

3382

MADENŞEHİRİ (KONYA - KARAMAN) DOĞUSUNDAKİ  
PONZATAŞININ HAFİF BETON ÜRETİMİNDE  
KULLANABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
(YAPI EĞİTİMİ)

Osman ŞİMŞEK  
Kasım 1987

GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

T. C.  
Yükseköğretim Kurulu  
Dokümantasyon Merkezi

Bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.



Yrd. Doç. Dr. Recep KILIÇ

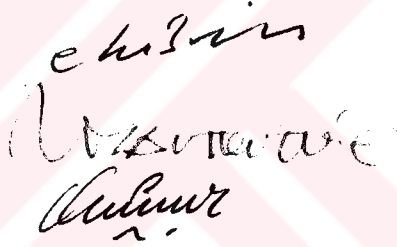
Danışman

Sınav Jürisi

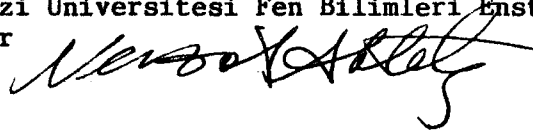
Başkan : Prof. Dr. Erkan BENLİ

Üye : Doç. Dr. Ziya UTKUTUĞ

Üye : Y. Doç. Dr. Recep KILIÇ



Bu tez Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım  
Esasına Uygundur



## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	III
ABSTRACT. ....	IV
TEŞEKKÜR.....	VI
TABLolarIN LİSTESİ.....	VII
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	VIII
BÖLÜM I	
GİRİŞ.....	1
I.1. Konunun önemi.....	2
I.2. Materyal ve Metod.....	5
I.2.a. Numunenin sahadan alınışı.....	5
I.2.b. Numuneler üzerinde uygulanan deney metodları..	5
I.2.c. Katkı maddesi.....	6
I.2.d. Bağlayıcı ve su.....	7
BÖLÜM II	
MALZEMENİN SAHADAKİ KONUMU.....	10
II.1. Ulaşım.....	10
II.2. Jeoloji.....	10
II.3. Rezerv.....	11
II.4. İşletme Özellikleri.....	12
BÖLÜM III	
PONZATAŞININ FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ VE SONUÇLARI.....	13
III.1. Deney numunesi hazırlama.....	13

III.2. Agreganın granülometrisi.....	13
III.3. Birim ağırlığı.....	19
III.4. Organik madde miktarı.....	21
III.5. İnce madde miktarı.....	21
III.6. Su emme oranı.....	22
III.7. Kızdırma kaybı.....	23
III.8. Birim hacim ağırlığı.....	24

#### BÖLÜM IV

HAFİF BETONUN HAZIRLANMASI VE ÜZERİNDE YAPILAN DENEYLER.....	26
IV.1. Hafif betonu karışım hesabı.....	26
IV.2. Karışımın hazırlanması.....	27
IV.3. Taze betonun işlenebilme özelliği ve kalıplara alınması.....	28
IV.3.a. İşlenebilme özelliği.....	28
IV.3.b. Betonun kalıplara alınması.....	28
IV.4. Sertleşmiş betonun özellikleri ve sonuçları.....	29
IV.4.a. Fiziksel özellik.....	29
IV.4.b. Mekanik özellik.....	30

#### BÖLÜM V

SONUÇ VE TARTIŞMA.....	34
ÖNERİLER.....	36
KAYNAKLAR.....	37
ÖZGEÇMİŞ.....	40

## TABLULARIN LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1. Ponzataşının kimyasal bileşimi.....	2
Tablo 2. Soma B Termik Santrali uçucu külünün teknik özellikleri .....	7
Tablo 3. Ankara katkılı portland çimentosunun teknik özellikleri.....	8
Tablo 4. Ocaklardan alınan örneklerin elek analizi sonuçları...14	
Tablo 5. Malzemelerin gevşek ve sıkışık birim ağırlığı.....	20
Tablo 6. Malzemenin su emme oranı.....	23
Tablo 7. Malzemenin birim hacim ağırlığı.....	25
Tablo 8. Beton karışımına giren malzeme oranları, basınç dayanımları ve birim ağırlıkları.....	32

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. Malzeme sahası ulaşım haritası.....	10
Şekil 2. Malzeme sahası jeoloji haritası.....	11
Şekil 3. Malzeme sahası numune yerleri haritası.....	12
Şekil 4. 1. Nolu ocak malzemesinin elek analizi grafiği.....	15
Şekil 5. 2. Nolu ocak malzemesinin elek analizi grafiği.....	16
Şekil 6. 3. Nolu ocak malzemesinin elek analizi grafiği.....	17
Şekil 7. 4. Nolu ocak malzemesinin elek analizi grafiği.....	18
Şekil 8. Çimento/ uçucu küllü betonun basınç dayanım grafiği..	33
Şekil 9. İnce agrega/ uçucu küllü betonun basınç dayanımı grafiği.....	33
Şekil 10. Çimento / uçucu küllü ince agregalı betonun basınç dayanımı.....	33

MADENŞEHİRİ (KONYA-KARAMAN) DOĞUSUNDAKİ PONZATAŞININ HAFİF  
BETON ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Osman ŞİMŞEK

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kasım 1987

ÖZET

Konya-Karaman Madenşehirli doğusundaki depolardan TS 707'ye uygun olarak alınan hafif agregaya örnekleri üzerinde TS 1114'de öngörülen; Agreganın granülometrisi, birim ağırlığı, organik madde miktarı, ince madde miktarı, su emme oranı, kızdırma kaybı ve birim hacim ağırlığı deneyleri yapılmıştır. Deney sonuçları Standard değerlere uygun, bu değerlere göre hafif beton üretiminde kullanılabilir özelliktedir.

İncelenen ponzataşı ile TS 2511'e göre taşıyıcı özellikte uygun karışım oranlarından, hafif beton elde edilmiştir. Maliyeti düşürmek ve basınç mukavemetini artırmak amacıyla, katkı maddesi olarak Soma B Termik santrali uçucu külü kullanılmıştır.

Uçucu kül ile değişik oranlarda; Çimento / uçucu kül, İnce agregaya / uçucu kül ve İnce agregaya ile çimento / uçucu kül karışımlarıyla, 15 x 15 x 15 cm.lik küp beton numuneleri dökülmüştür. Değişik oranlarla elde edilen hafif betonlardan en uygunu basınç dayanımı  $175 \text{ kN} / \text{m}^2$ , birim ağırlığı  $16,80 \text{ kN} / \text{m}^3$  olan % 35 ince agregaya / uçucu kül oranlı karışımdan elde edilmiştir.

THE INVESTIGATION OF UTILIZATION POSSIBILITY  
EAST- MADENŞEHİRİ (KONYA - KARAMAN ) PUMICE STONE  
AS LIGHT WEIGHT CONCRETE PRODUCT

(M.Sc. Thesis)

Osman ŞİMŞEK

GAZI UNIVERSITY

INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

November 1987

ABSTRACT

Light pumice stone aggregates have been collected from the eastern zone of Madenşehir (Konya - Karaman) and based on the Turkish Standard No 1114 criterias following tests have been realised on the samples:

Unit weight, organik matter content, fine matter content, water suction ratio, heating loss and unit volum weight. As the test results match very well with the standard's criteries, these material can be easily used as the aggregate of concrete.

These tested aggregates of pumice stone have good results as the beam made of light concrete according to TS 2511. To reduce the costs and to increase the strenght of compressive stress, Soma B power plant ash has been used as additive material.

Using different percentage of light ash with cement / ash, fine aggregate / ash, and fine aggregates with cement and ash mixture, sample cube cement blocks of 15 x 15 x 15 centimeters



were poured.

The most suitable light concrete obtained from these mixtures of 35% fine aggregates / light ash showed the following properties of 175 kN / m<sup>2</sup> compressive strength; 16,80 kN / m<sup>3</sup> unit weight.



## TEŞEKKÜR

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Eğitimi Bölümü Yüksek Lisans Tezi olarak hazırladığım bu çalışmada, bana bilgi ve tecrübeleri ile yardımcı olan, araştırmalarımı yönlendiren tez danışmanım sayın Yard. Doç. Dr Recep Kılıç'a teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmamda her türlü kolaylığı sağlayan, maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen, Yapı Eğitimi Bölüm Başkanı sayın Prof. Dr. Erkan Benli'ye öğretim üyesi sayın Yard. Doç. Dr. M. Haluk Çelik'e ve öğretim görevlisi sayın Orhan Uysal'a teşekkür ederim.

## BÖLÜM I

### GİRİŞ

Gelişmekte olan ülkemizde konut açığının mevcut olduğu bilinen bir gerçektir. Bu açık toplu konut organizasyonu ile kapatılmaya çalışılmaktadır. Konut üretiminde yeterince sağlamlık ve ekonomi istenilen özelliklerin başında gelmektedir. Ayrıca kullanılan yapı malzemelerinin özellikle ekonomik olması ön planda tutulmaktadır. Bu sebeplerden yapı malzemesi araştırmaları devam etmektedir.

Gelişmiş ülkelerde olduğu gibi en uygun çözüm inşaat sahasına en yakın bölgede bulunan malzemelerle yapı elamanları üretmektir.

İnşaatlarda en çok kullanılan malzeme yoğun agrega, çimento ve su'dan meydana gelen betondur. Betonun yerini alabilecek aynı özelliklere sahip ve daha ucuz malzeme araştırmaları değişik kurumlar tarafından yapılmaktadır. Bu konuda çok önceki yıllardan beri çeşitli suni ve doğal hafif agregalarla yoğunluğu normal betona göre az olan hafif beton üretilmektedir. Genellikle bu betonlar artık maddeleri değerlendirmek amacı ile ısı ve ses yalıtımı yada dolguda kullanılarak başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Bu betonlar meydana geldikleri agregalara göre; yüksek fırın curufu betonu, kömür curufu betonu, genleştirilmiş kil ve perlit betonu, uçucu kül betonu, odun talaşı betonu, tuf

betonu, ahşap yongalı betonlar ve diatomit betonu gibi.

