

10405

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ALTINAPA BİMS AGREGASINDAN TS 3234'E
UYGUN HAFİF BETON BRİKET İMALİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Anabilim Dalı : İNŞAAT
Programı : YAPI

M. LEVENT AĞIRDİR
İnşaat Mühendisi

Tez Danışmanı : Prof. Mustafa KARADUMAN

KONYA - 1989

Çalışmalarım sırasında değerli fikir ve yardımlarını esirgemiyen danışman hocam Sayın Prof.Mustafa KARADUMAN'a, maddi katkılarından dolayı Milli Prodüktivite Merkezine, Çimento Fabrikası Yetkililerine, laboratuvar çalışmalarında gösterdiği ilgi ve yardımlarından dolayı Makina Yük. Müh.Refet YAPICI'ya ve Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Yapı Malzemesi Laboratuvarı sorumlusu Sayın Naci ALATLI'ya teşekkür ederim.

İ Ç İ N D E K İ L E R

	<u>Sayfa No</u>
ABSTRACT	I
ÖZET	II
TABLoların LİSTESİ	III
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	IV
KULLANILAN SEMBOLLER	VI
1. GİRİŞ	1
2. BETON	2
2.1. BETONUN TARİFİ	2
2.2. BETONUN BİLEŞENLERİ	4
3. HAFİF BETONLAR	4
3.1. HAFİF BETONUN TARİFİ	4
3.2. HAFİF BETON BİLEŞENLERİ	6
4. BİMS AGREGASININ ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ	6
4.1. AGREGADA BİRİM AĞIRLIK TAYİNİ	6
4.1.1. SIKIŞIK BİRİM AĞIRLIK TAYİNİ	6
4.1.1.1. Kullanılan Aletler	6
4.1.1.2. Araştırma Metodu	6
4.1.1.3. Hesaplama	7
4.1.1.4. Değerlendirme	8
4.1.2. GEVŞEK BİRİM AĞIRLIK TAYİNİ	8
4.1.2.1. Kullanılan Aletler	8
4.1.2.2. Araştırma Metodu	8
4.1.2.3. Hesaplama	10
4.1.2.4. Değerlendirme	10

	<u>Sayfa No</u>
4.1.3. SONUÇ	10
4.2. AGREGADA ÖZGÜL AĞIRLIK VE SU EMME ORANI TAYİNİ	12
4.2.1. İRİ AGREGANIN ÖZGÜL AĞIRLIK VE SU EMME ORANI TAYİNİ	12
4.2.1.1. Kullanılan Aletler	12
4.2.1.2. Araştırma Metodu	12
4.2.1.3. Hesaplama	14
4.2.1.4. Değerlendirme	15
4.2.2. İNCE AGREGANIN ÖZGÜL AĞIRLIK VE SU EMME ORANI TAYİNİ	17
4.2.2.1. Kullanılan Aletler	17
4.2.2.2. Araştırma Metodu	17
4.2.2.3. Hesaplama	18
4.2.2.4. Değerlendirme	19
4.3. BİMSİN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ	19
4.3.1. AGREGADA SO ₃ MİKTARI TAYİNİ	19
4.3.1.1. Araştırma Metodu	19
4.3.1.2. Hesaplama	21
4.3.1.3. Değerlendirme	21
4.4. AGREGANIN GRANÜLOMETRİSİ	22
4.4.1. KULLANILAN ALETLER	22
4.4.2. ARAŞTIRMA METODU	22
4.4.3. HESAPLAMA	22
5. BİMSBETON YAPIM KURALLARI KARIŞIM HESABI VE DENEY METODLARI	25
5.1. BİMSBETON KARIŞIM HESAPLARI	25
5.1.1. MALZEME KARIŞIM ORANLARININ SEÇİMİ	25

5.1.1.1. A,B,C,D,Karışımlarının Granülometrisi	25
5.1.1.2. Çimento Miktarı	31
5.1.1.3. Su Miktarı	38
5.2. BİMSBETONUN KARIŞTIRILMASI	39
6. TAZE BİMSBETONDA YAPILAN DENEYLER	39
6.1. TAZE BİMSBETON BİRİM HACİM AĞIRLIĞI TAYİNİ	39
6.2. KIVAM DENEYİ	40
6.2.1. ÇÖKME DENEYİ	40
6.2.1.1. Kullanılan Aletler	40
6.2.1.2. Araştırma Metodu	44
6.2.1.3. Sonuç	44
7. BRİKET ÜZERİNDE YAPILAN DENEYLER	44
7.1. SERTLEŞMİŞ BİMSBETON BİRİM HACİM AĞIRLIĞI	44
7.1.1. ARAŞTIRMA METODU	44
7.2. BASINÇ MUKAVEMETİ TAYİNİ	45
7.2.1. ARAŞTIRMA METODU	45
7.3. ÇEKME MUKAVEMETİ TAYİNİ	49
7.3.1. ARAŞTIRMA METODU	49
7.4. İZOLASYON KABİLİYETİNİN TAYİNİ	53
7.4.1. ARAŞTIRMA METODU	53
7.4.2. SONUÇ	53
8. BİMSBETONUN YAPIDA KULLANILMA İMKANLARI VE ARAŞTIRMA SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	57
8.1. BİMSBETONUN YAPIDA KULLANILMA İMKANLARI	57
8.2. ARAŞTIRMA SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	57

9. ARAŞTIRMA SONUÇLARININ DİĞER HAFİF BETON ÖZELLİKLERİ İLE MUKAYESESİ	60
10. ARAŞTIRMA SONUÇLARININ GENEL ÖZETİ	67
FAYDALANILAN KAYNAKLAR	71
ÖZGEÇMİŞ	73



ABSTRACT

THE MANUFACTURE OF LIGHTWEIGHT CONCRETE BRIQUETTE IN ACCORDANCE WITH TS 3234 USING ALTINAPA PUMICE AGGREGATES.

The aim of this study is to produce light weight concrete brick in accordance with TS 3234, using Altınapa Pumice aggregate.

Considering the usage of light weight concrete bricks manufactured from pumice aggregates useful for lightness and thermal insulation for the buildings in Konya, physical properties of pumice were determined in tests. In the tests compressed unit weight, loose unit weight, specific gravity, absorption ratio, concrete unit weight, collapse test, compressive strengths and grain size analysis of pumice aggregate of Altınapa were made in accordance with TS 3234

The results obtained indicate that pumice aggregate can be used for lightness and thermal insulation in the building of Konya.

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Altınapa bims agregası kullanarak, TS 3234'e uygun hafif bimsbeton briket imal etmektir.

Hafif betonların betonarme yapılarda kullanılması ile daimi yükün %25 gibi belirgin bir ölçüde, azalması sağlanmaktadır. Bundan dolayı betonarme yapı tekniğinde hafif beton kullanılması eğilimi gittikçe artmaktadır. Bu tür malzemeye yönelmenin başlıca nedeni yapının tüm ağırlığının azaltılmasından yararlanarak taşıyıcı elemanlarının kesitlerini küçültmek ve böylelikle işin maliyet bedelini düşürmektir. Ayrıca binaların ısı izolasyonunun sağlanmasında çok faydalı olduğu gözönüne alınırsa, Konya gibi kışları soğuk geçen ilimizde bu malzemenin kullanımı ile yakıt maliyeti de düşecektir. Bütün bu faktörlerin etkisi ile yörede çıkan bu agreganın değerlendirilmesi amaçlanmış ve hafif bimsbeton briket yapımına uygunluğu araştırılmıştır. Deneylerde Altınapa bims agregasının özellikleri; agregada sıkışık birim ağırlığı, gevşek birim ağırlığı, özgül ağırlığı, su emme oranı, agregada SO₃ miktarı tayini, çökme deneyi, basınç mukavemetleri, çekme mukavemetleri ve granülometrisi TS 3234'e uygun olarak yapılmıştır. elde edilen sonuçlarla agreganın yapılarda kullanılmasının uygun olduğu görülmüştür.

TABLOLARIN LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo:1- Sıkışık Birim Ağırlık	9
Tablo: 2- Gevşek Birim Ağırlık	11
Tablo: 3- Agrega Özelliklerinin Benzer Malzeme İle Karşılaştırılması	13
Tablo: 4- TS 2823'de Verilen Bims Agregalarının Birim Birim Ağırlığı Sınır Değerleri	13
Tablo: 5- İri Agreganın Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranı	16
Tablo: 6- İnce Agreganın Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranı	20
Tablo: 7- A,B,C,D Karışımlarının Elek Analizi . .	26
Tablo: 8- Karışım Hesapları	32-36
Tablo: 9- Taze Beton Birim Hacim Ağırlığı	41-43
Tablo: 10-Birim Hacim Ağırlığı	46-48
Tablo: 11-Basınç Mukavemetleri	50-52
Tablo: 12-Çekme Mukavemetleri	54-55
Tablo: 13-Bimsbeton Plaklarda Isı İletim Katsayısı	56
Tablo: 14- Karışım Özellikleri	58
Tablo: 15- Çeşitli Hafif Betonlar İle Mukayese .	61

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil: 1- Altınapa Bims Ocağı	3
Şekil: 2- Tuvenan Malzemenin Granülometri Eğrisi . .	24
Şekil: 3- A Karışımının Granülometrisi Ve Bims Agre- gasında Elverişli Granülometrik Bölge . .	27
Şekil: 4- B Karışımının Granülometrisi Ve Bims Agre- gasında Elverişli Granülometrik Bölge . .	28
Şekil: 5- C Karışımının Granülometrisi Ve Bims Agre- gasında Elverişli Granülometrik Bölge . .	29
Şekil: 6- D Karışımının Granülometrisi Ve Bims Agre- gasında Elverişli Granülometrik Bölge . .	30
Şekil: 7- E/C Oranı-Basınç Mukavemeti Arasındaki Bağıntı	59
Şekil: 8- Çimento Dozajı-Basınç Mukavemeti Arasındaki Bağıntı	59
Şekil: 9- Çimento Dozajı-Birim Ağırlık Arasındaki Bağıntı	62
Şekil: 10-Birim Ağırlık-Basınç Mukavemeti Arasındaki Bağıntı	62
Şekil: 11-Birim Ağırlık Basınç Mukavemeti Arasındaki Bağıntı	63
Şekil: 12-Çekme Mukavemeti-Çimento Dozajı Arasındaki Bağıntı	63
Şekil: 13-Isı İletim Miktarı-Çimento Dozajı Arasındaki Bağıntı	64

Şekil:14- Muhtelif Hafif Agregalı Betonların Birim Ağırlık-Basınç Mukavemeti Münasebetleri . .	65
Şekil:15- Muhtelif Hafif Agregalı Betonların Basınç Mukavemeti Çimento Dozajı Münasebetleri . .	66
Şekil:16- Altınapa Baraj Dolayının Jeoloji Haritası .	70



KULLANILAN SEMBOLLER

- U_w : Taze Eimsbeton Birim Hacim Ağırlığı
 B_b : Briket Betonun Birim Ağırlığı
 B_g : Agreganın Gevşek Birim Ağırlığı
 B_s : Agreganın Sıkışık Birim Ağırlığı
 C : Çimento Miktarı
 E : Su Miktarı
 m_e : Agreganın Su Emme Oranı
 P : Kırılma Kuvveti
 W : Ağırlık
 V : Hacim
 λ : Isı İletim Katsayısı
 Q : Isıtıcı Gücü
 A : Isı Geçen Yüzey Alanı
 Δ_t : Numunenin İki Yüzü Arasındaki Sıcaklık Farkı
 δ_σ : Briket Betonun Çekme Mukavemeti
 M_k : Kırılma Mukavemeti
 δ_b : Briket Betonun Basınç Mukavemeti
 P_{max} : Kırılma Kuvveti
 U : Briketin Uzunluğu
 g : Briketin Genişliği
 γ_d : Agreganın Doygun Kuru Yüzey Özgül Ağırlığı
 γ_g : Agreganın Görünen Özgül Ağırlığı
 γ_k : Agreganın Kuru Özgül Ağırlığı
 S_n : Herhangi Bir Göz Açıklığındaki Elekten Geçen Malzeme oranı (%)

1. GİRİŞ

Almanlar tarafından "Bims" olarak isimlendirilen bu malzemeye Fransızcanın "Pierre Pomce" undan galat olarak Pomza veya Ponza denildiği gibi, Türkçe'de de Sünger taşı diye isimlendirilmektedir.

Fims, bir nevi volkanik tuf olup erimiş halde iken absorbe ettiği bol miktardaki gazların soğuma sırasında kütle-den ayrılması dolayısı ile boşluklu, süngerimsi bir manzara gösteren katılaşmış tabii cam köpüğünden ibarettir. Silikat esaslı yoğunluğu 1 kg/dm^3 'den küçüktür, sertliği "Mohs" skalasına göre 6 civarındadır. Memleketimizde esaslı bir tarama yapılmamış olmasına rağmen birçok geniş sahada bilhassa Uşak, Kütahya, Konya, Ankara, Kayseri, Ürgüp, Niğde, Iğdır, Van, Nevşehir ve Taşpınar havalilerinde rastlanmaktadır. Pomza taşı adı altında taş veya toz halinde cila işlerinde, kesme taş veya hafif agrega olarak inşaatta kullanılmaktadır. Ayasofya Camiinin kubbesi kısmen bu malzeme ile inşaa edilmiştir (4).

Birim ağırlığı klasik betonlardan belirli bir şekilde küçük olan betonlara hafif beton denilmektedir. Hafif betonların yapılarda kullanılması şu faydaları sağlar:

a) Hafiflik: Bu malzemeyi kullanmakla yapılara gelen daimi yüklerde bir azalma sağlanır. Bu, taşıyıcı yapı elemanlarının kesitini küçülterek yapının maliyet bedelini azaltır (8).

b) Bu malzemenin ısı iletkenlik kat sayısı küçük değerler alır. Bu suretle binaların ısı izolasyonunun sağlanmasında çok faydalı bir rol oynarlar (8).

Bu malzeme hafif olması, agreganın içinde fazla boşluk bulunması sonunda kazanmaktadır. Bu bakımdan hafif betonla-

rın mukavemetinin büyük olması beklenemez. Ancak bazı tedbirler alınarak mukavemeti bir miktar artırılabilir (8).

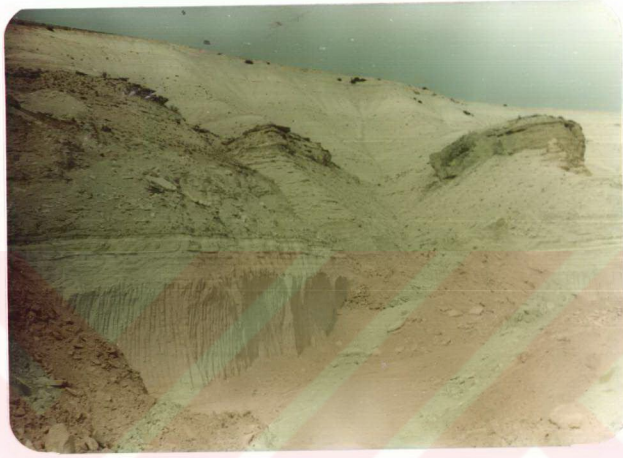
Taşıyıcı hafif betonların betonarme yapılarda kullanılması ile daimi yükün %25 gibi belirgin bir ölçüde, azalması sağlanmaktadır. Bundan dolayı betonarme yapı tekniğinde hafif taşıyıcı beton kullanılması eğilimi gittikçe artmaktadır. Okadar ki evvelce yalnız binaların yapımında kullanılan bu tür betonlarla günümüzde 140 m açıklığında betonarme köprülerin yapımına başlanmıştır. Bu tür malzemeye yönelmenin başlıca nedeni yapının tüm ağırlığının azaltılmasından yararlanarak taşıyıcı elemanlarının kesitlerini küçültmek ve böylelikle işin maliyet bedelini düşürmektir (7). Ayrıca binaların ısı izolasyonunun sağlanmasında çok faydalı olduğu gözönüne alınırsa, Konya gibi kışları soğuk geçen ilimizde bu malzemenin kullanımı ile yakıt maliyeti de düşecektir. Bütün bu faktörlerin etkisi ile yörede çıkan bu agreganın değerlendirilmesi amaçlanmış ve hafif bimsbeton briket yapımına uygunluğu araştırılmıştır.

Araştırma materyali olarak Konya ili Altınapa havalsinden gelen malzeme kullanılmıştır. Malzemenin Konya iline uzaklığı 22 km dir. Bu malzemenin alınmış olduğu ocak şekil:1 de gösterilmiştir. Malzemenin özelliklerini tesbit için deneyler yapılmış ve belirtilen sonuçlar alınmıştır.

2. BETON

2.1. BETONUN TARİFİ

Beton; kum, çakıl, kırma taş veya diğer agregaların su, bazı katkı maddeleri ve çimento ile birlikte meydana getirdiği bir birleşimdir (2).



Şekil: 1- Altınapa Bims Ocağı

2.2. BETONUN BİLEŞENLERİ

- Agrega
- Çimento
- Su
- Bazı katkı maddeleri

3. HAFİF BETONLAR

3.1. HAFİF BETONUN TARİFİ

Birim ağırlığı normal betonlardan belirli bir şekilde küçük olan betonlara hafif beton denilmektedir. Genel olarak birim ağırlığı 1.8 kg/dm^3 'den küçük bulunan betonlar hafif beton sınıfına girer. Bu böyle olmakla beraber bazı hafif betonların birim ağırlığı 0.25 kg/dm^3 gibi çok küçük değerlerde alabilir (7).

