

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**RİZE İLİ VE ÇEVRESİNDEKİ DERELERDEN ELDE
EDİLEN AGREGANIN BETON YAPIMINA
UYGUNLUĞUNUN ARAŞTIRILMASI**

Arzu BATMAZ

Tez Yöneticisi
Yrd. Doç. Dr. Servet YILDIZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
YAPI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

ELAZIĞ, 2006

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**RİZE İLİ VE ÇEVRESİNDEKİ DERELERDEN ELDE
EDİLEN AGREGANIN BETON YAPIMINA
UYGUNLUĞUNUN ARAŞTIRILMASI**

Arzu BATMAZ

Yüksek Lisans Tezi
Yapı Eğitimi Anabilin Dalı

Bu tez , tarihinde aşağıda belirtilen jüri tarafından oybirliği /
oyçokluğu ile başarılı / başarısız olarak değerlendirilmiştir.

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Servet YILDIZ

Üye :

Üye :

Üye :

Üye :

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../.....
tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

TEŐEKKÜR

Tez çalıőmam boyunca bana her zaman guvenen ve hep yanımnda olan değerli hocam ve danıőmanım Yrd. Doç. Dr. Servet YILDIZ'a yardımlarından, anlayıőından ve sabrından dolayı sonsuz teőekkürler.

Çalıőmam esnasında yardımlarını esirgemeyen Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü ve Rize Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü; Öğretim Elemanlarına, öğrencilerine ve tüm personeline teőekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalıőmam sırasında bana yardımda bulunan özel, kamu kurum ve kuruluşlarına teőekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
ŞEKİLLER LİSTESİ	IV
TABLolar LİSTESİ	V
SİMGELER LİSTESİ	VI
KISALTMALAR LİSTESİ	VII
ÖZET	VIII
ABSTRACT	IX
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Beton Agregaları	3
2.1.1. Agreganın Sağlamlığı	4
2.1.2. Agreganın Aşınmaya Dayanıklılığı	5
2.1.3. Agreganın İhtiva Ettiği Zararlı Maddeler	5
2.1.4. Agreganın Şekli	5
2.2. Agregaların Sınıflandırılmaları	5
2.2.1. Çıkarıldıkları Yerlere Göre Sınıflandırılmaları	5
2.2.2. Agregaların Birim Ağırlıklarına Göre Sınıflandırılmaları	6
2.2.3. Agregaların Boyutlarına Göre Sınıflandırılmaları	7
2.2.4. Agregaların Elde Edilişlerine Göre Sınıflandırılmaları	7
2.2.5. Agregaların Tane Şekline Göre Sınıflandırılmaları	7
2.2.6. Agregaların Yüzey Dokularına Göre Sınıflandırılmaları	7
2.2.7. Agregaların Üretimlerine Göre Sınıflandırılmaları	8
2.2.8. Agregaların Jeolojik Orijinlerine Göre Sınıflandırılmaları	8
2.2.9. Agregaların Minerolojik Yapılarına Göre Sınıflandırılmaları	8
2.2.10. Agregaların Reaktif Özelliklerine Göre Sınıflandırılmaları	8
2.3. Agregalarda Aranılan Özellikler	8
2.4. Rize İl Sınırı İçerisinde Bulunan Akarsular	9
2.5. Jeoloji	10
2.5.1. Ardeşen İlçesinin Mühendislik Jeolojisi	10
2.5.2. Çamlıhemşin İlçesinin Mühendislik Jeolojisi	11
2.5.3. Hemşin İlçesinin Mühendislik Jeolojisi	11
2.5.4. Pazar İlçesinin Mühendislik Jeolojisi	12

2.5.5. Hemşin Dere Akifleri.....	12
2.5.6. Fırtına Dere Akifleri.....	12
2.5.7. Agregaların Jeolojik Petrografik Özellikleri.....	13
2.6. Agregaların İşletim Durumu.....	13
2.6.1. Hemşin Deresi Üzerindeki Agregaların İşletim Özellikleri.....	13
2.6.2. Fırtına Deresi Üzerindeki Agregaların İşletim Özellikleri.....	14
3. AGREGA DENEYLERİ.....	15
3.1. Agregadan Numune Alma Metotları.....	15
3.2. Numune Almanın Amacı.....	15
3.3. Numune Almada Kullanılan Aletler.....	15
3.4. TS EN 932-1'e Göre Numune Alma.....	16
3.4.1. Toplam ve Parça Numune Miktarı ve Sayısı.....	16
3.4.2. Stok Yığınlarından Numune Alma Metodu.....	16
3.5. Numune Azaltma.....	17
3.5.1. Toplam Agregadan Numunesinden Laboratuvar Numunesi Hazırlama Metotları.....	17
3.5.1.1. Numune Bölücü Yardımıyla Toplam Numunenin Azaltılması.....	18
3.5.1.2. Çeyrekleme Yoluyla Toplam Numunenin Azaltılması.....	18
3.5.1.3. Çeyrekleme Yoluyla Parça Numunelerin Azaltılması.....	18
3.5.1.4. Kürekle Numune Azaltma.....	19
3.5.2. Laboratuvar Numunelerinin Azaltılması ile Deney Numunesi Hazırlama Metotları (TS EN 932-2).....	19
3.5.2.1. Yarılama Metodu ile Azaltma.....	19
3.5.2.2. 3/4 Bölme ile Azaltma.....	20
3.5.2.3. 5/8 Bölme Metodu ile Azaltma.....	20
3.5.2.4. Çeyrekleme ile Numune Azaltma.....	21
3.5.2.5. Küçük Toleransla Kütlesi Önceden Belirlenmiş Deney Kısmının Oluşturulması İçin Numune Azaltma Metodu.....	21
3.5.2.6. Kırma ile Tane Büyüklüğü Küçültülerek Numunenin Azaltılması.....	21
3.6. TS 707'ye Göre Agregadan Numune Alma Metodu.....	22
3.7. Agreganın Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Yapılan Deneyler.....	24
3.7.1. Agreganın Tane Büyüklüğü Dağılımı (Granülometrik Birleşimi).....	24
3.7.2. Agreganın Özgül Ağırlığı ve Su Emme Oranı Tayini (TS 3526).....	29
3.7.2.1. İnce Agreganın Özgül Ağırlığı ve Su Emme Oranı Tayini (TS 3526).....	29
3.7.2.2. İri Agreganın Özgül Ağırlığı ve Su Emme Oranı Tayini (TS 3526).....	33
3.7.3. Agregada Gevşek ve Sıkışık Birim Ağırlık Tayini (TS 3529).....	35

3.7.3.1. Agregada Gevşek Birim Ağırlık Tayini	36
3.7.3.2. Agregada Sıkışık Birim Ağırlık Tayini	37
3.8. Agreganın İçinde Betona Zarar Veren Maddelerin Belirlenmesi İçin Yapılan Deneyler ..	39
3.8.1. Agregada Organik Madde Tayini Deneyi (TS EN 1744-1)	39
3.8.2. Agregada İnce Madde Oranı Tayini (TS 3527)	41
3.8.3. Agregalarda Hafif Madde Oranı Tayini (TS 3528).....	44
3.9. Agreganın Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Yapılan Deneyler.....	47
3.9.1. Agregada Parçalanma Direncinin Tayini (Los Angeles Aşınma Deneyi) (TS 3694, TS EN 1097-2).....	47
3.9.2. Beton Agregalarında Dona Dayanıklılık Deneyi (TS 3655, TS EN 1367-1)	50
3.10. Taze Beton Deneyleri.....	54
3.10.1. Taze Betondan Numune Alma Metotları (TS 2940, TS EN 12350-1).....	54
3.10.1.1. Numune Almanın Amacı	54
3.10.1.2. Numune Almada Kullanılan Aletler	54
3.10.1.3. Numune Alma İşleminin Yapılış	54
3.10.1.4. Numune Alma Yeri ve Metotları	55
3.10.2. Taze Beton Kıvam Deneyi (Çökme Hunisi Metodu) (TS 2871, TS EN 12350-2)	56
3.11. Sertleşmiş Beton Deneyleri.....	59
3.11.1. Beton Basınç Deney Numunelerinin Hazırlanması ve Kür Metotları (TS 3323, TS 3068).....	60
3.11.1.1. Beton Karışım Hesabı	60
3.11.1.2. Beton Silindir Numunelerinin Hazırlanması.....	60
3.11.1.3. Beton Küp Numunelerinin Hazırlanması.....	61
3.11.1.4. Silindir ve Küp Numunelerinin Saklanması (Kür).....	62
3.11.1.5. Numunelerin Deneye Hazırlanması	62
3.11.2. Beton Basınç Dayanımı Tayini (TS 3114).....	63
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	69
KAYNAKLAR	73
ÖZGEÇMİŞ	76

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Numune yarılama.....	19
Şekil 3.2. 3/4 Bölme.....	20
Şekil 3.3. Daire çeyrekleme ve dörtgen çeyrekleme metodu.....	23
Şekil 3.4. Hemşin Deresi agregasına ait granülometri eğrisi	28
Şekil 3.5. Fırtına Deresi agregasına ait granülometri eğrisi	28
Şekil 3.6. Hemşin Deresi agregasından üretilen betonun basınç dayanım grafiği	66
Şekil 3.7. Fırtına Deresi agregasından üretilen betonun basınç dayanım grafiği.....	66

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Agrega tane sınıfları.....	7
Tablo 3.1. Laboratuvar numunesinin tekrarlanan 1/2 bölmelerinin hesaplanması	20
Tablo 3.2. 3/4 Bölme takip eden 1/2 bölmeler.....	20
Tablo 3.3. Kimyasal analizler için numune bölme esasında deney numunesinin en az kütlesi	22
Tablo 3.4. Agrega kaynağından alınacak numunenin miktarı (kg).....	24
Tablo 3.5. Agrega tane büyüklüğü dağılımı deney sonuçları	27
Tablo 3.6. İnce agrega özgül ağırlığı için numune miktarı	30
Tablo 3.7. İnce agreganın özgül ağırlığı ve su emme oranı hesaplama formu.....	32
Tablo 3.8. İri agrega birim hacim ağırlık için numune miktarı.....	33
Tablo 3.9. İri Agreganın özgül ağırlığı ve su emme oranı hesaplama formu.....	34
Tablo 3.10. Ölçü kaplarının dik iç boyutlar	36
Tablo 3.11. Gevşek ve sıkışık birim ağırlık hesaplama formu	38
Tablo 3.12. Referans renk durumları	40
Tablo 3.13. Yıkabilir madde için alınacak numune miktarı	42
Tablo 3.14. İnce madde oranı deney sonuçları.....	43
Tablo 3.15. Yıkabilir madde (silt ve kil) miktarı limit değerleri.....	44
Tablo 3.16. Deneyde kullanılan sıvıların özgül ağırlıkları.....	45
Tablo 3.17. Hafif madde oranı tayini için numune miktarları.....	45
Tablo 3.18. Hafif madde oranı deney sonuçları	46
Tablo 3.19. Dar aralık sınıfları.....	48
Tablo 3.20. Los Angeles aşınma deneyi sonuçları.....	49
Tablo 3.21. Sodyum sülfat ile yapılan iri agrega don deneyi sonuçları	52
Tablo 3.22. Sodyum sülfat ile yapılan ince agrega don deneyi sonuçları	53
Tablo 3.23. Taze beton çökme değerleri.....	58
Tablo 3.24. Taze beton kıvam sınıfı.....	59
Tablo 3.25. Beton basınç dayanımı deney sonuçları.....	65
Tablo 3.26. Beton sınıfları ve dayanımları.....	67

SİMGELER LİSTESİ

- A : Alan (mm^2 , cm^2)
B : Birim ağırlık (g/dm^3 , kg/m^3)
 D_{max} : En büyük tane büyüklüğü (mm)
F : Kırılma yükü (N, Kgf)
f : Beton numunesinin basınç dayanımı (MPa, N/mm^2 , Kgf/cm^2)
M : Ağırlık (g, kg)
 M_h : Hafif madde miktarı oranı (%)
 M_y : Yıkanabilir madde miktarı oranı (%)
m : Su emme oranı (%)
 P_b : Agreganın gevşek yığın yoğunluğu (t/m^3)
 α_d : Doygun kuru yüzey özgül ağırlık
 α_g : Kuru özgül ağırlık
 α_k : Görünen özgül ağırlık
V : Hacim (cm^3 , m^3)

KISALTMALAR LİSTESİ

ASTM : Amerika Deney ve Malzeme Cemiyeti

DKY : Doygun Kuru Yüzey

TS : Türk Standartları

TS EN : Türk Standartları Enstitüsü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

RİZE İLİ VE ÇEVRESİNDEKİ DERELERDEN ELDE EDİLEN AGREGANIN BETON YAPIMINA UYGUNLUĞUNUN ARAŞTIRILMASI

Arzu BATMAZ

Fırat Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Yapı Eğitimi Anabilim Dalı
2006, Sayfa : 76

Avrupa Standartlarına uyum aşamasındaki ülkemizin, başlıca sorunlarından biri de, üretimde kaliteli ve doğru malzeme seçiminin yapılmamasıdır. İnşaat sektörünün hızla gelişmekte olduğu bu dönemde, doğru malzemenin kullanımı büyük önem taşımaktadır. Çünkü, yapı tamamlandıktan sonra, standartlara uygun olmayan malzeme kullanılmışsa, taşıyıcı elemanlarda telafisi mümkün olmayan sorunlar meydana gelebilmektedir.

Bu çalışmada, Rize ili ve çevresinde önemli bir sorun haline gelmiş olan, doğru malzeme seçimi ile beton üretimi konusunda; Hemşin ve Fırtına Deresi agregaları incelenerek doğru ve ekonomik beton üretimi yolları araştırılmıştır.

Bu derelerden alınan agregaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi için çeşitli deneyler yapılmıştır. Ayrıca içerisinde betona zarar veren maddeler olup olmadığına bakılmıştır. Çeşitli teze ve sertleşmiş beton deneyleri de yapılarak agreganın beton yapımına uygunluğu araştırılmıştır.

Deneyler sonucunda, Hemşin ve Fırtına Deresi agregasının gerekli önlemler alındığı sürece beton yapımına uygun olduğu kararına varılmıştır. Deneysel çalışmalar sırasında ilgili Türk Standartlarından yararlanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Agregas, Beton

ABSTRACT

Masters Thesis

THE INVESTIGATION OF THE FEASIBILITY OF THE USE OF AGGREGATES OBTAINED FROM THE STREAMS IN RIZE AND THE NEARBY AREAS IN THE MANUFACTURING OF CONCRETE

Arzu BATMAZ

Firat University

Institute of Sciences and Technology

Department of Construction Sciences

2006, Page : 76

One of the major problems of our country, which is at the stage of congruity with European Standards, is the inability to choose quality and proper materials in production. In this period of rapid growth in the construction industry, it is of great importance to use proper materials. Because, after the construction is finished, if non-standard materials have been used, it might cause problems which cannot be compensated in the bearing components of the construction.

In this study, with regard to the choice of proper materials and the manufacturing of concrete, which have been an important problem in Rize and the nearby areas, the proper and economical ways to manufacture concrete have been investigated by examining the aggregates of Hemşin and Firtina streams.

Various experiments have been made for determine physical and mechanical properties of aggregate of Hemşin and Firtina stream. Besides it is supervised that if there is any harmful materials or not in these aggregates.

Various fresh and hardening concrete tests are made and suitability of aggregates for production concrete is investigated. After the experimental results, it is concluded that Hemşin and Firtina stream aggregates are available for making concrete. During the empirical studies relevant Turkish Standards have been utilized.

Key Words: Aggregate, Concrete

1. GİRİŞ

Beton diğer yapı malzemelerine nazaran, daha önemle üzerinde durulması gereken bir malzemedir. Bu önem ise, hem hazırlanışı, hem kullanışı ve hem de bakımını bakımından; doğrudan doğruya yapı mühendisliğini ilgilendirmesinden ileri gelir. Ayrıca beton yapımında kullanılan malzemenin de beton yapımına uygunluğu başlı başına detaylı bir şekilde araştırılması gereken bir konudur.

Betona eşdeğer ve hatta kullanılma alanına göre çok önemli yapı malzemeleri de olabilir. Ancak, örneğin kargir yapı malzemesi olan taş ve pişmiş yapı malzemesi olan tuğla; seçimi ve kullanışı esnasında ve imalatından sonra ilgilenilen malzemelerdir. Yine çelik malzeme imalatı tamamen yapı mühendisliğinin alanı dışında olan metalürji bir üründür. Ahşap malzeme de yine yapı yerine hazır gelen doğal bir malzemedir. Cinsi, seçimi, kullanışı bakımından yapı mühendisliğinin önemli bir alanını işgal etmesine rağmen, üzerinde yapılabilecek işlemler kısıtlı kalmaktadır.

Beton ise elemanların seçimi, temini ve birlikte kullanım kombinezonlarının getirdiği teknik ve ekonomik değişiklikler bakımından da, çok geniş bir araştırma ve tecrübe birikimini gerektirmektedir. Bunun için doğru malzeme kullanılmasının önemi büyüktür.

Betonun istenilen şekilde hazırlanabilmesi ve kullanılabilmesi avantaj getirmekte ise de; bazen istenildiği gibi davranılmasının mümkün olduğu varsayımı ile düzensiz bir şekilde kullanılmasına da yol açmakta olduğundan, bu avantajı bu sefer dezavantaj olarak kendisini göstermektedir. Uygulamada, bazen kolaylıkla alınabilecek basit tedbirlerle beton hazırlanması mümkün olduğu halde, işin durdurulduğu, bazen de çok önemli tedbirlerle yapılabilecek işlerin farkına varılmayıp işe devam edildiği ve sonuç olarak, istenmeyen durumlarla karşılaşıldığı görülmektedir. İstenmeyen durumlarla karşılaşılmaması için işin titizlikle ve gerektiği şekilde yapılmasına gerek vardır. Bu sebepten, gerektiği zaman, şantiye heyecanı içinde bile kolaylıkla karşılaştırma imkânı veren, anlaşılması kolay bilgilerin bulunduğu tablolar hazırlanmış ve kullanıma sunulmuştur.

Beton bugün için, medeni dünyanın üzerinde önemle durduğu bir malzeme olarak kabul edilmiştir ve malzeme olmasının yanı sıra imalat olarak da kabul edilmektedir. Bu kabule bağlı olarak da, imalatın gerektirdiği yaptırımlarda aynen uygulanmaktadır. Herhangi bir imalatın reçetesi, imal standardizasyonu ve kontrolü olduğu gibi betonun da reçetesi, imal standardizasyonu ve kontrolü vardır. Hatta belki, pek çok imalatın gerektirdiğinden daha ileri derecede şartları taşıdığından, beton üzerindeki uğraşlar 'Beton Mühendisliği' gibi bir kavramı da söz edilebilir kılmıştır.

Çağımızın en önemli yapı malzemelerinden olan beton; su, bağlayıcı madde (çimento), agrega ve gerektiğinde katkı maddesi ilavesiyle elde edilmektedir. Kompozit bir malzeme olan betonun kalitesi onu oluşturan malzemelerin özelliklerine ve üretim şekline bağlı olarak büyük değişiklikler göstermektedir. Betonun bakımı ve korunması da dayanımı önemli derecede etkilemektedir.

Kaliteli bir beton yapımı için öncelikle beton üretiminde kullanılan malzemelerin kaliteli olması gerekmektedir. Beton hacminin yaklaşık 3/4'nü agrega oluşturmaktadır. Beton karışımına giren çimentonun üretimi standartlara göre fabrikalarda yapıldığından, beton üretimi aşamasında beton kalitesine etkisini iyileştirebilmek için pek bir şey yapılamaz. Yalnız miktarda çeşitli ayarlamalar yapılabilir. Betonun üretiminde kullanılan karışım suyunun ise; temiz, zararlı kimyasal bileşenlerden arınmış olası ve üretilecek betona göre miktarının doğru belirlenmesi yeterlidir. Ancak; karışımında en büyük hacmi oluşturan agreganın, çok çeşitli özelliklerde olması betonun üretimine katılacak agreganın uygunluğunu belirleyecek bir dizi deneylerin yapılmasını zorunlu hale getirmiştir. Agregaların standart sınırlarda olup olmadığı, agrega kaynaklarının sürekli denetimiyle mümkün olmaktadır. Beton dayanımını yükseltmek için çimento miktarını arttırmak yerine kaliteli agrega kullanılması ile çimento ve katkı maddesinden tasarruf sağlanması üretimi daha ekonomik hale getirmektedir. Betonu oluşturan malzemelerin uygun kalitede olmasının yanında, beton üretimini yapan teknik kişinin ve makinelerin, beton kalitesini test eden araç ve gereçlerin, ayrıca çevre koşullarının da uygun olması gerekmektedir.

Bu tezin amacı; Rize, Hemşin Deresi ve Fırtına Deresinden elde edilen agreganın beton yapımında kullanılabilirliğinin araştırılmasıdır.

Bu amaca ulaşabilmek için önce bölge hakkında araştırmalar yapıldı, daha sonra bölgede daha önce yapılan çalışmalar araştırıldı. Sonra da agrega ve beton deneyleri yapılarak bu derelerin agregalarının özellikleri bilimsel olarak tespit edildi. Çalışmadan çıkarılan sonuçlara bakılarak karşılaştırmalar ve açıklamalar yapılarak, bunlara bağlı olarak gerekli öneriler sunuldu.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Beton Agregaları

Genel olarak, tabii menşeli, kum, çakıl, kırma taş veya kırma çakıl gibi atıl malzemelere agrega denir.

Agregaları; iri agrega (çakıl) ve ince agrega (kum) olarak iki gruba ayırabiliriz. 4 mm.lik (No. 4) kare kesitli elek üzerinde kalan (yuvarlak delikli elekte 7 mm çaplı elek üzerinde kalan) malzemeye kaba agrega, geçene ise ince agrega denir.

İri agrega, malzeme ocaklarından elenme suretiyle tabii şekilde veya taşların kırılmasıyla ve bazı hallerde ise yüksek fırın cüruflarından hazırlanır. İnce agrega (kum) ise; malzeme ocaklarından elenerek tabii olarak veya taşların kırılıp elenmesiyle hazırlanır.

Doğrudan doğruya malzeme ocağından temin edilen iri ve ince agrega karışımına tabii, agregaya ise tuvenan agrega denir.

Beton hacminin takriben % 66-78'ini teşkil eden agrega denen bu atıl malzemelerin özelliklerinin, betonun işlenebilirliğine, mukavemetine, sağlamlığına, dayanıklılığına, aşınmaya mukavemetine, kısaca beton kalitesine etkisi büyüktür.

Genel olarak beton imalinde kaba ve ince agrega olarak tabii çakıl ve tabii kum kullanılır. Ancak tabii malzeme kalite yönünden uygun değilse veya ekonomik olarak elde edilemiyorsa tabii çakıl yerine kırma taş ve bazen de tabii kum yerine kırma kum kullanılır. Mecbur kalınmadıkça bilhassa kırma kum kullanılmamalıdır. Zira kırma kum hem betonun işlenebilirliğini zorlaştırır hem de su ihtiyacını artırır. Bunu önlemek için su ve çimento miktarlarının arttırılması gerekir ki fazla su, beton mukavemetinin düşmesine, fazla çimento ise maliyetin artmasına sebep olur. Tabii malzemeler ise, daha yuvarlak ve yüzeyleri daha az pürüzlü olduğundan işlenebilir beton verir ve çimento harcı ile dolacak boşluklar daha az olduğundan çimentodan da ekonomi sağlarlar. Bununla beraber bazı katkı malzemelerinin ilavesi halinde kırma malzeme ile beton dökümü kolaylaşmaktadır. Diğer taraftan kırma malzeme ile harç arasındaki bağlantı tabii malzeme ile harç arasındaki bağlantıdan daha iyidir.

Bazı betonların imalinde özellikle hafif betonlarda, yapay (suni) agregalar da kullanılır Bu agregalar, bilhassa yüksek fırın cürufunun soğutulup genişletilerek kırılmasıyla elde edilen cüruf agregaları ile perlit, obsidiyen gibi fırınlarda ısıtılıp genişletilerek elde edilen hafif agregalardır.

Genel olarak agregaların, harçtan en ekonomik şekilde istifade edilebilecek granülometriye sahip, sert, sağlam, dış etkilere dayanıklı, taneleri havi olması, kimyaca zararlı

maddelerle ve kille sarılı bulunmaması veya çimentonun yapışma tesirine zarar verecek kadar kil ve zararlı maddeleri havi olmaması lazımdır. Kısacası beton agregasının aşağıda belirtilen özelliklere sahip olması gerekmektedir.

2.1.1. Agreganın Sağlamlığı

Betonda kullanılacak agregalar, rutubet ve sıcaklık değişiminden dolayı hacim değişikliği göstermemelidir. Bentonit gibi muayyen kil mineralleri ıslanma ve kuruma ile önemli ölçüde genişler ve büzülür. Bu esnada beton çatlayacağı gibi teşekkül eden kil agreganın kirlenmesine ve çimentonun bağlanmasına engel olur. Dolayısıyla beton dayanımında düşüşler olur.

Agregaların dona karşı da dayanıklı olması çok önemlidir. Su absorbe etmeyen ve oldukça poroz malzemeler don ve çözülmeye dayanıklıdır. Çapı 0,005 mm.den küçük boşlukları ihtiva eden orta geçirgenlikteki agregaların ise don ve çözülme neticesinde parçalandıkları tespit edilmiştir. Zira donma esnasında bu boşluklarda kalan su, donarak içerden hidrostatik basınç yapar, çekme gerilmeleri meydana getirerek çatlama ve kırılmalara sebep olur. Agregaların su emme özellikleri ne kadar fazla ise dona karşı mukavemetleri de o kadar azdır. Genellikle şartnameler, bir taşın absorpsiyonu % 0,5'den fazla ise, böyle bir taşın don deneyine tabi tutulmadan kullanılmamasını öngörmektedir.

Ayrıca agregaların sıcaklık genişleme katsayıları farklı olduğundan, beton bünyesinde bozulma oluşturabilirler. Bundan dolayı sıcaklık genişleme katsayıları çok küçük olan malzemeler beton için uygun değildir.

İlaveten, agreganın kimyasal sağlamlığı da önemlidir. Başlangıçta agreganın atıl bir madde olarak tarif edilmesinden de anlaşılacağı üzere, betonun sertleşmesi esnasında agreganın hacim değişikliği yapabilecek bir kimyasal reaksiyona girmesi istenmez.