Ponzataşı volkanik patlamalar sonucunda ani soğuması ile bünyesinde bulunan buhar ve gazların uzaklaşması sonucu boşluklu bir yapı kazanan volkanik bir taştır (1). Ponzataşının kimyasal bileşimi genel olarak Tablo 1'de verilen limitler arasındadır (1,2).

Tablo 1: Ponzataşının kimyasal bileşimi

	min %	max %
SiO <sub>2</sub> .....	65	75
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	9	20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1	3
CaO .....	1	3
Mg O .....	0,8	3
SO <sub>3</sub> .....	-	0,5
Diğerleri.....	-	7,5
Kızdırma kaybı.....	-	5

Bu çalışmanın amacı Konya- Karaman Madenşehiri Ponzataşı agregasının taşıyıcı hafif beton üretimine uygunluğunun araştırmaktır. Betona taşıyıcı özellik kazandırırken, ekonomi ve yalıtım özelliğide gözönüne alındığından termik santral uçucu külü katkı maddesi olarak kullanılmıştır.

### I.1. Konunun Önemi

Gelişmiş ülkeler son yirmi yıl içerisinde, hafif beton teknolojilerini geliştirerek kullanım alanlarını artırmışlardır. Hafif betonun hızlı bir şekilde yaygınlaştığı ülkeler; İtalya, Batı Almanya, Belçika, Hollanda, ABD, İngiltere,

Fransa ve Japonya' dır(3).

Hafif beton üretiminde en çok ponzataşı agregası kullanılmaktadır. Bu malzemenin tane dağılımı düzensiz bir granülometriye sahip olmasına rağmen kırma ve eleme işleminden sonra beton agregası olarak kullanılabilir özelliktedir. Dünya' da, beton agregası olarak yılda 15,000,000 ton tüketilmektedir (4). Almanya' da hafif yapı malzemesi üretiminde ponzataşı ilk sırayı almaktadır (3). İtalya ponzataşından UNI 6556 standardına uygun E-450 sınıfında taşıyıcı özelliğe sahip hafif beton üretmektedir (2).

Kaliteli doğal hafif agrega sıkıntısı çeken Fransa bu gün çeşitli metodlarla suni hafif agrega üreterek pilot inşaatlar yapmaktadır (5).

Türkiye'nin bazı bölgelerinde kaliteli yoğun agrega sıkıntısı çekilmekte veya pahalıya mal olmaktadır. Bu nedenle üretilen konutlarda istenilen özellikler sağlanamamaktadır. Sağlıksız konut yapımının neticesi olarak deprem kuşağında olan bölgelerde düşük şiddetli depremlerde istenmeyen neticelerle karşılaşılmaktadır. Hafif betonun yaygın olduğu ülkelerde ise aynı şiddetli depremlerden daha az etkilenmektedirler.

Ülkemiz, ponza agregası bakımından Dünyanın en kaliteli ve zengin rezervine sahiptir (6). Hafif agrega olarak kullanılan tabii malzemelerin başında ponzataşı gelmektedir. Ponzataşı Türkiye'de dış pazarlara ihraç edilmekte veya çeşitli sınıai kuruluşlarında değişik amaçlarda kullanılmaktadır. Günümüzde

işletilmekte olan mevcut ponzataşı yatakları; Kayseri- Develi (Pusatlı, Şahmelek), Kayseri (Talas, Reşadiye, Gömeç köy), Nide (Gölcük), Nevşehir- Ürgüp(Ayaktaşı, Derinkuyu, Cemil ve Bogaz köy), Ağrı- Patnos(Sarısu), Bitlis- Tatvan, Adilcevaz ve Ahlat(Sor köy), Muş(Bulancak ve Karahasan nahyesi), Kars- Iğdır, Van(Alay, Avis ve Mollakasım köyleri) ve Van- Erciş (3,4,7).

Bu kadar yaygın olarak bulunan malzeme inşaat alanında yeterince değerlendirilmemektedir. Halbuki hafif agrega ile yapılan betonların normal betona göre sayısız üstünlükleri vardır. Bu üstünlükler;

\* Bina elamanlarının ölü yükü az olacağından kesit küçülmesinden malzeme tasarrufu ve hacim genişlemesi sağlanacaktır.

\* Yoğunluğunun az olmasından dolayı depremlerden az etkilenerek can ve mal kaybı daha az olacaktır.

\* Isı ve ses yalıtkanlığı daha iyidir. İkinci bir yalıtıma gerek olmayacaktır (3).

\* Yangına karşı dayanımı daha fazladır (8).

\* Normal agregaya göre su emme oranı yüksektir. Fakat agreganın içindeki gözeneklerin tamamı su ile dolmadığı için buzlanmadan meydana gelebilecek genişmeden etkilenmez. Bu özelliğinden

dolayı hafif betonun donmaya karşı dayanımı yüksektir (3).

\* Hafif betonla kış aylarında beton dökmek mümkün olduğundan önemli bir zaman kazanılmış olacaktır.

## I.2. Materyal ve Metod

Çalışmanın materyali, Konya - Karaman Madenşehiri doğusundan alınan ponzataşı örnekleridir. Ayrıca beton üretiminde katkı maddesi olarak Manisa- Soma B Termik Santrali uçucu külü, bağlayıcı olarak da Ankara Katkılı Portland Çimentosu kullanılmıştır.

### I.2.a. Numunenin sahadan alınışı

Numune sahadan," TS 707. Beton Agregalarından Numune Alma ve Deney Numunesi Hazırlama Yöntemi", Türk Standardı'na uygun olarak, malzemenin sahadaki dağılımı dikkate alınarak 8 adet tabii yarma ve 9 adet numune kuyusu olmak üzere şekil 3'de görülen noktalar tesbit edilmiştir. Açılan 17 adet numune kuyusu ve tabii yarma dan malzeme dağılımının homojen olduğu gözlenmiştir. Benzer sahalardan dolayı numune sayısı 6 adet tabii yarma ve 4 adet numune kuyusu olmak üzere toplam 10 adet alınmıştır. Her kuyu ve yarmadan işletme derinliğinin bir kez alt üçte biri, bir kezde üst üçte biri içinde kalacak şekilde yaklaşık eşit miktarlarda 20 kg.lık agrega numunesi alınmıştır (9). Kuyu ve yarmaların boy kesitleri çizilmiştir.

Malzemenin rezervi jeoloji haritası üzerinde planimetre ile yapılan hesaplama neticesi bulunmuştur (10).

### I.2.b. Numuneler üzerinde uygulanan deney metodları

Malzemenin TS 1114' de öngörülen Fiziksel özellikleri, taze ve sertleşmiş beton deneyleri Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Malzemesi Laboratuvarında yapılmıştır.

- \* Granülometrik analiz; TS 3530 ve DIN 4226 Standardına göre,
- \* Birim ağırlık; Sıkışık ve Gevşek olarak TS 3529 ve DIN 4226 Standardına göre yapılmıştır.
- \* Organik madde miktarı; DIN 4226 Standardına göre, %3 lük Sodyum Hidroksit çözeltisi ile Renk tayini metoduyla yapılmıştır.
- \* Su emme oranı; DIN 4226 Standardına göre 30 dakika su emdirme metoduyla yapılmıştır.
- \* İnce madde miktarı; TS 3527 ve DIN 4226 Standardına göre, yıkama metoduyla yapılmıştır.
- \* Kızdırma kaybı; TS 1114'e göre, yakma metoduyla yapılmıştır.
- \* Birim hacim ağırlık; DIN 4226 Standardına göre , su ile yerdeğiştirme metoduyla yapılmıştır.
- \* Taze betonda kıvam; TS 2871 Standardına göre çökme hunisi metoduyla yapılmıştır.
- \* Sertleşmiş betonda basınç dayanımı; TS 3114 Standardına göre yapılmıştır.

#### I.2.c. Katkı maddesi

Katkı maddesi olarak uçucu kül kullanmıştır. Türkiye' de yaklaşık olarak Termik Santrallerden yılda 8.500.000 ton artık madde olarak uçucu kül elde edilmektedir (11). Uçucu kül endüstri kuruluşlarına sorun olmakta ve çevre kirliliğine yol açmaktadır. Artık malzeme olan uçucu külün değerlendirilmesi amacıyla yerli ve yabancı bilim adamlarınca çalışmalar yapılmaktadır. Bir bağlayıcı ile birlikte kullanıldığında puzzolanik özelliğe sahip olan uçucu kül yapı elamanı üretiminde maliyeti düşürmektedir (12).

Dünya'da gelişmiş bir çok ülkelerde uçucu kül değişik yapı



elamanı üretiminde değerlendirilmektedir. Genellikle çimento katkı maddesi, dolgu maddesi olarak ayrıca tuğla yapımında, hafif agrega, kompakt beton, gaz beton üretiminde ve karayollarında yol stabilizasyonunda kullanılmaktadır. Ancak Türkiye'de kullanımı henüz yaygın değildir. Yıllık uçucu kül üretiminin % 7,7'si çimento katkı maddesi olarak ve kompakt beton imalinde tüketilmekte geriye kalan kısım atılmaktadır. Buna karşılık Danimarka'da yıllık üretiminin % 67,5'u çeşitli alanlarda kullanılmaktadır (12).

Bu çalışmada Soma B Termik santrali uçucu külü kullanılarak çimento ve ince agrega oranları yüzde olarak azaltılmıştır. Azaltılan malzeme oranı kadar uçucu kül kullanılmıştır. Böylece karışıma giren çimento miktarının azalması ile yapı malzemesinin ekonomik olması amaçlanmıştır.

Uçucu küllerin özgül ağırlıkları çimentoya göre daha az olması, hafif beton elde edilmesinin diğer bir avantajı olmaktadır. Bu küller genellikle düşük kalorili linyitlerin yakılmasıyla elde edilmektedir. Linyit damarlarına göre kimyasal yapısı değişiklik göstermektedir. Bazen kimyasal yapıları standard limitleri dışına çıkabilmektedir. Bunun için her partinin kimyasal analizi mutlaka yapılmalıdır.