Hafif betonların yapılarda kullanılması şu faydaları sağlar:

- Hafiflik; hafif betonların yapılarda kullanılması ile yapıların tüm ağırlığında önemli bir azalma sağlanır. Bunun ise olumlu etkilerini şu şekilde sıralayabiliriz: Yükün azalması ile taşıyıcı elemanların kesit boyutlarını küçültmek kabil olur. Ayrıca temel ile ilgili problemler çok daha kolay çözümlenir bir hal alır. Bütün bunların sonucunda da yapının maliyet bedeli azalmış olur. Fakat hafif betonlar asıl betonarme yapıların depreme dayanıklılığını arttırması bakımından yararlı görev görmektedir. Yapının tüm ağırlığını, hafif betonların kullanılması sonunda, azalmasından dolayı deprem esnasında daha küçük dinamik kuvvetler oluşacaktır. Böylelikle dinamik etkilerin azalması ile bunların oluşturacağı gerilmelerin küçülmesi ile depreme dayanıklılık artmış

olacaktır (7).

- Hafif betonların ısı iletkenlik katsayısı çok küçük değerler alır. Böylelikle hafif beton kullanılması halinde iç hacimlerde 20 °C dolayındaki sıcaklık çok daha az yakıt kullanarak elde edilir (7).

- Bu betonların kullanım bakımından bazı üstünlükleri vardır. Bunlar; hafif betonların bir ahşap testeresi ile hiç bir zorlukla karşılaşmadan kesilmesi, bu malzemeye kolaylıkla çivi çakılabilmesi gibi hususlardır (7).

Bu malzeme hafif olmasını içinde fazla boşluk bulunması ile kazanmaktadır. Bundan dolayı hafif betonların mukavemetinin büyük olması beklenemez. Ancak bazı önlemler alınarak ve bazı şartlar altında üretilen hafif betonların taşıyıcı malzeme olarak kullanılması kabil olabilir (7).

Hafif betonların sahip oldukları üstünlüklerden dolayı bu malzemenin üretimi son senelerde çok artmış ve bu alanda önemli bir endüstri haline gelmiştir. Hafif betonlar çimento, birim ağırlığı düşük hafif agrega ve normal agregadan meydana gelmektedir. Agregada karışımında hafif agrega miktarının artması ile daha hafif veya birim ağırlığı daha düşük olan betonlar elde edilmektedir. Hafif agregaları mineral ve organik kökenli olarak ikiye ayırmak kabildir. Mineral agregalar da tabii ve sunî olmak üzere ikiye ayrılır. Tabii agregada tabiatta bulunan volkanik taşların parçalanması sonucu meydana gelmekte olup, çok fazla miktarda boşluk ihtiva ederler. Volkanik taşlar teknik sözlüğümüzde bims, ponza, sünger taşı veya pümis (pümerce) adları ile bilinmektedir. Sunî agregalar ise tabiattaki malzemeyi özel bir ısıl işleme tabi tutmak sureti ile elde edilir (7).

3.2. HAFIF BETON BİLEŞENLERİ

- Hafif agrega
- Çimento
- Su
- Bazı katkı maddeleri

4. BİMS AGREGASININ ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

4.1. AGREGADA BİRİM AĞIRLIK TAYİNİ

TS 707'ye göre ince, iri ve tuvenan agregada kuru gevşek ve kuru sıkıştırılmış birim ağırlıkları tayin edilmiştir (13).

4.1.1. SIKIŞIK BİRİM AĞIRLIK TAYİNİ

4.1.1.1. Kullanılan Aletler

- Terazî: 20 kg çekerli 1 g duyarlı terazî
- Şişleme çubuğu: Çelikten yapılmış, 600 mm boyunda, 16 mm çapında, ucu yarım küre biçimli düz bir çubuk
- Ölçü kapları: Alt ve üst yüzleri düz ve silindir eksenine dik, su geçirmez, kullanma sırasında biçimi bozulmayacak kadar dayanıklı, karşılıklı iki kulpu bulunan silindir biçimli kaplar. Ölçü kabının hacmi, içi su ile doluyken bulunan gram cinsinden ağırlığı ile, boş iken bulunan gram cinsinden ağırlığı arasındaki farkın suyun birim ağırlığına (kg/cm^3) bölünmesi ile cm^3 cinsinden elde edildi (V).

4.1.1.2. Araştırma Metodu

Dencyde kullanılacak numune miktarı en büyük tane büyüklüğüne bağlı olarak 5 kg alındı. Ağırlığı (W_1) tartılarak bulunmuş bir ölçü kabı hava kurusu (laboratuvar şartlarında

bekletilen agreganın değişmez ağırlığa erişmesi durumu) durumuna getirilmiş deney numunesi ile önce yüksekliğinin üçte birine kadar dolduruldu.

Numune, şişleme çubuğu ile yüzeyin her tarafına yayılacak şekilde 25 vuruş yapılarak şişlenip sıkıştırıldı. Sıkıştırma işleminin, kap ikinci kez 2/3'ü, üçüncü kez tamamı taşarcasına doldurularak oluşturulan ikinci ve üçüncü tabakalar için de 25 kez şişlenerek tekrarlandı. Ölçü kabı üst yüzü şişleme çubuğu ile sıyrılarak düzeltildi. İlk tabakanın şişlenmesi sırasında çubuğu ölçü kabının tabanına şiddetle vurmaktan kaçınıldı. Diğer tabakaların şişlenmesi sırasında da ancak alt tabakanın üst yüzeyine girecek kadar kuvvetle şişlendi. Şişleme işleminden sonra ölçü kabı agrega ile birlikte tartıldı (W_2).

4.1.1.3. Hesaplama

Agreganın sıkışık birim ağırlığı aşığıdaki formül ile tam sayıya yuvarlatılarak hesaplanır.

$$B_s = \frac{W_2 - W_1}{v}$$

Burada;

B_s : Sıkışık birim ağırlık (g/dm^3)

w_2 : Sıkışık agrega ile dolu ölçü kabı ağırlığı (g)

w_1 : Ölçü kabı boş ağırlığı (g)

v : Ölçü kabının iç hacmi (dm^3)

4.1.1.4. Değerlendirme

Sıkışık birim ağırlık tayini deneyi iki deney numunesine uygulandı. Deney sonuçları arasındaki fark 5 kg/m^3 veya daha küçük bulundu ise sonuçların ortalaması sıkışık birim ağırlık olarak kabul edildi. Fark 5 kg/m^3 'den büyük bulundu ise deney üçüncü kez yapıldı. Bulunan sonuçların en yakın iki tanesinin ortalaması sıkışık birim ağırlık olarak alındı. Bulunan değerler Tablo'l de gösterildi.

4.1.2. GEVŞEK BİRİM AĞIRLIK TAYİNİ

4.1.2.1. Kullanılan Aletler

- Terazî: 20 kg çekerli 1 g duyarlı terazî
- Ölçü kapları: Alt ve üst yüzleri düz ve silindirik eksenine dik, su geçirmez, kullanma sırasında biçimi bozulmayacak kadar dayanıklı, karşılıklı iki kulpu bulunan silindirik biçimli kaplar.
- Kürek

4.1.2.2. Araştırma Metodu

Deneyde kullanılacak numune miktarı en büyük tane büyüklüğüne bağlı olarak 5 kg alındı. TS 707'ye uygun olarak oluşturulmuş ve hava kurusu durumuna getirilmiş deney numunesi, ağırlığı tartılarak belirlenmiş olan (W_1) ölçü kabına kürek ile taşarcasına dolduruldu. Bu sırada küreğin, ölçü kabı üst yüzeyinden 5 cm den daha yükseğe kaldırılmamasına, agreganın sıkışmamasına ve ayrışmamasına özen gösterildi. Ölçü kabı üst yüzünden taşan agrega fazlası sıyrılarak alındı. Ölçü kabı, içindeki agrega ile birlikte tartıldı (W_2).

Tablo : 1 Sıkışık Birim Ağırlık

Agrega	En Büyük Dane Büyüklüğü (mm)	Ölçü Kabı Su Dolu Ağırlığı (g)	Ölçü Kabı Bas Ağırlığı (g) (W ₁)	Ölçü Kabı Hacmi (V) (dm ³)	Sıkışık Agregaya İle Dolu Ölçü Kabı Ağırlığı (W ₂) (g)	Sıkışık Agregaya Ağırlığı (W ₂ - W ₁) (g)			Sıkışık Birim Ağırlığı (Bs) (g/dm ³)			
						Deney			Deney			Orta-lama
						1	2	3	1	2	3	
İri	3	2390	400	1.990	1600	1590	1200	1190	603	598	600	
İnce	4	2390	400	1.990	1832	1850	1432	1450	720	729	719	
Tuvenan	8	2390	400	1.990	1800	1775	1400	1375	703	691	702	

4.1.2.3. Hesaplama

Agreganın gevşek birim ağırlığı aşağıdaki formül ile tam sayıya yuvarlatılarak hesaplandı.

$$B_g = \frac{W_2 - W_1}{v}$$

Burada;

B_g : Gevşek birim ağırlık (kg/m^3)

W_2 : Gevşek agrega ile dolu ölçü kabı ağırlığı (g)

W_1 : Ölçü kabı boş ağırlığı (g)

v : Ölçü kabının iç hacmi (dm^3)

dir.

4.1.2.4. Değerlendirme

Gevşek birim ağırlık tayini deneyi iki deney numunesine uygulandı. Deney sonuçları arasındaki fark $5 kg/m^3$ veya daha küçük bulundu ise sonuçların ortalaması gevşek birim ağırlık olarak kabul edildi. Fark $5 kg/m^3$ 'den büyük bulundu ise deney üçüncü kez yapıldı. Bulunan sonuçların en yakın iki tanesinin ortalaması gevşek birim ağırlık olarak alındı. Bulunan değerler Tablo: 2'de gösterildi.

4.1.3. SONUÇ

Bulunan birim ağırlık değerleri; TS 1114'de hafif beton yapımında kullanılan hafif agregalara ait verilen değerlerle ve Karapınar Volkanik agregası birim ağırlığı sınır değerleri (9) ile karşılaştırılması Tablo: 3'de görülmektedir. Ayrıca TS 2823'de verilen bims agregalarının birim

Tablo : 2 Gevşek Birim Ağırlık

Agrega	En Büyük Dane Büyüklüğü (mm)	Ölçü Kabı Su Dolu Ağırlığı (g)	Ölçü Kabı Boş Ağırlığı (g)	Ölçü Kabı Hacmi (V) (dm ³)	Gevşek Agregaya İle Dolu Ölçü Kabı Ağırlığı (W ₂) (g)	Gevşek Agregaya Ağırlığı (W ₂ - W ₁) (g)			Gevşek Birim Ağırlık (B _g) (g/dm ³)	ortalamaya				
						Deney					Deney			
						1	2	3				1	2	3
İri	8	2390	400	1,990	1396	1420	1407	996	1020	1007	500	512	506	506
İnce	4	2390	400	1,990	1618	1599	1635	1218	1199	1235	612	603	620	612
Tuvenan	8	2390	400	1,990	1544	1568	1521	1144	1168	1121	575	587	563	575

ağırlığı sınır değerleri ile karşılaştırılması Tablo: 4'de görülmektedir. Tablolardan da görüldüğü gibi; Altınapa bims agregasının birim ağırlığı değerleri, TS 1114'de hafif agregalar için verilen sınır değerlerini aşmamaktadır. Ayrıca TS 2823'de verilen bims agregalarının birim ağırlığı sınır değerlerine uygun olduğu görülmektedir.

4.2. AGREGADA ÖZGÜL AĞIRLIK VE SU EMME ORANI TAYİNİ

Agregaların kuru özgül ağırlığı, doymun kuru yüzey özgül ağırlığı, görünen özgül ağırlığı ve su emme oranı ince ve iri agregalara ayrı ayrı uygulanan deneylerle tayin edildi (17).

4.2.1. İRİ AGREGANIN ÖZGÜL AĞIRLIK VE SU EMME ORANI TAYİNİ

4.2.1.1. Kullanılan Aletler

- Terazî: 20 kg çekerli 1 g duyarlı ve su içinde tartım yapabilen bir terazî
- Kafes Örgülü sepet: 4 mm göz açıklı elek telinden yapılmış bir sepet
- Sepeti terazî kafesine bağlama düzeni
- Kova: Tel sepeti içine alabilecek büyüklükte bir kova
- Kurutma bezleri: Havlu veya benzeri malzemeden yapılmış bezler

4.2.1.2. Araştırma Metodu

Deneyde kullanılan deney numunesi miktarı en büyük tane büyüklüğüne bağlı olarak 0.8 kg alındı. TS 707'ye uygun olarak alınan deney numunesi içinde yaklaşık 20 °C'deki su bulunan bir kap içine konuldu ve hafifçe sallanarak, taneler üze-

Tablo : 3 Agregaların Özelliklerinin Benzer Malzeme ile Karşılaştırılması

Malzeme	Agrega Cinsi	Göçek Birim Ağırlık (kg/m ³)
Hafif Beton Agregası (TS 1114)	İnce İri Tuvenan	1200 1000 1100
Altınapa Bims Agregası (TS 3234)	İnce İri Tuvenan	612 506 595
Karadınar Volkanik Agregası	İnce İri Tuvenan	989 655 850

Tablo : 4 TS 2823 'de Verilen Bims Agregalarının Birim Ağırlığı Sınır Değerleri

Bims Agregası Cinsi	Maksimum Kuru Göçek Birim Ağırlığı (kg/m ³)	Maksimum Kuru Sıkıştırılmış Birim Ağırlığı (kg/m ³)
İnce Agregası	700	900
İri Agregası	500	700
Tuvenan Agregası	600	800

rindeki toz ve yabancı maddelerden temizlendi. Deney numunesi su içinde 24 saat bekletildikten sonra çıkarıldı, suyu süzülde ve tanelerin üzerinde gözle görülebilen su tabakası (film) kalmayınca kadar kurutuldu. Kurutma biter bitmez numune hemen tartılarak doyun kuru yüzey ağırlığı bulundu (W_2). Doyun kuru yüzey halindeki numune tartıdan hemen sonra kafes örgülü tel sepete konarak su dolu kovanın içine su yüzeyinden en az 5 cm daha aşağıda kalacak şekilde daldırıldı. Daha sonra sepetin kova kenarına dokunmamasına dikkat edilerek özel düzende, terazi kafesinin ortasına yerleştirildi ve doyun malzemenin sudaki ağırlığı bulundu (W_3). Numune sudan çıkarılarak etüv kurusu durumuna getirildi. Oda sıcaklığına kadar soğutularak havadaki kuru ağırlığı bulundu (W_1).

4.2.1.3. Hesaplama

İri agreganın kuru özgül ağırlığı, doyun kuru yüzey özgül ağırlığı, görünen özgül ağırlığı ve su emme oranı sırasıyla aşağıdaki formüller ile hesaplanır. Formüller yüzde bir hanesine yuvarlatılarak hesaplandı.

İri agreganın kuru özgül ağırlığı

$$\gamma_k = \frac{W_1}{W_2 - W_3}$$

İri agreganın doyun kuru yüzey ağırlığı

$$\gamma_d = \frac{W_2}{W_2 - W_3}$$

İri agreganın görünen özgül ağırlığı

$$\gamma_g = \frac{W_1}{W_1 - W_3}$$

Su emme oranı (onda bir hanesine yuvarlatılarak)

$$m_e = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \cdot 100$$

Burada;

γ_k : İri agreganın kuru özgül ağırlığı

γ_d : İri agreganın doygun kuru yüzey özgül ağırlığı

γ_g : İri agreganın görünen özgül ağırlığı

m_e : İri agreganın su emme oranı (%)

W_1 : Numunenin etüv kurusu ağırlığı (g)

W_2 : Numunenin doygun kuru yüzey durumundaki havadaki ağırlığı (g)

W_3 : Numunenin sudaki ağırlığı (g)

dir.

4.2.1.4. Değerlendirme

İri agreganın özgül ağırlıkları tayini deneyi TS 707'ye uygun olarak iki deney numunesine uygulandı. Deneyde elde edilen sonuçlar arasındaki fark 0.02 den küçük olduğundan sonuçların ortalaması alındı.

Su emme oranı sonuçları arasındaki fark 0.2 den küçük olduğundan sonuçların ortalaması alındı. Sonuçlar Tablo: 5'de gösterildi.