Suda kolay çözülen minerallere sahip olan agregalar, kolay dağılırlar. Pirit, markasit, demir oksit ve magnezyum oksit ihtiva eden agregalar oksidasyon, hidrasyon ve karbonasyon suretiyle bozulurlar.

Agregalardaki kalsiyum ve magnezyum sülfatlar, çimentonun hidratize alüminatları ile reaksiyona girerek 30 mol veya daha fazla billur suyu ihtiva eden geniş hacimli tuzların teşekkülüne sebep olurlar. Bu olay ise yine betonun dağılmasına sebebiyet verir.

Opal, kalsedon, tridimit ve kristobalit gibi bazı mineraller ise, çimentonun sertleşmesi esnasında alkalilerle reaksiyona girerek geniş hacimli, jel (pelte) benzeri yeni maddeler husule getirip betonun çatlamasına sebep olurlar.

2.1.2. Agreganın Aşınmaya Dayanıklılığı

Agregaların aşınma mukavemetleri, özgül ağırlık ve sertlik gibi özellikleri ile ilgilidir. Cam yapılu agregalar, şistler, marnlı kalkerler, kaba mineralleri havi taşlar, aşınmaya mukavemet göstermezler. Bazalt gibi özgül ağırlığı fazla ve sert olan taşlar ise iyi sonuç verir. Agreganın aşınmaya mukavemeti Los Angeles aşınma deneyi ile tespit edilir.

2.1.3. Agreganın İhtiva Ettiği Zararlı Maddeler

Silt, mika, kömür, humus, tahta parçaları ve diğer organik maddeler, kimyasal tuzlar, yumuşak kısımlar, kil toprakları, agrega etrafını saran yabancı kısımlar, zararlı maddeler olarak belirtilebilirler. Bunlar betonun sağlamlığına, mukavemetin azalmasına, dayanıklılığına ve görünüşüne tesir ederler. Ayrıca mevcudiyetleri, betonun işlenme ve karışım işlemini güçleştirir ve su ihtiyacını artırır. Hava şartlarına göre betonun bozulmasına sebebiyet verirler. Çimento ile agrega arasındaki maksimum bağlantının teşekkülüne mani olurlar.

2.1.4. Agreganın Şekli

Agrega şekillerinin beton mukavemeti ve özellikleri üzerine etkisi büyüktür. Eni, boyunun beşte biri veya daha fazla olan ince, uzun agregalar kolay kırılacaklarından beton mukavemetini düşürürler. Bundan dolayı beton agregasında % 15'ten fazla ince uzun kısımların bulunması arzu edilmez. Kırılarak hazırlanan malzemede ince ve sivri uçların bulunması istenmez. Şayet bu kısımlar zararlı miktarda mevcutsa, ikinci bir kırma işlemiyle bunların kütleştirilmesi gerekmektedir [1].

2.2. Agregaların Sınıflandırılmaları

Agregalar birçok özelliklerine göre sınıflandırılabilirler.

2.2.1. Çıkarıldıkları Yerlere Göre Sınıflandırılmaları

Akarsu yatağı (dere), deniz, buzul ve teras agregası olarak gruplandırılırlar.

a) Dere Agregaları: Akarsu yataklarındaki agrega ocakları en çok rastlanan ve genellikle en fazla arzu edilen kaynaklardır.

Çünkü:

1. Parçalar genellikle yuvarlaktır.
2. Akıntı dolayısıyla agregalar ufalanmakta ve uygun bir granülometriye sahip olmaktadır.
3. Sürüklenme sırasında meydana gelen aşınmalar, zayıf parçaların ufalanarak kısmen elenmesini sağlamaktadır.
4. Doğal agregalardan en iyi malzemeler derelerden elde edilendir. Bunlar, temiz düzgün tanelerden oluşur.

Kompasiteleri yüksek olduğundan beton dayanımına etkileri fazladır.

b) Deniz Agregaları: Bunlar tekdüze taneli ve genellikle ince malzemelerdir. Deniz kenarındaki midye, istiridye kabukları (kavkı) bazı durumlarda sorun çıkarırlar. Bunlar agreganın yerleşmesini güçleştirir. Tane dayanıklılığını düşürür, bazen de düşük dayanımlı taneler oluştururlar.

c) Teras Agregaları: Yamaç birikintileri dik ve yüksek yamaçlardan kayan ve kopan kaya parçalarının dip kısmında birikmesiyle meydana gelir.

d) Buzul Agregaları: Buzul depoziteleri kuzey paralel dereceleri ile yüksek rakımlarda bulunmaktadır. Bunlar, buzul depoziteleri, gerçek ve nehir buzul depoziteleri olmak üzere ikiye ayrılırlar. Gerçek buzul depoziteleri akarsu hareketlerine maruz kalmadıklarından çok fazla uniformluk gösterirler. Dolayısıyla beton agregası olarak kullanılmaya elverişli değildirlir. Nehir buzulu depozitelerinde ise, genellikle uygun agrega malzemesi elde edilebilir.

2.2.2. Agregaların Birim Ağırlıklarına Göre Sınıflandırılmaları

Bunlar genel olarak üç gurup altında toplanırlar.

a) Hafif Agregalar: Birim ağırlığı $2,4 \text{ ton/m}^3$ 'ten küçüktür ve hafif beton elde etmek için kullanılırlar. Betonun birim ağırlığını azaltmak ses ve ısı yalıtım özelliklerini artırmak için bazen de cüruf vb. gibi atık maddeleri değerlendirmek için kullanılan agregalardır. Boşluklu yapıya sahiptirler. Su emmeleri ve boşluk oranları yüksektir. Tabiattan doğrudan doğruya elde edilebilecek hafif agrega yatakları mevcuttur. Dolaylı olarak ta elde edilebilirler. Bu agregaları sünger taşı, (Ponza bims), volkan tüfleri, diyatamit, yüksek fırın cürufu, hızar talaşı, rende talaşı ve geliştirilmiş kil, perlit, şist vb. isimler altında sıralayabiliriz.

b) Ağır Agregalar: İhtiyaca göre ağır beton elde etmek için kullanılırlar. Birim ağırlıkları $2,8 \text{ ton/m}^3$ 'ten büyüktür. Örneğin, doğal ağır agregalar arasında bant, manyetit, hematit, limonit sayılabilir. Yapay ağır agregalara ise, demir ve çelik hurdasını örnek verebiliriz. Ağır agregalar nükleer santral gibi, su deposu, hastanelerde röntgen odaları gibi geçirimsizliği az kompasitesi yüksek beton üretimi istenen yerlerde kullanılır.

c) Normal Agregalar: Birim ağırlıkları 2,4-2,8 ton/m³ arasında olan agregalardır. Uygulamada en çok kullanılan agrega çeşididir.

2.2.3. Agregaların Boyutlarına Göre Sınıflandırılmaları

a) İnce Agregalar (kum) : Doğal kum, kırma kum veya bunların karışımından elde edilen 4 mm çaplı elekten alta geçen malzemelerdir.

b) İri Agregalar (çakıl) : Kırmataş, çakıl veya bunların karışımından elde edilen ve 4 mm çaplı eleğin üstünde kalan malzemelerdir.

Tablo 2.1. Agrega tane sınıfları

İri Agrega	Çakıl	> 4 Nolu Elek
İnce Agrega	Kum	> 4 Nolu Elek
En İnce Agrega	Taşunu (Filler)	≤0.25 Nolu Elek

c) Karışık (Tuvenan) Agregalar: Doğal agrega ocağından doğrudan doğruya elde edilen elenmemiş ince ve iri agrega karışımıdır. Standartlar ve şartnameler zorunlu kalmadıkça karışık agrega kullanılması istenmemektedir.

2.2.4. Agregaların Elde Edilişlerine Göre Sınıflandırılmaları

- 1- Doğal agregalar
- 2- Yapay agregalar

2.2.5. Agregaların Tane Şekline Göre Sınıflandırılmaları

- 1- Yuvarlak agregalar
- 2- Köşeli agregalar
- 3- Yassı agregalar
- 4- Uzun agregalar

2.2.6. Agregaların Yüzey Dokularına Göre Sınıflandırılmaları

- 1- Düzgün yüzeyli agregalar
- 2- Granüler yüzeyli agregalar
- 3- Pürüzlü yüzeyli agregalar

- 4- Kristal yüzeyli agregalar
- 5- Petekli yüzeyli agregalar

2.2.7. Agregaların Üretimlerine Göre Sınıflandırılmaları

- 1- Doğal agregalar (kum, çakıl, kırmataş)
- 2- Yan ürün agregalar (yüksek fırın cürufu)
- 3- Isıl işleme tabi tutulmuş agregalar (genleştirilmiş perlit)

2.2.8. Agregaların Jeolojik Orijinlerine Göre Sınıflandırılmaları

- 1- Volkanik agregalar
- 2- Tortul agregalar
- 3- Metamorfik agregalar

2.2.9. Agregaların Mineralojik Yapılarına Göre Sınıflandırılmaları

- 1- Silis mineralli agregalar
- 2- Karbonat mineralli agregalar
- 3- Mikalı agregalar

2.2.10. Agregaların Reaktif Özelliklerine Göre Sınıflandırılmaları

- 1- Reaktif agregalar
- 2- Reaktif olmayan agregalar

2.3. Agregalarda Aranılan Özellikler

- 1- Agregalar, sert, sağlam aşınmaya dayanıklı su etkisiyle yumuşamayan ve dağılmayan, donmaya karşı dayanıklı olmalıdır.
- 2- Çimento bileşenleriyle zararlı bileşikler meydana getirmemeli ve donatının korozyona karşı korunmasını tehlikeye düşürmemelidir.
- 3- Tane büyüklükleri ve dağılımı kullanım amacına uygun olmalıdır.
- 4- Agregaların şekilleri ve yüzey dokusu iyi olmalıdır.
- 5- Çakıllarda ana kaya az boşluklu olmalıdır.

6- Çakıllarda yabancı madde oranı olarak, toprak % 5, kömür % 1, kil ise; iri agregada %0,25, ince agregada %5, silt ise; %1 den fazla olmamalıdır [2].

2.4. Rize İl Sınırı İçerisinde Bulunan Akarsular

Rize, yağışlı iklimi ve çok sayıdaki yeraltı su kaynakları sayesinde çok zengin bir hidrografik yapıya sahiptir. Rize sınırları içerisinde doğu-batı yönünde ortalama her 250-300 m.de büyük veya küçük akan bir akarsuya mutlaka rastlanır. Nitekim Rize arazisinin reliefi de bunu göstermektedir. Bundan hareketle Rize'nin, Türkiye'de akarsu yoğunluğu en fazla olan il olduğunu söylemek mümkündür. Ancak bunu kesin olarak söyleyebilmek için Türkiye'nin bütün illerinde akarsu yoğunluğu ölçümlerinin yapılmış olması gerekir.

Rize'nin akarsuları kısa boylu, yatay eğimi fazla olan hızlı akışlı akarsulardır. Rize sınırları içinde uzunluğu 5 km.den fazla olan 23 akarsu vardır. Ancak bunlardan 16 tanesi doğrudan doğruya Karadeniz'e ulaşmakta olup geri kalanı ise bu 16 akarsudan birinin kolu durumundadır. Doğrudan doğruya Karadeniz'e ulaşan akarsuların en uzunları; Çağlayan Deresi (34,7 km), Arılı Deresi (31,5 km), Fırtına Deresi (68,0 km), Hemşin Deresi (38,5 km), Sabuncular Deresi (46,0 km), Taşlı Dere (34,0 km), İyidere Deresi (78,4 km)'dir. Diğerlerinin boyları kısadır. Öyle ki kol durumundaki birçok akarsu bile bunların en uzununu olan Venek Deresi'nden (20,3 km) daha uzundur. Örneğin Fırtına Deresi'nin kolları olan Durak Deresi 33,0 km, Hala Deresi 32,5 km ve Taşlı Dere'nin kolu olan Balamy Çayı 22,6 km uzunluğundadır.

Rize'nin büyük akarsuları olarak belirttiğimiz 7 akarsudan en uzununu olanı İyidere Deresi'dir (78,4 km), ama beslenme alanı en geniş olanı Fırtına Deresi'dir (1149,3 km²). Havza genişliği yönünden ikinci sırayı İyidere Deresi (1047,4 km²), uzunluk yönünden ikinci sırayı Fırtına Deresi (68,0 km) alır. Akarsular hidrografik ve verimlilik açısından değerlendirilirken ölçü olarak havza genişliği alındığı için Rize akarsularının karakterinin incelenmesinde Fırtına Deresi'ni örnek olarak almakta fayda vardır. Diğer taraftan Rize'nin bütün akarsuları il sınırları içinde olduğu, yani akarsu karakterlerini etkileyen etmenler hepsinde aynı olduğu için ikinci bir akarsuda daha karakter incelemesi yapmaya gerek olamadığı kanısındayız.

Rize'de akarsuların karakteri; yağmur, kar ve gür kaynaklar tarafından belirlenir. 'Yağmurlu Karadeniz Rejimi' statüsünde incelenen bu akarsulardan, biri Eylül'den Kasım ortalarına kadar, diğeri Mart'tan Ağustos'a kadar iki kabarık ve Kasım ortalarından Mart'a kadar bir çekik devre vardır. Örnek olarak alınan Fırtına Deresi'nin 25 yıllık rasat sonuçlarından çıkartıldığı göre; Rize akarsuları Kasım'dan Mart'a kadar çekik devreyi yaşamaktadır. Bu devrede akarsular sadece göl ve kaynak sularıyla beslenmektedirler. Çünkü bu devrede yöre yağışı kar şeklinde olduğu için akarsuyun yağmur sularından beslenme şansı yok gibidir.

Nitekim en çekik seviyenin Ocak ayına tekabül etmesi de bunu kanıtlar. (Fırtına Deresi Ocak ortalama debisi 11,3 m³/sn).

Mart'tan itibaren önce kar erimeleriyle kabarmaya başlayan akarsular ilkbahar yağmurlarıyla da beslenince birdenbire kabarmaya başlar ve kar erimelerinin en şiddetli olduğu Haziran ayında kabarık seviyeye ulaşır. (Fırtına Deresi Haziran ortalama debisi 65,2 m³/sn).

Haziran'dan itibaren kar suyu desteğinin azalmasına paralel olarak akarsular da çekilmeye başlar. Ancak gene de Haziran-Ağustos arasındaki seviyeleri diğer aylardan daha yüksektir. Bu seviye kaybı Eylül'de son bulur ve sonbahar yağmurlarının etkisiyle Eylül ortalarından Kasım'a kadar ikinci kabarık devre yaşanır.

Rize akarsularının debileri (1 saniyede akıtılan su miktarı) oldukça fazladır. Örneğin Fırtına Deresi'nin ortalama debisi (28,4 m³/sn), üzerinde Demirköprü Barajı'nın bulunduğu Gediz Nehri'nden (26,0 m³/sn); minimum debisi ise (4,6 m³/sn), Kızılırmak (1,7 m³/sn) ve Gediz Nehri'nden (0,07 m³/sn) fazla, Dicle Nehri'nin (9,4 m²/sn) yarısıdır.

Türkiye'nin diğer akarsularıyla kıyaslandığında oldukça düzenli rejimli oldukları görülen Rize akarsularının asıl dikkat çeken özellikleri elektrik enerji potansiyelleri ve sediment miktarlarıdır. Türkiye'nin diğer akarsularına göre oldukça az sediment taşıyan Rize akarsuları yıllık elektrik enerji potansiyeli bakımından da elverişli şartlar arz ederler. Rize akarsularının Doğu Karadeniz Havzası içinde yer aldıkları ve Doğu Karadeniz Havzası'nın da yıllık elektrik enerji potansiyeli bakımından Fırat ve Dicle Havzalarından sonra yaklaşık 12 milyar Kwh ile üçüncü sırayı aldığı dikkate alınırsa, Rize akarsularının Türkiye elektrik enerji potansiyeli içindeki yeri daha iyi anlaşılır [3].

Bütün bunların yanı sıra Rize akarsularından elde edilen agregalar; deniz agregalarının yanında, Rize ili ve çevre illerdeki inşaat sektöründe önemli miktarlarda kullanılmaktadır.

2.5. Jeoloji

2.5.1. Ardeşen İlçesinin Mühendislik Jeolojisi

Ardeşen ve çevresindeki 21 km²'lik alanda 1/25000 ölçekli mühendislik jeoloji haritası yapılmıştır. Bu alanda Üst Kretase yaşlı Çağlayan ve Çayırbağ formasyonları ile Miyosen yaşlı Pazar formasyonu ve Pliyosen yaşlı Hamidiye formasyonu yüzeyleyir. Ayrıca bu alanın güneydoğusunda dar bir alanda Kaçkar Granitoyidi I olarak isimlendirilen granitik kayalar izlenir. Bu birimlerin üzerinde Kuvaterner yaşlı denizel seki ve alüvyonlar bulunmaktadır.

Çağlayan formasyonu; andezit-bazalt lav ve piroklastlarından oluşan formasyon kırıklı ve çatlaklıdır. Çatlaklar kil, limonit, hematit ve mangan dolguludur. Çayırbağ formasyonu; bu

alanın güneybatısında izlenen riyolit-riyodasit lav ve piroklastlarından oluşmuştur. Bu formasyonda sağlam kayaç bulunmamaktadır. Limonitleşme, hematitleşme ve killeşme yoğundur. Kaçkar granitoyidi bu bölgenin güneybatısında, Başmahalle yöresinde izlenir. Yine bu çalışma alanını güneybatısında yer alan Pazar formasyonu; kumtaşı, kumlu kireç taşı, marn, kum ve kilden oluşmuştur. Kötü katmanlanma gösteren birim gevşek çimentolanma, yer yer yoğun killeşme nedeniyle dayanıksız zemin özelliğindedir. Fırtına Deresi'nin batısında Hamidiye Mahallesi yöresinde izlenen Hamidiye formasyonu kötü katmanlanma gösteren kum ve kil mercekleri içeren gevşek çimentolu çakıl taşlarından oluşmuştur. Denizel sekiler; alttaki yaşlı birimlerden türeyen değişik boyuttaki volkanik kökenli kum ve çakıldan oluşmuştur. Hamidiye Mahallesi ile Ardeşen ilçe merkezinin doğusunda, sahil boyunca izlenir. Hafriyatı çok kolaydır. Denizel sekiler iki seviye halinde izlenir. Kum, kil, çakıl ve bloklardan oluşmuşlardır. Fırtına Deresi vadisi boyunca ve denize döküldüğü bölümde genişçe bir yayılım gösteren alüvyonlar; blok, çakıl, kum, kil ve siltten oluşmuştur. Hafriyatı çok kolay olup, toprak örtüsü kalınlığı 60-100 cm arasındadır. Alüvyonun genişliği 1500 m, uzunluğu karayolu köprüsünden itibaren 5 km.dir. Yapılan jeofizik incelemelerle alüvyon kalınlığı 15-23 m olarak belirlenmiştir.

2.5.2. Çamlıhemşin İlçesinin Mühendislik Jeolojisi

Çamlıhemşin ilçesi ve yakın yöresinde 6 km²'lik bir alanın 1/25000 ölçekli mühendislik haritası yapılmıştır. Bu alanda Üst Kretase yaşlı Çatlak formasyonu ile Fırtına Deresi boyunca dar bir alanda izlenen alüvyonlar bulunmaktadır.

Çatlak formasyonu; andezit-bazalt lav ve piroklastlarından oluşmuştur. Lavlar genellikle çatlaklı olup, çatlak aralıkları 1-30 mm.dir. Çatlaklar genellikle dolgunsuz veya yer yer kalsit ve klorit dolguludur. Hafriyat zor ve orta zordur. Fırtına Dere vadisinde dar alanda izlenen alüvyonlar; çakıl, kum ve kilden oluşmuştur. Hafriyatları çok kolaydır.

2.5.3. Hemşin İlçesinin Mühendislik Jeolojisi

Hemşin ilçe merkezi ve çevresinde 6 km²'lik bir alanda 1/25000 ölçekli mühendislik jeolojisi haritası yapılmıştır. Çalışılan alanda Kaçkar Granitoyidi'ne ait intrüzif kayaçlar bulunmaktadır.

Kaçkar Granitoyidi I; bu alanın tamamını kapsayan bir formasyondur. Bu formasyon granit-granodiyorit bileşimindeki intrüzif kayaçlardan oluşur. Genellikle sert ve sağlam zemin özelliğindeki kayaçlarda ilçe merkezinin kuzey kesiminde yüzeysel arenalaşma izlenir.

2.5.4. Pazar İlçesinin Mühendislik Jeolojisi

Pazar ilçesi ve çevresinde 14 km²'lik bir alanda mühendislik jeolojisi çalışması yapılmıştır. Çalışılan alanda Eosen yaşlı Kabaköy formasyonu, Miyosen yaşlı Pazar formasyonu ile bunların üzerinde denizel sekiler ve alüvyonlar bulunmaktadır.

Kabaköy formasyonu; çalışılan alanın batısında yüzeylenen bir formasyondur, andezit-bazalt lav ve piroklastlardan oluşmuştur. Az çatlaklı olup çatlak açıklıkları 1-30 mm arasındadır. Çatlaklar dolgusuzdur. Pazar formasyonu; çalışılan alanın büyük bir bölümünde yüzeylenmiştir. Bu formasyon; kumtaşı, kumlu kireçtaşı, marn, kum ve kilden oluşmuştur. Kötü katmanlanma gösteren birim; gevşek çimentolanma ve özellikle Hemşin Deresi'nin batısında kalan bölümde olmak üzere yer yer yoğun killeşme nedeniyle dayanıksız zemin özelliğindedir. Pazar ilçesi yöresinde iki denizel seki seviyesi izlenir. Seki-2, 60 m kotunda yer almaktadır. Bu seki seviyesinde denizel malzeme bulunmayıp eski abrazyon platformu konumundadır. Seki-1'in ana elemanları kum ve çakıldır. Bunların dışında kil ve bloklarda izlenir. Hemşin Deresi vadisi boyunca ve mansap bölgesinde izlenen alüvyonlar blok, çakıl, kum, kil ve siltten oluşmuştur. Hafriyatı çok kolaydır.

2.5.5. Hemşin Dere Akifleri

Pazar İlçesinin doğusunda denize dökülen Hemşin Deresi'nin mansap bölümünde oluşmuş siltli, killi, kumlu, çakıllı, bloklu Akifler özelliğindeki alüvyon; genişliği 150-300 m, uzunluğu 4 km kadardır. Alüvyon kalınlığı 10-23 m olarak ölçülmüştür.

2.5.6. Fırtına Dere Akifleri

Ardeşen İlçesinin batısında denize dökülen Fırtına Deresi'nin mansap bölümünde oluşmuş siltli, killi, kumlu, çakıllı, bloklu Akifler özelliğindeki alüvyonun; genişliği 250-1500 m, uzunluğu 5 km kadardır. Alüvyon kalınlığı jeofizik yöntemle 15-23 m olarak saptamıştır [4].

2.5.7. Agregaların Jeolojik Petrografik Özellikleri

Beton yapımında kullanılan agregalar yeryüzündeki kayalardan olduğundan petrografik yönden bu kayaların özelliklerini taşırlar. Magmatik ve metamorfik kayalar,

ayırışmamışlarsa genellikle agrega olarak kullanılmaya uygundurlar. Bu kayaçlar; granit, siyenit, diorit, gabro, bazalt gibi kayaçlardır. Metamorfik kayaçlar sağlam ve kaliteli agregalar verirler. Mermer dışındakilerin çimento ile aderansı üst düzeyde değildir. Yapraklı dokuya sahip olan mikaşist ise kullanılmaz. Bu kayaç mineralleri nedeni ile bazen sorunlar çıkarabilmektedir. Pirit minerali ayrışık demir hidroksite ve sülfürik aside dönüşür. Bu hem hacim sabitliğini bozar hem de asit etkisiyle betonu parçalar.

Tortul kayaçlar kalkerler ve dolomitler, kumtaşları olarak iki grupta toplanabilir. Kalker ve dolomitler çimentoya aderansı yönünden en uygun agregalardır. Bunlarda ve özellikle dolomitlerde kil damarlarına rastlanabilir. Bu durumda kilin su alarak şişmesi sonucu sakıncalar meydana gelebilir. Sert kum taşları beton yapımında kullanılabilir. Yumuşak kum taşları, marn, şist, anhidrit ve jips kesinlikle beton yapımında kullanılmazlar. Çünkü yumuşak kum taşlarından şistler suya duyarlı malzemelerdir ve betonun sabitliğini bozar. Jips ve anhidrit ise sülfat etkisi meydana getirirler [5].

2.6. Agrega Ocaklarının İşletim Durumu

2.6.1. Hemşin Deresi Üzerindeki Agrega Ocaklarının İşletim Özellikleri

Hemşin Deresi üzerinde, Levent Köyü, Yücehisar-Suçatı Köyü ve Nagdiha Mahallesi Buzlupınar mevkiinde olmak üzere üç adet agrega ocağının işletme ruhsatı, İl Özel İdare tarafından; Levent Köyü mevki 2009, Yücehisar-Suçatı Köyü mevki 2007, Nagdiha Mahallesi Buzlupınar mevki de 2007 yıllarına kadar Karayolları 10. Bölge Müdürlüğü'ne verilmiştir. Yine bu dere üzerinde 98,98 hektar alanda, Mutlu Mahallesi'nde bulunan agrega ocağının işletme ve arama ruhsatı, İl Özel İdare tarafından Naiboğlu Hazır Beton şirketine verilmiştir. Bunun dışında yasal olarak rasgele kum çakıl alımı yapılamamaktadır.

Agrega ocaklarına ulaşım, şantiye alanı hariç tamamı asfalt yollarla sağlanmaktadır. 1 m³ agreganın taşıma bedeli Bayındırlık ve İmar Müdürlüğü'nün verdiği; agrega ocağından, Pazar İlçe merkezine 3 km.lik mesafe için, 4,72 YTL'dir. Agrega deney numuneleri de bu mesafedeki ocaklardan alınmıştır. Bu ocaklardan agrega alım işlemi İl Özel İdarenin belirlediği zamanlarda olmaktadır. Ancak bu ocaklar yılın her mevsiminde agrega alınabilecek özellik taşıtmaktadırlar.