Soma B Termik Santralına ait uçucu külün Tablo 2'de verilen kimyasal analizi Türk Standartları Enstitüsü Laboratuvarında yapılmıştır.

Tablo 2: Soma B Termik Santrali uçucu külünün teknik özellikleri

KİMYASAL ANALİZ	LAB. SONUCU	STANDARD LİMİT
$SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$	% 82,16	En az % 70
MgO	% 2,69	En çok % 5,0
SO <sub>3</sub>	% 3,80	En çok % 5,0
Rutubet	% 0,82	En çok % 3,0
Kızdırma Kaybı	% 1,67	En çok % 10,0
Diğerleri	% 10,95	
FİZİKSEL ÖZELLİKLER	LAB SONUCU	STANDARD LİMİT
Özgül Ağırlık	2,39 kg/dm <sup>3</sup>	—
Özgül Yüzey	30200 m <sup>2</sup> /g	En az 30000 m <sup>2</sup> /g
200mm Elek üstünde kalan	% 2,2	En çok % 3
90mm " " "	% 7,8	En çok % 8

## I.2.d. Bağlayıcı ve Su

Türkiye'de yaygın olarak katkıli portlant çimento-  
tösu üretilmekte ve genelliklede inşaatlarda bu çimento  
kullanılmaktadır. Bunun için bu beton karışımında bağlayıcı  
olarak Ankara Katkıli Portlant Çimentosu (TS 19. KPÇ 325)  
kullanılmıştır. Çimento üzeride TS 24 ve TS 639 'a göre yapılması  
öngörülen deneyler Ankara Çimento Fabrikasında yaptırılmıştır,  
elde edilen değerler Tablo 3'de verilmiştir.

Beton karışımında kullanılacak su çimentoya zararlı  
olacak organik madde ve madeni tuzları ihtiva etmeyen sular  
kullanılması öngörülmektedir (11). Karışımında Ankara şehir  
şebekesi suyu kullanılmıştır.

Tablo 3: Ankara katkılı portland çimentosu teknik özellikleri.

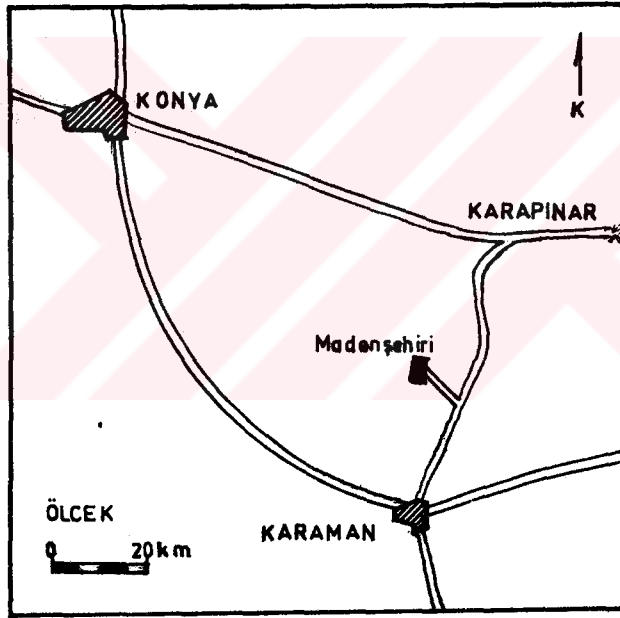
KİMYASAL ANALİZ	% nemli		FİZİKSEL ÖZELLİKLER
	min	max	
Silisyum dioksit ( $SiO_2$ )	15.00	23.00	Özgül ağırlık 3.05kg/dm <sup>3</sup>
Aluminyum oksit ( $Al_2O_3$ )	6.00	7.50	Özgül yüzey 2200 cm <sup>2</sup> /g
Demir oksit ( $Fe_2O_3$ )	3.00	4.00	İncelik
Kalsiyum oksit (CaO)	64.00	67.00	900 Delikli elek üstünde kalan%
Magnezyum oksit(MgO)	1.00	5.00	4900 " " " %14
Kükürt trioksit ( $SO_3$ )	0.50	3.00	Priz başlangıcı 1 saat
Serbet kireç (CaO)	-	2.00	Priz sonu 10 saat
Kızdırma kaybı	-	4.00	Basınç dayanımı
Çözülmeyen Rakiye	-	10.00	7 Günlük 210 kgf/cm <sup>2</sup>
Sodyum oksit ve Potasyum oksit Na O + 0.685K O	-	5.00	28 " 325 kgf/cm <sup>2</sup>
Trikalsiyum silikat ( $3CaSiO_2$ )	45.00	55.00	Cer dayanımı
Dikalsiyum silikat ( $2CaOSiO_2$ )	15.00	20.00	7 Günlük 40 kgf/cm <sup>2</sup>
Tetra kalsiyum alumina- Ferrit ( $4CaOAl_2O_3Fe_2O_3$ )	15.00	20.00	28 " 55 kgf/cm <sup>2</sup> LeChatolya Deneyi Şişme toplama (c-a) 100 mm

## BÖLÜM II

### MALZEMENİN SAHADAKİ KONUMU

#### II.1. Ulaşım

Malzeme sahası Madenşehirinin 2 km. doğusundadır. Madenşehir, Karaman - Karapınar karayolu güzergahı üzerinden toplam 32 km. uzaklıktadır. Bu mesafenin 8 km. si asfaltdır. Malzeme sahasının Konya il merkezine uzaklığı 135 km. dir (şekil 1)



Şekil 1: Malzeme Sahası Ulaşım Haritası

#### II.2. Jeoloji

Bölgede temeli oluşturan en yaşlı birim gri, beyazımsı renkte bol kalsit damarlı kristalize kireçtaşıdır. Şekil 2'deki jeoloji haritasında görüldüğü gibi inceleme alanının kuzeydogusunda yüzeylenmektedir. Orta Miyosende faaliyete geçen Kızıldağ





## BÖLÜM III

### PONZATAŞININ FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ ve SONUÇLARI

#### III.1. Deney Numunesi Hazırlama

Her ocağı temsil eden birden fazla malzeme numunelerinin aynı özellikte olduğu gözlenmiştir. Böylece her ocak için numune sayısı bire indirilmiştir.

Deneye tabii tutulacak numune miktarı çeyrekleme yöntemiyle alınmıştır (9). Malzemenin her elek üstünde kalan kısmı tek tek deneye tabii tutulmuş, deneylerde ASTM elek serisi kullanılmıştır.

#### III.2. Agreganın Granülometrisi (Elek analizi)

Elek analizi için 3 kg. numune alınmıştır. Numuneler üzerinde iki ayrı elek analizi yapılmıştır. Birinci elek analizinde tüvenan malzemenin maksimum tane boyutu ve elekler üzerinde dağılımı tesbit edilerek, ocaktaki malzemenin granülometrisi hakkında fikir sahibi olunmuştur.

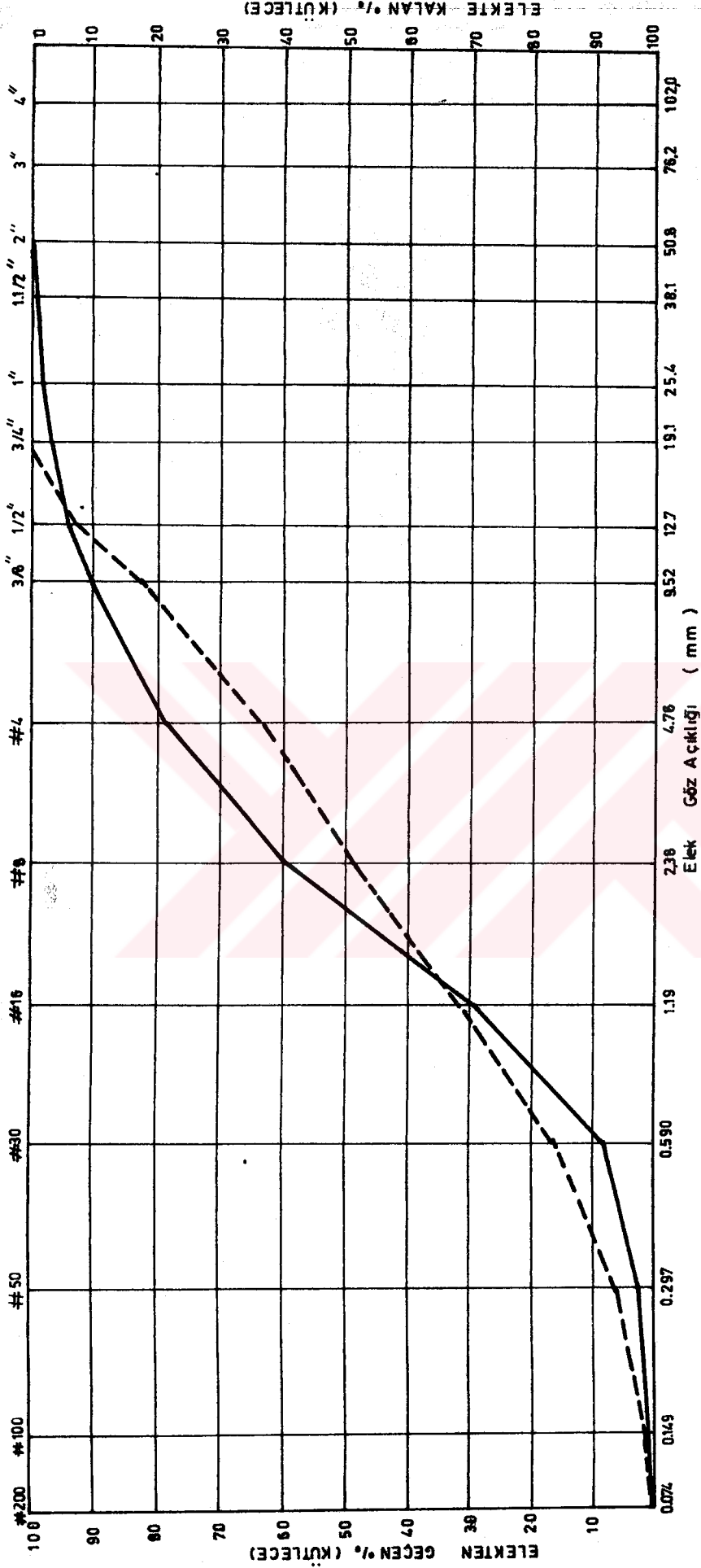
İkinci elek analizi karışım için seçilen maksimum 3/4" tane boyutuna göre, ince malzeme hacimce % 50 oranında karıştırılarak elek analizi yapılmıştır. Bu işleme düzenlenmiş granülometride denilmektedir.

