

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KARABURUN KİREÇTAŞI TAŞOCAKLARI
ATIKLARININ AGREGA KAYNAĞI OLARAK
KULLANILMASININ ARAŞTIRILMASI

Bilge ARSLANTAŞ

Mart , 2009
İZMİR

**KARABURUN KİREÇTAŞI TAŞOCAKLARI
ATIKLARININ AGREGA KAYNAĞI OLARAK
KULLANILMASININ ARAŞTIRILMASI**

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı

Bilge ARSLANTAŞ

Mart, 2009

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

BİLGE ARSLANTAŞ, tarafından **PROF. DR. NECDET TÜRK** yönetiminde hazırlanan “**KARABURUN KİREÇTAŞI TAŞOCAKLARI ATIKLARININ AGREGA KAYNAĞI OLARAK KULLANILMASININ ARAŞTIRILMASI**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Necdet TÜRK

Danışman

Prof. Dr. M. Yalçın KOCA

Jüri Üyesi Jüri Üyesi

Doç. Dr. Selçuk TÜRKEK

Jüri Üyesi Jüri Üyesi

Prof.Dr. Cahit HELVACI

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Bu tezin tasarlanıp hazırlanmasında bilgi, tecrübe ve desteklerini benden esirgemeyen çok değerli hocam sayın Prof. Dr. Necdet TÜRK'e saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında yardımlarını gördüğüm hocalarım Doç.Dr. Ali Bahadır YAVUZ'a ve Yard.Doç.Dr.İsmail İŞİNTEK'e...

Çalışmalarımın her aşamasında bana destek olan ve yardımlarını esirgemeyen Araş. Gör. Hakan ELÇİ'ye ...Tezimin hazırlanmasına önemli katkılarından dolayı Öğr. Gör .Nurcihan TAŞKIN'a , Jeoloji Mühendisi Aylin DOLANBAY'a ve İnce kesit incelemelerinde bilgilerini esirgemeyen Araş.Gör.Dr.Bilal SARI'ya, tezin yazım aşamasında yardımını gördüğüm Arş.Gör. Seher ALOĞLU SARI'ya ve Hidrojeoloji Mühendisi Elif BİRYILMAZ'a

Laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımlarını gördüğüm Torbalı Meslek Yüksekokulu Çalışanlarına

Tüm yaşantım boyunca bana maddi ve manevi hiçbir yardımı esirgemeyen ve beni her konuda destekleyen babam İhsan ARSLANTAŞ'a, annem Emine ARSLANTAŞ'a, ablam İlknur ARSLANTAŞ'a ve kardeşim Münire ARSLANTAŞ'a sonsuz teşekkürler...

Bu tez 107Y052 nolu Tübitak Projesi kapsamında desteklenmiştir.

BİLGE ARSLANTAŞ

KARABURUN KİREÇTAŞI TAŞOCAKLARI ATIKLARININ AGREGA KAYNAĞI OLARAK KULLANILMASININ ARAŞTIRILMASI

ÖZ

Karaburun yarımadası İzmir İli'nin önemli blok mermer ve kırmataş üretim kaynağıdır. Yörede Triyas yaşlı kireçtaşlarından blok mermer üretimi yapılmaktadır. Bu bölgede halen beş mermer ve altı kırma taş ocağı üretim yapmaktadır.

Mermer bloklarının ocaktan çıkarılması ve işlenmesi sırasında ortaya çıkan ürün ve mermer üretiminden geriye kalan bütün mermer parça ve tozları, mermer atığı olarak kabul edilmektedir. Agregata veya yapı malzemesi olarak kullanılacak mermer atıklarının fiziksel ve jeo-mekanik özelliklerinin belirlenmesi önemlidir.

Bu çalışma kapsamında, Karaburun Yarımadası'nın Balıklıova yöresinde Gerence Formasyonu içinde yer alan Uygur Mermer taşocağı atıklarının agregata kaynağı olarak değerlendirilip değerlendirilemeyeceği araştırılmıştır.

Bu kapsamda, laboratuvara getirilen blok örneklerden karotiyer ile silindirik örnekler hazırlanmış ve bu karot numuneleri üzerinde tek eksenli basınç dayanımı, birim hacim ağırlık, porozite, boşluk oranı tayini ve ağırlıkça su emme deneyleri yapılmıştır.

Bu deneylere ilaveten, blok örneklerden geriye kalan parçalar, agregata deneyleri için çeneli kırıcıda numuneler kırılarak kırmataş haline getirilmiştir. Elde edilen kırmataşlar üzerinde TSE ve BS standartlarına göre tane büyüklüğü dağılımı, tane yoğunluğu ve su emme oranı, boşluk hacmi, özgül ağırlık, metilen mavisi deneyi, agregata aşınma direnci, agregata parçalanma direnci, donma ve çözölmeye karşı direnci, magnezyum sülfat değeri, agregalarda darbe dayanımı, agregalarda kırılma dayanımı, agregalarda gevşek yığın yoğunluğu, agregalarda tane şekli tayini, şekil indisi, yassılık indisi ve uzunluk indisi deneyleri yapılmıştır.

Ana elementler ve oksitlerin yüzde oranları kimyasal analizler ile belirlenmiştir. Kimyasal analiz sonuçlarını desteklemek için X-ışınları kırınım analizleri (XRD) yapılmıştır.

Elde edilen deney sonuçlarının TSE, BS sınır değerleri ilişkileriyle karşılaştırılarak çalışmanın hedefi olan Karaburun yöresi Uygur Mermer kireçtaşı taşocağı atıklarının agrega olma potansiyeli araştırılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Karaburun, Agrega, Kireçtaşı taşocakları atıkları

INVESTIGATION OF THE USE OF THE LIMESTONE QUARY WASTE AS AGGREGATE SOURCE IN KARABURUN AREA

ABSTRACT

Karaburun Peninsula is an important block marble and aggregate production source of Izmir. In this area block marble production is made from Trias aged limestones. There are five marble and six aggregate quarries making production.

The waste products formed while extracting and processing marble blocks from quarry and undersized excess materials from marble production are accepted as marble wastes. Thus, it is important to determine the physical and geomechanical properties of the marble wastes if they are to be used as aggregate and construction materials.

In this thesis, the wastes of the Uygur Marble limestone quarry working Gerence Formation in the Balıkkıova Region of Karaburun Peninsula are investigated to determine if they can be used as an aggregate source.

For these purposes, cylindrical samples are prepared from the block samples by drilling and uniaxial compressive strength, unit weight, porosity, void ratio and water absorption tests were carried out on these samples.

In addition, the cored blocks are broken in the crusher and aggregates are formed. The aggregates are sieved and grouped according to their grain sizes. Grain size distribution, grain density, water absorption ratio, void volume, specific gravity, methylene blue, aggregate corrosion strength, aggregate disintegration strength, frosted-defrosted strengths, magnesium sulfate value, aggregate impact value, aggregate crushing value, loose bulk density, aggregate particle shape, flatness index and lighthness index tests are made on the aggregate samples. These tests are made according to the methods suggested by Turkish standards.

Main elements and percentage of oxides were determined with chemical analysis. X-ray diffractometer analysis was made to support the results of chemical analysis.

The useage potential of the Karaburun Uygur Marble limestone quarries wastes as aggregate, which is the main aim of the study is examined by comparing the experimental results with the TSE and BS given the limit values.

Keywords : Karaburun, Aggregate, Limestone Quarry Wastes

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT.....	vi
BÖLÜM BİR- GİRİŞ.....	1
1.1 Giriş.....	1
1.2 Çalışma Alanı.....	1
1.3 Amaç.....	3
1.4 Yöntem.....	4
1.5 Önceki Çalışmalar.....	5
1.5.1 Araştırma Alanı ve Yöresinin Jeolojisiyle İlgili Çalışmalar.....	6
1.5.2 Araştırma Konusu ile İlgili Çalışmalar.....	9
1.5.2.1 Kayaçların Agrega Olabilirliklerine İlişkin Çalışmalar.....	9
BÖLÜM İKİ – ARAŞTIRMA ALANININ STRATİGRAFİSİ	16
2.1 Stratigrafik Jeoloji.....	16
2.1.1 Paleozoyik.....	16
2.1.1.1 Alandere Formasyonu.....	16
2.1.2 Mesozoyik.....	19
2.1.2.1 Denizgiren Grubu.....	19
2.1.2.2 Karareis Formasyonu.....	19
2.1.2.3 Gerence Formasyonu.....	20
2.1.2.4 Camiboğazı Formasyonu.....	22
2.1.2.5 Güvercinlik Formasyonu.....	22
2.1.2.6 Nohutalan formasyonu.....	22

2.1.2.7 Balıklıova Formasyonu.....	23
2.1.2.8 Bornova Karmaşığı.....	23
2.1.3 Andezitler ve Gölsel Tortullar	23

BÖLÜM ÜÇ - PETROGRAFI, KİMYASAL ANALİZLER VE (XRD) X IŞINLARI KIRINIMI.....24

3.1 Kireçtaşlarının Petrografik Özellikleri	24
3.2 Kimyasal Analizler ve (XRD) X Işınları Kırınımı Grafikleri.....	28

BÖLÜM DÖRT - YAPISAL JEOLJİ.....32

4.1 Yapısal Elemanlar	32
4.2 Uyumsuzluklar	32
4.3 Kıvrımlar.....	33
4.4 Faylar.....	33

BÖLÜM BEŞ - MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ.....35

5.1 Giriş	35
5.2 Kireçtaşlarının Jeomekanik Özellikleri	36
5.2.1 Tek Eksenli Basınç Direnci	36
5.2.2 Birim Hacim Ağırlık	39
5.2.3 Görünür Gözeneklilik (Porozite) ve Boşluk Oranı Tayini	40
5.2.4 Ağırlıkça Su Emme	41
5.3 Agrega Deneyleri	42
5.3.1 Agregaların Dane Büyüklüğü Dağılımı	43
5.3.2 Agregaların Birim Hacim Ağırlığı ve Su Emme Oranı	45
5.3.3 Özgül Ağırlık Deneyi	46
5.3.4 Agregalarda Magnezyum Sülfat Deneyi	49
5.3.5 Agregalarda Donma Çözölmeye Karşı Direncin Tayini	51
5.3.6 Agregaların Aşınmaya Karşı Direnci (Mikro-Deval Katsayısı).....	53

5.3.7 Agregaların Parçalanmaya Karşı Direnci (Los Angeles Katsayısı).....	60
5.3.8 Agregalarda Metilen Mavisi Deneyi.....	64
5.3.9 Agregalarda Darbe Dayanımı Deneyi.....	65
5.3.10 Agregalarda Kırılma Dayanımı Deneyi	68
5.3.11 Agregalarda Gevşek Yığın Yoğunluğunun Tayini	73
5.3.12 Agregalarda Tane Şekli Tayini	74
5.3.12.1 Şekil İndeksi	74
5.3.12.2 Yassılık İndeksi	75
5.3.12.3 Uzunluk İndeksi.....	77
5.3.13 Agregalarda Alkali Karbonat Reaksiyonu.....	78
BÖLÜM ALTI – DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR.....	80
KAYNAKLAR.....	85

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1.1 Giriş

Bu çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

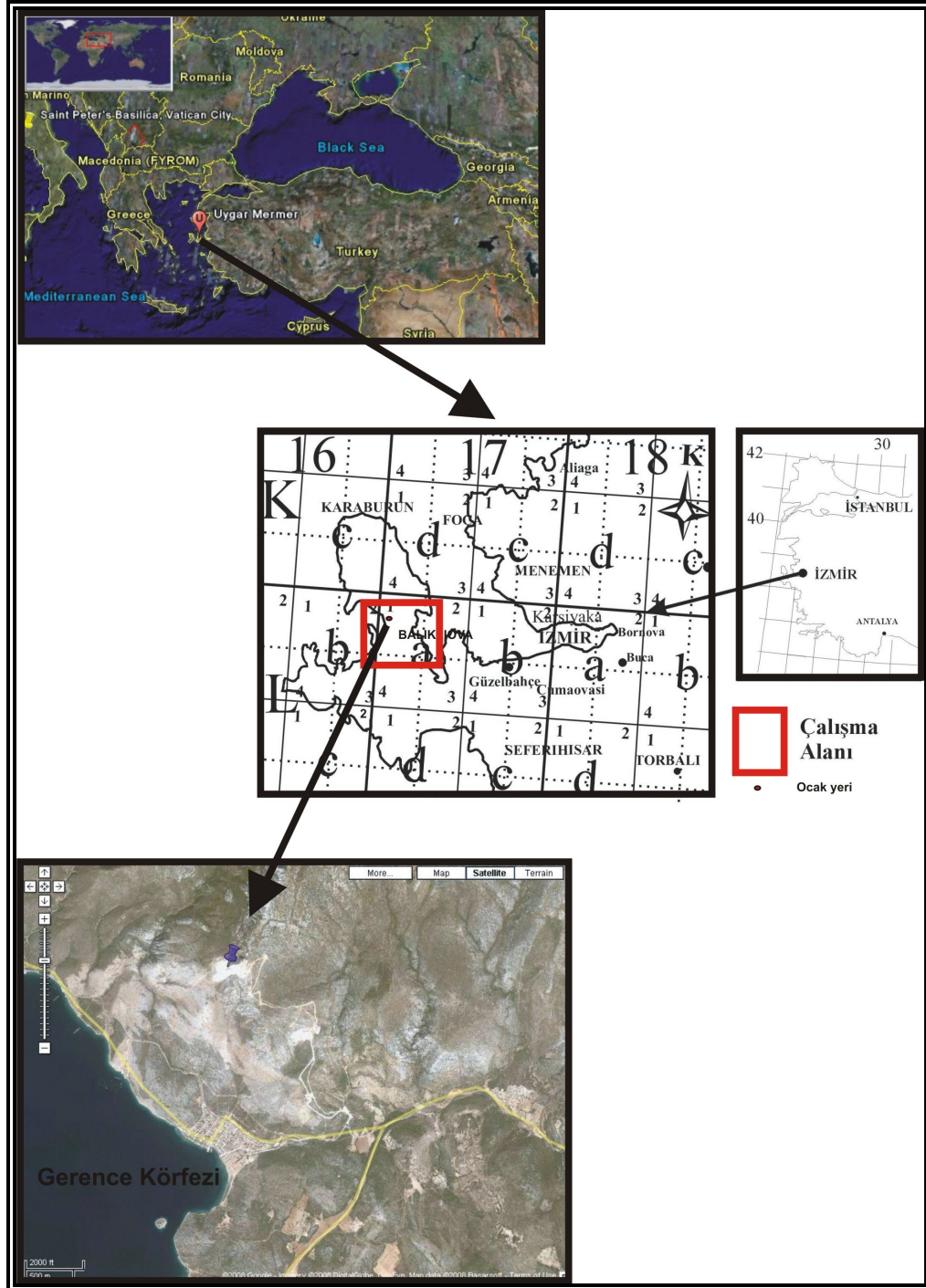
1.2 Çalışma Alanı

Çalışma alanı İzmir İli Karaburun Yarımadası'nın ortasında yer alır. Çalışılan alan Türkiye'nin 1/25000 ölçekli topografik haritalarının Urla L17-a1 ve L17-a4 paftalarında yer alır. (Şekil 1.1)

İnceleme alanının önemli yükseltilerini Sivri T. (244 m), Camiboğazı T.(377 m), Kaplancık T.(272 m), Oynatan T. (303 m.), Aralık Dağı (272 m) ve Alan Dağı oluşturur. Nohutalan, Balıklıova ve Barbaros küçük ovaların yanında kurulmuş köylerdir.