2.6.2. Fırtına Deresi Üzerindeki Agregâ Ocaklarının İşletim Özellikleri

Fırtına Deresi üzerinde, Pirinçlik Köyü mevkiinde bulunan agregâ ocağının işletme ruhsatı, İl Özel İdare tarafından dört ayrı izin numarası ile 2010 yılına kadar Karayolları 10. Bölge Müdürlüğü'ne verilmiştir. Yine bu dere üzerinde Yamaçdere Köyü ve Pirinçlik Köyü mevkiinde bulunan agregâ ocaklarının işletme ruhsatı, İl Özel İdare tarafından 2010 yılına kadar Ardeşen Belediyesi'ne verilmiştir.

Agregâ ocaklarına ulaşım, şantiye alanı hariç tamamı asfalt yollarla sağlanmaktadır. 1 m³ agregânın taşıma bedeli Bayındırlık ve İmar Müdürlüğü'nün verdiği; agregâ ocağından, Pazar İlçe merkezine 8 km.lik mesafe için, 6,02 YTL'dir. Agregâ deney numuneleri de bu mesafedeki ocaklardan alınmıştır. Bu ocaklardan agregâ alım işlemi İl Özel İdarenin belirlediği zamanlarda olmaktadır. Ancak bu ocaklar yılın her mevsiminde agregâ alınabilecek özellik taşımaktadırlar.

3. AGREGA DENEYLERİ

Bu bölümde, agreganın beton yapımına uygunluğunun araştırılmasında yapılması gereken işlemlerden; numune almadan başlayarak, agreganın fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi için yapılan deney ve deney metotlarına yer verilmiştir. Ayrıca agreganın betona zararlı madde içerip içermediğine bazı deney metotları ile bakılmıştır. Bazı taze ve sertleşmiş beton deneylerine de yer verilmiştir.

3.1. Agregadan Numune Alma Metotları

Agregalarda numune almada TS EN 932-1, ve TS 707'de önerilen metotlar esas alınmıştır. İncelenen malzemenin doğru analizi için ilk olarak dikkat edilmesi gereken şey malzemeyi tam olarak temsil edecek numunemin alınmasıdır. Bu aşamada yapılan yanlış, yapılan tüm işlemlerin de yanlış olmasına neden olacaktır. Bu yüzden malzemeyi doğru temsil edecek numunelerin alınması gerekir.

3.2. Numune Almanın Amacı

Deneysel çalışma ile özellikleri belirlenecek agrega numunesi, betonda kullanılacak tüm agrega kaynağını (depo, yığın, ocak vb.) tam ve en iyi şekilde temsil etmesini sağlamaktır. Genel olarak numune almak için belirli bir metot kullanılması zorunludur.

3.3. Numune Almada Kullanılan Aletler

Agregalardan numune almada kullanılan araç ve gereçler seçilen yöntemle göre değişiklikler göstermektedir ancak, genel olarak şu araç ve gereçler kullanılarak numune alma işlemi gerçekleştirilir. Bunlar;

- Kürek
- Numune alma borusu
- Mala
- Terazi
- Tartı kabı

- Bölücü (Numune ayırıcı); numune bölücünün kanalları çift ve 8'den fazla olması daha uygundur. Kanalların agrega taneleri tarafından tıkanmaması için, kanal genişliği agrega tane çapının en az iki katı olmalıdır.
- Numune tavaşı veya çeyrekleme kabı
- Numune saklama kabı (su ve hava geçirmez özellikte)

3.4. TS EN 932-1'e Göre Numune Alma

Numune miktarı ve parça sayısı, numune alınacak agrega kaynağının özelliğine göre değişiklik gösterir.

Numuneler; sabit taşıyıcı banttın, bant ve oluk boşaltma noktalarından, eleğin altından, ambalajlanmış agregalardan, silodan ve stok yığınlarından alınır. Burada stok yığınlarından numune alma metodu üzerinde durulacaktır.

3.4.1. Toplam ve Parça Numune Miktarı ve Sayısı

Toplam numune miktarı deneylerin sayısı ve agregaların tane boyutu, yoğunluğu göz önüne alınarak hesaplanır. Toplam numune yerine her parça numunenin ayrı ayrı deneye tabi tutulmasına ihtiyaç varsa parça numunelerin miktarı aşağıda verilen parametreler esas alınarak hesaplanabilir. Deney sonuçlarının önceki kayıtları esas alınarak aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$M = 6 \times \sqrt{D_{\max}} \times P_b$$

M : Numunenin kütlesi (kg)

D_{\max} : En büyük tane büyüklüğü (mm)

P_b : Agreganın gevşek yığın topluluğu (t/m^3)

3.4.2. Stok Yığınlarından Numune Alma Metodu

1. Stok yığından numune alma esnasında yığının istenilen bölümünden rasgele parça numune alınması gerekir. Fakat bunun yerine getirilmesi zordur.
2. Stoklardan numune almada en çok karşılaşılan sorun tane ayrışmasıdır.
3. Yaklaşık eşit büyüklüğe sahip parça numuneler, tüm stok yığını üzerinden farklı yükseklik veya derinliklerdeki yerlerden alınmalıdır.

4. Büyük hacimli konik stok yığınlarında numune almada yükleyici iş makinesi kullanılarak yığının yüzeydeki ayrılmış kısım temizlenir. Daha sonra kürek yardımı ile yığının rasgele seçilmiş yerlerinden numune alınmalıdır.
5. İnce taneli agrega stok yığınlarından elle numune almada, agrega tanelerinin düzenli ayrışma görülmediği stoklarda elle numune alınabilir.
6. Genellikle tabanı dairesel konik şekilde stoklardan numune almada, stok yığınının üst 1/3'den bir birim parça numune, ortadaki 1/3'lük kısımdan bunun 7 katından daha fazla ve alt 1/3'lük kısmından da 19 katından daha fazla agrega numunesi alınarak deney numunesi elde edilir.
7. Prizmatik ince taneli agrega stok yığınlarından numune almada; yığının üst 1/3'den bir birim parça numune, ortanın 1/3'lük kısmından bunun 3 katından fazla ve yığının alt 1/3'lük kısmından ise 5 katından daha fazla agrega alınarak deney numunesi elde edilir.
8. Parça numunenin alınmasında önce stok yığınının yüzeyi en büyük tane boyutunun en az 2 katı derinliğe kadar temizlenir. Bu metot kum (ince agrega) için uygundur. Kum stoklarından numune almak için numune alma borusu yatay veya yukarı doğru eğik olarak daldırılarak alınır.

3.5. Numune Azaltma

Genel olarak toplam agrega numunesinden laboratuvar numunesi, laboratuvar numunesinden de deney numunesi hazırlamak için çeşitli aletlerle bir veya birkaç metot beraber kullanılır. Bu metotlar uygulanırken bazı temel prensiplere uyulması gerekir.

Parça numune, toplam numunenin temsil edeceği partinin tüm kısımlarından rasgele alınmalıdır. Parça numune alınamayan agregalar toplam numune ile temsil edilen partinin parçası olarak incelenemez (mümkün olmadığından veya diğer bazı pratik sebeplerden dolayı).

Karışımında 63 mm.den büyük tane varsa bu 63 mm.lik eleğin üzerinde kalan taneler ayrıldıktan sonra işleme tabi tutulur. Gerektiğinde toplam numune ince taneli malzemeler kaybolmayacak veya taneler topaklaşmayacak şekilde kurutularak serbest akacak duruma getirilir.

Çalışma yüzeyi gerektiren karıştırma ve diğer işlemler için, numune alma tablası veya cam plaka (dolgu için) gibi temiz, düz ve sert bir yüzey kullanılmalıdır.

3.5.1. Toplam Agrega Numunesinden Laboratuvar Numunesi Hazırlama Metotları

Burada amaç ocağı, yığıcı veya stoku temsil eden toplam numuneden, laboratuvarda yapılacak deneylerin toplamı için numune alınmasıdır. Bu numunenin elde edilmesinde kullanılan metotlar; bölücü yardımıyla toplam numunenin azaltılması, çeyrekleme ile toplam numunenin azaltılması, çeyrekleme yardımıyla parça numunenin azaltılması olarak dört başlık altında incelemek mümkündür.

3.5.1.1. Numune Bölücü Yardımıyla Toplam Numunenin Azaltılması

Numunenin azaltılmasında bölgeç kullanılır. Toplam numune, numune bölücünün kaplarından birinin içine konur diğer iki kap bölücü altına yerleştirilir. Agrega numunesi bölücünün uzun kenarı doğrultusunda merkezine doğru dökülür. İçinde agregaların toplandığı iki kaptan biri ayrılır. Diğeriyse işleme devam edilir. Bu işlem laboratuvar numunesi için gerekli agrega miktarı elde edilinceye kadar tekrar edilir. Şayet, toplam numune, numune bölücünün haznesine sığmayacak kadar büyükse, toplam numune önce kısmi numunelere bölünür. Kısmi numunelerin her biri aynı sayıda bölünerek azaltılır ve azaltılan kısmi numuneler birleştirilir.

3.5.1.2. Çeyrekleme Yoluyla Toplam Numunenin Azaltılması

Toplam numuneler çalışma yüzeyine (alanına) dökülür ve bu numune çok iyi bir şekilde karıştırılarak koni şeklinde bir yığın haline getirilir ve yığın kürekle yeni bir yığın oluşturacak şekilde aktarılır. Bu aktarma işlemi üç defa tekrarlanır. Konilerin teşkili esnasında her kürek dolusu agrega yeni oluşturulacak koninin tepesinden dökülür. Bu şekilde koninin tepe noktasından agregaların her yönde eşit olarak dağılması ve farklı tane büyüklüğündeki malzemelerinde çok iyi bir şekilde karışması sağlanmalıdır. Üçüncü koni, tepe noktasına küreğin tekrar tekrar sokulup çıkarılması ile kalınlığı ve çapı homojen olacak şekilde düzleştirilir. Bu kesik koni birbirine dik iki diyagonal (çapraz) ile çeyreklendir. Karşılıklı iki çeyrek bölüm, bir kenara alınmalıdır ve geriye kalan diğer çift, kürekle karıştırılır. Bu işlem laboratuvar numunesi için gerekli miktar elde edilinceye kadar tekrarlanmalıdır.

3.5.1.3. Çeyrekleme Yoluyla Parça Numunelerin Azaltılması

Parça numuneler ayrı ayrı işleme tabi tutuluyorsa karıştırma ve çeyrekleme safhalarında aynı sayıda tutularak çeyrekleme ile yapılır. Toplam numunenin azaltılmasında çeyrekleme

metoduyla her parça numunenin azaltılması sağlanır. Azaltılmış parça numuneler gerekliyse laboratuvar numunesi olarak bir araya getirilmelidir.

3.5.1.4. Kürekle Numune Azaltma

Kürekle numune azaltma, bir numune azaltma metodu olup metotta toplam numune yaklaşık eşit kütleli birçok kısmi numunelere bölünür. Bölünen numunelerden biri veya daha fazlası laboratuvar numunesi olarak alınmalıdır.

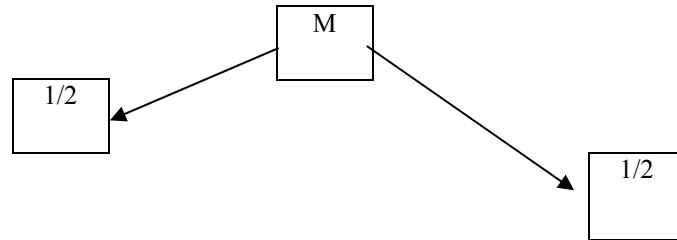
Toplam numunenin yaklaşık kütlesi (m) kilogram olarak ve kısmi numunelerin sayısı (n) olarak belirlenir. Bu işlem kullanılacak küreğin kapasitesi, en çok agreganın $m/(30n)$ kütlesi kadar olmalıdır. Toplam numuneden kürek dolusu alınır ve sırasıyla (n) tane kısmi numunenin her birisi ilave edilmek suretiyle toplam numunenin tamamı harcanıncaya kadar işleme devam edilir.

3.5.2. Laboratuvar Numunelerinin Azaltılması ile Deney Numunesi Hazırlama Metotları (TS EN 932-2)

Laboratuvar numunesi, laboratuvarda yapılması planlanan bütün deneyler için ocaktan, yığından ve stoktan alınan numunedir. Deney numunesi ise agreganın bir tek özelliğini belirlemek için kullanılan numunedir. Deney numunesi çeşitli metotlarla istenilen kütleye kadar azaltılır. Bu metotlar, yarılama, 3/4 bölme, 5/8 bölme, kürekle numune azaltma, çeyrekleme ile numune azaltılması gibi.

3.5.2.1. Yarılama Metodu ile Azaltma

Bir laboratuvar numunesinden, deney numunesi elde etmek için yaklaşık olarak eşit kütleli (m) iki kısmi numuneye bölünmesi işlemidir. (Şekil 3.1.). Deneyde kullanılacak numune miktarı elde edilinceye kadar devam edilir. Bu yarılama 1/2 metodu ile ilgili sayısal örnek Tablo 3.1'de verilmiştir.



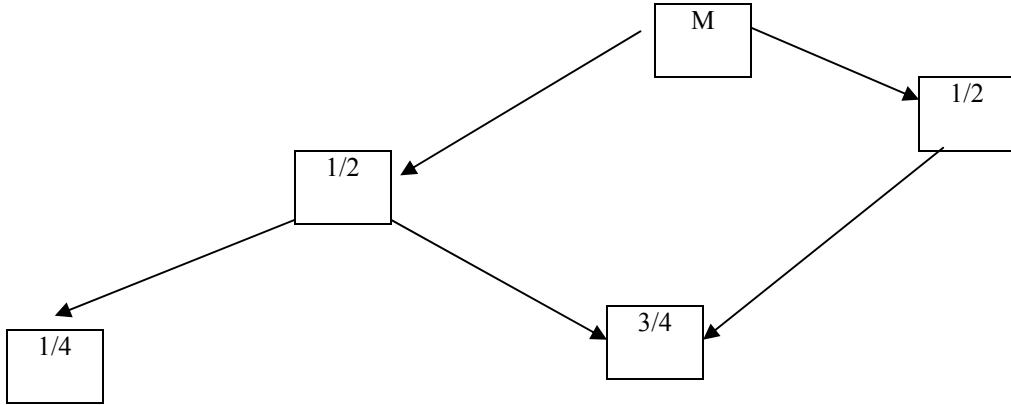
Şekil 3.1. Numune yarılama

Tablo 3.1. Laboratuvar numunesinin tekrarlanan 1/2 bölmelerinin hesaplanması

1/2 Bölmelerinin Hesaplanması	Kısmi Numunenin Kütlesi (kg)
0	100
1	50
2	25
3	12,50

3.5.2.2. 3/4 Bölme ile Azaltma

Laboratuvar numunesinin kütlesi (m) yaklaşık olarak 3/4 ve 1/4 'üne eşit olduğu iki deney numunesine bölünmesi işlemidir. (Şekil 3.2.). Bu 3/4 metodu ile agregalar istenilen deney numunesi miktarına kadar indirgemek olasıdır. Bu metodu daha iyi izah etmek için sayısal örnek Tablo 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2. 3/4 Bölme

Tablo 3.2. 3/4 Bölme takip eden 1/2 bölmeler

Bölme Safhaları	Kısmi Numunenin Kütlesi (kg)
0	100
3/4	75
1/2	37,50
1/2	18,75

3.5.2.3. 5/8 Bölme Metodu ile Azaltma

Laboratuvar numunesi, deney numunesi elde edilinceye kadar kütesinin yaklaşık olarak 5/8 ve 3/8'ine eşit olduğu iki kısmi numuneye bölünmesi işlemi yapılarak elde edilir. Bu deney numunesi bir bölme işlemiyle elde edilemiyorsa, deney numunesi elde edilinceye kadar bölmeye devam edilir.

Genel olarak uygulanan metotlar, mümkün olan en az sayıda bölme işlemi ile deney numunesi elde etmek ve böylece deney numunesi hazırlayan teknik elemanın deney numunesi üzerinde küçük düzeltmeler yapmasını ve deney numunesinin içine girecek taneleri seçmesini engellemeyecek şekilde tasarlanmıştır.

3.5.2.4. Çeyrekleme ile Numune Azaltma

Laboratuvar numunesi çalışma yüzeyine konulur. Koni oluşturacak şekilde numune tam olarak karıştırılır ve kürekle numuneler alınmak suretiyle yeni bir koni oluşturulur. Bu işlem üç defa tekrar edilir.

Her bir kürek dolusu numune, yeni agrega yığının tepesinden her kenarda akacak ve tam bir dağılım sağlayarak farklı büyüklüklerin iyi bir şekilde karışmasına imkân verecek şekilde dökülmelidir.

Küreği tekrar tekrar koninin tepe noktasından düşey olarak sokmak kaydıyla, üçüncü koni üniform kalınlık ve çapa sahip olacak şekilde düzleştirilir.

Düzleştirilmiş koni birbirini dik açılarla kesen iki çap boyunca çeyreklenir. Birbirine zıt olan çeyreklerin ikisi atılır ve kalan iki çeyrek parça yığın haline getirilir. Belirlenen deney kısmı elde edilinceye kadar karıştırma ve çeyrekleme işlemi tekrarlanır.

3.5.2.5. Küçük Toleransla Kütesi Önceden Belirlenmiş Deney Kısmının Oluşturulması İçin Numune Azaltma Metodu

Deney için kullanılacak numunenin gereken fazla kütleyle sahip kısmi numuneden elde edilmesi: Kısmi numune çalışma yüzeyine dökülür, çok iyi şekilde karıştırılır ve çalışma yüzeyi boyunca sıralı olarak agrega yerleştirilir. Deney kısmı için gerekli kütlede numune elde edilinceye kadar hattın bir ucundan başlanır, düztabanlı kürek veya kazıcıyı kullanarak numune alınır. Bu esnada küçük tanelerin geride kalmamasına özen gösterilmelidir.

3.5.2.6. Kırma ile Tane Büyüklüğü Küçültülerek Numunenin Azaltılması

Kimyasal deney metotları için numunelerin deney kısmı azaltılması “Döner numune bölücü kullanılarak numunenin azaltılması” ve “Küçük toleransla kütlesi önceden belirlenmiş deney kısmının oluşturulması için numune azaltma metodu”na kadar verilen işlemlerle adım adım tanelerin kırılması ile sağlanmalıdır.

Deney numunesinin laboratuvar numunesini temsil etmesini sağlamak için, deney numunesinin minimum kütlesi Tablo 3.3’de verilen ilgili tane büyüklüğünün verilen miktarlarından aşağı olamaz.

Kısmi numunenin kütlesi Tablo 3.3’de belirlenmiş sınır değerlere yaklaştığında agrega yeniden kırılmak ve öğütülmek suretiyle azaltma işlemine devam edilir. Yeterli miktarda deney kısmı elde edilinceye kadar bu işlem devam eder.

Tablo 3.3. Kimyasal analizler için numune bölme esasında deney numunesinin en az kütlesi

En Büyük Tane Büyüklüğü (mm)	Deney Numunesinin En Az Kütlesi (g)
1	100
2	200
4	500
8	800
16	1000
32	2000
63	10000

3.6. TS 707’ye Göre Agregadan Numune Alma Metodu

Doğal agrega ocaklarından veya depolardan numune alma yerlerinin seçilmesi; kullanılacak toplam agrega hacmi, projedeki beton hacminden yararlanılarak yaklaşık olarak belirlenir.

Doğal agrega ocağının agrega çıkarılabilecek (işletme) derinliği belirlenir. Toplam agrega miktarı işletme derinliğine bölünerek agreganın, sağlayacağı ocağın toplam yüzey alanı bulunur. Ayrıca ocağın geometrisine bağlı olarak en/boy hesaplanabilir. Ocak yüzeyinin dörtgen şeklinde olması halinde dörtgenin köşelerinde 4, kenar orta noktalarında 4, kenar ortaylarının kesişim noktalarında bir tane olmak üzere ve işletme derinliğinin bir kez alt 1/3, bir kez de üst 1/3 içinde kalacak şekilde 18 noktadan eşit miktarlarda agrega alınır. Ocak, düzgün dikdörtgen

şeklinde değilse bu ocağın yüzeyi yaklaşık dörtgen olarak kabul edilir. Yukarıdaki işlem aynen tekrarlanır.

Tablo 3.4’de adı verilmeyen fakat yapılması istenilen bir deney için, deneyin ilgili TS’de öngörülen miktarın en az dört katı malzeme, ocaktan veya yığından alınır.

Toplanan agrega ince taneleri ayrışıp kaybolmayacak kadar nemlendirilir (veya kurutulur) ve doymun kuru yüzeye yakın duruma getirilir. İyice karıştırıldıktan sonra bölgeç ile dörde bölünerek küçültme (çeyrekleme) yöntemi iki kez uygulanır. Numune Tablo 3.4’de verilen değere indirilir.



Şekil 3.3. Daire çeyrekleme ve dörtgen çeyrekleme metodu

Dörde bölerek küçültme (azaltma) yapmak için, agrega dairesel bir alana her tarafı eşit yükseklikte olacak şekilde serilir. Dairenin çapı (d), serilen malzemenin yüksekliğinin (h) yaklaşık dört katı olmalıdır.

Daire şeklindeki alan, bir küreğin kenarı ile planda yaklaşık dört eşit parçaya (A,B,C ve D) bölünür. Parçalardan karşılıklı ikisi (C ve D ile Şekil 3.3.’de gösterilmiştir) numune oluşturmak üzere yerinde bırakılır. Diğer parçalardan ikisi (A ve B) uzaklaştırılır.

Yerinde bırakılan parçalar iyice karıştırılır, dairesel bir alana serilir ve bir kez daha dörde bölünür. Bu bölümün (C ve D) parçaları bir araya getirilerek numune oluşturulur.

Eğer numune bölgeç ile alınacaksa, ocaktan alınan malzeme el küreği ile bölgeç üzerine dökülerek herhangi bir müdahaleye gerek kalmadan eşit şekilde bölünmesi sağlanır [6].

Tablo 3.4. Agrega kaynağından alınacak numunenin miktarı (kg)

Deney adı	En Büyük Tane Büyüklüğü (mm)								
	0,25	0,50	1	2	4	8	16	31,5	63
Tane büyüklüğü dağılımı ve incelik modülü tayini	2	2	2	2	8	8	16	20	40
Birim ağırlık tayini	20	20	20	20	20	20	20	100	100
Birim hacim ağırlık tayini ve su emme oranı	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	6	8	12	20
Yüzeysel nem oranı tayini	2	2	2	2	8	12	20	40	40
İnce malzeme tayini	4	4	4	4	4	8	20	20	20
Organik kökenli madde tayini	2	2	2	2	2	-	-	-	-
Hafif madde oranı tayini	1	1	1	1	1	12	12	20	20
Süngerimsi, camsı madde tayini	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Toplam Laboratuvar numunesi miktarı	39	39	39	39	51	70	100	216	236

3.7. Agreganın Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Yapılan Deneyler

3.7.1. Agrega Tane Büyüklüğü Dağılımı (Granülometrik Birleşimi)

Deneyin Amacı

Elek analizleri, daneli malzemenin belirli çapta olanlarının, bütün içindeki yüzdesinin bulunması için yapılır. Bu amaçla kullanılacak malzemeler elenerek tane gruplarına ayrılır. Betonda yüksek kompasiteyi sağlamak için agregaya tane dağılımını bilmek ve buna göre agregaya tane dağılım oranlarını iyi ayarlamak gerekir. Agrega tane büyüklüğü dağılımının, betonun agregaya ile ilişkili bütün özelliklerini etkilemesi söz konusudur.

Deneyde Kullanılan Aletler

-Deney elek takımı

- .0,25 mm kare gözlü elek
- .0,5 mm kare gözlü elek
- .1 mm kare gözlü elek
- .2 mm kare gözlü elek
- .4 mm kare gözlü elek
- .8 mm kare gözlü elek
- .16 mm kare gözlü elek

- .31,5 mm kare gözlü elek
- Etüv (105±5 °C)
- Terazi; 5 kg çekerli, 0,1 g duyarlı ve 20 kg çekerli, 1 g duyarlı
- El küreği
- Tel ve kıl fırça
- Toplama kabı veya toplama tavası
- Kaplar (paslanmaz sac veya plastik tepsiler)
- Elek sarsma makinesi

Deneyin Yapılışı

Malzemeyi tam olarak temsil edecek numune, numune alma ve azaltma metotlarına uyularak gerekli miktarlarda alınır. Deney için en büyük tane çapı 31,5 mm.ye göre, 24 saat suda bekletilmiş ve etüvde 105±5 °C'de kurutulduktan sonra hassas tartıda tartılarak 10 kg temsili numune alınır.

TS 1226 ve TS 1227 elek serisi en altta toplama kabı olacak şekilde küçük elek numarasından başlanarak üst üste dizilir.

Deney numunesi elek serisinin en üstündeki eleğine yavaşça boşaltılır ve elek sarsma makinesinin kapağı kapatılır. Elek sarsma makinesi 10 dakika çalıştırılır ve sarsma işlemi gerçekleştirilir.

Sarsma işlemi sonunda her elek üzerinde kalan malzeme kayıp vermeden fırçalar yardımıyla tepsilere alınır ve 0,1 g duyarlılıktaki tartıda tartılarak hazırlanmış tablolara not edilir.

Tartma ve not etme işlemi tamamlandıktan sonra, gerekli hesaplamalar yapılır ve granülometri grafiği oluşturulur.

Sonuç

Elekler üzerinde ve kapta kalan numune hassas tartı yardımıyla kayıp vermemeye dikkat edilerek tartılır. Tartım sonuçları ilgili tablolara kaydedilerek gerekli hesaplamalar yapıldıktan sonra tablodaki yığılımlı ağırlık yüzdelerinden yararlanılarak, granülometri eğrisi çizilir.

Daha sonra incelik modülü hesaplanır. İncelik modülü, agreganın incelik ve kalınlığını ifade eden beynelmilel bir terim olup; elek analizinde göz açıklığı en küçük olan standart elek en altta olmak üzere küçükten büyüğe doğru dizilmiş, birbirinin iki misli büyüklüğündeki göz açıklığına sahip elekler üzerinde kalan agreganın yığılımlı yüzdelerinin toplamının 100'e elde edilen sayıdır. İncelik modülü hiçbir zaman granülometriyi ifade etmez, çünkü değişik

özelliklere sahip agregaların granülometrilerinde elde edilen incelik modülleri aynı değeri verebilir. İncelik modülü ince agreganın **sarma** kabiliyeti ile ilgili bir göstergedir. İncelik modülü aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\text{İncelik Modülü} = \text{Kümülatif Kalan \% (Toplam)} / 100$$

TS 802 'ye göre en büyük tane çapı 31,5 mm olan beton agregası için incelik modülü 3,30 ile 5,48 arasında değişmektedir.