Her elek üstünde kalan agrega tartılarak kümülatif % kalan hesaplanmış Tablo 4. Buna bağlı grafikler şekil 4,5,6 ve 7 dir.

Tablo 4: Ocaklardan alınan örneklerin elek analizi sonuçları.

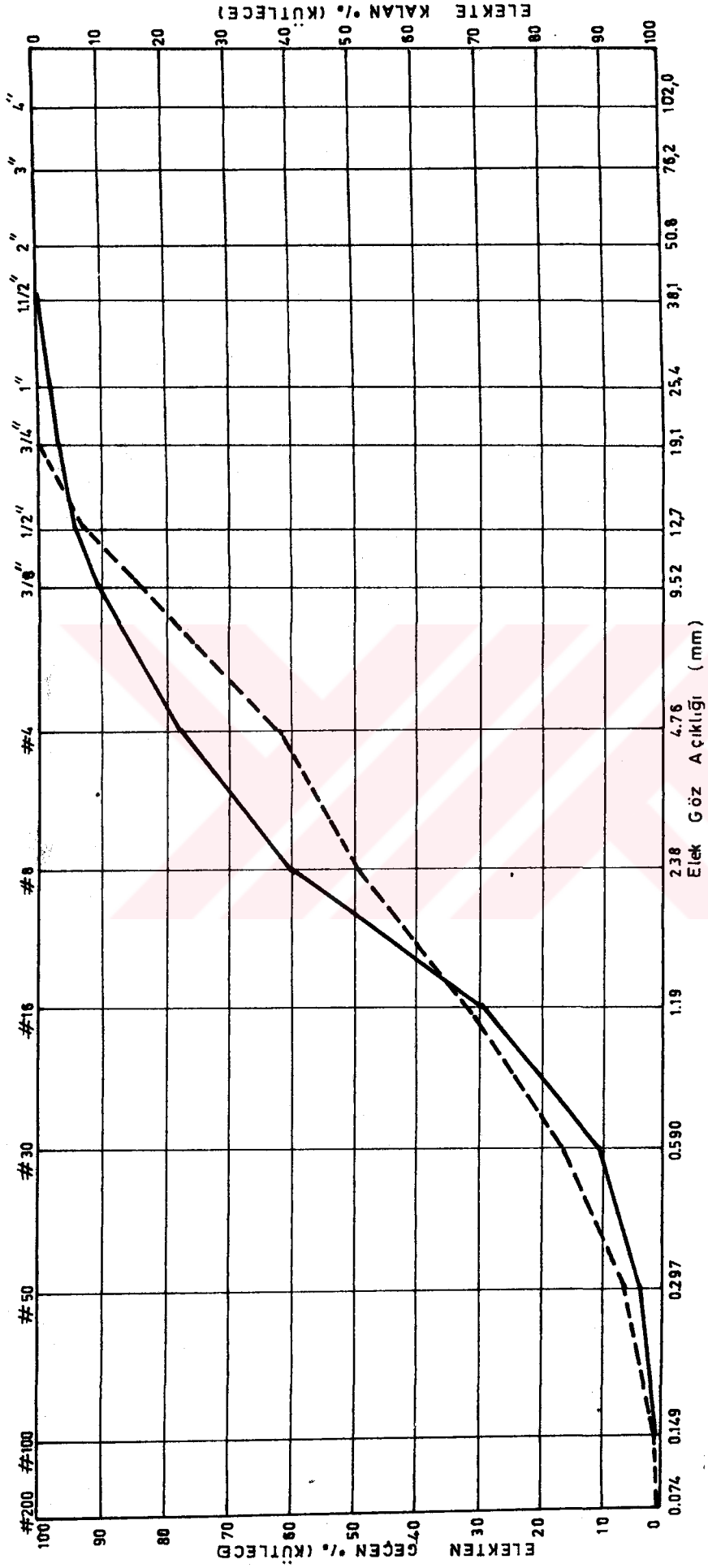
ELEK NO (inç)	OCAK TÜVENANI MALZEME				DÜZENLENMİŞ MALZEME			
	% TOPLAM ELEK ÜSTÜNDE KALAN				% TOPLAM ELEK ÜSTÜNDE KALAN			
	1.0cak	2.0cak	3.0cak	4.0cak	1.0cak	2.0cak	3.0cak	4.0cak
2	—	—	—	—	—	—	—	—
1 1/2	1.00	—	0.80	1.10	—	—	—	—
1	1.88	2.05	2.20	1.95	—	—	—	—
3/4	3.12	3.35	3.50	2.54	—	—	—	—
1/2	6.26	6.41	7.10	5.28	6.50	7.10	6.70	6.40
3/8	9.42	9.20	9.10	10.10	16.70	15.90	16.20	17.10
№4	21.40	22.30	21.05	24.00	35.80	38.30	36.70	36.10
№8	40.44	39.80	40.20	42.20	51.60	50.20	49.90	51.20
№16	70.28	70.50	72.10	65.15	68.50	67.90	67.70	68.40
№30	90.88	88.90	90.00	92.10	82.60	80.60	81.20	82.20
№50	96.72	95.80	95.40	94.25	93.40	92.80	90.95	92.20
№100	98.26	98.50	97.70	96.46	98.40	98.10	98.70	98.10
№200	99.12	99.25	99.10	98.55	99.70	99.80	99.60	99.75
İncecik Modülü	5.40	5.36	5.38	5.33	5.50	5.51	5.48	5.50



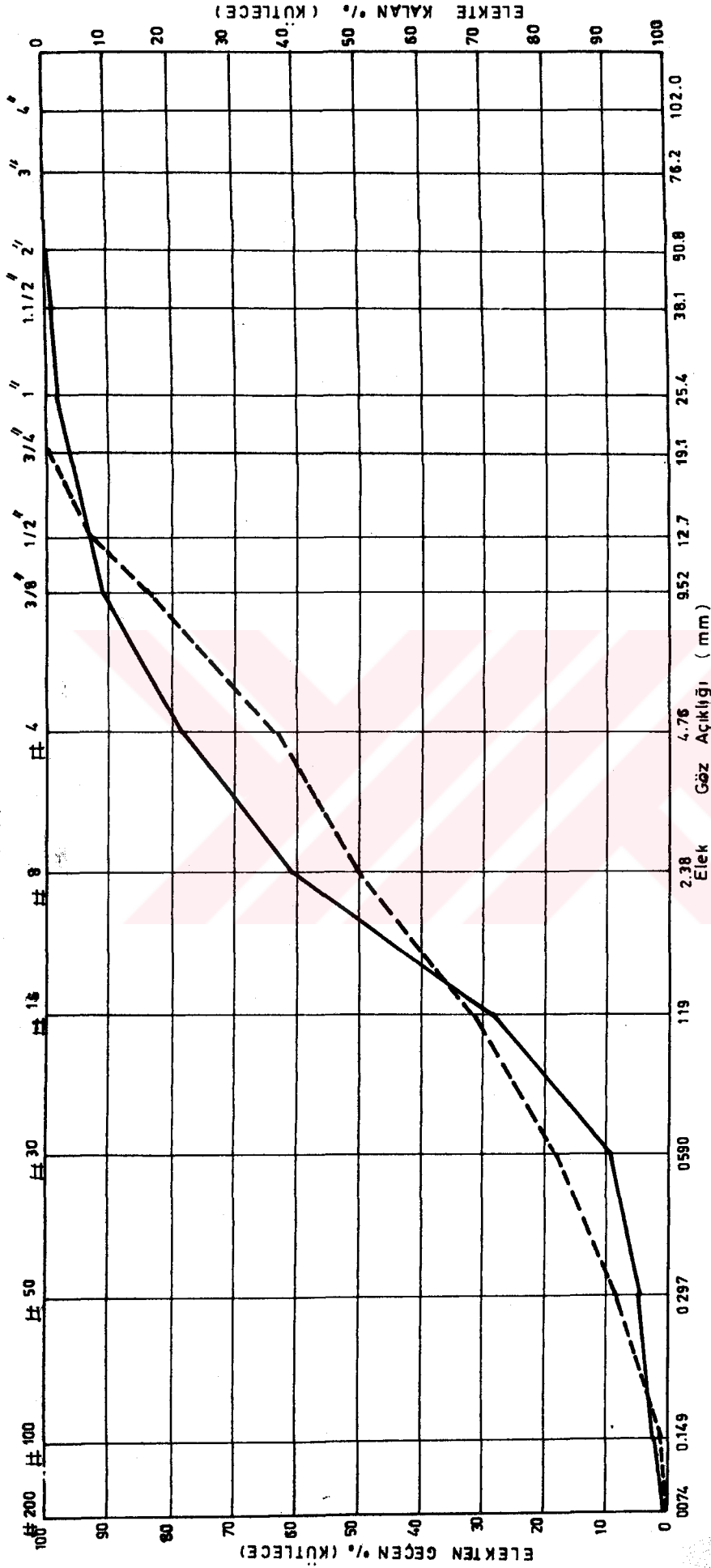


— Tüvenan Agregası Grafiği  
 - - - Düzenlenmiş Agregası Grafiği

Şekil-4 1 Nolu Ocagın Agregasının Elek Analizi Grafiği



Şekil-5 2 Nolu Ocağın Agregasının Elek Analizi Grafiği



— Tüvenan Agregası Grafiği

- - - Düzenlenmiş Agregası Grafiği

Şekil-6 3 Nolu Ocağın Agregasının Eleme Analizi Grafiği



Şekil-7 4 Nolu Ocağın Agregasının Elek Analizi Grafığı

### III.3. Birim Ağırlığı

Ponzataşı agregasının her elek üstünde kalan tanelerinin ayrı ayrı gevşek ve sıkışık birim ağırlıkları tesbit edilmiştir.