Çalışma alanı, Yazlar sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçen Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Genel olarak Karaburun yarımadasında sıcaklık dağılışına bakıldığında ortalama yıllık sıcaklık 17 °C dir. (www.karaburunizmir.net) Balıklıova bahar aylarında bol yağış almaktadır. Kış mevsimi ise yarım adanın tamamında olduğu gibi kıyı Ege'nin aksine daha rüzgarlı ve yağışlı geçer. Yağışların en kurak olduğu yıllarda bile 750 mm. 'nin altına düşmemesi bu yörenin iyi yağış aldığını gösterir. Karaburun'da iklimsel ve topografik özelliklerden dolayı güney ve kuzeydoğu rüzgarları hakimdir. Yıllık ortalama rüzgar hızı 3,6 m/sn dir. (www.karaburunizmir.net) Bitki örtüsü bakımından oldukça fakir olan bölgede sık olmayan makilikler ve çalılıklar yaygındır. Bunun yanı sıra az miktarda incir, zeytin ağaçlarına da rastlanır. Yöre

halkı zeytin,tütün,enginar tarımı,balıkçılık ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliği yapmaktadır. Bölgede turizmin önemli bir gelir kaynağı olması, kısıtlı olan tarımsal faaliyetleri iyice azaltmıştır.



Şekil 1.1 Çalışılan Uygur Mermer Kireçtaşı Ocağının Yer Bulduru Haritası

1.3 Amaç

Çalışmanın amacı, Karaburun yarımadası Balıklıova yöresinde Gerence Formasyonu içerisindeki kireçtaşlarında üretim yapan Uygur Mermer taşocağı atıklarının jeolojik, petrografik ve mineralojik özelliklerinin belirlenmesinin yanı sıra TSE ve BS'de önerilen standart agrega deneyleri ile agrega olarak kullanılabilirliklerinin ayrıntılı bir şekilde araştırmaktır.



Şekil 1.2 Çalışılan Uygur Mermer Ocağından Bir Görünüm
(Koordinatlar : 457957/4255951)



Şekil 1.3 Çalışılan Uygur Mermer Ocağından ve Ocak Atıklarından Bir Görünüm
(Koordinatlar :457957/4255951)

1.4 Yöntem

Arazi çalışmaları bölgedeki stratigrafik istifi tanımaya yönelik olup, litolojinin karakteristik olarak görüldüğü alanlarda fotoğraf çekimleri yapılmıştır. Daha sonra taşocağının atıklarından, hem laboratuvar çalışmalarında ve hem de petrografik incelemelerde kullanılmak üzere blok numuneler alınmıştır. Sahada derlenen blok numunelerden, mineralojik ve petrografik tanımlamaların yapılabilmesi için Dokuz Eylül Üniversitesi Torbalı Meslek Yüksekokulu laboratuvarlarında ince kesitler hazırlanmıştır. Hazırlanan bu kesitler polarizan mikroskopta incelenerek kayaların mineralojik bileşimleri, dokuları ve fosil içerikleri tayin edilmeye çalışılmıştır.

Dokuz Eylül Üniversitesi Torbalı Meslek Yüksekokulu laboratuvarlarına getirilen blok kaya numunelerinden deneylerde kullanılmak üzere 54 mm çapında ve boyu çapının iki katı olan karotlar alınmıştır. Elde edilen bu karotlar kullanılarak yapılan deneylerle kayaca ait tek eksenli basınç dayanımı, birim hacim ağırlık, porozite, boşluk oranı ve ağırlıkça su emme değerleri belirlenmiştir.

Karotlar hazırlandıktan sonra arta kalan blok numuneler laboratuvarında çeneli kırıcı ile elde edilen kırmataşlar üzerinde standart agrega deneyleri yapılmıştır. Bu deneyler ile, farklı özellikteki kireçtaşlarına ait, dane büyüklüğü dağılımı, dane yoğunluğu ve su emme oranı, boşluk hacmi, magnezyum sülfat değerleri, metilen mavisi deneyi, gevşek yığın yoğunluğu, tane şekli tayinlerinden yassılık indisi, uzunluk indisi ve şekil indisi, Agrega numunelerine uygulanan mekanik deneylerle agrega aşınma direnci-(Micro-Deval Katsayısı), agrega parçalanma direnci-(Los Angeles Katsayısı), agrega darbe dayanımı ve agrega kırılma dayanımları TSE ve BS'de belirtilen yöntemlere göre belirlenmiştir.

Bölgede daha önce yapılan araştırmaların derlenmesi ile başlayan büro çalışmaları, araştırmanın çeşitli aşamalarında sağlanan verilerin değerlendirilmesi ile sürdürülmüştür. Elde edilen tüm veriler bir arada değerlendirilerek çalışmanın hedefi olan Karaburun yöresi kireçtaşı taşocakları atıklarının agrega olma potansiyeli ortaya konmaya çalışılmıştır.

1.5 Önceki Çalışmalar

Karaburun Yarımadasıyla ilgili geçmişte yapılan bilimsel çalışmalar, genellikle alanın genel jeolojik özelliklerinin tespitine yönelik çalışmalardır. (Ref) Bu çalışmaların bulguları ışığında yarım adanın jeolojisi ve stratigrafisi ile ilgili sonuçlar ortaya koymuştur.(Ref) Yörenin kireçtaşlarının mermer potansiyeline yönelik tek çalışma Hacımustafaoğlu (1999)' nun yöreye ilgili hazırladığı yüksek lisans tezidir.

1.5.1 Araştırma Alanı ve Yöresinin Jeolojisiyle İlgili Çalışmalar

Kalafatçioğlu (1961); Yarımada'nın kuzeybatısında yer alan kırıntılı kayaları Devoniyen grovak olarak ayırtlamıştır. Yaşlı temel olarak tanımladığı grovakların üzerine Karbonifer kireçtaşlarının ve üstte üst Juradan Üst Kretaseye kadar devamlı karbonat istifinin bulunduğunu ileri sürmüştür.

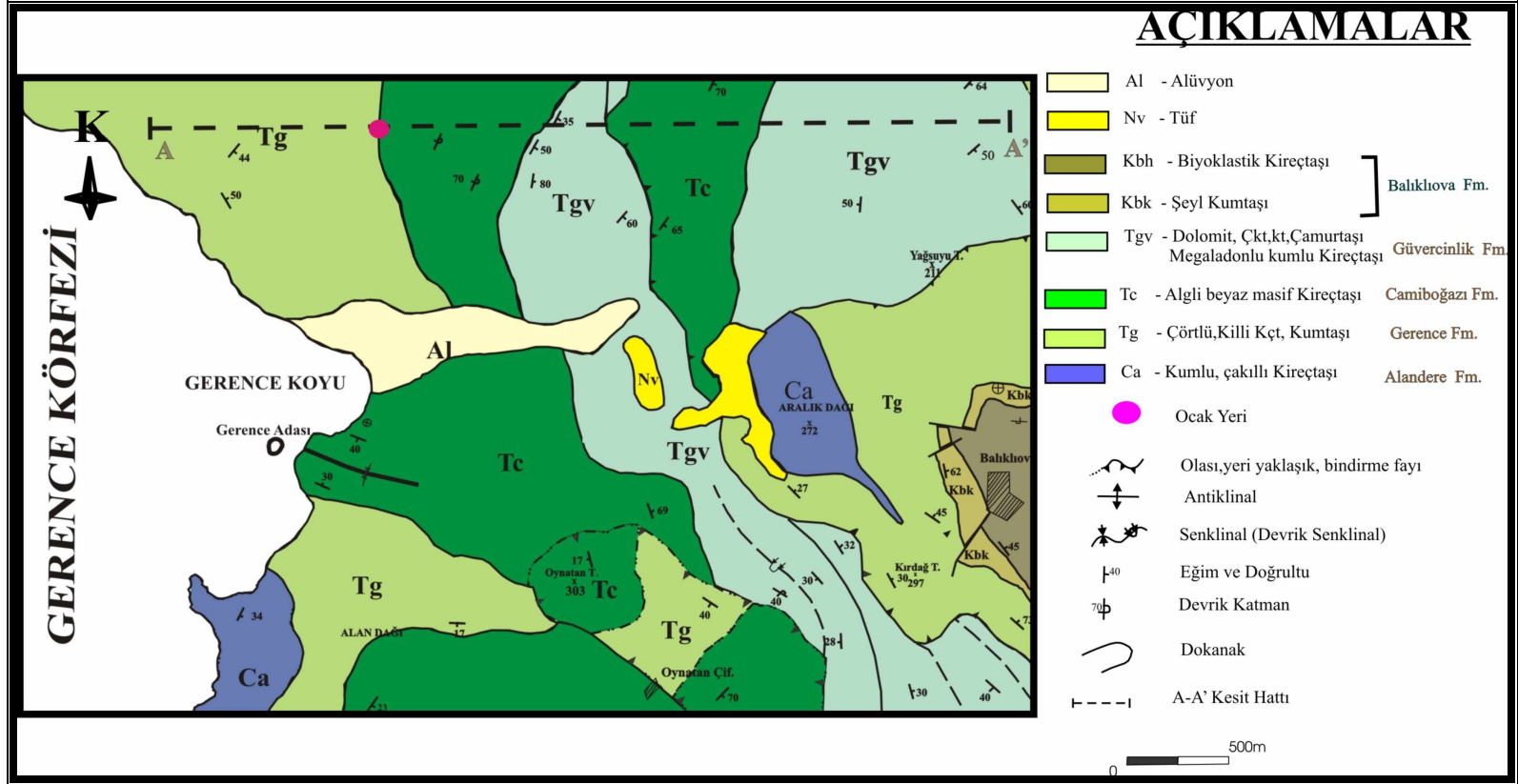
Gümüş (1971) Karaburun Yarımadası'nın orta bölümünde yaptığı çalışmada Kalafatçioğlu (1961) ile istifin temelini aynı birim ile başlatır. Bu birimin üzerine Karbonifer yaşlı Tınaz Tepe ve Alandere birimi, Triyas yaşlı Domuzçukuru, Koyutepe, Laleköy, Camiboğazı, Hanaylı ve Güvercinlik birimlerinin geldiğini belirtir. Brinkmann ve diğ.(1972)' de yaptıkları çalışmada Gümüş (1971) ile aynı istifi verirler.

Erdoğan ve diğ. (1985) Karaburun Yarımadası'nda Balıklıova çevresinde yayılım sunan Üst Kretase istifinin stratigrafisini altta Karahasan Kireçtaşı Üyesi üstte Haneybaşı Üyesine ayırdığı Balıklıova Birimi olarak adlar ve birimin yaşını Maestrihtiyen olarak verir.

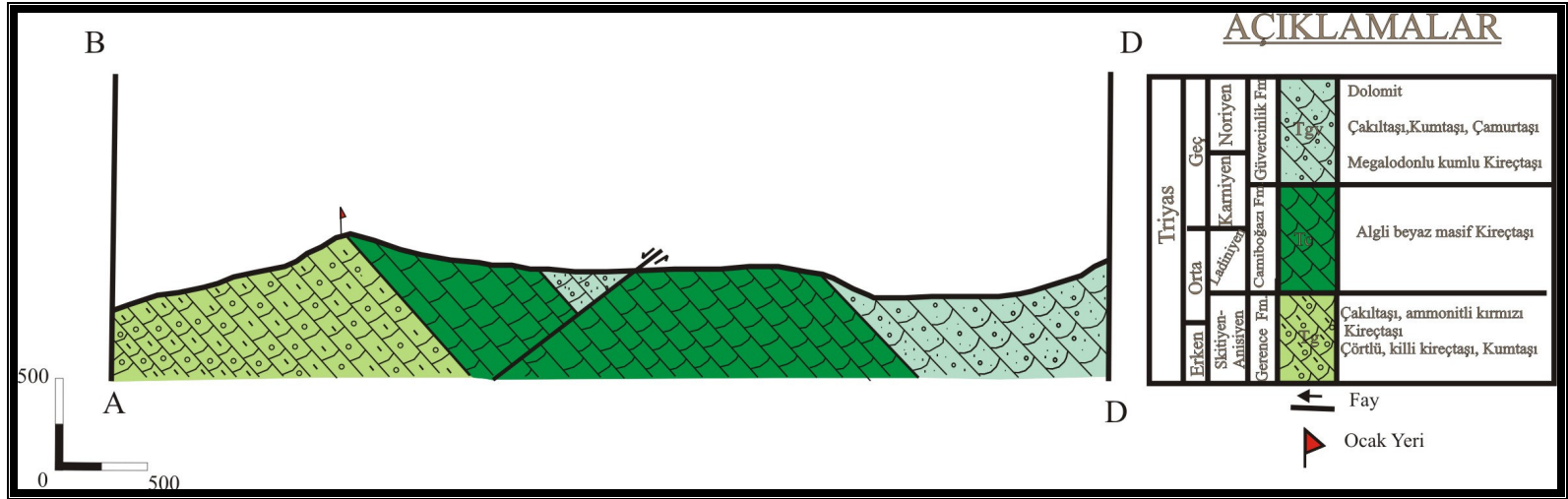
Erdoğan ve diğ. (1990) yaptıkları çalışmada Tınaz Tepe ve Alandere birimlerini tek bir isim altında, Alandere Formasyonu olarak tanımlar.

Güngör (1989) Balıklıova Barbaros arasında yaptığı çalışmada karbonat kayaları Karbonifer yaşlı Alandere Formasyonu, Triyas yaşlı Gerence, Camiboğazi, Güvercinlik Formasyonu, Jura – alt Kretase Nohutalan Formasyonu istifini verir. Balıklıova Formasyonu Erdoğan ve diğ. (1985) deki gibi tanımlanmaktadır.

Hacımustafaoğlu (1999); Yörede kireçtaşlarının mermer olma özelliklerini araştırmıştır. Mermer oluşumunun , sahada 1-5 metre çaplı bloklar halinde pembe yer yer kahverengimsi ile krem arasında değiştiğini o günün koşullarını göz önüne alarak söz konusu sahadan yurtiçinde dahi satış imkanı olan bloklar üretme ihtimalinin çok zayıf olduğuna nakliye kolaylığı ve kayacın sert oluşu dolayısıyla mozaik olarak faydalanma imkanının mevcut olduğuna değinir.



Şekil 1.4 Uygur Mermer Ocağının Yeri ve Çevresinin Jeolojisi (Erdoğan vd., 1990'dan alınmıştır.)



Şekil 1.5 Uygur Mermer Kireçtaşı Ocak Yeri ve Çevresinin Jeolojik Kesiti

1.5.2 Araştırma Konusu ile İlgili Çalışmalar

1.5.2.1 Kayaçların Agregada Olabilirliklerini İlişkin Çalışmalar

Ramsay, vd. (1974), Farklı kökenli malzemelerden üretilen kırmataşlar üzerinde yaptıkları araştırmalarda, kayaçların petrografik özellikleri ile bunlardan elde edilen kırmataşların şeklinin agregada kırılma ve darbe dayanımlarını önemli oranda etkilediğini belirtmişlerdir.

Fookes (1980), bağlayıcılar ve agregalar üzerinde yaptığı çalışmada, çimento türlerini, betonda kullanılacak agregaların oranlarını ve betonu oluşturan malzemelerin özelliklerinin önemine değinmiştir. Agregaların fiziko-mekanik özelliklerinin betonun dayanımına ve durabilitesine olan etkilerini tartışmıştır. Agregalar üzerinde yapılan inceleme ve deneyleri tanıtarak, betondaki önemine ayrıntılı olarak değinmiştir. Ayrıca yazar, betonda kullanılması düşünülen agregalar için, agregada özelliklerine ait limit değerlerin hangi sınırlar arasında olması yönünde değerlendirmelere yer vermiştir.

Al-Jassar ve Hawkins (1991), Bristol'e yakın olan kireçtaşı ocaklarından derledikleri numuneler üzerinde petrografik, kimyasal ve mineralojik analizler yapmışlardır. Örneklerin daha sonra tek eksenli basınç dayanımlarını belirlemişlerdir. Elde edilen verilere göre kireçtaşlarının litolojik özelliklerinin dirençlerini etkilediğini, özellikle alkali-karbonat reaksiyonunun, direnci önemli oranda düşürdüğünü vurgulamışlardır.

Fookes (1991), ayrışmanın kayaların agregada kullanılma özelliklerini önemli oranda etkilediğini belirtmiştir. Araştırmacıya göre kayaların mühendislik özellikleri ile agregada darbe dayanımları, agregada olma niteliklerini belirleyici önemli parametrelerdir.

