

T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BARİTLİ BETONUN MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Seyyid SANCAR

Danışman : Doç. Dr. Şemsettin KILINÇARSLAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
YAPI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
Isparta 2010

T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BARİTLİ BETONUN MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Seyyid SANCAR

Danışman : Doç. Dr. Şemsettin KILINÇARSLAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
YAPI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
Isparta 2010

TEZ ONAYI

Seyyid SANCAR tarafından hazırlanan “ Baritli Betonun Mekanik Özellikleri “ adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Süleyman Demirel Üniversitesi Yapı Eğitimi Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Şemsettin KILINÇARSLAN
Süleyman Demirel Üniversitesi Yapı Eğitimi Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri :

Prof.Dr. Mümin FİLİZ
Süleyman Demirel Üniversitesi Yapı Eğitimi Anabilim Dalı

Prof.Dr. Raşit ALTINDAĞ
Süleyman Demirel Üniversitesi Maden Mekanizasyonu Anabilim Dalı

Prof. Dr. Mustafa KUŞÇU
Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Barit.....	3
1.2. Baritin Kullanım Alanları.....	5
1.2.1. İndirgenmiş Barit Yapımı.....	6
1.2.2. Sondajcılıkta kullanılan öğütülmüş barit.....	6
1.2.3. Nükleer endüstride barit	7
1.3. Dünya barit rezervleri ve dağılımı.....	7
2. KAYNAK ÖZETLERİ	10
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	12
3.1. Materyal	12
3.1.1. Çimento	12
3.1.2. Kimyasal Katkı	13
3.1.3. Agrega	14
3.1.4. Barit.....	14
3.2 Yöntem.....	14
3.2.1. Beton karışım hesapları.....	14
3.2.2. Beton üretimi	17
3.2.3. Beton deneyleri.....	20
3.2.3.1. Basınç dayanımı.....	20
3.2.3.2. Eğilme dayanımı	21
3.2.3.3. Kayma donatısı olmayan kirişlerin davranışı ve beton kesitinin kesme kuvveti taşıma gücü	23

3.2.3.4. Kayma donatılı kirişin kesme kuvveti taşıma gücü	25
3.2.3.5. Elastisite modülü katsayısı	26
3.2.3.6 Durabilite deneyi.....	28
3.2.3.7. Na ₂ SO ₄ çözeltilisinin özellikleri	28
3.2.3.8. Sülfat etkisi altındaki betonun mekanik özelliklerindeki değişimler	29
3.2.3.9. Sülfat etkisi altında betonların mineralojik analizi	30
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	32
4.1. Basınç dayanımı sonuçları	32
4.2. Eğilme dayanımı sonuçları.....	34
4.3. Elastisite katsayısı değerleri	37
4.4. Sülfata dayanıklılık deney sonuçları.....	42
5. SONUÇ	46
6. KAYNAKLAR.....	48
ÖZGEÇMİŞ	51

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BARİTLİ BETONUN MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Seyyid SANCAR

Süleyman Demirel Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Yapı Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Şemsettin KILINÇARSLAN

Bu çalışmada Atabey agregası ile Şarkikaraağaç bölgesinden temin edilen barit agregası kullanılmıştır. Bu malzemeler ile üretilen numuneler üzerinde deneyler yapılarak mekanik özellikleri araştırılmıştır. Deneylerde su/çimento oranı 0,5 olan farklı boyutlarda BS30 sınıfı normal agregalı betonlar ve bu agregalar yerine barit agregası kullanılan ağır betonlar üretilmiştir. Üretilen bu beton numuneler üzerinde basınç dayanımı, eğilme dayanımı ve durabilite deneyleri yapılmıştır. Elastisite modülü değerleri elde edilmiştir.

Barit agregası kullanılarak üretilen küp numunelerin basınç dayanımları, normal agregalı kullanılarak üretilen küp numunelerin basınç dayanımları ile aynı dayanıma sahip olduğu görülmüştür. Eğilme dayanımları için üretilen donatılı ve donatısız numunelerde de baritli numunelerin eğilme dayanımı normal agregalı numunelerin eğilme dayanımı ile hemen hemen aynı çıkmıştır. Değişik etriye oranları kullanılarak üretilen numunelerde dayanım farklılığı gözlenmiştir. Elastisite modülü katsayıları da barit agregalı numunelerin daha iyi olduğu görülmüştür. Sülfata tabi tutulan küp numunelerde de barit agregası kullanılan numunelerin basınç dayanımları daha yüksek çıkmıştır.

Sonuç olarak, agregalı yerine barit kullanılarak üretilen betonların tüm özelliklerinin normal betonla aynı özellikte olduğu halde biraz daha fazla olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Normal beton, ağır beton, baritli beton

2010, 51 sayfa

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

MECHANICAL PROPERTIES OF CONCRETE BARITE

Seyyid SANCAR

Sülyman Demirel University

Graduate School of Applied and Natural Sciences

Structure of the Department of Education

Supervisor : Assoc. Dr. Şemsettin KILINÇARSLAN

In this study, with aggregate Şarkikaraağaç Atabey barite aggregates obtained from the area used. That these materials can be produced by conducting experiments on the mechanical properties of concrete were investigated. In the experiments of water / cement ratio of 0.5 BS30 different size classes instead of normal aggregate concrete and aggregates of barite used heavy concrete aggregates were produced. Produced on the compressive strength of concrete samples, flexural strength and durability tests were carried out. Modulus values were obtained.

Produced using barite aggregate the compressive strength of cube samples, produced using traditional aggregate the compressive strength of cube samples with the same strength have been observed. Flexural strength of reinforced and unreinforced samples produced for the baritli bending strength of samples with normal aggregate flexural strength of specimens increased with almost the same. Rates using different stirrup strength differences were observed in samples produced. Coefficients of barite aggregate modulus of the samples were found to be better. The cube samples subjected to sulfate in the barite used in aggregate the compressive strength of samples were higher than.

As a result, instead of the aggregate of all the features beonların barytes produced using the same features as normal concrete, although it is slightly higher than the observed.

Key Words: Normal concrete, heavy concrete, barite concrete

2010, 51 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Doç. Dr. Şemsettin KILINÇARSLAN' a teşekkürlerimi sunarım.

Deneysel çalışmaların gerçekleştirilmesi için gerekli laboratuvar olanaklarının sağlanmasında desteğini esirgemeyen Prof. Dr. Mümin FİLİZ' e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarında bilgi ve yardımlarını esirgemeyen bölüm hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Deneysel çalışmalarında laboratuvar ortamında makinelerin kullanımında yardımcı olan ve benimle tecrübelerini paylaşan teknisyenlerimize teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

1992 YL 09 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkürlerimi sunarım.

Seyyid SANCAR
ISPARTA, 2010

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Türkiye barit yatakları haritası.....	9
Şekil 3.1. NAB beton serisinin hacimce karışım oranları.....	16
Şekil 3.2. BAB beton serisinin hacimce karışım oranları.....	16
Şekil 3.3. Terazî.....	17
Şekil 3.4. Elek analizi deneylerinde kullanılan standart elekler	18
Şekil 3.5. Etüv	18
Şekil 3.6. Düz eksenle cebri karıştırmalı beton mikseri	19
Şekil 3.7. Sarsma tablası	19
Şekil 3.8. 300 ton kapasiteli beton presi	20
Şekil 3.9. 15 ton kapasiteli yükleme hızı ayarlanabilen test cihazı.....	21
Şekil 3.10. normal etriyeli donatı	22
Şekil 3.11. az etriyeli donatı.....	22
Şekil 3.12. Elastisite modülü ölçen test cihazı.....	27
Şekil 3.13. Numunelerin XRD analizleri.....	301
Şekil 4.1. Küp numunelerin basınç dayanımlarının ortalaması	33
Şekil 4.2. Silindir numunelerin basınç dayanımlarının ortalaması.....	34
Şekil 4.3. Eğilme dayanımlarının ortalaması	37
Şekil 4.4. NAB4 kodlu betonun elastisite modülü değeri.....	37
Şekil 4.5. NAB5 kodlu betonun elastisite modülü değeri.....	38
Şekil 4.6. BAB4 kodlu betonun elastisite modülü değeri.....	40
Şekil 4.7. BAB5 kodlu betonun elastisite modülü değeri	41
Şekil 4.8. Elastisite modülü ortalamaları	42
Şekil 4.9. Sülfata konulmuş numunelerin basınç dayanımlarının ortalaması	43

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1.	Ülkelerin sahip oldukları barit rezervleri.....	8
Çizelge 2.1.	CEM I çimentosunun kimyasal özellikleri	12
Çizelge 2.2.	CEM I çimentosunun fiziksel ve mekanik özellikleri	13
Çizelge 3.1.	Üretilecek betonların kodu ve karışım malzeme miktarları	15
Çizelge 3.2.	Na ₂ SO ₄ çözeltisinin kimyasal birleşimleri (Kütlece %).....	29
Çizelge 3.3.	Sülfat etkisindeki Betonlara ait basınç dayanım değerleri	29
Çizelge 4.1.	Küp numunelerin basınç dayanımları.....	32
Çizelge 4.2.	Küp numunelerin basınç dayanımlarının ortalaması.....	32
Çizelge 4.3.	Silindir numunelerin basınç dayanımları.....	33
Çizelge 4.4.	Silindir numunelerin basınç dayanımlarının ortalaması.....	34
Çizelge 4.5.	Normal donatılı (beş etriyeli) prizmaların eğilme dayanımları	35
Çizelge 4.6.	Donatısız prizmaların eğilme dayanımları.....	36
Çizelge 4.7.	Az donatılı (üç etriyeli) prizmaların eğilme dayanımları	36
Çizelge 4.8.	Eğilme dayanımlarının ortalaması	37
Çizelge 4.9.	NAB4 kodlu betonun elastisite değerleri.....	38
Çizelge 4.10.	NAB5 kodlu betonun elastisite değerleri.....	39
Çizelge 4.11.	BAB4 kodlu betonun elastisite değerleri.....	40
Çizelge 4.12.	BAB5 kodlu betonun elastisite değerleri.....	41
Çizelge 4.13.	Elastisite modülü ortalamaları	42
Çizelge 4.14.	Sülfata konulmuş küp numunelerin basınç dayanımları.....	43
Çizelge 4.15.	Sülfata konulmuş küp numunelerin basınç dayanımları ortalaması.....	43
Çizelge 4.16.	Tüm deney sonuçlarının karşılaştırılması.....	44

SİMGELER DİZİNİ

ζ	Karışımdaki çimento miktarı
δ_c	Çimentonun yoğunluğu
A_1	Karışımdaki ince malzeme miktarı
δ_{A1}	İnce malzemenin yoğunluğu
A_2	Karışımdaki kaba malzeme miktarı
δ_{A2}	Kaba malzemenin yoğunluğu
H	Karışımdaki toplam hava miktarı
σ	Basınç dayanımı
P	Kırılma yükü
A	Numunenin yük doğrultusundaki kesit alan
V_{cz}	Henüz çatlamamış basınç bölgesindeki betonun kesme mukavemeti
V_a	Eğik çatlak yüzeyice meydana gelen sürtünme mukavemetinin düşey bileşeni
V_d	Eğilme donatısının, kaldıraç etkisiyle, karşıladığı kesme kuvvetidir
V_c	Betonun karşıladığı kesme kuvveti
n	Etriyenin kol sayısı
A_0	Etriye çubuğu kesit alanı
V_w	Kayma donatısı karşıladığı kesme kuvveti
f_{ywd}	Kayma donatısı akma hesabı mukavemeti
α	Kayma donatısının çekme donatısı ile (genelde yatayla) yaptığı açı
s	Kayma donatısı aralığı
d	Etkili derinlik
A_{sw}	Bir sıradaki kayma donatısı alanı
ε	Birim deformasyon
ΔL	Toplam deformasyon
L	Birim deformasyon

1. GİRİŞ

Beton; agrega, çimento, su ve gerektiğinde bazı mineral ve kimyasal katkı maddelerinin birlikte karılmasıyla elde edilen, başlangıçta akışkan olduğu için istenilen kalıbın şeklini kolayca alan, sertleştikten sonra ise yüksek bir dayanıklılık ile belirli bir taşıma gücü için gerekli dayanımı sağlayabilen yapay bir yapı malzemesidir (Topçu, 2006).

Betonarme, beton ve çelikten meydana gelen, bileşik bir yapı malzemesidir. Kum, çakıl, çimento ve suyun belli oranlarda karıştırılmasıyla elde edilen betonun basınç mukavemeti yüksek, çekme mukavemeti düşüktür. Dış yüklerin etkisi ile ortaya çıkan çekme gerilmelerini karşılamak için taşıyıcı elemanın uygun yerlerine yuvarlak çelik çubuklar yerleştirilir ve daha sonra betonlanırsa, betonarme bir taşıyıcı eleman elde edilmiş olunur. Yuvarlak ve uzun çubuklar donatı olarak adlandırılır.

Betonarme ilk olarak 1849 da J. Louis Lambot tarafından Sen nehrinde yüzdürülen bir kano yapımında kullanılmıştır. Başlangıçta Fransa'da kullanılan betonarme daha sonra Almanya ve Avusturya'da da hızla yaygınlaştı. İlk betonarme yönetmeliği 1904 de Almanya'da, 1906 da Fransa'da yayınlandı. Türkiye'de ilk beton yönetmeliği Türkiye Köprü ve İnşaat Cemiyeti tarafından 1953 de hazırlandı. 1962 de bazı değişiklikler yapıldı. 1969 Şubatında Türk Standartlar Enstitüsünce "TS-500-Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım kuralları" yayınlandı.