Tablo : 5 İri Agreganın Özgül Ağırlığı ve Su Emme Oranı

Deneysel Numunesinin		Kuru Ağırlığı (W ₁)		Kuru Özgül Ağırlığı (g/dm ³)		Doğru Kuru Yüzey Özgül Ağırlığı (g/dm ³)		Görünen Özgül Ağırlığı (g/dm ³)		Su Emme Oranı (%)							
Deneysel	Sudaki Ağırlığı (W ₂)	Deneysel	Kuru Ağırlığı (W ₃)	Deneysel	Ortalama	Deneysel	Ortalama	Deneysel	Ortalama	Deneysel	Ortalama						
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2						
1093	1076	255	249	800	800	0,95	0,97	0,96	1,30	1,30	1,30	1,47	1,45	1,46	36,6	34,5	35,5

4.2.2. İNCE AGREGANIN ÖZGÜL AĞIRLIK VE SU EMME ORANI TAYİNİ

4.2.2.1. Kullanılan Aletler

- Terazî: 2 kg çekerli 0.1 g duyarlı bir terazî
- Tablalı ısıtıcı: Deney numunesinin yakın çevresindeki sıcaklığı 105 ± 5 °C çıkarabilecek bir ısıtıcı
- Ölçü kabı: 500 ml'lik cam bir ölçü kabı
- Havlu ve kurutma bezleri, tavalar, mala, termometre

4.2.2.2. Araştırma Metodu

Deneyde kullanılan deney numunesi miktarı en büyük tane büyüklüğüne bağlı olarak 0.8 kg alındı. TS 707'ye uygun olarak alınan deney numunesi su içinde 24 saat bekletildikten sonra ince daneleri kaybolmayacak şekilde suyu süzülerek akıtıldı ve bir tava içine yayıldı. Tava, tablalı ısıtıcısı üzerine konarak kurutuldu ve doygun kuru yüzey (ince agreganın koyu ıslak renkten açık kuru renge değişmeye başladığı anın hemen sonrasındır) haline getirildi. Numunenin çok kurumasına özen gösterildi. Doygun kuru yüzey durumuna getirilmiş olan numune tartıldı ve doygun kuru yüzey ağırlığı belirlendi (W_2). Etüv kurusu (sıcaklığı 105 ± 5 °C' de tutabilen etüvde en az 24 saat bekletildikten sonra çıkarılan agreganın değişmez ağırlığa erişmesi durumudur) durumuna getirildi. Oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutuldu. Soğumuş numune cam ölçü kabına doldurulup birlikte tartıldı. Ölçü kabının daha önce belirlenmiş olan ağırlığı bu tartıdan çıkarılarak numunenin kuru ağırlığı belirlendi (W_1). Ölçü kabı yaklaşık 20 °C 'deki su ile yarıya kadar dolduruldu ve düz bir yüzey üzerinde hafif hafif vurularak ve aynı zamanda döndürülerek hava kabarcıklarının çıkması sağlandı. Bir saat

beclendikten sonra ölçü kabı yaklaşık 20 °C'deki su ile 500 ml işaret çizgisine kadar dolduruldu. sonra tartıldı (W₃).

4.2.2.3. Hesaplama

İnce agreganın kuru özgül ağırlığı, doymun kuru yüzey özgül ağırlığı, görünen özgül ağırlığı ve su emme oranı sırasıyla aşağıdaki formüller ile hesaplanır. Formüller yüzde bir hanesine yuvarlatılarak hesaplandı.

İnce agreganın kuru özgül ağırlığı

$$\gamma_k = \frac{W_1}{W_2 + W_4 - W_3}$$

İnce agreganın doymun kuru yüzey özgül ağırlığı

$$\gamma_d = \frac{W_2}{W_2 + W_4 - W_3}$$

İnce agreganın görünen özgül ağırlığı

$$\gamma_g = \frac{W_1}{W_1 + W_4 - W_3}$$

Su emme oranı (onda bir hanesine yuvarlatılarak)

$$m_e = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \cdot 100$$

Burada;

γ_k : İnce agreganın kuru özgül ağırlığı

γ_d : İnce agreganın doygun kuru yüzey özgül ağırlığı

γ_g : İnce agreganın görünen özgül ağırlığı

m_e : İnce agreganın su emme oranı (%)

w_1 : Numunenin etüv kurusu ağırlığı (g)

w_2 : Numunenin doygun kuru yüzey durumundaki ağırlığı (g)

w_3 : Ölçü kabı, su ve numunenin toplam ağırlığı (g)

w_4 : 500 ml çizgisine kadar su ile dolu ölçü kabı ağırlığı (g)
dır.

4.2.2.4. Değerlendirme

İnce agreganın özgül ağırlığı ve görünen özgül ağırlığı oranı tayini deneyi TS 707'ye uygun olarak iki deney numunesine uygulandı. Özgül ağırlık tayini deney sonuçları arasındaki fark 0.02 den daha küçük olduğundan sonuçların ortalaması, ince agreganın özgül ağırlığı olarak kabul edildi.

Su emme oranı sonuçları arasındaki fark 0.2 den daha küçük olduğu için sonuçların ortalaması alındı. Sonuçlar Tablo: 6'da gösterildi.

4.3. BİMSİN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

4.3.1. AGREGADA SO₃ MİKTARI TAYİNİ

4.3.1.1. Araştırma Metodu

Agregayı temsil edecek şekilde en az 50 g numune alınarak havanda toz haline getirildi. 24 saat 105 ± 5 °C'lik bir etüvde kurutuldu. Etüvden çıkarılan numunenin 0.001 g

duyarlıklı bir terazide tartılarak yaklaşık 10 g alındı (T_1) ve cam kapaklı bir şişe içine konularak üzerine 150 ml damıtık su ilave edildi. Sonra şişe 30 dakika süre ile çalkalandı. Çalkalama sonucu meydana gelen süspansiyon bir süzgeç kağıdından süzülerek süzüntü bir behergülaşa toplandı. Süzgeç kağıdı üzerinde kalan çökelti en az 50 ml damıtık su ile yıkanarak süzgecin altına geçen sular da aynı behergülaşa alındı. Süzüntü birkaç damla derişik hidroklorik asit (HCl) ile asitlendirildikten sonra kaynama noktasına kadar ısıtıldı. Isıtılan çözeltiliye sıcak halde iken yeteri kadar %5'lik baryum klorür ($BaCl_2$) çözeltisi katıldı. Böylece tüm sülfatın baryum sülfat ($BaSO_4$) şeklinde çöktürülmesi sağlandı. Bu çökelti süzgeç kağıdından süzüldü ve sıcak damıtık su ile yıkandı. İçinde ıslak çökelek bulunan süzgeç kağıdı katlandı, yaklaşık olarak $900\text{ }^\circ\text{C}$ 'de kızdırılıp desikatörde soğutulduktan sonra tartılmış bir porselen kröze konuldu. Kröze önce bir bunsen beki alevinde yakıldı, sonra yaklaşık olarak $900\text{ }^\circ\text{C}$ 'ye ayarlanmış bir fırında yarım saat süre ile kızdırıldı. Fırından alınan kröze bir desikatörde soğutuldu ve 0.001 g duyarlıkla tartıldı. Bu tartımdan krözenin ağırlığı çıkarılarak net $BaSO_4$ ağırlığı bulundu (T_2).

4.3.1.2. Hesaplama

$$SO_3 \text{ cinsinden sülfat miktarı (\%)} = \frac{34.3 T_2}{T_1} \cdot 100$$

4.3.1.3. Değerlendirme

Araştırma metoduna göre yapılan deney sonucunda SO_3 miktarının agrega içinde bulunmadığı belirlenmiştir.

4.4. AGREGANIN GRANÜLOMETRİSİ

Tuvenan malzemedan alınan temsili numune beton agregaları analizinde kullanılan TS 130'a göre agreganın granülometrisi belirlenmiştir (9).

4.4.1. KULLANILAN ALETLER

- Terazı
- Elekler: TS 1227'ye uygun tel elekler
- Etüv: 110 ± 5 °C 'a ayarlanabilir bir etüv

4.4.2. ARAŞTIRMA METODU

Deneyde kullanılan deney numunesi miktarı en büyük tane büyüklüğüne bağlı olarak 4 kg alındı. TS 130'a uygun olarak alınan deney numunesi 110 ± 5 °C 'a ayarlanmış etüvde değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulup tartıldı (W_p). Uygun seri eleklerden elenerek tartıldı (W_n). Toplam numune ağırlığının yüzdesi itibariyle her elek üzerinde kalanlar ve geçenler tesbit edildi.

4.4.3. HESAPLAMA

Elek analizi deneyi sonunda her elek üstünde kalan malzeme oranı bütün deney numunesi ağırlığının yüzdesi itibariyle aşağıdaki formül ile tamsayıya yuvarlatılarak hesaplandı.

$$S_n = \frac{W_n}{W_0} \cdot 100$$

Burada;

S_n : Herhangi bir göz açıklığındaki elekten geçen mal-

zeme oranı (%)

W_n : Göz açıklığı (n) olan elekten geçen malzeme ağırlığı (g)

W_a : Deney numunesi ağırlığı (g)

Tuvenan malzemenin granülometri eğrisi şekil: 2'de gösterilmiştir.

$$S_{0.25} = \frac{250}{4000} \cdot 100 = 06$$

$$S_{0.5} = \frac{250 + 250}{4000} \cdot 100 = 12$$

$$S_1 = \frac{500 + 500}{4000} \cdot 100 = 25$$

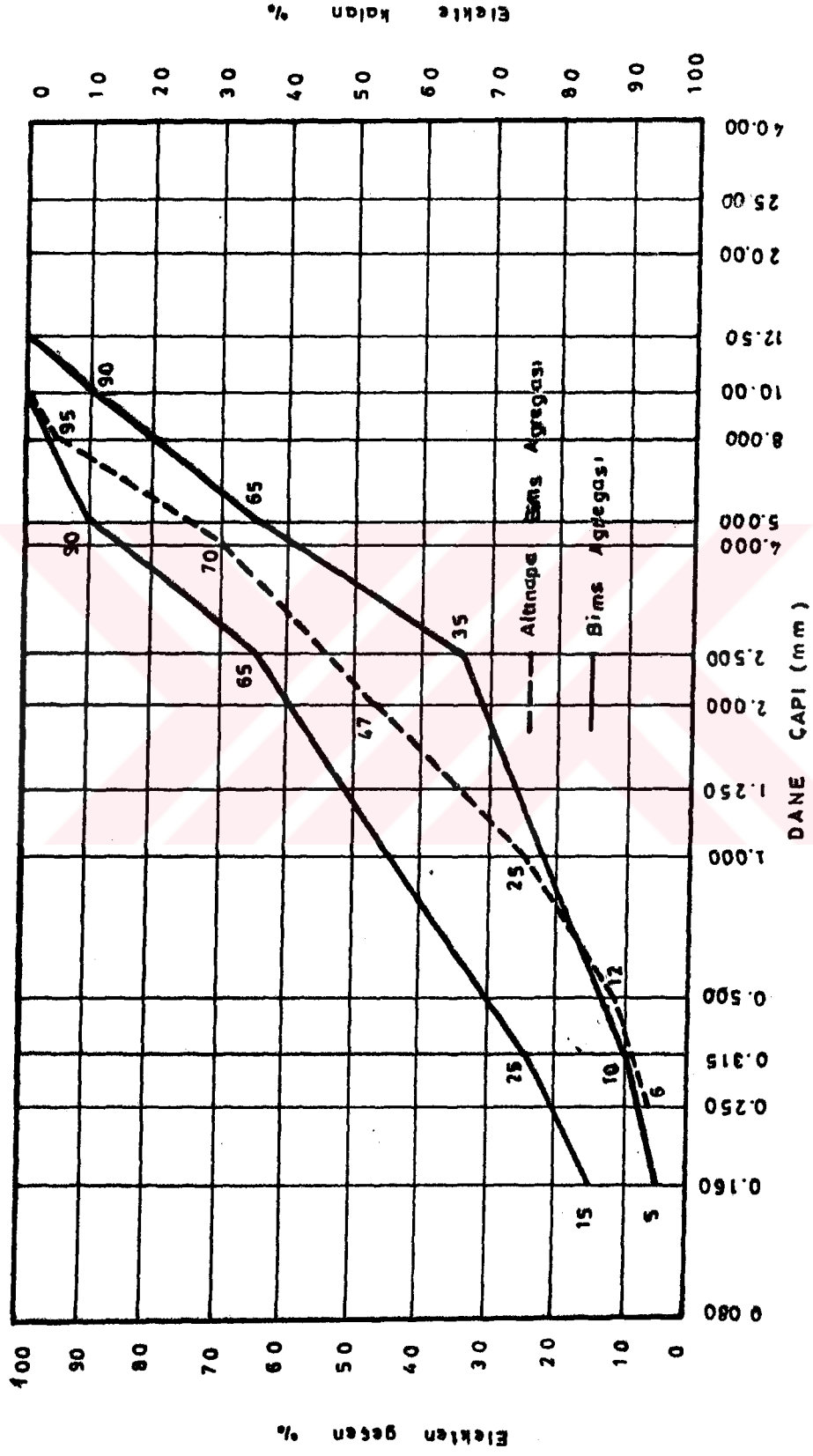
$$S_2 = \frac{1000 + 900}{4000} \cdot 100 = 47$$

$$S_4 = \frac{1900 + 900}{4000} \cdot 100 = 70$$

$$S_8 = \frac{2800 + 1000}{4000} \cdot 100 = 95$$

$$S_{16} = \frac{3800 + 200}{4000} \cdot 100 = 100$$

Tuvenan malzemenin granülometri eğrisinin TS 3234'de verilen bims agregasında elverişli granülometrik bölgede kalmadığı görülmüştür.



Şekil: 2- Tuvenan Malzemenin Granülometri Eğrisi

5. BİMSBETON YAPIM KURALLARI KARIŞIM HESABI VE DENEY METODLARI

5.1. BİMSBETON KARIŞIM HESAPLARI

Beton karışım hesapları TS 802 tarafından verilmiş olan ve çok sayıda laboratuvar çalışması neticesinde elde edilen tablolar yardımı ile ve çok pratik bir şekilde yapılabilmektedir. Ancak elde edilecek karışım miktarları ilk deneme karışımı için kullanılmalıdır. Bu suretle imal edilecek olan beton, istenilen evsafı haiz oluncaya kadar karışımda gerekli düzeltmeler yapılmalıdır (2).

Bimsbeton karışım hesabı çimento, bims agregası, su ve gerektiğinde katkı maddeleriyle plastik ve sertleşmiş halde bimsbetonda aranan özellikleri bir arada sağlayan ekonomik karışımı tayindir.

5.1.1. MALZEME KARIŞIM ORANLARININ SEÇİMİ

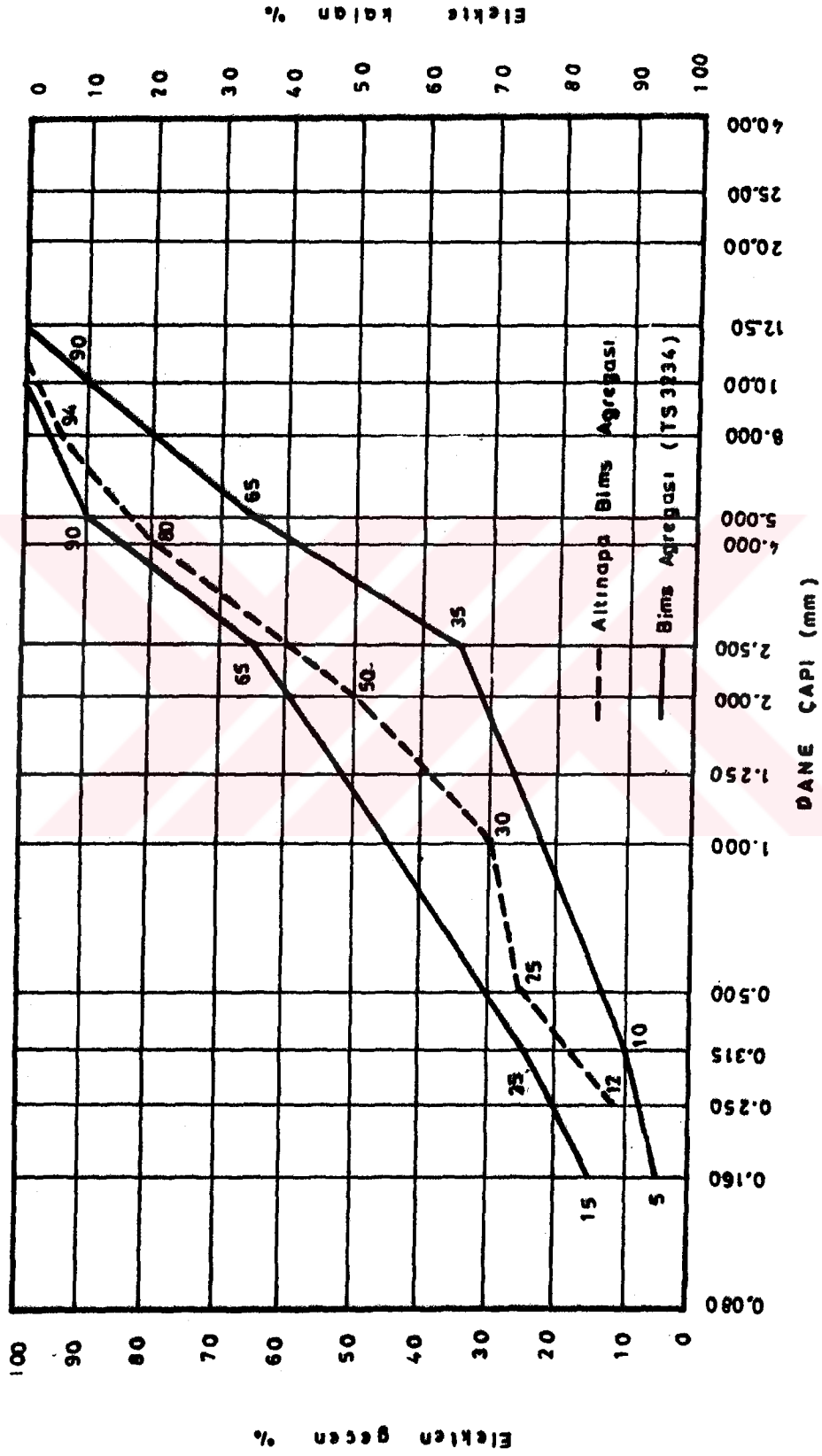
Bimsbetonun net su/çimento oranı karışım hesabına esas alınabilecek yeterli doğrulukta belirlenemediğinden bimsbeton karışımları çimento dozajı esasına göre bir dizi deney karışımı ile belirlenir. Seçilen kıvamda ve işlenebilirlikteki bimsbeton için gerekli çimento miktarı deney sonuçlarına göre elde edilen çimento dozajı-basınç mukavemeti grafiğinden alınabilir.

