ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOĞU MAHALLESİ (KORGUN, ÇANKIRI) DOLAYINDAKİ KİREÇTAŞLARININ BETON AGREGASI OLARAK UYGUNLUĞUNUN ARAŞTIRILMASI

Ahmet KAPLAN

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI
2022

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Ahmet KAPLAN tarafından hazırlanan **"Doğu Mahallesi (Korgun, Çankırı) Dolayındaki Kireçtaşlarının Beton Agregası Olarak Uygunluğunun Araştırılması"** adlı tez çalışması …/…/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman **:** Prof. Dr. Ender SARIFAKIOĞLU

Jüri Üyeleri **:**

Başkan **:** Prof. Dr. Ender SARIFAKIOĞLU
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Üye **:** Dr. Öğr. Üyesi Osman KARA
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Gümüşhane Üniversitesi

Üye **:** Dr. Öğr. Üyesi Başak Varli BİNGÖL
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. İbrahim ÇİFTÇİ

Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum **"Doğu Mahallesi (Korgun, Çankırı) Dolayındaki Kireçtaşlarının Beton Agregası Olarak Uygunluğunun Araştırılması"** konulu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, tezin Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nden başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve bu çalışmanın Çankırı Karatekin Üniversitesi tarafından kullanılan "Bilimsel İntihal Tespit Programı" ile tarandığını, "intihal içermediğini" beyan ederim. Çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm. Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim (17/08/2022).

Ahmet KAPLAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DOĞU MAHALLESİ (KORGUN, ÇANKIRI) DOLAYINDAKİ KİREÇTAŞLARININ BETON AGREGASI OLARAK UYGUNLUĞUNUN ARAŞTIRILMASI

Ahmet KAPLAN

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ender SARIFAKIOĞLU

Günümüzde, inşaat sektörü özellikle konut yapımında hızlı bir büyüme içerisindedir. Bu nedenle, konutların yapımında önemli bir yapı malzemesi olan betonun üretiminde agregalar yoğunlukla kullanılmaktadır. Başlıca, agrega, çimento ve sudan oluşan beton üretiminde, agrega dayanımı yüksek ise betonun yük taşıma mekanizmasına ve dolayısı ile betonarme yapının dayanımına olumlu yönde etki edecektir. Betonun ana hammadde girdisi %80'e varan oranlarla agregadır. Ülkemizde agrega üretimi taş ocaklarından, derelerden ve denizlerden yapılmaktadır. Daha kolay erişim ve kolay işlenebilirlik nedeniyle ocaklara ilgi her geçen gün artmaktadır. Ocak lokasyonlarına göre, kırma ve patlatma yöntemleriyle çıkarılır. Çıkarılan kireçtaşları yıkama ve eleme işlemlerinden geçer. Elenen malzeme 0-4 mm, 4-11,2 mm, 11,2-22,4 mm tane çapına göre sahada toplanır. Beton yapımında kullanılan agregalar için TS 706 EN 12620+A1 standardında geçen geometrik özelliklerine göre; elek analizi, yassılık indeksi, çok ince malzemenin muhtevası, metilen mavisi deneyleri yapılmıştır. Fiziksel özelliklerini belirlemek için, parçalanma direnci (Los Angeles deneyi), aşınmaya karşı direnci (Mikro – Deval aşınma deneyi), yığın yoğunluğu, tane yoğunluğu ve su emme oranı deneyleri yapılmıştır. Dayanıklılık özelliklerini belirlemek için, donma/çözünme etkisine karşı direnci, hacim kararlılığı – kuruma büzülmesi, agregalarda alkali – silika reaktifliği deneyleri yapılmıştır. Kimyasal özelliklerini belirmek için ise klorür içeriği, asitte çözülebilen sülfat tayini, toplam kükürt tayini, hafif kirleticilerin tayini, potansiyel humus varlığının tayini, fulvo asit içeriğinin tayini yapılmış ve uygunluğu kontrol edilmiştir. Bu çalışma, Doğu Mahallesi (Korgun, Çankırı) dolaylarında yaygın olarak görünen kireçtaşlarının beton agregası olarak uygunluğu hakkındadır.

2022, 40 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Agrega, Kireçtaşı, Beton

ABSTRACT

Master of Science Thesis

INVESTIGATION OF SUITABILITY OF LIMESTONES AS CONCRETE AGGREGATE IN DOGU DISTRICT (KORGUN, ÇANKIRI)

Ahmet KAPLAN

Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering

Advisor: Prof. Dr. Ender SARIFAKIOĞLU

Nowadays, the construction sector is growing faslty, specially in housing construction. In fact, aggregates are the raw material used extensively in the production of concrete, which is an important building material in the construction of houses. In the production of concrete consisting mainly of aggregate, cement and water, if the aggregate strength is high, it will positively affect the load-bearing mechanism of the concrete and thus the strength of the reinforced concrete structure. The main raw material input of concrete is aggregate with rates up to 80%. Aggregate production in our country is provided from quarries, streams, and seas. Interest in quarries is increasing day by day in order to provide easier access and easy workability. It is extracted by crushing and blasting methods according to the quarry locations. The sieved material is collected in the field according to the grain diameter of 0-4 mm, 4-11.2 mm, and 11.2-22.4 mm. According to the geometrical properties of the TS 706 EN 12620+A1 standard for aggregates used in concrete production; Sieve analysis, flatness index, very fine material content, and methylene blue experiments were carried out. To determine its physical properties, fragmentation resistance (Los Angeles test), abrasion resistance (Micro – Deval abrasion test), bulk density, grain density, and water absorption rate tests were carried out. In order to determine the durability properties, resistance to freezing/thawing effect, volume stability - drying shrinkage, and alkali-silica reactivity tests were carried out in aggregates. To determine its chemical properties, chloride content, acid-soluble sulfate determination, total sulfur determination, determination of light pollutants, determination of potential humus presence, determination of fulvic acid content were made and its suitability was checked. This thesis is about investigating the suitability of limestones, which are commonly seen around Doğu district (Korgun, Çankırı), as a concrete aggregate.

2022, 40 pages

Keywords: Aggregate, Limestone, Concrete

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

“Doğu Mahallesi (Korgun, Çankırı) Dolayındaki Kireçtaşlarının Beton Agregası Olarak Uygunluğunun Araştırılması” adlı bu çalışma, 2021-2022 yılları arasında hazırlanarak, Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne “Yüksek Lisans Tezi” olarak sunulmuştur. Bu çalışmanın amacı, inşaat sektöründe önemli bir yere sahip olan beton yapımında kullanılan agregaların, Korgun dolayında çıkartılıp BULUTSAN LTD. ŞTİ.’ye ait kırma eleme tesisinde işlemek ve beton yapımında uygun hale getirilmesi sağlanmaktadır. Bu bağlamda TS EN 12620+A1 standardına göre belirli deneylerden geçerek uygunluğu kontrol edilmektedir. Yapılan deneylerin sonucunda standartlara uygunluğu ile ilgili İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi hazırlamak ve bilgi edinilmektir.

Bu tezin yazılmasında tecrübe ve engin bilgilerinden daima faydalandığım danışmanım sayın Prof. Dr. Ender SARIFAKIOĞLU, bana her daim zaman ve emek harcayan başta kardeşim Mehmet KAPLAN olmak üzere Karakaya Yapı Denetim ailesine teşekkürlerimi sunarım.

Her zaman varlıklarını yanımda hissettiğim aileme minnettarım.

Ahmet KAPLAN

Çankırı, Ağustos 2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **i**
ABSTRACT ..... **ii**
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR ..... **iii**
İÇİNDEKİLER ..... **iv**
SİMGELER DİZİNİ ..... **vi**
KISALTMALAR DİZİNİ ..... **vii**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **viii**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **ix**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Agregaların Özellikleri ve Sınıflandırması **2**
1.1.1 Agrega özellikleri **2**
1.1.2 Agregaların sınıflandırması **3**
1.2 Kireçtaşı ve Özellikleri **5**
1.2.1 Kireçtaşı agregası **5**
1.2.2 Kireçtaşı özellikleri **6**
1.3 Agregaların Beton Dayanımına Etkisi **7**
2. LİTERATÜR ÖZETİ **8**
3. MATERYAL VE METOT **10**
3.1 Saha Araştırması **10**
3.2 Ocak İşletme Yöntemi **12**
3.3 Agrega Numunelerinin Alınması **13**
3.4 Agregada Geometrik Özellikler ve Deneyleri **14**
3.4.1 Agrega tane sınıfları **14**
3.4.2 İri agregaların tane şekli **17**
3.4.3 Çok ince malzemenin muhtevası **19**
3.4.4 Metilen mavisi deneyi (MB) **21**
3.5 Agregada Fiziksel Özellikler ve Deneyleri **22**
3.5.1 İri agregaların parçalanma direnci (Los Angeles deneyi) **22**
3.5.2 İri agregaların aşınmaya karşı direnci (Mikro – Deval aşınma deneyi) **23**
3.5.3 Tane yoğunluğu ve su emme oranı **25**

3.5.4 Yığın yoğunluğu 27
3.6 Agregalarda Dayanıklılık Deneyleri 28
3.6.1 İri agregaların donma/çözünme etkisine karşı direnci 28
3.6.2 Agrega kuruma büzülmesi 29
3.6.3 Agregalarda alkali – silika reaktifliği 29
3.7 Agregalarda Kimyasal Özellikler ve Deneyleri 30
3.7.1 Klorür içeriği 30
3.7.2 Asitte çözülebilen sülfat tayini 31
3.7.3 Toplam kükürt tayini 31
3.7.4 Hafif kirleticilerin tayini 32
3.7.5 Potansiyel humus varlığının tayini 32
3.7.6 Fulvo asit içeriğinin tayini 32
3.7.7 Organik madde tayini 32
4. BULGULAR 33
4.1 Geometrik Özellikler 33
4.2 Fiziksel Özellikler 33
4.3 Agregalarda Dayanıklılık 34
4.4 Kimyasal Özellikler 35
5. TARTIŞMA VE SONUÇ 36
KAYNAKLAR 38
ÖZGEÇMİŞ 40

SİMGELER DİZİNİ

$AS_{0,2}$	Havada soğutulmuş yüksek fırın curufu olmayan agregalar için kategori
$CaCO_3$	Kalsiyum karbonat
d/D	Tane sınıfı gösterilişi
d_i	Dane büyüklüğü franksiyonu belirlenirken kullanulan alt elek büyüklüğü
D_i	Dane büyüklüğü franksiyonu belirlenirken kullanulan üst elek büyüklüğü
f	Çok ince malzeme muhtevasının değerine göre belirtilmiş kategori
Fl	Toplam yassılık indeksi
LA	Los Angeles katsayısı
M	Ağırlık (g, kg)
m	Su emme oranı (%)
M_{DE}	Mikro-Deval katsayısı
$MgCO_3$	Magnezyum karbonat
$MgSO_4$	Magnezyum sülfat
Na_2SO_4	Sodyum sülfat
NaOH	Sodyum hidroksit
WA_{24}	24 saat daldırmadan sonra su emme oranları (%)
ρ_a	Numunelerin görünür tane yoğunluğu (mg/m^3)
ρ_b	Gevşek yığın yoğunluğu (mg/m^3)
ρ_{rd}	Kurutulmuş tane yoğunluğu (mg/m^3)
ρ_{ssd}	Doygun tane yoğunluğu (mg/m^3)