Saçlıtüre (1991), Cebeci kireçtaşının beton yapımında agrega olarak kullanılabilme özellikleri başlıklı yüksek lisans tezinde BS-16 betonarme betonu yapılarak agreganın normal ve yüksek dayanımlı beton yapımında kullanılabilir bir yapı malzemesi olduğunu vurgulamıştır.

Edet (1992), Kayaların agrega olarak kullanım özelliklerini fiziksel özellikleri ile bünyesindeki mikro çatlakların kontrol ettiğini vurgulayarak, özellikle patlatma ile üretilen agregalarda bu duruma dikkat edilmesi gerekliliğini vurgulamıştır.

Erdoğan (1992), alkali-karbonat reaksiyonun gelişim mekanizmasını ve nedenlerini incelediği çalışmada; alkali-dolomit ve alkali-kalsit reaksiyonlarını araştırmış, kalsit minerallerinden oluşan agregalarda, alkali-karbonat reaksiyonu kısa sürede iyon dengesine ulaştığı için betonda herhangi bir tahribatın olmadığını, alkali dolomit reaksiyonunda ise dane yada kristal boyutunun 50 mikrondan daha küçük ve porozitenin %8'inin üzerinde olması durumunda reaksiyon gelişim hızının yüksek olduğunu tespit etmiştir. Alkali-karbonat reaksiyon hızının ortamın nemine, sıcaklığına ve pH değerine göre arttığını veya azaldığını, reaktif kayaç agregalarının, alkali oranı düşük çimentolarla kullanılması durumunda riskin ortadan kalktığını, agrega boyutlarının iri tutulmasının da yararlı etkileri olduğunu vurgulamıştır.

Williams ve McNamara (1992), farklı bileşimdeki kireçtaşları üzerinde çalışan araştırmacılar, kireçtaşlarındaki bileşim değişimlerinin bunların dirençlerini önemli oranda etkilediğini vurgulamışlardır.

Erdoğan (1993), İstanbul ve dolayının yapay agrega potansiyelini çalışmıştır. Bölge kayaçlarının agrega özelliklerini incelemiş ve farklı kırıcı tiplerinin agrega kalitesine olan etkilerine değinmiştir. Yaptığı çalışmalar sonucunda dane boyu küçülmesi sonucunda kusurlu dane oranlarının arttığını ortaya koymuştur.

Akpokodje ve Hudec (1994), granit, gnays ve kumtaşları üzerinde yaptıkları araştırmalarda bu kayaçların mineralojik ve fabrik özelliklerinin yanı sıra ayrışma ürünlerinin mühendislik özellikleri ile agrega olma özelliklerine etkisini ortaya koymuşlardır.

Irfan (1994), granitik kayalardan elde edilen kırmataşlar üzerinde yaptığı araştırmalarda, granitlerin petrografik özellikleri ile fiziko-mekanik özelliklerinin agrega özelliklerini önemli oranda etkilediğini vurgulamıştır.

Uribe-Afif (1994), kireçtaşlarının beton agregası olarak kullanım özelliklerini araştırmıştır. Ayrışma sonucu gelişen erimeyen maddelerin agrega kalitesini etkilediğini ve bunların ince madde oluşumunu artırdığını belirtmiştir. Ayrıca yazar, beton agregası olarak kullanılacak malzemelerin %7'den fazla kil minerali içermemesi gerektiğini vurgulamıştır. Kil oranının yüksek olması betonda dayanım kaybına neden olduğunu ifade etmiştir.

Yıldız (1995), Afyon yöresi mermer artıklarının değerlendirilmesi başlıklı yüksek lisans tezinde ocaklardan ve fabrikalardan çıkan artık malzemenin ekonomiye nasıl geri kazanılacağı konusunda çalışmıştır. Kireçtaşı atıklarından elde edilen agregaların beton yapımında iyi sonuç verdiğini belirtmiştir.

Çelik (1996), Mermer ocakları ve işletme tesislerinde oluşan mermer atıklarının değerlendirilmesiyle ilgili çalışmış ve mermer artıklarından ülkemizde ekonomik ve teknolojik olarak yeterince faydalanılmadığını vurgulamıştır. Mermer atıklarının bağlayıcı olarak beyaz portland çimentosu ve polyester kullanılarak, mermer atıklarından oluşan ve plaka olarak kesilebilen blok üretimi konusunu incelemiştir. Çalışmada atık mermer parçaları kırılarak 3 farklı boyutta agrega elde edilmiş ve portland çimentodaki en uygun agrega oranı elde edilmeye çalışılmıştır.

Gutierrez ve Canovaz (1996), yüksek dayanımlı betonlarda malzeme seçimi ve karışım oranları için bazı öneriler getirmişlerdir. 6 farklı agrega kullandıkları çalışmalarında agreganın beton kıvamı ve dayanımına etkilerini incelemişlerdir.

Betonun kıvamını en çok etkileyen temel agregâ özelliği su emmesidir. Agregânın su emmesi islenilebilmeyi azaltır. Agregaların su emmelerinin yakın olması durumunda islenilebilmeyi etkileyen diğer faktörler ise dane şekli, granülometrisi, maksimum dane boyutu gibi özellikleridir. Araştırmacılar, mekanik özellikleri birbirine yakın iki tip agregâdan kireçtaşı ile üretilen betonun daha iyi sonuç verdiğini görmüşlerdir. Bunun nedeni olarak da kireçtaşı agregâsının çimento hamuru ile arasındaki iyi epiktaksi bağı göstermişlerdir.

De Larrard ve Belloc (1997), beton sınıfına göre agregâ tercihinin yapılabileceğini, normal ve yüksek dayanımlı betonda agregâ sınıfının değiştirilerek daha iyi sonuçlar elde edilebileceğini belirmiştir.

Özturan ve Çeçen (1997), farklı dayanımdaki betonların mekanik özelliklerine iri agregâ tipinin etkileri konusunda araştırmalar yapmışlardır. Çalışmalarında betonun 28 günlük basınç dayanımları 30, 60 ve 90 MPa, su-çimento oranı 0,58, 0,40 ve 0,30 olan üç beton karışımı hazırlamışlardır. Bu karışımlar için iri agregâ malzemesi olarak bazalt, kireçtaşı ve iri kum (çakıl) kullanılmıştır. 28 günlük test sonuçlarına göre en yüksek dayanımlı betonu bazalt ürünleri göstermiş, en düşük dayanımı ise iri kum agregaları vermiştir. Normal dayanımlı betonlar için hazırladıkları karışımlar sonucunda bazalt ve çakıllar benzer dayanım verirken, kireçtaşları biraz daha yüksek dayanım vermiştir. Hazırlanan betonlar üzerinde yapılan çekme deneyleri sonucunda en yüksek çekme dayanımını bazalt ve kireçtaşı agregâsı kullanılarak hazırladıkları betondan elde etmişlerdir.

Taşdemir (1998), iki farklı tür kireçtaşıyla yaptığı çalışma da beyaz kireçtaşı içeren betonlar, gri kireçtaşı içerenlere göre daha yüksek dayanımlar göstermiştir. Bu durum da, beyaz kireçtaşının elastik olarak daha uyumlu olmasına ve agregâ-matris yüzeyinde daha üniforma gerilme dayanımları oluşturmaya bağlanmışır. Beyaz kireçtaşı gri kireçtaşından daha çok su emmektedir. Hidratasyon sırasında bu su, ara yüzeyde kullanılmakta bunun sonucunda ise agregâ çimento hamuru arasındaki bağın iyileşmesi ile beton dayanımı da artmaktadır. Beyaz kalkerin mineralojisinin de bu sonuçlarda etkili olabileceği belirtilmiştir.

Tokyay (1998), yüksek dayanımlı betonlar üretmek için yaptığı çalışmasında dere çakıllı, granit diyabaz ve kireçtaşı kullanmıştır. Basınç dayanımı en düşük kayaç olan kireçtaşı ile yapılan betonlar en yüksek dayanıma ulaşmıştır.

Tasong vd. (1998,1999), beton agregası olarak, kimyasal özellikleri farklı, bazalt, kireçtaşı, silis kumu ve kuvarsit gibi değişik malzemeler üzerinde çalışmışlardır. Yaptıkları çalışmalar sonucunda seçilen örneklerin çimento pastasıyla kimyasal etkileşimlerinin birbirinden farklı olduklarını ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar, çalışmalarında agrega yüzeyindeki çimentonun kimyasal rolünü belirlemeyi hedeflemişlerdir. Agrega-çimento pastası “arayüzey geçiş zonu bölgesi” (ITZ) olarak tanımlamışlar ve bunun, betonda en az bilinen bir özellik olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar bu özelliğin betonun mekanik özellikleri ile durabilite performansını etkilediğini ifade etmişlerdir.

Poitevin (1999), kireçtaşı agregaları kullanılarak üretilen betonların kullanılabilirliğini ve dayanıklılığını incelemiştir. Yaptığı çalışmada kireçtaşı agregalarının betonda kullanılabilirliğinin en önemli ölçütlerinden birinin Los Angeles parçalanma dayanımı olduğunu belirtmiş ve alkali-agrega reaksiyonu tehlikesi nedeniyle detaylı ve sistematik incelemeler yapılması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca düşük su emme değerine sahip agregalar kullanılması durumunda yüksek dayanımlı beton elde edilebileceğini ifade etmiştir.

Akpınar (2002), Değişik kaynaklı agregaların betonun kalitesi üzerindeki etkisini araştırdığı yüksek lisans tezinde, Agrega kalitesinin betonun dayanımı üzerindeki önemini deneylerle inceleyerek, agregaların standartlara uygun olmasının önemini vurgulamıştır.

Akbulut ve Gürer (2003), ülkemizde mermer atıklarının geri kazanılmasında zorluklar yaşandığını ve bunun sonucunda büyük ekonomik kayıplar olduğunu vurgulamışlar ve Mermer ocaklarından çıkarılan mermer bloklarının yaklaşık % 50'ye yakın bir oranı atık malzeme olarak açığa çıktığını, çıkarılan bu malzemelerin çok az bir maliyet ile kullanılabilir agregaya dönüştürülebildiğini vurgulamışlardır.

Marzouk (2003); alkali-agrega reaksiyonunun normal ve yüksek dayanımlı betonların mekanik özelliklerine etkisini incelemiştir. Bu çalışmada yüksek oranda reaktif agregalarla, orta derecede reaktif agregalar normal ve yüksek dayanımlı beton yapımında kullanılmıştır. 28 günlük kür süreci sonunda, örnekler 12 hafta boyunca sodyum hidroksit veya 80 ° C’de de-iyonize suyla dolu bir tanka bırakılmıştır. Yüksek derecede reaktif agrega içeren ve sodyum hidroksit çözeltisine maruz bırakılan normal dayanımlı betonlarda, orta derecede reaktif agregalarla hazırlanmış beton örneklerine oranla mekanik özelliklerde daha fazla kayıp görülmüştür.

Beshr (2003), yaptığı çalışmada dört çeşit iri agreganın (kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, kuvarsit, kireçtaşı ve çelik cürufu), yüksek dayanımlı betonun sıkışma ve çekme dayanımı ve elastisite modülü üzerindeki etkilerini ortaya koymayı amaçlamışlardır. En yüksek basınç dayanımını çelik cürufunun, en düşük basınç dayanımını ise kireçtaşı kullanılarak hazırlanan betonlarda elde edildiği ifade edilmiştir. Benzer şekilde en yüksek çekme dayanımını çelik cürufu agregalı betonun verdiğini ve bunu dolomitik ve kuvarsitik kireçtaşı agregalı betonların izlediğini, en düşük çekme dayanımının ise kireçtaşı agregalı betonlarda elde edildiğini söylemiştir. İri agreganın türü betonun elastisite modülünü etkilemektedir. Zayıf agregalar kullanılarak hazırlanan betonlar, dayanımlı agregalar kullanılarak hazırlanan betonlara oranla daha kırılgandır.

Zarif vd. (2003), İstanbul’daki kireçtaşlarının agrega kalitesi yönünden değerlendirilmesini yaptıkları çalışmalarında, kireçtaşlarının bileşim ve dokusal olarak farklılıkları üzerinde durmuşlar ve bu değişik özellikteki kireçtaşlarının agrega olarak kullanılabilirliklerini araştırmışlardır. İncelenen kireçtaşları petrografik ve kimyasal özelliklerinin yanı sıra, kaliteleri ve agrega özellikleri bakımından da standartlarda belirtilen limitler içinde veya bu limit değerlere çok yakın sonuçlar vermektedir. Bu nedenle İstanbul’un kireçtaşları agrega olarak birçok alanda kullanılabilirlikte.

Korkanç (2003), Niğde yöresi bazaltlarının alternatif agrega olarak değerlendirilmesi başlıklı çalışmasında bölgedeki bazaltik kayaların jeolojik, petrografik, kimyasal, jeomekanik özelliklerinin yanı sıra standart agrega deneyleri ışığı altında beton agregası olarak kullanılabilirliğini ayrıntılı olarak araştırmıştır. Bazalt agregalarının özellikle alkali-silis reaksiyonu yönünden değerlendirilmesi yapılmış ve SO₂ bakımından zengin örneklerde, yüksek genleşmelerin görüldüğüne değinmiştir.

Dursun (2004), İstanbul'un Anadolu yakasındaki Gebze ve Hereke bölgelerinde Hereke Formasyonundan üretilen kireçtaşı agregalarının kalite yönünden değerlendirilmesini yapmıştır. Kireçtaşlarında dayanımı ve agrega olma özelliklerini önemli ölçüde petrografik özelliklerin kontrol ettiğini belirtmiş ve yöredeki kireçtaşlarının gerek jeomekanik ve gerekse de agrega olarak kullanım özelliklerinin, standartlarda belirtilen limit değerlere uyumluluk gösterdiğini ve bölgedeki kireçtaşlarının beton üretiminde agrega amaçlı kullanılabileceğini belirtmiştir.

Güler (2006), İstanbul'un Avrupa yakasındaki kumtaşları ve kireçtaşlarının jeolojik, petrografik ve mineralojik özelliklerinin yanı sıra yapılan standart agrega deneyleri ve beton deneyleri ile yüksek dayanımlı betonda agrega olarak kullanılabilirliklerinin ayrıntılı bir şekilde araştırılması ve karşılaştırılmasını yapmıştır.

Tuğrul ve Yılmaz (2006), Birçok ocak yerinde, kayaçların bileşim ve dokuları, organik madde ve kavkı içeriği, yapısal unsurların kayaç kalitesine etkisi, farklı ayrışma türleri ve ürünleri, kayaçların kökeni ile ilgili zararlı bileşenler vb. unsurların çok kısa mesafelerde değiştiği, bu nedenle, ocaklarda işletim öncesi mühendislik jeolojisi araştırmalarının yapılması ile bu alanlarda bulunan kayaçların kalite değişimlerinin belirlenmesi, ocak üretiminin planlanmasında önemli rol oynadığını vurgulamıştır. Detaylı jeolojik araştırmalar yapılmadan açılacak ocaklar ile ilgili sakıncalara dikkat çekmiş ve bu bağlamda, ocak alanlarında yapılması gereken detaylı mühendislik jeolojisi araştırmalarına değinmiştir.

