



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2011, Volume: 6, Number: 4, Article Number: 1A0236

ENGINEERING SCIENCES

Received: May 2011
Accepted: October 2011
Series : 1A
ISSN : 1308-7231
© 2010 www.newwsa.com

**Yüksel Esen
Eyyüp Orhan
Alper Kurt**

Firat University
yesen@firat.edu.tr
e.orhan_23@hotmail.com
alperkurt0123@hotmail.com
Elazığ-Turkey

**ÖĞÜTÜLMÜŞ BARİT İLE ÜRETİLEN BETONUN BASINÇ DAYANIMI VE FİZİKSEL
ÖZELLİKLERİNİN DENEYSEL OLARAK ARAŞTIRILMASI**

ÖZET

Bu çalışmada, Muş End. Dış Ticaret A.Ş.'den temin edilen öğütülmüş haldeki barit kullanılarak betonda, basınç dayanımı deneyi ve fiziksel deneyler yapılmıştır. Deneyler iki türlü yapılmıştır; birinde beton karışımındaki agrega miktarı sırasıyla %20, 40, 60, 80 ve %100 azaltılarak yerine aynı oranlarda öğütülmüş barit katılıp beton numuneleri hazırlanmıştır. Diğerinde ise öğütülmüş barit çimento ile %10, 20, 30, 40 ve 50 oranlarında yer değiştirilerek numuneler hazırlanmıştır. Deneyler sonucunda; normal agrega azaltılıp barit ile ikame edilen betonlarda birim hacim ağırlığının ve Puls Geçiş Hızı (PGH) değerlerinin barit katkısıyla arttığı, basınç dayanımının %40 barit ilavesine kadar artışı ve yüzey sertliklerinin ise düştüğü görülmüştür. Ayrıca barit ile çimento ikamesi deney sonuçlarında da, öğütülmüş barit miktarının artması ile kuru birim hacim ağırlıklarının doğrusal olarak arttığı, basınç dayanımının ise %20 barit tozu ilavesine kadar artış gösterip daha büyük oranlarda önemli düşüşler olduğu deneysel olarak gözlenmiştir.

Anahtar Kelime: Öğütülmüş Barit, Beton, Dayanım, Ağır Beton, Agrega

**EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF COMPRESSIVE STRENGTH AND PHYSICAL PROPERTIES OF
CONCRETE PRODUCED WITH GROUND BARITE**

ABSTRACT

In this study, compressive strength test and physical tests were made on concrete which was produced by using ground barite provided from Foreign Trade Inc. in Muş province. Two different procedures were used in the experiments. In the first, concrete samples were prepared by decreasing the amount of aggregate in concrete mix at the rates of 20%, 40%, 60%, 80% and 100%, respectively, and by adding ground barite at the same proportions. In the second, the samples were prepared by substituting cement with ground barite in the mixture at the proportions of 10%, 20%, 30%, 40% and 50%, respectively, in order to understand whether ground barite had binding feature. The results of the first experiment showed that concrete unit weight and Ultrasonic pulse velocity test (PGH) values were increased by the addition of ground barite instead of normal aggregate, whereas surface hardness was decreased. Compressive strength was also increased by the addition of ground barite up to 40%. The second experiment showed that dry unit weight was increased linearly by the increase in the amount of ground barite in the concrete mixture. On the hand, while compressive strength was increased until the addition of ground barite up to 20%, it was observed to decrease by the addition of ground barite at higher proportions.

Keywords: Ground Barite, Concrete, Strength, Heavyweight Concrete, Aggregate

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Doğal bir baryum sülfat bileşimine sahip olan barit minerali uzun zamanlardan bu yana özgül ağırlığının fazla olması nedeni ile insanların dikkatini çekmiş ve ağır spat adı ile anılmıştır. Barit adı Yunancada ağır anlamına gelen «Barus» kelimesinden türemiştir. Doğada lamelli kütleler, bazen lamelli fibröz, nadiren konkresyonlar halinde bulunur. İnce taneli veya toprağımsı görünümlü olanına da rastlanır. Mat, bazen yarı saydam olan barit camsı veya reçine parlaklığına sahiptir[1]. Baritin yüksek yoğunluğu (4.45 gr/cm^3), az aşındırıcı olması (Moh's 3-3.25), yüksek basınç ve ısı altında kimyasal sabitliğini koruması su ve asitlerde düşük çözünürlüğü, manyetik özelliğinin olmaması ve uygun maliyetlerle temini, onun çeşitli endüstrilerde giderek yaygın şekilde kullanımını sağlamıştır[2].