5.1.1.1. A,B,C,D Karışımlarının Granülometrisi

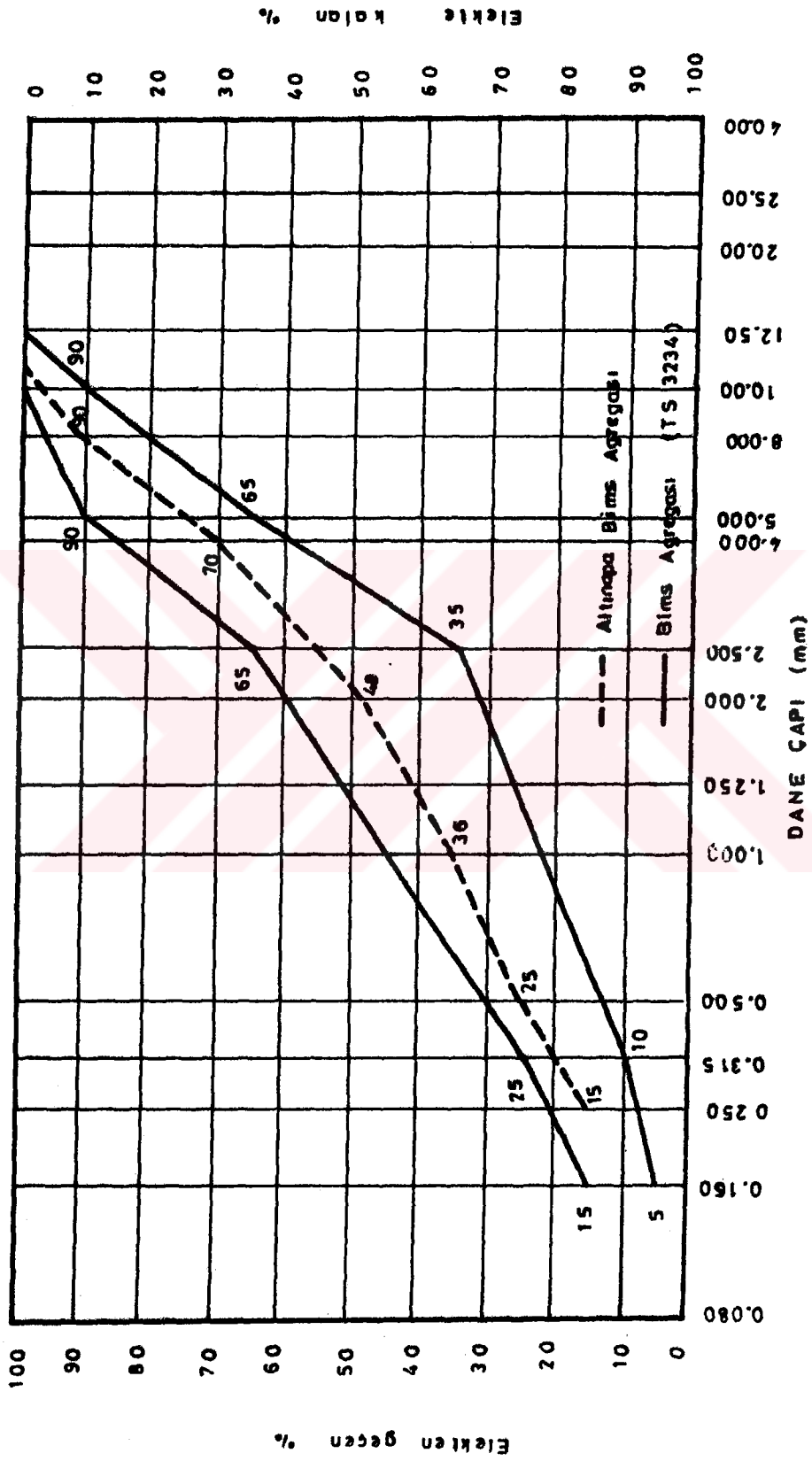
TS 3234'de verilen granülometrik bölgede 4 ayrı karışım yapılmıştır. A,B,C,D karışımlarının TS 3234'de verilen granülometrik bölgedeki elek analizi Tablo:7'de verilmiştir. A,B,C,D karışımlarının granülometrisi de şekil: 3,4,5,6' da

Tablo : 7 A,B,C,D Karışımlarının Elek Analizi

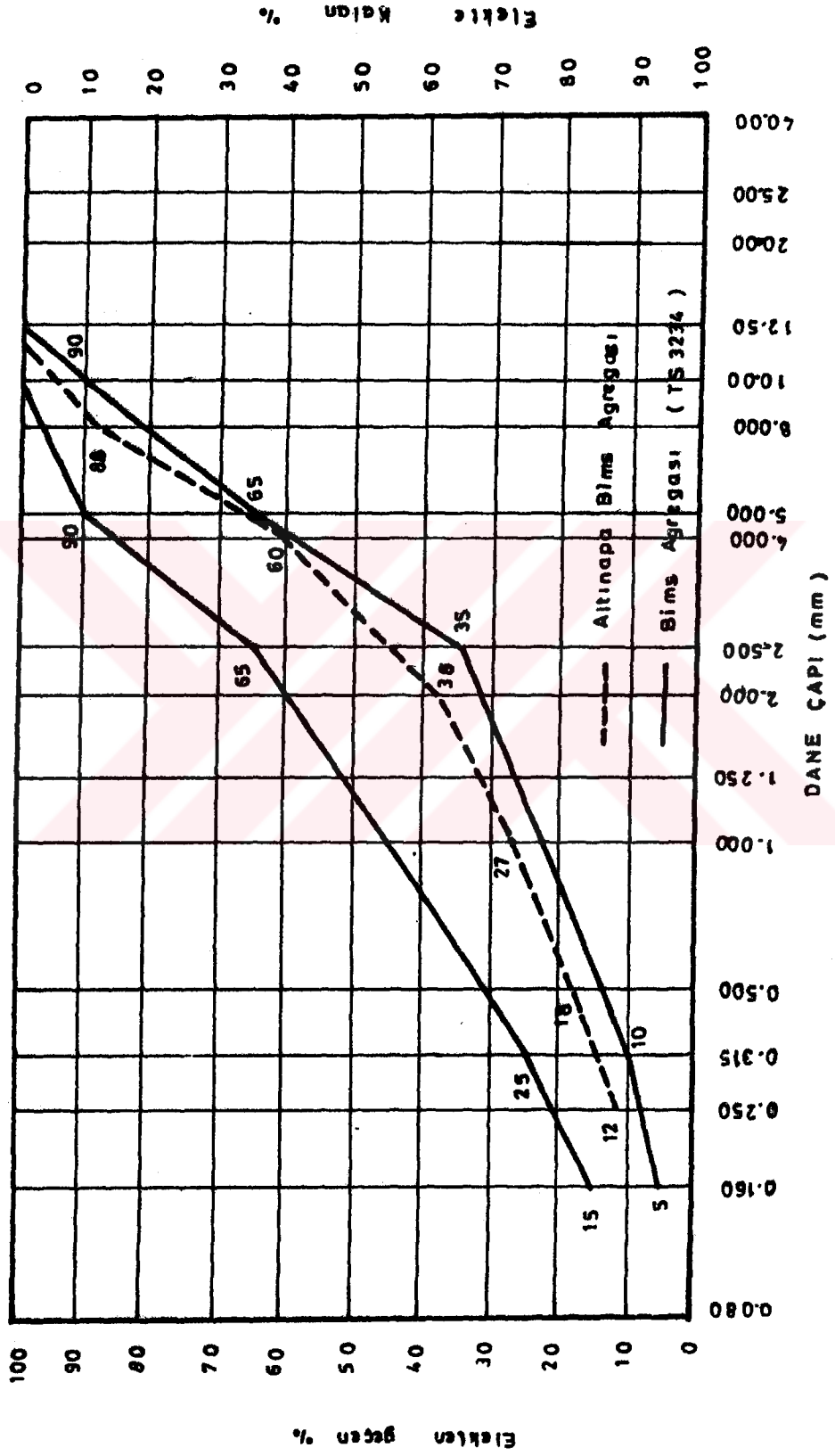
Elek Açıklığı	A		B		C		D	
	Toplam % Kalan	Toplam % Geçen	Toplam % Kalan	Toplam % Geçen	Toplam % Kalan	Toplam % Geçen	Toplam % Kalan	Toplam % Geçen
No:16	0	100	0	100	0	100	0	100
No:18	6	94	10	90	12	88	7	93
No: 4	20	80	30	70	40	60	20	80
No: 2	50	50	52	48	62	38	45	55
No: 1	70	30	64	36	73	27	56	44
No:0.5	75	25	75	25	82	18	70	30
No:0.25	98	12	95	15	99	12	91	19



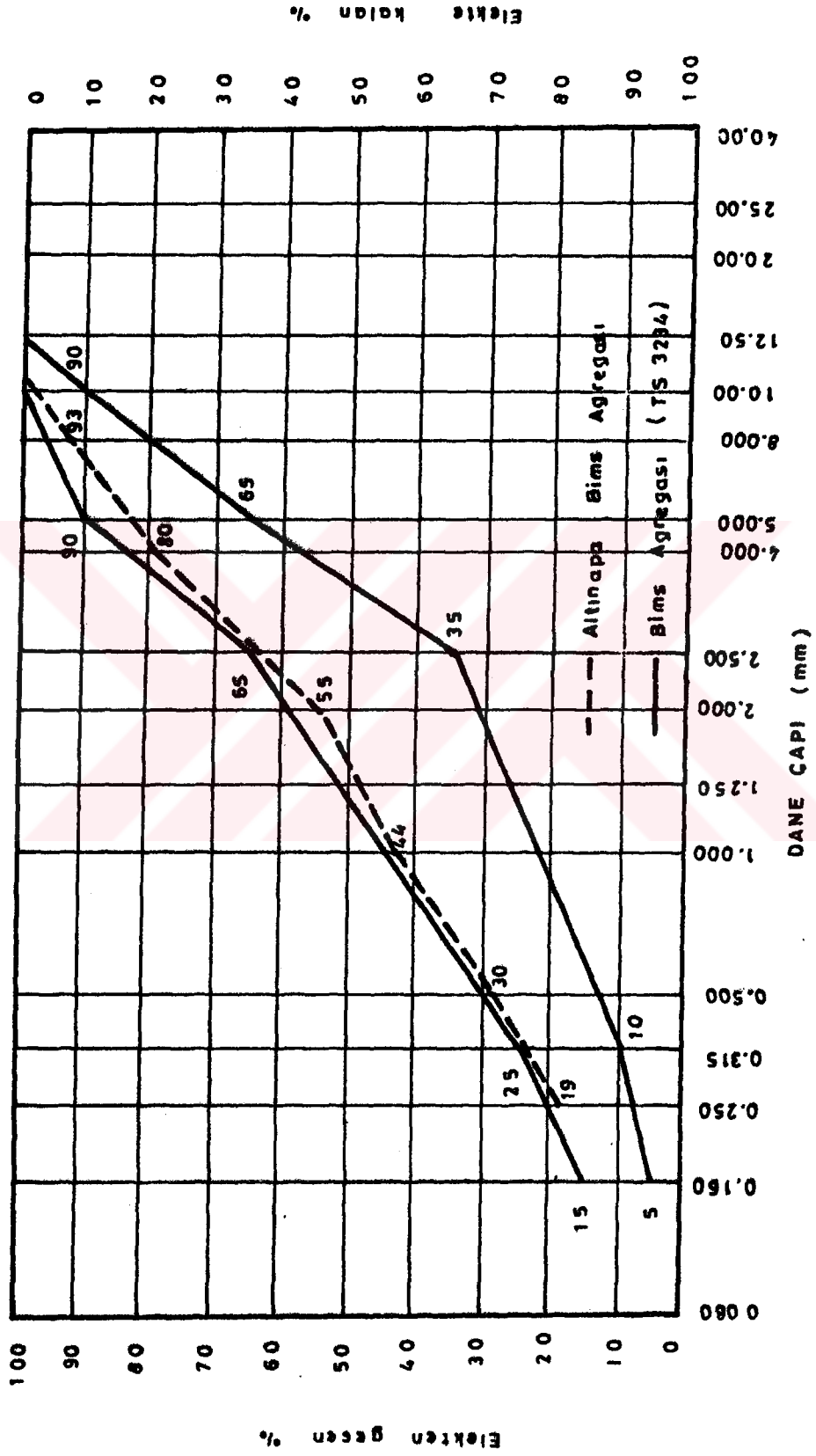
Şekil: 3- A Karışımının Granülometrisi Ve Bims Agregasında Elverişli Granülometrik Bölge



Şekil: 4- B Karışımının Granülometrisi Ve Bims Agregasında Elverişli Granülometrik Bölge



Şekil: 5- C Karışımının Granülometrisi Ve Bims Agregasında Elverişli Granülometrik Bölge



Şekil: 6- D Karışımının Granülometrisi Ve Bims Agregasında Elverişli Granülometrik Bölge

gösterilmiştir.

A,B,C,D granülometrilerinde muhtelif karışımlar yapılmıştır. A granülometrisi değişik E/C oranlarında incelenmiş olup çizilen grafikler de bimsbeton hangi E/C oranı için daha mukavemetli olacağı görülmektedir. A,B,D granülometrelerinde ise bir E/C oranı için incelendi.

Karışım hesapları ağırlık esasına göre yapılmıştır. Hava oranı %3 olarak kabul edilmiştir. Karışım hesapları Tablo:8'de gösterilmiştir.

5.1.1.2. Çimento Miktarı

Betonu meydana getiren agrega tanelerini birbirine bağlayan çimento hamuru mukavemetini kaybettiği vakit betonun da mukavemeti sona erecektir. Buradan betonda çimento hamurunun mukavemet üzerinde oynamış olduğu rolün önemi anlaşılmaktadır. Bu etkiye şekline göre çimento iki bakımdan beton mukavemetinin değişmesine neden olmaktadır (6).

Bunlardan birincisi çimento miktarı veya çimento dozajı yani 1 m^3 betonda ağırlık cinsinden çimento miktarıdır. Çimento dozajının artması ile çimento hamurunun hacmini arttırmış oluruz. Bu suretle betonda herhangi bir zorlama altında çimento hamurunda meydana gelen gerilmelerin küçük değerler alması sağlanır. Bu durum betonun daha büyük bir kuvvet veya gerilme altında mukavemetini kaybetmesine neden olur. Bu sonucu yapılan bir çok sistematik deneyler doğrulamaktadır. Yalnız çimento dozajının artmasının mukavemetle ne kadar bir artış meydana getirdiği henüz kesin olarak anlaşılmamıştır. Bununla beraber yapılarda üretilen betonlarda dozaj oldukça dar bir aralık içinde kaldıkça çimento miktarı ile mukavemet

Tablo : 8 Karışım Hesapları

Karışım Numarası ve Karışımla İlgili Bilgiler	Malzeme	Ağırlık Hesabı	Ağırlık (kg/m ³)	Hacim Hesabı	Hacim (dm ³)	0,035 m ³ için Ağırlıklar (kg)
A1- B1- C1- D1 karışımları C=350 kg/m ³ E=233 kg/m ³ E/C=0.66 Çimento Hacmi 350/315=111 dm ³ Toplam Agregga Hacmi 1000-(111+233+30) = 626 dm ³	Çimento	—	350	111	111	12.35
	İri Agregga	313x1.30	407	626x0.5	313	14.25
	İnce Agregga	313x1.42	444	626x0.5	313	15.54
	Su	—	233	—	233	8.16
	Hava	—	—	—	30	—
	Toplam	—	1434	—	1000	—
	A2 Karışımı C=300 kg/m ³ E=200 kg/m ³ E/C=0.66 Çimento Hacmi 300/3.15 = 95 dm ³ Toplam Agregga Hacmi 1000-(95+200+30)=675 dm ³	Çimento	—	300	95	95
İri Agregga	337.5x1.30	439	675x0.5	337.5	337.5	15.36
İnce Agregga	337.5x1.42	479	675x0.5	337.5	337.5	16.76
Su	—	200	—	—	200	7.00
Hava	—	—	—	—	30	—
Toplam	—	1418	—	—	1000	—

Tablo : 8 Karışım Hesapları

Karışım Numarası ve Karışım İlgili Bilgiler	Malzeme	Ağırlık Hesabı	Ağırlık (kg/m^3)	Hacim Hesabı	Hacim (dm^3)	$0,035 \text{ m}^3$ için ağırlıklar (kg)
A3 - B2 - C2 -D2 Karışımları C=300 kg/m^3 F=240 kg/m^3 E/C=0.80 Çimento Hacmi $300/3.15 = 95 \text{ dm}^3$ Toplam Agregata Hacmi $1000 - (95+240+30) = 635 \text{ dm}^3$	Çimento	---	300	95	95	10.50
	İri agregata	317.5×1.30	413	635×0.5	317.5	14.45
	İnce agregata	317.5×1.42	451	635×0.5	317.5	15.78
	Su	---	240	---	240	8.40
	Hava	---	---	---	30	---
	Toplam	---	1404	---	1000	---
	Çimento	---	300	95	95	10.50
A4 Karışımı C=300 kg/m^3 F=300 kg/m^3 E/C=1.00 Çimento Hacmi $300/3.15 = 95 \text{ dm}^3$ Toplam Agregata Hacmi $1000 - (95+300+30) = 575 \text{ dm}^3$	İri agregata	287.5×1.30	374	575×0.5	287.5	13.09
	İnce agregata	287.5×1.42	408	575×0.5	287.5	14.28
	Su	---	300	---	300	10.50
	Hava	---	---	---	30	---
	Toplam	---	1382	---	1000	---