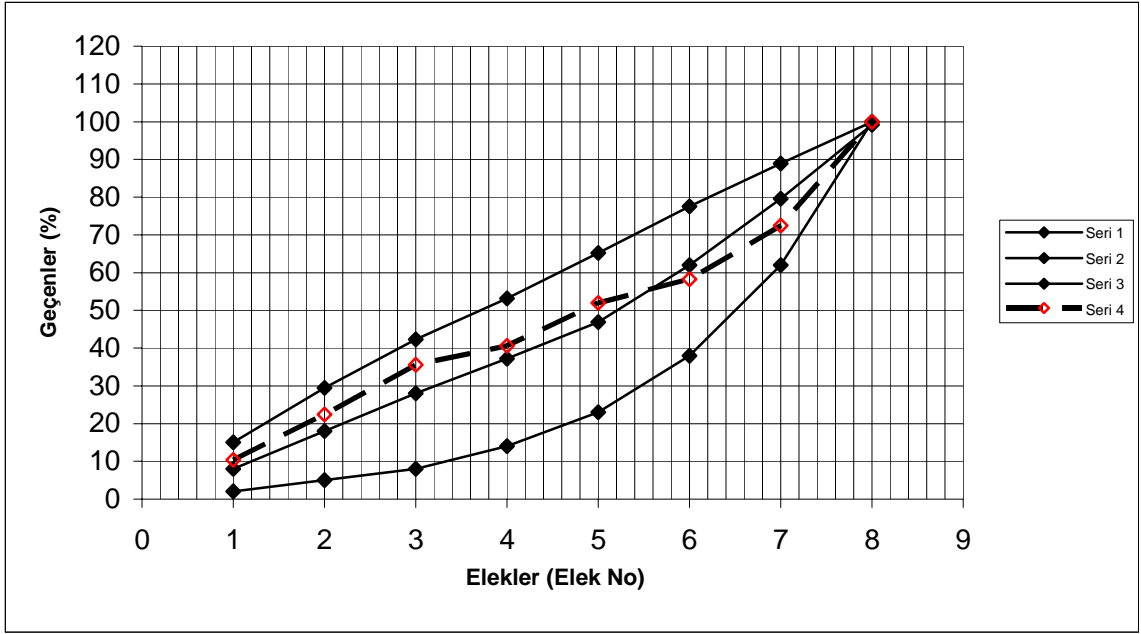
İncelik modülünü hesaplayabilmek için bu eleklerin mutlaka birbirinin iki misli artan elekler olmalarına dikkat edilmelidir. Agreganın inceliğinin yorumunu yapabilmek için analizde kullanılan standart elekler, bu eleklerin göz açıklıklarına göre en alttaki küçükten, en üstteki büyüğe doğru bir sıralama yapılır, elek analizi sonucunda hesaplanan incelik modülü sayısı ile elek sıralama numarası karşılaştırılır ve hangi eleğe denk gelmiş ise ortalama olarak agreganın büyüklüğü o elek çapı kadardır[7].

Tablo 3.5. Agrega tane büyüklüğü dağılımı deney sonuçları
a. Hemsin Deresi agrega tane büyüklüğü dağılımı deney sonuçları

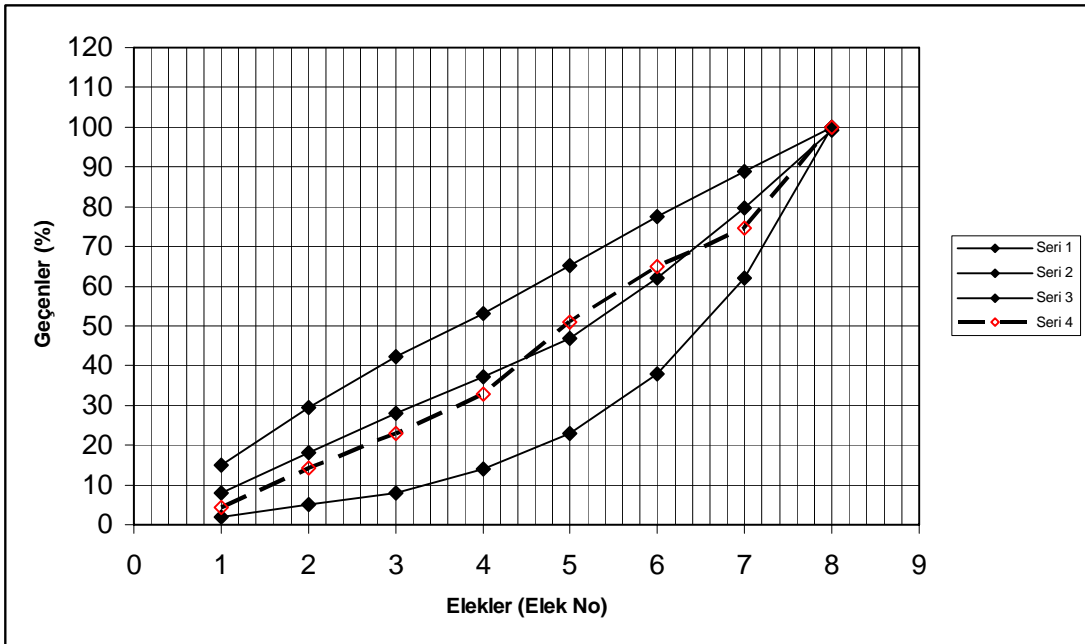
Elek Ebadı (mm)	M Elek Üstünde Kalan (g)	M _y Kümülatif Ağırlık (g)	M _k Her Elek Üzerinde Kalan (%)	Yığılımlı Ağırlık (g)		TS 706 Sınır Değerleri (%)		
				Kalan (%)	Geçen (%)	Alt Sınır	Orta Sınır	Üst Sınır
31,5 (8)	0	0	0	0	100	100	100	100
16 (7)	2760	2760	27,6	27,6	72,4	62	80	89
8 (6)	1410	4170	14,1	41,7	58,3	38	62	77
4 (5)	630	4800	6,3	48	52	23	47	65
2 (4)	1140	5940	11,4	59,4	40,6	14	37	53
1 (3)	500	6440	5,0	64,4	35,6	8	28	42
0,5 (2)	1320	7760	13,2	77,6	22,4	(5)	(18)	(29)
0,25 (1)	1200	8960	12,0	89,6	10,4	2	8	15
KAP	1040	10000	10,4	100	0	0	0	0
Numune Ağırlığı	10000	İncelik Modülü		408,3 / 100 = 4,08				

b. Fırtına Deresi agrega tane büyüklüğü dağılımı deney sonuçları

Elek Ebadı (mm)	M Elek Üstünde Kalan (g)	M _y Kümülatif Ağırlık (g)	M _k Her Elek Üzerinde Kalan (%)	Yığılımlı Ağırlık (g)		TS 706 Sınır Değerleri (%)		
				KALAN (%)	GEÇEN (%)	Alt Sınır	Orta Sınır	Üst Sınır
31,5 (8)	0	0	0	0	100	100	100	100
16 (7)	2550	2550	25,5	25,5	74,5	62	80	89
8 (6)	960	3510	9,6	35,1	64,9	38	62	77
4 (5)	1390	4900	13,9	49	51	23	47	65
2 (4)	1820	6720	18,2	67,2	32,8	14	37	53
1 (3)	980	7700	9,8	77	23	8	28	42
0,5 (2)	880	8580	8,8	85,8	14,2	(5)	(18)	(29)
0,25 (1)	980	9560	9,8	95,6	4,4	2	8	15
KAP	440	10000	4,4	100	0	0	0	0
Numune Ağırlığı	10000	İncelik Modülü		435,2 / 100 = 4,35				



— Üst, Orta ve Alt Sınır Eğrileri
 - - - - - İncelenen Numune Sonuçları
 Şekil 3.4. Hemşin Deresi agregasına ait granülometri eğrisi



— Üst, Orta ve Alt Sınır Eğrileri
 - - - - - İncelenen Numune Sonuçları
 Şekil 3.5. Fırtına Deresi agregasına ait granülometri eğrisi

Değerlendirme

Yapılan elek analizi sonuçlarında; Hemşin Deresi agregasının incelik modülünün 4,08 ve Fırtına Deresi agregasının incelik modülünün 4,35 olduğu tespit edilmiştir. Bu değerlere bakıldığında bu değerlerinde kabul edilen sınır değerler arasında olduğu görülür. Buna göre Hemşin ve Fırtına Deresi agregasının incelik modülü yönünden beton yapımına uygun olduğu anlaşılır.

Elek analizi sonuçlarına göre çizilmiş olan granülometri eğrileri incelendiğinde her iki dereden elde edilen agrega granülometrisinin sınır çizgileri içerisinde kaldığı görülmektedir.

Hemşin Deresi agregasının granülometrik eğrisi detaylı olarak incelendiği zaman; 0,25 mm ile 8 mm.lik (Elek No:1-6) aralıkta kullanılabilir olarak tanımlanan sınırlar içerisinde, 8 mm ile 31,5 mm.lik (Elek No:6-8) aralıkta ise çok iyi olarak tanımlanan sınırlar içerisinde kaldığı görülmektedir. Bu da gösteriyor ki Hemşin Deresi agregası granülometrik bakımdan beton yapımına uygundur. Aynı şekilde Fırtına Deresi agregasının granülometrik eğrisi detaylı incelendiğinde; 0,25 mm ile 2 mm.lik (Elek No:1-4) aralıkta kullanılabilir olarak tanımlanan sınırlar içinde kaldığı, 2 mm ile 31,5 mm.lik (Elek No:4-8) aralıkta ise çok iyi diye tanımlanan sınırlar içerisinde olduğu görülmektedir.

Hesaplamalardan ve grafiklerden anlaşıldığı üzere Hemşin Deresi ve Fırtına Deresi agregası; tane büyüklüğü dağılımı bakımından TS 706'da belirtilen granülometrik sınırlar içinde kaldığından, beton yapımına granülometri bakımından uygundur denilebilir.

3.7.2. Agreganın Özgül Ağırlığı ve Su Emme Oranı Tayini (TS 3526)

3.7.2.1. İnce Agreganın Özgül Ağırlığı ve Su Emme Oranı Tayini (TS 3526)

Deneyin Amacı

İnce taneli agregaların, birim hacimdeki ağırlığını tespit etmektir. Agreganın birim hacimdeki ağırlığının çok veya az olması betonun özelliklerini ve kullanma alanlarının seçiminde önemli bir unsurdur.

Deneyde Kullanılan Aletler

- Ölçü kabı (Balon joje): 500 ml (cm³)'lik cam bir ölçü kabı
- Metal kalıp: Kesik huni biçimli metal bir kalıp; alt çap 89 mm, üst çap 38 mm ve yükseklik 73mm
- Sıkıştırma Çubuğu: Ucu yuvarlatılmış 25 mm. çapında ve yaklaşık 350 g ağırlığında
- Vakum pompası

- Desikatör
- Etüv (105±5 °C).
- Cam Levha: Ölçü kabının üstünü kapatacak büyüklükte.
- Terazi: 2 kg çekerli, 0,1 g duyarlı
- Tablalı ısıtıcı veya hava üfleme ısıtıcı
- Tavalar
- Havlu veya benzeri kurutma bezleri
- Mala
- Termometre (°C bölüntülü)

Deneyin Yapılışı

Malzemeyi tam temsil eden deney numunesi bölgeç veya çeyrekleme yöntemiyle Tablo 3.6.'da belirtilen miktar kadar alınır. Deneyde kullanılacak numune miktarı en büyük tane büyüklüğüne bağlı olarak değişir. Tane büyüklüğüne bağlı olarak alınan numuneler tam doygun hale gelinceye kadar (en az 24 saat) su içinde bekletilir. Suyu doygun hale gelmiş numune, ince taneleri kaybolmayacak şekilde suyu süzülerek tava içine yayılır. Tavadaki numune tablalı ısıtıcı veya hava akımını oluşturan ısıtıcı ile sürekli karıştırılarak DKY (Doygun Kuru Yüzey) haline gelmesi çabuklaştırılır. DKY hali ince agreganın koyu ıslak renkten açık (kuru) renge değişmeye başladığı anın hemen sonrasındır. Bu halin anlaşılması deneyi yapan kişinin deneyimine bağlıdır. Numunenin çok kurumamasına özen gösterilmelidir. DKY durumuna gelip gelmediği gözle muayenede anlaşılammış ise bunu tespit etmek için kesik huni yöntemi veya kesme yöntemlerinden biri uygulanır.

Tablo 3.6. İnce agrega özgül ağırlığı için numune miktarı

En Büyük Tane Büyüklüğü (mm)	0,25	0,5	1	2	4
Deney Miktarı (kg)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

- Doygun kuru yüzey (DKY) halinin kesik huni yöntemi ile belirlenmesi:

DKY haline geldiği tahmin edilen numune geniş yüzeyi alta gelecek şekilde duran kesik huni biçimli metal kalıba gevşek olarak yerleştirilir. Sıkıştırma çubuğu ile 25 defa hafifçe şişlenir. Kesik huni hafifçe çıkarıldığında numune konikliğini devam ettiriyorsa serbest nem var demektir. Kurutmaya devam edilmesi ve bir süre sonra bir kez daha bu işlemin yapılması gerekir. Numunenin konikliğin serbestçe bozulduğu görüldüğünde DKY haline geldiği anlaşılır. Herhangi bir nenenle kurutmanın gereğinden fazla yapılması halinde az miktarda suyun püskürtülmesi ile nemlendirilen numune yeniden kesik huni deneyine tabi tutulmalıdır.

- Doygun kuru yüzey (DKY) halinin kesme yöntemi ile belirlenmesi:

DKY olduğu tahmin edilen numune yarım küre şeklinde bir yığın haline getirilir. Yığın mala ile düşey olarak ikiye bölünür. Bölünen ara yüzeyler kendilerini tutuyor ise kurutmaya devam edilir. Bu yüzeylerin yıkıldığı durumda DKY haline geldiği anlaşılır.

DKY haline getirilmiş numunedan tartılır ve numune etüve konmak için ayrılır. Malzemenin DKY ağırlığı (M_2) olarak kaydedilir [6].

Daha sonra numune etüve konularak etüv kurusu haline getirilir. Numune desikatöre konarak oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulur. Soğuyan numune, cam ölçü kabına doldurulur ve birlikte tartılır. Ölçü kabının daha önceden saptanmış olan darası bu tartıdan çıkarılır ve numunenin kuru ağırlığı belirlenir. (M_1)

Ölçü kabı yaklaşık 20 °C'deki su ile yarıya kadar doldurulur ve düz bir yüzey üzerinde hafifçe vurularak ve aynı zamanda döndürülerek hava kabarcıklarının çıkmasını çabuklaştırmak için vakum pompası kullanılır. Bir saat bekleddikten sonra ölçü kabı yaklaşık 20 °C'deki su ile 500 ml (cm^3) işaret çizgisine kadar doldurulur ve tartılır. (M_3)

Boş ölçü kabı yaklaşık 20 °C'deki su ile 500 ml çizgisine kadar doldurulup tartılır. (M_4)

Sonuç

İnce agreganın kuru özgül ağırlığı, DKY özgül ağırlığı, görünen özgül ağırlığı ve su emme oranı aşağıdaki bağıntılar ile hesaplanır. Deney üç ayrı numune için üç defa tekrar edilir. Deneylemlerin sonuçları arasındaki fark % 2 veya daha küçük ise üç deneyin sonuçlarının ortalama değeri ince agreganın özgül ağırlığı olarak alınır. Eğer iki deney arasındaki fark % 2'den büyük ise deney 3. deney numunesi ile tekrar edilir. Bulunan sonuçların en yakın olan iki tanesinin farkı eşit ise ortalaması kuru özgül ağırlık, DKY veya görünen özgül ağırlık olarak kabul edilir. Su emme oranı sonuçları arasındaki farkta 0,2 veya daha küçük ise üç deneyin sonuçlarının ortalaması, su emme oranı olarak kabul edilir.

İnce agreganın kuru özgül ağırlığı

$$\alpha_{ik} = M_1 / (M_2 + M_4 - M_3)$$

İnce agreganın DKY özgül ağırlığı

$$\alpha_{id} = M_2 / (M_2 + M_4 - M_3)$$

İnce agreganın görünen özgül ağırlığı

$$\alpha_{ig} = M_1 / (M_1 + M_4 - M_3)$$

İnce agreganın su emme oranı

$$m_i = [(M_2 - M_1) / M_1] 100$$

m_i : İnce agreganın su emme oranı, (%)

M_1 : Numunenin etüv kurusu ağırlığı, (g)

M_2 : Numunenin DKY durumundaki ağırlığı, (g)

M_3 : Ölçü kabı+ Su+ Numune ağırlığı, (g)

M_4 : 500 ml çizgisine kadar su ile dolu ölçü kabı ağırlığı, (g)

Tablo 3.7. İnce agreganın özgül ağırlığı ve su emme oranı hesaplama formu

a. Hemşin Deresi ince agregasının özgül ağırlığı ve su emme oranı hesaplama formu

Etüvde Kurutulmuş Malzemenin Kuru Ağırlığı, M_1 (g)	980
Doygun Kuru Yüzey Ağırlığı, M_2 (g)	1000
Ölçü Kabı+İnce Agreg+500 ml Su Toplam Ağırlığı, M_3 (g)	1870
Ölçü Kabı+500 ml Su Toplam Ağırlığı, M_4 (g)	1245
İnce agreganın kuru özgül ağırlığı (α_{ik})	2,61
İnce agreganın DKY özgül ağırlığı (α_{id})	2,67
İnce agreganın görünen özgül ağırlığı (α_{ig})	2,76
İnce agreganın su emme oranı (m_i)	2,04

b. Fırtına Deresi ince agregasının özgül ağırlığı ve su emme oranı hesaplama formu

Etüvde Kurutulmuş Malzemenin Kuru Ağırlığı, M_1 (g)	935
Doygun Kuru Yüzey Ağırlığı, M_2 (g)	960
Ölçü Kabı+İnce Agreg+500 ml Su Toplam Ağırlığı, M_3 (g)	1895
Ölçü Kabı+500 ml Su Toplam Ağırlığı, M_4 (g)	1300
İnce agreganın kuru özgül ağırlığı (α_{ik})	2,56
İnce agreganın DKY özgül ağırlığı (α_{id})	2,63
İnce agreganın görünen özgül ağırlığı (α_{ig})	2,75
İnce agreganın su emme oranı (m_i)	2,67

Değerlendirme

Agrega taneleri arasında kusurlu ve keskin köşeli tanelerin fazla miktarda olması, boşluğu arttırdığından dolayı birim hacim ağırlığı olumsuz yönde etkiler. Agregataneleri arasında organik madde ve hafif tanelerin bulunması, agreganın özgül ağırlığını azaltır. Agreganın içyapısının boşluklu veya boşluksuz olması agregatın özgül ağırlığını azaltır veya artırır. Birim hacim ağırlığı yüksek olan bir agregat ile üretilen betonun dayanımı, dayanıklılığı ve taşıma gücü fazladır.

Agreganın su emme miktarı agreganın özelliklerini etkiler. Agregada boşlukların fazla olması agreganın donma ve çevre etkilerine karşı dayanıklılığını azaltır.

Deney sonuçlarına bakıldığında özgül ağırlıkların verilmiş olan standartlar içerisinde olduğu görülür (2,20-2,70 kg/dm³). Buda Hemşin ve Fırtına Dereleri ince agregasının özgül ağırlığı yönünden beton yapımına elverişli olduğunu gösterir. Ayrıca her iki derenin, su emme

oranlarının da % 10'un üzerinde olmadığı görülür. Su emme oranı bakımından da bu iki dere ince agregası beton yapımına uygundur denilebilir.

3.7.2.2. İri Agreganın Özgül Ağırlığı ve Su Emme Oranı Tayini (TS 3526)

Deneyin amacı

İri agregaların, birim hacimdeki ağırlığını tespit etmektir. Agreganın birim hacimdeki ağırlığının miktarının bilinmesi betonun kullanım alanlarını tespit etmede önemli, unsurlardan birisidir.

Deneyde Kullanılan Aletler

- Arşimet Terazisi: 20 kg çekerli, 1g duyarlı ve su içinde de tartım yapabilen.
- Kafes Örgülü Sepet: 4 mm göz açıklıklı elek telinden yapılmış bir sepet ve tel sepeti içine alabilecek büyüklükte kova
- Havlü veya benzeri kurutma bezleri
- Etüv (105 ± 5 °C)

Deneyin Yapılışı

Malzemeyi tam temsil eden deney numunesi numune alma metotları göz önünde bulundurularak Tablo 3.4'de belirtilen miktarlara uyularak alınır. Alınan numune çeyrekleme yöntemiyle veya bölgeçle Tablo 3.8'de tane boyutuna bağlı olarak önerilen miktarda tartılarak alınır. Alınan numune su içinde 24 saat bekletilir.

Tablo 3.8. İri agrega birim hacim ağırlık için numune miktarı

En Büyük Tane Büyüklüğü (mm)	4	8	16	32	63
Deney Numunesi Miktarı (kg)	0,8	1,5	2	3	3

Sonra ince taneleri kaybolmayacak şekilde suyu süzülerek tava içine yayılır. Tavadaki numune taneleri üzerinde görülebilen su tabakası kalmayınca kadar havlü veya benzeri kurutma bezleri ile doygun kuru yüzey (DKY) haline getirilmek için kurutulur. DKY haline getirilmiş numune tartılır ve DKY ağırlığı olarak kaydedilir (M_2)

Daha sonra numune kafes örgülü tel sepete konularak su dolu kovanın içine su yüzeyinden en az 5 cm daha aşağıda kalacak şekilde daldırılır. Numune su yüzüne çıkarılmadan kovanın içinde en az 10 defa serbestçe kaldırılıp indirilir, sağa sola sallanarak taneler arasında kalabilecek hava kabarcıkları çıkarılır. Numune sepetinin, kova kenarına dokunmamasına dikkat

edilir. Özel bir düzenle terazi kefesinin ortasına yerleştirilir ve doygun malzemenin sudaki ağırlığı bulunur (M_3).

Numune sudan çıkarılır ve etüv kurusu haline getirilir. Daha sonra numune oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulur ve numunenin havadaki kuru ağırlığı belirlenir (M_1).

Sonuç

İri agreganın kuru özgül ağırlığı, DKY özgül ağırlığı, görünen özgül ağırlığı ve su emme oranı aşağıdaki bağıntılar ile hesaplanır. Deney üç ayrı numune üzerinde yapılır. Deneylemlerin sonuçları arasındaki fark % 10 veya daha küçük ise deneyin sonuçlarının ortalama değeri agrega özgül ağırlığı olarak alınır.

İri agreganın kuru özgül ağırlığı

$$\alpha_k = M_1 / (M_2 - M_3)$$

İri agreganın DKY özgül ağırlığı

$$\alpha_d = M_2 / (M_2 - M_3)$$

İri agreganın görünen özgül ağırlığı

$$\alpha_g = M_1 / (M_1 - M_3)$$

İri agreganın su emme oranı

$$m = [(M_2 - M_1) / M_1] 100$$

m : İri agreganın su emme oranı, (%)

M_1 : Numunenin etüv kurusu ağırlığı, (g)

M_2 : Numunenin DKY durumundaki ağırlığı, (g)

M_3 : Numunenin sudaki ağırlığı, (g)

Tablo 3.9. İri agreganın özgül ağırlığı ve su emme oranı hesaplama formu
a. Hemşin Deresi iri agregasının özgül ağırlığı ve su emme oranı hesaplama formu

Kurutulmuş Malzemenin Değişmez Kuru Ağırlığı, M_1 (g)	1975
Doygun Kuru Yüzey Malzeme Ağırlığı, M_2 (g)	2005
Doygun Kuru Yüzey Malzemenin Sudaki Ağırlığı, M_3 (g)	1265
İri agreganın kuru özgül ağırlığı (α_k)	2,67
İri agreganın DKY özgül ağırlığı (α_d)	2,71
İri agreganın görünen özgül ağırlığı (α_g)	2,78
İri agreganın su emme oranı (m)	1,52

b. Fırtına Deresi iri agregasının özgül ağırlığı ve su emme oranı hesaplama formu

Kurutulmuş Malzemenin Değişmez Kuru Ağırlığı, M_1 (g)	1980
Doygun Kuru Yüzey Malzeme Ağırlığı, M_2 (g)	2010
Doygun Kuru Yüzey Malzemenin Sudaki Ağırlığı, M_3 (g)	1250
İri agreganın kuru özgül ağırlığı (α_k)	2,61
İri agreganın DKY özgül ağırlığı (α_d)	2,64
İri agreganın görünen özgül ağırlığı (α_g)	2,71
İri agreganın su emme oranı (m)	1,52

Değerlendirme

Agreganın içyapısında bulunan boşlukların miktarı ve bu boşlukların dış yüzeye bağlantısı agreganın özgül ağırlığını etkiler. Agregada boşlukların fazla olması agreganın donma ve çevre etkilerine karşı dayanıklılığını azaltır.

Deney sonuçlarına bakıldığında özgül ağırlıkların verilmiş olan standartlar içerisinde olduğu görülür (2,20-2,70 kg/dm³). Bu da Hemşin ve Fırtına Dereleri iri agregasının özgül ağırlığı yönünden beton yapımına elverişli olduğunu göstermektedir. Ayrıca her iki derenin, su emme oranlarının da % 10'un aşmadığı ve aynı olduğu dikkat çekmektedir. Su emme oranı bakımından da bu iki dere iri agregası beton yapımına uygundur denilebilir.

3.7.3. Agregada Gevşek ve Sıkışık Birim Ağırlık Tayini (TS 3529)

Deneyin Amacı

Agreganın gevşek ve sıkışık olarak işgal edeceği hacmi saptamaktır. Agreganın kap içindeki net ağırlığının kap hacmine bölünmesiyle hesaplanır ve birimi kg/m³ olarak verilir. Agreganın kompasitesi ve işleme esası bu deneyle anlaşılır.