Barit, dünyada ilk defa 1845 yılında Amerika'da üretilmiş ve beyaz boya yapımında dolgu maddesi olarak kullanılmıştır. 1892'de Litofon ve 1908'de baryum yapımında kullanılmaya başlanması ile ihtiyaç kısmen artmıştır. 1926 yılında ise baritin sondaj çamurlarında kullanım alanı bulması ile tüketiminde önemli artışlar olmuş ve bu da baritin önemini arttırmıştır. Halen baritin en fazla kullanım alanı %90-94 ile sondaj çamurlarıdır. Baritin görevi, sondaj kuyusundaki kırıkların yüzeye taşımak, formasyondaki basınçları kontrol etmek, sondaj kuyusunun stabilitesini sağlamak, üretim bölgelerini korumak, kuyu ve ekipmanda soğutucu ve yağlayıcı görev yapmaktır[3]. Barit sadece yüksek yoğunluğundan dolayı dolgu maddesi olarak kullanılan önemli bir mineral olmakla birlikte; ses ve radyasyona karşı yalıtım, ağırlık maddesi olarak uygulama, çok iyi kimyasal dayanıklılık, paslanmaya karşı kullanılan primer boyalar için uygunluk, hava koşullarına ve UV'ye dayanıklılık, düşük ekipman aşınması, boyalarda beyazlatıcı pigment özelliği ile de kullanım alanı vardır. Baritin aşınma dayanımı yüksek olduğundan sürtünme elemanlarında barit inert dolgu maddesi olarak kullanılmaktadır[2].

Modern toplumlarda radyasyonun çeşitli şekillerde, giderek artan amaçlarla kullanılması, bütün canlıları biyolojik risk altına sokmaktadır. Günümüzde radyasyonun temel bilimde, tıpta, tarımda, endüstride ve askeri amaçlarla kullanılışı, çok büyük ve geniş boyutlara ulaşmıştır. Radyasyondan korunmanın üç temel unsuru; zaman, mesafe ve zırhlama kuralıdır. Radyasyon kaynağı ile insan arasına zırhlama malzemesi konulmasıyla, maruz kalınacak doz azaltılır. X ve Gama ışınlarının zırhlaması, zırh malzemesinin yoğunluğuna bağlıdır. Bu zırhları gerçekleştirilmede ağır agregalı betonlar en elverişli malzeme olmaktadır[4]. Barit agregalı ağır betonların radyasyona karşı koruyucu özellikleri geleneksel betona göre daha yüksektir. Betonların birim kütleleri arttıkça ısıl iletkenlikleri artmaktadır. Isıl iletkenliği yüksek olan malzemelerin yangına karşı dayanımları düşük olmaktadır. Barit agregalı betonlar geleneksel betonlara göre; ortalama rötresi azdır, aşınma dayanımları büyüktür, ortalama birim kütleleri %50 civarında daha fazladır ve donma-çözünme olayına karşı dayanıklılığı daha azdır[5]. Bu betonların üretiminde kullanılan ağır agregaların; seçimi, bileşimlerinin belirlenmesi, üretimleri ve yerine konulmaları geleneksel betonlara göre oldukça farklı işlemler ve özen gerektirmektedir. Bu betonlar üzerinde gerçekleştirilen incelemelerin çok sınırlı düzeyde olduğu da bir gerçektir[6].

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

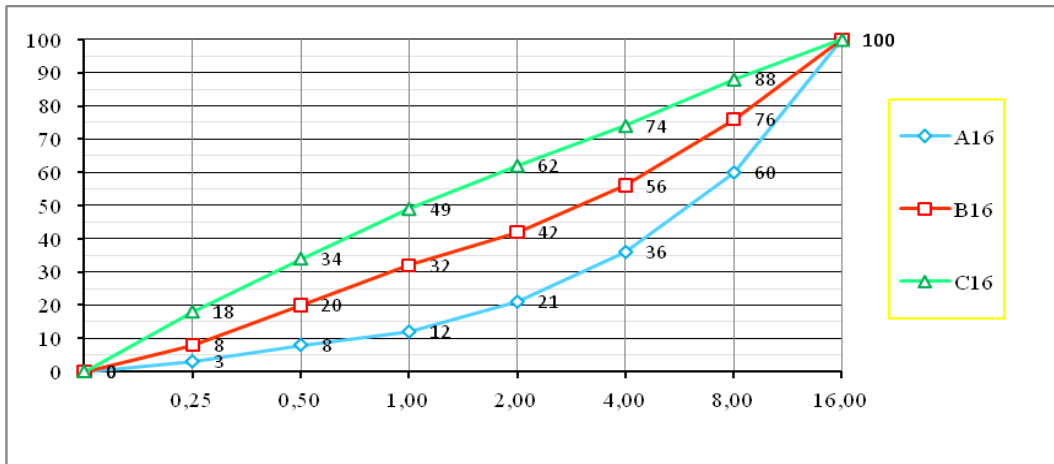
Bu çalışmada, Muş End. Dış Ticaret A.Ş.'den temin edilen öğütülmüş haldeki baritin, sondaj kuyularının stabilitesini arttırdığı, dolgu malzemesi olarak ve ağır beton üretiminde