KISALTMALAR DİZİNİ

EN	Avrupa normları (Europen norm)
FI	Yassılık indeksi (Flatness index)
gr	Gram
kg	Kilogram
LA	Los Angeles
lt	Litre
MB	Metilen mavisi (Methylene blue)
MDE	Mikro – Deval
mL	Mililitre
mm	Milimetre
TS	Türk standardı
WA	Su emme (Water absorption)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Agrega çeşitleri 2
Şekil 1.2 Kireçtaşı 5
Şekil 3.1 Türkiye iller haritası Çankırı ilinin gösterimi 10
Şekil 3.2 Çankırı il haritasında Korgun ilçesinin gösterimi 11
Şekil 3.3 İnceleme alanı yer haritası 12
Şekil 3.4 Numune ayrıcı (bölgeç) 14
Şekil 3.5 Dört eşit parçaya bölerek numune alma 14
Şekil 3.6 Elek takımı 15
Şekil 3.7 Elek sarsma makinesi 16
Şekil 3.8 Granülometri eğrisi 17
Şekil 3.9 Yassılık indeksi şablonu 18
Şekil 3.10 Metilen mavisi deneyi karıştırma cihazı 21
Şekil 3.11 Los Angeles deney aleti 22
Şekil 3.12 Mikro – Deval cihazı 24
Şekil 3.13 Piknometre deney cihazı 26

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Elek analizi sonuçları 16
Çizelge 3.2 Tane büyüklüğü dağılımı 17
Çizelge 3.3 Numune miktarı 18
Çizelge 3.4 Yassılık indeksi sonuçları 18
Çizelge 3.5 En büyük yassılık indeksine göre kategoriler 19
Çizelge 3.6 Agregaların çok ince malzeme muhtevası değerleri 20
Çizelge 3.7 Çok ince malzeme muhtevası sonuçları 20
Çizelge 3.8 Metilen mavisi değeri (MB) 22
Çizelge 3.9 Los Angeles katsayısı kategorisi 23
Çizelge 3.10 Mikro – Deval değerlerine göre kategoriler 25
Çizelge 3.11 Agrega çapına göre kullanılacak ağırlık 25
Çizelge 3.12 Tane yoğunluğu ve su emme oranları 27
Çizelge 3.13 Yığın yoğunluğu deney sonuçları 27
Çizelge 3.14 Agregaların donma/çözünmeye karşı kayıp yüzdeleri 28

1. GİRİŞ

Ülkemizde hızlı nüfus artışı ve göç yapılaşma ihtiyacını arttırmaktadır. Yükselen kat adetleri, uygun arazilerin azalması ve yanlış arazilerin imara açılması gibi benzeri problemler betonarme yapılarda kullanılan betonun önemini arttırmaktadır. Problemlerin önüne geçmek için beton yapımında kullanılan agregaların uygun seçilmesi, betonun dayanımını ve ömrünü arttırmaktadır. Bu faktörler insanların can ve mal güvenliğinin korunması açısından önemlidir.

Çankırı ilinin Korgun dolaylarında çıkarılan kireçtaşlarının beton agregası olarak kullanılabilmesi benzeri problemlere dayanarak agregalara olan ihtiyacı arttırmaktadır. Ham madde ihtiyacını karşılamak için, Korgun dolayında agrega ocaklarının merkez ve ilçelere yakınlığı ve agrega rezervlerinin çok olması taşıma maliyeti azaltmaktadır.

Ülkemizde gerçekleşen İzmit, Gölcük, Marmara ve en son bilinen 17 Ağustos 1999 depremleri büyük çapta can ve mal kaybına neden olmuştur. Betonarme yapıların dayanımında ise en önemli faktör agregalardır. Betonun yaklaşık olarak %80-%85'ini agreganın oluşturduğu bilinirken; betonun dayanımı, sağlamlığı açısından agreganın fiziksel ve kimyasal özellikleri de büyük bir önem taşımaktadır. Beton teknolojilerinden yararlanılarak Çankırı ili Korgun dolayında çıkarılan kireçtaşlarının beton agregası olarak kullanılabilmesi durumunu araştırmak üzere Çankırı Belediyesi bünyesinde bulunmakta olan beton test laboratuvarı kullanılarak beton teknolojileri değerlerinden ulaştığımız sonuçlar üzerine bu tezimize başladık.

Tezimin gerektirdiği deneyleri yaptıktan sonra edindiğimiz sonuçlardan TS 706 EN 12620 "Beton Agregaları" standardına uygun olup olmadığı ve elde edilen değerlerin, agregaların beton agregası olarak kullanılıp kullanılmayacağının sonuçlarına erişilmiştir.

1.1 Agregaların Özellikleri ve Sınıflandırması

1.1.1 Agrega özellikleri

Beton, harç ve benzeri malzemelerin yapımında kullanılan ve çimento, su ile birlikte kullanılan kum, çakıl, kırmataş gibi farklı mineral yapıya sahip inorganik malzemelere agrega denir. Betonun %75-%80'ini agregalar oluşturmaktadır. Agregalar, ucuz ve dayanıklı oldukları için beton yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır.



Şekil 1.1 Agrega çeşitleri

Agrega, çimento hamurunun büzülmesinden dolayı zamanla oluşabilecek hacim değişikliklerini engeller. Böylece çatlaklar da engellenir. Agregalar sert ve dayanıklı yapılarından dolayı betonun mukavemetini arttırmaktadır.

Agregalar tane boyutlarına, su emme oranlarına, tane şekillerine, gradasyon ve yüzey şekillerine göre betona farklı özellikler katar. Fiziksel, kimyasal ve geometrik özelliklerine göre farklı karışımlar elde edilir.

1.1.2 Agregaların sınıflandırması

1.1.2.1 Kaynaklarına göre agregalar

a) Doğal agregalar; Dere yataklarından, eski buzul yataklarından, göl kenarlarından, taş ocaklarından elde edilen ve kırma, yıkama ve sınıflandırma dışında herhangi bir işleme tabi tutulmamış agregalardır, kırmataş doğal agregalara örnektir.

b) Yapay agregalar; Dekoratif amaçlı veya istenilen özelliğe göre üretimleri yapılan agregalardır. Bu agregalar, kamu veya özel sektörün yan ürünü olarak üretilebilir. İstenilen özelliklere göre üretilen agregalar için genleştirilmiş perlit yapay agregalara örnektir.

1.1.2.2 Birim ve özgül ağırlıklarına göre agregalar

a) Hafif agregalar: Yoğunluğu 2400 kg/m^3'ün altında olup, hafif beton üretiminde kullanılırlar. Betonun yoğunluğunu azaltmak, yalıtım özelliklerini artırmak ve cüruf gibi malzemeleri geri kazanmak için kullanılan agregalardır. Su emme ve boşluk oranları yüksektir. Doğrudan doğadan elde edilebilen hafif agrega yatakları da vardır. Bunlar dolaylı olarak da elde edilebilir. Bu agregalara pomza, volkanik tüf, talaş ve genleştirilmiş kil vb. örnektir (Batmaz 2006).

b) Ağır agregalar: Gerektiğinde ağır beton üretiminde kullanılırlar, birim ağırlıkları 2800 kg/m^3'ten fazladır. Doğal ağır agregalara hematit, manyetit, limonit örnekleri verilebilir. Demir ve çelik hurdasını da ağır agregalar için örnek verebiliriz. Ağır agregalar genelde hastaneler, nükleer santraller, su depoları, röntgen odaları gibi yerlerde kullanılır. Düşük geçirgenlik ve yüksek basınç ile beton üretimi gerektiği yerlerde kullanılır.

c) Normal agregalar: Birim ağırlığı 2400 ile 2800 kg/m^3 arasında olan agregalar olup uygulamada en sık kullanılan agregalardır.

1.1.2.3 Tane büyüklüğüne göre agregalar

a) İnce agregalar: Bu agregalar 4 mm göz açıklıklı elekten geçen kırma kum, doğal kum ve/veya bunların karıştırılmasından elde edilen agregalardır. İnce agreganın betonda kullanılabilmesi için taneleri sert ve dayanıklı olmalıdır.

b) İri agregalar: Bu agregalar ise 4 mm göz açıklıklı eleğin üzerinde kalan kırma taş, doğal çakıl ve/veya bunların karıştırılmasından elde edilen agregalardır.

1.1.2.4 Tane şekillerine göre agregalar

Doğal veya yapay olarak elde edilen agregalar şekillerine göre dört şekilde incelenir.

a) Yuvarlak
b) Köşeli
c) Yassı
d) Uzun

1.1.2.5 Kimyasal özelliklerine göre agregalar

Agregalar kimyasal özelliklerine göre reaktif ve reaktif olmayan olarak ikiye ayrılır.

1.2 Kireçtaşı ve Özellikleri

1.2.1 Kireçtaşı agregası



Şekil 1.2 Kireçtaşı

Kirecin hammaddesi olan kireç taşı veya kalker, genellikle kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) dan oluşur (MTA). Karbonat tortul kayaçların, yüksek sıcaklık ve basınç gibi etkenlere maruz kalmasıyla oluşur. Yeryüzünde farklı jeolojik dönemlerde oluşan farklı nitelikteki kayaçlar birçok faktöre bağlı olarak parçalanır: su, buzullar, rüzgâr ve toprak, canlıların etkisi altında yüksek bölgelerden aşağıya taşınır ve bir miktar yağışla toplanır ve biriktirilir. Böyle bir yapıya sahip taşlara tortul taşlar denir. Kireçtaşı bunlardan biridir. Kireçtaşı %90'dan fazla $CaCO_3$ ve bir miktar magnezyum karbonat ($MgCO_3$) içerir, bunlar Kireçtaşındaki artan magnezyum karbonat içeriği ile adlandırılır, örneğin; Kireçtaşına kalkerli dolomit ve dolomit denir. Kireçtaşı kelimesi, Türkçe'de "Kireçtaşı" anlamına gelen Fransızca bir kelimedir. Kireçtaşı, mineralojide belirtilen ve $CaCO_3$ (kalsiyum karbonat) bileşiminde bulunan amorf aragonit ve kalsit türlerini ifade eder.