Gevşek birim ağırlık: Bu deney için önceden darası ve hacmi bilinen, kolayca deforme olmayan standart kap kullanılmıştır. Numune kap için yaklaşık olarak 5 cm. yükseklikten tane ayrışmasına meydan vermeden doldurularak üzeri tesviye edilmiştir. Numune dolu kap wartburg terazide 5 g. hassasiyetinde tartılarak deney tamamlanmıştır (15).

Hesaplama  $\gamma = \frac{W_1 - W_2}{V}$  formülü kullanılmış olup

Formülde:

$\gamma$  = Gevşek birim ağırlık (kN / m<sup>3</sup>)

$W_1$  = Kap + Malzeme ağırlığı (kN)

$W_2$  = Kap boş ağırlığı (kN)

$V$  = Kabın hacmi (m<sup>3</sup>)

Sıkışık birim ağırlık; Gevşek birim ağırlıkta kullanılan aynı kap kullanılmıştır. Kap içine numune üç kademede doldurulmuş, her kademede şişleme çubuğu ile 25 defa şişlenmiştir. Toplam olarak numunenin tamamında 75 şişleme yapılmıştır. Böylece tamamı şişlenmiş numune ile dolu kabın üzeri tesviye edilerek aynı terazide 5 g. hassasiyetinde tartılmıştır.

Tablo 5'de numunelere ait gevşek ve sıkışık birim ağırlık değerleri görülmektedir. Her elek üstünde kalan numune üzerinde üç deney yapılmıştır. Sonuçlar arasında % 1'den fazla fark

olmayan enaz iki deneyin aritmetik ortalaması alınmıştır.

Bu deneyler tüm numuneler için geçerlidir. Tane boyutu küçüldükçe birim ağırlıkta artış gözlenmektedir. Bunun nedeni küçük taneler arasındaki boşlukların azalmasıdır. Hesaplama gevşek birim ağırlık deneyindeki formül kullanılmıştır.

Tablo 5: Malzemenin gevşek ve sıkışık birim ağırlığı

ELEK NO ( inç )	GEVŞEK BİRİM AĞIRLIK $\text{KN/m}^3$				SIKIŞIK BİRİM AĞIRLIK $\text{KN/m}^3$			
	1.0cak	2.0cak	3.0cak	4.0cak	1.0cak	2.0cak	3.0cak	4.0cak
1 1/2	3,34	3,10	3,28	3,30	3,89	3,67	3,72	3,83
1	3,48	3,40	3,45	3,50	3,97	3,93	3,80	3,99
3/4	3,97	3,95	4,05	4,00	4,24	4,20	4,29	4,35
1/2	4,18	4,21	4,16	4,20	4,58	4,62	4,42	4,60
3/8	4,56	4,50	4,52	4,60	4,95	4,88	4,90	5,05
# 4	5,19	5,20	5,10	5,24	5,57	5,63	5,60	5,72
# 8	6,31	6,35	6,28	6,24	7,09	7,12	7,05	7,05
# 16	8,26	7,96	8,17	8,25	8,98	8,76	8,82	8,94
# 30	10,06	10,00	10,04	9,98	11,04	11,00	10,10	11,00
# 50	10,90	10,50	10,76	10,62	11,77	11,50	11,52	11,36
# 100	11,20	11,00	11,16	11,10	11,98	11,68	11,91	11,76

### III.4. Organik Madde Miktarı

Bu deney için 4 (4,76 mm) nolu eleğin altına geçen ince agrega'dan 150 cm<sup>3</sup> olarak taksimatlı cam mezür içine konulmuştur. Saf su ile % 3'lük NaOH çözelti hazırlanarak agreganın 5 cm. üstüne çıkacak şekilde mezüre ilave edilerek çalkalanmıştır. Sabit bir yere konularak 24 saat sonra meydana gelen renk gözlenmiştir (16).

Gözlem sonucunda çözeltinin açık sarı renkte olduğu belirlenmiştir. Bu renk agrega içinde organik madde olmadığını göstermiş ve betonda kullanabilir olduğu tesbit edilmiştir (17).

### III.5. İnce Madde Miktarı

Malzeme, 4 nolu eleğin altına geçen kısımdan 500 g.; kapasitesi 1200 g. olan 0,05 g. duyarlıklı dijital terazide tartılarak alınmıştır. 50 (0,297 mm) ve 200 (0,074 mm) nolu elekler üst üste konularak yıkama işlemi yapılmıştır. Yıkanan malzeme etüvde değişmez ağırlığa kadar kurutulmuş ve soğuduktan sonra tartılmıştır (18).

$$m_y = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \text{ formülü ile yüzde olarak hesap edilmiştir}$$

Formülde:

$m_y$  = Yıkanabilir % madde miktarı

$W_1$  = Deney numunesi ilk kuru ağırlığı (kN).

$W_2$  = Yıkanmış numunenin kuru ağırlığı (kN).

Her ocak numunesi için iki deney yapılmış, aritmetik ortalaması; I. Ocak: 1,9 II. Ocak: 2,02 III. Ocak: 2,45

IV.Ocak: 2,1 olarak hesaplanmıştır. DIN 4226'ya göre maksimum sınır 0 - 4 malzeme gurubu için % 5'dir.

Deneye tabi tutulan malzemenin ince madde yönünden sakıncası olmadığı tesbit edilmiştir.

### III.6. Su Emme Oranı

Deney 30 dakika su emdirme metoduyla yapılmıştır. Her elek üstünde kalan numunelerden hava kurusunda tartılarak alınmıştır. Numuneler ön nemlendirmeye tabii tutulmuş ve tartılmıştır. Nemlendirilen numune  $500 \text{ cm}^3$  su dolu olan cam mezüre konularak hemen su yüksekliği okunmuştur. Numune suya konduktan 30 dakika sonra tekrar su yüksekliği okunmuştur. Su yüzeyine çıkan taneler ucu delikli metal çubukla bastırılmıştır (16).

Her elek üstünde kalan malzemedan üç deney yapılmış, aralarında % 1'den fazla fark olmayan en az iki deneyin aritmetik ortalaması alınmıştır. Hesaplamalar aşağıdaki formülle yapılmıştır

$$W_a = \frac{G_f + V_o - G_t - V_{30} - V_s}{G_t} \times 100$$

Formülde:

$W_a$  = Ağırlıkca % olarak su emme oranı

$G_f$  = Ön nemlendirme yapılan numune ağırlığı (kN)

$G_t$  = Numunenin hava kurusu ağırlığı (kN)

$V_o$  = Mezüre su konulduktan hemen sonraki hacim ( $\text{m}^3$ )

$V_{30}$  = " " " 30 dak. sonraki hacmi ( $\text{m}^3$ )

$V_s$  = Metal plakanın hacmi ( $\text{m}^3$ )



Tablo 6'da görüldüğü gibi tane boyutu büyüdükçe su emme oranı artmaktadır.

Iri tanelerin su emme oranı yüksek olmasına rağmen gözeneklerin tamamının su ile dolduğu söylenemez. Bu özellikten dolayı donmaya karşı dayanıklıdır. Küçük tanelerde su emme oranının da meydana gelen sapmalar ise malzeme içindeki andezit tanelerin' den kaynaklanmaktadır.

Tablo 6: Malzemenin su emme % oranları

Elek no (inç)	1.Ocak	2.Ocak	3.Ocak	4.Ocak
1 1/2	32,80	30,95	31,80	32,88
1	25,05	26,10	26,50	25,15
3/4	26,75	25,72	25,35	25,75
1/2	21,42	23,80	24,05	23,70
3/8	26,37	24,30	24,38	23,27
1/4	25,07	23,37	23,80	23,42
1/8	20,66	21,71	22,02	20,80
1/16	18,83	18,05	18,72	17,53
1/30	17,50	17,35	16,80	16,41
1/50	16,00	15,85	15,21	16,05
1/100	15,00	15,08	15,05	15,23

### III.7. Kızdırma Kayıbı

Malzemeyi temsil eden numune havanda dövülerek toz haline getirilmiştir. Toz numune etüvde değişmez ağırlığa kadar kurutulmuştur. 1200 g. kapasiteli 0,05 g. duyarlıklı dijital terazide 2 g. tartılarak darası bilinen porselen krozelere konulmuştur.

Krozeler Heraeus silindirik gövdeli trifaze, max 1200 °c, 150 °c/ dak. ayarlanabilen elektirik fırınına konarak 1000 °c derecede 1 saat süre ile yakılmıştır (17). Krozeler desikatörde soğutulularak tartılmıştır. Hesaplamalarda aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$Y_m = \frac{T_1 - T_2}{T} \times 100$$

Formülde:

Y<sub>m</sub>: Yanıcı madde miktarı % olarak.

T<sub>1</sub>: Numunenin kızdırmadan önceki ag. (kN).

T<sub>2</sub>: " " sonraki ag. (kN).

Her ocak numunesi için iki deney yapılmış aritmetik ortalaması; I. ocak: 4,75 II. ocak: 4,25 III. ocak: 4.50 IV. ocak: 4,50 olarak hesaplanmıştır. Standard max limit ise % 5 dir (17). Buna göre elde edilen sonuçların sınırlar içinde olduğu görülmüştür.