kullanıldığı görüldüğünden, betonun bazı fiziksel özelliklerine ve basınç dayanımına katkısının olup olmadığı araştırılmıştır.

3. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL STUDY)

Yapılan bu deneysel çalışmada, Muş End. Dış Ticaret A.Ş'den temin edilen öğütülmüş barit ile dere agregası kullanılmıştır. Deneyler iki seri halinde betonlar dökülerek yapılmıştır. Birinci seride karışımdaki agrega (ince ve kaba agrega) oranı ağırlıkça %20, 40, 60, 80 ve 100 oranında azaltılarak yerine aynı oranlarda öğütülmüş barit katılıp numuneler hazırlanmıştır. Diğerinde ise çimento miktarı ağırlıkça %10, 20, 30, 40 ve 50 oranında azaltılıp yerine öğütülmüş barit katılmış ve karışım hesapları ona göre yapılmıştır. Her seri ve her oran için 6 adet numune hazırlanmıştır.

Dere agregasının dane çapı 0-16 mm olarak ayarlanmıştır. Deneylerde kullanılan agreganın granülometrisinin deney sonuçlarını etkilememesi için granülometrisi, TS 802'de ideal kabul edilen B16 eğrisine göre oluşturulmuş ve bu eğri Şekil-1 de gösterilmiştir. Öğütülmüş barite ait analiz raporu Tablo 1'de verilmiştir. Söz konusu öğütülmüş baritin özgül ağırlığı 4.2 gr/cm³, normal agreganın özgül ağırlığı ise 2.60 gr/cm³, su emme oranı %1.10, mevcut rutubeti %0.60 ve aşınma miktarı 4-16mm dane çapı için 500 devirde %18.60 olarak ölçülmüştür.



Şekil 1. Deneyde kullanılan agregaların granülometri eğrisi
(Figure 1. Grain size distribution curve of aggregates used in the experiments)

Tablo 1. Deneyleerde kullanılan öğütölmüş barit tozunun analiz raporu[7]

(Table 1. Analysis report of ground barite powder used in the experiments[7])

İçerik	Ağırlıkça (%)
Yoğunluk (gr/cm ³)	4.35
BaSO ₄	94.24
SiO ₂	2.23
Al ₂ O ₃	0.30
Fe ₂ O ₃	0.13
CaO	0.04
MgO	0.15
SrO	2.61
PbO	0.00
MnO	0.00
Kızdırma Kaybı	0.14

Beton numunelerinde kullanılan karışım oranları Tablo 2’de verilmiştir. Beton karışım hesapları TS 802’ye uygun olarak yapılmış ve 300 dozlu betonlar üretilmiştir. Çalışmada kullanılmak üzere Elaziğ Altınova Çimento Fabrikasından alınan PÇ 32.5 çimentosu kullanılmış ve özellikleri Tablo 3 ve 4’de verilmiştir.

Tablo 2. Deneyleerde kullanılan beton karışım oranları
(Table 2. Concrete mixture proportions used in the experiments)

Agrega ile baritin yer değişimi						
Numune	K	B20	B40	B60	B80	B100
Normal agrega (gr)	1950	1560	1170	780	390	---
Barit (gr)	---	390	780	1170	1560	1950
Çimento (gr)	300	300	300	300	300	300
Su (cm ³)	250	267	270	292	315	320
Hava (%)	%2					
Çimento ile baritin yer değişimi						
Numune	K	CB10	CB20	CB30	CB40	CB50
Normal agrega (gr)	1950	1950	1950	1950	1950	1950
Barit (gr)	---	30	60	90	120	150
Çimento (gr)	300	270	240	210	180	150
Su (cm ³)	250	250	210	210	210	210
Hava (%)	%2					