İçerdiği yabancı maddelere göre farklı renkler alır. Örneğin içinde demir oksit bulunduğunda sarı ve kırmızı renk, manganez oksit mevcut olduğunda gri ve siyah, organik materyaller mevcut olduğunda siyah ve mor renktedirler. Saf kalsiyum karbonat

ve magnezyum karbonat beyaz renktedir. Ev ve köprü gibi yapıların yapımında kullanılmıştır.

Kireçtaşı betonarme yapılarda ve asfalt yolların yapımında sıklıkla kullanılır. Kireçtaşlarının çoğu organik kökenlidir. Kireçtaşı çökeltileri yağ, kil veya silisik asit gibi maddelerle oluştuğunda kimyasal ve fiziksel özellikleri etkilenir.

1.2.2 Kireçtaşı özellikleri

Kireçtaşı dış etkilere karşı dayanıklıdır. Kireçtaşının birçok özelliği olmasına rağmen bazıları daha çok ön plana çıkmaktadır.

Özelliklerini sıralamak gerekirse:

- Kireçtaşı, kirecin hammaddesidir.
- Kireçtaşı, mermerin yapı taşlarından biridir.
- Çimentonun keşfiyle birlikte, çimento üretiminde ana hammadde olarak kalker %60 oranında kullanılmaktadır.
- İnsanlık tarihinin başlangıcından bugüne kadar birçok yapıda kullanılmış bir malzemedir.

Kireçtaşı agregası, özellikle inşaat sektöründe yüksek performans sağlayan kimyasal ve fiziksel özelliklere sahiptir.

Yüksek Verimlilik: Kireçtaşı çok dayanıklı ve aşınmaya karşı dirençlidir.

Çok Yönlülük: Kireçtaşları dolgu, peyzaj ve tarım gibi çeşitli uygulamalar için idealdir.

Düşük Maliyet: Kireçtaşı kaliteli ve düşük maliyetli yapı agregalarından biridir. İnşaat sektöründe taban katmanları, hazır beton ve asfalt üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır.

1.3 Agregaların Beton Dayanımına Etkisi

Çimento ve harç karışımları için fiziksel, kimyasal ve geometrik özelliklerinden dolayı kusurludurlar. Standartlara göre en büyük tane boyutunun en küçük tane boyutuna bölümü 3 katından fazla olmamalıdır. Toplam karışımdaki payları %15 geçmemelidir. Agregaların geometrik şekilleri, karışımda kullanılan çimento hamuru miktarı değiştikçe beton veya harcın işlenebilirlik parametrelerini etkiler.

Aynı işlenebilirlik seviyesini elde etmek için, yuvarlak veya kübik agrega yapıları, daha düşük yüzey alanı oranına sahip uzun, yassı agregalardan daha az çimento hamuru gerektirir. Çok fazla çimento hamuruna ihtiyaç vardır. Numunedeki tanelerin farklı boyutları, belirli bir hacimdeki agrega arasındaki mesafeyi azaltır. Beton ve harç üretimi için yapılan hesaplamalarda ana hedefler, karışımın minimum mukavemeti ve iyi işlenebilirlik özellikleridir.

Agrega tanelerinin dağılımı, taze betonun işlenebilirliğini doğrudan etkiler, eğer karışımlarda uygulanan tanelerin dağılımı yeterli değilse, işlenebilirliği sağlamak için daha fazla su kullanılır. Bu da karışımın istenilen mukavemeti vermemesine neden olur. Betonda agrega tane boyutu arttıkça kullanılan su, çimento ve ince agregalar azalır. Bu nedenle çimentolu sistemdeki rötreyi azaltarak çimentolu sistemlerde betonun mukavemeti artırır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Altınsoy vd. (2017), Çanakkale Elmacık Köyü dolayında çıkarılan kalker kayaçlarının beton agregası olarak kullanılabilirliği araştırmıştır. Çıkarılan kalker kayaçları üzerinde, tane büyüklüğü dağılımı, parçalanma direnci, aşınma kaybı su emme gibi TS EN 12620 + A1'de ifade edilen beton agregaları deneyleri yapmıştır. Elmacık Köyü dolayında çıkarılan kireç taşlarının beton agregaları standartlarına uygun olduğunu belirtmiştir.

Batmaz (2006), Rize ilinde Hemşin ve Fırtına derelerinden alınan agregalar üzerinde incelemeler yapmış. Bu derelerden alınan agregaların beton üretiminde uygunluğu ve zararlı maddelerin ihtiva edip etmediğini karşılaştırmıştır.

Doğan (2008), Tekirdağ bölgesinde beton üretimi yapan firmaların kullandığı beş farklı agrega ocaklarından agrega numuneleri alınmış ve bu numuneler üzerinde agrega verim deneyleri yapmıştır. Agregaların fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenerek karşılaştırmıştır. Ocaklardan alınan agregalarla su/çimento oranları sabit tutularak beton numuneleri hazırlamıştır. Hazırlanan numuneler üzerinde basınç dayanım deneyleri uygulamış ve sonuçları değerlendirmiştir.

Keskin (2011), Cendere Vadisinde çıkarılan kayaçların beton agregası olarak uygunluğu araştırmış. Kayaçların beton yapımında kullanılabilmesi için mekanik, fiziksel ve kimyasal deneyler yapmış ve değerlendirmiştir.

Özsu (2019), Balıkesir ve Manisa illeri arasında çıkarılan kireçtaşlarının beton üretiminde kullanılması durumunda beton kalitesine ve dayanıma etkisini araştırmıştır. Araştırmasında, çıkarılan kireçtaşlarının normal dayanımlı beton yapımında kullanılabileceğini ifade etmiştir.

Özcan (1999), Niğde dolaylarında yapı malzemeleri ile üretimi yapılan betonları ve özelliklerini araştırmış. Yeni açılan ocaklardan alınan numuneler ile beton üretimi yapan

firmaların ürettiği beton özelliklerini karşılaştırmıştır. Pomza ve perlitin betonda kullanım olanaklarına da araştırmasında değinmiştir.

Poitevin (1999), kireç taşlarının betonda kullanılabilirliğini araştırmış. Betonda kullanılan agregaların dayanımında Los Angeles aşınma deneyinin en önemli kriter olduğunu ve sistematik çalışmalara ihtiyaç olduğunu belirtmiştir. Yüksek dayanımlı beton elde etmek için su emme oranları düşük olan agregaların kullanılması gerektiğini ifade etmiştir.

Yılmaz vd. (2011), Afyonkarahisar ilinin Emirdağ yöresinde bulunan kırma eleme tesisinden alınan numuneler üzerinde beton agrega standartlarına uygun olarak alınan numuneler üzerinde deneyler yapmıştır. Agregaların fiziksel, kimyasal ve geometrik özelliklerini araştırmıştır. Yaptığı çalışmada, Emirdağ yöresinde çıkarılan agregaların betonda kullanılabileceğini ifade etmiştir.

Varol vd. (2016), Van ili Tabanlı dolayında çıkarılan kireçtaşlarının fiziksel, kimyasal ve dayanım özelliklerini araştırmıştır. Araştırmasında kireçtaşlarında organik madde ve klor tayinlerini yapmıştır. Yaptığı analizler sonucunda Tabanlı dolayında çıkarılan kireç taşlarının beton üretimine uygun olduğunu ifade etmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

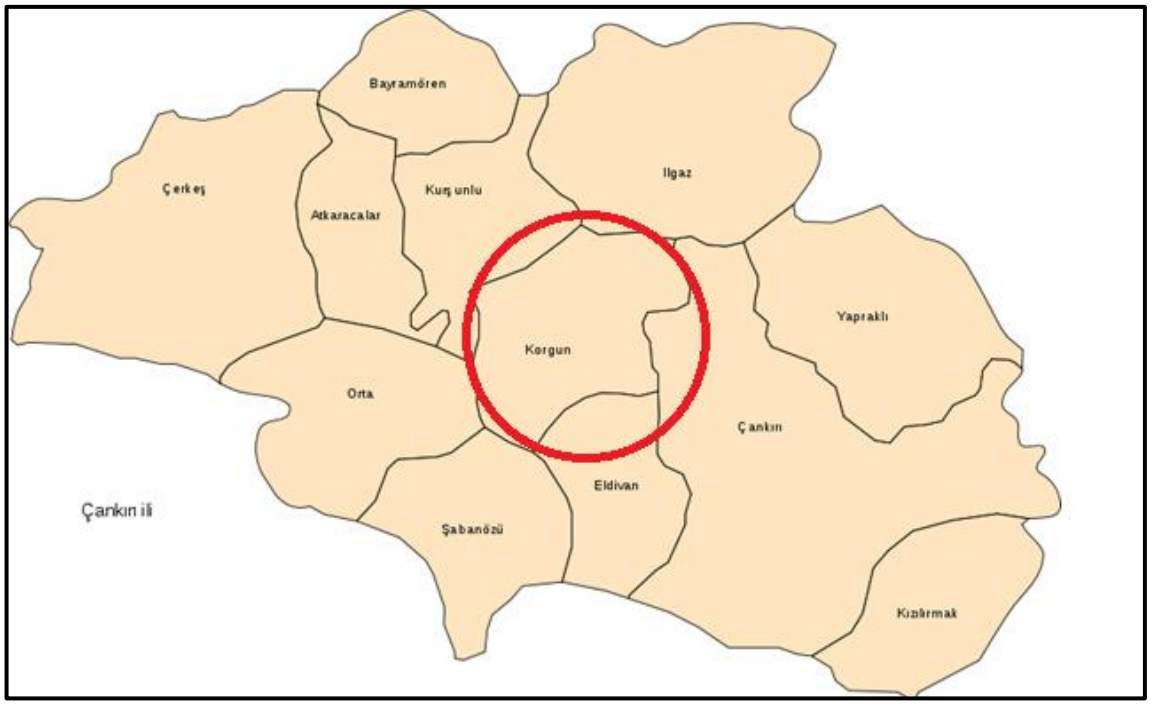
Bu bölüm saha araştırması, ocak işletme yöntemi, agregaların özellikleri ve sınıflandırılması, Kireçtaşı ve özellikleri, agrega numunelerinin alınması, Kireçtaşı ve özellikleri, agrega numunelerinin alınması, agregada geometrik özellikler ve deneyleri, agregalarda dayanıklılık deneyleri, agregalarda kimyasal özellikler ve deneyleri gibi alt başlıklar hakkında bilgi vermektedir.

3.1 Saha Araştırması

Korgun, Çankırı ilinin 12 ilçesinden biridir. Çankırı'ya 20 km uzaklıktadır. Ilgaz, Çankırı Merkez, Eldivan, Şabanözü, Kurşunlu ilçelerine komşudur. Dağlık bir araziye sahiptir. Kuzey kesimdeki araziler taşlık olduğu için Taşyakası olarak da bilinmektedir.



