelerde kullanılmaktadır. En yaygın kullanım yerleri hastanelerin ışın tedavi yerleri ve radyografi tesisleridir. Nükleer enerji santrallerinin koruyucu perdelerinde, askeri mühimmat depolarında, köprü ayaklarında, beton ağırlık baraj gövdelerinde, istinat duvarlarında, su altı petrol veya gaz boru hatlarında, petrol sondaj kuyu çeperlerinde ve radyoaktif malzemelerin saklandığı depo ve silolarda kullanılır [3].

Çalışma sonucunda Türkiye’de bol miktarda bulunan baritlerle yapılan ağır betonların özelliklerinin belirlenmesi sonucu bunların kullanım alanlarının artırılmasına katma değer sağlanabilir.

2. MATERYAL ve METOT

Ağır betonlarda barit agregasının fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisinin araştırılması amacıyla yapılan çalışmada [3]; Isparta yöresinden sağlanan barit agregası ile bağlayıcı olarak CEM I 42,5 R tipi çimento ve %1.5 oranında yeni nesil süper akışkanlaştırıcı katkı kullanılmıştır. Barit agregası 5–22mm ve 0–5mm tane boyutunda kırma taş ile 0-0.25 mm lik taş unu olmak üzere üç gruba ayrılmıştır (Şekil 1). Sertlik değeri 3.25, pH değeri 8.5 olan barit agregasının kimyasal ve fiziksel özellikleri Tablo 2. ve Tablo 3.’de verilmiştir.



Şekil 1. Kullanılan Barit Agregaları

Tablo 2. Barit agregasının kimyasal ve fiziksel özellikleri.

Kimyasal Özellik		Fiziksel Özellikler			
BaSO ₄ %	84,89	Tane boyutu	5-22mm	Özgül Ağırlık kg/m ³	3800
SiO ₂ %	4,40		0-5mm		4000
Al ₂ O ₃ %	2,27		0-0.25mm		4000
Fe ₂ O ₃ %	0,63		5-22mm	Birim Ağırlık kg/m ³	2300
CaO %	2,21		0-5mm		2100
MgO %	0,93		0-0.25mm		2100
SrO %	1,11		5-22mm	Su Emme (%)	6
PbO %	0,00		0-5mm		2,1
TiO ₂ %	0,51		0-0.25mm		0,6
L.O. I %	2,59				
Total %	99,54				

Tablo 3. Kullanılan Çimentonun Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri

Bileşim	Çimento		
	Kimyasal özellikler (%)	Fiziksel Özellikler	
SiO ₂	18,10	Özgül Ağırlık (kg/dm ³)	3,15
Al ₂ O ₃	4,16		
Fe ₂ O ₃	3,75		
CaO	63,01	Spesifik Yüzey (cm ² /gr)	3659
MgO	1,77		
SO ₃	3,36		
Na ₂ O	0,27	Basınç Dayanım (MPa)	50
K ₂ O	0,68		
CL	0,0166		

Barit agregası kullanılarak yapılan çalışmada minimum C20/25 beton sınıf mukavemeti ve S5 kıvam sınıfı hedeflenerek maksimum doluluk, dolayısıyla maksimum geçirimsizlik ve işlenebilirlik elde edilmeye çalışılmıştır. Dolayısıyla çimento dozajı 270 kg/m³ ve S/Ç oranı 0,46 olarak dizayn edilen karışımlarda 0-5mm lik barit agregası 0-0.25mm lik filler malzeme ile belirli oranlarda ikame edilmiştir. İşlenebilirliği sağlamak için bağlayıcının %1.5'i oranında kimyasal katkı kullanılmıştır. 1 m³ ağır beton karışımına giren malzeme miktarları Tablo 4'de verilmiştir [3].

Tablo 4. 1 m³ Beton Karışımında Kullanılan Malzeme Miktarları ve Oranları

KARIŞIM	Taşunu (kg)	Oran	0-5mm (kg)	Oran	5-22mm (kg)	Oran	Çimento (kg)	Katkı (kg)	Su (kg)
K1-46	889	30	624	20	1560	50	270	4.05	124.2
K2-46	771	26	749	24					
K3-46	741	25	780	25					
K4-46	711	24	811	26					
K5-46	682	23	842	27					
K6-46	593	20	936	30					

Çalışmada her karışıma ait betondan 6 adet 15*15*15 küp numune olmak üzere 6 seri için toplam 36 numune üretilmiştir. Numuneler deneylerin yapılacağı güne kadar sıcaklığı 20±2 °C olan kür havuzunda saklanmıştır. Birim ağırlık, su emme, schmidt çekiçi, ultrases hızı, basınç dayanımı deneyleri yapılarak beton özellikleri incelenmiştir [3].