Tablo 3. PÇ 32.5 Çimentosunun kimyasal analizi (%)
(Table 3. PÇ 32.5 Chemical analysis of cement (%))

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K.K.	Ç.K	T.E	Cl ⁻
20,89	6,05	3,23	61	3,85	2,33	1,39	0,80	2,07	0,007

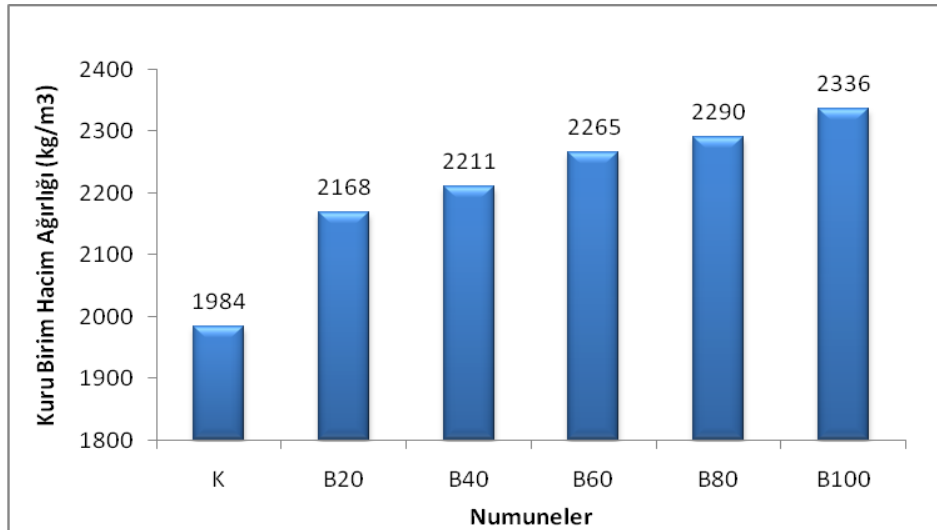
Tablo 4. PÇ 32.5 Çimentosunun fiziksel ve mekaniksel özellikleri[8]
(Table 4. PÇ 32.5 Physical and mechanical properties of cement[8])

45 µ üzerinde kalan (%)	1,9
Blaine (cm ² /g)	3200
Priz Başl.(saat:dak.)	02:35
Priz Sonu (saat:dak.)	03:45
Özgül Ağırlık(gr/cm ³)	2,98
Yoğunluk(gr/cm ³)	2,92
Hacimsel Genleşme(mm)	4
3.gün (N/mm ²)	15
7.gün (N/mm ²)	26
28.gün (N/mm ²)	39

Kuru birim hacim ağırlığı, su emme yüzdesi, Ultrasonik Puls Geçiş Hızı(PGH), Schmidt sertliği (SH) ve basınç dayanımı deneylerinde kullanılmak üzere 100mm'lik küp numuneler hazırlanmıştır. Laboratuvarında hazırlanan numuneler, oda sıcaklığında 24 saat bekletildikten sonra kalıptan çıkarılarak, 22°C'de kirece doymun su içerisinde 28 gün süreyle kür edilmiştir[9]. Daha sonra suya doymun ağırlıkları tespit edilerek sabit ağırlığa ulaşınca kadar 80°C'lik etüvde bekletilmiştir. Etüvden çıkarılan numuneler oda sıcaklığına ulaşınca, kuru ağırlıkları tespit edilmiştir. Üç adet numune üzerinde sırası ile Ultrasonik Puls Geçiş Hızı (PGH) ve Schmidt sertliği (SH) değerleri ölçülmüştür. Kalan diğer numuneler ise basınç deneyine tabi tutulmuştur.

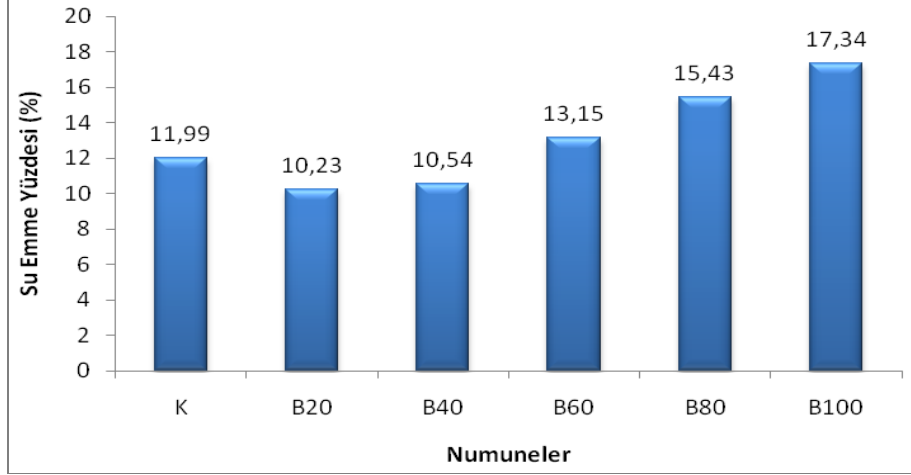
4. SONUÇ VE TARTIŞMA (RESULT AND DISCUSSION)