Diğer yapı malzemelerine göre betonarmenin yaygınlığının nedenleri;

- 1) Küçük ve orta açıklıklarda daha ekonomiktir.
- 2) İstenilen formu alabilen plastik bir yapı malzemesidir.
- 3) Yapımı basittir ve fazla kalifiye işçilik gerektirmez.
- 4) Zararlı dış etkenlere karşı dayanıklı olup devamlı bakım istemez.

Betonarme bir elemanda genellikle, basınç zorlamalarını beton, çekme zorlamalarını çelik karşılar. Beton ve çelik dış kuvvetlere birlikte karşı koyarlar. Beton katılaştırken beton ve çelik arasında bir bağlantı meydana gelir. Bu bağlantı “aderans” olarak adlandırılır. Aderans nedeniyle beton ve çelik birlikte çalışırlar. Yani beraber uzayıp beraber kısalırlar. Beton, çelik için bir örtü görevi görür ve onu paslanmaktan korur.

Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte beton endüstrinde de ilerlemeler olmuş ve beton üretimindeki bu yenilikler beton teknolojisine özel betonlar adı ile girmiştir. Özel betonlar, kullanım yerlerine göre farklı beklentileri karşılamak amacıyla üretilen betonlardır. Ağır beton, taşıyıcı hafif beton, yüksek akıcılığa sahip beton, yalıtım özellikli beton bu farklı özelliklerden bazılarıdır. Betona bu farklı özellikleri kazandırmak elbette ki betonun geleneksel bileşenlerinin haricinde farklı nitelikteki yapı malzemelerini karışıma ilave etmektir (Yazıcıoğlu vd., 2006).

Özel beton türlerinden bir tanesi de ağır betonlardır. Ağır betonlar, başka kullanım alanları da bulunmakla beraber, bugün en çok radyasyon yayan tesislerde meydana gelen tehlikeleri önlemek amacıyla kullanılmaktadır. Cisimlerin içine girebilme kabiliyeti yüksek olan nötron ışınları ile γ ışınları tehlikelidir. Nötron ışınları atom ağırlıkları küçük olan elementler, γ ışınları ise doğrudan birim kütlesi yüksek olan malzeme tarafından durdurulmaktadır. Bu suretle ağır betonlar her iki ışına karşı iyi bir yalıtım görevi yapmaktadır. Zira bu malzemenin içinde ağırlık itibari ile %50 den fazla miktarda bulunan hidrojen ve oksijen gibi hafif atomlu cisimler nötron ışınlarını pratik koşullar altında durdurmaya yeterli olmaktadır. Diğer taraftan bu betonun içinde bulunan ağır agregalar da γ ışınlarının geçmesini engellemektedir. Bu durum ağır betonun radyasyondan korunmak için ideal bir malzeme olduğunu göstermektedir (Durmuş, Gürsoy, 1996).

Günümüzde radyasyonun temel bilimde, tıpta, tarımda, endüstride ve askeri amaçlarla kullanılışı, çok büyük ve geniş boyutlara ulaşmıştır. Dünyada tıp, bilimsel araştırma, enerji, tarım ve endüstride ihtiyaçları gidermek için 3000’ den fazla nükleer tesis, bunlara ek olarak tıp merkezlerinde tedavi ve teşhis amacı ile radyasyon ışınları kullanılmaktadır. Günlük yaşamımızda bu kadar iç içe yaşadığımız

radasyonun, zararlı etkilerini en düşük düzeye indirerek ondan yararlanmak kaçınılmaz bir gerçek olmuştur. Radyasyonu zararlı seviyelerden kabul edilebilir zararsız seviyelere indirebilmek maksadıyla bu tesisler içinde radyasyon ışınlarını absorbe etmek amacıyla zırh bölmeler kullanılır (Önen, 1993).

Zırhlama genel anlamda, radyasyonun meydana gelişini, kaynağından nasıl yayıldığını, malzemeyle nasıl etkileştiğini, geçtiği ortamda nasıl mikroskobik değişimler meydana getirdiğini ve bu değişimlerin ortamı nasıl etkilediğini inceleyen daldır. Radyasyon kaynağı ile insan arasına zırhlama malzemesi konulmasıyla maruz kalınacak doz azaltılır. Zırhlama malzemesinin yoğunluğu ne kadar fazla ise X ve gama ışınlarını zırhlama özelliği de o oranda artar (Shapiro, 1972). Betonun iyi bir zırh malzemesi olabilmesi için kalınlığının veya yoğunluğunun artırılması gereklidir.

Radyasyon kalkını olarak kullanılan ağır betonun bileşiminde karma ve hidratasyon suyunda hafif elementler, agregasında ise ağır elementler bulunmaktadır En çok kullanılan ağır agrega barittir. İnşaatlarda kullanılacak betonun aynı zamanda yönetmeliklerde belirtilen fiziksel ve mekanik standartlarda olması ve bu özelliklerine göre malzeme davranışı ve betonarme hesaplamaları için taşıma gücünün belirlenmesi gereklidir. Baritli ağır betonun gama ışınlarını yutma kapasitesi, barit agrega yüzdesine ve betonun birim ağırlığına göre değişir (Akman, 1987).

1.1. Barit

Doğal bir baryum sülfat bileşimine sahip olan barit minerali uzun zamanlardan bu yana özgül ağırlığının fazla olması nedeni ile insanlığın 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.

Barit genellikle beyaz renklidir, fakat sarı, esmer, pembe, açık yeşil, açık mavi, gri ve siyah renkli olanlarına rastlanmaktadır. Ortarombik sistemde kristalleşen barit kristali

tabuler şekilli olup üç yönde dilinime sahiptir. Çoğunlukla polisentetik ikilenmeler gösterirler. Baritin sertliği 2,5–3,5 olup özgül, ağırlığı 4,3–4,6 arasında değişir, Erime noktası 1580° C dir. Kimyasal bileşimi BaSO₄ şeklinde olup, % 65,70 BaO, % 34,30 SO₃ içerir. Baryum oranı ise % 58,8 dir. Doğada en yaygın olarak bulunan barit mineralinden başka, baryumun yerinin stronsiyum ve kalsiyum tarafından ramplase edildiği cinslerine barita - selestîf ve barito - kalsit adı verilir. Bunların dışında Viderit (BaCO₃) cinsine oldukça sık, Salsıyan (BaO.Â½2O₃.2SiO₂)'a daha nadir olarak rastlanır. Kompakt baritler bazen demir, kil, COS ve H₂S enklüzyonları içerirler. Bazen hidrojen karbür içeren baritler çekiç ile vurulduğunda koku çıkarırlar, Barit suda hemen hemen hiç erimez. Soğuk asit içinde erimeyen barit kaynayan sülfürik asit içinde hafifçe eriyebilir.

Ağır betonda kullanılan baritin özgül ağırlığı 4,2 – 4,6 kg/cm³ olup, sertliği 2,5–3,5 arasındadır. Erime noktası 1580° C 'dir. Su içinde ve soğuk asit içinde erimeyen baritin, kaynayan sülfürik asit içerisinde hafifçe eriyebileceği tespit edilmiştir. Kimyasal bileşimi BaSO₄ olan barit en çok bilinen baryum mineralidir. Beyaz, opak veya yarı şeffaf görünümündedir. İçerdiği demirden dolayı kırmızı ve kahverengi, karbonlu maddelerden dolayı siyah, sarı, kırmızı ve mavi renklerde görülebilir. Metalik olmayan minerallerin en ağır olanıdır. Özgül ağırlığı 4.5 gr/cm³, sertliği 2,5–3,5 arasındadır. Barit, doğada kristal ve amorf yapılı olmak üzere iki şekilde bulunmaktadır. Bileşiminin % 94'ünü genellikle saf BaSO₄, geri kalan kısmı ise silis, demir oksit ve prit teşkil etmektedir. Teknik literatürde bu agregalar bileşimlerinin % 85'inden fazlasının BaSO₄ olması ve özgül kütlelerinin de 4000–4300 kg/m³ arasında olması ile iyi barit olarak adlandırılmaktadır. Bu agregayla üretilen betonların birim kütleleri 2800 kg/ m³ 'ün üzerinde olmaktadır. Ağır beton üretiminde kullanılan barit bileşiminde prit ve kalsiyum sülfatın bulunmaması ancak, bu kayaca daha iyi bir dayanım kazandırdığından, %3 - %5 arasında değişen oranlarda silisin bulunması tercih edilmektedir.

Barit agregalı ağır betonlar; kayma ve devrilmeye karşı emniyette olmayan yapılarda ağırlığından dolayı kullanılmakla beraber, radyoaktif maddelerin yaydığı nükleer ışınlardan özellikle cisimlerin içine girebilen öldürücü nötron ve γ ışınlarına karşı

korunmak için gerçekleştirilen yapılarda kullanılır. Hastanelerin ışın tedavi ve radyografi tesisleri, nükleer enerji santrallerinin koruyucu perdeleri, radyoaktif maddelerin saklandığı ön gerilmeli beton reaktör siloları, elektron depolama devreleri, köprü ayakları, beton ağırlık baraj gövdeleri, askeri mühimmat depo duvarları, askeri sığınaklar, istinat duvarları, su altı petrol boru hatları ve petrol sondaj kuyusu çeperleri ağır betonların kullanım alanlarındandır (Durmuş v.d., 1996).

1.2. Baritin Kullanım Alanları

Baritin ilk kullanılışı özgül ağırlığı ve beyaz özelliğinden dolayı boya, kağıt ve çam endüstrilerinde olmuştur, 1926 yılından sonra baritin petrol ve tabii gaz aramalarında kullanılmaya başlamasından itibaren barite olan istek hızla artmıştır. Barit esas olarak petrol sondajlarında çamurun ağırlaştırılmasında kullanılır. Bu çamur sondaj sırasında kat edilen formasyonlara ait kalıntıların yukarı çıkarılmasına, matkap ve tijlerin yağlanmasına, sondaj deliği duvarlarının sağlamlaşmasına ve petrol beklenen seviyelere yaklaşıldığında basınçlı gaz gelişimini dengelemeye yarar. Sondaj çamuru ayrıca kuyu derinleştikçe tijlerin artan ağırlığına karşı bir denge yaratmaktadır. Baritin özgül ağırlığının 4,5 oluşu, yumuşak oluşu aşındırıcı olamaması, suda erimemesi ve fiyatının oldukça ucuz olması bu amaç için kullanılan İdeal malzeme olmasını sağlamaktadır. Dünyada kullanılan baritin % 80'i petrol endüstrisinde tüketilmektedir. Petrol sondajlarında sarf edilen baritin miktarı geçilen formasyonların geçirgenliği ve rastlanan gaz basıncı ile ilişkilidir. Örneğin A.B.D.'nin güneyindeki petrol havzalarında 3000 m, derinlikte bir sondaj için 40 ton barit, Kuzey denizinde 1000–2000 metrelik bir tabii gaz sondajı için 200–350 ton, İran'da yüksek gaz basıncına sahip petrol bölgelerinde 350 m. derinlik için 100 ton barit tüketilmektedir, Barit katkı maddesi olarak kâğıt, tual, yer muşambası, lastik ve ebonit sanayisinde kullanılmaktadır. Cam endüstrisinde parlaklığı arttırmak, mercek ve TV tüpleri üretiminde, plastik sanayinde plastiğe matlık verebilmek için. Tarım ilaçları üretiminde de inert madde olarak barit kullanılmaktadır. Baritin önemli kullanım alanlarından birisi de boya sanayidir. Yağlı boya üretiminde beyazlatıcı pigment ve inceltici olarak kullanılır, fakat kaliteli boya üretiminde sabit beyaz ve bilhassa litopon tercih edilir, Litopon beyaz bir pigmenttir. Barit önce kömür ile

indirgenerek BsS elde edilir. Kara kül adı verilen bu İndirgenmiş Barit sülfür, çinko sülfat ile reaksiyona sokularak sentetik BaSO₄ ile ZnS karışımı olan Lİtopon elde edilir. Litopon çoğunlukla boya sanayi inde ve bir miktar da tekstil, yer muşambası ve kâğıt sanayinde kullanılır. Sabit beyaz adı verilen ve kimyasal olarak saf olan, sentetik BaSO₄ ise BaS ile NaSO₄ in reaksiyonu İle elde edilir. Sabit beyaz boya, kâğıt fotoğraf kâğıdı ve tıpta radyografide kullanılmaktadır. Baryum sülfat kimya sanayi inde tüketilen birçok baryum tuzlarının üretiminde kullanılan temel hammaddedir.

Baryum karbonat, baryum klorür, baryum hidroksit gibi bileşiklerin üretiminde, şekerin tasfiyesinde, elektronik, plastik, tarım ilaçları endüstrisinde kullanılmaktadır. Baryum bioksit ise klorfoidrik asit ile reaksiyona sokularak oksijenli suyun üretilmesinde eskiden beri kullanılmaktadır. Barit, alevinin yeşil renk vermesinden dolayı havai fişek üretiminde kullanılır. Son yıllarda, barit ilavesi ile yapılan ağır beton, nükleer santraller da gamma şularını absorbe etme özelliklerinden dolayı fazla miktarlarda tüketilmeye başlamıştır, Barit ticareti, kullanım alanlarında gereksinen özelliklere uygun olarak yapılır. Kullanım alanlarını başlıca üç grupta toplamak mümkündür:

1.2.1. İndirgenmiş barit yapımı

Utopon'un hazırlanmasında, dolayısıyla boya ve kimya endüstrilerinde kullanılan barit cevherinin BaSO₄ tenorunun % 94 • 95, SiO₂ içeriğinin % 2'den az ve fluoritin eser miktarda olması gerekmektedir. Silisin mevcudiyetiyle baryum silikatın oluşması, baryum sülfürün verimini olumsuz etkilemektedir. Fluorit ise fırınlara zarar vermektedir. Demir oksit ve stronsyum sülfat da % 1'den az bulunmalıdır. Sabit beyaz üretiminde demir oksit içeriği % 0.02'den az olmalıdır.