Birim ağırlıkların ölçülmesinde; agreganın tane dağılımı, tane şekli, tanelerin mevcut nem durumu ve tanelerin kap içinde gevşek veya sıkışarak yerleştirilmiş olması gibi faktörlerin etkisi olduğu bilinmektedir.

Deneyde Kullanılan Aletler

-Etüv (105 °C±5 °C)

-Terazi; 30 kg çekerli, 10 g duyarlı

-Deney ölçü kabı: Kap su geçirmez, kullanma sırasında biçimi bozulmayacak kadar dayanıklı metalden yapılmış, karşılıklı iki kulpu bulunan silindirik biçimli değişik hacimlere sahip kaplardır.

- El küreği
- Çelik sıyırma cetveli
- Lastik tokmak
- Çelik sıkıştırma çubuğu: Ucu yarım küre şeklinde yuvarlatılmış 600 mm boyunda, 16 mm çapında

3.7.3.1. Agregada Gevşek Birim Ağırlık Tayini

Deneyin Yapılışı

Malzemeyi tam temsil eden malzeme, numune alma ve azaltma kuralları dikkate alınarak alınır. Etüvde 105±5 °C de değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulur.

Tablo 3.10. Ölçü kaplarının dik iç boyutlar

En Büyük Tane Büyüklüğü (mm)	İç Çap (mm)	Yükseklik (mm)	Kalınlık (mm)	Yaklaşık Hacim (dm ³)
16	155	155	3,5	3
32	250	280	3,5	14
125	350	290	3,5	28

Deney numunesi tane çapına bağlı olarak Tablo 3.4’de önerilen miktar kadar alınır. Deney ölçü kabı Tablo 3.10’dan tane boyutuna göre seçilir. Bu yöntemde gerekli olacak kapların boş ağırlığı tartılır ve (M₁) olarak kaydedilir.

Agrega el küreği ile kap kenarından çevresinde dönmeli olarak (ölçü kabı üst yüzeyinden en fazla 5 cm yükseklikten dökülmelidir) bir miktar taşacak şekilde doldurulur. Ölçü kabı, yüzeyindeki fazla agregaya çelik cetvel ile dikkatlice sıyrılarak üst yüzey düzeltilir. 16 mm.den daha büyük tane sınıflı agregada sıyırma, el ile dikkatlice yapılır, taşan iri agregaya varsa yerine daha küçük boyutlu ince agregaya ile yer değiştirilir. Gevşek agregaya ile dolu ölçü kabı beraberce tartılır ve (M₂) olarak kaydedilir.

Deney 2., 3. kez ve her seferinde yeni agregaya ile tekrar edilir, aritmetik ortalamaları alınır.

Sonuç

Gevşek birim ağırlık (B_g) aşağıdaki formüllerden biriyle hesaplanır ve kayda geçirilir.

$$B_g = (M_2 - M_1) / V \text{ veya } B_g = M / V$$

B_g : Gevşek birim hacim ağırlık, (kg/m³, g/dm³)

M : Ölçü kabı içine gevşek olarak doldurulmuş agregaya ağırlığı, (g)

M_1 : Ölçü kabının boş ağırlığı, (g)

M_2 : Ölçü kabı + gevşek agreganın ağırlığı, (g)

V : Ölçü kabının iç hacmi, (dm^3)

3.7.3.2. Agregada Sıkışık Birim Ağırlık Tayini

Deneyin Yapılışı

Agregayı tam temsil eden agreganın numunesi tane çapına bağlı olarak Tablo 3.4’de önerilen miktar kadar, numune alma ve azaltma metotları göz önünde bulundurularak alınır. Etüvde 105 ± 5 °C’de değişmez ağırlığa kadar kurutulur.

Deney ölçü kabı Tablo 3.10’den tane boyutuna göre seçilir. Bu yöntemde gerekli olacak kapların boş ağırlığı tartılır ve (M_1) olarak kaydedilir.

Deney numunesi kabın 1/3 yüksekliğine kadar doldurulur ve şişleme çubuğu ile 25 kez şişlenir. Numune: şişleme çubuğu ile yüzeyin her tarafına yayılacak şekilde, fakat kabın tabanına şişleme çubuğu değmeyecek şekilde 25 vuruş yapılarak sıkıştırılır. Ayrıca her şişleme sonunda ölçü kabının etrafına lastik tokmakla yavaş yavaş vurularak agreganın iyice yerleşmesi sağlanır. Daha sonra kap 2/3 ne kadar doldurulur şişleme çubuğu ile yüzeyin her tarafına eşit olacak şekilde 25 vuruş yapılarak sıkıştırılır. En son kap taşarcasına doldurulur yine aynı şişleme yapılır. Her tabakanın şişlenmesi sırasında bir evvelki tabakaya kadar şişin girmesi gerekir. Ölçü kabı üst yüzü sıyrılarak düzeltilir.

Ölçü kabı ile sıkışmış haldeki agreganın birlikte tartılır (M_2). Deney 2. ve 3. kez ve her seferinde yeni agreganın ile tekrar edilir, aritmetik ortalama değerleri alınarak birim hacim değeri bulunur.

Sonuç

Sıkışık birim hacim ağırlık (B_s) aşağıdaki formüllerden biriyle hesaplanır.

$$B_s = (M_2 - M_1) / V \text{ veya } B_s = M / V$$

B_s : Sıkışık birim hacim ağırlık (kg/m^3 , g / dm^3)

M : Ölçü kabı içine sıkışık olarak doldurulmuş agreganın ağırlığı (g)

M_1 : Ölçü kabının boş ağırlığı (g)

M_2 : Ölçü kabı + sıkışık agreganın ağırlığı (g)

V : Ölçü kabının iç hacmi (dm^3)

Değerlendirme

Doğal agregaların birim ağırlıkları yaklaşık olarak 1500 ile 1900 g/dm³ arasındadır. Bu değerler agreganın minerolojisine, nem ve kuruluşuna göre farklılık gösterir. İri agreganın ıslak veya kuru gevşek birim ağırlığı 1530-1590 g/dm³ arasında iken sıkışık birim ağırlıkları 1650-1740 g/dm³ arasındadır. Karışık agreganın ıslak veya kuru gevşek birim ağırlığı 1720-1760 g/dm³ arasında iken sıkışık birim ağırlıkları 1800-1850 g/dm³ arasındadır. Bu kırma agregada ise; ıslak veya kuru gevşek birim ağırlığı 1460-1590 g/dm³ arasında iken sıkışık birim ağırlıkları 1520-1670 g/dm³ arasındadır.

Agreganın birim ağırlığı yüksek ise; kap içine giren agregaya daha fazla ve taneler arasında boşluğun daha az olduğunu ifade eder.

Agreganın granülometrisine bağlı olarak, taneler arasındaki boşluk miktarı değişmektedir. Boşluk miktarının az olması birim ağırlığı artırır.

Agrega taneleri arasında kusurlu tanelerin fazla miktarda olması, boşluğu arttırdığından dolayı birim ağırlığını düşürür.

Agrega taneleri arasında organik madde ve hafif tanelerin bulunması, agreganın birim ağırlığını azaltır.

Agreganın iç yapısının boşluklu veya boşluksuz olması agregaya birim ağırlığını azaltır veya artırır. Birim ağırlığı yüksek olan bir agregaya ile üretilen betonun dayanımı, dayanıklılığı ve taşıma gücü fazladır.

Agreganın tanelerinin nem durumuna birim ağırlık üzerine etkilidir [6].

Tablo 3.11. Gevşek ve sıkışık birim ağırlık hesaplama formu
a. Hemşin Deresi gevşek ve sıkışık birim ağırlık hesaplama formu

Birim Ağırlık	GEVŞEK BİRİM AĞIRLIK	SIKIŞIK BİRİM AĞIRLIK
En Büyük Tane Boyutu (mm)	32	32
Ölçü Kabını Hacmi, V (dm ³)	14,7	14,7
Ölçü Kabının Boş Ağırlığı, M ₁ (g)	9280	9280
Ölçü Kabı + Agregaya Toplam Ağırlığı, M ₂ (g)	33132	35395
Agrega Birim Ağırlığı, B (g/dm³)	1623	1777

b. Fırtına Deresi gevşek ve sıkışık birim ağırlık hesaplama formu

Birim Ağırlık	GEVŞEK BİRİM AĞIRLIK	SIKIŞIK BİRİM AĞIRLIK
En Büyük Tane Boyutu (mm)	32	32
Ölçü Kabını Hacmi, V (dm ³)	14,7	14,7
Ölçü Kabının Boş Ağırlığı, M ₁ (g)	9280	9280
Ölçü Kabı + Agregası Toplam Ağırlığı, M ₂ (g)	34053	35650
Agrega Birim Ağırlığı, B (g/dm³)	1685	1794

Agreganın, birim ağırlığı 1500-1850 g/dm³ (1,50-1,85 kg/dm³) değerleri arasında ise beton agregası olarak kullanılabilirliği kabul görmüştür. Yapılan deneyler sonunda Hemşin ve Fırtına Deresi'nden alınan temsili numunelerin gevşek ve sıkışık birim ağırlıklarının beton yapımına uygun değerler arasında olduğu görülür. Buna göre Hemşin ve Fırtına Deresi agregası, gevşek ve sıkışık birim ağırlığı yönünden beton yapımında kullanılabilir.

3.8. Agreganın İçinde Betona Zarar Veren Maddelerin Belirlenmesi İçin Yapılan Deneyler

3.8.1. Agregada Organik Madde Tayini Deneyi (TS EN 1744-1)

Deneyin Amacı

Agrega içinde, betona zararlı olabilecek organik madde oranını tespit etmektir. Agregası numunesi bir cam şişe içinde sodyum hidroksit (NaOH) ile birlikte çalkalanır. Çökelen agregası üzerindeki sıvıda oluşan renklenme organik madde miktarı hakkında bilgi verir.

Bitkisel maddelerin varlığı gözle anlaşılmaz, bu nedenle bir miktar agregası üzerine 200 cm³ hacme yükselinceye kadar % 3'lük NaOH eriyiği doldurularak 24 saat bekletilir. Bu beklemin sonunda eriyiğin renginin berrak ve açık sarı olması halinde, mevcut maddelerin zararsız miktarda olduğu kabul edilir [8].

Deneyde Kullanılan Aletler ve Malzemeler

-2 adet geniş boyunlu şişe (Renksiz, kapaklı, tıkaçlı, yaklaşık 300 cm³ hacimli, 65-70 mm çapında ve 130 cm³ ile 200cm³ de işaret çizgisi olan)

-% 3'lük NaOH çözeltisi (30 g NaOH, 1 litre saf suda çözünerek elde edilir)

-8 mm elek

-Şişe çalkalama veya çözelti hazırlama aleti

-Etüv

Deneyin Yapılışı

Deney numunesi miktarı tane çapına bağlı olarak ve numune alma metotları da göz önünde bulundurularak Tablo 3.4'den alınır. Alınan bu malzeme etüvde 105 ± 5 °C de değişmez ağırlığa kadar kurutulur. Numune 8 mm.lik elekten elenerek alta geçen malzemeden alınır.

Bu agregalar şişenin 130 cm^3 'lük işaret çizgisine gelecek miktarda konur. Üzerine NaOH şişenin 200 cm^3 işaret çizgisine kadar doldurulur.

Şişelerin ağzı lastik veya cam tıkaç ile iyice kapatılır ve şişeler iyice çalkalanır. Şişeler yerleştirildikten sonra eğer bulut şeklinde koyu renkler oluşursa çalkalama işi tekrarlanır. Çalkalama işlemi sonunda en az 24 saat sonra deney numunesi üzerindeki sıvının rengi tespit edilir.

Referans renklere bakılarak malzemenin organik maddesi hakkında bilgi verilir. Sıvıdaki renk; renksizden açık sarıya doğru ise organik madde zararsızdır, koyu sarı, kahverengimsi veya kırmızı ise agrega zararlı sınırdadır.

Deney üç tekrarla yapılır. Deney sonucu elde edilen renkler birbiriyle uyumlu olması gerekir. Aksi takdirde deney tekrar yapılır.

Tablo 3.12. Referans renk durumları

Eriyik Rengi	Agreganın Durumu
0-1 Referanslar Arası	ÇOK İYİ: Her türlü beton ve betonarme inşaatlarda kullanılabilir.
1-2 Referanslar Arası	İYİ: Her türlü beton ve betonarme inşaatlarda kullanılır. Az miktarda organik madde var veya yok.
2-3 Referanslar Arası	ORTA: Önemsiz beton ve betonarme inşaatlarda kullanılır.
3-4 Referanslar Arası	FENA: Önemsiz beton ve betonarme inşaatlarda kullanılabilmesi için harç yapma deneyine tabi tutulmalıdır.
4-5 Referanslar Arası	ÇOK FENA: Kullanılmaz. Önemsiz beton ve betonarme inşaatlarda kullanılabilmesi için mutlaka harç yapma deneyine tabi tutulmalıdır.

Sonuç

Yapılan deneyler sonunda her iki dereden alınan numune üzerinde oluşmuş olan eriyiğin rengi; hafif sarı ve renksiz sayılabilecek şekilde oluşmuştur. Buda referans renk skalasıyla karşılaştırıldığında, renklerin 1-2 referanslar arası olduğu görülür.

Değerlendirme

Deneyler sonucunda görülen eriyik renginin 1-2 referanslar arasında olduğu görülmüş ve bu değere göre, Hemşin Deresi ve Fırtına Deresi agregası organik madde bakımında iyi; yani

her türlü beton ve betonarme inşaatlarda kullanılabilir olarak tespit edilmiştir. Yine bu değer, az miktarda organik madde var veya yok anlamına gelmektedir.

Yapılan organik madde tayini deneyine göre; Hemşin Deresi ve Fırtına Deresi agregası organik madde bakımından beton yapımına uygundur denilebilir.

Agrega içinde çürümüş bitki kökleri ve meyveleri veya yaprakları çeşitli asit ve türevlerini oluşturur. Agregada içindeki organik kökenli maddenin çok olması durumunda çimentonun katılaşması gecikir veya gerçekleşmeyebilir. Bu da betonun ilk günlerdeki dayanımını olumsuz yönde etkiler.

3.8.2. Agregada İnce Madde Oranı Tayini (TS 3527)

Deneyin Amacı

Agregada, fazla ince tanelerin (100 μ 'dan daha küçük koloidal yapıya sahip küçük) bulunması üretilen beton üzerinde olumsuz etki yapar. Bununla beraber silt ve kilin az miktarda bulunmasının betonun işlenebilirliği ve geçirimsizliği üzerinde faydalı etkileri vardır. Bu nedenle agregada içerisinde kil ve silt miktarının tayini yapılır. Bu deneyde deney numunesi 0,063 mm.lik elek üzerinde yıkanır. Ortaya çıkan yüzde olarak ağırlık kaybı yıkanabilir madde miktarını verir.

Deneyde Kullanılan Aletler

- Elek takımı
- Kıl fırça
- Etüv
- Terazi (10 kg çekerli, 1 g duyarlı ve 1 kg çekerli, 0,1 g duyarlı)
- Kap

Deneyin Yapılışı

Deney numunesi miktarı tane çapına bağlı olarak Tablo 3.4'de önerilen miktar kadar, numune alma ve azaltma metotları da dikkate alınarak alınır. Alınan numuneler Tablo 3.13'de önerilen miktara kadar bölgeç veya çeyrekleme metoduna göre azaltılır.

Tablo 3.13. Yıkanabilir madde için alınacak numune miktarı

Tane Büyüklüğü (mm)	Numune Miktarı (g)
4'e kadar	1000
8'e kadar	2000
> 8	5000

Yeterli miktarlarda alınan numuneler etüvde 105 ± 5 °C'de değişmez ağırlığa kadar kurutulur. Deney sonucunu doğru olarak belirlemek için en az üç deney yapılması tavsiye edilir ve gereklidir.

Deneye tabii tutulmak için alınan malzeme etüv kurusu haline getirildikten sonra tartılır ve not edilir. (M_1)

Daha sonra numune bir kapta su altında en az 12 saat bekletilir. Nemli agregalarda bu süre 4 saate indirilebilir.

Deney elekleri, 0,063 mm, 1 mm ve 8 mm üst üste oturtulur. 0-1 mm tane sınıfının çok fazla olması halinde eleğin zarar görmemesi için 0,5 mm.lik elek araya konarak 0,063 mm.lik elek korunur. Hazırlanan numune, deneyden hemen önce 5 dakika kuvvetlice karıştırılır ve tamamı 8 mm göz açıklıklı olan en üst elek üzerine dökülür. Elek takımının en üstündekinden başlanarak, deney numunesi yıkanabilir maddelerden arınacak şekilde aşağıya doğru yıkanır. Her elek altından suyun berrak aktığı görüldüğünde deney numunesi yıkanabilir maddelerden arınmış demektir. 0,063 mm elek üzerinde yıkama işleminde kıl fırça kullanılmalıdır.

İyice yıkandığına kanaat getirilen elek üstü malzemeler kaplara konur. Burada, 0,063 mm göz açıklıklı elek üstündeki malzeme dikkatlice yıkanarak alınmalıdır. Kaplara alınan malzemedeki ince tanelerin çökmesinden sonra berraklaşan su dikkatlice dökülür. Kaptaki bu elek üstü malzemeler etüv kurusu haline getirilir ve soğutulur, kuru ağırlıkları tespit edilir. (M_2)

Sonuç

Deneyin sonunda; alınan malzemenin yıkanmadan önceki kuru ağırlığı (M_1) ve yıkanma işleminden sonraki kuru ağırlığı (M_2) değerleri kullanılarak aşağıdaki bağıntıya göre yıkanabilir madde miktarı hesaplanır.

$$M_y = [(M_1 - M_2) / M_1] \times 100$$

M_y : Yıkanabilir madde miktarı, ağırlıkça % olarak

M_1 : Deney Numunesinin ilk kuru ağırlığı, (g)

M_2 : Yıkanan deney numunesinin kuru ağırlığı, (g)

Yapılan deneyler arasında ki fark ağırlıkça % 0,2 den büyük ise bir deney daha yapılır ve deney sonuçlarının aritmetik ortalaması alınır.

Tablo 3.14. İnce madde oranı deney sonuçları
a. İnce agregada ince madde oranı deney sonuçları

Hemşin Deresi	İlk ağırlık, M_1 (g)	1000
	Yıkandıktan sonraki ağırlık, M_2 (g)	982
	Yıkanabilir ince madde oranı, M_y (%)	1,80
Fırtına Deresi	İlk ağırlık, M_1 (g)	1000
	Yıkandıktan sonraki ağırlık, M_2 (g)	976
	Yıkanabilir ince madde oranı, M_y (%)	2,40

b. İri agregada ince madde oranı deney sonuçları

Hemşin Deresi	İlk ağırlık, M_1 (g)	5000
	Yıkandıktan sonraki ağırlık, M_2 (g)	4978
	Yıkanabilir ince madde oranı, M_y (%)	0,44
Fırtına Deresi	İlk ağırlık, M_1 (g)	5000
	Yıkandıktan sonraki ağırlık, M_2 (g)	4980
	Yıkanabilir ince madde oranı, M_y (%)	0,40

Değerlendirme

ASTM standartları, aşınmaya maruz betonlardaki ince agregada bulunabilecek maksimum ince madde miktarını % 3 olarak vermektedir; diğer betonlardaki ince agregada için maksimum ince madde miktarı % 5'tir. İri agregada bulunabilecek maksimum ince taneler miktarı % 1 olarak belirtilmektedir. ASTM standartlarında, ince madde miktarını oluşturan maddeler kil ve silt değil de, daha ziyade taşunu ise aşınmaya maruz betonlarda ince agregada olarak kullanılacak kırma kumdaki bu maddelerin maksimum oranı % 5, diğer betonlardaki ince agregadaki bu maddelerin maksimum oranı % 7 olarak kabul edilebilir [9].

Türk standartlarına göre sınır değerleri ise Tablo 3.15'de verilmiştir.

Yapılan deneyler sonunda: Hemşin Deresi ince agregasının ince madde miktarı oranı 1.80, iri agregasının ince madde miktarı oranı 0.44, Fırtına Deresi ince agregasının ince madde miktarı oranı 2.40, iri agregasının ince madde miktarı oranı 0.40 olarak bulundu. Tablo 3.15'deki sınır değerlere bakıldığında ve ASTM standart değerleri dikkate alındığında, her iki dere agregasının ince ve iri agregada ince madde miktarı oranlarının sınır değerlerin altında olduğu görülür. Bu da göstermektedir ki Hemşin Deresi ve Fırtına Deresi agregası ince madde miktarı bakımından her türlü beton yapımına uygundur.

Tablo 3.15. Yıkanabilir madde (silt ve kil) miktarı limit değerleri

Tane Sınıfı (mm)	Yıkanabilir Maddelerin Ağırlıkça % Cinsinden Olabilecek En Çok Miktarı
0-4	4
1-4	3
2-8	2
4-63	0,5

İçerisindeki yıkanabilir madde miktarı çok olan agregalar beton yapımında kullanılmaz. Fakat bu agregalar çeşitli işlemlere tabi tutularak kullanılabilir hale getirilebilir. Bu işlemler yapılmazsa, agregalar içindeki kirli maddeler betonda aderansı bozar, betonun prizinin zamanında başlamasını ve bitmesini engeller. Sonuçta; betonun mukavemetini azaltır, betonda karma suyu ihtiyacını artırır, taze betonun işlenebilmesini azaltır ve betonda büzülme arttırır.

3.8.3. Agregalarda Hafif Madde Oranı Tayini (TS 3528)

Deneyin Amacı

Beton yapımında kullanılacak doğal veya yapay yoğun agregaların içinde bulunan ve yoğunluğu $2,0 \text{ kg/dm}^3$ 'den küçük olan hafif maddelerin yüzdürme metodu ile ağırlıkça oranını belirlemektir.

Deneyde Kullanılan Aletler ve Malzemeler

- Terazi: 2 kg çekerli 0,1 duyarlı 20 kg çekerli 1g duyarlı
- Etüv
- Tel dokulu kepçe: 0,25 mm.lik deney eleği tel kafesinden, uygun büyüklük ve yarım daire şekli verilerek hazırlanmış bir kepçe.
- Çeker ocak: Yeterli büyüklükte bir çeker ocak
- Deney sıvısı: Deney sıvısı özgül ağırlığı 2,0 olan bir sıvıdır. Bunlar; çinko klorürün (ZnCl_2) sudaki çözeltisi, triklorometan bromür (CCl_3Br), totrobromoetan ($\text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_4$) ile monobromobenzen ($\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$) karışımı olabilir.

Özgül ağırlığı sağlayabilmek için yukarıdaki karışımların hazırlanmasında kullanılacak sıvıların yaklaşık hacimleri Tablo 3.16'da verilen özgül ağırlıklar yardımı ile hesaplanmalıdır.

Tablo 3.16. Deneyde kullanılan sıvıların özgül ağırlıkları

Sıvının Adı	Yoğunlukları (kg/dm ³)
Çinko klorürün sudaki çözeltisi	2,00
Triklorometan bromür	1,96
Tetrabromoetan	2,97
Karbon tetraklorür	1,58
Benzen	0,88
Bromoform	2,88
Monobromobenzen	1,49

Tablo 3.16’da verilen sıvıların bir çoğu çok zehirlidir. Deriye değme veya solunum yolu ile vücuda alınması tehlikeli olduğundan gerekli önlemler alınmalı ve çeker ocak içinde çalışılmalıdır. Ayrıca deneyde kullanılan kaplara da dikkat etmek gerekir.

Deneyin Yapılışı

Deneyde kullanılacak numune miktarı en büyük tane büyüklüğüne bağlı olarak Tablo3.17’de verilmiştir.

Tablo 3.17. Hafif madde oranı tayini için numune miktarları

En büyük tane büyüklüğü (mm)	0,25	0,50	1	2	4	8	16	32	63	90	125
Deney numunesi miktarı (kg)	0,250					3		5		10	

Deney sıvısının hacmi, deney numunesi hacminin en az üç katı olması gerekir. Agregadan numune alma metotlarına göre alınarak yaklaşık Tablo 3.17’de öngörülen deney numunesi etüv kurusu durumuna getirildikten sonra tartılır (M_1) ve deney sıvısı bulunan kabın içine konur.

Deney sıvısı içindeki deney numunesi, hafif maddelerin sıvı yüzeyine çıkması için karıştırılıp çalkalanır. Sıvının içinde veya üzerinde yüzen maddeler tel dokulu kepeç ile alınarak kepeç içinde toplanır. Karıştırıp toplama işlemine bütün hafif maddeler sıvı yüzeyine çıkıncaya kadar devam edilir. Toplanan malzeme, deneyde çinko klorür kullanılmış ise su ile diğer sıvılar kullanılmış ise karbon tetraklorür veya alkol ile yıkanarak deney sıvısı kalıntıları uzaklaştırılır. Etüv kurusu durumuna getirilir. Kepeçten madde kaybına neden olmayacak şekilde dikkatle fırçalanarak terazi kabına aktarılır ve tartılır. (M_2) olarak kaydedilir.

Sonuç

Yapılan deneyde, çinko klorürün sudaki çözeltisi kullanıldı. Alınan numunenin etüv kurusu ağırlıkları bulundu. Sonra deney sıvısı üzerindeki hafif maddeler toplandı, su ile yıkandıktan sonra etüv kurusuna getirildi ve ağırlıkları bulundu.

Hafif madde oranı (M_h), hafif maddenin etüv kurusu ağırlığının, tüm agreganın etüv kurusu ağırlığına oranı olarak, onda bir hanesine yuvarlatılarak aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$M_h = (M_2 / M_1) \cdot 100$$

M_h : Hafif madde oranı, (%)

M_1 : Deney numunesinin etüv kurusu ağırlığı, (g)

M_2 : Hafif maddenin etüv kurusu ağırlığı, (g)

Tablo 3.18. Hafif madde oranı deney sonuçları
a. İnce agregada hafif madde oranı deney sonuçları

Hemşin Deresi	Numunenin kuru ağırlığı, M_1 (g)	265
	Hafif maddenin kuru ağırlığı, M_2 (g)	2,32
	Hafif madde oranı, M_h (%)	0,9
Fırtına Deresi	Numunenin kuru ağırlığı, M_1 (g)	280
	Hafif maddenin kuru ağırlığı, M_2 (g)	0,67
	Hafif madde oranı, M_h (%)	0,2

b. İri agregada hafif madde oranı deney sonuçları

Hemşin Deresi	Numunenin kuru ağırlığı, M_1 (g)	2910
	Hafif maddenin kuru ağırlığı, M_2 (g)	20,37
	Hafif madde oranı, M_h (%)	0,7
Fırtına Deresi	Numunenin kuru ağırlığı, M_1 (g)	2888
	Hafif maddenin kuru ağırlığı, M_2 (g)	14.14
	Hafif madde oranı, M_h (%)	0,5

Değerlendirme

Beton agregası içinde bulunabilecek hafif maddelerin betonun dayanım ve dayanıklılığı üzerinde olumsuz etkileri olabilir. Genellikle görünür betonlarda farklı renk lekeleri oluşturacak çirkin görüntü sergiler. Agregada içindeki hafif madde oranı önemli yapılarda kullanılacak beton agregasının ağırlığının % 0,5'inden, normal beton agregasının ağırlığının % 1'inden, fazla olmaması istenir.