3.BULGULAR

Barit agregası kullanılarak üretilen ağır betonların soğurma katsayılarının belirlenmesi ve malzeme özelliklerinin soğurma özelliklerine etkisinin araştırıldığı çalışmada elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

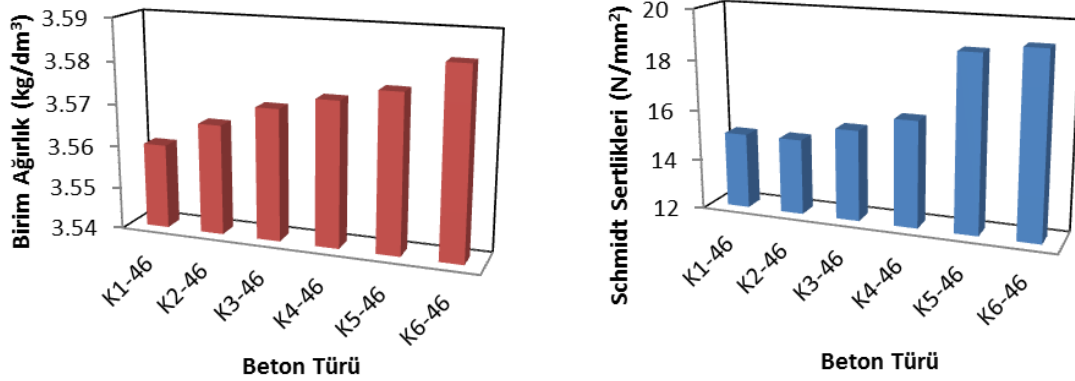
Üretilen ağır beton numuneleri 28.günün sonunda kür havuzundan çıkartılarak önce birim ağırlık ile ultrases geçiş hızı süreleri (mikro saniye) ölçülmüş ve ultrases hızı km/sn cinsinden hesaplanmıştır. Daha sonra aynı numuneler üzerinde 200 ton kapasiteye sahip beton test presi kullanılarak TS EN 12390-3' de belirtilen yöntemle basınç dayanım değerleri belirlenmiştir [6]. Diğer taraftan Schmidt çekici ile sertlik deneyi TS EN 12504-2 standardı kullanılarak gerçekleştirilmiştir [7]. Her bir beton serisi için 3 farklı

numune üzerinde ve her numune için 5 farklı noktadan vuruş yapılmıştır. Numunelerin üst yüzeylerine 90° açı ile yapılan vuruşların geri tepme değerleri okunmuş ve okunan değerler standart yük-mukavemet grafiğinde karşılık gelen dayanım değerleri bulunmuştur. Bulunan değerler Tablo 5' de verilmiştir.

Tablo 5. Betonların Özellikleri

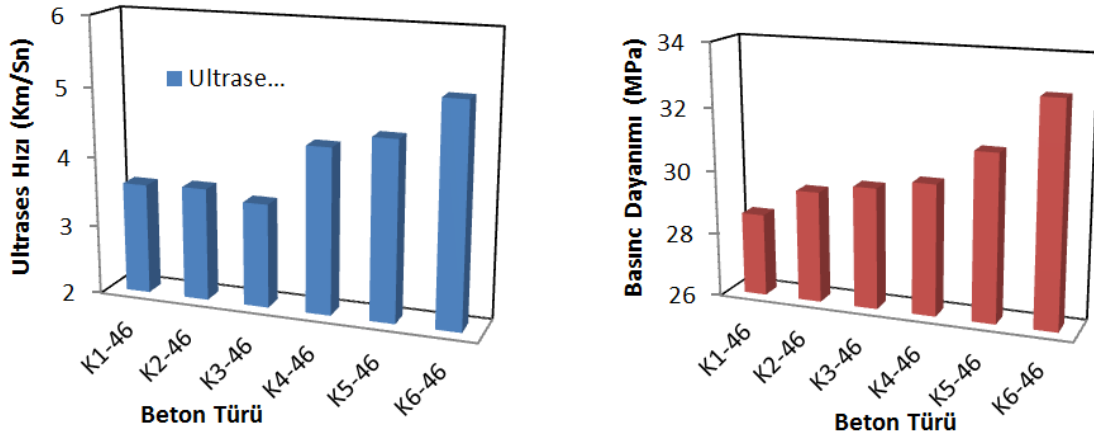
KARIŞIM	Schmidt Sertlikleri (N/mm ²)	Ultrases Hızı (Km/Sn)	Birim Ağırlık (kg/m ³)	Basınc Dayanımı (MPa)	Su Emme (%)
K1-46	15	3,59	3,560	28,6	6,65
K2-46	15	3,62	3,566	29,5	6,63
K3-46	15,6	3,49	3,571	29,8	6,59
K4-46	16,2	4,37	3,574	30,1	6,54
K5-46	18,9	4,56	3,577	31,2	6,53
K6-46	19,2	5,15	3,584	32,9	6,40