Birinci seri için yapılan deneyler de kontrol numunesi K harfiyle, barit miktarının artmasına bağlı olarak, %20 barit ilavesiyle elde edilen numune B20 olarak adlandırılmış, artış miktarıyla ilgili olarak diğer numunelerde isimlendirilmiştir. Beton içerisindeki öğütülmüş barit miktarının artması ile Şekil 2'de de görüldüğü üzere barit tozunun birim ağırlığının fazla olmasından dolayı kuru birim hacim ağırlıkları da artış eğilimi göstermiştir.



Şekil 2. Betondaki öğütülmüş barit oranının değişimi ile kuru birim hacim ağırlıkları arasındaki grafik
(Figure 2. The relationship between dry unit weight and the amount of ground barite in concrete)

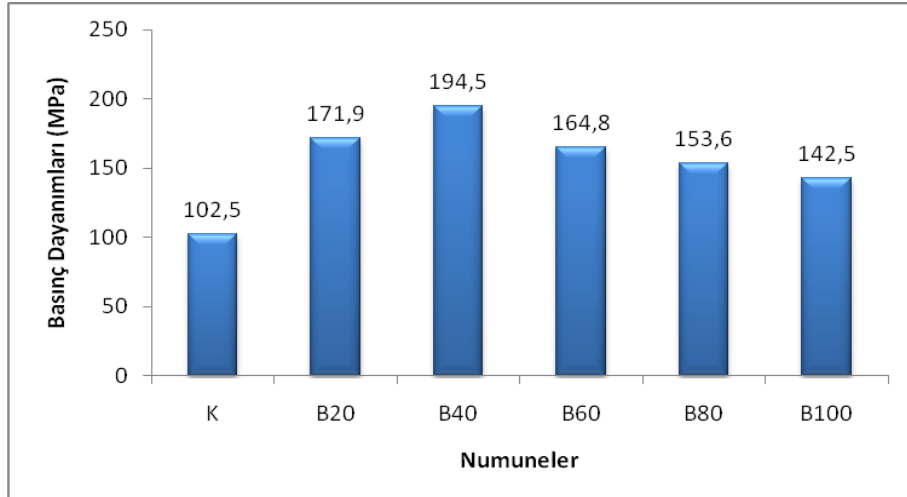
Normal agregaya kıyasla öğütülmüş barit ile üretilen betonların işlenebilirliği daha zor olduğu için karma suyu daha fazla tutulmak zorunda kalmış ve toz haldeki malzemenin su emme miktarının da daha fazla olacağı düşünülürse Şekil 3'de de görüleceği üzere barit oranının artışıyla su emme yüzdeleri de artış göstermiştir.



Şekil 3. Betondaki öğütülmüş barit oranının değişimi ile su emme yüzdeleri arasındaki grafik

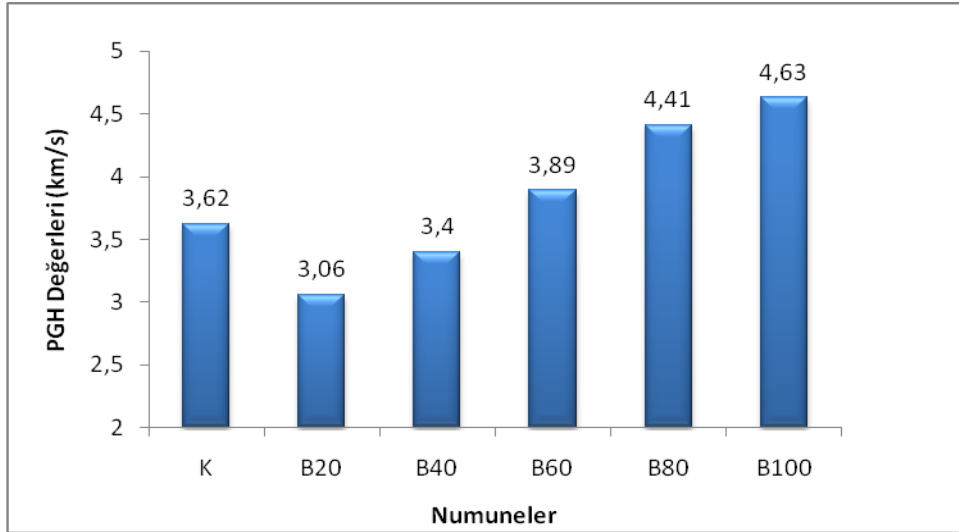
(Figure 3. The relationship between the percentages of water absorption and the amount of ground barite in concrete)