BÖLÜM İKİ

ARAŞTIRMA ALANININ STRATİGRAFİSİ

2.1 Stratigrafik Jeoloji

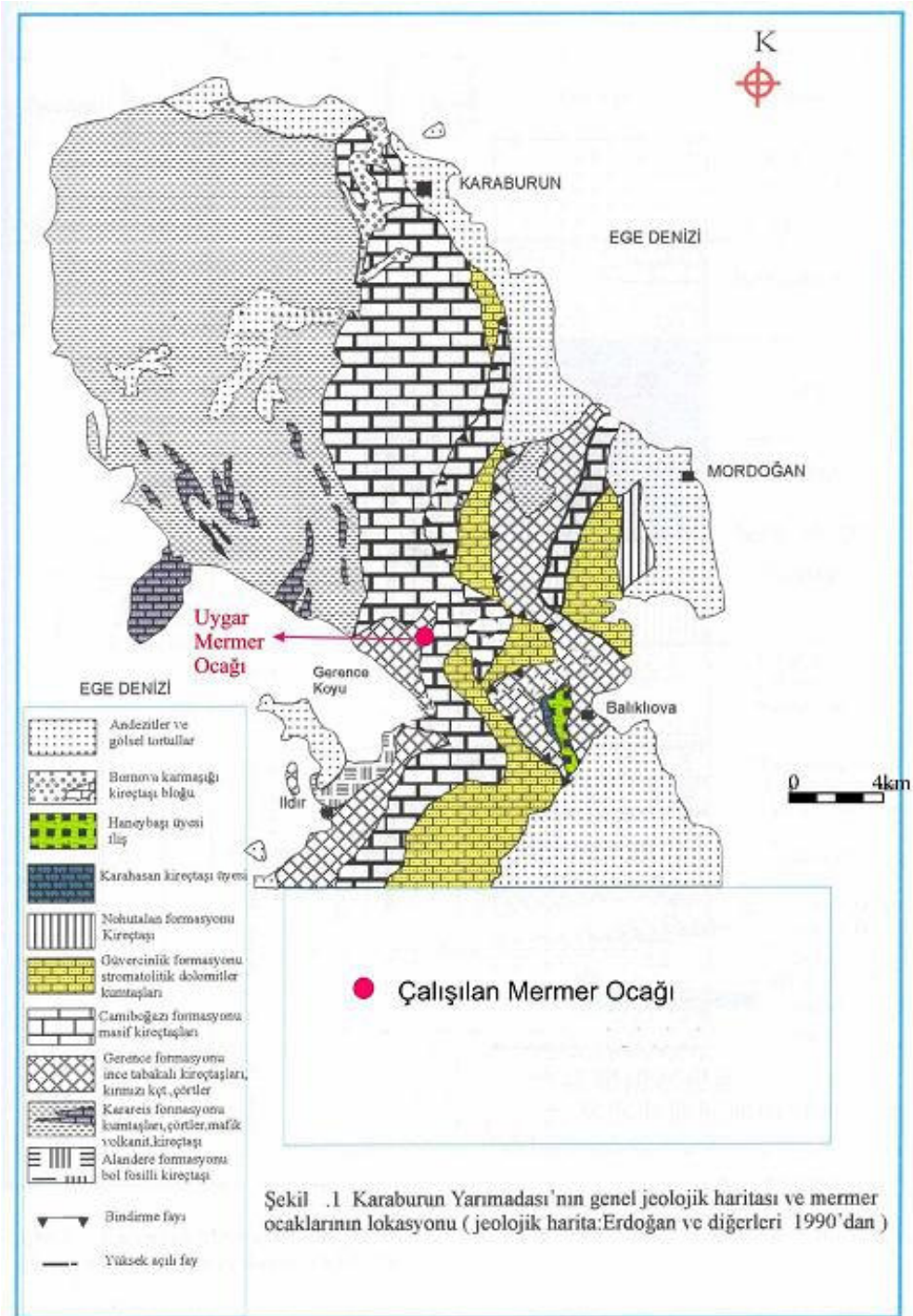
Bu çalışmada Karaburun Yarımadası jeolojisi ve stratigrafisi için Erdoğan ve diğerlerinin (1990)' da bu alanda yapmış olduğu çalışmalardaki jeolojik harita ve stratigrafi baz alınmıştır.

2.1.1 Paleozoyik

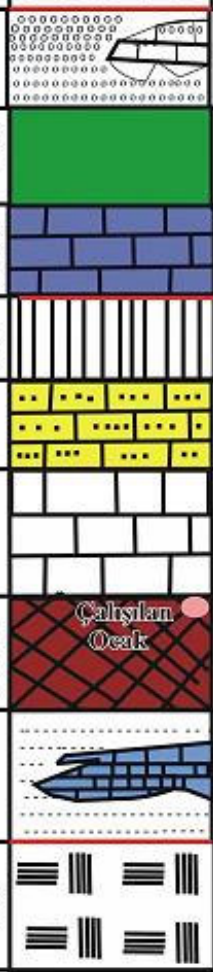

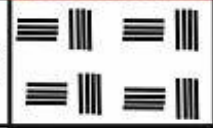
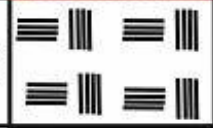
Karaburun istifinin en alt bölümü Erken-Orta Karbonifer yaşlı kireçtaşları oluşturur ve daha üstte Erken Triyastan Erken Kretaseye kadar yaş veren devamlı bir istif bulunur. Bu devamlı istifin üzerine açısız uyumsuzlukla Kampaniyen-Mestrihtiyen yaşlı birimler gelmektedir. Çalışma alanında Paleozoik olarak Alandere Formasyonu gözlenmektedir. (Şekil 2.2)

2.1.1.1 Alandere Formasyonu

İnceleme alanı içerisinde temelde Karaburun istifinin en yaşlı birimi Alt-Orta Karbonifer yaşlı Alandere Formasyonudur. Erdoğan ve diğ., 1990'ın Karaburun Yarımadası orta kesiminde, Ildır köyü KD'sinde tanımladığı ve Reisdere köyü çevresinde yayılımını gösterdiği Alandere Formasyonuna karşılık gelmektedir. Alandere Formasyonu, açık gri ayrışma renkli, koyu kahverengi ve siyah renklerde, çok iyi pekleşmiş, çok dayanımlı, ortaç çatlaklı, genel olarak bol krinoid fosilleri içeren, kalın katmanlı veya masif bol fosilli mikritik ve veya biyolititik kireçtaşlarından yapılıdır.



Şekil 2.1 Karaburun Yarımadasının Genel Jeolojik Haritası Ve Çalışılan Mermer Ocağının Lokasyonları (Hacımustafaoglu 1999'dan)

Östsisitem	Sistem	Seri	Kat	Grup	Formas.	Üye Kalınlık Metre	Litoloji	Açıklama		
MESOZOYİK	Neojen		Miyosen				• • • • •	Andezitler ve gösel tortullar		
			Pliyosen				• • • • •	Açısal Uyumsuzluk		
	Kretase	Liyas	Maastrihtiyen	Danijyen					Bornova Karmaşığı	
								Mastrihtiyen		Balklıova fm.
			Kampaniyen			Karaburun Kat.	5-100			Kireçtaşı Açısal Uyumsuzluk
					Nohutalan fm.		500			Kireçtaşı
	Triyas	Liyas							Stramatolitik dolomitler-Kumtaşları	
								Ğıvrecinlik fm.		
			Ladimiyen	Karimiyen		Cumboğazi fm.	400-1000			Masif Kireçtaşları
			Skitiyen-Anisiyen		Gerence fm.	150-500				İnce tabakalı kıt., çörtler-kırmızı kıt.
Paleozoyik	Karbonifer	Başkiriyen			Karareis fm.			Kumtaşları - çörtler mafik volkanit-kireçtaşları		
							Alandere fm.		300	
								Bol fosilli kireçtaşları		

Ölçeksiz

Şekil 2.2 Karaburun Yarımadası'nın Genel Stratigrafik Kolon Kesiti ve Çalışılan Ocağın Stratigrafik İstifteki Yeri (Kolon Kesit: Erdoğan ve diğ. 1990'dan)

2.1.2 Mesozoyik

Karaburun Yarımadası'nın çok büyük bir kesimi Mesozoyik Yaşlı kayalar oluşturur. Bölgede Mesozoyik; Denizgiren Grubu, Camiboğazı Formasyonu, Güvercinlik Formasyonu, Nohutalan Formasyonu ve Balıklıova Formasyonundan oluşmaktadır.

2.1.2.1 Denizgiren Grubu

Denizgiren grubu kıvrımlı fasiyesteki Karareis Formasyonu ile karbonat kayaların baskın olduğu Gerence Formasyonundan oluşur.

2.1.2.2 Karareis Formasyonu

Alandere Formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelir, boz renkli kumtaşları, çamurtaşları, ince tabakalı siyah çörtlere ve pelajik kireçtaşları merceklerinden yapılıdır. Formasyonun üst bölümlerinde mafik denizaltı volkanitleri ve tüfleri bulunur. Formasyonun üst bölümlerine doğru sarı kırmızı renklerde ince ve orta tabakalı kireçtaşı mercekleri yaygındır. Paleontolojik veriler sonucunda Formasyonun yaşının Erken Triyas-skitiyen olduğu saptanmıştır.

2.1.2.3 Gerence Formasyonu

Bu Formasyon baskın olarak ince tabakalı açık gri renkte çörtlü kireçtaşları ve gri marnlardan oluşmuştur. Formasyon orta ve üst düzeylerinde yanal devamsız olarak ammonit fosilli kırmızı renkli kireçtaşları bulunur. Yine Formasyonun bu bölümlerinde kireçtaşı ve çört kırıntılarında oluşmuş çakıltaşı arakatkıları yaygındır. Bu arakatkılar yanal ve düşey yönde kısa mesafelerde kireçtaşlarına geçer ve aynı kireçtaşlarından derlenmiş parçalardan oluşan intra formasyonel özellikler sunar. Gerence Formasyonu en ince olduğu yerlerde 150-200 m kalınlık gösterir. Ve Balıklıova kuzeyinde 500 m'nin üzerinde bir kalınlığa ulaşır. Gerence Formasyonu yanal yönde Karareis Formasyonuna geçişlidir. Altta Orta Karbonifer yaşlı Alandere Formasyonu üzerine oturur. Gerence Formasyonunun yaşı olası Skitiyenden başlar ve Geç Anisiyene kadar devam eder; ve daha üstte geç Anisiyen-Erken Ladiyen geçişi şeklinde Camiboğazı Formasyonuna geçilir.



Şekil 2.3 Gerence Formasyonu İçinde Bulunan Uygur Mermer Ocağından Bir Görünüm (Koordinatlar : 457957/4255951)



Şekil 2.4 Gerence Formasyonu İçinde Bulunan Uygar Mermer Ocağı Atıklarının Bir Görünümü
(Koordinatlar : 457957/4255951)



Şekil 2.5 Uygar Mermer Ocağı ve Atıklarının Genel Görünümü (Koordinatlar : 457957/4255951)

2.1.2.4 Camiboğazı Formasyonu

Camiboğazı Formasyonu kalın katmanlı masif iç yapılı açık gri renkte kireçtaşlarından yapılıdır. Formasyonun alt kesimlerinin pembe damarlı olması ile tipiktir. Bu özelliği nedeniyle antik çağlarda mermer olarak işletilmiştir. Camiboğazı Formasyonu 400-1000 m kalınlığa kadar ulaşabilmektedir. Birimin yaşı Ladiyen-Karniyen arasında değiştiği saptanmıştır.

Camiboğazı Formasyonunun alt dokanağı Gerence Formasyonu ve Karareis Formasyonu ile geçişlidir. Üst dokanağı sarı renkli dolomitli kireçtaşları ile 10-15 m kalınlıkta bir zon boyunca Güvercinlik Formasyonuna geçer.

2.1.2.5 Güvercinlik Formasyonu

Güvercinlik Formasyonu stromatolik laminalı dolomitler, megalandonlu kireçtaşları ve arada kırmızı renkli kireçtaşları mercceklerinden oluşur.

Güvercinlik Formasyonunun alt dokanağı Camiboğazı Formasyonu ile geçişlidir. Üst dokanağı ise, Nohutalan Formasyonu ile geçişli bir ilişki sunar. Formasyonun yaşı Noriyen ve Resiyeni kapsar.

2.1.2.6 Nohutalan Formasyonu

Nohutalan Formasyonu düzgün katmalanma sunan gri renkli kireçtaşları ile dolomitik kireçtaşlarından meydana gelmiştir. Bu birimin kalınlığı 500 m veya daha fazla olduğu tahmin edilmektedir. Birimin yaşı Liyastan Albiyene kadar uzanmaktadır. Alt dokanağı Güvercinlik Formasyonu ile geçişlidir; üzerine ise, açısız uyumsuz olarak Kampaniyen-Mestrihtiyen yaşındaki Balıklıova formasyonu gelmektedir.

2.1.2.7 Balıklıova Formasyonu

Karaburun yarımadası'nda Skitiyenden Anisiyene kadar devamlılık sunan istifin üzerine açısız uyumsuzluk boyunca Kampaniyen-Mestrihtiyen yaşında Balıklıova Formasyonu oturur. Balıklıova Formasyonu altta Karahasan kireçtaşı üyesi ve üstte filiş fasiyesinde Haneybaşı üyesinden meydana gelmiştir. Karahasan kireçtaşı üyesi 5-50 m kalınlıklardadır ve altta gri renkli kalın katmanlı sığ denizel kireçtaşları ile başlar, üstte doğru pembe renkli çörtlü kireçtaşlarına geçer ve en üstte kırmızı pelajik kireçtaşlarına dönüşür. Bu kireçtaşları üstte doğru tedricen filiş fasiyesindeki Haneybaşı üyesine geçer. Karahasan kireçtaşı üyesi bol fosillidir ve kampaniyenden en üstte Mestrihtiyene kadar yaş verir.

2.1.2.8 Bornova Karmaşığı

Kalecik kuzeyinde gözlenen bu birim Kampaniyen-Daniyen yaşını vermektedir. Filiş matriksi içerisinde mega kireçtaşı blokları içeren bu birimde, Matriks çamurtaşı ve kumtaşlarından oluşmaktadır. Kireçtaşlarının çok parçalı köşeli malzemesi matriksin bu bileşenleri tarafından çimentolanmıştır. Bu birimin üzerine açısız uyumsuz olarak andezit ve gölsel tortullar gelmektedir.

2.1.3 Andezitler ve Gölsel Tortullar

Karaburun Yarımadası'nda Neojen'de Batı Anadolu'da geniş alanlarda yayılım sunan andezitik volkanitler ve gölsel tortullar yer alır. Volkanik kayalar akma breşleri ve tüflerden oluşmaktadır. Bu genç volkanitler Karaburun karbonat istifini açısız uyumsuz olarak örtmektedir. Brikman ve diğ. (1972) bu andezitik volkanitlerin Miyo-Pliyosen yaşlı olduğunu belirtmiştir.