Tablo : 8 Karışım Hesapları

Karışım Numarası ve Karışım ile İlgili Bilgiler	Malzeme	Ağırlık Hesabı	Ağırlık (kg/m^3)	Hacim Hesabı	Hacim (dm^3)	$0,035 \text{ m}^3$ için Ağırlıklar (kg)	
A5 Karışımı C=250 kg/m^3 E=167 kg/m^3 E/C=0.66 Çimento Hacmi $250/3.15=79 \text{ dm}^3$ Toplam Agregas Hacmi $1000 - (79+167+30)=724 \text{ dm}^3$	Çimento	—	250	79	79	8.75	
	İri Agregas	362×1.30	471	724×0.5	362	16.48	
	İnce Agregas	362×1.42	514	724×0.5	362	17.99	
	Su	—	167	—	167	5.85	
	Hava	—	—	—	—	—	
	Toplam	—	1402	—	—	1000	—
A6 - B3 - C3 - D3 tuvenan karışımları C=250 kg/m^3 E=200 kg/m^3 E/C=0.8 Çimento Hacmi $250/3.15=79 \text{ dm}^3$ Toplam Agregas Hacmi $1000 - (79+200+30)=691 \text{ dm}^3$	Çimento	—	250	79	79	8.75	
	İri Agregas	345.5×1.30	449	691×0.5	345.5	15.72	
	İnce Agregas	345.5×1.30	491	691×0.5	345.5	17.19	
	Su	—	200	—	—	200	7.00
	Hava	—	—	—	—	—	—
	Toplam	—	1390	—	—	1000	—

Tablo : 8 Karışım Hesapları

Karışım Numarası ve Karışım ile İlgili Bilgiler	Malzeme	Ağırlık Hesabı	Ağırlık (kg/m ³)	Hacim Hesabı	Hacim (dm ³)	0,035 m ³ için Ağırlıklar (kg)
A7 Karışımı C=250 kg/m ³ E=250 kg/m ³ E/C=1.00 Çimento Hacmi 250/3.15 = 79 dm ³ Toplam Agregaya Hacmi 1000 - (79+250+30) = 641 dm ³	Çimento	—	250	79	79	8.75
	İri Agregaya	320.5x1.30	417	641x0.5	320.5	14.60
	İnce Agregaya	320.5x1.42	455	641x0.5	320.5	15.93
	Su	—	250	—	250	8.75
	Hava	—	—	—	30	—
	Toplam	—	1372	—	1000	—
A8 Karışımı C=200 kg/m ³ E=133 kg/m ³ E/C=0.66 Çimento Hacmi 200/3.15 = 64 dm ³ Toplam Agregaya Hacmi 1000 - (64+133+30) = 773 dm ³	Çimento	—	200	64	64	7.00
	İri Agregaya	386.5x1.30	502	773x0.5	386.5	17.57
	İnce Agregaya	386.5x1.42	549	773x0.5	386.5	19.22
	Su	—	133	—	133	4.65
	Hava	—	—	—	30	—
	Toplam	—	1384	—	1000	—

Tablo : 8 Karışım Hesapları

Karışım Numarası ve Karışım ile ilgili Bilgiler	Malzeme	Ağırlık Hesabı	Ağırlık (kg/m ³)	Hacim Hesabı	Hacim (m ³)	0,035 M ³ için miktarlar (kg)
A9 - B4- C4 - D4 Karışımları C=200 kg/ m ³ E=160 kg/ m ³ F/C=0.8 Çimento Hacmi 200/3.15 = 64 m ³ Toplam Agregatı Hacmi 1000- (64+160+30) = 746 m ³	Çimento	—	200	64	64	7,00
	İri agregatı	373x1.30	485	746x0.5	373	16.98
	İnce agregatı	373x1.42	530	746x0.5	373	18.55
	Su	—	160	—	160	5.60
	Hava	—	—	—	30	—
	Toplam	—	1375	—	1000	—
	Çimento	—	200	64	64	7,00
A10 Karışımı C=200 kg/m ³ E=200 kg/m ³ F/C=1.00 Çimento Hacmi 200/3.15 = 64 m ³ Toplam Agregatı Hacmi 1000-(64+200+30) = 706 m ³	İri agregatı	353x1.30	459	706x0.5	353	16.07
	İnce agregatı	353x1.42	501	706x0.5	353	17.54
	Su	—	200	—	200	7,00
	Hava	—	—	—	30	—
	Toplam	—	1360	—	1000	—

arasında lineer bir bağıntının varlığını kabul etmek kabildir (6). Çimento dozajı artışının mukavemette ne miktarda bir artış meydana getirdiğini incelemek amacıyla değişik çimento dozlu deneme karışımları hazırlanmıştır.

Basınç mukavemetinden farklı diğer mukavemetler ve özellikle bu arada çekme mukavemeti de çimento miktarı ile birlikte artmaktadır. Çimento miktarının fazlalaşması rötreye neden olan hususlardan biridir. Rötrenin meydana getirdiği çatlaklar çekme mukavemetinin büyük değerler olmasına engel olmaktadır. Bu nedenle çimento dozajı belirli bir değeri geçtikten sonra çekme mukavemetini çimento dozajı ile birlikte artması ya çok azalmakta veya tamamen ortadan kalkmaktadır (6).

Çimento dozajı, agreganın granülometri bileşimi ile yakından ilgilidir. Genel olarak agrega karışımında ince daneler miktarı fazla ise çimento dozajı büyük olmalıdır. Çimento miktarının minimum değeri bağlayıcı madde hamuru agrega içindeki bütün boşlukları doldurmaya imkân sağlamalıdır (6).

Çimentonun ikinci etkime şekli cinsinin ve daha doğrusu mekanik mukavemetinin betonun mukavemetini değiştirmesine neden olmasıdır. Zira çimentonun mukavemetinin yüksek olması ile çimento hamuru parçalanmadan daha büyük gerilmelere maruz kalabilir ki bu da betonun mukavemetini artırır (6).

Araştırmalarda Konya Çimento Fabrikasında imal edilmiş olan katkılı portland çimentosu (KPÇ 325) kullanılmıştır. Özgül ağırlığı $3,15 \text{ kg/dm}^3$ olan çimento ile çimento dozajı $350, 300, 250, 200 \text{ kg/m}^3$ olan karışımlar yapılmıştır.

5.1.1.3. Su Miktarı

Beton üretiminde kullanılan karma suyunun şu görevleri vardır:

- a) Bağlayıcı maddenin hidratasyonunu sağlar
- b) Kum ve iri agrega tanelerini ıslatır
- c) Betonun işlenebilme özelliğinin istenilen düzeyde olmasına yardım eder.

Belirli miktar çimento, kum ve iri agrega kullanarak beton üretimi istendiği vakit en uygun gelen bir optimum su miktarı vardır ki bu miktar suyun kullanılmasıyla mukavemeti maksimum olan beton elde edilir. Optimum miktardan daha az su kullanılması halinde:

- Yeterli miktarda su bulunmamasından dolayı çimento hidratasyonunu tam bir şekilde yapamayacaktır.

- Agrega danelerinin yüzeyleri tamamen ıslanmayacak, bu dane ile çimento arasındaki aderansı zayıflayacaktır.

- Betonun işlenebilme özelliği yeterli bir düzeyde bulunmayacaktır.

Bütün bu gelişmelerin sonunda elde edilen betonun mukavemeti düşük olacaktır.

Betona konulan suyun optimum miktardan büyük olması halinde ise;

- Fazla su betonun sıkışmasına engel olarak boşlukları artıracak ve bu etkiler de mukavemetin azalmasına yol açacaktır.

Şu halde beton üretiminde en uygun gelen su miktarından daha fazla ve daha az su kullanılması daima mukavemetin azalmasıyla sonuç bulacaktır (8).

Su miktarının mukavemete tesirini incelemek, en uygun

su miktarını tayin etmek için E/C oranı değişen deneme karışimleri hazırlanmıştır.

5.2. BİMSBETONUN KARIŞTIRILMASI

Bimsbetonun karıştırılması, mukavemetini, işlenebilme özelliğini ve yapısını olumlu yönde etkileyecek şekilde yapılmalıdır. Karıştırma sırasında su miktarında, çimento miktarında, agrega granülometrisinde ve bimsbeton kıvamında değişme olmamalıdır (17). Betonun karıştırılması bir saç platform üzerinde el ile yapılmıştır. Uygun bir karışım elde etmek amacıyla, harç karışımı daire şeklinde yayılmış sonra bu karışımın ortasına iri agrega ve su katılarak tamamı karıştırılmıştır.

Briket betonun sıkıştırılması vibrasyon masası ile sağlanmıştır. Bims betonu iki tabaka olarak kalıplara dolduruldu. Kalıplar 24 saat sonra söküldü. Kalıptan çıkartılan A granülometrisindeki deneme karışimleri beton da olduğu gibi bir hafta süre ile suda bekletildi. Diğer granülometrilere deneme karışimleri bir hafta süre ile nemli çuvalarla örtülmek sureti ile korunmuştur.

6. TAZE BİMSBETONDA YAPILAN DENEYLER

6.1. TAZE BİMSBETON BİRİM HACİM AĞIRLIĞI TAYİNİ

Taze beton, betonun karıştırma işlemi bittikten sonra sahip olduğu işlenebilirliğini belirli bir değişme olmadan koruyabildiği süre içindeki halidir (16).

Taze beton birim ağırlığı tayini, her karışım için üç numunede yapılmıştır. Beton doldurulmadan önce kalıpların ağırlığı hassas olarak tartıldı (W_1). Beton kalıplara doldu-

rularak vibrasyon masasında sıkışması sağlandıktan sonra üzeri bir cetvelle silinerek tekrar tartıldı (W_2). Her numune için kalıbın ağırlığı çıkarılarak net beton ağırlığı bulundu (W_r). Daha sonra taze bimsbeton birim hacim ağırlığı, aşağıdaki formülle hesap edildi (16): Kalıbın hacmi $0,004 \text{ m}^3$ dür.

$$U_w = \frac{W_r}{V}$$

Burada;

U_w : Taze bimsbeton birim hacim ağırlığı (kg/m^3)

W_r : Taze bimsbetonun numune kalıbı içindeki net ağırlığı (kg)

V : Kalıbın hacmi (m^3)

Her karışım için bulunan taze bimsbeton birim hacim ağırlığı Tablo: 9'da gösterilmiştir.

6.2. KIVAM DENEYİ

6.2.1. ÇÖKME DENEYİ

Bimsbetonda çökme deneyi TS 2871'e göre yapılmıştır (15).

6.2.1.1. Kullanılan Aletler

-Çökme hunisi: Tabanı 203 mm, üst yüzü 102 mm çapında, yüksekliği 305 mm, metalden yapılmış kesik huni.

-Şişleme çubuğu: 60 cm boyunda ve 16 mm çapında ucu yuvarlatılmış çelik çubuk.

-Mala.

Tablo : 9 Taze Beton Birim Hacim Ağırlığı

Karışım No	Numune No	(W1) (kg)	(W2) (kg)	(W2 - W1) (kg)	(U _w) (kg/m ³)	Ortalama U _w (kg/m ³)
A ₁	1	34.300	40.400	6.10	1525	1525
	2	34.250	40.300	6.05	1513	
	3	35.000	41.150	6.15	1538	
A ₂	1	34.275	40.275	6.00	1500	1496
	2	34.200	40.200	6.00	1500	
	3	35.000	40.950	5.95	1488	
A ₃	1	34.300	40.150	5.85	1463	1446
	2	34.150	39.900	5.75	1438	
	3	35.000	40.750	5.75	1438	
A ₄	1	34.100	40.100	6.00	1500	1488
	2	34.400	40.350	5.95	1488	
	3	35.225	41.125	5.90	1475	
A ₅	1	34.500	40.000	5.50	1375	1400
	2	34.300	40.000	5.70	1425	
	3	35.100	40.700	5.60	1400	
A ₆	1	34.300	40.000	5.70	1425	1417
	2	35.050	40.700	5.65	1413	
	3	34.300	39.950	5.65	1413	
A ₇	1	35.225	40.775	5.55	1388	1388
	2	34.400	40.000	5.60	1400	
	3	34.100	39.600	5.50	1375	
A ₈	1	35.000	39.900	4.90	1225	1221
	2	34.150	38.950	4.80	1200	
	3	34.300	39.250	4.95	1238	

Table : 9 Taze Beton Birim Hacim Ağırlığı

Karışım No	Numune No	(W ₁) (kg)	(W ₂) (kg)	(W ₂ - W ₁) (kg)	(U _w) (kg/m ³)	Ortalama U _w (kg/m ³)
A ₉	1	34.200	39.700	5.50	1375	1350
	2	34.275	39.675	5.40	1350	
	3	35.000	40.300	5.30	1325	
A ₁₀	1	34.250	39.850	5.60	1400	1371
	2	34.300	39.850	5.55	1388	
	3	35.000	40.300	5.30	1325	
B ₁	1	34.300	40.500	6.20	1550	1538
	2	34.150	40.300	6.15	1538	
	3	35.000	41.100	6.10	1525	
B ₂	1	34.300	40.350	6.05	1513	1500
	2	34.200	40.200	6.00	1500	
	3	35.000	40.950	5.95	1488	
B ₃	1	34.200	39.750	5.55	1388	1413
	2	34.275	39.875	5.60	1400	
	3	33.900	39.700	5.80	1450	
B ₄	1	34.050	39.350	5.30	1325	1317
	2	34.000	39.250	5.25	1313	
	3	34.200	39.450	5.25	1313	
C ₁	1	33.200	39.350	6.15	1538	1542
	2	33.900	40.150	6.25	1563	
	3	34.300	40.400	6.10	1525	
C ₂	1	34.200	40.200	6.00	1500	1479
	2	35.000	40.900	5.90	1475	
	3	34.450	39.800	5.85	1338	

Tablo : 9 Taze Beton Birim Hacim Ağırlığı

Karışım No	Numune No	(W ₁) (kg)	(W ₂) (kg)	(W ₂ - W ₁) (kg)	(U _w) (kg/m ³)	Ortalama U _w (kg/m ³)
C3	1	34.150	39.650	5.50	1375	1346
	2	35.000	40.300	5.30	1325	
	3	34.450	39.800	5.35	1338	
C4	1	34.300	39.500	5.20	1300	1300
	2	35.050	40.200	5.15	1288	
	3	34.300	39.550	5.25	1313	
D1	1	34.200	40.400	6.20	1550	1542
	2	34.200	40.350	6.15	1538	
	3	34.450	40.600	6.15	1538	
D2	1	34.300	40.250	5.95	1488	1488
	2	35.050	41.050	6.00	1500	
	3	34.300	40.200	5.90	1475	
D3	1	34.450	40.100	5.65	1413	1412
	2	35.000	40.700	5.70	1425	
	3	34.150	39.750	5.60	1400	
D4	1	34.300	39.750	5.45	1363	1354
	2	35.000	40.500	5.50	1375	
	3	34.200	39.500	5.30	1325	
Tüvenan	1	34.200	39.900	5.70	1425	1425
	2	34.300	40.050	5.75	1438	
	3	33.900	39.550	5.65	1413	

6.2.1.2. Araştırma Metodu

Çekme hunisinin içi ıslak bir bezle silindi. Huni düz, nemli ve su emmez bir yüzey üzerine yerleştirildi.

Taze beton huniye üç tabaka halinde ve her tabaka yaklaşık huninin üçte birini dolduracak şekilde, huni tabanından yaklaşık 6.5 ~ 15 ve 30 cm olarak yerleştirildi. Yerleştirilen her tabaka 25 defa kenarlarından ortaya doğru dairesel olarak düşey bir tarzda şişlendi. Yerleştirilen alt tabaka bütün derinliğince şişlendi. Diğer tabakaların şişlenmesinde şişin bir önceki tabakaya yaklaşık 2.5 cm girecek şekilde şişlenmesine dikkat edildi. Şişleme bittikten sonra kalıbın üstü mala veya şişleme çubuğu ile tesviye edildi ve huninin etrafına dökülen beton temizlendi. Daha sonra huni saplarından tutularak yavaşça düşey olarak yukarı doğru çekildi. Taze beton yığınının yanına konan çökme hunisinin üzerine yatay olarak yerleştirilen şişleme çubuğunun alt seviyesi ile çöken taze betonun üst yüzünün ortalama yüksekliği arasındaki mesafe bir cetvel ile ölçüldü.

6.2.1.3. Sonuç

Her karışım için yapılan çökme deneylerinde çökme miktarları 0-5 mm arasında bulunmuştur.

7. BRİKET ÜZERİNDE YAPILAN DENİMLER

7.1. SERTLEŞMİŞ BİMSBETON BİRİM HACİM AĞIRLIĞI

7.1.1. ARAŞTIRMA METODU

Bu maksatla hazırlanmış 200x200x100 mm boyutlu numuneler 105 ± 5 °C'deki etüve konularak değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutuldu. Numuneler tartılarak kurutulmuş deney

numunesi ağırlığı belirlendi (G). Deney numunesi hacmi (V) 4 dm³'dür. Sertleşmiş bimsbeton birim hacim ağırlığı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır. Sonuç tam sayıdan sonra binde hanesine kadar yürütülerek bulundu (17). Bulunan değerler Tablo: 10'da gösterilmiştir.

$$d = \frac{G}{v}$$

Burada;

d : Birim hacim ağırlığı (kg/dm³)

G : Kurutulmuş deney numunesi ağırlığı (kg)

v : Deney numunesi hacmi (dm³)

dır.

7.2. BASINÇ MUKAVEMETİ TAYİNİ

7.2.1. ARAŞTIRMA METODU

Basınç mukavemeti deneyi, TS 406'ya göre 7 günlük ve 28 günlük numunelerden, her karışımdan ikişer tanesine yapılmıştır.