Şekil 4'de görüleceği üzere karışımdaki barit miktarının %40'a kadar artması ile basınç dayanımında %90 civarında önemli bir artış gözlenmiş daha sonra dayanımda bir düşüş olmuştur. Fakat %100 barit kullanımında bile kontrol numunesine göre dayanımın %39 daha fazla olduğu görülmüştür. Bunun ise barit tozunun beton içerisindeki boşlukları doldurup daha tok bir yapı oluşturmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Şekil 5'de de barit miktarının artması ile PGH değerlerinde de bir artış olduğu gözlenmektedir. Buda bünyenin daha tok bir yapı kazandığını destekler niteliktedir.



Şekil 4. Betondaki öğütülmüş barit oranının değişimi ile basınç dayanımları arasındaki grafik

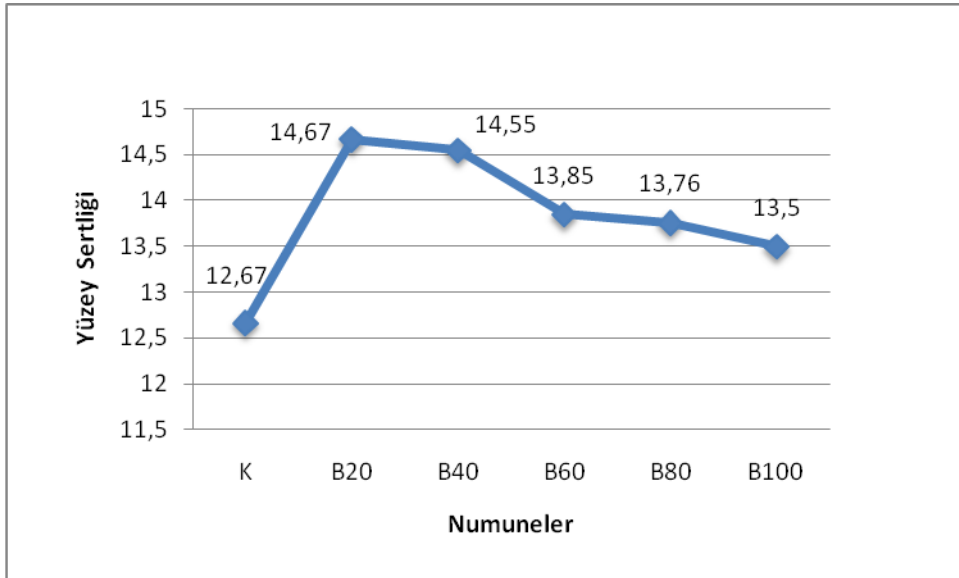
(Figure 4. The relationship between the compressive strength and the amount of ground barite in concrete)



Şekil 5. Betondaki öğütülmüş barit oranının değişimi ile PGH değerleri arasındaki grafik

(Figure 5. The relationship between PGH values and the amount of ground barite in concrete)

Şekil 6'da betondaki öğütülmüş barit oranının değişimi ile Schmidt sertliği arasındaki grafik verilmiştir. Şekilden barit oranının artması ile yüzey sertliklerinde de önemli sayılmasa bile bir artışı olduğu ve en yüksek yüzey sertliğinin %20 barit katkısı ile sağlandığı görülmüştür. Daha yüksek oranlarda karışımdaki kaba agrega miktarının azalmasına bağlı olarak yüzey sertliği düşüş göstermiştir.