1.2.2. Sondajcılıkta kullanılan öğütülmüş barit

Bu amaçla kullanılacak baritin özgül ağırlığının en az 4,2, BaSO₄ tenor ünün %94–95 ve tuz içeriğinin %0-1'den az olması gereklidir. Demir oksit miktarı % 2–3 olabilir, fakat silisin aşındırıcı etkisi dolayısıyla fazla bulunması sakıncalıdır.

Öğütülmüş baritin %90-95'nin 325 'lik elekten geçebilecek incelikte olması aranır. Cam sanayi inde kullanılacak baritin % 96–98 BaSO₄, % 02'den az Fe₂O₃ ve eser miktarda TiO₂ içermesi gerekir. Lastik endüstrisinde kullanılan baritin bakır ve manganez bileşimleri İçermesi Lastiğin dayanıklılığını bozduğundan istenmez.

1.2.3. Nükleer endüstride barit

Nükleer santrallerde kullanılan özel ağır beton yapımına ilave edilen baritin özgül ağırlığının 4,2 olması ve sülfürlü mineral içermemesi gerekir. Sülfürler zamanla çimentoda çatlama yapabilmektedirler. Ağır beton yapımında kullanılacak baritin kilden tamamen arınması için iyice yıkanması lazımdır. Baritin kum ve çakıl iriliğinde kırılması yeterlidir. Bütün bunların dışında barit hileli işlere de alet olmaktadır. Öğütülmüş beyaz ürünlere, un, mum, tutkal gibi maddelere ağır çekmesi için barit karıştırılmaktadır. Endüstrideki kullanım alanlarına göre barit cevheri çoğunlukla ocaklardan çıkarıldıktan sonra bazı arıtma İşlemlerinden geçirilerek tenor ve kalitesi yükseltilir. Baritin özgül ağırlığının 4,4 oluşu èurrun gravimetrik yöntemlerle (Jig, sallantılı masa), fluorit ve sülfürlü mineralleri içeren barit cevherleri de flotasyon ile arıtılabilmektedir. Kalıntı yataklardan üretilen cevherler kilden temizlenmesi için yıkanmaya tabi tutulur. Boya endüstrisinde kullanılan bazı barit içerdikleri demir, manganez ve bakır oksitlerden temizlenmeleri için sülfürik asitle yıkanır. Barit parça, granül ve öğütülmüş olarak satılmaktadır.

1.3. Dünya Barit Rezervleri Ve Dağılımı

Dünya barit rezervleri hakkında yayınlanan rakamlar arasında farklılık görülmektedir. Rezervler görünür muhtemel olarak veya ekonomik ve potansiyel rezerv olarak gösterilmiştir. Dünya'da şu anda tanımlanmış ve bilinen barit rezerv miktarının 550 milyon ton olduğu, ancak tüm dünya rezervinin ise 2 milyar ton olduğu tahmin edilmektedir. Ülkelerin sahip oldukları barit rezervleri Çizelge 1.1 de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Ülkelerin sahip oldukları barit rezervleri (U.S. Geological Survey Mineral Ocak 2001).

Ülke	Rezerv (ton)
Çin	150.000.000
ABD	60.000.000
Hindistan	32.000.000
Türkiye	20.000.000
Bulgaristan	20.000.000
Kanada	15.000.000
Tayland	15.000.000
Fas	11.000.000
Meksika	8.500.000
Peru	3.000.000
Fransa	2.500.000
Almanya	1.500.000
Birleşik Krallık	600.000
Diğer ülkeler	160.000.000

Türkiye barit yatakları Antalya, Konya, Isparta, Kütahya, Muş, K. Maraş, Trabzon, Giresun, Gümüşhane, Bitlis ve Diyarbakır illerinde bulunmakla beraber büyük bir kısmı Konya, Antalya ve Muş illerinde yer almaktadır. Türkiye rezervleri hakkında elde kesin rakamlar olmamakla beraber 20 milyon ton görünür muhtemel, 20 milyon ton mümkün olmak üzere 40 milyon ton civarında bir rezervin olduğu kabul edilebilir. Ayrıca buna 20 milyon tonluk bir potansiyel rezervinde ilave edilmesi mümkündür. Bu durumda Türkiye'nin Dünya rezervleri içindeki payının % 4 civarında olduğu kabul edilebilir. Son olarak da Batman'ın Sason ilçesinde 288.000 ton rezerv bulunmuştur. Şekil 1.1 de Türkiye'deki barit yataklarının yerleri gösterilmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bu tez çalışmasını konu alan literatür bilgileri tarandığı zaman, yapılan çalışmaları şu şekilde toparlayabiliriz.

Kılınçarslan (2004), Barit agregalı ağır betonların radyasyon zırhlamasında da ki özellikleri ve optimal karışımlarının araştırılması incelenmesi. Çeşitli yoğunluklarda ve farklı dayanımlarda barit agregalı betonlar üretilmiş ve kontrol betonlarıyla mekanik özellikleri karşılaştırma yapılar araştırılmıştır. Çalışmada tamamı normal agregadan oluşan kontrol betonlar baz alınarak BS20, BS30, BS40 betonları için optimum karışımlar hesaplanmıştır. Agregada değişimin betonunu dayanımını ve radyasyon geçirimsizliğine etkisini incelemek amacıyla; karışımdaki agregaya yüzdesine bağlı kalınarak agregaya ve barit miktarı belli oranlarda değiştirilerek, beton serileri üretilmiştir. Barit oranının değişiminin; betonun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde meydana getirdiği etkiler araştırılmıştır.

Osma (2002), Barit ile elde edilen ağır betonun fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmesi. Atabey ve barit agregalarından ayrı ayrı 250, 300 ve 350 dozaj çimento kullanılarak altı seri beton numuneler üretilmiştir. Ayrıca 250, 300 ve 350 dozaj çimento miktarlarında Atabey ve barit agregalarından % 50 oranlarında farklı karışımlar oluşturularak dokuz seri beton numuneler üretilmiş 28 gün deneylere tabi tutulmuştur.

Akgün v.d. (2007), barit agregasıyla üretilen ağır bir betonun özellikleri incelenmesi. Bu çalışmanın temel amacı; Doğu Karadeniz Bölgesi doğal ağır agregalarından biri olan barit agregasıyla üretilen ağır beton, agregaya petrografik yapısını dikkate alarak, geleneksel bir betonla karşılaştırmalı olarak incelenmektedir. Bu amaçla ilk aşamada laboratuarda farklı su/çimento oranlarıyla (0,30; 0,35; 0,40; 0,50; 0,55 ve 0,60) üretilen birim kütleleri 3500 kg/m^3 civarında olan ağır betonların kullanımıyla hazırlanan standart silindir numuneler üzerinde gerçekleştirilen deneysel çalışmalardan elde edilen fiziksel ve mekanik özellikler geleneksel betonunkilerle

karşılaştırılarak irdelenmekte ve bu suretle betonun kırılma mekanizmalarının açıklanmasına çalışılmaktadır.

Kılınçarslan v.d. (2010), Ağır betonların sülfat etkisinde mekanik özellikleri incelenmesi. Çalışmada, barit agregası ile mineral-kimyasal katkı malzemeleri kullanılarak yüksek dayanımlı betonlar üretilmiştir. Üretilen betonların fiziksel ve mekanik özelliklerinin yanı sıra durabilitesi de incelenmiştir. Durabilite açısından ağır betonların servis ömrü boyunca karşılaşılabileceği düşünülen sülfat etkilerine karşı dayanımı araştırılmıştır. Sülfat etkisine maruz bırakılmış beton numunelerin basınç dayanım değişimleri, kimyasal ve mikro yapı değişimleri incelenmiştir.

Yılmaz (2009), Muş yöresinden temin edilen baritin kullanımı ile elde edilen ağır betonun fiziksel ve mekanik özelliklerinin araştırılması incelenmesi. İleri teknoloji ile yaşadığımız günümüz dünyasında, radyasyonun yüksek olduğu nükleer santraller, röntgen odaları ve olası nükleer bomba saldırılarında kullanılacak sığınakların duvarlarında ağır beton kullanılması büyük önem taşımaktadır. Özgül ağırlığı normal agregadan fazla olan barit agregaları ile yapılan ağır betonlar, radyasyon ışınları karşısında, normal betonlara göre daha geçirimsiz bir yapı oluşturarak X ışınları ile diğer nötron ışınlarının insan vücuduna ulaşımını önlemede kullanılır. Bu çalışmada, Muş ilinde elde edilen baritin, betonun başta radyasyon geçirgenliği özelliği olmak üzere mekanik ve fiziksel özelliklerine nasıl etki ettiği araştırılmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Tez sürecinde yapılmış olan deneylerde kullanılan barit madeni Isparta ilinin Şarkikaraağaç ilçesinde bulunan Başer Madencilikten temin edilmiştir. Normal agrega ise Isparta ilinin Atabey ilçesinde bulunan doğal agrega yataklarından temin edilmiştir. Üretilen betonların bir kısmında normal agrega, bir kısmında barit agregası kullanılmıştır. Üretilen betonların mukavemetleri ölçülüp karşılaştırılmıştır. Beton yapımında bağlayıcı malzeme olarak portland çimentosu ve S.D.Ü.'nin şebeke suyu kullanılmıştır. Üretilen betonlar üzerinde Türk Standartları Enstitüsünde yer alan deneyler uygulanmıştır.

3.1.1. Çimento

Bu çalışmada, Isparta'da bulunan Göлтаş Çimento Fabrikası'nda üretilmiş PÇ 42,5 (CEM I, TS-EN 197-1) çimentosu kullanılmıştır. CEM I çimentosunun Göлтаş Çimento Fabrikası'nda yapılmış olan kimyasal özellikleri Çizelge 2.1 fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. CEM I çimentosunun kimyasal özellikleri

Bileşen	PÇ 42,5 (%)
MgO	1,91
Al ₂ O ₃	6,2
SiO ₂	20,6
CaO	61,4
Fe ₂ O ₃	3,01
SO ₃	2,53
K ₂ O	1,03
Na ₂ O	0,19
Cl	0,007
Kızdırma Kaybı	1,35
Çözenmeyen Kalıntı	0,3

Çizelge 2.2. CEM I çimentosunun fiziksel ve mekanik özellikleri

Bileşen	CEM I (%)
Özgül Ağırlık (gr/cm ³)	3,1
İncelik (cm ² /gr)	2914
7 günlük babaşınç dayanımı (N/mm ²)	37,7
28 günlük babaşınç dayanımı (N/mm ²)	49,8
7 günlük eğilme-çekme dayanımı (N/mm ²)	5,9
28 günlük eğilme-çekme dayanımı (N/mm ²)	7,5

3.1.2. Kimyasal katkı

Deney çalışmalarında Sikament NP süper akışkanlaştırıcı katkı maddesi kullanılmıştır. Sikament NP, betonun karma suyunu yüksek oranda azaltarak erken ve son dayanımları artıran veya aynı miktarda su ile betona yüksek oranda akışkanlık kazandıran süper akışkanlaştırıcı beton katkısıdır. Sikament NP aşağıdaki özellikleri sağlar.

Süper akışkanlaştırıcı olarak;

- Ayırışma riski olmadan veya karışım suyunu artırmadan, işlenebilirliği kolaylaştırır.
- Betonun yoğun ve düzgün yüzeyli olmasını sağlar.
- Betonun yerleştirilmesini kolaylaştırır, vibrasyon, şişleme ve işçiliği azaltır.

Yüksek oranda su azaltıcı olarak;

- Su miktarını önemli oranda azaltır.
- Kullanım dozuna ve beton bileşime bağlı olarak, katkısız betona göre erken ve son dayanımları önemli oranda artırır.
- Su/çimento oranını azaltarak geçirimsizliği düşürür, dayanıklılığı artırır.
- Azaltılmış su içeriği ve düşük geçirimsizlik sayesinde betonun dona ve suya karşı direncini artırır.
- Betonda karbonatlaşma hızını düşürür.

- Büzülme ve sünmeyi azaltır.
- Betonun erken ve nihai dayanımlarını artırarak ekonomi sağlar.

Sikament NP, donatıda korozyona sebep olacak klorür veya başka bir bileşen içermez. Bu sebeple betonarme yapılarda ve ön gerilmeli elemanlarda kullanıma uygundur.

3.1.3. Agregası

Çalışmada normal agrega ve barit agregası olmak üzere iki tip agrega kullanılmıştır. Normal agrega Atabey kum çakıl ocağından temin edildi. Ocaktan Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü Beton Laboratuvarı'na getirilen yaklaşık 4 m³ agrega yıkanıp kurutulduktan sonra ASTM standartlı elekler ile elenmişlerdir.

3.1.4. Barit

Barit agregası Şarkıkaraağaç ilçesinde bulunan maden ocağından temin edildi. Şarkıkaraağaç barit tesislerinden getirilen yaklaşık 4 m³ barit ocakta yıkandığı için doğrudan elenmişlerdir. Normal agrega nem ve sudan korunacak şekilde depolanmışlardır.