Deneyde kullanılacak briketlerin, yükün tesir doğrultusundaki yüzlerinin düz ve birbirine paralel olması gerektiğinden briketleri, çimento-alçı karışımı ile başlık yapıldı. Bir hacim çimento, bir hacim alçı ve yoğrulabilecek kıvama gelinceye kadar su ilave edilerek (en az 3 mm kalınlığında olmak üzere) briket yatak yüzlerine sürüldü. Bu şekilde başlık yapılan numune en az 24 saat sonra deneye tabi tutuldu (11).

Üniversal deney aletinde deneye tabi tutulan bimsbeton briketlerin basınç mukavemetleri aşağıdaki formülle bulundu.

Tablo: 10 Birim Hacim Ağırlığı

Karışım No	Numune No	Kurutulmuş Deneysel Numunesi Ağırlığı		Deneysel Numunesi Hacmi		Birim Hacim Ağırlığı (kg/dm ³)	Ortalama Birim Hacim Ağırlığı (kg/dm ³)
		(G)	(Kg)	(V)	(dm ³)		
A ₁	1	5.880		0.004		1.47	1.47
	2	5.880		"		1.47	
	3	5.850		"		1.46	
A ₂	1	5.700		"		1.43	1.43
	2	5.700		"		1.43	
	3	5.680		"		1.42	
A ₃	1	5.480		"		1.37	1.38
	2	5.500		"		1.38	
	3	5.500		"		1.38	
A ₄	1	5.650		"		1.41	1.41
	2	5.600		"		1.40	
	3	5.700		"		1.43	
A ₅	1	5.050		"		1.26	1.28
	2	5.200		"		1.30	
	3	5.150		"		1.29	
A ₆	1	5.450		"		1.36	1.36
	2	5.400		"		1.35	
	3	5.500		"		1.38	
A ₇	1	5.300		"		1.33	1.33
	2	5.350		"		1.34	
	3	5.250		"		1.31	
A ₈	1	4.250		"		1.06	1.06
	2	4.200		"		1.05	
	3	4.230		"		1.06	

Tablo:10 Birim Hacim Ağırlığı

Karışım No	Numune No	Kurutulmuş Deneş Numunesi Ağırlığı		Deneş Numunesi Haremi (V) (dm ³)	Birim Hacim Ağırlığı (kg/dm ³)	Ortalama Birim Hacim Ağırlığı (kg/dm ³)
		(G)	(kg)			
A ₉	1	5.050		0.004	1.26	1.24
	2	5.000		"	1.25	
	3	4.880		"	1.22	
A ₁₀	1	5.300		"	1.33	1.30
	2	5.250		"	1.31	
	3	5.000		"	1.25	
B ₁	1	5.780		"	1.45	1.46
	2	5.850		"	1.46	
	3	5.850		"	1.46	
B ₂	1	5.680		"	1.42	1.43
	2	5.750		"	1.44	
	3	5.750		"	1.44	
B ₃	1	5.220		"	1.31	1.33
	2	5.220		"	1.31	
	3	5.500		"	1.38	
B ₄	1	4.850		"	1.21	1.22
	2	4.900		"	1.23	
	3	4.920		"	1.23	
C ₁	1	5.750		"	1.44	1.43
	2	5.800		"	1.45	
	3	5.650		"	1.41	
C ₂	1	5.500		"	1.38	1.39
	2	5.600		"	1.40	
	3	5.550		"	1.39	

Tablo,10 Birim Hacim Ağırlığı

Karışım No	Numune No	Kurutulmuş Deney Numunesi Ağırlığı		Deney Numunesi Hacmi		Birim Hacim Ağırlığı (kg/dm ³)	Ortalama Birim Hacim Ağırlığı (kg/dm ³)
		(G)	(Kg)	(v)	(dm ³)		
C ₃	1	5.050		0.004		1.26	1.27
	2	5.150		"		1.29	
	3	5.00		"		1.25	
C ₄	1	4.850		"		1.21	1.20
	2	4.700		"		1.18	
	3	4.850		"		1.21	
D ₁	1	5.750		"		1.44	1.42
	2	5.680		"		1.42	
	3	5.650		"		1.41	
D ₂	1	5.550		"		1.39	1.38
	2	5.550		"		1.30	
	3	5.400		"		1.35	
D ₃	1	5.300		"		1.33	1.34
	2	5.350		"		1.34	
	3	5.350		"		1.34	
D ₄	1	5.200		"		1.30	1.30
	2	5.150		"		1.29	
	3	5.200		"		1.30	
Tüvenar	1	5.350		"		1.34	1.33
	2	5.300		"		1.33	
	3	5.250		"		1.31	

$$\delta_b = \frac{P_{\max}}{U \cdot g}$$

Burada;

δ_b : Basınç mukavemeti (kg/cm^2)

P_{\max} : Kırılma kuvveti (kg)

U : Briketin uzunluğu 20 cm

g : Briketin genişliği 20 cm

dir. Her karışım için 7 günlük ve 28 günlük basınç mukavemetleri Tablo: 11'de gösterilmiştir.

7.3. ÇEKME MUKAVEMETİ TAYİNİ

7.3.1. ARAŞTIRMA METODU

Çekme mukavemetinin belirlenmesinde eğilme çekme gerilmesi metodu kullanılmıştır. Bu amaçla kare kesitli prizma şeklindeki beton numuneler üzerinde eğilme deneyleri yapıldı. Betonun eğilme deneyleri için 40x40 mm kesitinde 100 mm uzunluğunda prizmalar üretilmiştir. Deneyde prizmayı kıran P_k kuvveti bulundu. Buradan M_k kırılma momenti hesaplandı. W kesitin mukavemet momenti de belirlenerek aşağıdaki formül yardımıyla çekme mukavemeti bulundu (7).

$$\delta_\zeta = \frac{M_k}{W}$$

δ_ζ : Çekme mukavemeti (kg/cm^2)

M_k : Kırılma momenti (kg/cm)

w : Kesitin mukavemet momenti (cm^3)

Her karışım için 7 günlük ve 28 günlük çekme mukavemet-

Tablo:11 Basınc Mukavemetleri

Karıştırma No	Numune No	7 Glin Sonra			28 Glin Sonra		
		Kırılma Kuvveti (Pmax) (kg)	Basınc Mukavemeti (δ_b) (kg/cm ²)	Ortalama Basınc Mukavemeti (δ_{bo}) (kg/cm ²)	Kırılma Kuvveti (Pmax) (kg)	Basınc Mukavemeti (δ_b) (kg/cm ²)	Ortalama Basınc Mukavemeti (δ_{bo}) (kg/cm ²)
A ₁	1	27 200	68	69	32800	82	81
	2	28000	70		32000	80	
	3	27600	69		32400	81	
A ₂	1	24000	60	60	32000	80	80
	2	24000	60		32000	80	
	3	24000	60		32000	80	
A ₃	1	21600	54	54	28000	70	71
	2	21600	54		28800	72	
	3	22000	55		28800	72	
A ₄	1	24000	60	61	29600	74	74
	2	24800	62		29600	74	
	3	24400	61		30000	75	
A ₅	1	20000	50	50	20800	52	52
	2	19200	48		20800	52	
	3	20800	52		20800	52	
A ₆	1	20000	50	50	27200	68	69
	2	20000	50		27600	68	
	3	20400	51		28000	70	
A ₇	1	17600	44	43	23200	58	56
	2	17600	44		22400	56	
	3	16800	42		22800	57	
A ₈	1	8000	20	18	8000	20	20
	2	6400	16		8000	20	
	3	7200	18		8400	21	

Tablo: 11 Basınc Mukavemeti

Karışım No	Numune No	7 Gün Sonra			28 Gün Sonra		
		Kırılma Kuvveti (Pmax) (Kg)	Basınc Mukavemeti (δ_b) (kg/cm ²)	Ortalama Basınc Mukavemeti (δ_{bo}) (kg/cm ²)	Kırılma Kuvveti (Pmax) (Kg)	Basınc Mukavemeti (δ_b) (kg/cm ²)	Ortalama Basınc Mukavemeti (δ_{bo}) (kg/cm ²)
A ₉	1	11200	28	28	14400	36	37
	2	11200	28		15200	38	
	3	10800	27		14800	37	
A ₁₀	1	11200	28	27	20000	50	52
	2	10400	26		20000	52	
	3	10800	27		21600	54	
B ₁	1	28400	71	71	32000	80	82
	2	28800	72		33600	84	
	3	28400	71		32800	82	
B ₂	1	22000	55	54	31200	78	77
	2	21600	54		30400	76	
	3	21600	54		30800	77	
B ₃	1	14800	37	38	20000	50	50
	2	15200	38		20400	51	
	3	15600	39		20000	50	
B ₄	1	12000	30	31	15200	38	38
	2	12800	32		15200	38	
	3	12400	31		15600	39	
C ₁	1	28800	72	73	32000	80	80
	2	29600	74		32000	80	
	3	29200	73		31600	79	
C ₂	1	24800	62	62	31200	78	79
	2	24800	62		31600	79	
	3	24800	63		32000	80	

Tablo :11 Basıncı Mukavemeti

Karışım No	Numune No	7 Gün Sonra			28 Gün Sonra		
		Kırılma Kuvveti (Pmax) (KG)	Basıncı Mukavemeti (δ_b) (KG/cm ²)	Ortalama Basıncı Mukavemeti (δ_{bo}) (KG/cm ²)	Kırılma Kuvveti (Pmax) (KG)	Basıncı Mukavemeti (δ_b) (KG/cm ²)	Ortalama Basıncı Mukavemeti (δ_{bo}) (KG/cm ²)
C ₃	1	16000	40	40	19200	48	46
	2	16800	42		18400	46	
	3	15600	39		18000	45	
C ₄	1	10000	25	25	15200	38	37
	2	9600	24		14400	36	
	3	10400	26		14400	36	
D ₁	1	18400	46	47	25600	64	64
	2	18800	47		25600	64	
	3	19200	48		26000	65	
D ₂	1	18400	46	46	22400	56	57
	2	18000	45		23200	58	
	3	18800	47		22400	56	
D ₃	1	16800	42	42	24000	60	59
	2	16800	42		23200	58	
	3	16800	42		23200	58	
D ₄	1	15600	39	38	18000	45	46
	2	14800	37		18800	47	
	3	15200	38		18400	46	
Tuvenan	1	12000	30	30	18400	46	47
	2	12400	31		19200	48	
	3	12000	30		19200	48	

leri Tablo: 12'de gösterilmiştir.

7.4. İZOLASYON KABİLİYETİNİN TAYİNİ

7.4.1. ARAŞTIRMA METODU

Mamullerin ısı iletim katsayısını tayin için kullanılan metod "sıcak düzlem" metodu olup ana prensibi, ortada bulunan bir ana ısıtıcı ile etrafındaki koruyucu ısıtıcının iki yanına yerleştirilen deney plaklarının belirli bir sürede geçirdiği ısı miktarlarının termo elemanlar vasıtası ile ölçülmesidir.

Deney için 100x90x5 cm ebadında muhtelif dozajda yapılan plaklar Selçuk Üniversitesi Müh.Mim.Fakültesi Makina Laboratuvarında yukarıda açıklanan şekilde yapılmıştır. Isı iletim katsayısı aşağıdaki formülle bulunmuştur.

$$\lambda = \frac{Q \cdot L}{\Delta t \cdot A}$$

Burada;

Q : Isıtıcı gücü (kCal/h)

L : Plak kalınlığı (m)

A : Isı geçen yüzey alanı (m²)

Δt : Plakın iç ve dış yüzey sıcaklıkları arasındaki fark (°C) dir. Bulunan değerler Tablo: 13'de gösterilmiştir.

7.4.2. SONUÇ

Bimsbeton için bulunan bu değerler birer deney numunesine uygulanmıştır. Bilindiği gibi ısı iletim katsayısına; plaktaki nemliliğin farklı olması, beton içindeki boşlukların farklı oranda olması ve deney setinden binde mertebe-

Tablo : 12 : Çekme Mukavemeti

Karışım No	Numune No	7 Gün Sonra			28 Gün Sonra		
		Kırılma Kuvveti (Pmax) (Kg)	Çekme Mukavemeti (δ_{ϕ}) (Kg/cm ²)	Ortalama Çekme Mukavemeti ($\delta_{\phi 0}$) (Kg/cm ²)	Kırılma Kuvveti (Pmax) (Kg)	Çekme Mukavemeti (δ_{ϕ}) (Kg/cm ²)	Ortalama Çekme Mukavemeti ($\delta_{\phi 0}$) (Kg/cm ²)
A ₁	1	10.700	2.50	2.44	13.200	3.09	2.98
	2	10.700	2.50		12.500	2.93	
	3	9.900	2.32		12.500	2.93	
A ₃	1	9.600	2.25	2.34	11.800	2.76	2.75
	2	10.000	2.34		11.500	2.69	
	3	10.350	2.42		12.000	2.81	
A ₅	1	9.400	2.20	2.17	11.100	2.60	2.66
	2	9.550	2.24		12.200	2.85	
	3	8.900	2.08		10.800	2.53	
A ₉	1	8.000	1.87	2.01	6.000	1.40	1.66
	2	8.900	2.08		7.500	1.76	
	3	8.900	2.08		7.800	1.82	
B ₁	1	12.400	2.90	2.67	12.800	2.99	2.87
	2	11.150	2.61		12.500	2.93	
	3	10.750	2.52		11.500	2.69	
B ₂	1	9.950	2.33	2.21	11.300	2.64	2.61
	2	9.300	2.18		11.400	2.67	
	3	9.000	2.11		10.800	2.53	
B ₃	1	6.000	1.40	1.46	9.900	2.32	2.45
	2	6.000	1.40		10.600	2.48	
	3	6.800	1.59		10.900	2.55	
B ₄	1	7.700	1.80	1.93	9.100	2.13	2.23
	2	9.150	2.14		10.000	2.34	
	3	7.900	1.85		9.500	2.22	

Tablo : 12: Çekme Mukavemeti

Karışım No	Numune No	7 Gün Sonra			28 Gün Sonra		
		Kırılma Kuvveti (Pmax)	Çekme Mukavemeti (δ_{ζ})	Ortalama Çekme Mukavemeti ($\delta_{\zeta d}$)	Kırılma Mukavemeti (Pmax)	Çekme Mukavemeti (δ_{ζ})	Ortalama Çekme Mukavemeti ($\delta_{\zeta d}$)
		(KR)	(KR/cm ²)	(KR/cm ²)	(KR)	(KR/cm ²)	(KR/cm ²)
C ₁	1	10.000	2,34	2.40	11.100	2,60	2.66
	2	9.600	2,25		10.700	2,50	
	3	11.150	2,61		12.400	2,90	
C ₂	1	9.500	2,22	2,09	10.100	2,36	2.35
	2	7.600	1,78		9.080	2,29	
	3	9.800	2,29		10.350	2,42	
C ₃	1	4.900	1,15	1.23	6.00	1,40	1.66
	2	5.800	1,36		7.80	1,83	
	3	5.100	1,19		7.50	1,75	
C ₄	1	9.500	2,22	2.16	10.250	2,40	2.35
	2	9.700	2,27		10.350	2,42	
	3	8.600	2,01		9.570	2,24	
D ₁	1	11.500	2,69	2.83	12.000	2,81	2.96
	2	12.800	2,99		13.500	2,16	
	3	12.050	2,82		12.500	2,92	
D ₂	1	11.500	2,69	2.70	12.000	2,81	2.84
	2	11.800	2,76		13.350	3,12	
	3	11.400	2,67		11.150	2,61	
D ₃	1	10.300	2,41	2.28	12.100	2,83	2.73
	2	9.550	2,23		11.500	2,69	
	3	9.400	2,20		11.400	2,67	
D ₄	1	7.250	1,70	1.83	9.500	2,22	2.26
	2	7.600	1,78		9.000	2,11	
	3	8.600	2,01		10.500	2,46	
Tuvenar	1	6.600	1,54	1.50	8.300	1,94	1.88
	2	6.700	1,57		8.000	1,87	
	3	6.000	1,40		7.900	1,85	

sinde sonuç alınabilmesi etki etmektedir. Aynı dozajda 6 numuneye uygulanacak deney daha gerçekçi sonuçlar verecektir. Ancak eldeki imkanlar dolayısıyla sadece birer deney numunesi için ısı iletim katsayıları hesaplanmıştır.

8. BİMSBETONUN YAPIDA KULLANILMA İMKANLARI VE ARAŞTIRMA SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

8.1. BİMSBETONUN YAPIDA KULLANILMA İMKANLARI

a) Bimsbeton hafifliğinden dolayı zemin mukavemetinin fazla olmadığı yerlerde, taşıyıcı eleman olmadan kullanıldığı gibi hafiflik arzulanan yerlerde dolgu betonu olarak ve hazır malzemeler imalinde kullanılmaktadır.

b) Isı izolanlığı bakımından bimsbeton teraslarda, çatılarda, sınai tesisler ve fabrikalarda, klimatizasyon tesislerinde, soğuk hava depolarında ve yine ısı tecridi için imal edilecek hazır malzemelerin yapımında kullanılabilir(4).