Yapılan çalışmada ince malzeme ile filler malzeme olarak tanımlanan taş unu malzemesinin miktarları birbiriyle belirli oranlarda ikame edilerek üretilen beton numunelerde serilerin birim ağırlıkları filler malzemenin azalmasıyla bir miktar artma eğilimi görülmüştür (Şekil 2). Bu durum aynı kökenli agregaların özgül ağırlık bakımından farklı değerlere sahip olmasına ve karşımdaki ince agreg a ile filler malzeme oranlarına bağlı değiştiği söylenebilir.



Şekil 2. Beton karşımların Birim Ağırlık ve Schmidt sertlik değerleri

Benzer davranış Schmidt sertlik değerlerinde de görülmekle beraber karşımdaki filler malzeme miktarı %24 den sonra artış miktarı daha yüksek çıkmıştır. Bu durum karşımdaki filler malzemenin %24 oranından sonra granülo metrinin olumlu etkisinin arttığını göstermiştir.



Şekil 3. Beton Karışımların Ultrases ve Basınç Dayanımları

Bu durum da boşluk oranının azalması ile özelliklerin iyileşmesi, dolayısıyla da birim ağırlığın üzerine agrega granülometrisinin etkisinin belirlendiği çalışmadaki sonuçlarla uyumlu olduğu görülmüştür [8]. Şekil 3'den karışımların ultrases hızı sonuçlarının incelenmesinde filler malzeme oranı azaldıkça ultrases hızının arttığı görülmüş ve bu durumun agrega granülometrisinin beton numunelerinin doluluk oranı üzerine olumlu etki yapmasını sağladığı söylenebilir. Öte yandan filler malzeme oranının azalmasına karşılık beton dayanımlarında da artış elde edilmiştir. Bu sonuç betonun ultrases hızı ile dayanım arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu doğrulamaktadır (Şekil 3).

4.SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmadaki amaç barit ile üretilen ağır betonların fiziksel ve mekanik özelliklerini incelemektir. Bu durumda İri tanelerin karışımı bozma eğilimi olduğundan bu sorunu çözmek için granülometrinin %50'lik kısmını oluşturan ince agreganın da belirli oranlarda filler malzeme ile ikame edilerek betonun özelliklerine etkisi araştırılmıştır.

Barit agregalı ağır betonların mekanik özellikleri üzerine yapılan deneysel çalışma sonuçlarına göre karışımdaki filler malzeme miktarı azaldıkça basınç dayanımların arttığı elde edilmiştir.

Karışımdaki filler malzeme oranı %30'dan %20'ye azalması durumunda birim ağırlık değerlerinde %0.6lık basınç dayanımında ise %15 oranında artış sağlamıştır.

Bu açıdan barit agregalı ağır betonların dayanımı ve radyasyon özellikleri bakımından olumlu olması nükleer santral yapılmasında ve hastanelerdeki radyoaktif geçirimsizlik gereken yerlerde ağır beton kullanımına öncelik verilmesi sağlık açısından da faydalı olacağı söylenebilir.

5. KAYNAKLAR

1. Topçu, İ. B., 2006. Beton Teknolojisi, Uğur Ofset A.Ş yayını, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Müh.-Mim. Fak., Eskişehir.
2. Durmus, A., Gürsoy, Y., 2000, "Doğu Karadeniz Bölgesi Doğal Ağır Agregalarından Biriyle Üretilen Ağır Betonun Geleneksel Bir Betonla Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi", Hazır Beton Sektörü Yayın Organı, sayı 39.
3. Çoşkun A.,2010, "Ağır betonlarda barit agregasının kullanımı ve beton özelliklerinin araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Afyonkocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.

4. Kıran, D., 2004, “Şarkikaraağaç-Isparta çevresindeki Barit Cevherleşmelerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
5. Akyıldırım H., Akkurt İ., 2011. Ağır betonların nükleer radyasyon zırhlama özelliklerinin araştırılması, Dr. Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
6. TS EN 12390-3, 2003, “Beton-Sertleşmiş Beton Deneyleri-Bölüm 3: Deney Numunelerinde Basınç Dayanımının Tayini”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
7. TS EN 12504-2, 2004, Yapılarda beton deneyleri - Bölüm 2: Tahribatsız muayene - Geri sıçrama sayısının belirlenmesi”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
8. Ünal, O., Uygunoğlu T., Coşkun U., 2005, “Agrega Granülometrisinin Yüksek Performanslı Beton Özelliklerine Etkisi”, Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, Cilt-1, Sayı-2, s.13-20.