3.2 Yöntem

3.2.1. Beton karışım hesapları

Normal agregalı betonların (NAB) üretiminde Isparta Atabey agregası kullanılmıştır. Agregası karışım oranları % 40 ince (0-4 mm) ve % 60 kalın (4-16 mm) olacak şekilde alınmıştır. NAB karışım hesapları, üretilecek betonun kuru plastik kıvamda ve maksimum dane çapı 16 mm. Olacak şekilde birim hacim ağırlık yöntemine göre yapılmıştır. Barit agregalı betonların (BAB) üretiminde Isparta Şarkıkaraağaç bölgesinde çıkarılan barit agregası kullanılmıştır. Çalışmalarda kullanılan agrega boyutu 4 mm. den küçük olanlara ince malzeme ve 4 mm. den büyük olanlara kalın malzeme denilmiştir. TS 802 'de belirtilen karışım suyu ve hava miktarları alınarak

1m³ sıkıştırılmış betonda bulunacak beton bileşenlerinin miktarı Denklem 3.1. de yerine konularak hesaplanmıştır.

$$\frac{C}{\delta_c} + S + \frac{A_1}{\delta_{A1}} + \frac{A_2}{\delta_{A2}} + H = 1m^3 \quad (3.1)$$

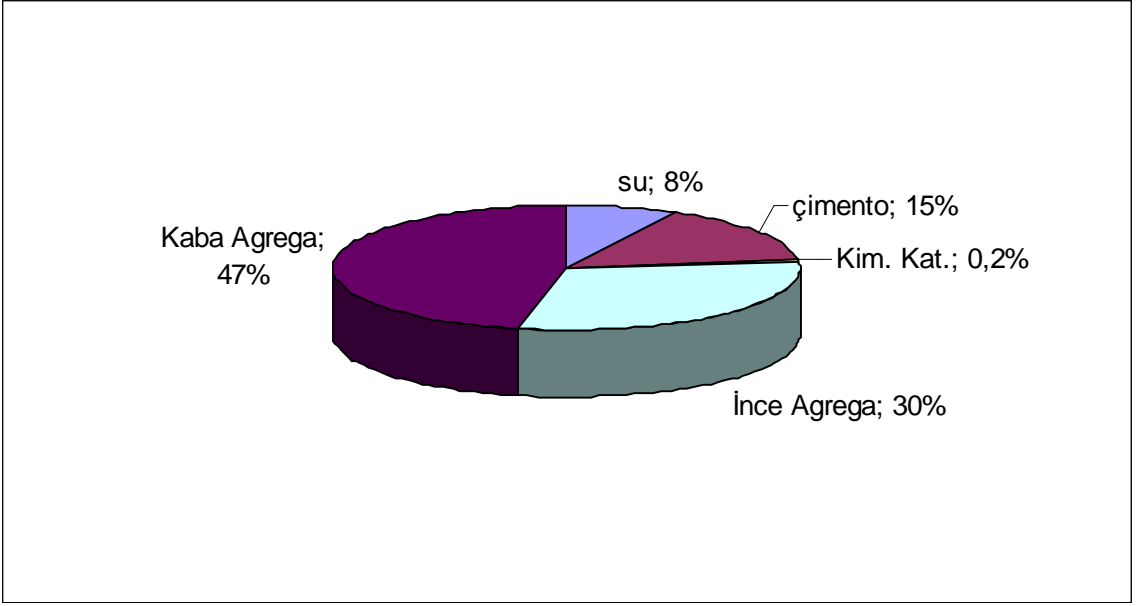
Burada

- Ç : Karışımdaki çimento miktarı
 δ_c : Çimentonun yoğunluğu (kg/m³)
 A₁ : Karışımdaki ince malzeme miktarı (kg)
 δ_{A1} : İnce malzemenin yoğunluğu (kg/m³)
 A₂ : Karışımdaki kaba malzeme miktarı (kg)
 δ_{A2} : Kaba malzemenin yoğunluğu (kg/m³)
 H : Karışımdaki toplam hava miktarı (m³)

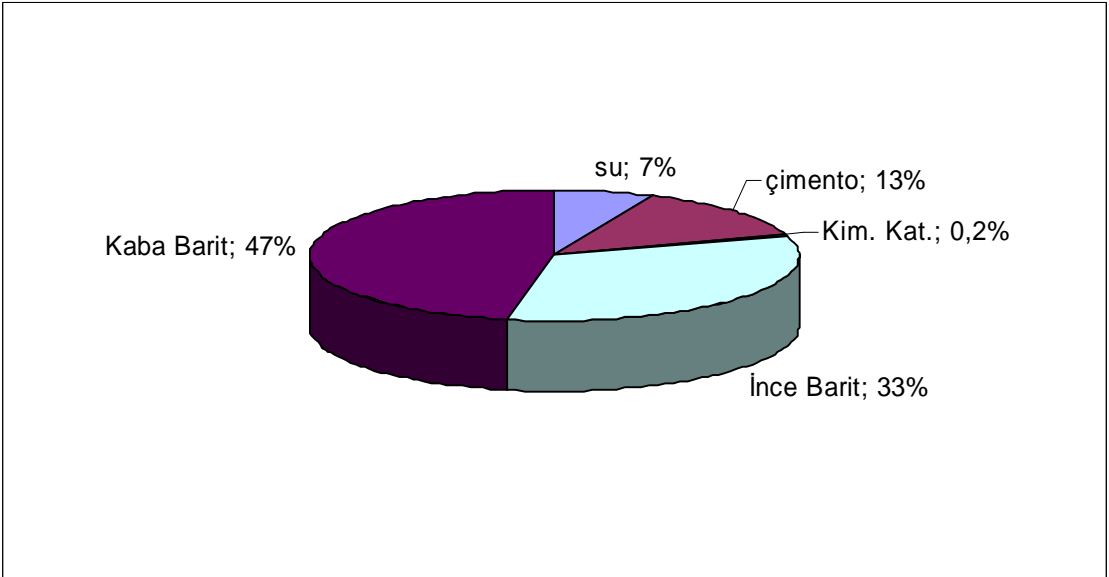
Karışımda 1 m³ için kullanılan miktarlar Çizelge 3.1 ve karışım oranları Şekil 3.1 ve Şekil 3.2 de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Üretilcek betonların kodu ve karışım malzeme miktarları

1 m ³ beton bileşimindeki malzeme miktarları								
Numune Adı	Su	Çimento	Kim. K.	S/Ç	İnce Ag.	Kaba Ag.	İnce Barit	Kaba Barit
NAB	180	360	5	0,5	697	1092		
BAB	180	360	3	0,5			900	1280



Şekil 3.1. NAB beton serisinin hacimce karışım oranları



Şekil 3.2. BAB beton serisinin hacimce karışım oranları

3.2.2. Beton üretimi

S.D.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Malzemeleri ve Beton Teknolojisi Laboratuvarında yapılan çalışmalarda; 100mm. x 100mm. x 100mm. boyutların da kübik numuneler, 100mm. x 150mm. x 300mm. boyutların da silindir numuneler ve 100mm. x 100mm. x 500mm. boyutların da prizma numuneler üretilmiştir. Prizmalar etriyesiz ve etriyeli olarak üretilmiştir. İki tip etriyeli beton üretilmiştir. Birinci tip etriyeli prizmalarda pilye aralıkları 10cm ve paspayı 1cm alınmıştır. İkinci tip etriyeli prizmalarda pilye aralıkları 20cm ve paspayı 2,5cm alınmıştır. Tüm numuneler NAB ve BAB olmak üzere iki seri halinde üretilmiştir. Donatılı numunelerde $\phi 8$ donatı kullanılmıştır.

Karışıma giren agrega, barit, çimento, su ve kimyasal katkı malzemesi üretilecek betonun koduna göre önceden tartılıp hazırlanmıştır. Agregası, barit, çimento su miktarlarının ölçümü Şekil 3.3 deki terazi ile yapılmıştır.



Şekil 3.3. Terazi

Karışımlarda kullanılan agrega ve baritin boyutları Şekil 3.4 teki elekler kullanılarak belirlenmiştir.



Şekil 3.4. Elek analizi deneylerinde kullanılan standart elekler

Agrega ve barit Şekil 3.5 teki etüv cihazı ile kuru durumu getirilmiştir. Karışım suyu SDÜ şebekesinden kullanılmıştır.



Şekil 3.5. Etüv

Harç üretiminde kullanılacak düz eksenli mikser Şekil 3.6 gösterilmiştir. Harcı karıştırmada kullanılacak düz eksenli mikser su yardımı ile nemlendirilmiştir. Önce agregalar mikserde katılarak beş dakika karıştırılmıştır. Daha sonra mikserde çimento katılarak üç dakika daha bileşimdeki kuru maddeler karıştırılmıştır. En son olarak

mikserdeki karışıma gerekli su ve kimyasal katkı ilave edilerek karıştırma üç dakika daha sürmüştür.



Şekil 3.6. Düz eksenle cebri karıştırmalı beton mikseri

Harç kalıplara üç aşamada konmuş ve her aşamada 10 sn. Şekil 3.7 deki sarsma tablası aleti ile sarsılmıştır.



Şekil 3.7. Sarsma tablası

3.2.3. Beton deneyleri

Üretilen betonların basınç dayanımları, eğilme dayanımları, durabiliteleri ve elastisite modülü katsayıları hesaplanmıştır. Basınç dayanımı deneyleri betonlar 28 günlük iken yapılmıştır.

3.2.3.1. Basınç dayanımı

Tahribatlı test yönteminde tek eksenli basınç deneyi yapılmıştır. Bu deney için S.D.Ü. Teknik Eğitim Malzemeleri ve Beton Teknolojisi Laboratuvarında bulunan Şekil 3.8 deki 300 ton kapasiteye sahip tek eksenli basınç presi kullanılmıştır.



Şekil 3.8. 300 ton kapasiteli beton presi

Basınç deneylerinde yükleme hızı 0,35 Mpa olarak sabit tutulmuştur. Numunelerin basınç dayanımları Denklem 3.2 de yerine konularak hesaplanmıştır.

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (3.2)$$

σ : Basınç dayanımı (Mpa)
 P : Kırılma yükü (KN)
 A : Numunenin yük doğrultusundaki kesit alan (cm^2)

3.2.3.2. Eğilme dayanımı

Eğilme deneyi simetrik iki tekil yük etkisinde basit kiriş üzerinde yapılmıştır. Bu deney için S.D.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Malzemeleri ve Beton Teknolojisi Laboratuvarında bulunan Şekil 3.9 da ki 15 ton kapasiteli yükleme hızı ayarlanabilen test cihazı kullanılmıştır.



Şekil 3.9. 15 ton kapasiteli yükleme hızı ayarlanabilen test cihazı

Yükleme simetrik iki noktadan uygulanmıştır. İki noktadan yüklemeli deneylerde maksimum moment belirli bir aralıkta değer almaktadır. Bu aralıkta kesme kuvveti sıfırdır. Salt eğilme hali söz konusudur. Numunelerin eğilme dayanımları Denklem 3.3 de yerine konularak hesaplanmıştır.

$$\delta = \frac{P.L}{b.h^2} \quad (3.3)$$

- δ : Eğilme Dayanımı (Mpa)
P : Kırılma Yüğü (Mpa)
L : Numunenin Genişliğı (cm)
b : Numunenin Eni (cm)
h : Numunenin Boyu (cm)



Şekil 3.10. Normal etriyeli donatı

Eğilme deneyi için kirişin içine konulacak etriye iki farklı şekilde hazırlanmıştır. Kirişlerin bir kısmının içine Şekil 3.10 da gösterilen normal etriyeli donatı ve bir kısmının da içine şekil 3.11 de gösterilen az etriyeli donatı kullanılmıştır.



Şekil 3.11. Az etriyeli donatı

3.2.3.3. Kayma donatısı olmayan kirişlerin davranışı ve beton kesitinin kesme kuvveti taşıma gücü

Betonarme kesitlerin kesme mukavemeti üzerindeki araştırmalar sonucu davranışa en etkili en önemli faktörün “kesme açıklığı/etkili derinlik” (a_v/d) olduğu anlaşılmıştır. Deneyle simetrik iki tekil yük etkisinde basit kiriş üzerinde yapılmıştır. Kirişin yalnızca eğilme donatısı vardır. Tekil yükün mesnete uzaklığı “kesme açıklığı” olarak adlandırılır.

- a) $a_v/d > 6$: Kiriş eğilme momenti taşıma gücüne ulaşır.
- b) $6 > a_v/d > 2,5$: Gerçek eğik çekme kırılması-Başlangıçtaki eğilme çatlağı a-b, eğikleşerek a-b-c durumuna gelir. a_v/d büyük ise (6 ya yakınsa) e noktasına hızla ilerleyerek kirişin ani olarak kırılmasına yol açar. a_v/d küçük ise (2,5 a yakınsa), tekil yükten gelen basınç gerilmeleri çatlağın yukarı gelişmesini önler. Kırılma mesnet üzerinde (h) aderansın kaybolmasıyla olur. Çatlamanın başlamasıyla, kırılma anindeki kesme kuvveti arasında pek az fark vardır.
- c) $2,5 > a_v/d > 1,0$: Yük etrafındaki basınç gerilmeleri çatlağın ilerlemesini önler. Kırılma, yük altındaki betonun ezilmesiyle oluşur. Ancak kiriş uzun süre dengesini koruduğundan kırılma yükü, çatlama yükünün iki katına kadar çıkabilir.
- d) $a_v/d < 1,0$: Derin kiriş kırılması. Yük artık eğilme ile değil, beton basınç çubuğu aracılığı ile mesnete aktarılır. Beton bir gergili kemer, çekme donatısı ise gergi konumuna girer. Bu tür kırılmada donatının da akması bunu gösterir. Kırılma ya betonun ezilmesi ya da donatı aderansının kaybolması ile ortaya çıkar. Kırılma yükü, çatlama çatlama yükünün birkaç katı olabilir. a_v/d oranı tekil yük etkisindeki kesme kırılmasını belirliyor. Bunun yayılı yükü de kapsayacak şekilde genelleştirmek için:

$$\frac{a_v}{d} = \frac{v \cdot a_v}{v \cdot d} = \frac{M}{v \cdot d} \quad (3.4)$$

e) Çatlak ortaya çıktıktan sonra, beton kesitte, kesme kuvvetine karşı koyan öğeleri gösteriyor.