8.2. ARAŞTIRMA SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

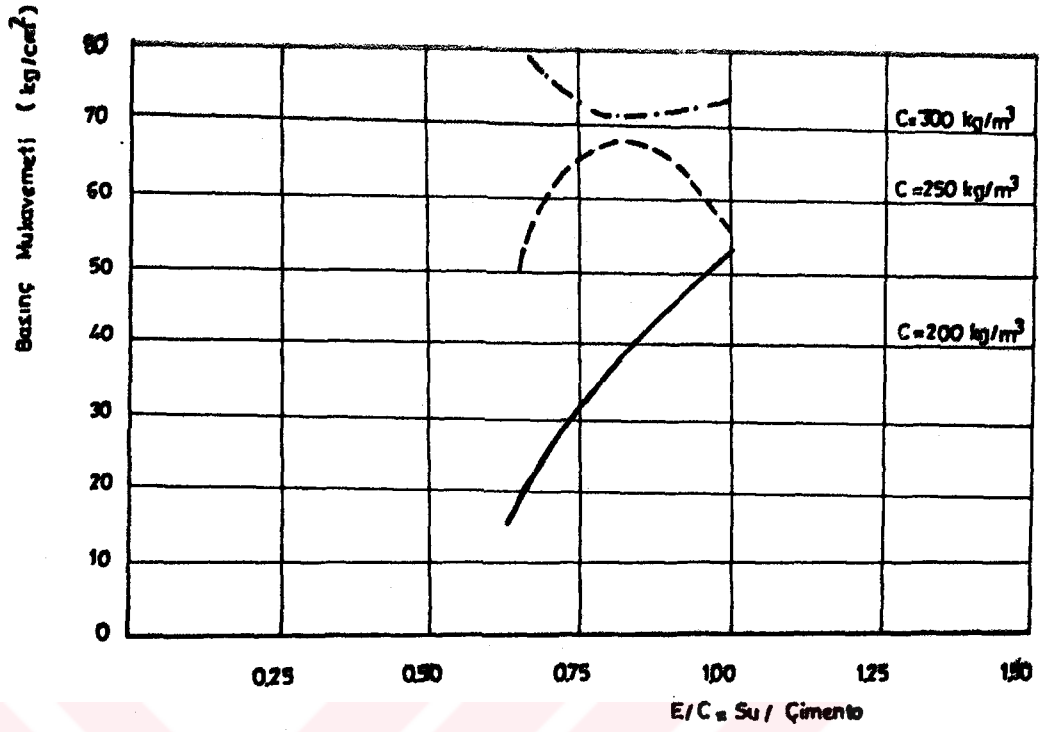
Karışımların su miktarı, çimento miktarı, E/C oranı, granülometrisi ile ilgili bilgiler ve basınç mukavemetleri, çekme mukavemetleri, birim ağırlıkları Tablo: 14'de topluca verilmiştir.

Tablo: 14'de E/C oranının basınç mukavemetine tesiri verilmiştir. Ayrıca şekil: 7'den en uygun su miktarı tayin edilebilir.

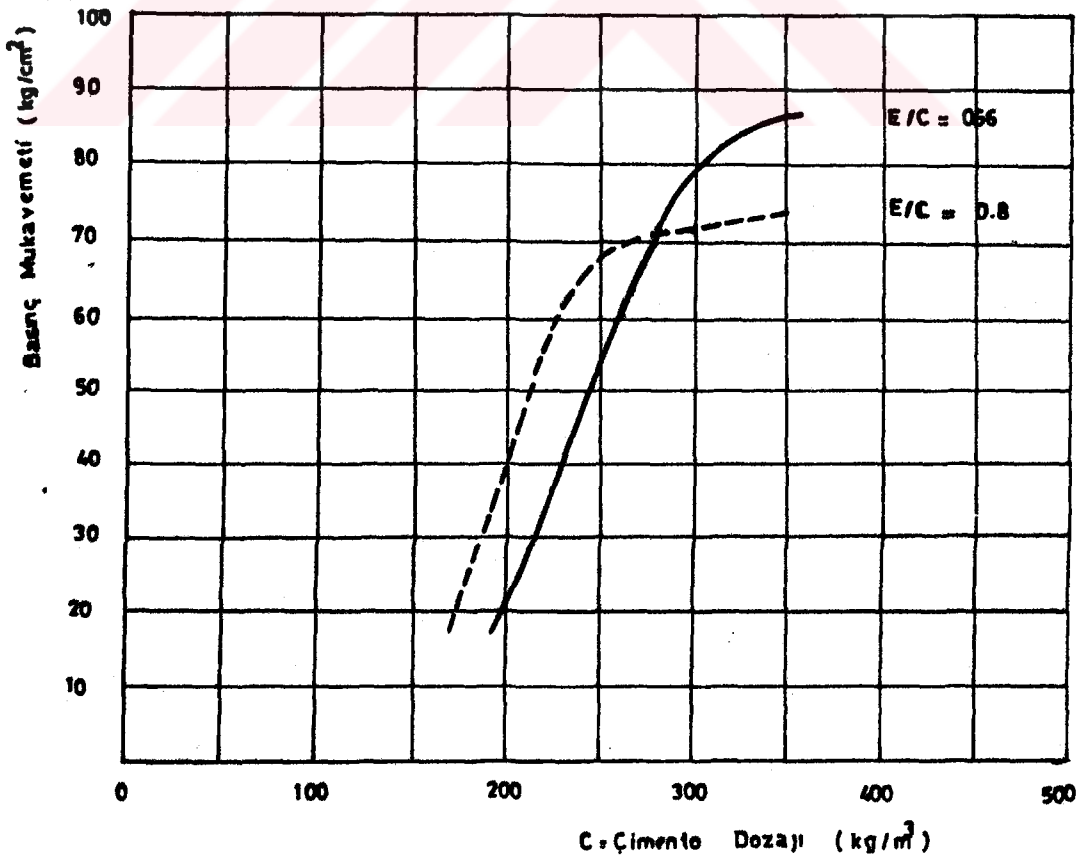
Dozaj-Basınç mukavemeti, Dozaj-Birim ağırlık arasındaki bağıntı Tablo: 14 ve şekil: 8-9'da verilmiştir. Çimento dozajının artışı ile birlikte basınç mukavemeti de artmaktadır. Ancak çimento dozajının artması maliyeti de arttıracığından

Tablo :14 Karışımın Özellikleri

Karışım No	Çimento Miktarı (C) (Kg/m ³)	Su Miktarı (E) (Kg/m ³)	E/C Oranı	Karışım Granülometrisi	Basınç Mukavemeti (28 Gün) (ϵ_b) (Kg/cm ²)	Çekme Mukavemeti (28 Gün) (δ_s) (Kg/cm ²)	Birim Ağırlık (Bb) (Kg/dm ³)
A ₁	350	233	0.66	Şekil:3	81	2,98	1,47
B ₁	350	233	0.80	Şekil:4	82	2,87	1,46
C ₁	350	233	0.80	Şekil:5	80	2,66	1,43
D ₁	350	233	0.80	Şekil:6	64	2,96	1,42
A ₂	300	200	0.66	Şekil:3	80	—	1,43
A ₃	300	240	0.80	Şekil:3	71	2,75	1,58
A ₄	300	300	1.00	Şekil:3	74	—	1,41
B ₂	300	240	0.80	Şekil:4	77	2,61	1,43
C ₂	300	240	0.80	Şekil:5	79	2,35	1,39
D ₂	300	240	0.80	Şekil:6	57	2,84	1,38
A ₅	250	167	0.66	Şekil:3	52	—	1,28
A ₆	250	200	0.80	Şekil:3	69	2,66	1,36
A ₇	250	250	1.00	Şekil:3	56	—	1,33
B ₃	250	200	0.80	Şekil:4	50	2,45	1,33
C ₃	250	200	0.80	Şekil:5	46	1,66	1,27
D ₃	250	200	0.80	Şekil:6	59	2,73	1,34
A ₈	200	133	0.66	Şekil:3	20	—	1,06
A ₉	200	160	0.80	Şekil:3	37	1,66	1,24
A ₁₀	200	200	1.00	Şekil:3	52	—	1,30
B ₄	200	160	0.80	Şekil:4	38	2,23	1,22
C ₄	200	200	0.80	Şekil:5	37	2,35	1,20
D ₄	200	160	0.80	Şekil:6	46	2,26	1,30



Şekil: 7- E/C Oranı-Basınç Mukavemeti Arasındaki Bağntı



Şekil: 8- Çimento Dozajı-Basınç Mukavemeti Arasındaki Bağntı

istenmeyen bir durumdur. İstenilen mukavemet değerine göre en uygun çimento dozajı seçilmelidir.

Dozajın artışı ile birlikte briketlerin birim ağırlığı da artmaktadır. Birim ağırlığının artışı yapının maliyetine olumsuz tesir eder. Ayrıca TS 406' da hafif beton briket için verilen sınır değer (1.60 kg/dm³) de aşılmaması istenen bir özelliktir.

Yukarıdaki incelemeye göre, çimento dozajı artınca basınç mukavemeti ve birim ağırlık artmıştır. O halde birim ağırlık artınca basınç mukavemeti de artmaktadır. Birim ağırlık-Basınç mukavemeti arasındaki bağıntı şekil: 10-11'de verilmiştir.

Çimento dozajı-çekme mukavemeti arasındaki bağıntı Tablo: 14 ve şekil: 12'de verilmiştir. Çimento dozajı arttıkça çekme mukavemeti de artmaktadır. Çekme mukavemeti / basınç mukavemeti 1/15 den az bulunmuştur. Bu ise TS 3234'de verilen limitden fazladır.

Isı iletim miktarı-çimento dozajı arasındaki bağıntı Tablo: 13 ve şekil: 13'de verilmiştir. Çimento dozajının artışı ısı iletim katsayısını artırmaktadır. Tablo: 15' de çeşitli hafif betonlar ile mukayesesi görülmektedir.

9. ARAŞTIRMA SONUÇLARININ DİĞER HAFİF BETON ÖZELLİKLERİ İLE MUKAYESESİ

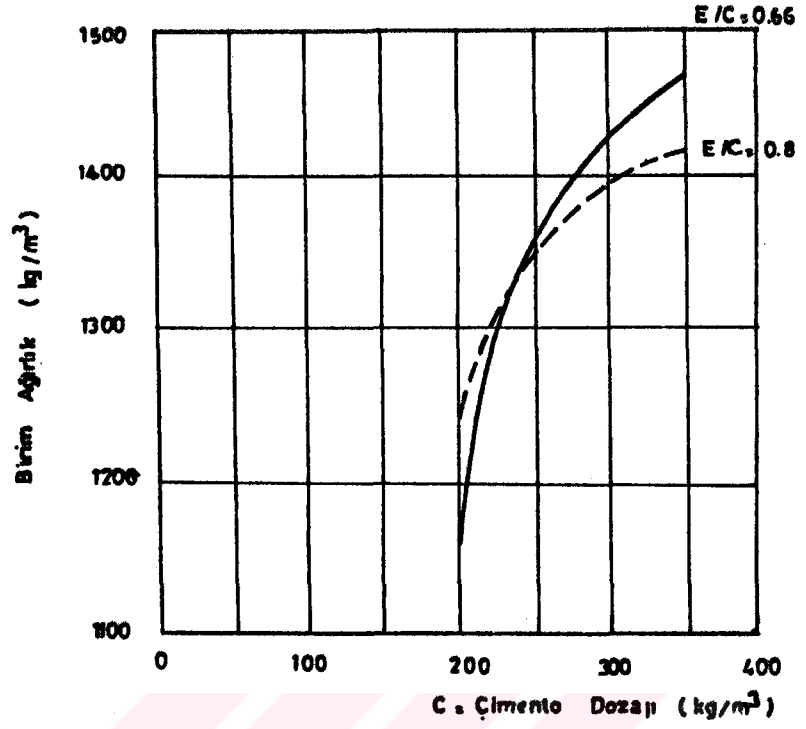
Gerek dozaj, basınç; gerekse yoğunluk ve basınç arasındaki münasebetler ile muhtelif hafif betonlarla münasebetleri şekil: 14-15' de çizilmiştir.

Burada gösterilen değerler literatürden alınmış olup araştırmalar neticesinde bulunan ve aynı şekiller üzerinde

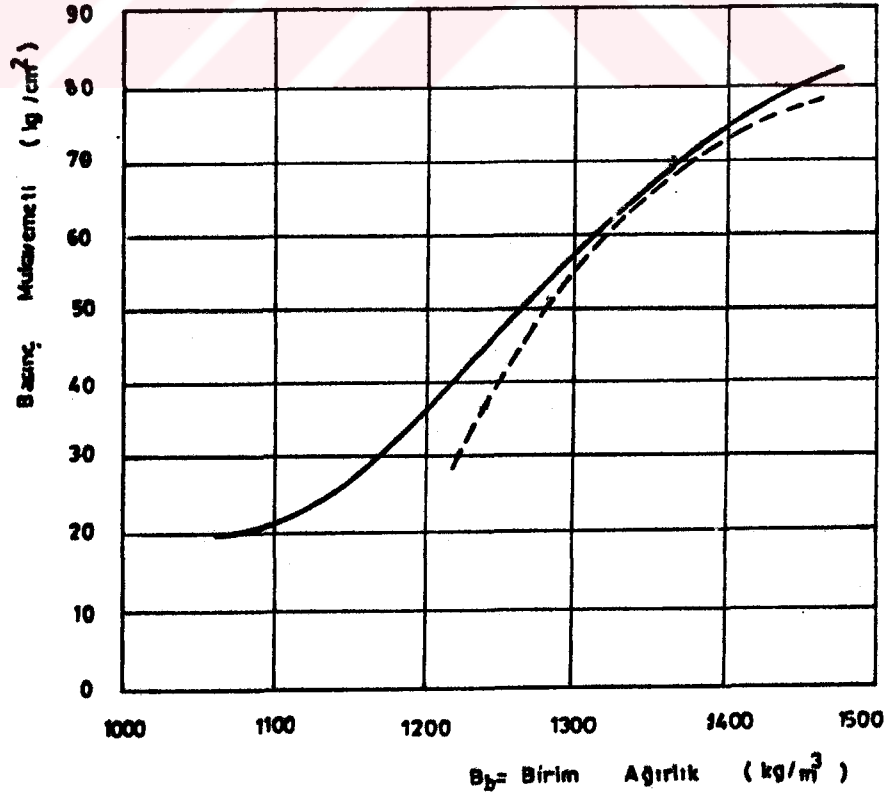
Tablo : 13 Çeşitli Hafif Betonlar ile Mukayese

Cinsi	Yoğunluk (t/m ³)	Basınç Mukavemeti (kg/cm ²)	Isı İletkenlik (Kcal/mh°C)
Oyuklu Beton :			
Ağır agrega	1,6-1,9	50-100	0,5-0,7
Hafif agrega	0,8-1,1	25-30	0,2-0,3
Hafif Agregalı Beton			
Kist ve Kil	0,9-1,6	100-100	0,2-0,4
Nevşehir Bimsi	0,9-1,34	7-90	0,23-0,52
Altınapa Bimsi (x)	1,06-1,48	20-82	0,143-0,201
Vermikülit	0,7'den az	15-35	0,07-0,15
Boşluklu Beton			
Havada Sertleşmiş	0,5-0,8	10-50	0,09-0,20
Otoklavda Sertleşmiş	0,5-0,8	20-100	0,09-0,20
Fibraglos	0,4-0,5	—	0,07-0,08

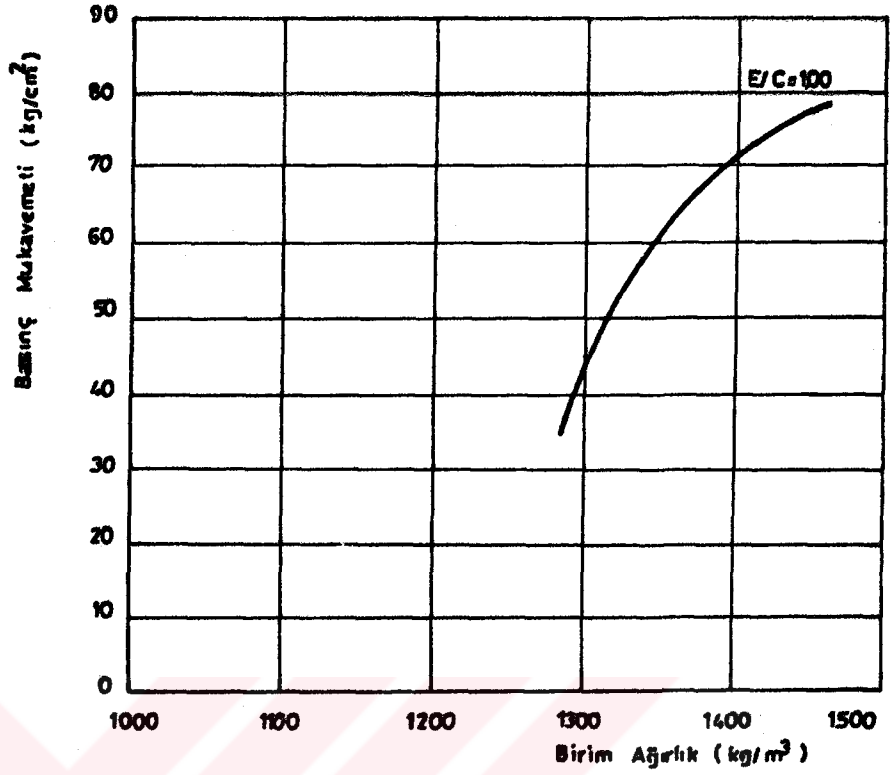
(x) Araştırmalarda çeşitli dozaj ve gradasyonlarda elde edilen değerler.