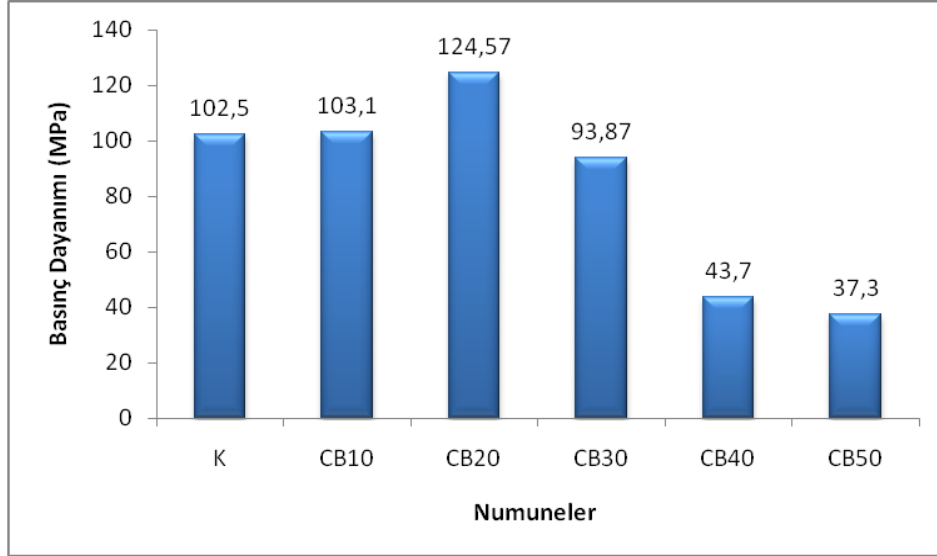


Şekil 6. Betondaki öğütülmüş barit oranının değişimi ile Schmidt sertliği arasındaki grafik

(Figure 6. The relationship between Schmidt hardness and the amount of ground barite in concrete)

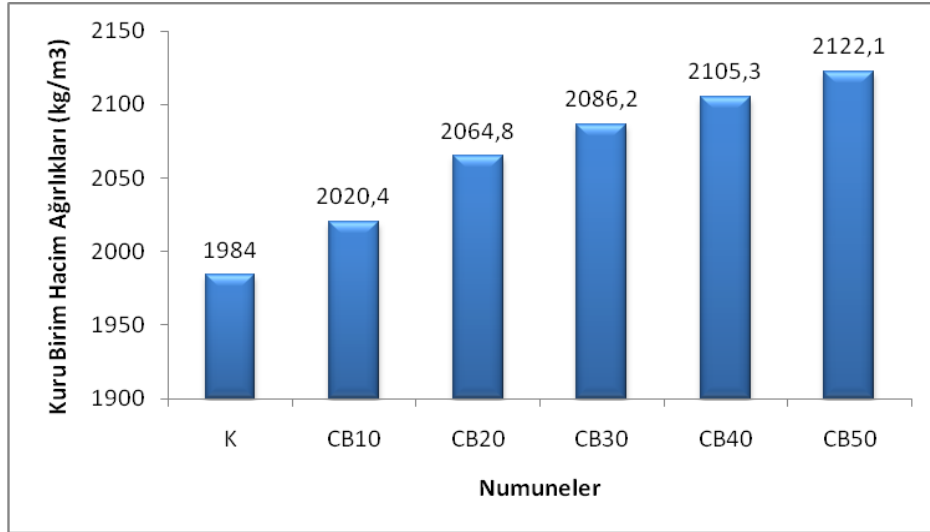
İkinci seri deneylerinde ise öğütülmüş baritin bağlayıcılık özelliğinin olup olmadığını anlamak için karışımdaki çimento miktarı %10, 20, 30, 40 ve 50 oranında azaltılarak aynı oranlarda öğütülmüş

barit ile yer değiştirilmiştir. Çimentonun ağırlıkça %10 azaltılıp yerine %10 öğütülmüş baritin katıldığı numune CB10 olarak adlandırılmıştır. Aynı oranlardaki değişimlere bağlı olarak CB50'ye kadar numuneler hazırlanmıştır. Şekil 7'den görüleceği üzere CB20'ye kadar basınç dayanımlarında %20'ye yakın bir artış olmuştur. Bu da azımsanacak bir artış değildir. Çıkan bu sonuca göre %20 ye kadar barit tozu ilavesiyle daha ekonomik ve daha mukavim betonlar dökülebileceğini görülmüştür. Daha sonra dayanımlarda önemli düşüşler olmuş ve preste kırılan numunelerin daha parçalı kırıldığı görülmüştür. Burada basınç dayanımlarında önemli düşüşler olduğu için %50 den sonraki oranlarda numune hazırlanmasına gerek duyulmamıştır.