V_{cz} : Henüz çatlamamış basınç bölgesindeki betonun kesme mukavemeti.

V_a : Eğik çatlak yüzeyice meydana gelen sürtünme mukavemetinin düşey bileşeni.

V_d : Eğilme donatısının, kaldırma etkisiyle, karşıladığı kesme kuvvetidir.

V_c : Betonun karşıladığı kesme kuvveti.

$$V_c = V_{cz} + V_a + V_d \quad (3.5)$$

Denklemler, (3.5) teki öğelerin kesme kuvvetine yaklaşık katkıları (3.6) de gösterilmiştir.

$$V_{cz} = (\% 20 \quad 40) \cdot V_c$$

$$V_d = (\% 15 \quad 25) \cdot V_c$$

$$V_a = (\% 35 \quad 50) \cdot V_c \quad (3.6)$$

Kesme kuvveti arttıkça ilk olarak kaldırma kuvveti daha sonra çatlak içi sürtünme mukavemeti kaybolur. Sonuçta bütün kesme kuvveti kendisine aktarılan basınç bölgesindeki beton birdenbire ve gürültüyle ezilir. Beton eğik çatlama mukavemeti ACI-318/83 de,

$$V_c = \left(\frac{\sqrt{f_{ck}}}{6} \right) \cdot b_w \cdot d \quad (3.7)$$

olarak verilmektedir. TS500 de bu değerin 0,85 i alınarak

$$V_c = \frac{0,85}{6} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot b_w \cdot d \quad (3.8)$$

kabul edilmiştir. (f_{ck} Mpa)

$$f_{ctd} = \frac{0,35}{1,5} \cdot \sqrt{f_{ck}} \quad (3.9)$$

olduğuna göre;

$$V_{cr} = \frac{0,85}{5} \cdot \frac{1,5}{0,35} \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d = 0,61 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d \quad (3.10)$$

bulunur. TS500/84 de bu değer yuvarlatılarak

$$V_{cr} = 0,65 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d \quad (3.11)$$

verilmiştir. Kirişin kesme mukavemetine betonun katkısı olarak da;

$$V_c = 0,80 \cdot V_{cr} \quad (3.12)$$

Öngörülmektedir; ancak gerektiği gibi denetim yapılamayacak yapılarda, betonun katkısı yok sayılarak $V_c = 0$ varsayılmalıdır.

3.2.3.4. Kayma donatılı kirişin kesme kuvveti taşıma gücü

Kayma donatısı olarak, kirişlerde pilye ve etriye kullanılır. Geçmiş yıllarda, batı Avrupa'da kesme kuvvetini karşılamakta, pilyelerin etriyelerden daha etkili olduğuna inanılırdı. Türkiye'de de, betonarme yönetmeliği, Alman Betonarme Yönetmeliğinden esinlenerek hazırlandığından, aynı görüş egemendi. ABD de ise etriyelerin daha yararlı olduğu savunuluyordu. Daha sonraki yıllarda gerek ABD de gerekse Avrupa'da yapılan deneysel araştırmalar, bu ikinci görüşü doğruladı.

Kayma donatısının karşıladığı kesme kuvvetinin hesabı denklem (3.13) de gösterilmiştir.

$$V_w = A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot (\sin \alpha + \cos \alpha) \cdot \frac{d}{s} \quad (3.13)$$

V_w = Kayma donatısı karşıladığı kesme kuvveti

f_{ywd} = Kayma donatısı akma hesabı mukavemeti

α = Kayma donatısının çekme donatısı ile (genelde yatayla) yaptığı açı

s = Kayma donatısı aralığı

d = Etkili derinlik

A_{sw} = Bir sıradaki kayma donatısı alanı

Kayma donatısı olarak yalnız düşey etriye kullanıyorsa: ($\alpha = 90^\circ$)

$$A_{sw} = n \cdot A_0 \quad (3.14)$$

n = Etriyenin kol sayısı

A_0 = Etriye çubuğu kesit alanı

(Çoğunlukla $n = 2$, $A_{sw} = 2 \cdot A_0$)

$\alpha = 90^\circ$ (3.12) de yerine yazılırsa:

$$V_w = A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot \frac{d}{s} \quad (3.15)$$

3.2.3.5. Elastisite modülü katsayısı

Bütün malzemeler, üzerine gelen yükün tipinden ve büyüklüğünden etkilenecek belirli ölçüde şekil değiştirme (deformasyon) göstermektedirler; basınç altında kısalmakta; çekme yükleri altında uzamaktadırlar. Malzemelerin bir birim uzunluğunun yük altında gösterdikleri uzama veya kısalma, “birim deformasyon” olarak belirtilmektedir. Birim deformasyon aşağıdaki formül ile ifade edilmektedir:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (3.16)$$

ε : Birim deformasyon (cm/cm)
 ΔL : Toplam deformasyon (cm)
 L : Birim deformasyon (cm)

Elastisite modülü deneyi S.D.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Malzemeleri ve Beton Teknolojisi Laboratuvarında yapılmıştır. Deneyde, yarı çapı 15cm ve boyu 30cm silindir numune kullanılmakta ve basınç dayanımı deneyinde olduğu gibi, deney presinde yüklemeye tabi tutulmaktadır. Yükleme işlemine başlamadan önce, numunenin üzerine şekil 3.12 deki mekanik veya elektriksel yöntemle deformasyon ölçücü cihazlar yerleştirilmektedir. Yükleme hızı 2,5 kgf/cm²/saniye olarak uygulanmıştır. Her 1000 kg 'lık kuvvette ölçüm yapılmıştır. Her yüklemekten sonra iki boy uzunluğu ve bir en genişlemesi ölçülmüştür. TS 500/84 e göre j günlük betonun elastisite şu şekilde hesaplanabilir;

$$\begin{aligned} E_{cj} &= 3250 \cdot \sqrt{f_{ckj}} \cdot 14000 && \text{N/mm}^2 \\ (E_{cj} &= 10270 \cdot \sqrt{f_{ckj}} \cdot 140000 && \text{kg/cm}^2) \end{aligned} \quad (3.17)$$



Şekil 3.12. Elastisite modülü ölçen test cihazı

3.2.3.6. Durabilite deneyi

Sertleşmiş betonun içerisine dışarıdan sızan sularla birlikte giren sülfatlar, betonun genişip çatlamasına yol açan kimyasal olayların gelişmesine neden olmaktadır. Sülfatların betonda yarattığı yıpratıcı etki, “sülfat hücumu” olarak adlandırılmaktadır. Sülfat hücumuna maruz kalan betonların yüzeyi, karakteristik olarak, beyazımsı bir renk almaktadır. Sülfatların yıpratıcı etkisi, genel olarak, beton blokların kenarından ve köşelerinden başlamaktadır. Daha sonra, bu etki, betonun iç kısımlarına doğru yoğunlaşarak, beton yüzeyinin tabaka tabaka büyük parçalar halinde parçalanmasına neden olmaktadır.

Yapılan bu deneyde S.D.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Malzemeleri ve Beton Teknolojisi Laboratuvarında hazırlanan sülfat çözeltisine, 100 cm x 100 cm x 100 cm boyutlarında NAB ve BAB numuneler konularak 28 gün bekletilmiştir. 28 gün sonunda çözeltiden çıkartılan numuneler basınç deneyine tabi tutulmuştur. Elde edilen değerler karşılaştırılarak NAB ile BAB lar karşılaştırılmıştır.

3.2.3.7. Na₂SO₄ çözeltisinin özellikleri

Deneylerde kullanılan Na₂SO₄ çözeltisinin kütlece kimyasal bileşimleri Çizelge 3.2 de verilmektedir. Çözeltilerdeki sülfat iyonları 33.800 mg/l olup pH değerleri ise 6-8 arasındadır. ASTM C 1012'ye uygun olarak çözeltilerde 1 m/cm³ sülfat kullanılmıştır. Çözelti havuzu, buharlaşmanın önlenmesi için, cam levha ile kapatılmış, kristalleşmenin meydana gelmemesi için de belirli aralıklarla karıştırılmıştır.

Çizelge 3.2. Na₂SO₄ çözeltisinin kimyasal birleşimleri (Kütlece %)

	Na ₂ SO ₄ 7 H ₂ O
NaOH	-
H ₂ SO ₄	-
Cl	< 0.002
Pb	< 0.001
As	< 0.0002
Ca	< 0.005
Fe	< 0.001
Se	-

3.2.3.8. Sülfat etkisi altındaki betonun mekanik özelliklerindeki değişimler

Üretimden 150 gün, su ve sülfat çözeltilerinde 30 gün bekletildikten sonra numuneler yıkandıktan ve kurutulduktan sonra basınç dayanım değerleri deney ile elde edilmiştir. Ortalama basınç dayanım deney değerleri Çizelge 3.3 de verilmiştir.

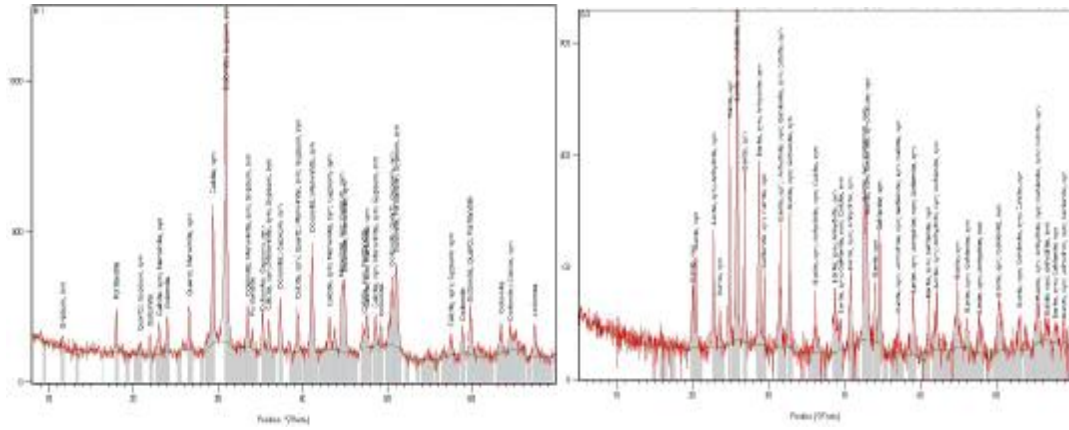
Çizelge 3.3. Sülfat etkisindeki betonlara ait basınç dayanım değerleri

Beton Tipi	28 günlük basınç dayanımı (MPa)	150 günlük		
		Su İçinde (MPa)	Na ₂ SO ₄ Etkisinde (MPa)	Değişim %
NAB	46,2	60,3	50,8	15,75
BAB	53,1	66,1	53,2	19,51

Çizelge 3.3 de 150 günlük betonların su içinde, sodyum sülfat çözeltisinde saklanan numunelerin basınç dayanım değerleri verilmiştir. Çalışmamızda daha önceden 28 günlük basınç dayanımları belli serilerdeki betonların 150 günlük dayanım değer karşılaştırması yapabilmek için bir grup seri su içinde 150 gün bekletilmiş diğer betonların sülfat etkisi ortaya koyabilmek için bir ay sülfat çözeltisinde bekletilmiştir. NAB serisi betonda %15,75 lik değişim ve BAB serisi betonda ise %19,51 lik değişim olmuştur.

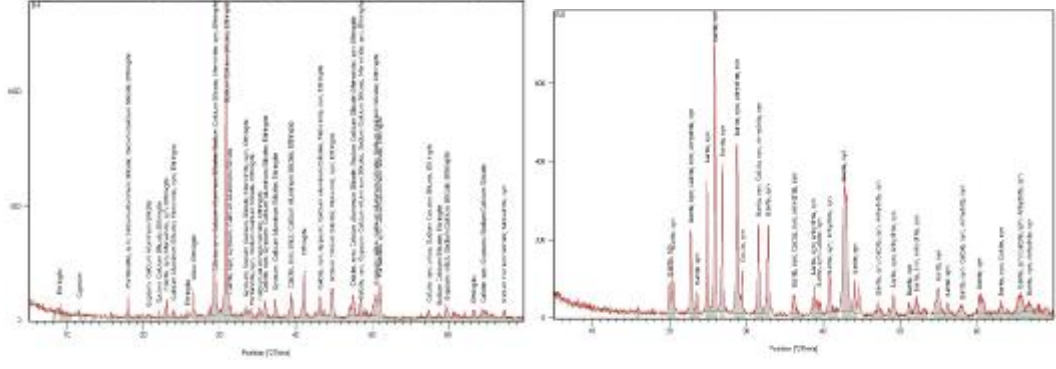
3.2.3.9. Sülfat etkisi altında betonların mineralojik analizi

Üretilen 150 mm. lik küp beton numuneler 5 cm. lik küp şeklinde kesilen beton numunelerinden sodyum sülfat çözeltisinde ve su içinde 30 gün süre ile saklanan numuneler yıkandıktan, kurutulduktan ve toz haline getirildikten sonra SDÜ Jeotermal Yeraltı Su Kaynakları Araştırma Laboratuvarında Mineralojik analizleri yaptırılmıştır. Numunelerin mineralojik analizleri XRD toz difraksiyon yöntemiyle yapılmıştır. Elde edilen grafikler Şekil 3.13 de gösterilmiştir.



a

b



c

d

Şekil 3.13. Numunelerin XRD analizleri

Şekil a 150 gün su içinde kür edilen NAB serisi betonun XRD analizi

Şekil b 150 gün su içinde kür edilen BAB serisi betonun XRD analizi

Şekil c 30 gün Na_2SO_4 çözeltisinde saklanan NAB serisi betonun XRD analizi

Şekil d 30 gün Na_2SO_4 çözeltisinde saklanan BAB serisi betonun XRD analizi

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Basınç Dayanımı Sonuçları

Tahribatlı test yönteminde tek eksenli basınç deneyi yapılmıştır. Bu deney için S.D.Ü. Teknik Eğitim Malzemeleri ve Beton Teknolojisi Laboratuvarında bulunan 300 ton kapasiteye sahip tek eksenli basınç presi kullanılmıştır. Barit agregası kullanılarak üretilen beton numuneler BAB kısaltmaları ile normal agregası kullanılarak üretilen beton numuneler ise NAB kısaltmaları ile isimlendirilip, numaralandırılmıştır.