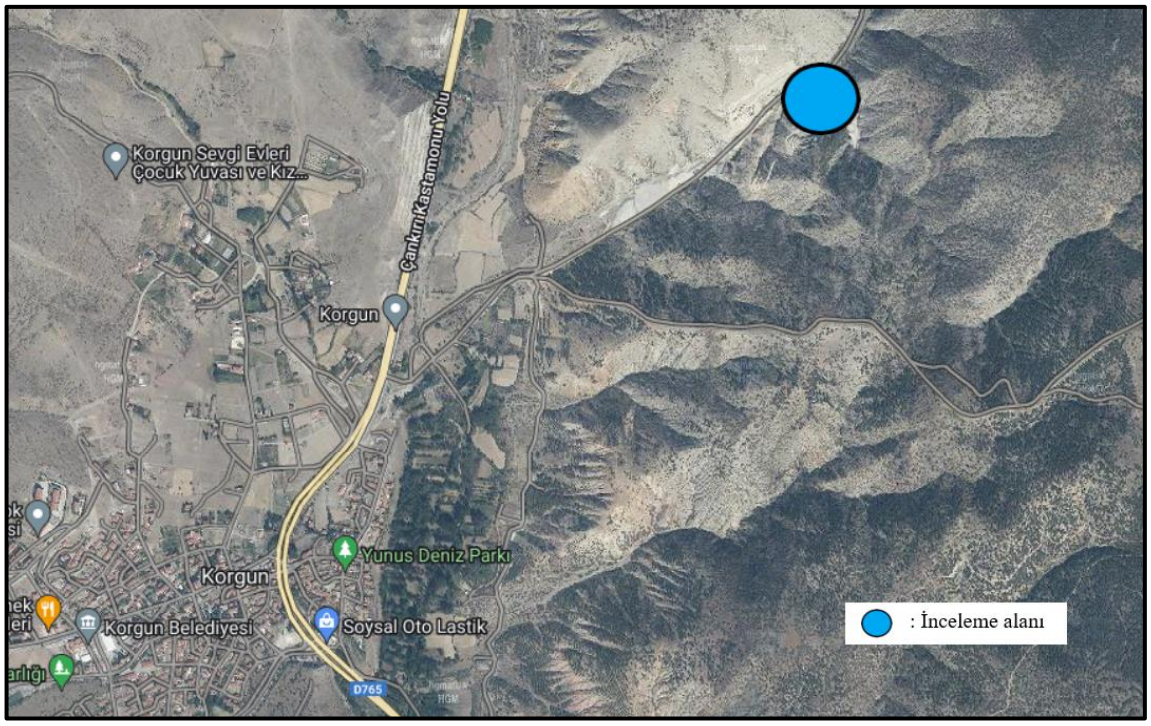
Şekil 3.1 Türkiye iller haritası Çankırı ilinin gösterimi



Şekil 3.2 Çankırı il haritasında Korgun ilçesinin gösterimi

Araştırmamda ilk adım olarak Çankırı ili, Korgun ilçesi, Doğu mahallesi mevkiinde bulunan Bulut-San Bulut İnş. San. ve Tic. Ltd. Şti.'e ait Kalker Ocağı ve Kırma Eleme Tesisinde saha incelemesi yapılmıştır. Alanı 24.490 m^2 ve işletme izin alanı 14.430 m^2'dir. Faaliyet alanında 2.733 m^2 kırma eleme tesisi alanı, 1.000 m^2 üst toprak depolama sahası, 1.000 m^2 cevher stok alanı, 4.000 m^2 pasa alanı, 100 m^2 şantiye alanı, 25 m^2'lik fosseptik çukuru, ocak alanı içerisinde yapılmaktadır.

TS EN 932-1'ye uygun olarak ocaktan alınan numuneler Çankırı Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü Bünyesinde bulunan laboratuvarda TSE 706 EN 12620'ye uygun olarak test edilmiştir.



Şekil 3.3 İnceleme alanı yer haritası

TS EN 932-1'e göre agrega numuneleri; sabit konveyör bant, bant boşaltma noktaları, elek altı, silo ve stok sahasından alınır. Alınan numuneler TS EN 932-2'ye uygun şekilde azaltılarak deneye tabi tutulmuştur.

3.2 Ocak İşletme Yöntemi

Ocak alanı içinde uygulanan işletme yöntemi basamaklı açık işletme yöntemidir. Ocak alanındaki ve çevresindeki topografik yapı göz önüne alındığında yukarıdan aşağıya doğru ilerleyecek şekilde basamaklı üretim yapılmaktadır.

Proje alanında, üretimi yapılacak olan kalkerin kalınlığı yer yer değişmektedir. Proje sahası içerisinde malzemesinin kalınlığı fazla olduğundan, malzeme basamaklar halinde ocaktan alınmaktadır. Basamak yükseklikleri 9-10 metredir. Kalker Ocağı alanında arazinin topografyasına uygun olarak açık ocak işletmesi şeklinde gecikmeli patlatma tekniği uygulanmaktadır. Taş ocağında malzeme üretimine başlamak için zemin hazırlanırken ilk adım üst toprağın kaldırılmasıyla üzerindeki bitki ve hayvansal artıklar

temizlenmiştir. Çalışılacak ocakta üst toprağın çıkarılması, ekskavatörler ve yükleyiciler yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Üretime geçilmeden önce delme-patlatma yapılacak kısımların temizlenmesi şeklinde olacak ve faaliyet süresince devam etmektedir. Ocakta üretim delme-patlatma, ekskavatör ile kamyonlara yükleme ve taşıma yöntemiyle yapılmaktadır. Delme işlemi yapıldıktan sonra patlatma işlemi yapılmaktadır. İstenen patlatma etkisini elde etmek için, ikincil kırık dediğimiz tektonizmanın veya kendi yapısındaki kırıkların oluşturduğu fay çatlaklarına/kırıklarına paralel olarak delikler açılmıştır. Bitkisel toprak örtü kalınlığı ortalama 10 cm olup, sıyırma işlemi yapılarak rehabilitasyon çalışmaları kapsamında değerlendirilmek üzere bitkisel toprak depo alanına kaldırılmıştır. Kalkerin yerinden sökülmesi işlemi patlayıcı madde kullanılarak yapılmaktadır.

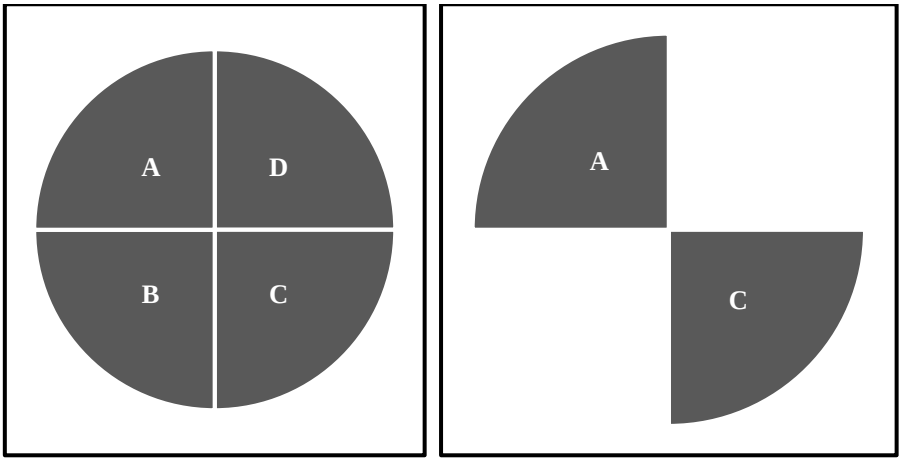
Patlayıcı miktarını belirlemek, üretim durumuna, basamak düzenine ve delicilerin özelliklerine bağlıdır. Patlatma işlemleri deneyimli kişiler tarafından ve gerekli tüm önlemler alınarak ilgili yönetmeliklere uygun olarak yapılmaktadır.

3.3 Agrega Numunelerinin Alınması

Çalışmada kullanılacak agregalar TS EN 932-1'e uygun olarak Bulut-San Bulut İnş. San. ve Tic. Ltd. Şti.'e ait kalker ocağından alınmıştır. Alınan numuneler Çankırı Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü Bünyesinde bulunan beton laboratuvarına getirilmiş ve TS EN 932-2'ye uygun şekilde Şekil 3.4'te numune ayrıcı kullanılarak Şekil 3.5'te gösterilen dört eşit parçaya bölme (çeyrekleme) yöntemi kullanılarak numuneler azaltırmıştır.



Şekil 3.4 Numune ayrıcı (bölgeç)



Şekil 3.5 Dört eşit parçaya bölerek numune alma

3.4 Agregada Geometrik Özellikler ve Deneyleri

3.4.1 Agrega tane sınıfları

Elek Analizi, betonda kullanılacak agregaların belirli çapta eleklerden elenerek, eleklerde kalan numune miktarlarının yüzde (%) olarak belirlenmesi sağlanır. Yüksek kompasite

için tane dağılım oranları belirlenmeli ve beton yapımında kullanılacak tane dağılım oranları ayarlanmalıdır.

Deneyde kullanılacak numune 10 kg olarak ayarlanmıştır. En alta toplama kabı konularak, elek analizinde kullanılacak elekler (Şekil 3.6), göz açıklıkları yukarıdan aşağı 63 mm – 45 mm – 31,5 mm – 22,4 mm – 16 mm – 11,2 mm – 8 mm – 4 mm – 2 mm – 1 mm – 0,5 mm – 0,25 mm – 0,063 mm olacak şekilde üst üste konulmuştur. Numune 63 mm kare gözlü eleğe boşaltılmış ve elek sarsma makinesinin kapağı kapatılmıştır. Elek sarsma makinesi (Şekil 3.7) çalıştırılarak sarsma işlemi gerçekleşmiştir.