ASTM standartlarına göre, yüzey görünümü önemli olan betonlar için kullanılacak ince agregadaki hafif madde miktarı, ağırlıkça % 0,5'ten fazla olmamalıdır. Diğer bütün betonlar için

kullanılacak ince agregadaki maksimum hafif madde miktarı, ağırlıkça % 1'dir. İri agregadaki maksimum hafif madde miktarı, ağırlıkça % 0,5 - % 1 olarak verilmektedir [9].

Yapılan deneyler sonucunda; Hemşin Deresi ince agregasının, 0,9 hafif madde oranı ile yüzey görünümü önemli olan betonlar için sınır değerlerin üstünde olduğu ve bu betonların kullanımına uygun olmadığı ortaya çıkmıştır. Ancak diğer betonlar için verilmiş olan limit değer altında kaldığı görülmüştür. Bu nedenle Hemşin Deresi ince agregası hafif madde oranı bakımından yüzey görünümü önemli olmayan tüm betonlarda güvenle kullanılabilir. Fırtına Deresi ince agregası ise 0,2 hafif madde oranı ile verilen değerler altında kalmıştır. Yani Fırtına Deresi ince agregası hafif madde oranı bakımından tüm betonlar için uygundur.

Hemşin Deresi iri agregası hafif madde oranı 0,7 ve Fırtına Deresi iri agregası hafif madde oranı 0,5 olarak bulunmuştur. Bulunan değerler limit değerlerle karşılaştırıldığında; bu iki dere iri agregası, normal beton agregası olarak ve gerekli önlemler alınarak önemli yapılarda kullanılacak beton agregası olarak; hafif madde miktarı bakımında uygundur ve kullanılabilir denilebilir.

3.9. Agreganın Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Yapılan Deneyler

3.9.1. Agreganın Parçalanma Direncinin Tayini (Los Angeles Aşınma Deneyi) (TS 3694, TS EN 1097-2)

Deneyin Amacı

Deneyin amacı; yapay ve tabii iri agregaların parçalanma direncini belirlemek ve agregaların kullanıldığı betonda yerine göre kullanıp kullanılmayacağına karar verebilmektir. Genellikle agreganın bu özelliğini belirlemek için iki deney metodu kullanılmaktadır. Bunlar; Los Angeles deneyi (Referans metot), darbe deneyi (Alternatif metot). Burada Los Angeles deney metodu yapılacaktır. Agreganın numunesi, dönen tamburda çelik bilyalar ile birlikte döndürülür. Dönme işlemi tamamlandıktan sonra 1,4 mm açıklıklı elekten kalan malzemenin miktarı belirlenir. Los Angeles aşınma makinesiyle yapılan bu deney agregaların aşınma mukavemetini tespit yönünden faydalı bir deneydir.

Agreganın taneli malzeme olduğu için basınç deneyinin yapılması mümkün değildir. Ancak bu amaç için, yatay bir eksen etrafında dönen ve içinde çelik toplar bulunan çelik bir silindir şeklindeki Los Angeles aşınma aletinde yapılan deney sonucu bulunan yüzdesinin % 50'yi geçmemesi gerekir[10].

Deneyde Kullanılan Aletler

- Deney elekleri
- Terazi, deney kısmının kütlesini % 0,1 doğrulukla tartabilen.
- Etüv
- Los Angeles deney aleti, Los Angeles makinesi iki ucu kapalı, içi boş çelik bir silindirden ibarettir.
- Bilya

Tablo 3.19. Dar aralık sınıfları

Aralık Sınıfları (mm)	Bilyaların Sayısı	Bilya Yükü Kütlesi (g)
4-8	8	3410-3540
6,3-10	9	3840-3980
8-12	10	4260-4420
11,2-16,0	12	5120-5300

Bilya yükü, her biri 45 mm ile 49 mm arasında çapa sahip, 11 adet yüksek çelik bilyadan oluşan; her bilye, 400 g ila 445 g kütleye sahip ve toplam yük 4690 g ile 4860 arasında olan (Yeni bilyelerin yükünün anma kütlesi, 4860 g olmalıdır. İmalat değişimleri için 20 g pozitif toleransa ve kullanımda aşınan bilye için 150 g negatif toleransa müsaade edilebilir) [6].

- Tepsi, deneyden sonra malzeme ve bilye yükünü toplamak için.
- Fırça ve kaplar
- Kürek

Deneyin Yapılışı

Aşınma dayanıklılığı sadece iri agregalar için araştırılmıştır. Bu yüzden deney numunesi 4 mm ile 16 mm aralığında uygun miktarlarda alınarak kullanılır. Deney, 31,5 mm deney eleğinden geçen ve 4 mm deney eleğinde kalan agregalara uygulanmıştır. İlave olarak, deney kısmının tane büyüklüğü dağılımı arasında büyük farklar olmamasına dikkat edilmiştir.

Laboratuar numunesi, elekleriyle elenir. Her bir fraksiyon uygun olarak yıkanır ve sabit kütleye (Numunenin kurutmadan sonra en azından bir saat zaman aralıkları ile birbirini takip eden tartımları arasındaki farkın % 0,1'den daha fazla olmadığı durumdaki kütlesidir) ulaşıncaya kadar 110 ± 5 °C'de etüvde kurutulur. Fraksiyonlar oda sıcaklığında soğutulur. İstenilen tane büyüklüğü dağılımı ilave özelliklere uygun 4 mm – 16 mm aralığında laboratuar numunesi elde etmek için tüm fraksiyonlar karıştırılır. Karıştırılmış fraksiyonlardan hazırlanmış laboratuar numunesi, uygun miktarda deney numunesi parçasında azaltır. Bu miktar 5000 ± 5 g olarak ayarlanır. (M_1)

Numuneyi yüklemenden önce tamburun temiz olup olmadığı kontrol edilir. Los Angeles aletine önce dikkatlice bilyalar, sonra hazırlanan deney numunesi konulur. Kapak kapatılır ve makine 31 devir/dakika ile 33 devir/dakika arasında sabit hızda 100 devir döndürülür. Döndürme işlemi sonunda; agrega kaybını önlemek için açıklık tepsinin tam üstüne getirilerek, agregalar tepsiye dökülür. Tambur temizlenir. İnce tanelerin raf etrafında kalmamasına dikkat edilir. Agrega kaybının olmamasına dikkat edilerek bilyeler tepside alınır. Tepsideki malzeme, 1,4 mm'lik elek kullanılarak dikkatlice elenir. Elekte üzerinde kalan kısım tartılır. (M₂)

Tartılan numune aşındırma tozları ile tekrar Los Angeles aletine konarak 400 devir daha yaptırılır. Yine kayıp verilmemeye dikkat edilerek malzeme tepsiye boşaltılıp 1,4 mm.lik elekten elenerek elek üstünde kalan kısım kayıp verilmeden tartılır. (M₃)

Sonuç

Deney sonucu; başta alınan numune ağırlığı (M₁), 100 devir sonunda 1,4 mm.lik elek üzerinde kalan malzeme (M₂) ve 400 devir sonunda 1,4 mm.lik elek üzerinde kalan malzeme (M₃) ağırlık değerleri kullanılarak aşağıdaki formüller yardımıyla bulunur. Sonuç en yakın tamsayıya yuvarlatılarak verilir.

$$100 \text{ Devir Sonunda Aşınma Yüzdesi} = [(M_1 - M_2) / M_1] \cdot 100$$

$$400 \text{ Devir Sonunda Aşınma Yüzdesi} = [(M_1 - M_3) / M_1] \cdot 100$$

M₁ : İlk numune ağırlığı, (g)

M₂ : 100 devir sonunda elek üstünde kalan malzeme ağırlığı, (g)

M₃ : 500 devir sonunda elek üzerinde kalan malzeme ağırlığı, (g)

Tablo 3.20. Los Angeles aşınma deneyi sonuçları
a. Hemşin Deresi agregası Los Angeles aşınma deneyi sonuçları

Numunenin ilk ağırlığı, M ₁ (g)	5000	TS 707 SINIR DEĞERLERİ
Numunenin 100 devir sonunda ağırlığı, M ₂ (g)	4715	
Numunenin 400 devir sonunda ağırlığı, M ₃ (g)	3690	
100 devir sonu aşınma yüzdesi, (%)	6	% 10
500 devir sonu aşınma yüzdesi, (%)	26	% 50

b. Fırtına Deresi agregası Los Angeles aşınma deneyi sonuçları

Numunenin ilk ağırlığı, M ₁ (g)	5000	TS 707 SINIR DEĞERLERİ
Numunenin 100 devir sonunda ağırlığı, M ₂ (g)	4760	
Numunenin 400 devir sonunda ağırlığı, M ₃ (g)	3905	
100 devir sonu aşınma yüzdesi, (%)	5	% 10
500 devir sonu aşınma yüzdesi, (%)	22	% 50

Değerlendirme

Deney yapılırken, Los Angeles makinesi içindeki rafın ters yerleşmemesine dikkat edilmelidir. Makine devrinin muntazam ve eksiksiz olması gerekmektedir. Eleme işlemi, dikkatli ve kâfi miktarda yapılmalıdır. Ayrıca tartım işlemi dikkatli bir şekilde yapılmalıdır.

Bu deney, darbe ve aşınmaya karşı mukavemeti bakımından kaba malzemenin kalitesini tayin eder. Yassı ve uzun malzeme, yuvarlak malzemeye nazaran daha fazla aşınma yüzdesi verir. Gevrek malzeme, yumuşak malzemeye nazaran daha fazla aşınır.

Hesaplamalar sonunda 100 devir ve 400 devir sonundaki aşınma kayıplarına bakıldığında; Hemşin Deresi agregası aşınma yüzdeleri, 100 devir sonunda % 6 ve 400 devir sonunda % 26 olarak bulunmuştur. Fırtına Deresi agregası aşınma yüzdeleri ise 100 devir sonunda % 5 ve 400 devir sonunda % 22 olarak bulunmuştur. Bu değerler verilen limit değerlerle karşılaştırıldığında sınır değerler içerisinde oldukları görülür. Buna göre, Hemşin Deresi ve Fırtına Deresi agregası aşınma direnci bakımından beton yapımına elverişlidir.

3.9.2. Beton Agregalarında Dona Dayanıklılık Deneyi (TS 3655, TS EN 1367-1)

Deneyin Amacı

Bu deney uzun zaman hava tesirleri altında kalan agregaların don ve çözölmeye karşı mukavemetlerinin ölçölmesinde çabuklaştırılmış bir deneydir. Aynı zamanda elde edilen deney sonuçları, agreganın, atmosferik etkiler nedeniyle bozunum biçimine karşı gösterdiği direncini de belirler. Bu deneyde sodyum sülfat (Na_2SO_4) veya magnezyum sülfat (MgSO_4) çözeltileri kullanılabilir. Ancak sodyum sülfat çözeltisi ile yapılan deney daha ucuz ve kullanılışı daha kolay olduğundan tercih edilir.

Agrega üzerinde, donmadan kaynaklanan basınçlar, diğer faktörlerin yanında, suya doygunluk derecesi ve soğuma hızına da bağlıdır.

Deneyde Kullanılan Aletler ve Malzemeler

- Deney elekleri
- Terazi, yeterli tartım kapasitesinde ve $\pm 0,1$ g doğrulukla tartabilen
- Etöv, (105 ± 5 °C)
- Tel sepet
- Kova
- Sodyum sülfat, (Na_2SO_4)
- Baryum klorür, (BaCl_2)

Deneyin Yapılışı

Her 1 litre su için en az 350 g susuz sodyum sülfat veya 750 g kristal sodyum sülfat ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 100\text{H}_2\text{O}$) 25-30 °C suda karıştırılarak, çözülmelidir. Sodyum sülfatların kimyaca saf olmaları gereklidir. Hazırlanan çözeltiler daha sonra 48 saat 21 ± 1 °C sıcaklıkta dinlendirilmelidir. Çözeltide sodyum sülfatın aşırı bulunmamasına dikkat edilmelidir. Çözelti, kullanılmadan evvel iyice karıştırılmalı ve daima 21 ± 1 °C da muhafaza edilmelidir. Çözeltinin yoğunluğu kullanılacağı zaman $1,50 \text{ g/cm}^3$ 'den az ve $1,70 \text{ g/cm}^3$ 'den fazla olmamalıdır. Ayrıca bir sefer hazırlanan sodyum sülfat çözeltisi genellikle 10 deney süresinden fazla kullanılmamalıdır [11].

Numune; 31,5 mm, 16 mm, 8 mm ve 4 mm.lik eleklerden elenerek deney için ayrılacak iri agregalar uygun miktarlarda alınır. Burada elenen numunenin her bir elek üzerinde kalan miktarının, esas numunenin % 5'inden az olmamasına dikkat edilmelidir. Aynı şekilde numune; 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm ve 0,25 mm.lik eleklerden elenerek deney için ayrılacak ince agregalar uygun miktarlarda alınır. 0,25 mm.lik elekten geçen malzeme sodyum sülfat çözeltisine daldırılıp deneye tabi tutulmaz, kayıp sıfır kabul edilir. Alınan numuneler, yıkanır, 105 ± 5 °C'de sabit ağırlığa kadar kurutulur ve tartılır. Tartım işleminin hassas olarak tekrar edilmesi gerekir. Elenip yıkanmış ve kurutulmuş her elek üstündeki malzemedan yeterli miktarlarda alınarak deney numuneleri hazırlanır (M_1).

Yukarıda belirtildiği şekilde hazırlanan iri veya ince agrega özel tel sepetler veya elekler içine konarak, üstünü en az 5 cm kaplayacak şekilde, sodyum sülfat çözeltisi içine daldırılarak 16-18 saat bekletilir. Burada çözelti hacminin, numune hacminden 5 kat fazla olmasına dikkat edilmelidir. Yüzebilen hafif agregalar için özel bir düzen yapılmalı ve sodyum sülfat çözeltilerinin bulunduğu kapların üst kısmı, buharlaşmayı ve olası kazaları önlemek için kapalı tutulmalıdır.

Daldırma süresi sonunda numune çözülden çıkarılarak 15 dakika süzölmeye bırakılır ve 105 ± 5 °C'de sabit ağırlığa kadar kurutulur. Daha sonra etüvden çıkarılarak çözelti sıcaklığına (20 ± 2 °C) gelmesi beklenir. Tekrar sodyum sülfat çözeltisine daldırılır, tekrar çözülden çıkarılıp kurutulur. Bu işlemler normal beton agregaları için 5 defa tekrarlanır. Her kuruma işleminden sonra tanelerde ufalanma, ayrılma, çatlama, parçalanma, dağılma olup olmadığı kontrol edilir.

Beşinci tekrarın sonunda oda sıcaklığına kadar soğutulan numune üzerindeki sodyum sülfat kalıntısının uzaklaştırılması için ılık suyla yıkanır. Numunenin tamamen sodyum sülfattan temizlendiği, yıkama suyuna ilave edilen baryum klorür (BaCl_2)'ün beyaz renkli çökelek vermemesiyle anlaşılır. Daha sonra numune 105 ± 5 °C etüvde sabit ağırlığa kadar kurutulup soğuması beklenir. Sonra tane iriliklerine göre, alt tane büyüklüğünden bir küçük göz açıklıklı

elek üzerine boşaltılıp yıkanarak elenir. Her elek üzerinde kalan miktar tartılarak kaydedilir (M_2).

Sonuç

Her elek üzerinde kalan, yıkanıp kurutulmuş olan ilk numune ağırlıkları (M_1) ve sodyum sülfat çözeltisi içerisine 5 kez daldırıldıktan sonra bir küçük göz elek açıklıklı elekten elendikten ve yıkandıktan sonra bu elek üzerinde kalan son numune ağırlıkları (M_2) kullanılarak aşağıdaki formülle, don deneyi kayıp yüzdeleri her aralık için hesaplanarak bulunur ve TS 706'da verilen sınır değerleri ile karşılaştırılır.

$$\text{Don Deneyi Kayıp Yüzdesi} = [(M_1 - M_2) / M_1] \cdot 100$$

M_1 : İlk numune ağırlığı, (g)

M_2 : Sodyum sülfatta tabi tutulduktan sonraki ağırlık, (g)

Tablo 3.21. Sodyum sülfat ile yapılan iri agrega don deneyi sonuçları
a. Hemşin Deresi iri agregasının sodyum sülfat ile yapılan don deneyi sonuçları

Geçen Elek Açıklığı (mm)	Üzerinde Kalan Elek Açıklığı (mm)	İlk Ağırlık (g)	Son Ağırlık (g)	Deney Sonunda Bir Küçük Göz Açıklıklı Elekten Geçen Miktar		TS 706 Sınır Değerleri (%)
				(g)	(%)	
31,5	16	4050	3700	350	8,64	18
16	8	3150	2855	295	9,37	18
8	4	2400	2110	290	12,08	18

b. Fırtına Deresi iri agregasının sodyum sülfat ile yapılan don deneyi sonuçları

Geçen Elek Açıklığı (mm)	Üzerinde Kalan Elek Açıklığı (mm)	İlk Ağırlık (g)	Son Ağırlık (g)	Deney Sonunda Bir Küçük Göz Açıklıklı Elekten Geçen Miktar		TS 706 Sınır Değerleri (%)
				(g)	(%)	
31,5	16	3500	3125	375	10,71	18
16	8	3350	3005	345	10,30	18
8	4	3000	2785	215	7,17	18

Tablo 3.22. Sodyum sülfat ile yapılan ince agrega don deneyi sonuçları
a. Hemşin Deresi ince agregasının sodyum sülfat ile yapılan don deneyi sonuçları

Geçen Elek Açıklığı (mm)	Üzerinde Kalan Elek Açıklığı (mm)	İlk Ağırlık (g)	Son Ağırlık (g)	Deney Sonunda Bir Küçük Göz Açıklıklı Elekten Geçen Miktar		TS 706 Sınır Değerleri (%)
				(g)	(%)	
4	2	390	355	35	8,97	15
2	1	255	235	20	7,84	15
1	0,5	155	140	15	9,68	15
0,5	0,25	105	100	5	4,76	15

b. Fırtına Deresi ince agregasının sodyum sülfat ile yapılan don deneyi sonuçları

Geçen Elek Açıklığı (mm)	Üzerinde Kalan Elek Açıklığı (mm)	İlk Ağırlık (g)	Son Ağırlık (g)	Deney Sonunda Bir Küçük Göz Açıklıklı Elekten Geçen Miktar		TS 706 Sınır Değerleri (%)
				(g)	(%)	
4	2	400	390	10	2,5	15
2	1	225	210	15	6,67	15
1	0,5	190	185	5	2,63	15
0,5	0,25	95	92	3	3,16	15

Değerlendirme

Sonuçların gerçeği yansıtması için, hazırlanan sodyum sülfat çözeltisi dikkatli ve özenle hazırlanmalıdır. Numuneler, esas malzemeyi tam olarak temsil etmelidir. Ayrıca numuneler deneyden önce iyi elenmiş ve yıkanmış olmalıdır. Numuneler her işlem safhasında iyice kurutulmalı ve tartımlar dikkatli yapılmalıdır.

Bu deney, tabii don ve çözülme neticesinde oluşan hasara eşdeğer bir deney olup, beş defa tatbik edilen bu işlem, takriben 500 defa tabii don ve çözülmeye karşılık gelir.

Sodyum sülfat deneyinde % 18 veya magnezyum sülfat deneyinde % 27 zayıf gösteren iri agreganın şiddetli don bölgesindeki betonlarda kullanılabilecek maksimum limitlerde olduğu kabul edilmelidir. İnce agrega için ise bu limitler sodyum sülfat için % 15, magnezyum sülfat için % 22'dir. Sodyum sülfat don deneyi sonuçlarında yüksek kayıplar bulunursa, agregada tabii don ve çözülme deneylerinin yapılması da tavsiye edilir.

Yapılan deney sonuçları TS 706'da verilen sınır değerler ile karşılaştırıldığında bulunan sonuçların sınır değerleri aşmadığı görülmektedir. Bu da göstermektedir ki; Hemşin Deresi ve Fırtına Deresi, iri ve ince agregası donma çözünme direnci bakımından her türlü beton yapımına

uygundur. Beton yapım, döküm ve bakım kurallarına uyularak yapılacak her türlü beton için, her iki dere agregası da donma çözünme direnci bakımından kullanılabilir özelliktedir.

3.10. Taze Beton Deneyleri

Bu kısımda taze betondan numune alma metotları üzerinde durulacak ve incelenen agregalardan elde edilen taze betonun çökme deneyleri yapılarak kıvamı hakkında bilgi edinilecektir.

3.10.1. Taze Betondan Numune Alma Metotları (TS 2940, TS EN 12350-1)

3.10.1.1. Numune Almanın Amacı

Şantiyede üretilen veya transmikserle (hazır beton) getirilen ya da laboratuarda hazırlanmış olan taze betonun özelliklerinin tayin edilmesi ve alınan numunenin taze betonu tam olarak temsil etmesi için belirli bir metotla alınmasını sağlamaktır.

3.10.1.2. Numune Almada Kullanılan Aletler

-El aletleri: Taze beton deneyleri için numune almada, betondan numune bölümlerini almaya uygun özellikte olan; kürek, kepçe, mala gibi el aletleri, lastik eldiven ve çizme gibi malzemeler kullanılır.

-Toplama kabı: Numune bölümlerini içerisinde toplamak için bir veya daha fazla sayıda, su emmeyen ve çimento hamurundan kısa sürede olumsuz etkilenmeyen malzemeden yapılmış olan kaplar kullanılır.

-Termometre: Taze betonun sıcaklığını ± 1 °C doğrulukla ölçmeye uygun.

- El arabası, numunenin toplanması veya taşınmasında kullanılmak üzere.

3.10.1.3. Numune Alma İşleminin Yapılışı

Yapılacak işlemlere ve öngörülen kullanımına bağlı olarak, alınacak numunenin karma veya spot numuneden hangisi olacağına karar verilir. Nasıl numune alınacağına karar verildikten sonra, deneyler için gerekli olacağı tahmin edilen miktarın en az 1,5 katı miktarda taze beton numunesi alınır. Taze beton numunesini oluşturan numune bölümlerinin elde edilmeleri arasındaki süre mümkün olduğu kadar kısa olmalıdır.

Taze betonda, işlenebilirlik (çökme) veya hava miktarları tayini deneylerine, taze beton numunesi elde edildikten hemen sonra başlanmalıdır.

Numunenin temsil ettiği beton kütlesi eşit dağılmış yerlerden alınan en az üç adet numune bölümü ihtiva etmelidir. Karıştırıcıdan beton boşaltılırken alınacak numune bölümleri, ayrışmanın fazla olduğu en baştan ve en sonradan alınmamalıdır.

Numune bölümleri, su emmeyen malzemeden yapılmış bir kap içerisine en kısa zamanda konulmalıdır. Taze betonun kalıplara doldurulmasından veya deneylerinin yapılmasından hemen önce, beton numunesi kürek, mala veya karıştırıcı ile homojenliğinin tam olarak yeniden sağlanması için karıştırılmalıdır.

Numune alma, kalıplara doldurma veya taze beton deneyleri en kısa zamanda tamamlanmalıdır. Numune alma ve nakliye işlemlerinin tüm safhalarında taze beton numuneleri su kaybına, aşırı ısıcağa, ayrışma veya beton bünyesine su girmesine karşı korumalıdır. Kap içerisindeki taze beton numunesinin sıcaklığı ölçülmelidir.

3.10.1.4. Numune Alma Yeri ve Metotları

Taze beton numune bölümleri, beton kalıplara dökülmek üzereyken veya taşınmadan önce, taze betonu şantiyeye getiren sistemden (yürüyen kayış, beton pompası gibi) taze beton numunesi boşaltılırken alınmalıdır.

Taze betondan alınan numune, taze betonun bütün özelliklerini taşıyacak şekilde olmalıdır. Şantiyede özel olarak belirtilmediği takdirde beton numune alma bölümleri rasgele seçilmelidir.

Taze beton özellikleri, karışımın tamamlanmasından sonraki süre içerisinde, çevre şartlarına bağlı olarak değişir. Bu değişim, taze beton deneylerinin yapılacağı veya numunenin hazırlanacağı zamana karar vermede dikkate alınmalıdır.

a) Karma Numune Alınması: Beton harmanı veya kütesinin her tarafından alınmış çok sayıda numune bölümünün birleştirilip iyice karıştırılmasıyla oluşturulan taze beton miktarına karma numune denir. Numune alma aletleri ile tek bir işlemde alınan taze beton miktarına taze beton bölümü denir. Taze beton harmanı ise bir transmikserde taşınan, ancak bir harmanlık karıştırıcının bir işlem döngüsünde karıştırılandan veya sürekli karıştırıcıdan bir dakikalık sürede boşaltılandan daha fazla miktarda olan hazır betondur.

Karma numune alınırken, bütün aletler kullanılmadan önce temizlenmelidir. Gerekli sayıda numune bölümü, düzgün dağılmış şekilde harmanın her tarafından numune alma aleti ile alınmalıdır. Hareketli karıştırıcı veya hazır beton transmikserinden boşaltılan betondan numune alınmasında ilk veya en son boşaltılan kısımlardan numune bölümü alınmalıdır. Beton

harmanının yığın veya yığınlar halinde toplanması durumunda numune bölümleri, mümkünse beton derinliğine yayılarak ve en az beş farklı yerinden olmak üzere yüzeye düzgün şekilde dağılmış yerlerden alınmalıdır. Akış halindeki betondan alınacak numune bölümleri ise, akan taze beton kütesinin tüm genişlik ve kalınlığını temsil edecek şekilde alınmalıdır. Alınan numune bölümleri bir kap içerisinde toplanmalıdır.

b) Spot Numune Alma: Beton harmanı veya kütesinin bir bölümünden alınmış, bir veya daha fazla sayıda numune bölümünün, birleştirilip iyice karıştırılmasıyla oluşturulan taze beton miktarına spot numune denir.