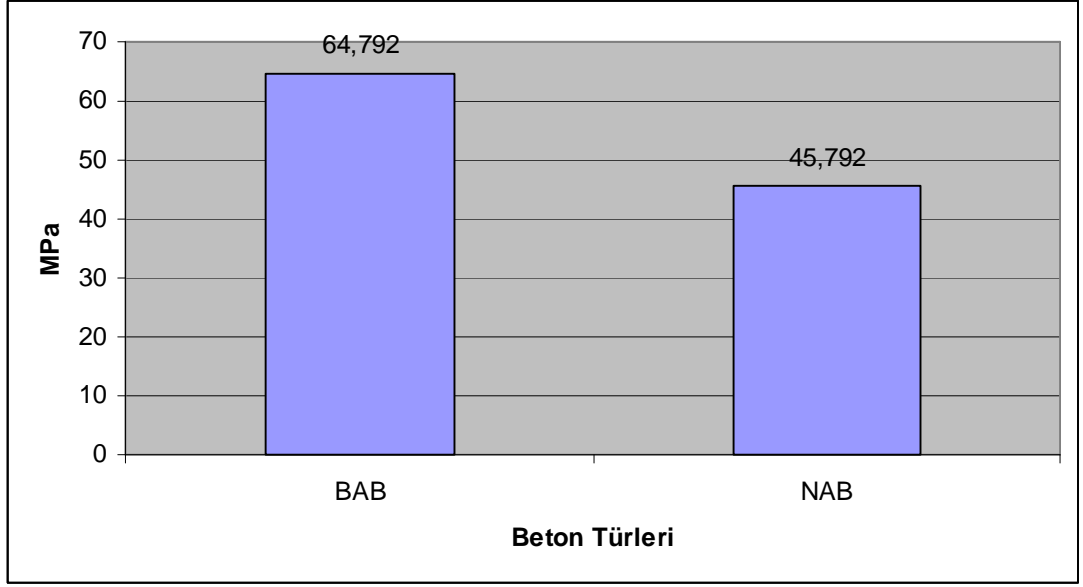
Üretilen küp numunelerin basınç dayanımları Çizelge 4.1, küp numunelerin basınç dayanımlarının ortalaması Çizelge 4.2 de ve Şekil 4.1 verilmiştir.

Çizelge 4.1. Küp numunelerin basınç dayanımları

Küp Numuneler Basınç Dayanımları		
	Ağırlık (kg)	Basınç Dayanımları (MPa)
BAB1	11,871	64,429
BAB2	12,122	64,845
BAB3	12,347	65,102
NAB1	8,005	45,672
NAB2	7,95	46,139
NAB3	7,81	45,564

Çizelge 4.2. Küp numunelerin basınç dayanımlarının ortalaması

Küp Numunelerin Basınç Dayanımlarının Ortalaması	
	MPa
BAB	64,792
NAB	45,792



Şekil 4.1. Küp numunelerin basınç dayanımlarının ortalaması

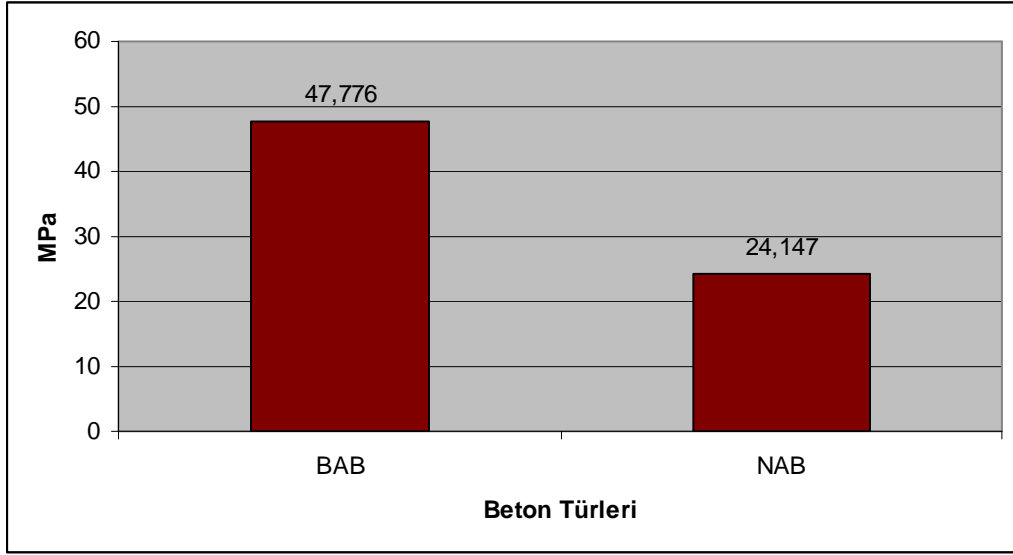
Silindir numuneler üzerinde uygulanan basınç deneylerinin sonuçları Çizelge 4.3, silindir numunelerin basınç dayanımlarının ortalaması Çizelge 4.4 ve Şekil 4.2 de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Silindir numunelerin basınç dayanımları

Silindir Numunelerin Basınç Dayanımları		
	Ağırlık (kg)	Basınç Dayanımları (MPa)
BAB4	18,435	49,595
BAB5	18,441	45,957
NAB4	12,455	26,473
NAB5	12,415	21,822

Çizelge 4.4. Silindir numunelerin basınç dayanımlarının ortalaması

Silindir Numunelerin Basınç Dayanımlarının Ortalaması	
	Mpa
BAB	47,776
NAB	24,147



Şekil 4.2. Silindir numunelerin basınç dayanımlarının ortalaması

4.2. Eğilme dayanımı sonuçları

Eğilme deneyi simetrik iki tekil yük etkisinde basit kiriş üzerinde yapılmıştır. Bu deney için S.D.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Malzemeleri ve Beton Teknolojisi Laboratuvarında bulunan 15 ton kapasiteli yükleme hızı ayarlanabilen test cihazı kullanılmıştır. Yükleme simetrik iki noktadan uygulanmıştır. İki noktadan yüklemeli deneylerde maksim moment belirli bir aralıkta değer almaktadır. Bu aralıkta kesme kuvveti sıfırdır. Salt eğilme hali söz konusudur.

Eğilme deneyi için kirişin içine konulacak etriye iki farklı şekilde hazırlanmıştır. Kirişlerin bir kısmının içine beş etriye ve bir kısmının da içine üç etriye kullanılmıştır. Bir kısım numunelerde donatısız olarak üretilip eğilme deneyine tabi tutulmuştur.

Beş etriye kullanılarak üretilen kirişlere ait eğilme dayanımı sonuçları Çizelge 4.5 de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Normal donatılı (beş etriyeli) prizmaların eğilme dayanımları

Normal Donatılı Prizmalar Eğilme Dayanımları		
	Kırılma Yüğü (Mpa)	Eğilme Dayanımı (Mpa)
BAB6	3590	17,95
BAB7	3496	17,48
BAB8	3317	16,58
NAB6	3039	15,19
NAB7	3227	16,13
NAB8	3358	16,79

Donatı kullanılmadan üretilen kiriş numuneler ait eğilme dayanımı sonuçları Çizelge 4.6 da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Donatısız prizmaların eğilme dayanımları

Donatısız Prizmalar Eğilme Dayanımları		
	Kırılma Yüğü (Mpa)	Eğilme Dayanımı (Mpa)
BAB9	761	3,85
BAB10	810	4,05
BAB11	859	4,29
NAB9	624	3,12
NAB10	745	3,72
NAB11	579	2,89

Aç etriye kullanılarak üretilen kiriş numuneleri eğilme dayanımı sonuçları Çizelge 4.7 de verilmiştir.

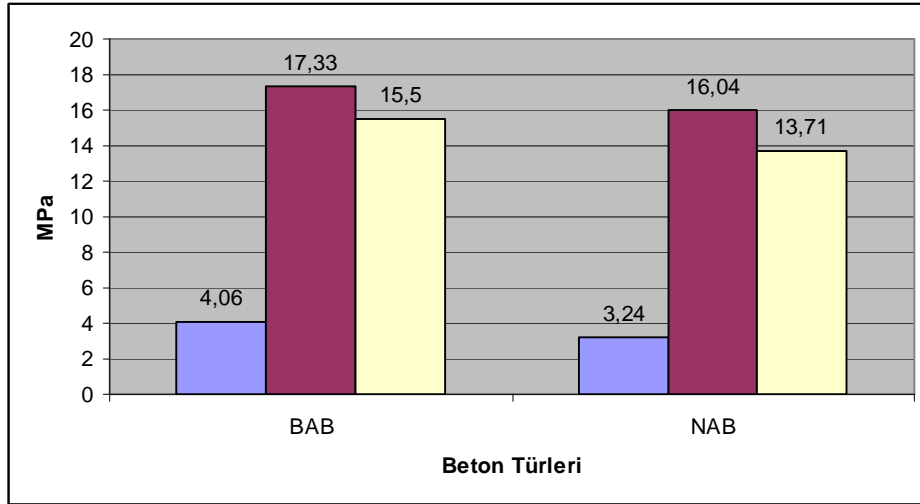
Çizelge 4.7. Az donatılı (3 etriyeli) prizmaların eğilme dayanımları

Az Donatılı Prizmaların Eğilme Dayanımları		
	Kırılma Yüğü (Mpa)	Eğilme Dayanımı (Mpa)
BAB12	2875	14,37
BAB13	3253	16,26
BAB14	3173	15,86
NAB12	2538	12,69
NAB13	3054	15,27
NAB14	2635	13,17

Eğilme dayanımlarının ortalamaları Çizelge 4.8 ve Şekil 4.3 te verilmiştir.

Çizelge 4.8. Eğilme dayanımlarının ortalaması

Eğilme Dayanımların Ortalaması			
	Donatısız	Normal Donatılı	Az Donatılı
BAB	4,06	17,33	15,50
NAB	3,24	16,04	13,71



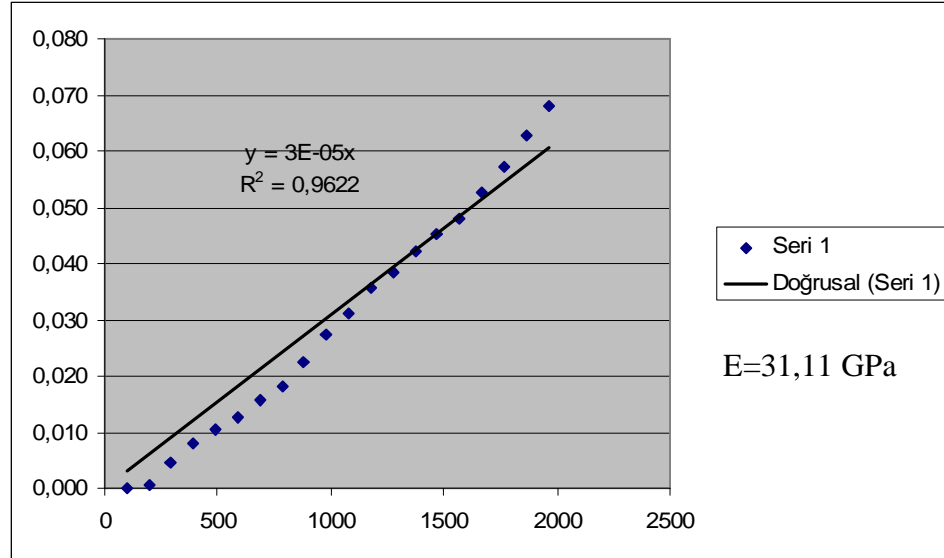
Şekil 4.3. Eğilme dayanımlarının ortalaması

4.3. Elastisite modülü deney sonuçları

Elastisite modülü deneyi S.D.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Malzemeleri ve Beton Teknolojisi Laboratuvarında yapılmıştır. Deneyde, silindir standart numune kullanılmakta ve basınç dayanımı deneyinde olduğu gibi, deney presinde yüklemeye tabi tutulmaktadır. Yükleme işlemine başlamadan önce, numunenin üzerine mekanik veya elektriksel yöntemle deformasyon ölçücü cihazlar yerleştirilmektedir. Yükleme hızı $2,5 \text{ kgf/cm}^2/\text{saniye}$ olarak uygulanmıştır. Her 1000 kg 'lık kuvvette ölçüm yapılmıştır. Her yüklemeden sonra iki boy uzunluğu ve bir en genişlemesi ölçülmüştür. NAB beton numunelerin elastisite değerleri Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10 de verilmiştir. Elde edilen değerlerle bu numunelere ait elastisite grafikleri ve elastisite modülü değerleri Şekil 4.4 ve Şekil 4.5 de verilmiştir.