Şekil 3.6 Elek takımı

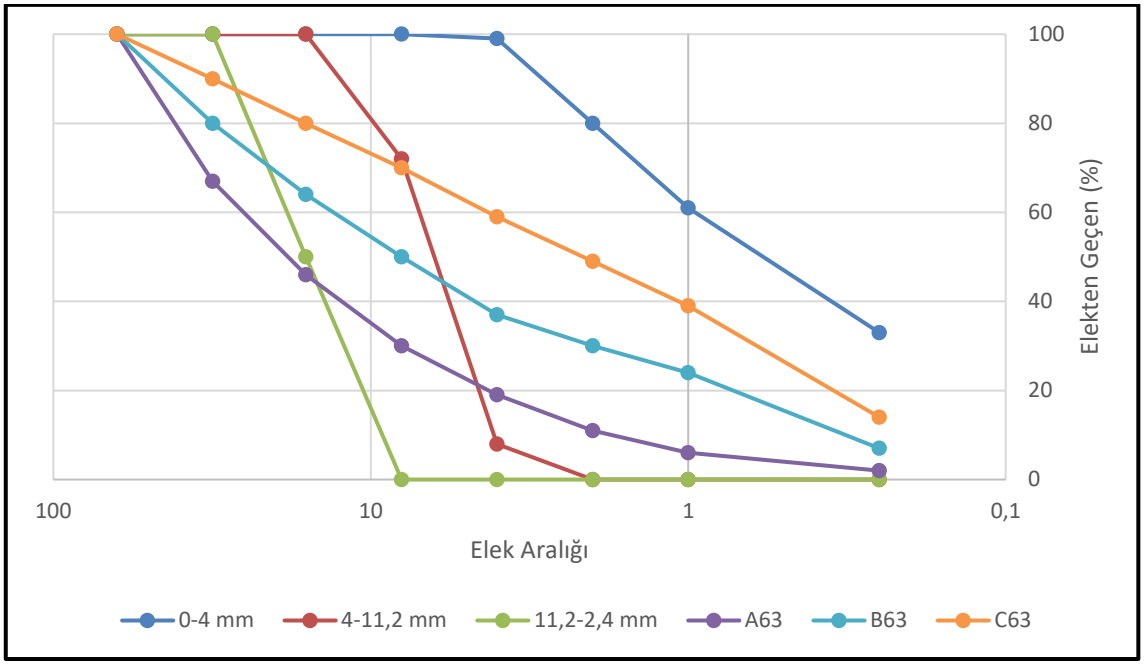


Şekil 3.7 Elek sarsma makinesi

Elek sarsma işleminden sonra eleklerde kalan malzemeler fırça yardımıyla tepsilere alınmış ve hazırlanmış tabloda (Çizelge 3.1) not edilmiştir. Çizelge 3.1'den yararlanılarak granülometri eğrisi çizilmiştir.

Çizelge 3.1 Elek analizi sonuçları

ELEK EBATI (mm)	**NO 1**	**NO 2**	**NO 3**
	0-4 mm	**4-11,2 mm**	**11,2-2,4 mm**
63	100	100	100
45	100	100	100
31,5	100	100	100
22,4	100	100	96
16	100	100	50
11,2	100	98	10
8	100	72	0
5,6	100	35	0
4	99	8	0
2	80	0	0
1	61	0	0
0,5	45	0	0
0,25	33	0	0
0,063	18	0	0



Şekil 3.8 Granülometri eğrisi

Çizelge 3.2 Tane büyüklüğü dağılımı

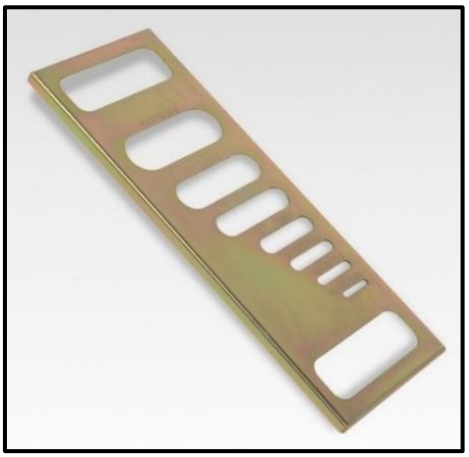
AGREGA SINIFI (mm)	SONUÇ				
	ELEKTEN GEÇEN KÜTLECE YÜZDE (%)				
	2D	1,4D	D	d	d/2
0-4	100	100	99	-	-
4-11,2	100	100	98	8	-
11,2-22,4	100	100	96	10	-

3.4.2 İri agregaların tane şekli

Yassılık indeksi deneyi, yassı agregaların deneyde kullanılan agrega ağırlığına olan oranını bulmak için yapılmıştır. Agreganın bir kenarının diğer kenarına onranı 0,6'dan büyükse yassı olarak kabul edilir. İstenilen agrega boyutuna göre aşağıda verilen numune miktarları (Çizelge 3.3) kullanılmıştır. Numuneler yassılık indeksi şablonunda (Şekil 3.9) yer alan boşluklardan teker teker geçirilmiştir.

Çizelge 3.3 Numune miktarı

di/Di DANE BÜYÜKLÜĞÜ DAĞILIMI (mm)	NUMUNE MİKTARI (kg)
50/63	50
37,5/50	35
28/37,5	15
28/20	5
14/20	2
10/14	1
6,3/10	0,5



Şekil 3.9 Yassılık indeksi şablonu

Boşluklardan geçen agrega ağırlıkları hesaplanmış ve numunenin toplam ağırlığa oranı belirlenmiştir (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4 Yassılık indeksi sonuçları

AGREGA SINIFI (mm)	SONUÇ (%)
4-11,2	8
11,2-22,4	10

İri agregaların şekli TS EN 933-3'te belirtilen yassılık indeksi cinsinden uygunluğu kabul edilmiştir (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5 En büyük yassılık indeksine göre kategoriler

YASSILIK İNDEKSİ	KATEGORİ FI
≤15	FI_{15}
≤20	FI_{20}
≤35	FI_{35}
≤50	FI_{50}
>50	FI_{beyan}
Serbest	FI_{NR}

3.4.3 Çok ince malzemenin muhtevası

Agregalarda yıkanabilir malzeme fazla bulunması durumunda çimento – agrega karışımı sağlıklı oluşmaz ve taze betonun işlenebilirliğini azalır. Betonun su ihtiyacını arttırdığından rötreye (büzülmeye) sebep olmaktadır. Çok ince malzeme muhtevası kategori değerleri Çizelge 3.6'da verilmiştir. Beton dayanımını olumsuz yönde etkilemektedir.

Çizelge 3.6 Agregaların çok ince malzeme muhtevası değerleri

AGREGA	0,063 mm GÖZ AÇIKLIKLI ELEKTEN GEÇEN YÜZDE	KATEGORİ, f
İri Agregalar	≤1,5	$f_{1,5}$
	≤4	f_4
	>4	f_{beyan}
	Serbest	f_{NR}
Doğal Olarak Sınıflandırılmış 0/8 mm'lik Agregalar	≤3	f_3
	≤10	f_{10}
	≤16	f_{16}
	>16	f_{beyan}
	Serbest	f_{NR}
Karışık Agregalar	≤3	f_3
	≤11	f_{11}
	>11	f_{beyan}
	Serbest	f_{NR}
İnce Agregalar	≤3	f_3
	≤10	f_{10}
	≤16	f_{16}
	≤22	f_{22}
	>22	f_{beyan}
	Serbest	f_{NR}

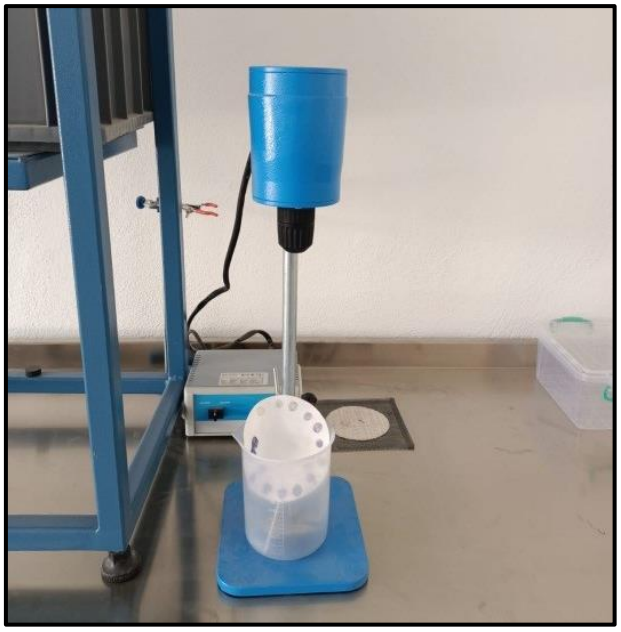
Çok ince agrega muhtevası hesaplanırken TS EN 933-1'e göre tayin edilmiş ve kuru eleme yöntemi kullanılarak 0,063 açıklıklı elekten geçen yüzdeler (Çizelge 3.7) hesaplanmıştır.

Çizelge 3.7 Çok ince malzeme muhtevası sonuçları

AGREGA SINIFI (mm)	SONUÇ (%)
0-4	18,25
4-11,2	1,97
11,2-22,4	0,97

3.4.4 Metilen mavisi deneyi (MB)

2 mm elekten geçen agregadaki kil yüzdesini belirlemek için standardında yer alan metilen mavisi deneyi kullanılır. Hızlı, ucuz ve etkili bir deneydir. Numunedeki kirlilik oranını belirlemek için yapılır. Test için 10 g/L metilen mavisi çözeltisi hazırlanır. Hazırlanan metilen mavisi solüsyonu yaklaşık 28 gün kullanılmalıdır. Numunelerin tane boyutu 2 mm ve ağırlığı 200 gr olmalıdır.



Şekil 3.10 Metilen mavisi deneyi karıştırma cihazı

Numuneler etüvde 110 °C'de sabit sıcaklığa ulaşılıncaya kadar kurutulur. 500±5 mL'lik damıtık veya demineralize suyu behere koyup, kurutmuş olduğum deney numunesi ilave edilmiştir. Kullanılan karıştırma çarkı (Şekil 3.10) tabana değmeyecek şekilde ayarlanmıştır. Süzgeç kağıdının büyük bir kısmı bir yere değmeyecek şekilde bir destek üstüne yerleştirilmiştir. Hazırlanan süspansiyon, 600 devir/dakika hızda yaklaşık 5 dakika karıştırdıktan sonra behere 5 mL boya çözeltisini ilave edip ve beherdeki malzemeyi 400 devir/dakika hızda 1 dakika karıştırıp filtre kâğıdı üzerinde leke deneyi yapılmıştır. Deneyde her boya ilavesinden sonra bir çubuk yardımıyla süspansiyondan bir damla alarak filtre kâğıdı üzerine bırakılmıştır. 2 mm'lik açık mavi renkte halenin birikinti etrafında meydana gelmesi durumunda deney pozitif kabul edilmiştir (Çizelge 3.8).

Çizelge 3.8 Metilen mavisi değeri (MB)

AGREGA SINIFI (mm)	SONUÇ (MB)
0-2	2,00

3.5 Agregada Fiziksel Özellikler ve Deneyleri

3.5.1 İri agregaların parçalanma direnci (Los Angeles deneyi)

İri agregaların parçalanma direncini hesaplamak için Los Angeles deneyi TS EN 1097-2'ye uygun olarak yapılmıştır. Parçalanma direnci tayininde Los Angeles deney aleti kullanılmıştır. Los Angeles deney aleti (Şekil 3.11) iç çapı 71 cm, boyu 51 cm ve iki tarafı kapalı, kendi ekseni etrafında dönebilen çelik silindirden oluşmaktadır. İçerisinde agrega numunesinin aşınmasını sağlayacak belirli sayıda ve ağırlıkta bilyeler bulunmaktadır. Agrega oluşacak aşınmanın belirli oranda kalması, beton dayanıklılığını arttırmak için önemlidir.