BÖLÜM ÜÇ

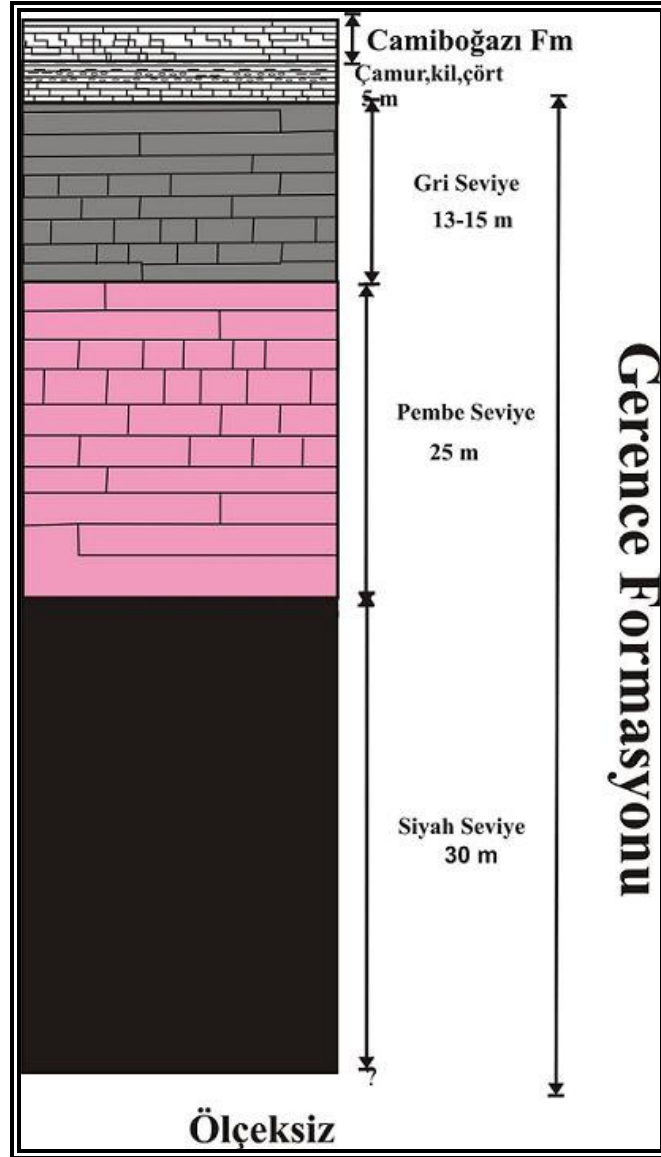
PETROGRAFI, KİMYASAL ANALİZLER VE (XRD) X IŞINLARI KİRİNİMİ

3.1 Kireçtaşlarının Petrografik Özellikleri

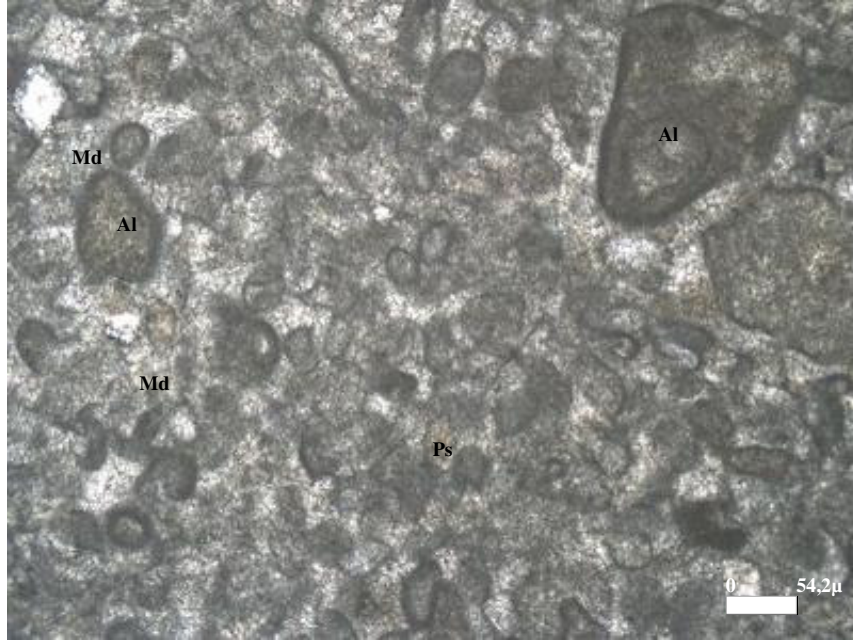
Kireçtaşlarının petrografik özellikleri, dayanım ve agrega olma özelliklerini kontrol etmektedir. Mineral ve kayaç içerisindeki değişkenlik, danelerin yapısal ve dokusal özelliği ve ayrışma derecesi, tamamen agreganın fiziko-mekanik özelliklerini yansıtmaktadır. Kireçtaşlarının agrega olarak kullanımları ,fiziksel ve mekanik özelliklerinin yanı sıra, erimeleri, içerdikleri karbonat ve kırıntı yüzdeleri ile doğrudan ilişkilidir. Öte yandan, alkali-agrega reaksiyonlarının gelişmesinde agreganın mineralojik bileşimi ve porozitesi önemli rol oynar (Johnson and De Graff, 1988). Bu nedenle, kireçtaşı örnekleri üzerinde petrografik ve kimyasal analizler yapılmıştır. İnceleme alanında işletilen taş ocaklarından seçilen bloklar, Dokuz Eylül Üniversitesi Torbalı Meslek Yüksekokulu laboratuvarlarına getirilmiştir. Farklı özellikteki kireçtaşlarının petrografik özelliklerini belirlemek amacıyla ince kesitler hazırlanmıştır. Bu ince kesitler laboratuvarında polarizan mikroskobu ile incelenmiş ve araştırmanın gerçekleştirildiği taş ocaklarındaki farklı lokasyonlardan derlenen kireçtaşlarının mineral bileşimi ve dokusu belirlenmiştir. Çalışılan Uygur Mermer ocağında görsel olarak belirlenen 3 farklı seviyeden(Şekil 3.1) alınan kireçtaşı örneklerinden yapılan ince kesitlerin polarizan mikroskop kullanılarak yapılan petrografik incelemelerinden;

Çalışma alanında üretim yapılan gri rengi seviyeden (gri renkli kireçtaşı) alınan örneklerden yapılan ince kesitlerde kayacın, mikroskobik olarak dolomit kristalli karbonat çamurtaşı olduğu belirlenmiştir. İnce kesitlerde mikrosparlaşma yaygın olarak gözlenmektedir. Ayrıca kesitte kalsit dolgulu çatlaklar bulunmaktadır (Şekil 3.2).

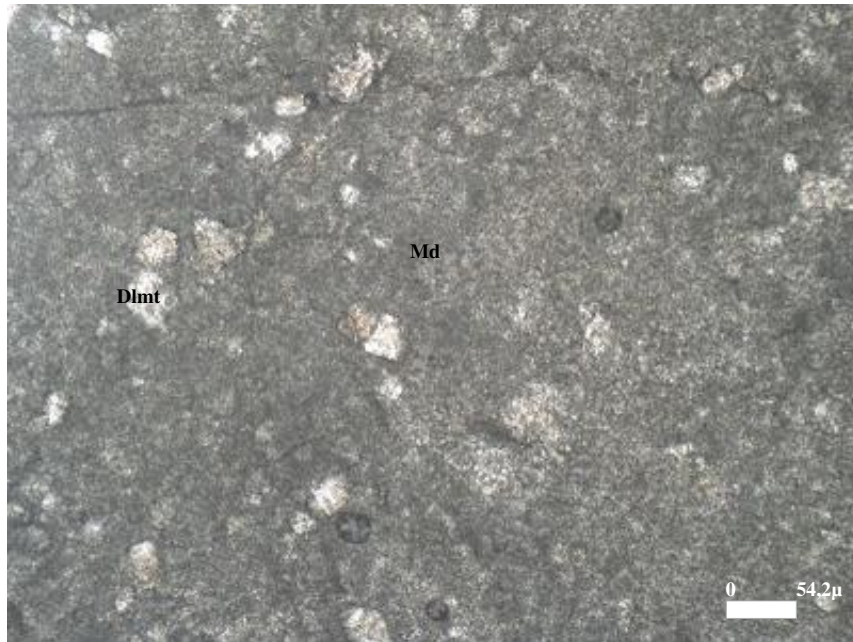
Çalışma alanındaki pembe renkli seviyeden(Pembe renkli kireçtaşı) alınan örneklerden yapılan ince kesitlerde kayacın, mikroskobik olarak büyük oranda dolomitleşmiş karbonat çamurtaşı olduğu belirlenmiştir. Kesitte dolomitleşme çok net gözlenmektedir (Şekil 3.3).



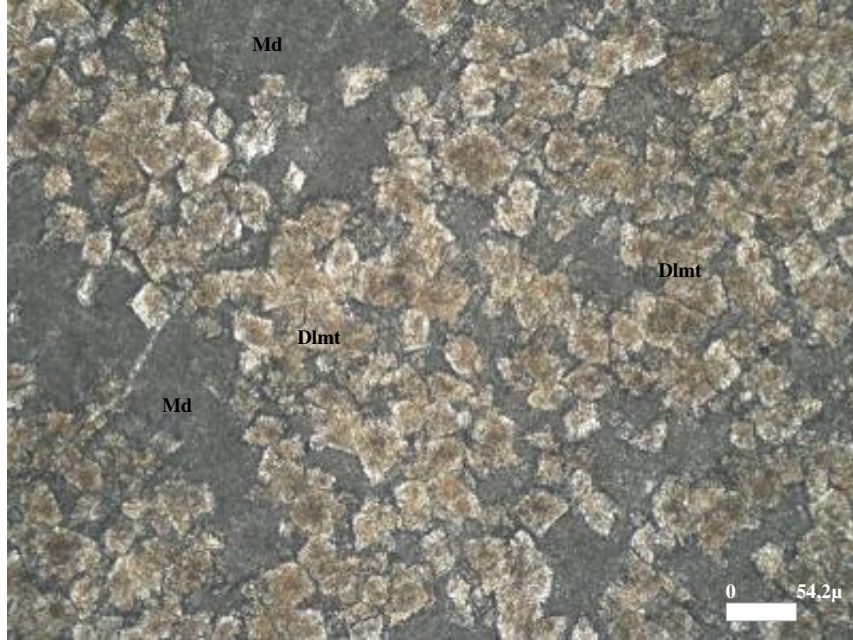
Şekil 3.1 Uygar Mermer Ocağına Ait Ocak İçi Kolon Kesit ve İşletilen Seviyelerin Şematik Gösterimi



Şekil 3.2 Gri renkli kireçtaşının mikroskopik görüntüsü (Al: Allokem, Md: Mikrit dolgu, Ps:Psoydo-spar)



Şekil 3.3 Pembe renkli kireçtaşının makroskopik görüntüsü (Md: Mikrit dolgu, DImt : Dolomit kristali)



Şekil 3.4 Siyah renkli seviyeden alınan örneklerin mikroskopik görünümü (Md: Mikrit dolgu, Dlmt : Dolomit kristali)

Çalışma alanındaki siyah seviyeden (Çatlak dolgusu) alınan örneklerden elde edilen ince kesitlerde, kayaç mikroskopik olarak, bol allokemli (olasılıkla ooid ve biyoklast) istiftaşı-tanetaşdır. Kesitte mikrit dolgular gözlenmiştir. Mikrit ara madde çoğunlukla psoydo-spara dönüşmüştür (Şekil 3.4).

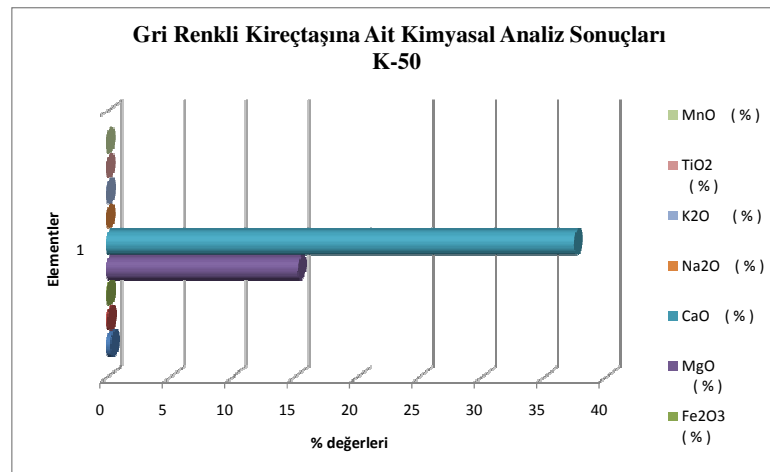
3.2 Kimyasal Analizler ve (XRD) X Işınları Kırınımı Grafikleri

Uygar Mermer Ocağının geneli göz önüne alınarak farklı renkteki seviyelerin ortalama kalınlıkları Şekil 3.1’de verilmiştir. Bu üç farklı renkli seviyelerden alınan kireçtaşı örnekleri (gri, pembe ve siyah) üzerinde Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği bölümü Jeokimya Laboratuvarında 3 adet kimyasal analiz(Tablo 3.1) yapılmış ve İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsünde de 3 adet X ışınları kırınım (XRD - X Ray Difraktometre) analizi yaptırılmış ve sonuçları aşağıda sunulmuştur.(Şekil 3.5, 3.6 ve 3.7) Kireçtaşının farklı seviyelerine ait (Tablo 3.1) kimyasal analiz sonuçlarına bakıldığında SiO_2 içeriğinin % 0,22-0.33 aralığında MgO içeriğinin ise % 0,54 ile %15,31 arasında değiştiği görülür.

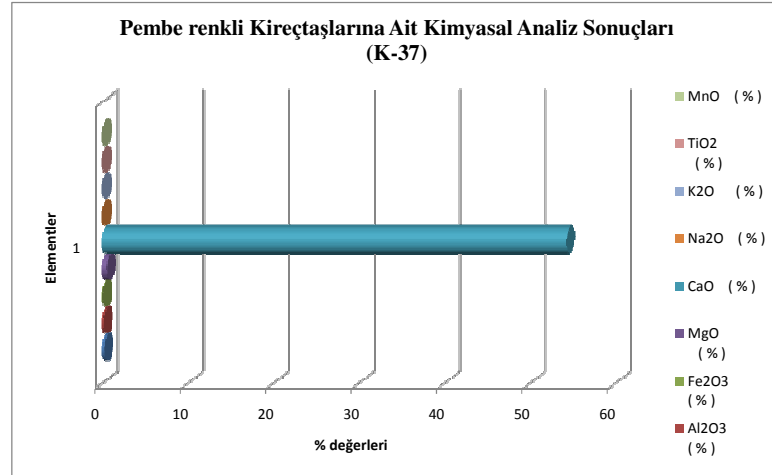
Tablo 3.1 Uygar Mermer Ocağından Alınan Kireçtaşı Atıklarına Ait Kimyasal Analizler

Element Örnek	SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)	Fe_2O_3 (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na_2O (%)	K_2O (%)	TiO_2 (%)	MnO (%)	Kızd.K. (%)	Toplam (%)
K-37 Pembe	0,27	0,19	0,094	0,54	54,22	0,006	0,037	0,01<	0,010	43,25	98,617
K-43 Siyah	0,22	0,039	0,022	3,88	50,87	0,010	0,007	0,01<	0,007	44,49	99,545
K-50 Gri	0,33	0,125	0,050	15,31	37,45	0,010	0,028	0,01<	0,008	46,50	99,811

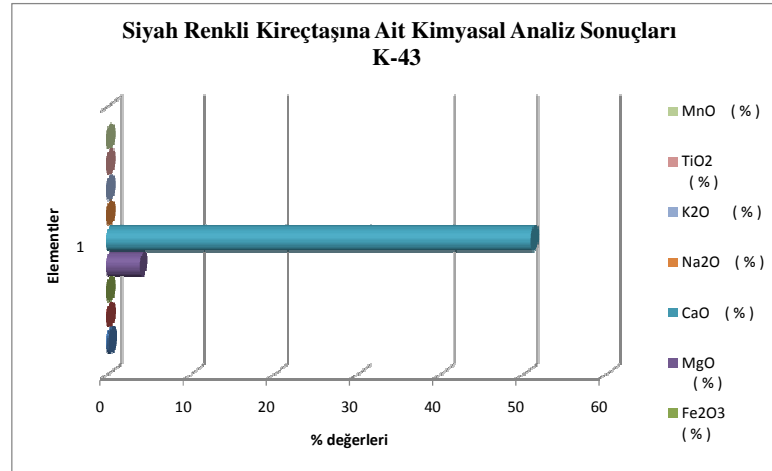
Açıklama : K-37 Pembe Seviye K-43 Siyah Seviye K-50 Gri seviye



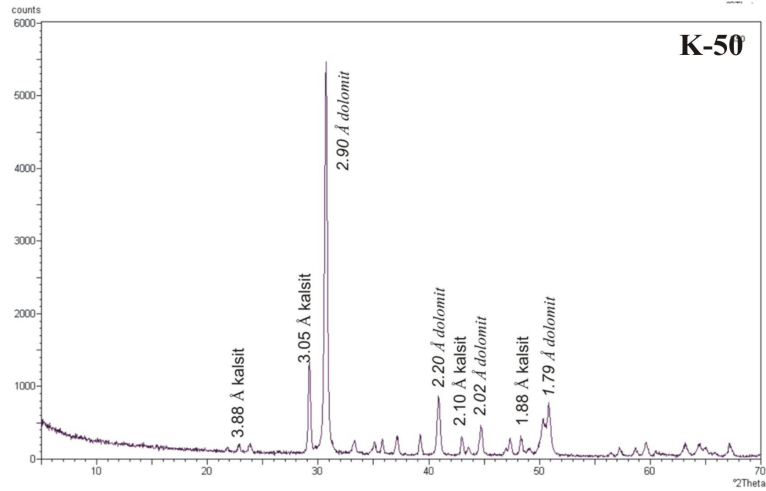
Şekil 3.5 Gri kireçtaşına ait kimyasal analiz sonuçlarının grafikte gösterimi (K-50)