Çizelge 4.9. NAB4 kodlu betonun elastisite değerleri

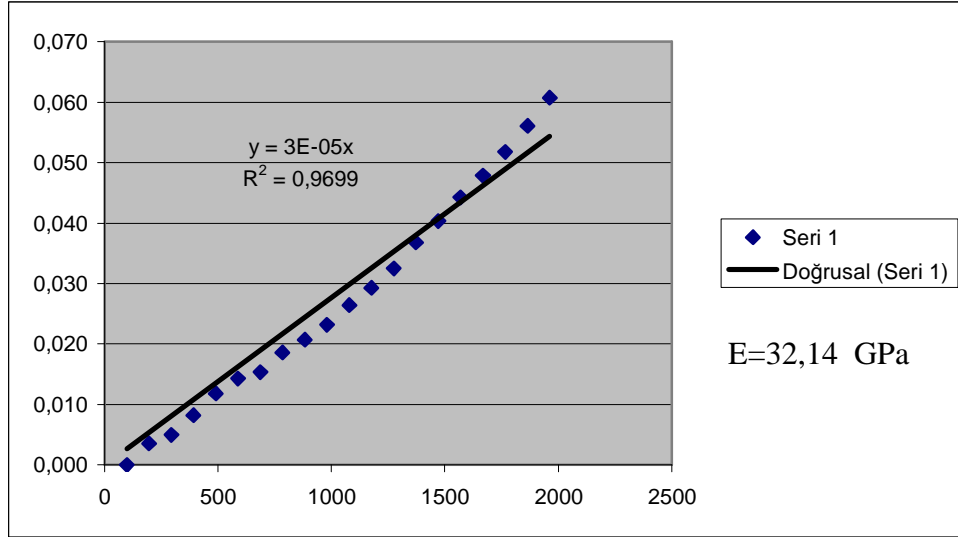
Normal Beton Ağırlık:12,455 kg Basınç Dayanımı:26,473 MPa Hız:25					
	Boy1	Boy2	En	B ort	$\Delta L / L$
1000	0	0	0	0	0,000
2000	0,01	0,01	0	0,01	0,001
3000	0,05	0,08	0,01	0,065	0,005
4000	0,1	0,12	0,03	0,11	0,008
5000	0,12	0,17	0,06	0,145	0,010
6000	0,15	0,2	0,09	0,175	0,013
7000	0,19	0,25	0,1	0,22	0,016
8000	0,21	0,3	0,1	0,255	0,018
9000	0,26	0,37	0,12	0,315	0,023
10000	0,31	0,46	0,14	0,385	0,028
11000	0,35	0,52	0,17	0,435	0,031
12000	0,38	0,62	0,21	0,5	0,036
13000	0,41	0,67	0,26	0,54	0,039
14000	0,45	0,73	0,29	0,59	0,042
15000	0,48	0,79	0,32	0,635	0,045
16000	0,5	0,84	0,38	0,67	0,048
17000	0,56	0,91	0,42	0,735	0,053
18000	0,6	1	0,48	0,8	0,057
19000	0,68	1,08	0,53	0,88	0,063
20000	0,75	1,15	0,61	0,95	0,068



Şekil 4.4. NAB4 kodlu betonun elastisite modülü değeri

Çizelge 4.10. NAB5 kodlu betonun elastisite değerleri

Normal Beton Ağırlık:12,415 kg Basınç Dayanımı:21,822 MPa Hız:25					
	Boy1	Boy2	En	B ort	$\Delta L / L$
1000	0	0	0	0	0,000
2000	0,02	0,08	0	0,05	0,004
3000	0,04	0,1	0,03	0,07	0,005
4000	0,11	0,12	0,06	0,115	0,008
5000	0,15	0,18	0,09	0,165	0,012
6000	0,19	0,21	0,1	0,2	0,014
7000	0,2	0,23	0,13	0,215	0,015
8000	0,24	0,28	0,15	0,26	0,019
9000	0,27	0,31	0,18	0,29	0,021
10000	0,3	0,35	0,22	0,325	0,023
11000	0,35	0,39	0,24	0,37	0,026
12000	0,38	0,44	0,29	0,41	0,029
13000	0,41	0,5	0,32	0,455	0,033
14000	0,45	0,58	0,36	0,515	0,037
15000	0,49	0,64	0,41	0,565	0,040
16000	0,53	0,71	0,44	0,62	0,044
17000	0,54	0,8	0,49	0,67	0,048
18000	0,58	0,87	0,53	0,725	0,052
19000	0,62	0,95	0,57	0,785	0,056
20000	0,66	1,04	0,62	0,85	0,061

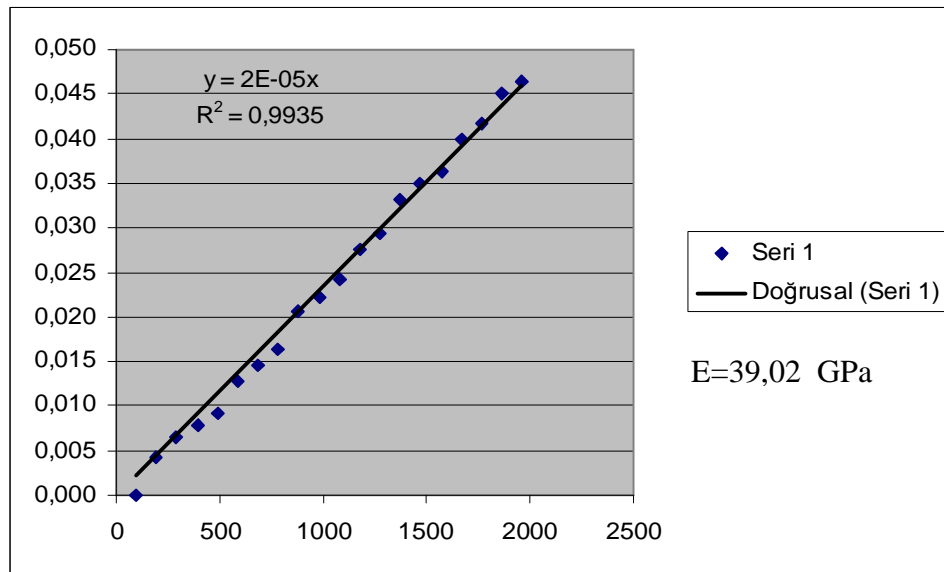


Şekil 4.5. NAB5 kodlu betonun elastisite modülü değeri

BAB beton numunelerin elastisite değerleri izelge 4.11 ve izelge 4.12 da verilmiştir. Elde edilen değerlerle bu numunelere ait elastisite grafikleri ve elastisite modülü değerleri Şekil 4.6 ve Şekil 4.7 de verilmiştir.

Çizelge 4.11. BAB4 kodlu betonun elastisite değerleri

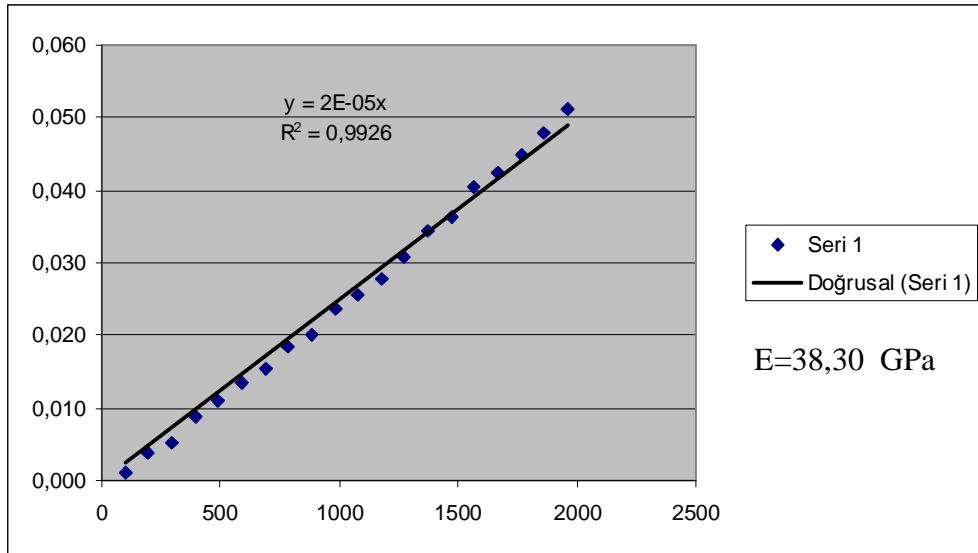
Baritli Beton Ağırlık:18,435 kg Basınç Dayanımı:49,595 MPa Hız:25					
	Boy1	Boy2	En	B ort	$\Delta L / L$
1000	0	0	0	0	0,000
2000	0,08	0,04	0,05	0,06	0,004
3000	0,1	0,08	0,07	0,09	0,006
4000	0,12	0,1	0,1	0,11	0,008
5000	0,15	0,11	0,1	0,13	0,009
6000	0,2	0,16	0,11	0,18	0,013
7000	0,22	0,19	0,12	0,205	0,015
8000	0,25	0,21	0,14	0,23	0,016
9000	0,3	0,28	0,18	0,29	0,021
10000	0,32	0,3	0,19	0,31	0,022
11000	0,35	0,33	0,2	0,34	0,024
12000	0,39	0,38	0,22	0,385	0,028
13000	0,41	0,41	0,24	0,41	0,029
14000	0,45	0,48	0,28	0,465	0,033
15000	0,48	0,5	0,3	0,49	0,035
16000	0,5	0,52	0,31	0,51	0,036
17000	0,52	0,6	0,33	0,56	0,041
18000	0,55	0,62	0,36	0,585	0,043
19000	0,58	0,68	0,39	0,63	0,045
20000	0,6	0,7	0,4	0,65	0,046



Şekil 4.6. BAB4 kodlu betonun elastisite modülü değeri

Çizelge 4.12. BAB5 kodlu betonun elastisite değerleri

Baritli Beton Ağırlık:18,441 kg Basınç Dayanımı:45,957 Mpa Hız:25					
	Boy1	Boy2	En	B ort	$\Delta L / L$
1000	0	0,03	0,01	0,015	0,001
2000	0,01	0,1	0,02	0,055	0,004
3000	0,03	0,12	0,06	0,075	0,005
4000	0,06	0,19	0,08	0,125	0,009
5000	0,09	0,22	0,09	0,155	0,011
6000	0,1	0,28	0,1	0,19	0,014
7000	0,12	0,31	0,12	0,215	0,015
8000	0,13	0,39	0,14	0,26	0,019
9000	0,15	0,41	0,18	0,28	0,020
10000	0,18	0,48	0,19	0,33	0,024
11000	0,2	0,52	0,2	0,36	0,026
12000	0,21	0,57	0,22	0,39	0,028
13000	0,25	0,61	0,24	0,43	0,031
14000	0,29	0,67	0,28	0,48	0,034
15000	0,31	0,71	0,3	0,51	0,036
16000	0,35	0,78	0,31	0,565	0,040
17000	0,39	0,8	0,34	0,595	0,043
18000	0,41	0,85	0,38	0,63	0,045
19000	0,44	0,9	0,4	0,67	0,048
20000	0,48	0,95	0,42	0,715	0,051

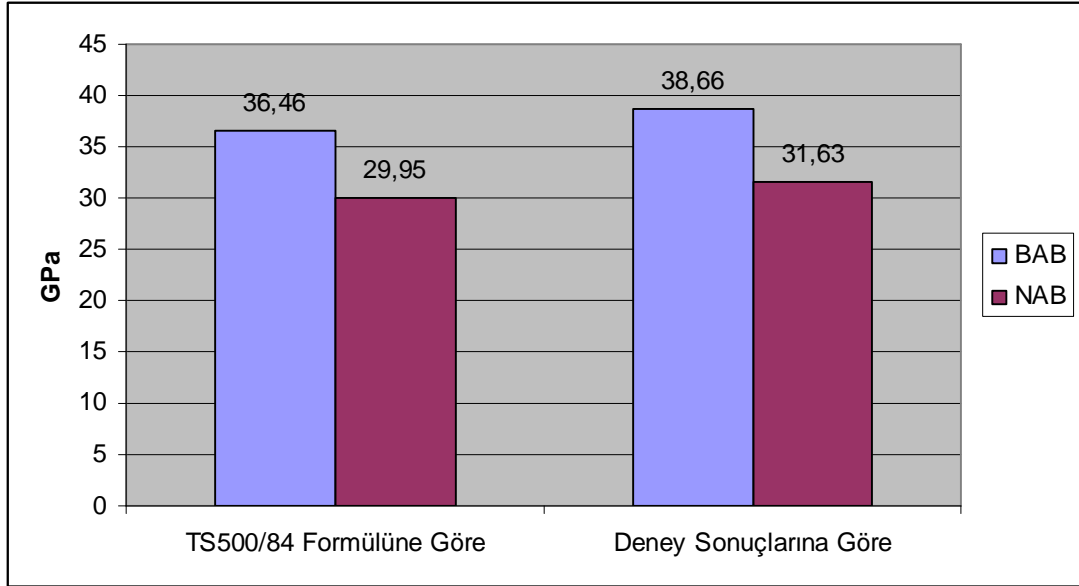


Şekil 4.7. BAB5 kodlu betonun elastisite modülü değeri

Silindir numunelerin elastisite modülü ortalamaları Çizelge 4.13 ve Şekil 4.8 de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Elastisite modülü ortalamaları

Elastisite Modülü Ortalamaları		
	TS500/84 Formülüne Göre (GPa)	Deney Sonuçlarına Göre (GPa)
BAB	36,46	38,66
NAB	29,95	31,63



Şekil 4.8. Elastisite modülü ortalamaları

4.4. Sülfata dayanıklılık deney sonuçları

Durabilite deneylerinde S.D.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Malzemeleri ve Beton Teknolojisi Laboratuvarında hazırlanan sülfat çözeltisine, 100 cm. x 100 cm. x 100 cm. boyutlarında NAB ve BAB numuneler konularak 28 gün bekletilmiştir. 28 gün sonunda çözeltiden çıkartılan numuneler basınç deneyine tabi tutulmuştur. Elde edilen değerler karşılaştırılarak NAB ile BAB lar karşılaştırılmıştır. Sülfata tabi tutulan küp numunelerinin basınç dayanımı sonuçları Çizelge 4.14 de verilmiştir.