Şekil 3.11 Los Angeles deney aleti

Deneyde kullanılacak numuneler 5 kg olacak şekilde 10-14 mm numuneler tambura yerleştirilmiştir. Tambur dakikada 31-33 devir dönecek şekilde ayarlanmış ve yaklaşık 15 dakika bekledikten sonra malzeme cihazdan alınmıştır. Alınan numune 1,6 kare gözlü elekten elenerek, 24 saat boyunca etüvde 105 °C'de bekletilmiştir. 24 saat sonucunda iri agregaların aşınma kaybının %25 olduğu tespit edilmiştir. Çıkan sonuca göre en büyük Los Angeles katsayısı kategorisi (Çizelge 3.9) LA_{25} olarak belirlenmiştir. Bu değer %35'in altında olduğu için TS EN 1097-2 standardına uygundur.

Çizelge 3.9 Los Angeles katsayısı kategorisi

LOS ANGELES KATSAYISI	**KATEGORİ, LA**
≤15	LA_{15}
≤20	LA_{20}
≤25	LA_{25}
≤30	LA_{30}
≤35	LA_{35}
≤40	LA_{40}
≤50	LA_{50}
>50	LA_{beyan}
Serbest	LA_{NR}

3.5.2 İri agregaların aşınmaya karşı direnci (Mikro – Deval aşınma deneyi)

İri agregaların aşınmaya karşı direncini belirlemek için TS EN 1097-1 standardına uygunluğu araştırılmıştır. Mikro – Deval cihazıyla (Şekil 3.12) yapılan aşınma deneyi, orijinal numunelerin 1,6 mm'den daha küçük bir dane boyutuna getirildiğini yüzde olarak ifade eden Mikro – Deval katsayısının kategorisini (Çizelge 3.10) belirlemek için yapılır. Dönen tambur içerisinde agregalar ile aşındırıcı malzemelerin sürtünmesiyle kaynaklanan aşınmanın ölçülmesidir.



Şekil 3.12 Mikro – Deval cihazı

Numunenin dane büyüklüğü 10-14 mm aralığında ve 2 kg olacak şekilde ayarlanmıştır. Deney numunesi olarak kullanılan agregaların %30 - %40'ı 11,2 mm elekten geriye kalan kısmı 12,5 mm elekten geçecek şekilde ayarlanmıştır. Numuneler ayrı sonuçlar elde etmek için 10 mm, 11,2 mm, 12,5 mm ve 14 mm göz açıklıklı eleklerde elenmiştir. Elde edilen malzemeler ayrı ayrı kaplarda yıkanmıştır. Yıkanan malzemeler 110 °C'de sabit kütleye kadar etüvde kurutulmuştur ve ortam sıcaklığına ulaşana kadar soğutulmuştur. Elde edilen iki numune karıştırılarak TS EN 932'ye uygun şekilde deneyde kullanılacak şekilde azaltılmıştır. Mikro – Deval deneyi için karıştırılan malzemeler 500 gr olacak şekilde ikiye ayrılmıştır. Tamburlara 5000 gr'lık bir yük oluşturması için çelik bilye ve 2,5 lt su ilave edilmiştir. Tamburların hızı 100 dev/dak olacak şekilde 12000 devir yaptırılmıştır. Tamburlarda bulunan malzemeler 1,6 mm elekten elenerek elek üstünde kalan malzeme tartılmıştır. Elenen malzemeler 422 gr ve 422,5 gr olarak tartışmıştır.

Çizelge 3.10 Mikro – Deval değerlerine göre kategoriler

MİKRO - DEVAL KATSAYISI	KATEGORİ, M_{DE}
≤10	$M_{DE}10$
≤15	$M_{DE}15$
≤20	$M_{DE}20$
≤25	$M_{DE}25$
≤35	$M_{DE}35$
>35	M_{DE}beyan
Serbest	M_{DE}NR

3.5.3 Tane yoğunluğu ve su emme oranı

İri agregaların tane yoğunluğu ve su emme deneyi TS EN 1097-6 standardına göre kuru yoğunluk, doygun yoğunluk ve su emme oranlarını belirlemek için yapılır. Deney yöntemi olarak piknometre ve tel sepet yöntemi bulunmaktadır.

İlk olarak numuneler 31,5 mm ve 4 mm eleklerde yıkanarak agrega ince danelerden uzaklaştırılır, 31,5 mm elekte kalan daneler alınır ve numunenin kuruması beklenir. Deneyde kullanılan kütle değeri aşağıdaki tabloda (Çizelge 3.11) verilen kütle değerlerinden küçük olmamalıdır.

Çizelge 3.11 Agrega çapına göre kullanılacak ağırlık

EN BÜYÜK AGREGA ÇAPI (mm)	DENEY NUMUNESİ KISIMLARININ KÜTLESİ (kg)
31,5	5
16	2
8	1

Hazırlanan numune piknometredeki 22 °C'lik suya atılır. Piknometre (Şekil 3.13) çalkalanır ve içindeki havayı almak için eğik konumda döndürülür. Piknometre, bir su banyosuna dikey bir konuma yerleştirilir ve test numunesi, 24 saat boyunca 22 °C'de tutulur. Bu işlemden sonra piknometre su banyosundan çıkarılır. Piknometreye taşacak şekilde su ilave edilir ve kapta hava kalmaması için kapakla kapatılır, piknometrenin dışı

kuruduktan sonra tartılır (M2) ve su sıcaklığı kaydedilir. Agregalar sudan çıkarıldıktan sonra kurumaya bırakılır. Piknometre tekrar su ile doldurulur ve kapağı kapatılır, ardından piknometrenin dışı kurutulup tartılır ve suyun sıcaklığı (M3) not edilir, M2 ve M3 tartılırken içindeki suyun sıcaklık farkı not edilir. Piknometredeki su sıcaklık farkı 2 °C'yi geçmemelidir. Agrega danelerinin yüzeyleri iyice kurutulur ve ardından başka bir kuru bez üzerine yerleştirilir. Kumaş yumuşak ve emici olmalıdır. Kumaş kalınlığı agrega dane kalınlığını geçmemelidir.



Şekil 3.13 Piknometre deney cihazı

Numunelerin yüzeyi kuru ve doygun kısımları bir tepsiye aktarılır ve tartılır (M1). Agregalar, sabit bir kütleye (M4) ulaşıncaya kadar 110 °C'de cebri havalı etüvde kurutulur. Deney sonuçları TS EN1097-6 standardına göre tayin edilmiş ve elde edilen değerler Çizelge 3.12'de verilmiştir.

Çizelge 3.12 Tane yoğunluğu ve su emme oranları

AGREGA SINIFI (mm)	SONUÇ	
	TANE YOĞUNLUĞU (mg/m³)	SU EMME WA 24 (%)
0-4	qa=2,81	1,44
	qrd=2,70	
	qsd=2,74	
4-11,2	qa=2,81	0,96
	qrd=2,73	
	qsd=2,76	
11,2-22,4	qa=2,80	0,63
	qrd=2,75	
	qsd=2,77	

3.5.4 Yığın yoğunluğu

Agreganın yığın yoğunluğu deneyi, TS EN 1097-3 standardına göre yapılır. Bilinen büyüklükte bir kaptaki agreganın kuru kütlesi tartılarak hacme bölünür ve gevşek yığın yoğunluğu hesaplanır. Gevşek yığın yoğunluğu ve tane yoğunluğu kullanılarak boşlukların yüzdesi belirlenir. Deney için numunelerin hazırlanması sırasında TS EN 932-2'de belirtilen şartları sağlayan 3 adet numune 110 °C'de kurutulur. Her bir test numunesinin numune kabını doldurması için gereken kütlenin %120 ile %150'si arasında olmalıdır. Ölçü kabı tamamen doldurulur ve dolu ölçü kapı ölçülür. Yığın yoğunluğunu bulmak için ölçü kabının kütlesi, dolu ölçü kapının kütlesinden çıkartılarak ölçü kapının iç ölçüsüne bölünür. Yığın yoğunlukları 3 numune için hesaplanarak Çizelge 3.13'te belirtilmiştir. Yapılan deney sonucunda agregaların beton üretiminde kullanılması uygun olduğu görülmüştür.

Çizelge 3.13 Yığın yoğunluğu deney sonuçları

AGREGA SINIFI (mm)	SONUÇ			
	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY	YIĞIN YOĞUNLUĞU (mg/m³)
0-4	1,596	1,598	1,595	1,596
4-11,2	1,430	1,430	1,429	1,430
11,2-22,4	1,347	1,347	1,348	1,347

3.6 Agregalarda Dayanıklılık Deneyleri

3.6.1 İri agregaların donma/çözünme etkisine karşı direnci

Zamanla havaya maruz kalan agregaların donma ve çözülmeye karşı direncini ölçmek için hızlandırılmış bir deneydir. Deney sonuçları, agreganın hava değişiminin neden olduğu bozulmaya karşı direncini de belirler. Bu deneyde sodyum sülfat (Na_2SO_4) veya magnezyum sülfat ($MgSO_4$) çözeltileri kullanılabilir, ancak daha ucuz ve kullanımı daha kolay olduğu için sodyum sülfat çözeltisi kullanılır.

Deney numunesi, 31,5 mm – 16 mm – 8 mm – 4 mm'lik eleklerden elenir. Numune daha sonra 4 mm – 2 mm – 1 mm – 0,5 mm'lik eleklerden elenerek uygun miktarda alınır. Numuneler etüvde sabit ağırlığa gelene kadar kurutulur. Elendikten sonra yıkanıp kurutulan deney için ayrılan numuneler, ilk numunenin %5'inden az olmayacak şekil özel sepetlere konulur.

Sepetlere ayrılan numuneler, hacimlerinin 5 kat fazlası sodyum sülfat çözeltisi içerisinde 18 saat bekletilir. 18 saat sonra çözeltiden çıkarılan numuneler sabit ağırlığa gelene kadar etüvde kurutulur ve oda sıcaklığına ulaşana kadar bekletilir. Bu işlem 5 defa tekrarlanır. Beşinci işlemin sonunda deney numuneleri yıkanarak, etüvde kurutulur. Kurutulan numuneler en küçük agregadan bir büyük göz açıklıklı elekten elenerek tartılır.

İlk tartılan numune ağırlığından, sodyum sülfat çözeltisinden sonra tartılan numune ağırlığı çıkartılır. Çıkan sonuç ilk numune ağırlığına bölünerek donma/çözülmeye karşı oran belirlenir. Bu çalışmada belirlenen sonuçlar Çizelge 3.14'te verilmiştir.