### III.8. Birim Hacim Ağırlığı

Malzemenin birim hacim ağırlığı su ile yerdeğiştirme yöntemiyle yapılmıştır. Her elek üstünde kalan agreganın ayrı ayrı deneye tabii tutulmuş yapılmıştır. Standard'da belirtilen miktarlarda numune tartılarak alınmıştır. Numunenin deney esnasında su emmesini önlemek amacıyla 30 dak. su emdirilmiştir. Taksimatlı cam mezürün 500 cm<sup>3</sup>lük kısmına kadar su doldurulmuştur. Su emmiş numune mezür içine yerleştirilmiş ve suyun yüksekliği mezürden okunmuştur. Su üstüne çıkan taneler su emme oranı tesbitinde kullanılan metal çubuk kullanılmıştır. Yükselen

su agregası hacmiyle eşdeğerdır (16).

$$\gamma = \frac{W}{V - (500 + V_s)} \quad \text{formülü ile hesap edilmiştir.}$$

Formülde:

$\gamma$  = Birim hacim ağırlık (kN/ m<sup>3</sup>)

W = Kuru deney numunesi ağırlığı (kN)

V = Okunan toplam hacim (m<sup>3</sup>)

V<sub>s</sub> = Metal plakanın hacmi (m<sup>3</sup>)

500 = Mezürdeki ilk su seviyesi (cm<sup>3</sup>) (5x 10<sup>-6</sup> m<sup>3</sup>)

Her elek üstü malzemeden üç deney yapılmış, hesaplanarak aritmetik ortalaması Tablo 7'de verilmiştir. Standard limit yoktur.

Her ocak malzemesinin elek üstünde kalan numunelerinin birim hacim ağırlığı deneyi ayrı ayrı yapılmıştır.

Tablo 7: Malzemenin birim hacim ağırlığı

Elek No (inc)	1.Ocak	2.Ocak	3.Ocak	4.Ocak
1 1/2	7.9	8.0	8.0	7.5
1	10.0	10.5	9.5	9.5
3/4	10.9	10.5	10.3	10.9
1/2	11.2	11.0	11.2	11.2
3/8	11.2	11.2	11.8	11.8
#4	12.5	12.7	12.8	12.5
#8	13.0	13.2	13.0	12.9
#16	14.1	14.0	14.2	14.0
#30	14.8	14.5	14.5	14.7
#50	15.0	15.2	15.2	15.0
#100	15.4	15.5	15.4	15.2

## BÖLÜM IV

### HAFIF BETONUNUN HAZIRLANMASI VE ÜZERİNDE YAPILAN DENEYLER

#### IV.1. Hafif Beton Karışım Hesabı

Karışım hesabı TS. 2511, "Taşıyıcı Hafif Betonların Karışım Hesabı Esasları," Türk standardı esas alınmıştır.

Hafif agregalı, hafif beton karışım hesabında net su / çimento oranı, esas alınabilecek doğrulukta tesbit edilemediği için kıvam ve çimento dozu esas alınarak yapılmıştır (19, 20). Beton kolay işlenebilme özelliğine sahip ve tane ayrışmasına neden olmayacak kıvamda olmalıdır. Bunun için çökme değeri minimum olarak seçilmiştir. Karışımında yüksek dozdan, ekonomi ve rötre'den dolayı kaçınılmıştır.

Genellikle 1 m<sup>3</sup>.hafif beton için 1.1 m<sup>3</sup>.veya 1.2 m<sup>3</sup>.kuru gevşek agrega öngörülmektedir. Agregada max.birim ağırlık yöntemi uygulanarak, iri ve ince agrega oranları tesbit edilmiştir (19).

Karışım hesabında ince agrega kuru gevşek hacim esasına göre % 50 oranında alınmıştır. Karışım hesabında esas alınan hava yüzdesi ve çökme değeri TS. 2511'den alınarak, deneme karışımı yapılmıştır.

Esas karışımında ise deneme karışımında elde edilen su ve agrega miktarlarına göre hesap yapılarak gerçek malzeme miktarları bulunmuştur. Karışımlarda dozaj, çimento / uçucu kül ve ince malzeme / uçucu kül oranları birer değişken olarak düşünülmüştür.

#### IV.2. Karışımın Hazırlanması

Beton karışımının hazırlanmasında 75 dm<sup>3</sup> .kapasiteli, trifaze 3 kV, 1420 D/dak. elektrik motoru tahrikli dikey eksenli betoniyer kullanılmıştır.

Hesap neticesinde bulunan karışımına girecek malzemeler betoniyere konarak karıştırma işlemine geçilmiştir. Karıştırma işlemi; karışım malzemeleri betoniyere konulduktan sonra, 1 dakika kuru olarak, 1 dakikada su ilave edildikten sonra, karıştırılmıştır. Beton 2 dakika dinlendirilip betoniyer tamburunun kenarındaki harçlar toplandıktan sonra 1 dakika daha karıştırma işlemine devam edilmiştir.

Birinci değişken karışımında; hesaplamada esas alınan çimento 3500 N (350 kg) dır. Katkı maddesiz esas alınan çimento dozuyla ve çimento miktarı % 10 ve % 20 oranlarında azaltılmış, yerine uçucu kül ilave edilmiştir. Her oran için ayrı karışım yapılmıştır.

İkinci değişken karışımında; İnce agrega miktarı, beton birim ağırlığı dikkate alınarak % 10, % 15, % 25 ve % 35 oranlarında azaltılarak yerine uçucu kül ilave edilmiştir. Bu karışım oranlarında çimento sabit tutulmuş ve her oran için ayrı karışım yapılmıştır.

Üçüncü değişken karışımında; iri malzeme kullanmadan ince malzeme ile 4500 N (450 kg) dozlu karışım yapılmıştır. Bu karışımında çimento miktarı % 10, % 20, % 30 ve % 40 oranlarında azaltılarak yerine uçucu kül kullanılmıştır. İnce agrega oranı sabit tutulmuş ve her oran için ayrı karışım yapılmıştır.

### IV.3. Taze Betonun İşlenebilme Özelliği ve Kalıplara Alınması

#### IV.3.a. İşlenebilme özelliği

İşlenebilme özelliği ; TS 2871, "Taze Beton Kıvamı Deneyi", Türk standardı esas alınarak kesik huni metoduyla yapılmıştır. Kesik huni; taban çapı 203 mm. üst çapı 102 mm. yüksekliği 305 mm.dir. Huniye sıkıştırma işlemi, şişleme çubuğu ile yapılmıştır. Şişleme çubuğu; 600 mm. boyunda, 16 mm. çapında ucu yuvarlatılmış olan çelik çubuktur.

Beton huniye üç kademede doldurulmuş, her kademede 25 kez şişlenerek sıkıştırılmıştır. Huniye toplam 75 adet şişleme yapılmıştır. Huninin üst yüzü tesviye edilerek düzeltilmiş ve düşey doğrultuda çekilmiştir. Huni ile beton yüksekliği arasındaki fark, çökme değerini vermektedir (21). Betonun kıvamı işlenebilme özelliğini gösterir.

#### IV.3.b. Betonun kalıplara alınması

Betonun kalıplanmasında 15x 15x 15 cm. olan metalden yapılmış küp kalıplar kullanılmıştır. Betonun kalıba doldurma işlemi üç kademede ve her kademeye 25 şişleme yapılmıştır. Şişleme işlemi biten beton dolu kalıbın üzeri temizlenerek % 75 rutubetli  $20 \pm 2$  °c 'de 24 saat bekletilmiştir. Numuneler 24 saat sonra kalıplardan alınarak % 100 rutubetli,  $20 \pm 2$  °c sıcaklıkta kür odasında bekletilmiştir.

Her karışım oranı için; 6 şar adet beton numunesi hazırlanmıştır.

#### IV.4. Sertleşmiş Betonun Özellikleri ve Sonuçları

##### IV.4.a. Fiziksel özellik

Bu çalışmada beton, yapı elamanlarının ölü yükünü doğrudan etkilediği için sadece birim ağırlık üzerinde durulmuştur. Betonun birim ağırlığı ile donatı ve elamanların kesiti, doğru orantılıdır.

Beton numunesi bekletildiği kür odasından alınarak üzerindeki su zerrecikleri silinerek veya açık havaya bırakılarak kurutulmuştur. Kuruyan numune 0.1 mm. hassasiyetinde boyutları ölçülerek hacmi hesaplanmıştır. Boyutları ölçülen numune 5 g. hassasiyetinde tartılarak ağırlığı bulunmuştur.

Ağırlığı ve hacmi bilinen beton küp numuneleri DIN 1048 standardına göre aşağıdaki formülle birim ağırlık hesaplanmıştır.

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

Formülde:

$\gamma$  = Sertleşmiş betonun birim ağırlığı (kN / m<sup>3</sup>)

W = Numunenin ağırlığı (kN)

V = Numunenin ölçülen hacmi (m<sup>3</sup>)

Tablo 8'de görülen birim ağırlık neticeleri üç deney numunesinin aritmetik ortalamasıdır. Birim hacim ağırlıkları görüldüğü gibi 20 kN/m<sup>3</sup> den az olduğundan hafif beton sınıfına dahil edilmiştir.

#### IV.4.b. Mekanik özellik

Betonun mekanik özelliklerinden en önemlisi basınç dayanım özelliğidir. Değişik karışım oranlarından, her oran için 6 şar adet 15 cm.'lik küp numuneler hazırlanmış olduğunu daha önce belirtilmiştir. Hazırlanan numunelerden 3'er adetini 7 gün sonra, 3'er adedinide 28 gün sonra basınç dayanımı testine tabii tutulmuştur.

Numuneler basınç testine, ELE marka Basınç ve Eğilme ünitesi bulunan, hidrolik olarak yükleyen, elektrikle çalışan prestde tabii tutulmuştur. Pres 100, 500 ve 2000 kN'luk skalaya sahiptir.

Numunenin max. taşıya bileceği tahmini yüke göre uygun skalayı kullanmak ve yükleme hızını ona göre ayarlamak sonucun gerçek olmasını sağlamıştır. Sonucun hata oranını azaltmak amacıyla yükleme hızı 20 N/ sn olarak seçilmiştir (22).