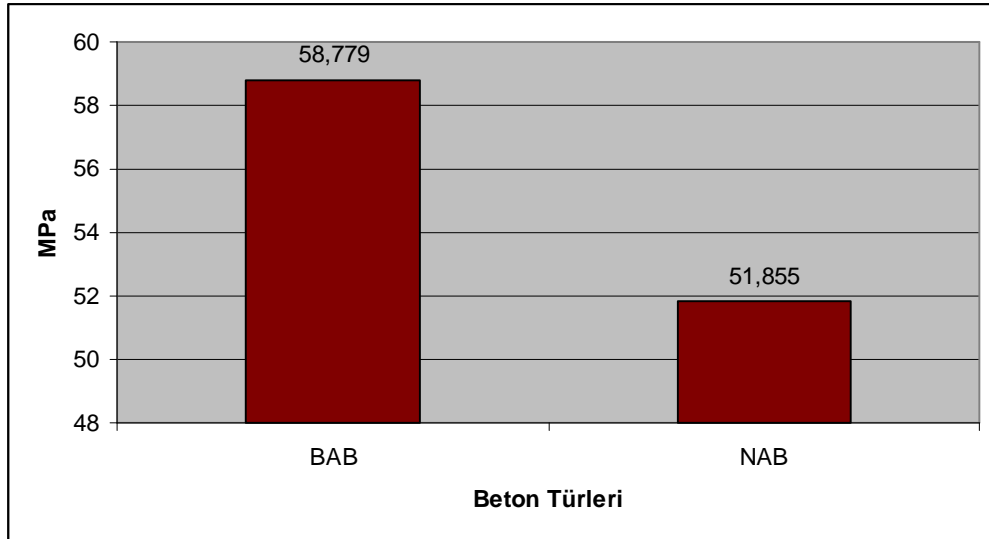
Çizelge 4.14. Sülfata konulmuş küp numunelerin basınç dayanımları

Sülfata Konulmuş Küp Numuneler		
	Ağırlık	Basınç Dayanımları (Mpa)
BAB15	12,502	56,687
BAB16	11,831	60,87
NAB15	8,495	51,361
NAB16	8,554	52,348

Sülfat çözeltisinde bekletilen küp numunelerin basınç dayanımlarının ortalamaları Çizelge 4.15 ve Şekil 4.9 da verilmiştir.

Çizelge 4.15. Sülfata konulmuş numunelerin basınç dayanımlarının ortalaması

Sülfata Konulmuş Küp Numunelerin Basınç Ortalamaları	
	Mpa
BAB	58,779
NAB	51,855



Şekil 4.9 Sülfata konulmuş numunelerin basınç dayanımlarının ortalaması

Yapılan tüm deneyler sonucunda elde edilen dayanım sonuçları Çizelge 4.16 da karşılaştırılmalı olarak verilmiştir. Bu sonuçlara göre;

Çizelge 4.16. Tüm deney sonuçlarının karşılaştırılması

	BAB (Mpa)	NAB (Mpa)
Küp Numunelerin Basınç Dayanımları	64,792	45,791
Silindir numunelerin Basınç Dayanımları	47,776	24,147
Donatısız Kirişlerin Eğilme Dayanımları	810	649
Üç Etriyeli Kirişlerin Eğilme Dayanımları	3100	2742
Beş Etriyeli Kirişlerin Eğilme Dayanımları	3467	3208
Sülfata Tabi Tutulan Küp Numunelerin Basınç Dayanımları	58,778	51,854
Silindir Numunelerin Elastisite Modülü Değerleri	36460	29950

Küp numunelerde; barit agregası kullanılarak üretilen numunelerin basınç dayanımları, normal agrega kullanılarak üretilen numunelerin basınç dayanımlarından daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Aynı şekilde silindir numunelerde de, baritli numunelerin basınç dayanımı normal agrega kullanılan numunelerin basınç dayanımlarından daha yüksek olduğu görülmüştür.

Kiriş numunelerin eğilme dayanımı sonuçları karşılaştırıldığında, barit agregası kullanılarak üretilen kirişlerin eğilme dayanımı, normal agrega kullanılarak üretilen beton kirişlerin eğilme dayanımından daha yüksek çıktığı görülmüştür. Donatılı üretilen kirişlerin eğilme dayanımı, donatısız üretilen kirişlerin eğilme dayanımından daha yüksek çıkmıştır. Donatılı kirişlerde, beş etriyeli kirişlerin eğilme dayanımı, üç etriyeli kirişlerin eğilme dayanımından daha yüksek olduğu görülmüştür.

Sülfata tabi tutulan küp numunelerin basınç dayanımı, sülfata konulmayan numunelerin basınç dayanımlarından daha düşük çıkmıştır. Sülfata tabi tutulan

numunelerde de barit agregalı numunelerin basınç dayanımı, normal agregalı numunelerin basınç dayanımından daha yüksek çıkmıştır.

Elastisite modülü değerlerine bakıldığında, barit agregalı numunelerin elastisite katsayısı, normal agregalı numunelerin elastisite katsayısından daha yüksek çıktığı görülmektedir.

5. SONUÇ

Bu tez çalışmasında Isparta ilinin Şarkikaraağaç ilçesinden temin edilen barit agregası ile üretilen betonların mekanik özellikleri araştırılmıştır. Barit agregası kullanılarak üretilen betonlar ile normal agrega kullanılarak üretilen betonların mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır.

Bu amaçla yapılan deneylerin sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Barit agregası kullanılarak üretilen küp beton numunelerin 28 günlük basınç dayanımları, normal agrega kullanılarak üretilen küp beton numunelerin 28 günlük basınç dayanımlarından daha yüksek çıkmıştır. Barit agregası kullanılarak üretilen beton numunelerin basınç dayanımları Kılınçarslan (2004) tarafından daha önceden yapılan çalışmalarla paralellik göstermiştir.

Silindir beton numunelerin basınç değerleri karşılaştırıldığında; barit agregalı numunelerin basınç dayanımları, normal agregalı numunelerin basınç dayanımlarından daha yüksek olduğu görülmüştür. Baritli numunelerin basınç dayanımları kendi aralarında karşılaştırıldığında birbirine yakın değerler elde edilmiştir. Aynı şekilde normal agregalı numunelerde kendi aralarında karşılaştırıldığında yine yakın değerler elde edilmiştir.

Eğilme dayanımı deneylerinin sonuçlarına bakıldığında; barit agregalı numunelerle normal agregalı numunelerin eğilme dayanımları birbirine yakın çıkmıştır. Hem baritli numunelerde hem de normal agregalı numunelerde donatılı olarak üretilen kirişlerin eğilme dayanımları, donatısız olarak üretilen kirişlerin eğilme dayanımlarından daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca, baritli ve normal agregalı numunelerin her ikisinde de beş etriye kullanılarak üretilen kirişlerin eğilme dayanımları, üç etriye kullanılarak üretilen kirişlerin eğilme dayanımlarından daha yüksek çıkmıştır.

Silindir numuneler üzerinde yapılan elastisite modülü deneylerinin sonuçlarına bakıldığında; barit agregalı silindir numunelerinin elastisite modülü, normal agregalı silindir numunelerin elastisite modülünden daha yüksek olduğu görülüyor. Silindir numunelerin elastisite modülü değerleri TS 500/84 de yer alan denklem (3,6) da ki formülle hesaplanmıştır.

Durabilite deneyi sonuçlarına göre; sodyum sülfat çözeltisinde bekletilen barit agregalı ve normal agregalı beton numunelerde, barit agregalı numunelerin basınç dayanımı, normal agregalı numunelerin basınç dayanımlarından daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

6. KAYNAKLAR

- Akgün, Y, Durmuş, A, Durmuş, A, Barit Agregasıyla Üretilen Ağır Bir Betonun Özellikleri., Proje Kod No: 96.112.001.5.
- Akman, M.S., 1987. Yapı Malzemeleri, 1. Baskı, İTÜ Matbaası, İstanbul.
- Ayan, M, Dünyada Barit ve Geleceği, 1979. AÜFF Jeoloji Mühendisliği Bölümü – Ankara, Jeoloji Mühendis ÜÖİ/Ocak.
- Baradan, B., 1996, Yapı Malzemesi II, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, No:207, 4. Baskı, s. 42–195, İzmir.
- Baradan, B., 1997. Yapı Malzemesi-II. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, s.174–176, İzmir.
- Caymaz M., 2009. Baritin Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliği Ve Kalker İle Dere Malzemesi Agregalarıyla Karşılaştırılması. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, Konya
- Durmuş, A., Gürsoy, Y. Ve Ayvaz, Y., 1996. İnşaat Mühendisliğinde Ağır Betonlar, İMO Mühendislik Bülteni, Sayı: 49, 25-28.
- Erdoğan T.Y., 2003. Beton, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü. 1. Baskı, Mayıs.
- Kılınçarslan, Ş., 2004. Barit Agregalı Ağır Betonların Radyasyon Zırhlamasındaki Özellikleri ve Optimal Karışımlarının Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, D. Tezi, 125s, Isparta.
- Kılınçarslan Ş., Başyigit C., Akkurt İ., 2007. Barit Agregalı Ağır Betonların Radyasyon Zırhlama Amacıyla Kullanımının Araştırılması. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 22, No 2 , 393-399. Ankara

- Kılınçarslan Ş., Başıyigit C., Uzun İ., 2010. Ağır Betonların Sülfat Etkisinde Mekanik Özellikleri. SDU International Technologic Sciences. Pp. 60-71
- Kıran D., 2004. Şarkikaraağaç-Isparta Çevresindeki Barit Cevherleşmelerinin İncelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, Isparta.
- Osma, Y., 2002. Barit İle Elde Edilen Ağır Betonun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, 71s, Isparta.
- Önen, S., 1993. Radyasyon Biyofiziği İ.Ü. Tıp Fakültesi Basımevi, 112 s., İstanbul.
- Özkul, M, H, Mutlu, M, Sağlam A, R, (2001) Beton Ankranjları, SİKA Teknik Bülten Sayı : 2001/4
- Shapiro, J., 1972. Radiation Protection, Harward University Press. Cambridge.
- Şimşek, O., 2000 Yapı Malzemesi-II, Beta Yayınevi, İstanbul.
- Topçu, İ.B., 2006. Beton Teknolojisi. Uğur Ofset, 570 s., Eskişehir.
- Türkiye Madencilğinde Gelişen Bir Dal Barit. Barit Araştırma Grubu, Cilt:XV Sayı1
- Türk Standartları, (1985) Beton karışım hesapları (TS802) Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Ün, H., 2007. Taze ve Sertleşmiş Beton Deneyle, Pamukkale Üniversitesi, Bahar
- Yazıcıoğlu, S., Bozkurt, N., 2006. Pomza Ve Mineral Katkılı Taşıyıcı Hafif Betonun Mekanik Özelliklerinin Araştırılması. Gazi Üniversitesi, Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 21, No 4, 675-680.

Yılmaz B., 2009. Muş Yöresinden Temin Edilen Baritin Kullanımı İle Elde Edilen Ağır Betonun Fiziksel Ve Mekaniksel Özelliklerinin Araştırılması. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, Elazığ.

U.S. Geological Survey Mineral Ocak 2001.

<http://www.mta.gov.tr/madenler/turmaden/barit.htm>. Erişim Tarihi: 13.04.2010.

ÖZGEÇMİŞ



Adı Soyadı : Seyyid SANCAR

Doğum Yeri : Kulp

Doğum Yılı : 1982

Medeni Hali : Bekar

Eğitim ve Akedemik Durum:

Lise : 1996-2000 Diyarbakır Burhanettin Yıldız Anadolu Teknik Lisesi

Lisans : 2001-2005 Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi
Yapı Eğitimi Bölümü

Y. Lisans : 2008-..... Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yapı Eğitimi ABD

Yabancı Dil : İngilizce

İş Deneyimi:

2004-2006 : Isparta Açık Dershaneleri Matematik Öğretmenliği

2006-2007 : Isparta Artıbir Dershaneleri Matematik Öğretmenliği

2007-2008 : Isparta Kampüs Dershaneleri Matematik Öğretmenliği

2008-2010 : Isparta Final Dershaneleri Matematik Öğretmenliği