Çizelge 3.14 Agregaların donma/çözünmeye karşı kayıp yüzdeleri

AGREGA SINIFI (mm)	**SONUÇ**	
10-14	1.Sepet 2,1	2,0
	2. Sepet 2,0	

TS 706'da sodyum sülfat deneyinde iri agregalar için %18, ince agregalar için ise %22 sınır değerler olarak verilmiştir. Bu sınır değerlerine göre, alınan numuneler donma/çözülme etkisine karşı agregalar kullanılabilir özelliktedir.

3.6.2 Agrega kuruma büzülmesi

Agregaların özelliklerinden dolayı betona zarar veren rötre çatlaklarında, yapısal betonda kullanılabilecek agregaların kuruma rötresi TS EN 1367-4 standardına göre sonuçları beyan edildiğinde %0,075'i geçmemelidir. Yoğun donatılı beton ile kaplanmış dökme beton veya havaya maruz kalmayan yapısal elemanlar üzerinde uygulama için uygun değildir (TS EN 1367-4 2009).

Deneyde kullanılacak agrega, su ve çimento ile karıştırılarak belirtilen boyutlardaki prizmalara dökülür. Prizmalar nemlendirilir, daha sonra 110°C'de kurutulur. Kurutulduktan sonra kuru ve ıslak durum arasındaki uzunluk farkı belirlenir. Uzunluktaki değişiklik, nihai kuru uzunluğun yüzdesi olarak ifade edilir.

3.6.3 Agregalarda alkali – silika reaktifliği

Betonda meydana gelen alkali silisik asit reaksiyonu, alkali boşluk çözeltisi ile beton gövdesindeki agreganın reaktif mineralleri arasındaki reaksiyonlar sonucu su emici bir jel oluşmasına ve dolayısıyla genleşmeye neden olur. Jel bir basınç kuvveti uygular.

Çimentoda bulunan alkali oksit miktarı %0,6'yı geçerse yine çatlamalara neden olur. Bu nedenle Silikanın reaktivitesinin bilinmesi ve önlemlerin alınması gerekir.

Bu araştırmada hızlandırılmış harç çubuğu deneyi TS 13516'ya göre yapılmıştır. Bu deney, agregalarla yapılan harç çubuklarının yüksek sıcaklıkta, yüksek alkali çözeltide depolanması sonucu genleşmesinin ölçülmesiyle belirlenir. Çimento kütlesinin 2,25 katı oranında agregalar, su/çimento oranı 0,47 oranında çimento şerbeti ile karıştırılır. Hazırlanan beton harcı 25x25x285 mm'lik kaplara dökülür. 24 saat sürenin sonunda

kaplardan alınan çubukların ilk uzunluk ölçümleri yapılır. 80 °C'de NaH çözeltisinde tutulan harç çubuklarının uzunluğu periyodik olarak 3, 7, 14. günlerde ölçülür. 16. günün sonunda bir genleşme değeri en fazla %0,1 olmalıdır.

3.7 Agregalarda Kimyasal Özellikler ve Deneyleri

3.7.1 Klorür içeriği

Agregalarda TS EN 1744-1 standardına göre tayin edilen, Volhard yöntemiyle su içerisinde çözünür klorür içeriği belirlenmesi, agregaların tuzlu suya temasıyla oluşan klorür içeriği için uygundur. Agregalar, klorür iyonlarından ayırma işlemi için su ile ayırma işlemi yapılır. Bu işlemin analizi Volhhard yöntemine dayanır.

Çalışmada kullanılacak agregalar TS EN 932-1'e uygun olarak ocaktan alınmalı ve alınan numuneler TS EN 932-2'ye uygun biçimde numuneler azaltılmalıdır. Numune etüvde 24 saat 110 °C'de sabit kütleye ulaşana kadar kurutulmalıdır. Numuneler 16 mm göz açıklıklı elekten elenir. TS EN 932-2'de tayin edilen işlemler uygulanarak iri agregalar 2 kg, ince 500 gr olarak hazırlanır. İri agregalar için 5 lt, ince agregalar için 2 lt'lik şişeler kullanılır. Şişelerin tartımları yapılarak not edilir. Numuneler şişelere konularak tekrar tartımları yapılır ve not edilir. Şişelere deney numunelerinin kütlesi kadar su ilave edilir. 60 dakika boyunca çalkalayıcıda karışımları sağlanır. Karışımları yapılan deney numuneleri süzgeç kâğıdından yarı berrak 100 mL birikinti kalacak şekilde süzülür. Süzülen ekstrakt pipetle alınarak 250 mL erlene aktarılır. Erlene aktarılan ekstrakt üzerine 5 mL nitrit asit ve klorürler çökene kadar gümüş nitrat çözeltisi eklenir. Elde edilen çözelti kaynama sıcaklığına kadar ısıtılır. Tekrar soğutma işlemi yapılarak 3 mL tiyosiyanat titrastonunu sağlayacak şekilde gümüş nitrat eklenir. Eklenen gümüş nitratın toplam hacmi (V5) not edilir. Erlene tekrar 2 mL 3, 5, 5-trimetilhekzan-1-ol eklenerek çalkalama işlemi yapılır. Çalkalama işlemi yapıldıktan sonra büret yardımıyla 5 mL amonyum demir ilave edilir. Daha sonra kalıcı renk değişimi gerçekleşene kadar tiyosiyanat çözeltisi tekrar ilave edilir. Eklenen tiyosiyanat hacmi (V6) not edilir. İkinci numune içinde aynı adımlar tekrarlanarak elde edilen değerler kaydedilir.

Agregalarda TS EN 1744-1 belirtilen klorür muhtevası (C), ağırlıkça %2'den az olmamalıdır.

3.7.2 Asitte çözülebilen sülfat tayini

Çalışmada kullanılacak agregalar TS EN 932-1'e uygun olarak ocaktan alınmalı ve alınan numuneler TS EN 932-2'ye uygun biçimde numuneler azaltılmalıdır. Numune etüvde 24 saat 110 °C'de sabit kütleye ulaşana kadar kurutulmalıdır. Azaltma ve kurutma işleminden sonra numune 0,125 mm göz açıklıklı elekten 20 gr kütle elde edene kadar elenir. Elekten geçen numuneden 2 gr alınır. Numune (m_6), 0,1 mg yaklaşımla tartılarak 250 mL behere konulur. Behere 90 mL su ilave edilerek karıştırılır. Karıştırma işleminden sonra 10 mL hidroklorik asit ilave edilerek kaynama noktasının hemen altında 15 dakika boyunca ısıtılır ve karıştırılır. Karıştırma işlemi yapılırken 10 mL baryum klorür çözeltisi eklenir. Oluşan baryum sülfat çökeleği süzülerek yıkama işlemi gerçekleştirilir. Oluşan çökeleğin kütlesi (m_7) tartılarak not edilir.

Beton için kullanılacak agregaların, sülfat miktarı olarak hesaplandığı zaman ağırlıkça %1'den fazla bulunmamalıdır.

3.7.3 Toplam kükürt tayini

Gerektiğinde, agregaların ve dolgu agregalarının TS 706 EN 12620'de belirtilen standartlara uygun tayin edilmelidir. Kükürtlü bileşikler cinslerine, miktarlarına ve ortam koşullarına bağlı olarak, betonda hasara yol açarlar.

Beton için kullanılacak agregaların, TS 706 EN 12620'de belirtilen toplam kükürt içeriği, hava soğutmalı yüksek fırın cürufu için kütlece %2'yi ve hava soğutmalı yüksek fırın cürufu dışındaki agregalar için %1'i geçmemelidir.

3.7.4 Hafif kirleticilerin tayini

Betonda hafif organik kirleticilerin bulunması betonun priz alma ve sertleşme süresini değiştirmektedir. Gerektiğinde, TS EN 1744-1'de belirtilen deneylerle tayin edilmelidir. Bu deney betonun yüzeyinde lekelenme ve çıkıntı yapan maddelerin tayininde kullanılmaktadır.

Deney numunesi, cam şişede %3 NaOH çözeltisi ile birlikte çalkalanır. Numune üzerindeki sıvının rengi 24 saatin sonunda belirlenir. Çökelmiş agrega üzerinde görünen renk, organik madde miktarının göstergesidir. Çöken agrega üzerindeki renk çözeltinin renginden açık olması gerekir (Keskin 2011).

3.7.5 Potansiyel humus varlığının tayini

Beton üretiminde kullanılacak agregaların bitkisel ve hayvansal artıkları belirlemek için Potansiyel Humus Varlığının tayini TS EN 1744-1'de belirtilen metotlara göre belirlenmelidir.

3.7.6 Fulvo asit içeriğinin tayini

Agregalarda fulyo asit içeriği, hafif kirleticilerde olduğu gibi betonun priz alma ve sertleşme süresini etkilemektedir. Gerektiğinde, beton yapımında kullanılan agregaların fulvo asit içeriği TS EN 1744-1 standardına göre tayin edilmelidir.

3.7.7 Organik madde tayini

Organik madde tayini TS EN 1744-1 standardına göre renklendirme yöntemiyle belirlenir. Çözeltiyi hazırlamak için 1 m³ suya 30 gr NaOH koyulmasıyla ve sodyum hidroksit çözeltisi hazırlandıktan sonra cam eprüvetin 100. taksimata kadar agrega konulur. 160. taksimata kadar çözelti eklenir. Karışım çalkalandıktan sonra 24 saat bekletilir. Bu süre sonunda agreganın üzerindeki çözelti rengi gözlenir.

4. BULGULAR

Bu bölümde, materyal ve yöntemlerin kullanılması sonucu elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

4.1 Geometrik Özellikler

Elek analizi sonunda; Bulut-San Bulut İnş. San. ve Tic. Ltd. Şti.'e ait kırma eleme tesisinden alınan numuneler 0 – 4 mm, 4 – 11,2 mm ve 11,2 – 22,4 mm numuneler temel elek serisi + seri 1'deki elekler kullanılarak standarda uygun olarak agrega tane sınıfı (d/D) değerleri belirlenmiştir. Belirlenen bu değerlerler TS EN 933-1 standardında verilen sınır değerleri incelenmiş ve uygun olduğu görülmüştür.

Yassılık indeksi deneyinde, numune ağırlıklarının yassı ağırlıklarına oranı 4 – 11,2 mm agregalarda %8, 11,2 – 22,2 mm agregalarda %10 olarak belirlenmiştir. İri agregaların şekli TS EN 933-3'te kategoride FI_{15} olarak beyan edilmiştir.

Çok ince malzemenin muhtevası, elde edilen yüzdelere göre 0 – 4 mm agregalar için f_{22}, 4 – 11,2 mm agregalar için f_4 ve 11,2 – 22,4 mm agregalar içinse $f_{1,5}$ bulunmuştur. Sonuç olarak iri agregalar %4 ve ince agregalar %22'den az olduğu için beton yapımında uygun olduğu belirlenmiştir.

Metilen mavisi deneyinde 4. tekrar sonucunda 2 mm'lik açık mavi renkte halenin birikinti etrafında meydana gelmesi durumunda deney pozitif kabul edilmiştir.