Şekil 7. Çimento ile ikame edilen öğütülmüş baritten elde edilen numunelerin basınç dayanımları
(Figure 7. The compressive strength of samples obtained from the ground barite replaced with cement)

Bu seri için dökülen numunelerin kuru birim hacim ağırlıkları da ölçülmüş ve Şekil 8'de grafiksel olarak verilmiştir. Beklenildiği üzere barit tonunun çimento tozundan daha ağır olması sebebiyle kuru birim hacim ağırlıkları da orantılı olarak artmıştır.



Şekil 8. Çimento ile ikame edilen öğütülmüş baritten elde edilen numunelerin kuru birim hacim ağırlıkları
(Figure 8. Dry unit weights of samples obtained from ground barite replaced with cement)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER (RESULT AND SUGGESTIONS)

Bu güne kadar barit betonda agregaya olarak kullanılıp ağır betonlar elde edilmiş ve radyasyona karşı koruyucu kalkan olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada ise genellikle sondaj kuyularında stabiliteyi sağlamak amacıyla kullanılan öğütülmüş barit herhangi bir ısıl işleme tabi tutulmadan beton içerisinde kullanılmıştır. Bunun için öğütülmüş barit, betonda hem normal agregayla hem de çimentoyla yer değiştirilerek kullanılmış ve beton numuneleri hazırlanmıştır.

Agregayla ağırlıkça yer değiştirilerek hazırlanan numunelerden elde edilen sonuçlara göre; kuru birim hacim ağırlıkları, su emme yüzdeleri ve PGH değerleri barit tozu katkısıyla orantılı olarak artmış, basınç dayanımları ve yüzey sertlikleri ise %40 yer değiştirme numunelerine kadar artış gösterip daha sonra düşüş eğilimine geçmiştir. %40'lık yer değiştirmede basınç dayanımı, kontrol numunesine göre yaklaşık %90'lık bir artış göstermiş, %100'lük yer değiştirmede ise %40 varan bir artış gözlenmiştir. Bu da kesinlikle küçümsenecek bir artış değildir.

Çimento ile yer değiştirme sonucu elde edilen numunelerde ise kuru birim hacim ağırlıkları, aynı şekilde öğütülmüş barit ilavesiyle artmış. Basınç dayanımında ise %20'lik yer değiştirmeye kadar %20 ye varan bir artış gözlenmiş daha büyük yer değiştirmelerde bağlayıcı miktarının azalmasına bağlı olarak basınç dayanımında önemli düşüşler gözlenmiş ve kırılmalar çok parçalı olmuştur. Bu nedenle %50'ye kadar çimentoyla yer değiştirmiş, daha büyük yer değiştirmeye gerek duyulmamıştır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre agregaya yerine belli oranlarda barit tozu ilavesinin betonun dayanımını arttırdığını söylemek mümkündür.

NOT (NOTICE)

Bu makale, 28-30 Eylül 2011 tarihleri arasında Elazığ Fırat Üniversitesinde "International Participated Construction Congress" IPCC11'de sözlü sunum olarak sunulmuştur.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Ayan, M., (1979). Dünyada barit ve geleceği. Ankara: AÜFF Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ss:59-64.
2. Lekili, M., Dolgu maddesi kalitesinde barit, Madencilik Bülteni.
3. Osma, Y., (2002). Barit ile elde edilen ağır betonun fiziksel ve mekanik özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
4. Kılınçarslan, Ş., Başyigit, C. ve Akkurt, İ., (2007). Barit agregalı ağır betonların radyasyon zırhlama amacıyla kullanımının araştırılması. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt:22. Sayı:2, ss:393-399
5. Kaçar, A., (2006). Yapılarda radyasyon kalkanı olarak kullanılan barit agregalı ağır beton elemanların zırh kalınlık hesaplarının belirlenmesi., Yüksek Lisans Tezi. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
6. Akgün, Y., Durmuş, A. ve Durmuş, A., Barit agregasıyla üretilen ağır bir betonun Özellikleri. İMO Dergisi, ss:465-474
7. Yılmaz, B., (2009). Muş Yöresinden Temin Edilen Baritin Kullanımı İle Elde Edilen Ağır Betonun Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi. Elazığ: Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
8. Esen, Y. ve Yılmaz, B., (2011). An investigation of X-ray and radio isotope energy absorption of heavyweight concretes containing barite, Bulletin of Materials Science, Vol 34, No.1, pp.169-175.
9. Esen, Y. ve Yılmaz, B., (2010). Investigation of some physical and mechanical properties of concrete produced with barite aggregate, Scientific Research and Essays, 5(24):3826-3833.