Numunenin maksimum taşıyabileceği yük TS 3114, "Beton Basınç Dayanımı Metodu", Türk standardı esas alınarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (23). Her oran için teste tabii tutulan üç deney numunesinin aritmetik ortalaması Tablo 8'de verilmiştir.

$$\sigma_g = \frac{F}{A}$$

Formülde:

$\sigma_g$  = Numunenin birim alanının taşıya bileceği max. yük  
(kN/ m<sup>2</sup>)

F = Numunenin kesit alanına gelen yük (kN)

A = Numunenin kesit alanı (m<sup>2</sup>)



Taşıyıcı hafif beton sınıfında en az Bs 140 (28 günlük silindir dayanımı  $140 \text{ kN/m}^2$ ) betonu veya eşdeğer küp dayanım sınıfı beton öngörülmektedir (19). Çalışmada değişik oranlarda elde edilen betonlardan en uygun küp dayanımı  $175 \text{ kN/m}^2$  ile ince agrega / uçucu kül oranı % 35, dozu 350 olan karışımla elde edilmiştir.

Uçucu kül katkılı betonlar gerçek dayanımlarını 90 günden sonra'ki yaşlarda gösterdiği bir çok araştırmalar sonucunda ispatlanmıştır (10, 24, 25, 26, 27).

Beton karışımına giren malzeme miktarı, oranları, 7 ve 28 günlük dayanımları birim hacim ağırlıkları Tablo 8'de görülmektedir. Karışıma giren malzeme, katkı oranları ve basınç dayanım bağıntısı Şekil 8,9 ve 10 deki grafiklerle gösterilmiştir.

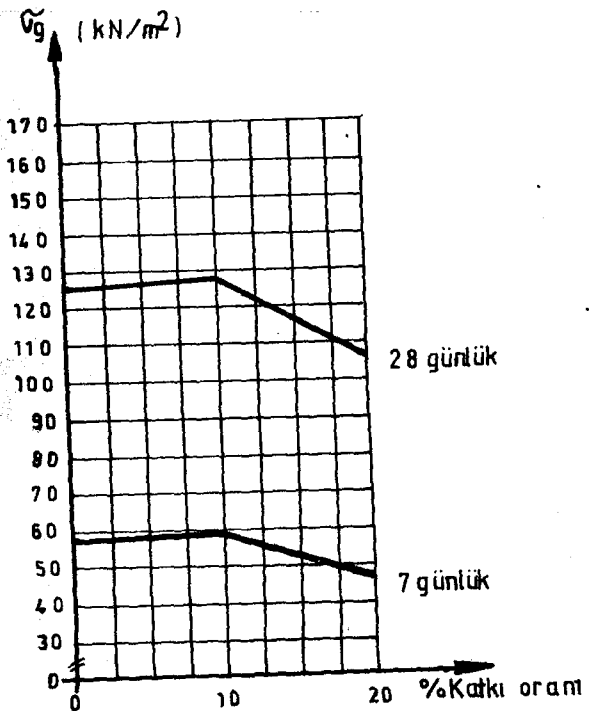
Çimento / uçucu kül oranlı karışımla elde edilen betonda kül oranı artıkça basınç dayanımı azalmaktadır.

İnce agrega / uçucu kül oranlı karışımla elde edilen betonlarda kül oranı artıkça basınç mukavemeti artmaktadır. Uçucu kül oranı ; % 25'e kadar olan karışımlarla elde edilen betonlarda dayanım lineer olarak artış görülmekte; %25'den sonra ise dayanım artışı Şekil 9'da görüldüğü gibi azalmaktadır.

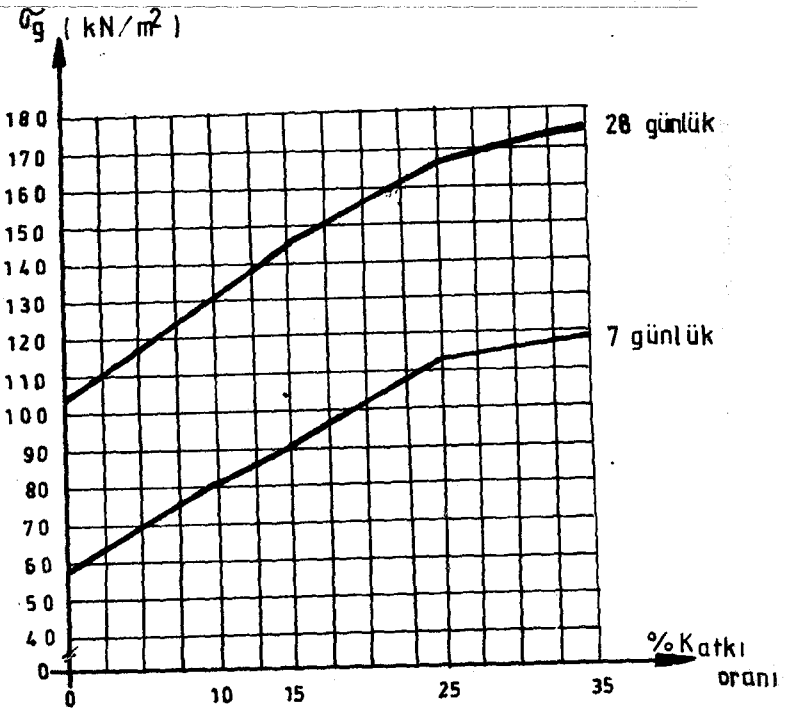
İnce agrega ile yapılan, çimento / uçucu kül oranlı karışım betonunda dayanım, kül oranı artıkça Şekil 10'da görüldüğü gibi azalmaktadır.

Tablo 8. Beton Karışımına Giren Malzeme Oranları, Basınç Dayanımları ve Birim Ağırlık

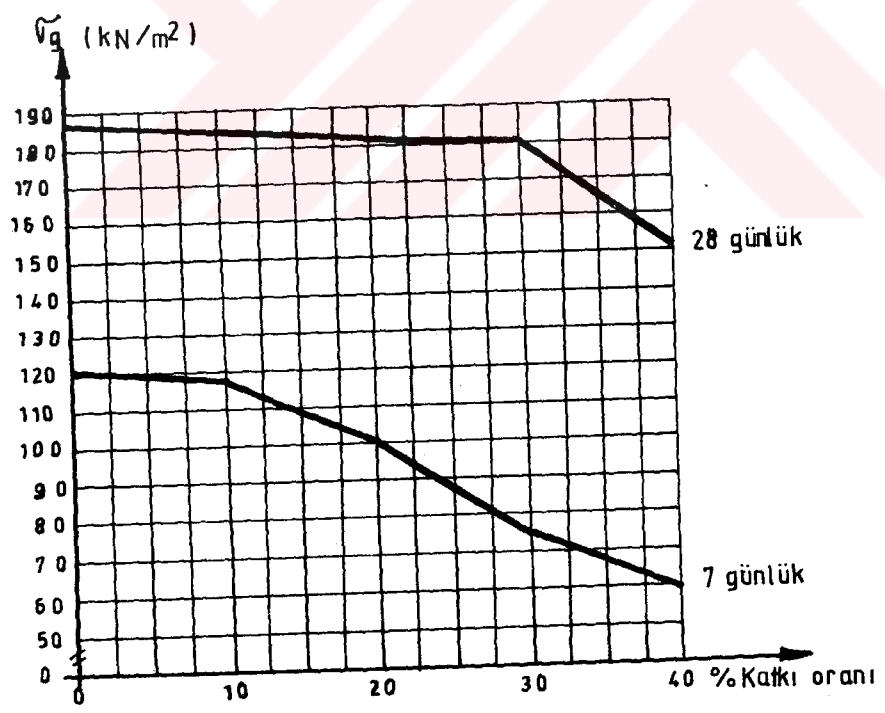
NUMUNE NO	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	IN <sub>1</sub>	IN <sub>2</sub>	IN <sub>3</sub>	IN <sub>4</sub>	IMN <sub>1</sub>	IMN <sub>2</sub>	IMN <sub>3</sub>	IMN <sub>4</sub>	IMN <sub>5</sub>
Su/Bağlayıcı	0,914	0,914	0,928	0,914	0,914	0,926	0,934	0,722	0,722	0,722	0,733	0,740
Çimento N/m <sup>3</sup>	3500	3150	2800	3500	3500	3500	3500	4500	4050	3600	3150	2700
Uçucu Kül % oranı	0	10	20	10	15	25	35	0	10	20	30	40
Uçucu Kül N/m <sup>3</sup>	0	350	700	382	573	955	1335	-	450	900	1350	1800
Agrega 0-4 sınıfı N/m <sup>3</sup>	3820	3820	3820	3438	3247	2865	2483	6740	6740	6740	6740	6740
Agrega #4-3/4 sınıfı N/m <sup>3</sup>	2920	2920	2920	2920	2920	2920	2920	-	-	-	-	-
Su N/m <sup>3</sup>	3200	3200	3250	3200	3200	3240	3270	3250	3250	3250	3300	3330
Çökme mm	15	15	17	15	15	17	17	21	21	21	25	25
Basınç Dayanımı 7 günlük kN/m <sup>2</sup>	57	58	46	81	90	113	118	120	117	100	75	59
Basınç Dayanımı 28 günlük kN/m <sup>2</sup>	126	127	105	130	146	166	175	187	185	181	180	150
Birim Ağırlık kN/m <sup>3</sup>	18,10	17,30	16,20	15,80	16,20	16,50	16,80	15,00	15,00	15,30	16,60	17,50



ŞEKİL 8. ÇİMENTO / UÇUCU KÜL ORANI İLE BETONUN DAYANIM İLİŞKİSİ.



ŞEKİL 9. İNCE AĞREĞA / UÇUCU KÜL ORANI İLE BETONUN DAYANIM İLİŞKİSİ.