Şekil 3.6 Pembe kireçtaşına ait kimyasal analiz sonuçlarının grafikte gösterimi (K-50)

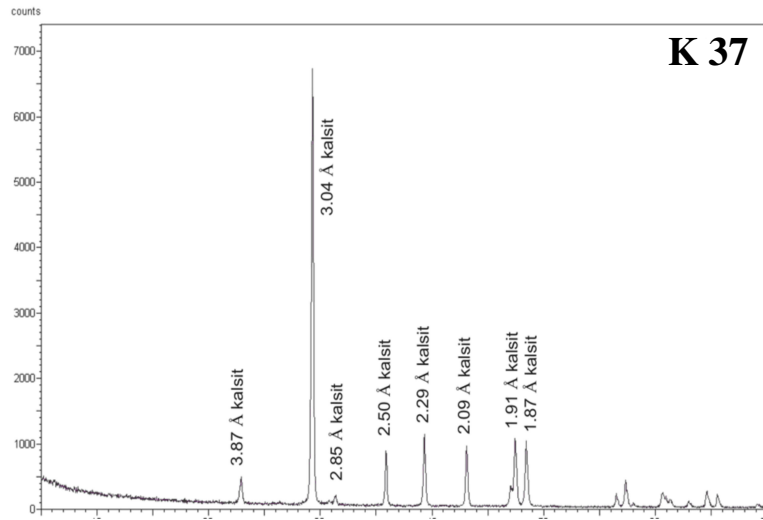


Şekil 3.7 Siyah kireçtaşına ait kimyasal analiz sonuçlarının grafikte gösterimi (K-43)



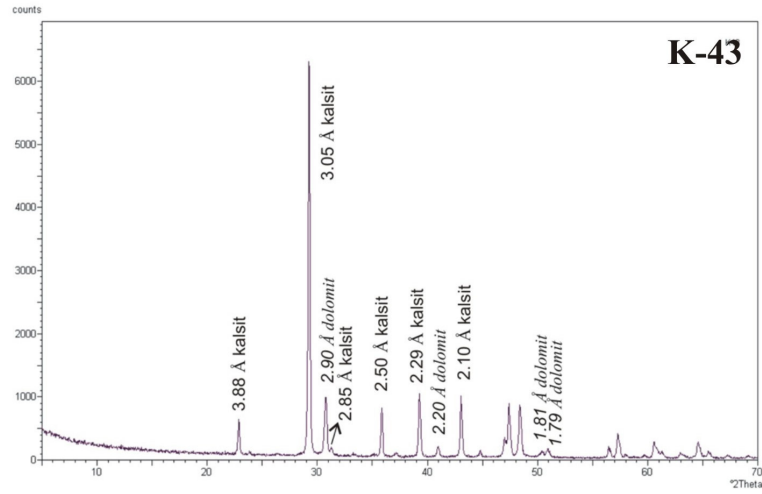
Şekil 3.8 Gri kireçtaşına ait X Işınları Kırınım (XRD) grafiği (K-50).

Gri renkli kireçtaşına ait tüm kayaç X-ışınları kırınım grafiğinde kayaç çoğunlukla dolomit minerallerinden daha az olarak da kalsit minerallerinden oluşmaktadır.



Şekil 3.9 Pembe renkli kireçtaşına ait X Işınları Kırınım (XRD) grafiği (K37)

Pembe renkli kireçtaşına ait tüm kayaç X-ışınları kırınım grafiğinde kayaç çoğunlukla kalsit minerallerinden oluşmaktadır.



Şekil 3.10 Siyah kireçtaşına ait X Işımları Kırınım (XRD) grafiği
(K-43)

Siyah renkli kireçtaşına ait tüm kayaç X-ışınları kırınım grafiğinde kayaç çoğunlukla kalsit minerallerinden daha az olarak da dolomit minerallerinden oluşmaktadır.

X-ışınları kırınım grafikleri değerlendirildiğinde kimyasal analiz ve mikroskobik incelemelerle benzer mineraloji sunduğu gözlenmektedir.

BÖLÜM DÖRT

YAPISAL JEOLJİ

4.1 Yapısal Elemanlar

Çalışma alanında ayırtılan formasyonlar yaklaşık K-G doğrultulu yayılım sunar. Bunun yanında Karaburun karbonat istifini uyumsuz üstleyen Miyo-pliyosen yaşlı volkanitler düzensiz gidişli dokanağa sahiptir. Yaklaşık K-G yönlü uzanım sunan Karaburun karbonat istifi Reisdere Nohutalan arasında devrik konumdadır. Ayrıca, Balıklıova Formasyonunun alt dokanağı Karahasan Yakasında ve Ada Tepe güneybatısında yersel devriktir (Güngör, 1989).

4.2 Uyumsuzluklar

Balıklıova, Barbaros ve Ildır arasındaki bölgede gözlenen istifte yaş ve yapı farkıyla tanınan üç uyumsuzluk yer alır. (Şekil 4.1) Bunlar;

1. Baskırıyen yaşlı Alandere Formasyonu ile Skitiyen-Anisiyen yaşlı Gerence Formasyonu arasındaki dokanak,
2. Balıklıova Formasyonunun alt dokanağı,
3. Miyo-Pliyosen yaşlı andezitik volkanitlerin tabanı

Gerence Formasyonu, Alandere Formasyonunu yapısal farklılık sunmadan üstler; Formasyonlar arasındaki uyumsuzluk yaş farkıyla tanınır. Balıklıova Formasyonunun tabanındaki uyumsuzluk yaş ve yapı farkıyla belirgindir. Yüksek eğim kazanmış Karaburun karbonat istifi Neojen yaşlı volkanitlerle uyumsuz örtülür (Güngör,1989).

4.3 Kıvrımlar

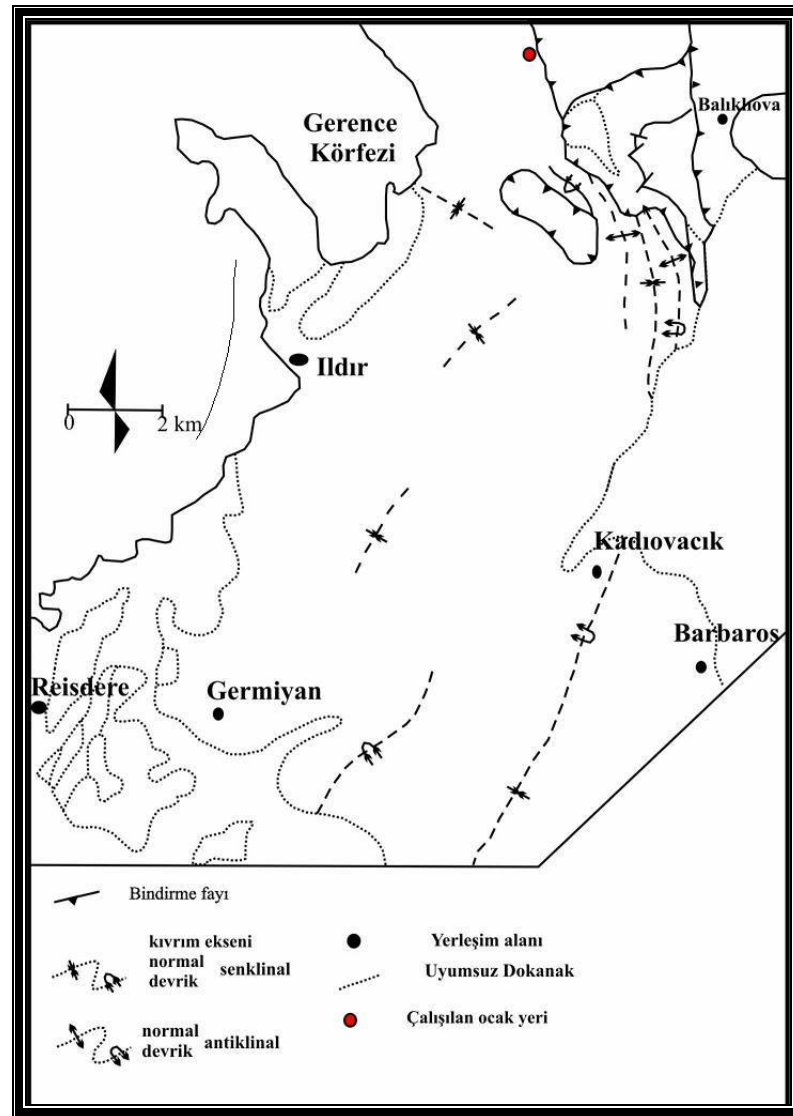
Çalışma alanı ve yöresinde saptanan kıvrımların eksenleri Ildır, Germiyan, Barbaros arasında KKD-GGB gidişli, Balıklıova güneybatısında ise KKB-GGD gidişlidir. Germiyan ile Barbaros arasında Camiboğazı, Güvercinlik ve Nohutalan Formasyonlarıyla tanınan, güneydoğuya devrik, yaklaşık paralel uzanan bir senklinal ve bir antiklinal yapısı gözlenir. Senklinalin çekirdeğini Nohutalan Formasyonu oluşturur ve kuzeybatı kanadı devriktir. Nohutalan ile Kadıovacık arasında uzanım sunan antiklinalin güneydoğu kanadı Kadıovacık yönünde güneydoğuya devrilir. Balıklıova batısındaki kıvrım dizisi yersel doğuya ve kuzeydoğuya devriklikler sunar. Bu alanda gözlenen kıvrımlar Güvercinlik Formasyonunda izlenir. Bu kıvrımlar Balıklıova bindirmesi ile tektonik olarak, genç volkanitlerle stratigrafik olarak örtülür (Güngör, 1989).

4.4 Faylar

Çalışma alanında doğuya eğimli yüksek açılı (30-65) bindirme fayları saptanmıştır. Balıklıova batısında birbirleriyle kesişen üç bindirme fayı bulunur. Çalışma alanının dışında da uzun mesafelerde izlenen ana bindirme fayı Balıklıova bindirmesi olarak adlandırılmıştır. Balıklıova bindirmesi Ada Tepe'nin batı sırtı ve Bükmüş Dere boyunca K-G doğrultulu uzanır. Skitiyen-Anisiyen yaşlı Gerence Formasyonu, Kampaniyen-Maestrihtiyen yaşlı Balıklıova Formasyonu üzerinde yer alır. Balıklıova bindirmesinin batısında doğuya açık yay şeklinde uzanan ve Oloz Mevkii'nde Balıklıova bindirmesi'ne birleşen, Güvercinlik Formasyonu ile Gerence Formasyonu'nu ayıran ikinci bir bindirme fayı gözlenir. Bu bindirme fayı Kırdag Tepe ve Kaplancık Tepe'de düşük eğimlidir. Fakat doğrultusu boyunca güneydoğuya doğru eğimi artar. Bu fay, farklı yaşta formasyonların dokanak yapmasıyla ve yapısal kesinliklerle tanınır (Güngör, 1989). Karniyen-Noriyen yaşlı Güvercinlik Formasyonu üzerinde, Skitiyen-Anisiyen yaşlı Gerence Formasyonu yer alır. Ayrıca Güvercinlik Formasyonunun kıvrımlı yapısı bu bindirme fayıyla kesilir. Gerence'nin güneydoğusunda Oynatan Mevkii'nde Camiboğazı Formasyonu ve Gerence

Formasyonundan oluşan klip yataya yakın konumda Güvercinlik ve Camiboğazı Formasyonlarını örter (Güngör, 1989).

Gerence'nin güneydoğusunda Oyanatan Mevkii'nde Camiboğazı ve Gerence Formasyonundan oluşan klip yataya yakın konumda Güvercinlik ve Camiboğazı Formasyonlarını örter. Fay (60500/52000) noktasında Gerence Formasyonunun Güvercinlik Formasyonu üzerinde bulunmasıyla tanınır. Fay zonunda Gerence Formasyonuna ait kumtaşları yer alır (Güngör, 1989).



Şekil 4.1 Uygur Mermer Ocağı ve Çevresinin Yapı Haritası (Güngör, 1989'dan değiştirilerek alınmıştır.)

BÖLÜM BEŞ

MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ

5.1 Giriş

Bu bölümde İzmir ili, Karaburun yarımadası Balıklıova yöresinde Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı taşocağı atıklarından alınan pembe gri renkli, Triyas (Skitiyen - Anisiyen) yaşlı masif kireçtaşı örnekleri üzerinde yapılan laboratuvar araştırmalarından elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Gerence Formasyonu içindeki Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan karot numuneleri üzerinde tek eksenli basınç deneyi birim hacim ağırlık, görünür gözeneklilik (porozite) ve boşluk oranı tayini ve ağırlıkça su emme deneyleri yapılmıştır. İçerisinden karot örnekleri alınan blok numuneleri daha sonra laboratuvarda çeneli kırıcı ile kırmataş haline getirilmiştir. Bu örnekler üzerinde farklı özellikteki kireçtaşlarına ait, dane büyüklüğü dağılımı, dane yoğunluğu ve su emme oranı, boşluk hacmi, magnezyum sülfat değerleri, metilen mavisi deneyi, gevşek yığın yoğunluğu, tane şekli tayinlerinden şekil indisi, yassılık indisi ve uzunluk indisi, Agregat numunelerine uygulanan mekanik deneylerle agregat aşınma direnci (Micro-Deval Katsayısı), agregat parçalanma direnci (Los Angeles Katsayısı), agregat darbe dayanımı ve agregat kırılma dayanımı deneyleri TSE ve BS deki ilgili standartlarda belirtilen kurallara uyularak yapılmıştır.

İzmir İli'nin önemli blok mermer ve kırma taş üretim kaynağı olan Karaburun yarımadasında halen Triyas yaşlı kireçtaşlarında blok mermer üretimi yapılan 5 mermer ve 6 kırma taş ocağı ile üretimine ara verilmiş ya da terk edilmiş 13 mermer ve 10 adet kırma taş ocağı yer almaktadır. Bu çalışmada yörede en fazla üretim yapan Uygur Mermer Ocağından elde edilen kayaçlar üzerinde çalışılmıştır.

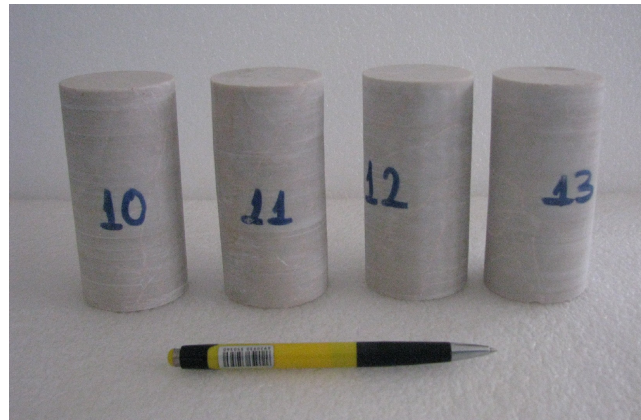
Bu bölümde; öncelikle kireçtaşlarının petrografik ,kimyasal daha sonra mekanik özellikleri ile birlikte standart agregat deneylerine değinilmiş ve elde edilen veriler ile kireçtaşları kalite yönünden karşılaştırılmıştır.

5.2 Kireçtaşlarının Jeomekanik Özellikleri

Kayaçların jeomekanik özelliklerinin belirlenmesi, gerek mekanik özelliklerini kontrol etmesi, gerekse de agrega olarak kullanım niteliğini etkilemesinden dolayı uygulamada önemlidir. Bu amaçla kireçtaşlarına ait karot numuneleri üzerinde tek eksenli basınç dayanımı, birim hacim ağırlık, görünür gözeneklilik (porozite) ve boşluk oranı tayini ve ağırlıkça su emme deneyleri yapılmıştır.