4.2 Fiziksel Özellikler

Agregaların parçalanma direnci (Los Angeles) deneyinde numunelerin aşınma kaybının %25 olduğu tespit edilmiş ve kategorisi LA_{25} olarak belirlenmiştir. Bu değer, TS EN 1097-2 standardında verilen %35'in altında olduğu için agregaların beton yapımında kullanılması uygundur.

Agregaların aşınmaya karşı direnci (Mikro – Deval) deneyinde birinci tamburda Mikro – Deval katsayısı %15,6, ikinci tamburda ise %15,5 olarak hesaplanmış ve %16 ortalama kabul edilmiştir. %16'ya denk gelen Mikro-Deval katsayısı $M_{DE}20$ olarak belirlenmiştir.

Tane yoğunluğunda yapılan piknometre deneyinde 0 – 4 mm, 4 – 11,2 mm, 11,2 – 22,4 mm numunelerin görünür tane yoğunluğu (ρ_a), kurutulmuş tane yoğunluğu (ρ_{rd}), doygun tane yoğunluğu (ρ_{ssd}) ve 24 saat daldırmadan sonra su emme oranları (WA_{24}) hesaplanmıştır.

0 – 4 mm için WA_{24} = %1,44, 4 – 11,2 mm için WA_{24} =%0,96 ve 11,2 – 22,4 mm WA_{24} = %0,63 olarak hesaplanmış ve agregaların boyutları arttıkça su emme oranlarının azaldığı gözlenmiştir.

Gevşek yığın yoğunluğu (ρ_b) deneyinde 3 deney yapılmış ve ortalamaları bulunmuştur. 0 – 4 mm için ρ_b = 1,596 mg/m^3, 4 – 11,2 mm için ρ_b = 1,430 mg/m^3 ve 11,2 – 22,4 mm için ρ_b = 1,347 mg/m^3 tayin edilmiştir. Numunelerde boşluk oranı azaldıkça gevşek yığın yoğunluğunun yükseldiği gözlenmiştir.

4.3 Agregalarda Dayanıklılık

Agregaların donma/çözülme etkisine karşı TS 706'da sodyum sülfat deneyinde iri agregalar için %18, ince agregalar için ise %22 sınır değerler olarak verilmiştir. Bu sınır değerlerine göre, alınan numuneler donma/çözülme etkisine karşı agregalar kullanılabilir özelliktedir.

Hacim kararlılığı ve kuruma büzülmesi deney sonucunda elde etiğimiz kuruma büzülmesi %0,025'dir. TS EN 1367-4 standardına göre bu değer %0,075'i geçmemelidir. Yapılan deney sonucu agrega hacim kararlılığı – kuruma büzülmesi açısından Korgun Bölgesin de çıkartılan kireç taşlarının beton agregası olarak kullanılması uygundur.

Alkali – Silika reaktifliği için yapılan deney 16. gün sonunda, CEM I 42.5 R kullanılarak hazırlanan harç çubuklarının genleşme oranı %0,063 olarak belirlenmiştir. Alkali – Silika reaktivitesinin TS EN 13516 standardında belirtilen %0,1 değerinden küçük olduğu ve beton agregası olarak kullanılabilirliğinin uygun olduğu görülmüştür.

4.4 Kimyasal Özellikler

Beton üretiminde kullanılacak agregaların, suda çözünen klorürler, klor miktarı olarak hesaplandığı zaman ağırlıkça %0,01'den az olmadır. Yapılan araştırma sonucu incelendiğinde %0,00051'den küçüktür olduğu ve beton üretiminde kullanılmasında sakıncası yoktur.

Asitte çözülebilen sülfat değeri yapılan deneyler sonucu %0,0425 olarak bulunmuştur. Bu değer TS EN 1744-1 + A1 standardın da belirtilen havada soğutulmuş yüksek fırın curufu olmayan agregalar için $AS_{0,2}$ olarak beyan edilmiştir.

Araştırmada toplam kükürt miktarı %0,0452 olarak bulunmuştur. TS EN 1744-1 + A1'de verilen havada soğutulmuş yüksek fırın cürufu olmayan agregalar için %1'i geçmediği için beton agregası olarak kullanılması uygundur.

Yapılan deneyler sonucunda iri ve ince agregalara ihtiva eden herhangi bir maddeye rastlanmamıştır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çankırı ili Korgun ilçesi Doğu Mahallesi dolayında çıkartılan kireçtaşlarının geometrik, fiziksel, dayanıklılık ve kimyasal özellikleri üzerinde yapılan deneyler sonucunda çıkartılan kireçtaşlarının beton üretimine uygun olduğu belirlenmiştir. Üretilen beton, betonarme yapılarda rahatlıkla kullanılabilir.

Granülometri eğrisi ile karışım hesabı yapılan betonun dayanımı büyük ölçüde arttırmaktadır. Bunun için rastgele karışımdan kaçınılmalı ve granülometri ile beton üretimi yapılmalıdır.

Beton için az ya da çok su betonun mukavemetini olumsuz etkilediği için beton üreticilerine bu konunun önemi anlatılmalıdır. Bu, beton kalitesinde önemli düşüşlere yol açabilir. Bu nedenle betonun kürlenmesinde uzman dikkati gösterilmelidir.

Yüksek dayanımlı beton üretmek isteniliyorsa, betonun farklı koşullardaki dayanımı dikkate alınarak en uygun karışım ve su/çimento oranını bulmak için karışım oranı hesaplamaları yapılmalıdır. Beton üremi yapılırken su – çimento değeri hava durumuna bağlı olarak sürekli kontrol edilmelidir. Beton için az ya da çok su betonun mukavemetini olumsuz etkilediği için beton üreticilerine bu konunun önemi anlatılmalıdır.

Beton üretiminin yapıldığı santralde beton numuneleri alınmalı ve dayanımları belirlenmelidir. Maliyetli beton, kaliteli beton olmadığı gibi iş gücü, zaman ve ekipman israfına yol açar.

Beton agregası olarak kullanılabilmesi için belirleyici etmen olan geometrik, fiziksel, dayanıklılık ve kimyasal özellikleri TS 706 EN 12620+A1'e bağlı standartlarca belirtilen kabul edilebilir sınırlar içerisinde olması gerekir. Başta beton agregası olmak üzere diğer alanlarda doğal yapı malzemesi olarak kullanılmalarının uygunluğu esas alınmıştır. Ayrıca bu çalışmada yer alan bilgiler, Doğu mahallesi (Korgun, Çankırı) dolayındaki

kireçtaşlarından yararlanmak isteyen özel sektör ve kamu kuruluşları için önemli bir kaynak oluşturması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

Altınsoy, F., Karahan, N. Ş., Çankaya, R. ve Karabayır, A. 2017. Çanakkale Elmacık yöresi kalker taşlarının beton agregası olarak uygunluğunun araştırılması. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 3(1): 48-58.

Batmaz, A. 2006. Rize ili ve çevresindeki derelerden elde edilen agreganın beton yapımına uygunluğunun araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 76 sayfa, Elâzığ.

Doğan, M. 2008. Tekirdağ yöresi agrega malzemesinin beton üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 128 sayfa, Tekirdağ.

Keskin, G. 2011. Cendere Vadisi kayaçlarının beton agregası olarak değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 179 sayfa, İstanbul.

Özsu, Ö. 2019. Kırkağaç (Manisa), Kızılören (Soma-Manisa) ve Bakacak (Karesi-Balıkesir) civarında yüzeyleyen kireçtaşlarının beton agregası olarak kullanılabilirliği. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 121 sayfa, Balıkesir.

Özkan, F. 1999. Niğde ili ve çevresindeki inşaat malzemelerinin beton üretiminde kullanımı, bu bu malzemelerden elde edilen betonların özelliklerinin ve optimal karışımlarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 105 sayfa, Niğde.

Poitevin, P. 1999. Limestone aggregate concrete, usefulness and durability. Cement and Concrete Composites, 21: 89-97.

TS 10088 EN 932-3/A1. 2006. Agregaların genel özellikleri için deneyler-Bölüm 3: Basitleştirilmiş petrografik tanımlama için işlem ve terminoloji, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS 706 EN 12620+A1. 2009. Beton agregaları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

TS EN 1097-2, 2010. Agregaların fiziksel ve mekanik özellikleri için deneyler-Bölüm 2: Parçalanma direncinin tayini için metotlar, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 1097-3. 1999. Agregaların fiziksel ve mekanik özellikleri için deneyler-Bölüm 3: Gevşek yığın yoğunluğunun ve boşluk hacminin tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 1097-6. 2013. Agregaların fiziksel ve mekanik özellikleri için deneyler-Bölüm 6: Tane yoğunluğunun ve su emme oranının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 1367-1. 2008. Agregaların termal ve bozunma özellikleri için deneyler-Bölüm 1: Donmaya ve çözülmeye karşı direncin tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 1744-1+A1. 2013. Agregaların kimyasal özellikleri için deneyler-Bölüm 1: Kimyasal analiz, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 933-1. 2012. Agregaların geometrik özellikleri için deneyler-Bölüm 1: Tane büyüklüğü dağılımının tayini - eleme yöntemi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 933-3. 2015. Agregaların geometrik özellikleri için deneyler-Bölüm 3: Tane şekli tayini - yassılık endeksi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN TS 2517. 2013. Agregaların termal ve bozunma özellikleri için deneyler-Agregaların potansiyel alkali reaktivitesinin tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Ünsal, A., Şen, H. ve Akıllı, A. 2008. Beton ve beton malzemeleri laboratuvar deneyleri. T.C. Ulaştırma Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü, Teknik Araştırma Dairesi Başkanlığı Malzeme Lab. Şubesi Müdürlüğü, 236 sayfa, Ankara.

Varol, O. O., Türkmenoğlu, M. ve Türkmenoğlu, Z. F. 2016. Van ili tabanlı mevkii kireçtaşlarının agrega olarak kullanılabilirliğinin incelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 21(2): 146-151.

Yılmaz, F., Koltka, S. ve Sabah, E. 2011. Emirdağ-Adaçal (Afyonkarahisar) kireçtaşlarının beton agregaları standardına uygunluğunun araştırılması. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 11(1): 1-12.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı ve Soyadı : Ahmet KAPLAN

Eğitim

Yüksek Lisans	Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı	2019-Halen
Yüksek Lisans	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Eğitim Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği (Yl) (Tezsiz)	2020-2021
Lisans	Yakın Doğu Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü	2012-2018

İş Deneyimi

Yıl	**Kurum**	**Görev**
2012-Halen	İkizler İnş. Nak. Taah. Tic. Ltd. Şti.	İnşaat Mühendisi
2021-Halen	Ankara Güvenal Yapı Denetim Ltd. Şti.	İnşaat Mühendisi