ŞEKİL 10. ÇİMENTO / UÇUCU KÜL ORANI İLE BETONUN DAYANIM İLİŞKİSİ

## BÖLÜM V

### SONUÇ VE TARTIŞMA

Konya- Karaman Madenşehir doğusundaki ponzataşı agregalarının hafif beton üretiminde kullanılabilirliği araştırılarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Ponzataşı agregasının fiziksel özellikleri belirtilmiştir;

a. Agreganın, max.tane çapı 2 inç (50,8 mm) dir. İri agrega miktarı ortalama %22 dir, ince agrega miktarı ise % 78'dir. İri agrega en fazla 4 nolu eleğin üstünde kalmaktadır, ince agrega da ise en fazla 16 nolu eleğin üstünde kalmaktadır. Düzenlenmiş granülometri hacimce % 50 oranında ince agrega ile sağlanmıştır.

b. Gevşek ve sıkışık birim ağırlıkları, tane çapına ters orantılı olarak artmaktadır.

c. Agregada içinde organik madde yoktur.

d. İnce madde ve kızdırma kaybı ağırlıkca maksimum % 5'in altındadır.

e. Agreganın su emme oranı tane çapına bağlı olarak azalmaktadır.

f. Birim hacim ağırlığı max. 15.5 kN /m<sup>3</sup> 'dür.

Elde edilen bu değerlere göre hafif beton üretiminde kullanılabilir niteliktedir.

2. Hafif beton üretiminde katkı maddesi olarak kullanılan uçucu kül standarda uygun özelliktedir.

3. Taşıyıcı ve ekonomik beton elde etmek üzere değişik oranlarda üç karışım parametresi kullanılmıştır. Karışıma giren malzeme miktarları Tablo 8 'de görülmektedir. Elde edilen betonun 28 günlük basınç dayanımı ve birim ağırlıklar değişik karışım oranlarına göre şu şekildedir;

a. Çimento / uçucu kül değişkeninde;

350 dozlu ve %0, %10 ve %20 oranında çimentonun yerine uçucu kül kullanıldığında betonun dayanımları sırası ile 126, 127 ve 105 kN/m<sup>2</sup> olarak hesap edilmiştir. Birim ağırlıkları ise 18.10, 17.30 ve 16.20 kN/m<sup>3</sup> dür.

b. İnce agrega / uçucu kül değişkeninde ;

350 dozlu beton karışımında ince agreganın % 10, % 15, % 25, %35 oranında uçucu kül kullanıldığında elde edilen beton dayanımları sırası ile 130, 146, 166 ve 175 kN/m<sup>2</sup> olarak elde edilmiştir. Birim ağırlıkları ise 15.8, 16.20, 16.50 ve 16.80 kN/m<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır.

c- İnce agrega ile yapılan çimento / uçucu kül değişkeninde;

450 dozlu ve % 0, % 10, % 20, % 30, % 40, oranında çimentonun yerine uçucu kül kullanıldığında betonun dayanımları sırası ile 187, 185, 181, 180 ve 150 kN/m<sup>2</sup> olarak hesap edilmiştir. Birim ağırlıkları ise 15.00, 15.00, 15.30, 16.60 ve 17.50 kN/m<sup>3</sup> dür.

Bu karışımlarda numuneler kalıplardan çıkarılırken kopmalar görülmektedir. Bu durum uygulamalarda sakıncalar yaratabilir.

4- En yüksek dayanım ince agrega/uçucu kül paremetresinde 350 doz ve kül oranı % 35 olan karışımla elde edilmiştir. Bu karışım BS 14 sınıfı beton için kullanılabilir.

#### ÖNERİLER

1- Madenşehri doğusundaki ponzataşı ocaklarının açığışletme metoduna göre işletilmesinde fayda görülebilir.

2- Ponzataşı agregası fiziksel özellikler bakımından hafif beton ve detay yapı elamanı üretimine uygun bulunmuş olup kullanımı önerilebilir.

3- Ponzataşı agregası ile taşıyıcı hafif beton üretiminde katkı maddesi olarak uçucu kül kullanılabilir.

4- Bu gibi malzeme sahaları bulunan bölgelerde taşıyıcı ve detay yapı elemanları üretimi yaygınlaştırılmalıdır.

5- Bundan sonraki araştırmalarda, bu sahadan alınan ponzataşı örnekleri ve uçucu küle yapılacak hafif beton çalışmalarında, betonun rötre, donatı aderansı, ses ve ısı yalıtkanlığının incelenmesi faydalı olacaktır.

## KAYNAKLAR

- 1- James, A., Barr, Jr, Pumice and Pumrite Industrial Minerals and Rocks, New York, (1949).
- 2- Failla, A., Mancusa, P, Mıraglia, N. etal, "Indagine teorica-sperimental sui calcestruzzi leggeri confezionati con inert di pumice," L'Industrial Italiana Del Cemento, (3.1982).
- 3- Durmuş, A., Aytekin, M., "Betonarme inşaat hafif betonlar" TMMOB İnşaat Müh. Odası: Türkiye İnşaat Mühendisliği 8. Teknik Kongresi, Ankara (1986).
- 4- Kocaçıtak , S., Termik Santral Uçucu Küllerinin Hafif Yapı Malzemesi Yapımında Kullanma Olanaklarının Araştırılması, TÜBİTAK Mühendislik Araştırma Grubu Proje No 429, Ankara (1977).
- 5- Lacrox, R., Fuentes, A., Le Proyet De Be'ton Precontraint Edition Eyrolles, (1980).
- 6- Seyhan, İ., "Türkiye'de ve Dünya'da Perlit ve Hafif İnşaat Malzemeleri Sanayinin Geleceği". 1. Ulusal Perlit Kongresi, Bildiriler Kitabı, MTA. Enstitüsü, Türkiye Jeoloji Kurumu Ankara (20-22 Aralık, 1977).
- 7- Sükan, T., Dogal Hafif Agregalarla Hafif Beton Araştırması. DSI Teknik Araştırma Kalite Kontrol Daire Başkanlığı Yayın No MLZ.370 Ankara, (1966).
- 8- Ergen, M., Yapıda Perlit Bibliografyası. TÜBİTAK. Yapı Araştırma Enstitüsü, Ankara, (1983).
- 9- TS 707, Beton Agregalarından Numune Alma ve Deney Numunesi Hazırlama Yönetimi. Tür Standartları Enstitüsü, Ankara, (1980).

- 10- Orman, M., Özen, H., Öksüzoğlu, H., Ölçme Bilgisi, Meslek Teknik Öğretim Kitapları, Etüd ve Programlama Dairesi Yayınları No 2 Ankara (1982).
- 11- Beyazıt, Ö., L., Tunçbilek Uçucu küllerinin Betonun Fiziko Kimyasal ve Mekanik Özelliklerine Etkileri, Doktora tezi. Ankara Devlet Mimarlık ve Mühendislik Akademisi, (1980).
- 12- Baradan, B., "Uçucu Kül ve Kula Curufllu Hafif Malzeme Özellikleri" TMMOB. İnşaat Mühendisleri Odası, Türkiye İnşaat Mühendisliği 8. Teknik Kongresi, Ankara, (1986).
- 13- Kılıç, R., Koç, Ş., "Madenşehiri (Konya-Karaman) Güneybatısındaki Ponzataşının Etüdü ve Hafif Agregada Olarak Kullanabilirliğinin Araştırılması", Doga Mühendislik ve Çevre (yayımda) Ankara (1987).
- 14- TS 3530, Beton Agregalarının Tane Büyüklüğü Dağılımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (1981).
- 15- TS 3529, Beton Agregalarının Birim Ağırlıklarının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (1981).
- 16- DIN 4226 Pt2. Aggregates For concrete aggregates of porous structure (lightweight aggregates), terminology, designation and requirements (April 1983).
- 17- TS 1114, Hafif Agregalar (Beton İçin), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (1976 II.Baskı).
- 18- TS 3527, Beton Agregalarında Ince Madde Oranı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (1980).
- 19- TS 2511, Taşıyıcı Hafif Betonların Karışım Hesap Esasları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (1977).
- 20- Albayrak, H., F., Hafif Agregalar ve Beton Karışım Hesabı Prensipleri, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSI. Genel



Müdürlüğü Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Daire Başkanlığı  
Yayın No BM-739.

- 21- TS 2871, Taze Beton Kıvam Deneyi, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, (197).
- 22- Ersoy, U., Atımtay, E., Betonarme Temel İlkeler ve Hesap Yöntemleri, Güven Kitap Evi Yayınları, Ankara.
- 23- TS 3114, Beton Basınç Dayanım Metodu, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, (1978).
- 24- Stingley, W., M., Peyto, R., L., "Use of fly ash an a dmixture in an experimantal pavement in KANSAS," Highway Res.Record No 73 (1965).
- 25- Tsukayama, T., Miyoshi, A., "Ten years test a pavement concrete containning fly ash ", Review of the 22 and General Meeting, (1968).
- 26- Kokubu, M., ito, s., "Investigation on experiment concrete pavement using various cemets and fly ash", Cement and Concrete 269, (Jul,1969).
- 27- Legg, F., Jr, E., "Experimental fly ash concrete pavement in michigan ", Highway Research Board No 73, (1965).

T. C.  
Yükseköğretim Kurulu  
Dokümantasyon Merkezi

## ÖZGEÇMİŞ

1961 yılında Kozan'da doğan Osman Şimşek; ilk ve ortaöğrenimini İmamoglu'nda, lise öğrenimini Kayseri İnşaat Teknik Lisesin'de tamamladı, 1983 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü, Altyapı Anabilim Dalından mezun oldu.

1983 Kasımında İstanbul-Ümraniye Endüstri Meslek Lisesi'nde göreve başladı. 1985 Mayısında Adana-İ.İnönü Endüstri Meslek ve İnşaat Teknik Lisesinden, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümüne araştırma görevlisi olarak atandı.

Halen araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.

**T. C.**  
**Yükseköğretim Kurulu**  
**Dokümantasyon Merkezi**