Spot numune almada kullanılan bütün aletler kullanımdan önce iyice temizlenmelidir. Numune bölümü, harmanın veya beton kütesinin istenilen herhangi kısımdan numune alma aleti ile alınmalıdır. Alınan numune bölümleri bir kap içerisinde toplanmalı, numune alma tarih ve zamanı kaydedilmelidir.

c) Laboratuarda Taze Beton Yığınlarından Numune Alma: Laboratuarda beton özelliklerini tayin etme veya araştırma amacı ile hazırlanan taze beton, betoniye ile karıştırılmış ise betoniye üzerindeki taze beton su emmeyen bir yüzeye tamamen boşaltılıp kürekle karıştırılarak sonra homojen bir taze beton yığını meydana getirilir. Numune bölümleri taze beton yığınının en az beş ayrı yerinden alınır. Beş ayrı yerden alınan bölümler birleştirilip karıştırılarak taze beton numunesi elde edilir.

Numune bölümleri, mümkün olduğu kadar, taze beton yığınının yüzeyinden ve derinliğinden eşit aralıklarla alınmalıdır. Yığınlardan numune bölümü alma ve numune elde etme işlemleri sırasında tane ayrışması meydana gelmemesine dikkat edilmelidir [6].

3.10.2. Taze Beton Kıvam Deneyi (Çökme Hunisi Metodu) (TS 2871, TS EN 12350-2)

Deneyin Amacı

Taze betonun çökme hunisi metodu yardımıyla işlenebilirliğinin saptanması amaçlanmıştır. Bu metotta taze beton, ölçüleri belli olan kesik huninin içerisine sıkıştırılarak doldurulur. Çökme hunisi yukarı doğru çekilerek alınmasından sonra, taze beton kütesindeki çökme mesafesi, betonun kıvam ölçüsü olarak kullanılır. Aradaki yükseklik farkı çökme değeri olarak (mm) cinsinden, betonun işlenebilirliğini verir.

Çökme değeri, 10 mm ile 200 mm arasında olan betonların kıvamındaki değişimlere duyarlıdır. Bu sınırlar dışında, çökme değerinin ölçülmesine uygun değildir. Bu sınırların dışındaki kıvamlar için diğer kıvam tayini metotları kullanılmalıdır.

Agrega en büyük tane büyüklüğü 40 mm.den daha fazla olan betonlarda çökme deneyi uygun değildir.

Deneyde Kullanılan Aletler

-Metal veya plastikten yapılmış taban plakası (50x50 cm boyutunda): Taban plâkası, huninin üzerine yerleştirileceği, su emmeyen, esnemeyen düz plâka şeklinde olmalıdır.

-Kesik huni (çökme hunisi): Huni, çimento hamurundan olumsuz etkilenmeyen ve 1,5 mm veya daha kalın metalden yapılmış olmalıdır. Huni iç yüzeyinde çıkıntı, oyuk, çentik bulunmamalıdır. Huni iç ölçüleri; taban çapı 200 ± 2 mm, üst yüzey çapı 100 ± 2 mm ve yüksekliği 300 ± 2 mm olmalıdır.

Çökme hunisi, alt ve üst yüzü açık, bir birine paralel ve boy eksenine dik olmalıdır. Deney esnasında çökme hunisini oynamaz şekilde tutmak için, huninin üst yüzüne yakın iki adet tutma parçası ve tabana yakın tespit kelepçeleri veya ayakla basma parçaları bulunmalıdır.

-Şişleme çubuğu: Şişleme çubuğu 600 ± 5 mm uzunluğunda ve 16 ± 1 mm çapında, ucu yuvarlatılmış, daire kesitli düz çelikten yapılmış olmalıdır.

-Cetvel: Cetvel, 0 mm.den 300 mm.ye kadar bölümlenmiş ve okuma kolaylığı sağlaması bakımından sıfır çizgisi cetvelin en ucundan başlamış olmalıdır.

-Tekrar karıştırma kabı, su emmeyen ve çimento hamurundan olumsuz etkilenmeyen özellikteki malzemeden yapılmış, rijit yapılı, düz tepsi.

-Kürek, kare ağızlı olan.

-Nemli bez veya sünger

-Kepçe, yaklaşık 100 mm genişlikte olan.

-Kronometre veya saat, süreyi 1 saniye doğrulukla ölçebilen.

Deneyin Yapılışı

Deney numunesi, beton harmanını, karma ve spot numuneyi tam temsil edecek şekilde alınmalıdır. Deney için alınan taze beton numunesi, tekrar karıştırma kabı içerisinde, kare ağızlı kürek ile yeniden karıştırılmalıdır. Taban plakası yatay ve sabit konuma getirilir. Taban plakası ve huni nemli bir bezle silinir. Huni, gerektiğinde üstünde doldurma hunisi de olacak şekilde taban plakası ortasına oturtulur. Bu şekilde deney düzeneği hazırlanır.

Betonun doldurulması esnasında, iki ayak basma parçasına basılarak taban plâkası sıkıca tespit edilir. Huninin doldurulması üç aşamada gerçekleştirilir. Önce huni yaklaşık 1/3'üne kadar taze beton numunesi ile doldurulur (yaklaşık 7 cm yükseklikte) ve 25 defa şişlenerek sıkıştırılır. Sıkıştırma çubuğu darbeleri, her tabakanın yüzey alanına düzgün dağılmalıdır. En alt tabakanın sıkıştırılması esnasında, darbelerin yüzeye düzgün dağıtılması için sıkıştırma çubuğunun düşey doğrultuya göre hafifçe yatırılması ve darbelerden en az yarısının kenardan merkeze doğru spiral oluşturacak noktalara vurulmalıdır.

Huni tekrar yaklaşık 2/3'üne kadar taze beton numunesi ile doldurulur (tabandan itibaren 16 cm yükseklikte). Bu kısım da şişleme çubuğu alt tabakaya 2,5 cm girecek şekilde ve 25 kez şişlenerek sıkıştırılır.

En üst tabakanın doldurulması ve sıkıştırılmasında, sıkıştırma işlemine başlanılmadan önce beton seviyesinin kesik huni üst yüz seviyesinden daha yukarıda olması sağlanmalıdır. Taze beton seviyesinin, kesik huni üst yüz seviyesinden daha aşağıya düşmesi halinde, beton seviyesinin sürekli olarak kesik huni üst yüz seviyesinden daha yukarıda olması sağlanacak şekilde beton ilâve edilmelidir.

Sıkıştırma işleminin tamamlanmasından sonra, kesik huni üst seviyesinden taşan fazla beton, şişleme çubuğu testere kesme ve yuvarlama hareketleri yaptırılarak sıyrılıp alınmalı ve yüzey tesviye edilmelidir. Taban plâkası üzerine dökülen beton temizlenir.

Huni, el tutamaklarından tutularak, düşey şekilde dik olarak yukarıya doğru çekilerek alınmalıdır. Huninin çekilme işlemi 5-10 saniye arasındaki sürede tamamlanmalı, huni sabit hızda çekilmeli, bu esnada beton kütesine yanal hareket veya burulma hareketi yaptırılmamalıdır. Deney, betonun huniye doldurulmaya başlanılmasından, huninin çekilerek alınmasına kadar herhangi bir kesinti olmaksızın 150 saniyede tamamlanmalıdır.

Huni alınmasından hemen sonra, huninin üst yüzey seviyesi ile çöken beton kütesinin en yüksek noktası arasındaki çökme mesafesi ölçülerek kaydedilmelidir (h).

Sonuç

Çökme deneyi sonunda ölçülen çökme yüksekliği standartlarla karşılaştırılarak taze beton kıvamı ve işlenebilirliği hakkında bir fikir edinilebilir. Ayrıca çökme yüksekliği miktarına göre kıvam sınıfı da belirlenebilir.

Düzgün çökme meydana gelen deneyde, çökme değeri (h), ölçülüp, en yakın 10 mm.ye yuvarlatılarak kaydedilir. Yapılan deney sonucu elde edilen çökme değeri Tablo 3.23 ve Tablo 3.24'deki değerlerle karşılaştırılarak beton kıvamı ve kıvam sınıfı tespit edilir.

Tablo 3.23. Taze beton çökme değerleri

Beton Kıvamı	Çökme Değeri (cm)
Kuru	0-3
Kuru-Plastik	3-6
Plastik	9-12
Akıcı	18-21

Tablo 3.24. Taze beton kıvam sınıfı

Kıvam Sınıfı	Çökme Değeri (cm)
K1	0-5
K2	5-10
K3	10-16
K4	16-22
K5	22≤

Hemşin Deresi ve Fırtına Deresinden elde edilen agregalarla, TS 802 dikkate alınarak hazırlanan taze betonda çökme değerleri; Hemşin Deresi için, 5,80 cm ve Fırtına Deresi için 6,40 cm olarak ölçülmüştür.

Değerlendirme

Deney, ancak taze beton çökmesinin düzgün şekilde gerçekleşmesi halinde geçerli olur. Düzgün çökme, beton kütesinin deney sonunda, bütün olarak ve simetrik şekilde kalmasını ifade eder. Numunenin kayması halinde, yeni numune kullanılarak deney tekrarlanmalıdır. Ardı ardına yapılan iki deneyde de beton kütesinden kayarak ayrılan parça olması, taze betonun düzgün çökme deneyi yapılması için gerekli plâstiklik ve kohezyona sahip olmadığını gösterir.

Hemşin Deresi agregasıyla elde edilen taze betonun çökme değeri 5,80 cm olarak bulundu, bu değer standartlara bakıldığında K2 kıvam sınıfına ve kuru-plastik kıvama karşılık gelmektedir. Fırtına Deresi agregasıyla elde edilen taze betonun çökme değeri ise 6,40 cm olarak ölçüldü. Bu da standartlara bakıldığında K2 kıvam sınıfına ve kuru-plastik ile plastik kıvam arası bir değere karşılık gelmektedir.

Çökme deneyi betonun sadece kıvamını ölçmektedir, bu deneyle betonun işlenebilirliğini tam olarak belirtememekle birlikte, betonun işlenebilirliğine dair çok önemli bilgiler edinilebilmektedir. Bilinmelidir ki kıvam ve işlenebilme farklı şeylerdir. Kıvam betonun akıcılığını, kendi ağırlığı veya vibrasyon sonucu hareket yeteneğini gösterir. İşlenebilme ise taze betonun taşınması ve kalıplara yerleştirilmesi sırasında homojenliğini kaybetmemesi, kalıp içinde kolaylıkla yayılması ve mümkün olduğu kadar az boşluk bırakarak yerleşmesi özelliğidir.

Kıvamı etkileyen en önemli özellik karma suyu miktarıdır. Bu yüzden istenilen beton özelliklerine göre karma suyu miktarı tespit edilmeli ve buna göre kıvam ayarlanmalıdır.

3.11. Sertleşmiş Beton Deneyleri

Bu kısımda deney için numunenin hazırlanması, bakımı, uygulanacak fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan deney metodlarından beton basınç dayanımı

deneyinin yapılışı üzerinde durulacaktır. Basınç dayanımına bakılarak incelenen agregalar hakkında fikir edinilecektir.

3.11.1. Beton Basınç Deney Numunelerinin Hazırlanması ve Kür Metotları (TS 3323, TS 3068)

3.11.1.1. Beton Karışım Hesabı

Beton karışım oranlarının tespiti için birçok metot mevcutsa da bunların hiç biri, istenilen özellikteki betonu bir defada hesaplamaya yeterli olamaz. Bunlar, karışım oranlarını bulmak için başlangıç noktalarıdır. Tam değerleri denemelerle tespit etmek gerekir. Zira beton karışımlarında esas, istenilen derecede işlenebilme kabiliyetine sahip olan ve sertleştikten sonra istenilen özellikleri gösteren bir karışım teşkil eden, en ekonomik ve en uygun agrega, çimento, su ve bazı hallerde katkı maddelerini tayin etmektir. Bu faktörlerin hepsini arzu edilen derecede tayin etmek ancak bir seri denemelerle gerekli düzeltmeler yapmak suretiyle mümkündür.

İstenilen beton harman ağırlığını tayin için mevcut malzemelerin özelliklerine uygun mantıklı bir sıra ile kademeler halinde hesaplamalar yapılır. Genellikle betondan istenilen özelliklerin bir kısmı veya hepsi iş şartnamelerinde belirtilir.

Beton karışım hesap ve denemelerine başlamadan önce bilinmesi gereken bazı terim ve değerler vardır. Bunlar sırasıyla; maksimum su/çimento oranı, minimum çimento miktarı, hava miktarı, çökme değeri, maksimum agrega boyutu, istenilen mukavemet ve mukavemet projesinin tamamlanmasıyla ilgili diğer istekler, katkılar, özel tipteki çimentolar veya agregalardır. Bu gerekli bilgiler haricinde kullanılacak malzeme özelliklerinden; kaba agreganın kuru özgül ağırlığı ve su absorpsiyon %'si, ince agreganın kuru özgül ağırlığı ve su absorpsiyon %'si, kaba agreganın kuru sıkışık birim ağırlığı, ince agreganın incelik modülü, çimentonun özgül ağırlığı, ince ve kaba agreganın rutubet %'lerinin bilinmesinde fayda vardır.

Yapılan deneylerde çökme değeri 5-7 cm.de tutularak TS 802'de BS 30 beton sınıfına göre hesaplanan miktarlarda, agrega, çimento ve su temiz bir yüzeyde kürekle karıştırılarak hazırlandı.

3.11.1.2. Beton Silindir Numunelerinin Hazırlanması

Basınç dayanımı deneyinde kullanılan kalıplar; çelik, dökme demir veya plastik gibi su emmeyen malzemelerden yapılmış, şekil değişikliği göstermeyen, iç yüzeyleri ve tabanı pürüzsüz düzlükte olan kalıplardır. Silindir kalıp 15 cm çaplı ve 30 cm yüksekliğindedir.

Kalıplar kullanılmadan önce temizlenmiş ve mineral yağ ile hafifçe yağlanmış olmalıdır. Numunelerin kalıplanmasında mümkün olduğu kadar inşaatta uygulanan sıkıştırma şekline uyulması gerekir.

Şişleme suretiyle sıkıştırmada; numune betonu silindir kalıba eşit hacimde üç tabakada doldurulur. Her tabaka 16 mm çapında 61 cm uzunluğunda bir ucunun 2,5 cm.lik kısmı inceltiilerek yuvarlatılmış demir bir şişle sıkıştırılır. Darbeler, bütün yüzeye dağıtılır ve bir alt tabakaya 2,5 cm girecek şekilde her tabakaya 25 defa vurularak yapılır. Betonun doldurulması esnasında beton içerisinde şiş boşluğunun kalmaması için bir lastik tokmakla kalıp dışına vurulur. En üst tabaka bitince yüzey bir mala ile düzeltilir. Buharlaşmayı önlemek için cam veya metal bir levha ile örtülür. Bu tür sıkıştırma katı plastik, plastik veya akıcı kıvamdaki betonlara uygulanabilir

İç vibratörle sıkıştırma da, kalıplara doldurma başlığı takılır. Beton başlığın üst kenarına yakın bir yere kadar doldurulur. Vibratör başlığı kalıbın ortasından dikey olarak tabanına 2 cm kalıncaya kadar daldırılır. İri hava kabarcıklarının betondan tamamen çıkması sağlanıncaya kadar beton sıkıştırılır. Sonra vibratör başlığının meydana getireceği boşluğun kapanacağı şekilde vibratör yavaşça yukarıya çekilir. Sıkıştırma işleminden sora üst başlık alınır, kalıp üzerindeki fazla beton sıyrılır ve bir cetvel veya mala ile mümkün olduğu kadar düz bir yüzey meydana gelecek şekilde üstü düzeltilir.

Çökme değeri, 0-2,5 cm olan betonlar mutlaka vibrasyonla sıkıştırılmalıdır. Çökme değeri, 2,5-7,5 cm arası olan betonlarda şiş veya vibratör kullanılabilir. Çökme değeri 7,5 cm.den fazla olan betonlar ise şişle sıkıştırılmalıdır.

3.11.1.3. Beton Küp Numunelerinin Hazırlanması

Beton basınç dayanımı için kullanılacak küp numuneler, 20 cm ebadında sağlam küp kalıplarında hazırlanır. Teze betonun kalıplara yerleştirilmesi ve sıkıştırılma işlemi çeşitli şekillerde yapılabilir.

Tokmakla sıkıştırma işleminde, beton 20 cm.lik küplere yaklaşık 12 cm.lik iki tabaka halinde yerleştirilir. Her tabaka, 12 kg ağırlıkta ve (12x12) cm kare kesitli bir tokmak kullanılarak sıkıştırılır. Tokmak beton kalıbının dış yüzeyine serbest olarak vurulur. Dört köşeye üçer defa olmak üzere her tabakaya 12 kez, bütün yüzeye toplam 24 defa vurularak sıkıştırma işlemi gerçekleştirilir ve küp numune kalıba yerleştirilmiş olur. Her iki tabaka da aynı şekilde sıkıştırıldıktan sonra başlık çıkartılır, fazla beton uzaklaştırılır ve yüzey düzeltilir. Bu metot daha çok katı kıvamlı betonlar için kullanılır.

Şişle sıkıştırmada; üniform ve mükemmel bir sıkıştırma sağlayacak şekilde en uygun şişleme yapılır. Yine beton iki tabakada sıkıştırılır.

Vibratörle sıkıştırmada ise; beton, küplerin üzerine yerleştirilen doldurma başlığının üst seviyesine kadar doldurulur. Vibratör dikey olarak küp tabanına 5 cm mesafeye kadar takriben 8 cm/sn hızla aşağı doğru daldırılır ve sonra yavaşça yukarı doğru çekilir. Vibrasyondan sonra başlık alınır, fazla beton sıyrılır, üst yüzey çelik bir masterla düzeltilir. Gerekli görülürse lastik tokmakla dış yüzeye vurularak boşluk kalmaması sağlanarak sıkıştırma işlemi gerçekleştirilir.

3.11.1.4. Silindir ve Küp Numunelerinin Saklanması (Kür)

Basınç dayanımını etkileyen faktörlerden biri de beton yapıldıktan sonraki muhafaza şeklidir. Beton numuneleri değişik şekillerde kür edilirse değişik basınç dayanımları verirler. Beton yapıldıktan sonra uzun müddet rutubetli küre tabi tutulmazsa rötre çatlakları meydana gelir, bu da dayanımı olumsuz etkiler.

Laboratuarda hazırlanan numuneler; 16-27 °C'de 20-48 saat kalıp içinde bekletilirler. 24 saat sonra beton yeterli dayanıma ulaşmışsa kalıptan çıkartılır. Kalıplardan alınan numuneler, basınç dayanımı deneyine tabi tutulacağı ana kadar bağıl rutubeti en az % 95 ve sıcaklığı 21-25 °C olan rutubetli odada bekletilir veya aynı sıcaklıktaki kirece doygun su içinde saklanır.

Numunelerin bekletilmesi sırasında, prizmalar su içinde bütün yüzeylerine su degecek şekilde ve birbirlerine zarar vermeyecek şekilde ayrı olarak durmalıdır. Prizmalar deneyden önce sudan çıkarılıp yüzeyleri kurulandıktan sonra deneye tabi tutulmalıdır.

3.11.1.5. Numunelerin Deneye Hazırlanması

Beton küp ve silindir numuneleri basınç dayanımı deneyine tabi tutulmadan önce basınç yüzeyleri başlık yapılarak düzeltilmelidir. Bu amaçla her iki tip numuneye çimento hamuru, çimento-ince kum karışımı ile başlık yapılır. Bundan başka silindir numunelerine kükürt-grafit karışımı veya sadece kükürt ile başlık yapılabilir.

Başlık yapıldıktan sonra 18 saat içerisinde basınç denemesi yapılacaksa numunelere kükürt veya kükürt-grafit karışımıyla başlık yapılır. Yalnız kükürt kullanıldığında başlık basınç deneyinden en az 2 saat önce yapılmalıdır. Basınç denemesi 3 günden daha fazla bir zaman sonra yapılacaksa başlık için portland çimentosu kullanılabilir.

Başlık için sadece çimento kullanılacaksa sonraki çatlamalara mani olmak için çimento hamuru kullanılmadan 2-3 saat önce hazırlanmalı ve bu arada sık sık karıştırılmalıdır. Bu çimento hamurundan silindir yüzeyini tamamen kaplayacak büyüklükte bir parça 6 mm

kalınlıkta cam veya 12 mm kalınlıkta metal levha üzerine konur silindir veya küp üzerine bastırılır. 5 mm.lik bir çimento tabakası oluşuncaya kadar ve numunenin bütün çevresinde çimento hamuru çıkıncaya kadar numuneye bastırmaya devam edilir. Numunenin üzerine konulan su düzenci vasıtasıyla numunenin her noktasının aynı seviyede olması temin edilir. Aynı şekilde bir miktar çimento hamuru bu defa numunenin üst yüzeyine konur. Cam veya metal plakla bastırılarak ince bir çimento hamuru tabakası teşkil edilir. İşlem esnasında numune ekseninin iki plakaya dik ve iki yüzeyin birbirine paralel olması sağlanmalıdır. Cam ve metal plaklar kullanılmadan önce yağlanmalıdır. Bu plaklar 24 saat sonra altlarından vurularak çıkartılır [2].

3.11.2. Beton Basınç Dayanımı Tayini (TS 3114)

Deneyin Amacı

Belirli yaşlardaki beton numunelerin birim alanın taşıyabileceği yük miktarının belirlenmesi ve aynı karışımla üretilen betonun gerçek uygulamadaki elemanın taşıyabileceği yük hakkında fikir yürütmektir. Betonun basınç dayanımı; yeterlik, nitelik ve sertleşme deneyleri için gerekli olup alınan silindir veya küp numunelerinin kırılması suretiyle bulunur. Dayanım deneyinde çapı 15 cm, yüksekliği 30 cm olan silindir veya (20x20x20) cm küp numuneleri kullanılır.

Deneyde Kullanılan Aletler

- Deney presi
- Silindir numuneler, çapı 15 cm ve yüksekliği 30 cm
- Havlu veya bez, numuneleri kurutmak için.
- Cetvel, 1 mm bölmeli.

Deneyin Yapılışı

Beton karışım oranları TS 802'ye göre, hedef mukavemet 30 N/mm² olacak şekilde yapılmıştır. Karışımdaki çimento dozajı 400 kg/m³ ve su/çimento oranı 0,50 olarak belirlenmiştir. Karışımdaki maksimum agrega çapı 31,5 ve su miktarı 200 kg/m³'tür. Bu şekilde hazırlanan taze betonlar, 15x30 cm'lik silindir numunelere sıkıştırılarak yerleştirilir. Bir gün sonunda kalıplardan alınan numuneler kür yapılmak üzere kür odasına yerleştirilir.

Kür odasından çıkarıldıktan sonra üzerindeki su bir bez veya havlu ile alınır. Kurutulan numunelerin boyutları 1 mm duyarlıklı ölçülür ve numunelerin dikliği kontrol edilir.

Numunelerin boy farkı, kaba çıkıntılar, pürüzler gerekli görüldüğünde kesme veya aşındırma ile uygun hale getirilir.

Silindir deney numunesinin başlıklama işlemi, kükürt-grafit karışımı ile yapılır. Başlık yapıldıktan sonra deney numunesi 2 saat içinde deneye tabi tutulur. Deney presinin numune ile temas eden başlık yüzeyleri iyice temizlenip, basınç dayanımı deneyine uygun silindir deney numunelerinin alt yüzü, dökme yönüne dik olarak yerleştirilir. Yerleştirme işleminde deney numunesi yavaş yavaş oynatılarak, deney numunesi düşey ekseninin, pres üst başlık bloğunun merkezi ile çakışması sağlanır.

Pres makinesine yerleştirilen numuneye yükleme yapılır. Yükleme hızı ve darbe etkisi yapmayacak şekilde, $0,2\pm 1$ MPa (N/mm^2) saniyelik üniform gerilme artışı sağlayacak şekilde uygulanır.

Deney numunesinin kırıldığı andaki pres ibresinin gösterdiği en yüksek yük okunur (F). Okunan değer (N) veya (Kgf) olarak kaydedilir. Ayrıca numune üst yüzey alanı (mm^2) veya (cm^2) olarak hesaplanır ve not edilir.

Sonuç

Hemşin Deresi ve Fırtına Deresinden alınan numuneler ile hazırlanan; bir grup karışım hesabı yapılmış silindir beton numunelerde, 7 ve 28 günlük basınç dayanım deneyleri yapılmıştır.. Deneyler sonunda pres makinesinde okunan kırılma yükü (F) ve deney numunesinin yük uygulanan yüzey alanı (A) değerleri kullanılarak beton deney numunesinin basınç dayanımı aşağıdaki formül yardımıyla bulunur.

$$f = F / A$$

f : Beton deney numunesi basınç dayanımı, (N/mm^2), (Kgf/cm^2)

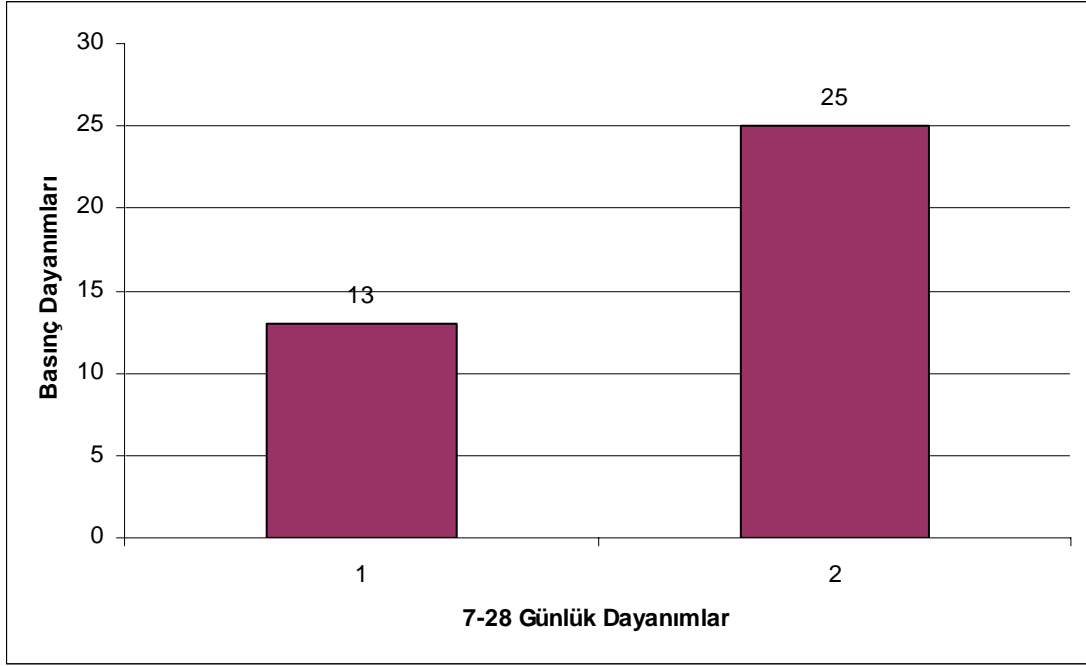
F : Kırılma yükü, (N), (Kgf)

A : Uygulama yönüne dik deney numunesi kesit alanı, (mm^2), (cm^2)

En az üç numunenin basınç dayanımları ortalaması alınarak beton basınç dayanımları hesaplanır. Bulunan basınç dayanımı sonuçları Tablo 3.26'da verilen değerlerle karşılaştırılarak beton sınıfları bulunur.