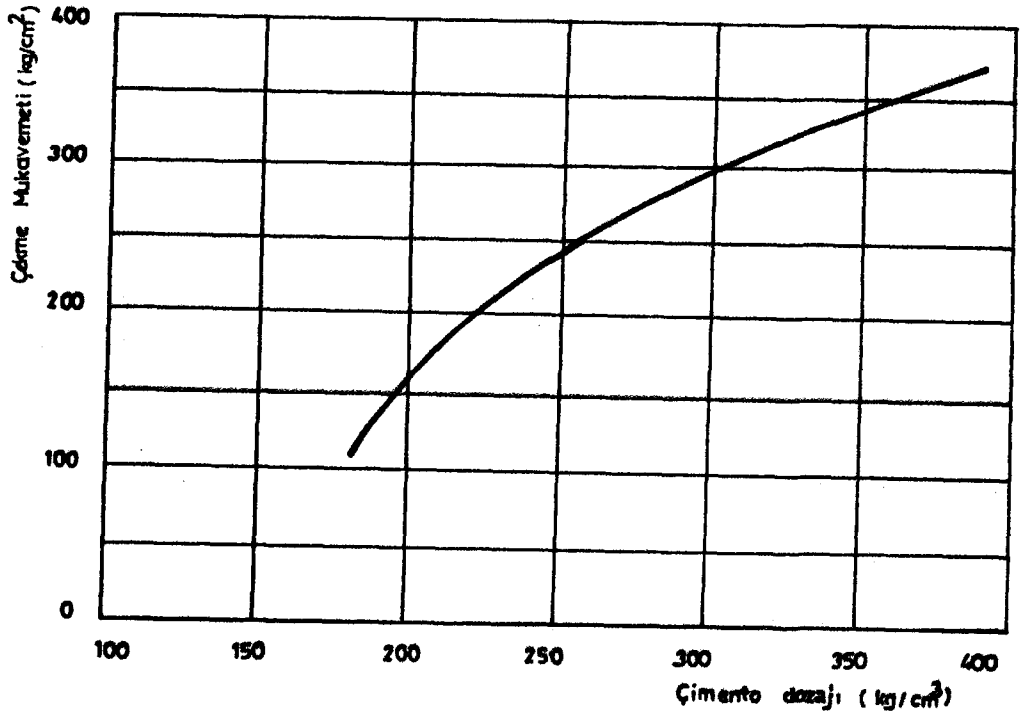
Şekil: 9- Çimento Dozajı-Birim Ağırlık Arasındaki Bağını



Şekil: 10- Birim Ağırlık-Basınç Mukavemeti Arasındaki Bağını



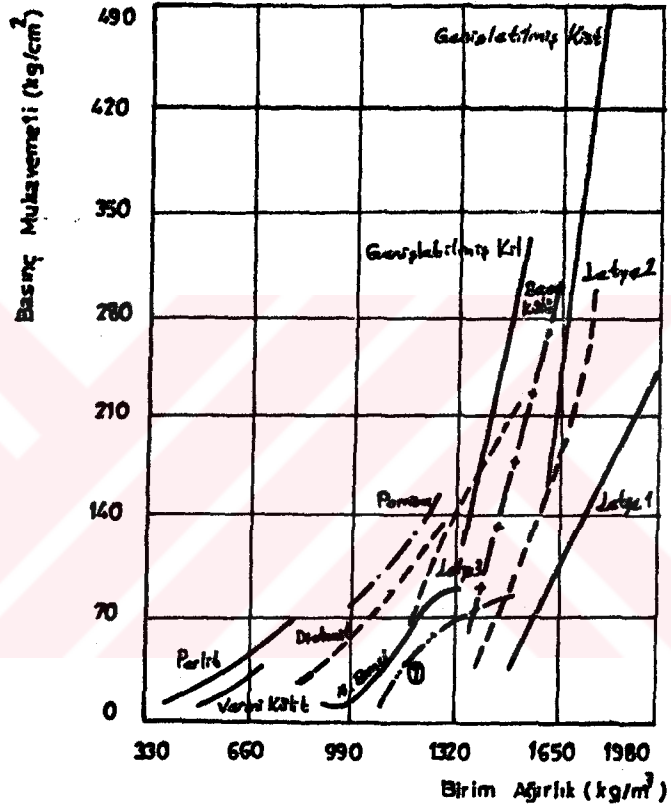
Şekil: 11- Birim Ağırlık -Basınç Mukavemeti Arasındaki Bağını



Şekil: 12- Çekme Mukavemeti-Çimento Dozajı Arasındaki Bağını

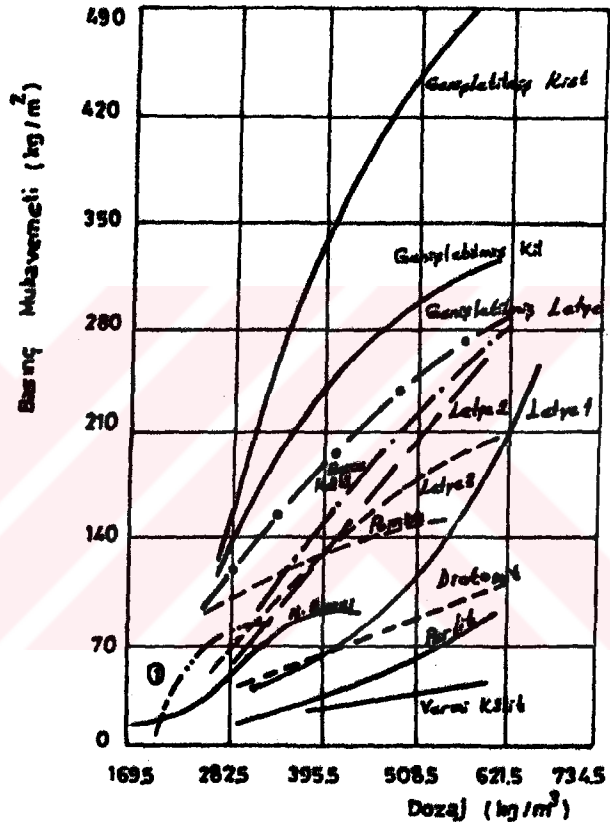


Şekil: 13- Isı İletim Miktarı-Çimento Dozajı Arasındaki Bağantı



① Altınaz Bims Agregası ile Yapılan Birikeller için Deney Değerlerinden Elde Edilen Eğri

Şekil: 14- Muhtelif Hafif Agregalı Betonların
Birim Ağırlık-Basıç Mukavemeti
Münasebetleri



① Altınapa Bims Agregası ile Yapılan Birikmeler için Deneç Değerlerinden Elde Edilen Eğri

Şekil: 15- Muhtelif Hafif Agregalı Betonların Basınç Mukavemeti- Çimento Dozajı Münasebetleri

işaretlenen değerler ayrıca belirtilmiştir.

Yine muhtelif hafif betonların yoğunluk, basınç mukavemeti ve ısı iletkenliklerini gösteren bir tablo hazırlanmıştır. Tablo: 15'de verilen bu değerlere araştırmalardan elde edilen değerler de ayrıca eklenmiştir.

Tablo: 15'de görüleceği gibi Nevşehir bimsi ile yoğunluk ve basınç mukavemeti birbirine yakın değerler taşımaktadır. Briket imalatı, Nevşehir bimsinde sıkıştırma ile Altınapa bimsinde vibrasyon ile yapılmıştır. Basınç mukavemeti sıkıştırma ile artmaktadır. Ayrıca ısı iletim katsayısı hesabında aynı metod kullanılmakla birlikte deney setlerinden ileri gelen farklılıklar bulunmaktadır. Nevşehir bimsi ısı iletim katsayısı hesabında 18x18x3 cm lik plaklar ile yapılmış, Altınapa bimsi ısı iletim katsayısı 90x100x5 cm lik plaklar ile yapılmıştır. Tablo: 15' den de görüleceği gibi Altınapa bimsinin ısı iletim katsayısı daha düşüktür.

10. ARAşTIRMA SONUÇLARININ GENEL ÖZETİ

Bims memleketimizde bilhassa Uşak, Kütahya, Ankara, Konya, Kayseri, Ürgüp, Niğde, Nevşehir, Taşpınar, Van ve Iğdir havalilerinde rastlanmaktadır. Yapıdan başka cila, poli-saj, uçaklarda ses yalıtımı, diş parlatma, ilaçtan kozmetiğe kadar çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.

Altınapa bölgesindeki bims agregasının özellikleri araştırıldı ve Altınapa Baraj dolayının jeoloji haritası Şekil: 16' da verildi. Agreganın granülometrisi; iri, ince ve tuvenan agregada sıkışık birim ağırlık; iri, ince ve tuvenan agregada gevşek birim ağırlık; özgül ağırlık ve su emme oranı tesbit edildi. Numunenin kimyasal analizi yapılarak

TS 3234' de verilen SO_3 miktarının (agregada) beton için zararlı limitler de bulunup bulunmadığı kontrol edildi. TS' lerdeki limitlere uygun olduğu görüldü. Numune hazırlamak için, TS 3234' de bimsbeton için verilen elverişli granülometrik eğrilerden faydalanılarak, dört ayrı granülometride bimsbeton imal edilerek basınç mukavemetleri, çekme mukavemetleri, birim ağırlıklar incelendi ve aralarındaki bağlantılar çıkarıldı. Belirlenen granülometrilere su/çimento oranları ve dozaj değiştirilerek hazırlanan deneme karışımlarından hafif beton briket imal edilerek, bunlar üzerinde deneyler yapıldı.

Deney sonuçlarından faydalanılarak çizilen grafikler Şekil: 7,8,9,10,11,12,13' de gösterilmiştir. Bu şekillerde;

- Su/Çimento oranı-Basınç mukavemeti,
- Dozaj-Basınç mukavemeti,
- Dozaj-Birim ağırlık,
- Basınç mukavemeti-Birim ağırlık,
- Dozaj- Çekme mukavemeti,
- Dozaj-Isı iletim miktarı,

arasındaki münasebetler grafik halinde gösterilmiştir. Şekillerin incelenmesinden anlaşılacağı gibi; dozajın artışına paralel olarak, basınç mukavemeti, çekme mukavemeti, birim ağırlık ve ısı iletim miktarı da artmaktadır. Su/çimento oranının basınç mukavemetine tesiri şekil: 7' de verilmiştir.

Yapılan deneyler sonucunda, TS 406' da tariflenen normal dayanımlı I.kalite ve normal dayanımlı II.kalite hafif beton briket imal edilebileceğini göstermiştir.

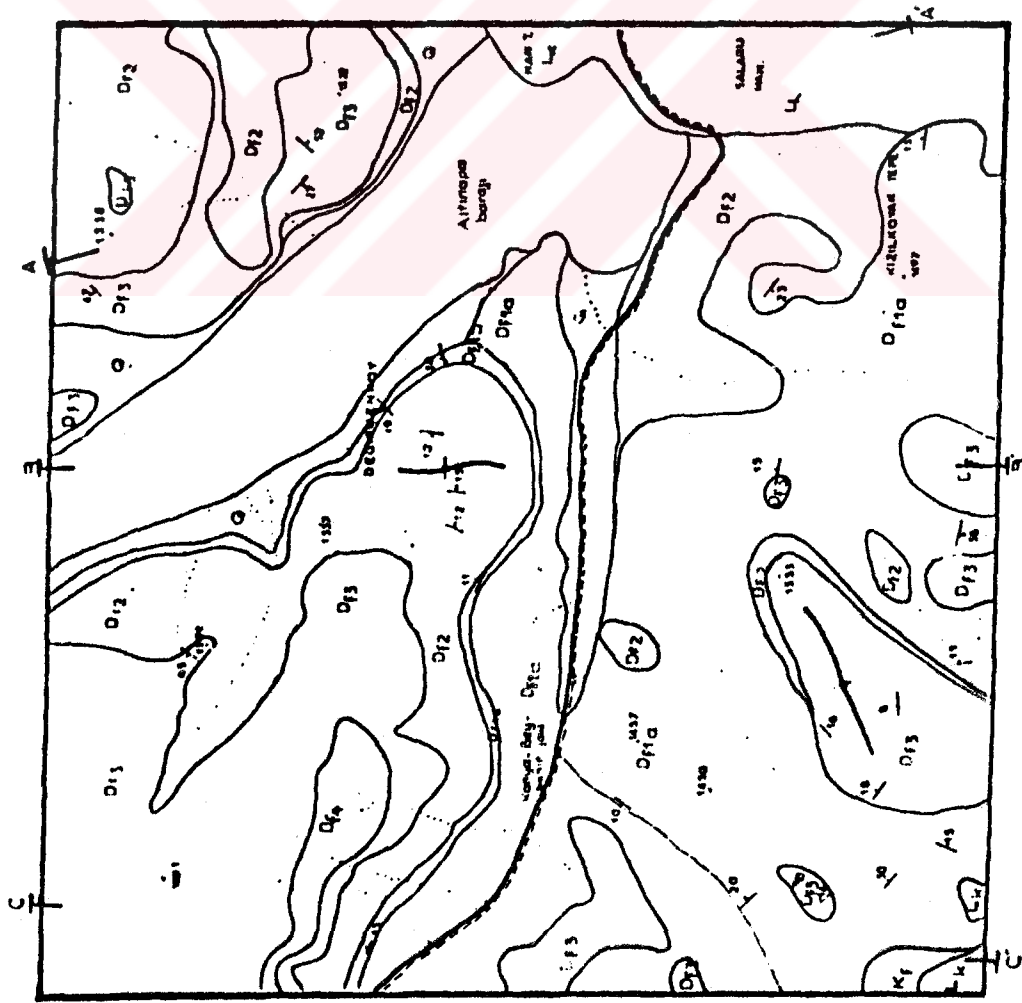
Yapıda, donatılı ve donatısız olarak kullanılan bims beton; döşeme plakları, çatı plakları, yatay duvar blokları,

düŒey duvar blokları, asmolen bloklar olarak kullanılmaktadır. Bu araştırmada bimsin hafif beton briket olarak kullanılması araştırılmıştır. Diğer alanlarda da kullanılabilceği ayrıca araştırılmalıdır.



AÇIKLAMALAR

	Dokunak
	Tabaka doyultu ve eğimi
	Sınırlama: eksen.
	Asfalt yols
	Akar dere
	Karlı dere
	Alüvyon
	Tuf - Aglomera üyesi
	Mian üyesi
	Tuf tuffit üyesi
	Fesilli kırılgan üyesi
	Konglomera üyesi
	LORANSKI KİPİCTASI
	KIZILCIREN FORMASYONU Dolarlıta arectası



Şekil: 16- Altınpaşa Baraj Dolayının Jeoloji Haritası



FAYDALANILAN KAYNAKLAR

- (1) AKBULAK, F., BAYDAR, A., ÇORUMLUOĞLU, C., IŞIK, C., "Beton ve Beton Malzemeleri", Bayındırlık Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü, Yayın No: 147, TCK Matbaası, Ankara, 1967.
- (2) BEYAZIT, Ö.L., "Beton ve Beton Deneyleri", Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, D.S.İ. Matbaası, Ankara, 1988.
- (3) BİLDİRİCİ, M., "Yapı Malzemesi Genel Özellikleri", Konya Devlet Mühendislik Mimarlık Akademisi, Yayın No:20, Konya, 1982.
- (4) ERCİYES, Y., "Bims ve Bims Betonu", İmar ve İskân Bakanlığı Yayınları, No: 5-17, Balkanoğlu Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara, 1966.
- (5) KOCATAŞKIN, F., "Yapı Malzemesi Dersleri", İ.T.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Yayınları, Yayın No: 93, İ.T.Ü. Matbaası Gümüşsuyu, 1973.
- (6) KOCATAŞKIN, F., "Yapı Malzemesi Bilimi", İ.T.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Yayınları, Arpaz Matbaacılık, İstanbul, 1975.
- (7) POSTACIOĞLU, B., "Beton" İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul, 1987.
- (8) POSTACIOĞLU, B., "Yapı Malzemesi Dersleri", İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, Sayı: 1011, İ.T.Ü. Matbaası, Gümüşsuyu, 1975.
- (9) SAMUR, H., "Karapınar Volkanik Agregasından TS 406'ya Uygun Hafif Beton Briket İmâli", Akın Matbaası, Konya, 1987.

- (10) TS 130/Nisan 1978, "Agrega Karışımlarının Elek Analizi Deneyi İçin Metod" .
- (11) TS 406/Ocak 1976, "Duvarlar İçin Beton Briketler".
- (12) TS 1114/Ocak 1976, "Hafif Agregalar (Beton İçin)".
- (13) TS 2511/Şubat 1977, "Taşıyıcı Hafif Betonların Karışım Hesap Esasları".
- (14) TS 2823/Eylül 1977, "Pimsbetondan Mamul Yapı Elemanları".
- (15) TS 2871/Aralık 1977, "Taze Beton Kıvam Deneyi".
- (16) TS 2941/Ocak 1978, "Taze Betonda Birim Ağırlık, Verim ve Hava Miktarının Ağırlık Yöntemi İle Tayini".
- (17) TS 3234/Eylül 1978, "Bimsbeton Yapım Kuralları, Karışım Hesabı ve Deney Metodları".
- (18) TS 3526/Aralık 1980, "Beton Agregalarında Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranı Tayini".
- (19) TS 3529/Aralık 1980, "Beton Agregalarının Birim Ağırlıklarının Tayini".
- (20) TS 3530/Aralık 1980, "Beton Agregalarının Dane Büyüklüğü Dağılımının Tayini".

ÖZGEÇMİŞ

1964 yılında Antalya'da doğdum. İlk, Orta ve Liseyi Denizli'de bitirdim. 1981 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Denizli Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümüne girdim. 1985 yılında mezun oldum. 1985 yılında Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümüne girdim. Halen Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktayım.

Y. G.
Yükseköğretim Kurumu
Dokümantasyon Merkezi