5.2.1 Tek Eksenli Basınç Direnci

Agregalarda aranılan en önemli özelliklerden biri bunların mekanik mukavemetlerinin ve bu arada basınç mukavemetlerinin yüksek olmasıdır. Mekanik mukavemeti düşük olan agregaları kullanarak yüksek mukavemetli bir beton üretmek olanağı pek yoktur (Postacıoğlu, 1987) . Bu da agreganın elde edildiği kayacın tek eksenli basınç dayanımıyla yakından ilgilidir. McNally (1998)' e göre,kayaçların tek eksenli basınç dayanımları, bu kayaçlardan elde edilen agregaların kullanım alanlarını belirlemektedir. 100-200 MPa tek eksenli basınç dayanımına sahip kayaçlardan elde edilen agregalar iyi kaliteli beton yapımında kullanılabilir.



Şekil 5.1 Tek Eksenli Basınç Deneyi Yapılan Karot Numuneler



Şekil 5.2 Tek Eksenli Basınç Deney Cihazı ve Deneyin Uygulanışı

Tablo 5.1 Pembe Renkli Kireçtaşı Tek Eksenli Basınç Değerleri

Örnek No	Çap (cm)	Boy (cm)	Max Yük (kgf)	Alan (cm ²)	DBHA (gr/cm ³)	TEBD (Pembe) (Kg/cm ²)
1	5,371	10,811	32377,72	22,65	2.765	1429,77
2	5,371	10,817	36937,5	22,65	2.746	1631,126
3	5,376	10,814	34870,84	22,69	2.735	1537,001
4	5,323	10,801	27555,51	22,24	2.746	1238,87
5	5,383	10,810	31820,05	22,75	2.742	1398,886
Art. Ort. ± Snd. Sap.					2,747±0,011	1447,13±148,26

DBHA: Suya Doygun Birim Hacim Ağırlık, TEBD : Tek Eksenli Basınç Dayanımı

Tek eksenli basınç dayanımı değerleri, TS EN 1926 (2000)'teki esaslara göre ocak içindeki pembe ve gri renkli seviyelerden alınan 5'er adet karot numunesi üzerinde yürütülmüştür (Şekil 5.1). Tek eksenli basınç direncinin hesaplanması için 54 mm çapında 108 mm boyutunda, alt yüzeyleri paralel 0,02 mm duyarlılıkta düzeltilmiş örnekler kullanılmıştır ve kırılma anında maksimum yük belirlenmiştir (Şekil 5.2). Elde edilen deney sonuçları değerlendirildiğinde; Karaburun yöresinden derlenen kireçtaşlarına ait en yüksek basınç dayanımı ortalama 1631,26 Kg/cm² bulunmuştur.

$$F_b = P_k / A \text{ kgf/cm}^2$$

$$F_b = \text{Taşın basınç mukavemeti (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$P_k = \text{Kırılmaya sebep olan en büyük yük (kg)}$$

$$A = \text{Taşın yük uygulanan yüzünün}$$

Tablo 5.2 Gri Renkli Kireçtaşı Tek Eksenli Basınç Değerleri

Örnek No	Çap (cm)	Boy (cm)	Max Yük (kgf)	Alan (cm ²)	DBHA (gr/cm ³)	TEBD (Gri) (Kg/cm ²)
1	5,372	10,757	27916,35	22,65	2,723	1232,301
2	5,369	10,823	16795,74	22,63	2,722	742,237
3	5,362	10,786	27260,27	22,57	2,719	1207,833
4	5,338	10,727	26462,42	22,37	2,721	1183,049
5	5,331	10,845	23651,81	22,31	2,745	1060,175
Art. Ort. ± Snd. Sap.					2,726±0,011	1085,12±202,79

DBHA: Suya Doygun Birim Hacim Ağırlık, TEBD : Tek Eksenli Basınç Dayanımı

5.2.2 Birim Hacim Ağırlık

Uygar Mermer ocağında görsel olarak belirlenen 3 farklı seviyeden(Şekil 3.1) alınan kireçtaşı örneklerinden elde edilen karot numuneler üzerinde TS 699'da belirtilen kurallar dikkate alınarak Birim hacim ağırlık deneyleri yapılmıştır. Birim hacim ağırlık deneyinde 54 mm çapında 108 mm boyutunda hazırlanan örneklerin hacimleri (Şekil 5.1) ve ağırlıkları belirlenmiş, 24 saat suda bekletildikten sonra 0,01g duyarlılıklı terazide ağırlıkları ölçülerek örnekler, 24 saat süreyle 105⁰ C de kurtulduktan sonra 0,01 g duyarlılıklı terazide tartılıp edilen hacim (V) ve ağırlık (W) değerleri kullanılarak aşağıdaki formüller yardımıyla birim hacim ağırlık değerleri hesaplanmıştır. (Tablo 5.3, 5.4 ve 5.5)

Kuru Birim Hacim Ağırlık (g/cm³)

Doygun Birim Hacim Ağırlık (g/cm³)

$$\gamma_d = W_d / Vt$$

$$\gamma_s = W_s / Vt$$

Tablo 5.3 Gri Renkli Kireçtaşlarına Ait Fiziksel Özellikler

Örnek No	K.B.H. A. (gr/cm ³)	D.B.H.A. (gr/cm ³)	n (%)	e(%)	Ağır S.E %
1	2.719	2.723	0.328	0.329	0.120
2	2.718	2.722	0.379	0.381	0.139
3	2.717	2.719	0.273	0.274	0.101
4	2.718	2.721	0.325	0.326	0.119
5	2.742	2.745	0.317	0.319	0.116
Art. Ort:	2.723	2.726	0.324	0.326	0.119
Snt sap:	0.011	0.011	0.038	0.038	0.014

KBHA : Kuru Birim Hacim Ağırlık , DBHA: Suya Doygun Birim Hacim Ağırlık, n : Porozite, e : Boşluk Oranı, Ağ. S.E.:Ağırlıkça Su Emme Miktarı

5.2.3 Görünür Gözeneklilik (Porozite) ve Boşluk Oranı Tayini

Uygar Mermer ocağında görsel olarak belirlenen 3 farklı seviyeden(Şekil 3.1) alınan kireçtaşı örneklerinden elde edilen karot numuneler üzerinde TS 699'da belirtilen kurallar dikkate alınarak Görünür Gözeneklilik (Porozite) ve Boşluk Oranı Tayini deneyleri yapılmıştır. Porozite ve boşluk oranı tayini deneyinde 54 mm çapında 108 mm boyutunda örnekler kullanılmıştır (Şekil 5.1) Örnekler 24 saat süreyle 105⁰ C de kurtulduktan sonra nem almadan soğuyabilmeleri için 30 dk desikatörde bekletilip kuru haldeki ağırlıkları (Wd) hassas terazide ölçülmüştür. Boşluk oranı hacmi ve porozite, elde edilen değerler kullanılarak aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmıştır. (Tablo 5.3, 5.4 ve 5.5)

Pw= Suyun Yoğunluğu olmak üzere,

Boşluk Oranını Hacmi (cm³), Porozite (%), Boşluk Oranı

$$V_v = W_s - W_d/P_w$$

$$n = (V_v / V) * 100$$

$$e = n / (100-n)$$

Tablo 5.4 Pembe Renkli Kireçtaşlarına Ait Fiziksel Özellikler

Örnek No	K.B.H. A. (gr/cm ³)	D.B.H.A. (gr/cm ³)	n (%)	e(%)	Ağır S.E %
1	2.761	2.765	0.339	0.341	0.123
2	2.742	2.746	0.415	0.417	0.152
3	2.732	2.735	0.363	0.364	0.133
4	2.744	2.746	0.235	0.236	0.086
5	2.736	2.742	0.549	0.553	0.201
Art. Ort:	2.743	2.747	0.380	0.382	0.139
Snt sap:	0.011	0.011	0.115	0.116	0.042

KBHA : Kuru Birim Hacim Ağırlık ,DBHA: Suya Doygun Birim Hacim Ağırlık, n : Porozite, e : Boşluk Oranı, Ağ. S.E.:Ağırlıkça Su Emme Miktarı

5.2.4 Ağırlıkça Su Emme

Uygar Mermer ocağında görsel olarak belirlenen 3 farklı seviyeden(Şekil 3.1) alınan kireçtaşı örneklerinden elde edilen karot numuneler üzerinde TS 699'da belirtilen kurallar dikkate alınarak Ağırlıkça Su Emme Tayini deneyi yapılmıştır. Ağırlıkça su emme deneyi için 54 mm çapında 108 mm boyutunda örnekler kullanılmıştır (Şekil 5.1) Örneklerin hacimleri (V) tespit edildikten sonra saf suda 24 saat süreyle bekletilip sudan çıkardıktan sonra yüzeyleri kurulanır ve ıslak ağırlıkları 0,001 g hassasiyetinde terazide tartılarak (Wg), elde edilen değerler kullanılarak aşağıda formülle ağırlıkça su emme değeri hesaplanmıştır. (Tablo 5.3, 5.4 ve 5.5)

$$\text{Ağırlıkça Su Emme (\%)} \quad A_w = [(W_s - W_d) / W_d] * 100$$

Tablo 5.5 Siyah Renkli Kireçtaşlarına Ait Fiziksel Özellikler

Örnek No	K.B.H. A. (gr/cm ³)	D.B.H.A (gr/cm ³)	n (%)	e(%)	Ağır S.E%
1	2.720	2.724	0.353	0.355	0.129
2	2.742	2.749	0.675	0.679	0.246
3	2.716	2.721	0.506	0.509	0.186
4	2.736	2.739	0.364	0.366	0.133
5	2.738	2.743	0.458	0.459	0.167
Art. Ort:	2.730	2.735	0.471	0.474	0.172
Snt sap:	0.012	0.012	0.131	0.132	0.048

KBHA : Kuru Birim Hacim Ağırlık ,DBHA: Suya Doygun Birim Hacim Ağırlık, n : Porozite, e : Boşluk Oranı, Ağ. S.E.:Ağırlıkça Su Emme Miktarı

5.3 Agregada Deneyleleri

Agregada deneyleleri, kayaaçların indeks ve mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan deneylelere nazaran daha kapsamlıdır. Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan atık kireçtaşlarından, arazide blok numuneler derlenmiş ve laboratuvarıda çeneli kırıcı ile elde edilen kırmataşlar üzerinde standart agregada deneyleleri yapılmıştır. Dokuz Eylül Üniversitesi Torbalı Meslek Yüksekokulu Laboratuvarlarında yapılan ayrıntılı deney ve araştırmalar sonucunda, çalışılan ocaktan alınan atık kireçtaşı numunelerinden hazırlanan kırmataşlar üzerinde renk ayrımı yapılmaksızın dane büyüklüğü dağılımı, dane yoğunluğu ve su emme oranı, boşluk hacmi, agregada aşınma direnci (Micro-Deval Katsayısı), agregada parçalanma direnci-(Los Angeles Katsayısı), donmaya ve çözülmeye karşı direnci, magnezyum sülfat direnci, agregalarda darbe dayanımı, agregada kırılma dayanımı değerleri belirlenmiştir. Deneyleler TSE ve BS standartlarındaki esaslara uyularak yapılmıştır.

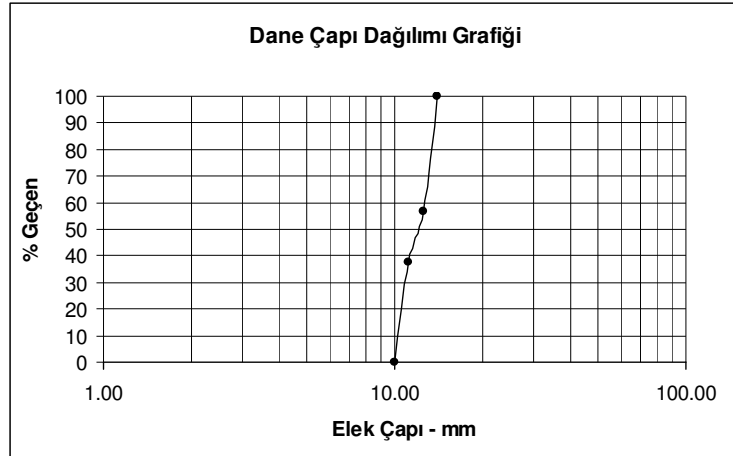
5.3.1 Agregaların Dane Büyüklüğü Dağılımı

Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan Kireçtaşı atıkları üzerinde, dane büyüklüğü dağılımını belirlemek için elek analizi deneyleri yapılmıştır. (TS EN 933-1). Deneyler, laboratuvar ortamında yapılmış olup, elde edilen sonuçlar Tablo 5.6’da sunulmuştur.

Elek analizi sonucunda betonda kullanılacak agreganın en büyük dane boyutu ve her elekten geçen agrega yüzdesi saptanarak granülometri eğrisi çizilir (Şekil 5.3 ve 5.4). Agreganın numunesinin ne kadarının ince ne kadarının iri olduğu ve iki sınıf arasında belirli dane iriliğinde ne kadar agrega bulunduğu ise, gradasyon eğrisi çizildikten sonra 4,75 mm’lik eleğin kümülatif elek altı baz alınarak çizilir. Granülometri, taze betonun işlenebilirliği özelliğini, sertleşmiş betonun dayanımını, birim ağırlığını ve ekonomisini etkiler (Güler, 2006).

Tablo 5.6 Elek Analizi Sonuçları (10-14 mm taneler arası)

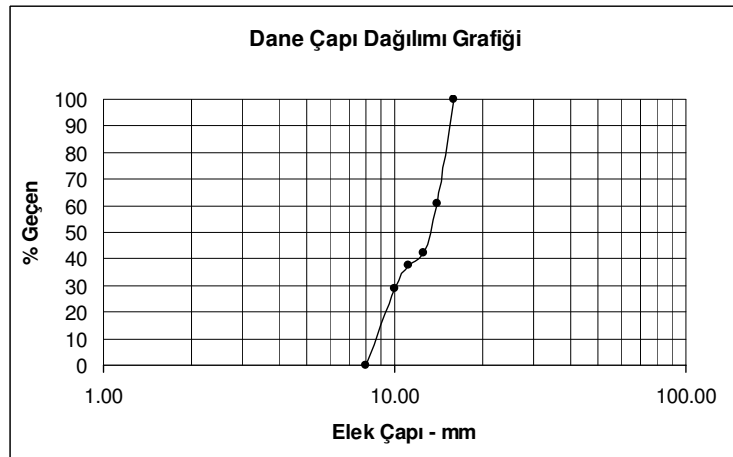
Elek Çapı (mm)	Elekte Kalan (g)	(1) Elekte Toplam Kalan (g) 1	(3) Elekte Toplam Kalan (%) (3)=(1 / 2) * 100	(4) Elekten Toplam Geçen (%) (4)=100-(3)
14,00	0,00	0,00	0,00	100,00
12,50	1546,56	1546,56	43,25	56,75
11,20	685,24	2231,80	62,41	37,59
10,00	1344,4	3576,20	100,00	0,00
Elek Altı	0,00	0,00	0,00	0,00



Şekil 5.3 10-14 mm Tane Çaplı Karışık (gri, pembe, siyah) Agreganın Granülometrik Eğrisi

Tablo 5.7 Elek Analizi Sonuçları (8-16 mm taneler arası)

Elek Çapı (mm)	Elekte Kalan (g)	(1) Elekte Toplam Kalan (g) 1	(3) Elekte Toplam Kalan (%) (3)=(1 / 2) * 100	(4) Elekten Toplam Geçen (%) (4)=100-(3)
16,00	0,00	0,00	0,00	100,00
14,00	1456,98	1456,98	38,95	61,05
12,50	710,28	2167,26	57,94	42,06
11,20	168,27	2335,53	62,44	37,56
10,00	317,18	2652,71	70,92	29,08
8,00	1087,65	3740,36	100,00	0,00
Elek Altı	0,00	0,00	0,00	0,00



Şekil 5.4 8-16 mm Tane Çaplı Karışık (gri, pembe, siyah) Agreganın Granülometrik Eğrisi

5.3.2 Agregaların Birim Hacim Ağırlığı ve Su Emme Oranı

Birim ağırlık belirli bir hacmi dolduran ağırlığın o hacme oranı olarak tanımlanabilir. Beton bileşiminin saptanmasında ve beton üretiminde ve malzemenin ölçülmesinde agreganın birim ağırlık değerinin bilinmesine gerek vardır. Ayrıca bu karakteristik agreganın granülometri bileşimi, boşluk miktarı, kusurlu malzeme varlığı hakkında bir fikir verir. Kusurlu danelerin oranı fazla olursa, beton bileşimindeki boşluklar da fazla olacaktır ki bu da betonun da birim ağırlığının azalmasına neden olur. Dane yoğunluğu, kütle hacme oranından hesaplanır. Kütle, deney numunesi kısmını tartmak suretiyle hacim ise, suyun külesinden tayin edilir (TS EN 1097-6). Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan Kireçtaşı atık numuneleri üzerinde, TS EN 1097-6'de belirtilen yöntemle göre, dane yoğunluğu ve su emme oranı için deney yapılmıştır. Deneyler, laboratuvar ortamında altı numune üzerinde tekrarlanmış olup, elde edilen sonuçlar tablo 5.8'de sunulmuştur.