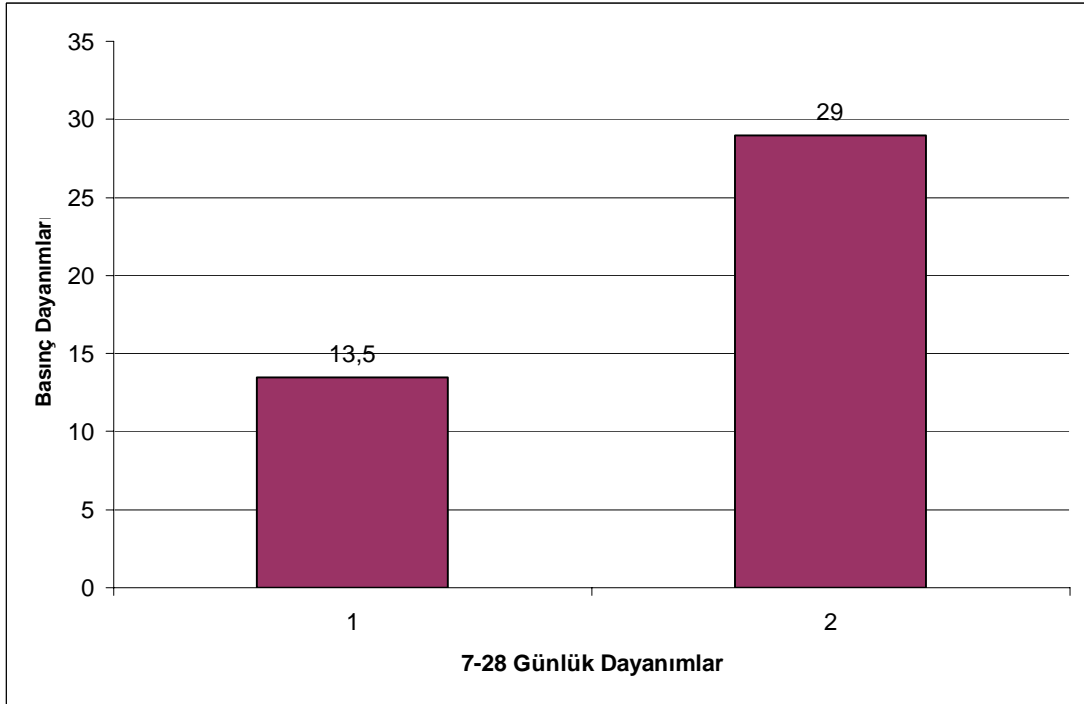
Tablo 3.25. Beton basınç dayanımı deney sonuçları

Dereler	Değerler	Basınç Dayanımları	
		7 Günlük	28 Günlük
Hemşin Deresi	Kırılma yükü, (N)	235000	448800
	Kesit alanı, (mm ²)	17671	17671
	Basınç dayanımı, (N/mm²)	13,0	25,5
Fırtına Deresi	Kırılma yükü, (N)	238500	512500
	Kesit alanı, (mm ²)	17671	17671
	Basınç dayanımı, (N/mm²)	13,5	29,0



1 : 7 Günlük Dayanım
2 : 28 Günlük Dayanım

Şekil 3.6. Hemşin Deresi agregasından üretilen betonun basiñç dayanım grafiği



1 : 7 Günlük Dayanım
2 : 28 Günlük Dayanım

Şekil 3.7. Fırtına Deresi agregasından üretilen betonun basiñç dayanım grafiği

Değerlendirme

Beton, basınç dayanımına göre sınıflandırma; betonun 28 günlük karakteristik basınç dayanımına göre yapılır. Deney numunelerinin daha çok silindir olması tercih edilmelidir. Kullanılan birim megapascal ($\text{MPa}=\text{N}/\text{mm}^2$) cinsinden basınç dayanımı esas alınarak tarif edilir. Numunenin basınç dayanımı en yakın 0,5 MPa'a yuvarlatarak verilmelidir.

Tablo 3.26. Beton sınıfları ve dayanımları

Beton Sınıfı	Silindir Basınç Dayanımı	Küp Basınç Dayanımı
	N/mm^2 (Kgf/cm ²)	N/mm^2 (Kgf/cm ²)
C 14 (BS 14)	14 (140)	16 (160)
C 16 (BS 16)	16 (160)	20 (200)
C 20 (BS 20)	20 (200)	25 (250)
C 25 (BS 25)	25 (250)	30 (300)
C 30 (BS 30)	30 (300)	35 (350)
C 35 (BS 35)	35 (350)	40 (400)
C 40 (BS 40)	40 (400)	45 (450)
C 45 (BS 45)	45 (450)	50 (500)
C 50 (BS 50)	50 (500)	55 (550)

Burada C 25 (BS 25)'e kadar olan beton sınıfları normal dayanımlı, diğerleri ise yüksek dayanımlı beton sınıflarıdır. Deneyler sonucu bulunan basınç dayanımı değerleri, verilen değerlerle karşılaştırılarak beton sınıfları bulunur.

Hemşin Deresi ve Fırtına Deresi agregası kullanılarak, karışım hesapları yapılmış olarak hazırlanan silindir numunelerinin 28 günlük basınç dayanımları standartlardaki beton sınıflarıyla karşılaştırıldığında; Hemşin Deresi agregasıyla elde edilen betonun C 25 (BS 25), Fırtına Deresi agregasıyla elde edilen betonun C 30 (BS 30) beton sınıflarına karşılık geldiği görülmektedir.

Beton basınç dayanımlarının arttırılmak istendiği durumlarda karışım oranları istenilen şekilde ayarlanarak beton basınç dayanımının daha üst seviyelerde çıkması sağlanabilir. Ayrıca hazırlanmış beton harcının taşınması, yerine dökülmesi ve kürü de beton basınç dayanımını önemli ölçüde etkilemektedir. Unutulmamalıdır ki tüm bu işlemlerin standartlara uygun olarak yapılması betonun istenilen özellikte olmasını büyük ölçüde sağlayacaktır.

Beton sınıfları belirlendiğinde; Hemşin Deresi agregasıyla elde edilen betonun normal dayanımlı ve Fırtına Deresi agregasıyla elde edilen betonun yüksek dayanımlı olduğu görülmektedir.

Basınç dayanımının yüksek olmasının yanında; deney sonucu numune üzerinde meydana gelen kırılma betonun tatmin edici kırılma şekline uygun olmalıdır. Uygun

olmamasının nedenleri; deney işlemlerine yeterli özenin gösterilmemesi, numune alet başlığının aksenel olmaması, deney presinin kusurlu olması ve silindir numunelerde, beton numunesi kırılmadan önce, başlıkta meydana gelen çatlama ve kırılmalar olabilir. Bu gibi durumlarda deneyin yeni bir numune ile tekrarlanması gerekir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Hazırlanan bu çalışmada Rize il sınırları içindeki Hemşin ve Fırtına Deresi agregasının beton yapımında kullanılabilirliği araştırılmıştır. Araştırmada Türk Standartları Enstitüsüne belirlenen değerler baz alınmıştır. Agregaların bu şartları sağlayıp sağlamadığı Karadeniz Teknik Üniversitesi ve Rize Meslek Yüksekokulu inşaat laboratuvarlarında yapılan çalışmalar sonucunda tespit edilmeye çalışılmıştır.

Yapılan deneyler sonucunda her iki derenin de tane büyüklüğü dağılımının TS 706'da belirtilen sınırlar içerisinde kaldığı görülmüştür. Yine her iki dere agregasının maksimum tane büyüklüğünün 31,5 mm olduğu tespit edilmiştir. Hemşin Deresi agregasının incelik modülü 4,08 ve Fırtına Deresi agregasının incelik modülü ise 4,35 olarak bulunmuştur. Bu da maksimum tane çapı 31,5 mm olan agregalar için TS 802'de verilen 3,30 ile 5,48 sınırları arasında kalmaktadır. Genel olarak bakıldığında tane büyüklüğü dağılımlarının ve incelik modüllerinin beton yapımı için uygun olduğu görülmekle birlikte su/çimento oranlarının sürekli olarak kontrol altında tutulması gerekmektedir.

Araştırılan, Hemşin Deresi; ince agrega özgül ağırlığı 2,61 kg/dm³, iri agrega özgül ağırlığı 2,67 kg/dm³, Fırtına Deresi; ince agrega özgül ağırlığı 2,56 kg/dm³, iri agrega özgül ağırlığı 2,61 kg/dm³ olarak bulunmuştur. Bu oranların da kabul edilebilir (2,20-2,70 kg/dm³) sınırlar içerisinde kaldığı görülmektedir. Su emme oranları ise her iki dere agregası için % 5'in altında çıkmıştır. Bu değerlerin de kabul edilebilir sınır %10'un altında olduğu görülmektedir.

Birim ağırlık kabul edilir sınırları, 1500-1850 g/dm³ (1,50-1,85 kg/dm³)'dür. İncelenen agregalar üzerinde yapılan gevşek ve sıkışık birim ağırlık deneyleri sonunda Hemşin Deresi agregasının; gevşek birim ağırlığı 1623 g/dm³, sıkışık birim ağırlığı 1777 g/dm³ olarak, Fırtına Deresi agregasının; gevşek birim ağırlığı 1685 g/dm³, sıkışık birim ağırlığı 1794 g/dm³ olarak bulunmuştur. Bulunan bu birim ağırlıklar kabul edilebilir sınırlar içerisinde dir.

Yapılan organik madde tayini deneyinde çökelen ince agrega üzerindeki eriyiğin rengi, çok hafif sarı ve renksiz arası olup, her iki dere agregası 1-2 referansları arasında kabul edilmiş ve organik madde içermesi bakımından iyi bulunmuştur. Bu da; incelenen agregaların organik madde miktarı bakımından her türlü beton ve inşaatlarda kullanılabilir anlamına gelmektedir. Çünkü bu referans agreganın, az miktarda organik madde içerdiği veya içermediği anlamını ifade eder.

Yıkabilir madde miktarı tayini ince ve iri agregalar için de yapılmıştır. Hemşin Deresi, ince agregasının yıkabilir madde miktarı oranı % 1,80 ve iri agregasının yıkabilir madde oranı % 0,44 olarak bulunmuştur. Fırtına Deresi, ince agregasının yıkabilir madde

miktarı oranı ise % 2,40 ve iri agregasının yıkanabilir madde oranı % 0,40'dır. Agregada yıkanabilir madde miktarı sınır oranları ise, ince agregalarda aşınmaya maruz betonlar için % 3, normal betonlar için % 5, iri agregalarda ise % 1 olarak kabul edilmektedir. Buna göre bulunan tüm yıkanabilir madde miktarı oranları kabul edilebilir sınırlar içerisinde.

Beton agregaları içerisinde bulunabilecek hafif madde miktarları; ince agregalar için yüzey görünümü önemli beton üretilecek ise % 5, normal beton üretilecek ise % 1 olarak, iri agregalarda % 0,5 ile % 1 arası olarak kabul edilmektedir. Araştırılan Hemşin Deresi ince agregasının hafif madde miktarı oranı % 0,9 olarak bulunmuştur. Bu değer yüzey görünümü önemli olan beton yapımı için uygun olamayıp, normal beton yapımı için uygun kabul edilmektedir. Bunun dışında bulunan iri agrega için hafif madde oranı olan % 0,5, sınır değerlerde olup her türlü beton yapımı için uygundur. Fırtına Deresi, ince agregası hafif madde oranı % 0,2 ve iri agregası hafif madde oranı 0,5 olarak bulunmuştur. Bu değerler kabul edilebilir sınırlar içinde olduğundan Fırtına Deresi agregasının hafif madde oranı bakımından bir sorunu yoktur, her türlü beton yapımında kullanılabilir.

Agregaların mekanik özelliklerinin belirlenmesi için yapılan parçalanma direnci deneyi sonucu bulunan aşınma kayıpları 100 devir için % 10'u, toplam 500 devir için %50'yi aşmamalıdır. Hemşin Deresi agregasıyla yapılan Los Angeles deneyi sonucu; 100 devir sonundaki aşınma kaybı % 6, toplam 500 devir sonundaki aşınma kaybı % 26 olarak bulunmuştur. Fırtına Deresi agregasıyla yapılan Los Angeles deneyi sonucu ise; 100 devir sonundaki aşınma kaybı % 5, toplam 500 devir sonundaki aşınma kaybı % 22 olarak bulunmuştur. Her iki dere agregası için bulunan aşınma kayıp yüzdeleri verilmiş olan sınırlar içerisinde çıkmıştır. Bu da araştırılan agregaların parçalanma dirençlerinin beton yapımı için uygun olduğunu göstermektedir.

Sodyum sülfat ile yapılan don deneyinde; iri agrega fraksiyonları kayıplarının sınır değer olan % 18'i aşmadığı, ince agrega fraksiyonları kayıplarının sınır değer olan % 15'i aşmadığı görülmüştür. Don deneyi sonunda hesaplanan kayıplar her iki dere, iri ve ince agregası için sınır değerler içerisinde bulunmuştur. Bu değerlere göre, Hemşin ve Fırtına Deresi agregası her türlü beton yapımında diğer şartlara uyulduğu takdirde rahatlıkla kullanılabilir.

Taze beton özelliklerinin belirlenmesi için yapılan çökme hunisi deneyi sonucu; Hemşin Deresi agregasıyla beton karışım hesapları yapılarak hazırlanan taze betonda çökme değeri 5,80 cm olarak ölçülmüştür. Bu değer standartlarda kuru-plastik kıvam ve K2 kıvam sınıfına karşılık gelmektedir. Fırtına Deresi agregasıyla beton karışım hesapları yapılarak hazırlanan taze betonda çökme değeri ise, 6,40 cm olarak ölçülmüştür. Bu değer de standartlarda plastik kıvam ve K2 kıvam sınıfına karşılık gelmektedir. Bulunan bu değerler

betonun kullanılacağı yere göre su/çimento oranları ayarlanarak istenildiği şekilde düzenlenebilir.

Sertleşmiş beton üzerinde basınç deneyi yapılamak üzere beton karışım hesapları yapılarak taze beton harcı hazırlanmıştır. Silindir numuneler şişleme suretiyle sıkıştırılmış, kükürt-grafit başlıklar kullanılmış ve bu numuneler 7 ve 28 günlük olduklarında basınç deneyine tabi tutulmuştur.

Hemşin Deresi için, 7 ve 28 günlük basınç dayanımları sırasıyla; karışım oranları hesaplanarak üretilen betonla hazırlanan silindir numunelerin, 13,0 N/mm² ve 25,5 N/mm² olarak bulunmuştur. Fırtına Deresi için ise, 7 ve 28 günlük basınç dayanımları sırasıyla; karışım oranları hesaplanarak üretilen betonla hazırlanan silindir numunelerin, 13,5 N/mm² ve 29,0 N/mm² olarak bulunmuştur. Bu değerler incelendiğinde, Fırtına Deresi agregasıyla üretilen betonun basınç değerlerinin, Hemşin Deresi agregasıyla üretilen betonun basınç değerlerinden biraz yüksek çıktığı görülmektedir.

Karışım oranları hesaplanarak üretilen betonların basınç deneyi sonuçları standartlarda verilen değerlerle karşılaştırıldığında; Hemşin Deresi agregasıyla üretilen betonun, C 25 (BS 25) normal dayanımlı beton sınıfına denk geldiği, Fırtına Deresi agregasıyla üretilen betonun ise, C 30 (BS 30) yüksek dayanımlı beton sınıfına denk geldiği görülür. Bu beton dayanım sınıfları; granülometri iyileştirmeleri, su/çimento oranının hassas ayarlanması, betona zararlı maddelerin uzaklaştırılması ve doğru kür yapılması gibi iyileştirici uygulamalar yapılarak daha yüksek sınıflara çıkartılabilir.

Yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen bulgulara ve değerlendirmelere göre önerileri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

1. Araştırılan dere agregaları tamamen kullanılabilir özellikte olduğundan beton üretimi için uygundur. Normal beton üretimi yapılan inşaatlarda rahatlıkla kullanılabilir.

2. Beton üretiminde rasgele karışımın kullanılması beton dayanımını büyük ölçüde düşürmektedir. Bunun için rasgele karışım değil de düzenlenmiş granülometri ile karışım hesabı yapılarak üretilen beton kullanılmalıdır.

3. Yüksek kaliteli beton üretilmek istendiğinde mutlaka karışım oranı hesapları yapılmalı, değişik şartlarda beton dayanımları göz önüne alınarak en uygun karışım ve su/çimento oranı bulunmalıdır.

4. Beton üretiminde su/çimento oranı üzerinde dikkatle durulmalı ve bu oran iyi seçilmelidir. Agreganın ve havanın durumuna göre sürekli olarak su/çimento oranı kontrol altında tutulmalıdır. Beton için gereğinden fazla veya az suyun, beton dayanımını olumsuz etkilemesinden dolayı beton üretimi yapanlara bu konunun önemi anlatılmalıdır.

5. Karışım hesabı, su/çimento oranları iyi ayarlanarak hazırlanmış betonun bakımının iyi yapılmaması beton kalitesinde büyük ölçülerde düşmelere neden olabilmektedir. Bu yüzden beton kürüne yeterli özenin gösterilmesi gerekmektedir.

6. Kaliteli beton üretiminin yanında, kullanılacak yere göre beton üretimi yoluna gidilmelidir. Gereğinden fazla masrafla üretilen beton kaliteli olmasının yanında ekonomik olarak uygun olmayacağından malzeme ve emek boşa harcanmış olacaktır.

7. Beton üretimi nerede yapılırsa yapılsın, laboratuarda etütleri yapılmadan agregalar kullanılmamalı ve üretilen betondan da mutlaka numuneler alınarak dayanımları tespit edilmelidir.

8. İlgili kurumlar yapılacak yapılarda mutlaka agrega ve beton deneylerini istemeli ve gerekli düzeltmeleri yapmalarını sağlamalıdır.

9. Belediyeler yapılara ruhsat verirken, kamu kuruluşları yaptırdıkları yapı işlerinin bitiminde işi teslim alırken deney sonuçlarını dikkate almalıdırlar.

10. Üniversiteler buldukları bölgedeki agrega ve beton problemlerini göz önüne alarak çözümler üretmelidirler. Bu sorunlarla ilgili araştırmalar, deneysel çalışmalar ve rehberlik hizmetleri vermelidirler.

KAYNAKLAR

1. Çavlı, A., Karayolları Umum Müdürlüğü. Yayın No:40, Kitap Serisi,28, Güzel İstanbul Matbaası, Ankara, 1955, 53s.
2. Güner, M.S., Süme, V., Yapı Malzemesi ve Beton. Aktif Yayınevi, İstanbul, 58s.
3. Anonim, Cumhuriyetimizin 75. Yılında Rize. Rize İl İdaresi ve İstanbul Rize Kültür ve Sosyal Yardımlaşma Vakfı, Başbakanlık Basımevi, Ankara, 1998, 19s.
4. Anonim, MTA Karadeniz Bölge Müdürlüğü, Jeolojik Bölge Raporu, Trabzon.
5. Mertürek, E., Düzce Melen Çayındaki Agreganın Beton Yapımında Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Ankara, 1994.
6. Şimşek, O., Beton Bileşenleri ve Beton Deneyleri. Gazi Üniversitesi Yayınları, Ankara, 2004, 39s, 59s, 75s, 145s.
7. Şimşek, O., Yapı Malzemesi I. Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul, 2003, 86s.
8. Özışık, G., Beton. Birsen Yayınevi, İstanbul, 2000, 74s.
9. Erdoğan, T.Y., Beton. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş. Yayını, Ankara, 2003, 109s, 111s.
10. Eriç, M., Yapı Fiziği ve Malzemesi. Literatür Yayıncılık Dağıtım Pazarlama Sanayi, 193s.
11. Postacıoğlu, B., Bağlayıcı Maddeler, Agregalar Beton. İstanbul Teknik Üniversite Matbaası, İstanbul, 1975, 183s.
12. Güner, M.S., Rize İyidere Deresindeki Agreganın Beton Yapımında Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1997.
13. Kantarcı, A., Şanlıurfa Yöresindeki Beton Agregası Kaynaklarının İncelenmesi ve Beton Yapımında Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 1999.
14. Yüksel, İ., Doğu Karadeniz Bölgesindeki Kum-Çakıl İhtiyaç ve Potansiyel Dengesinin Etüdü, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1995.
15. TS 130: Agregası Karışımlarının Elek Analizi Deneyi İçin Metot, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1978.
16. TS 500: Betonarme Yapıların Tasarım Ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2000.
17. TS 706: Beton Agregaları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1980.

18. TS 707: Beton Agregalarından Numune Alma ve Deney Numunesi Hazırlama Yöntemi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1980.
19. TS 802: Beton Karışım Hesapları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1985.
20. TS 1226: Deney Elekleri İçin Yuvarlak ve Kare Delikli Metal Elek Levhaları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1977.
21. TS 1227: Deney Elekleri İçin Kare Gözlü Tel Elek Kafesler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1977.
22. TS 1247: Beton Yapım, Döküm ve Bakım Kuralları (Normal Hava Koşullarında), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1984.
23. TS 2871: Taze Beton Kıvam Deneyi (Çökme Hunisi Metodu ile), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1977.
24. TS 2940: Taze Betondan Numune Alma Metotları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1980.
25. TS 3068: Laboratuarda Beton Deney Numunelerinin Hazırlanması ve Bakımı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1978.
26. TS 3114: Beton Basınç Mukavemet Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1990.
27. TS 3323: Beton Basınç Deney Numunelerinin Hazırlanması, Hızlandırılmış Kürü ve Basınç Dayanımı Deneyi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1979.
28. TS 3526: Beton Agregalarında Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1980.
29. TS 3527: Beton Agregalarında İnce Madde Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1980.
30. TS 3528: Beton Agregalarında Hafif Madde Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1980.
31. TS 3529: Beton Agregalarında Birim Ağırlık Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1980.
32. TS 3530: Beton Agregalarında Tane Büyüklüğü Dağılımının Tayini (Granülometrik Bileşim Tayini), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1980.
33. TS 3655: Beton Agregalarının Dona Dayanıklılık Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1981.
34. TS 3673: Beton Agregalarında Organik Kökenli Madde Tayini Deney Metodu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1973.
35. TS 3694: Beton Agregalarında Aşınmaya Dayanıklılık (Aşınma Oranı) Tayini Metodu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1981.

36. TS EN 932-1: Agregaların Genel Özellikleri İçin Deneyler - Bölüm 1: Numune Alma Metotları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1997.
37. TS EN 932-2: Agregaların Genel Özellikleri İçin Deneyler - Bölüm 2: Laboratuvar Numunelerin Azaltılması Metodu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1999.
38. TS EN 1097-2: Agregaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler - Bölüm 2: Parçalanma Direncinin Tayini İçin Metotlar, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2000.
39. TS EN 1367-1: Agregaların Termal ve Bozunma Özellikleri İçin Deneyler -Bölüm 1: Donmaya ve Çözünmeye Karşı Direncin Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2001.
40. TS EN 1744-1: Agregaların Kimyasal Özellikleri İçin Deneyler - Bölüm 1: Kimyasal Analiz, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2000.
41. TS EN 12350-1: Taze Beton Deneyleri - Bölüm 1: Numune Alma, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2002.
42. TS EN 12350-2: Beton - Taze Beton Deneyleri - Bölüm 2: Çökme (Slamp) Deneyi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2002.

ÖZGEÇMİŞ

1976 yılında Rize'nin Pazar ilçesinde doğdu. İlkokulu Sessizdere İlkokulu'nda, ortaokulu Pazar Ortaokulu'nda ve liseyi 1993 yılında Pazar Lisesinde bitirdi. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi, Rize Meslek Yüksekokulu İnşaat Programına girdi ve bu bölümden 1995 yılında üçüncülükle mezun oldu. Mezun olduktan sonra 3 yıl boyunca çeşitli okullarda ücretli öğretmenlik yaptı. 1998 yılında Çaykur, Kirazlık Çay Fabrikasında işe başladı. Bu arada yine Karadeniz Teknik Üniversitesi, Rize Meslek Yüksekokulunda Çay Eksperliği Programına kayıt yaptırdı ve 1 yıl okudu. 2000 yılında Fırat Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümünü kazanınca bu okula da kayıt yaptırdı ve bu bölümden 2003 yılında, bölüm birincisi ve fakülte üçüncüsü olarak mezun oldu. Mezun olduğu yıl bu üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans Programına başladı. Bu arada Karadeniz Teknik Üniversitesi Rize Meslek Yüksekokulunda Çay Eksperliği Programını da birincilikle bitirdi.

Şu anda Çaykur Kirazlık Çay Fabrikasındaki görevini sürdürmekte olup, halen Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans Programına devam etmektedir.

Birçok sertifika ve başarı belgesine sahip olan BATMAZ, orta derecede İngilizce ve Bilgisayar bilmektedir.