Tablo 5.8. Agregalar Olarak Kullanılan Kireçtaşlarının Fiziksel Özellikleri

Örnek No	K.B.H. A. (gr/cm ³)	D.B.H.A.(gr/cm ³)	N (%)	e(%)	Ağ.S.E%
1	2,732	2,736	0,401	0,403	0,147
2	2,731	2,735	0,46	0,462	0,168
3	2,735	2,740	0,482	0,484	0,176
4	2,728	2,732	0,404	0,406	0,148
5	2,746	2,751	0,429	0,431	0,156
6	2,737	2,742	0,426	0,428	0,156
Art. Ort.	2,735	2,739	0,434	0,436	0,158
Stand.					
Sap.	0,006	0,007	0,032	0,032	0,011

KBHA : Kuru Birim Hacim Ağırlık ,DBHA: Doymun Birim Hacim Ağırlık

N : Porozite , e : Boşluk Oranı, Ağ. S.E.:Ağırlıkça Su Emme Miktarı

Elde edilen deney sonuçları değerlendirildiğinde 6,4-10 mm boyut aralığındaki kireçtaşı agregalarına ait örneklerin suya doymun birim ağırlık değerlerinin 2.739 gr/cm³, 6,4-10 mm boyut aralığındaki kireçtaşı agregalarına ait kuru birim ağırlık değerlerinin 2.735 gr/cm³ arasında, dağılım gösterdiği görülmektedir.

5.3.3 Özgül Ağırlık Deneyi

Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan Kireçtaşı atık numuneleri üzerinde, TS-699'da belirtilen yöntemle göre, özgül ağırlık için deney yapılmıştır. Deneyler, laboratuvar ortamında üç numune üzerinde tekrarlanmış olup, elde edilen sonuçlar Tablo 5.9'da sunulmuştur.

Numuneyi temsil edecek şekilde, değişik parçalardan kırılarak alınan toplam olarak en az 2 kg kadar numune, tamamı göz açıklığı 0,2 mm olan kare gözlü elekten geçecek şekilde öğütülür değişmez kütleyle kadar kurutulur.

Oda sıcaklığındaki su ile tamamen doldurulan piknometre, kapağı kapatıldıktan ve üzerindeki su damlaları kuru bir bezle alındıktan sonra 0,01 g hassasiyetle tartılır (Gps). Piknometre içindeki su tamamen boşaltıldıktan ve etüvde kurutulup soğutulduktan sonra tekrar tartılarak piknometre (kapağı ile birlikte) kütlesi bulunur (Gp).

Kurutulup soğutulmuş olan öğütülmüş numuneden 250 g \pm 5 g kadar alınarak kuru bir huni yardımıyla piknometre içine konular ve kapağı ile birlikte 0,01 g hassasiyetle tartılır (Gpn).

İçinde deney numunesi bulunan piknometre, hacminin 1/4 üne kadar su ile doldurulur ve yaklaşık 10 dakika - 15 dakika müddetle kaynatılır. Deney numunesi daneleri içerisinde hava kabarcıklarının kalmaması için yapılan bu işlem yerine, vakum pompası da kullanılabilir. Vakum pompası kullanıldığı takdirde vakum pompası ile hava alma işlemi, piknometre sık sık çalkalanarak kolaylaştırılır ve işleme hava kabarcıkları çıkmayınca kadar devam edilir. Hava alma işlemi sonunda piknometre su ile tamamen doldurulur ve kaynatma metodu kullanılmış ise bir su banyosu içerisinde oda sıcaklığına kadar soğutulur. Kapağı kapatılarak üzeri kurulur ve 0,01 g hassasiyetle tartılır (Gpns).

Piknometre deneyleri, öğütülmüş (-200 mm) ve etüvde kurutulmuş numune parçaları üzerinde uygulanmıştır. Numune 1'in özgül ağırlığı 2,76; Numune 2'nin özgül ağırlığı 2,753 ve Numune 3'ün özgül ağırlığı 2,753 olarak bulunmuştur. Bu deney sonucunda bulunan ortalama özgül ağırlık değeri 2.755 olarak bulunmuştur. Özgül ağırlıkları 2,60 dan büyük agregalar beton üretimi için uygun olarak görülmekte olup, optimal aralık TS EN 1097-6 'ya göre 2,6-2,9'dur. Tüm bu bulunan değerler belirtilen sınırlar içinde kalmaktadır.



Şekil 5.5 Piknometrenin tartılması ve kaynatılma işlemleri

Tablo 5.9 Kireçtaşı Özgül Ağırlık Deney Sonuçları

Test No	Formül	Birim	B1	B2	B3
Piknometre hacmi		gr	1000	1000	1000
Hava çıkartma yöntemi		-	kaynatma	kaynatma	kaynatma
Kuru numune ağırlığı	a	gr	249,00	250,10	250,00
Piknometre+su+ zemin ağı.	b	gr	1388,2	1365,80	1403,30
Sıcaklık		°C	20	20	20
Piknometre + su ağırlığı	c	gr	1229,41	1206,56	1244,12
Özgül ağırlık	$G = a / (a+c-b)$	-	2,760	2,753	2,753
Düzeltilme katsayısı	α	-	1,00000	1,00000	1,00000
Düzeltilmiş özgül ağırlık	$G*\alpha$	-	2,760	2,753	2,753
Ortalama değer	$G_A = (T1+T2) / 2$	-	2,755		

5.3.4 Agregalarda Magnezyum Sülfat Deneyi

Magnezyum sülfat deneyi; magnezyum sülfatın agregalar üzerindeki zararlı etkilerini ve donma- çözünmeye karşı direncini ölçmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu deneyle magnezyum sülfatın agregalar üzerindeki zararlı etkileri ve don dayanımı ölçülür (TS EN 1367-2). Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan kireçtaşı atıkları üzerinde TS EN 1367-2’de anlatılan yöntem göre, magnezyum sülfat deneyi yapılmıştır.(Şekil 5.6 ve 5.7) Deneyler, laboratuvar ortamında en az beş kez tekrarlanmış olup, elde edilen sonuçlar Tablo 5.10’da sunulmuş ve Şekil 5.8’de grafikte gösterilmiştir. Çıkan ortalama ağırlık kaybı değeri TS 706 EN 12620’de verilen kategorilerden MS₁₈ olarak belirlenmiştir.(Tablo 5.11)



Şekil 5.6 Numunelerin magnezyum sülfat deneyine hazırlanması

Tablo 5.10 Magnezyum sülfat deneyi sonucunda oluşan ağırlık kayıpları (%)

Numune No	İlk Kuru Ağırlık (gr)	Son Kuru Ağırlık (gr)	MgSO ₄ Deneyi Sonucunda oluşan Ağırlık Kaybı %
1	500,96	496,59	0,872
2	500,34	485,72	2,922
3	500,58	489,64	2,185
4	500,88	477,83	4,602
5	501,49	484,68	3,352
ARİTMETİK ORT.			2,787
STANDART SAPMA			1,384

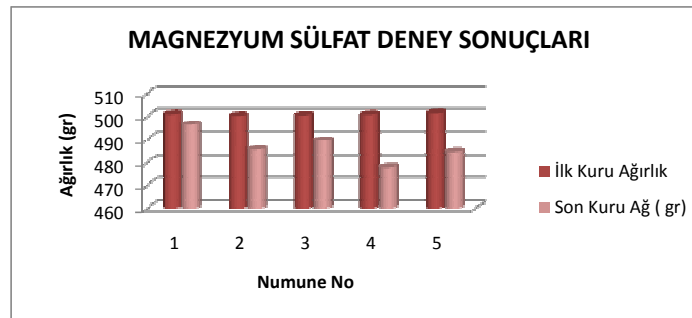
Magnezyum sülfat kullanılarak elde edilen en yüksek don dayanıklılık değerlerine göre kategoriler;

Tablo 5.11 Magnezyum sülfat deneyi için kategoriler (TS 706 EN 12620)

Magnezyum Sülfat Değeri (Küttelece yüzde kaybı)	Kategori (MS)
≤ 18	MS ₁₈
≤ 25	MS ₂₅
≤ 35	MS ₃₅
>35	MS _{beyan}
Serbest	MS_{NR}



Şekil 5.7 Numunelerin magnezyum sülfat çözeltisinde bekletilmesi



Şekil 5.8 Magnezyum sülfat deney sonuçları

5.3.5 Agregalarda Donma Çözölmeye Karşı Direncin Tayini

Bu deneyle, agreganın arka arkaya donma ve çözölmeye etkisine maruz bırakılması halinde gösterdiği davranış biçimi incelenir. Agregada üzerinde, donmadan kaynaklanan basınçlar, diğer faktörlerin yanında, suya doygunluk derecesi ve soğuma hızına da bağlıdır. Elde edilen deney sonuçları, agreganın, atmosferik etkiler nedeniyle bozunum biçimine karşı gösterdiği direncin belirlenmesi ile ilgili bilgi sağlar. (TS EN 1367-1)

Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan kireçtaşı atıkları üzerinde TS EN 1367-1’de anlatılan yöntemle göre, Donma ve Çözölmeye Karşı Direncin tayini deneyi yapılmıştır.(Şekil 5.9 ve 5.10) Deneyler, laboratuvar ortamında beş kez tekrarlanmış olup, elde edilen sonuçlar Tablo 5.12’de sunulmuş ve Şekil 5.11’de grafikte gösterilmiştir. Çıkan değerlerde Don kaybı değeri F₁ Serisinde bulunmuştur. (Tablo 5.13)



Şekil 5.9 Donma çözölmeye deneyi numuneleri

Tablo 5.12 Donma çözölmeye deney sonuçları

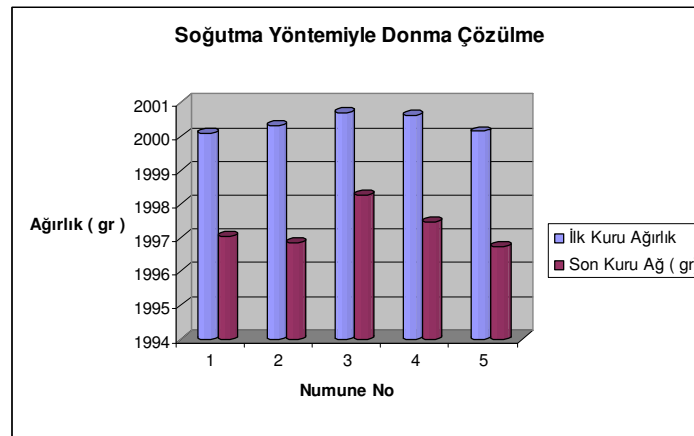
Donma Çözölmeye Deney Sonuçları			
Örnek no	İlk k. Ağı. (gr)	Son k. Ağı. (gr)	Don Kaybı (%)
1	2000,09	1997,05	0,152
2	2000,31	1996,86	0,172
3	2000,69	1998,25	0,122
4	2000,62	1997,45	0,158
5	2000,15	1996,72	0,171
Art. Ort:			0,155
snt. Sap:			0,020



Şekil 5.10 Donma çözülme deneyi numunelerinin dondurucudan görünüşleri

Tablo 5.13 En yüksek donma-çözülme direnç değerlerine göre kategoriler (TS 706 EN 12620).

Donma-Çözülme (Kütlece yüzde kaybı)	Kategori F
≤ 1	F ₁
≤ 2	F ₂
≤ 4	F ₃
> 4	F _{beyan}
Serbest	F _{NR}



Şekil 5.11 Donma çözülme deneyi sonuçlarının grafik gösterimi

5.3.6 Agregaların Aşınmaya Karşı Direnci (Mikro-Deval Katsayısı)

Yol ve havaalanlarındaki betonlar çarpma ve aşınma etkileri altındadır. Betonun bu etkilere dayanıklı olabilmesi için, yapımında kullanılan iri agreganın aşınmaya ve çarpmaya karşı yeterli mukavemete sahip olması gerekmektedir. Bu amaçla agregalar üzerinde Mikro-Deval ve Los Angeles deneyleri yapılmaktadır (Postacıoğlu, 1987; Baradan, 1991). İri agregalarda aşınma direncinin tayini için kullanılan Mikro-Deval katsayısının % 35 'den daha az olması istenmektedir (TS 706 EN 12620).

Mikro-Deval aşınma deneyi, iri agregaların bir miktar su ilave edilerek tamburda çelik bilyeler ile dönmesi sonucu, 1,6 mm açıklıklı elekte kalan malzemenin yüzde miktarını belirlemek için kullanılan bir deneydir. Bu deneyde, tambur içerisinde bulunan agregalar ile aşındırıcı malzeme arasındaki sürtünmenin neden olduğu aşınma ölçülür (TS EN 1097-1).



Şekil 5.12 Mikro Deval deney aleti

Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan Kireçtaşı atıkları üzerinde TS EN 1097-1'de anlatılan yönteme göre, Mikro-Deval deneyi yapılmıştır. Deneyler, laboratuvar ortamında beş numune üzerinde tekrarlanmış olup, elde edilen sonuçlar Tablo 5.14'de sunulmuş ve Şekil 5.16 ve Şekil 5.17'de grafiklerle gösterilmiştir.

Her bir deney numunesi, ayrı bir tamburun içine yerleştirilir. Her bir tambura, (5000 ± 5) g'lık bir yük oluşturmak için yeterli miktarda çelik bilya ilâve edilir (Şekil 5.13). Her bir tambura $(2,5 \pm 0,05)$ L su ilâve edilir. Kapağı kapatılan her bir tambur, iki adet mil üzerine yerleştirilir. Tamburlar, (100 ± 5) devir/min hızda (12000 ± 10) devir tamamlanıncaya kadar 2 saat süreyle döndürülür.(Şekil 5.12)

Deneyden sonra, olabilecek herhangi bir agrega kaybını önlemeye dikkat edilerek, agrega ve çelik bilyalar bir kaptan toplanır.(Şekil 5.18) Bir yıkama şişesi kullanılarak tamburun içi ve kapağı dikkatlice yıkanır ve yıkanan malzeme toplanır.Tüm malzeme ve yıkama suları, 8 mm göz açıklıklı koruyucu bir elek ile korunan 1,6 mm göz açıklıklı elek üzerine dökülür. Dökülen malzeme, temiz su ile yıkanır. Herhangi bir dane kaybına yol açmadan, 8 mm göz açıklıklı koruyucu elekte tutulan agrega daneleri dikkatlice çelik bilyalardan ayrılır. Agregada daneleri elle veya elek üzerindeki bilyalar mıknatıs kullanılarak agregadan ayıklanır. 8 mm göz açıklıklı koruyucu elekte tutulan agrega daneleri, bir tepsi içerisine dökülür. 1,6 mm göz açıklıklı elekte tutulan agrega daneleri de aynı tepsi içerisine dökülür(Şekil 5.19). Tepsi ve içerisindeki malzeme, etüvde, (110 ± 5) °C'ta kurutulur. 1,6 mm göz açıklıklı elekte tutulan agrega kütesinin tayini, TS EN 933-1'e uygun olarak yapılır. 1,6 mm göz açıklıklı elekte tutulan kütle miktarı (m), en yakın grama yuvarlatılarak kaydedilir.



Şekil 5.13 Mikro Deval tamburunun numune ve bilyelerle görünüşü



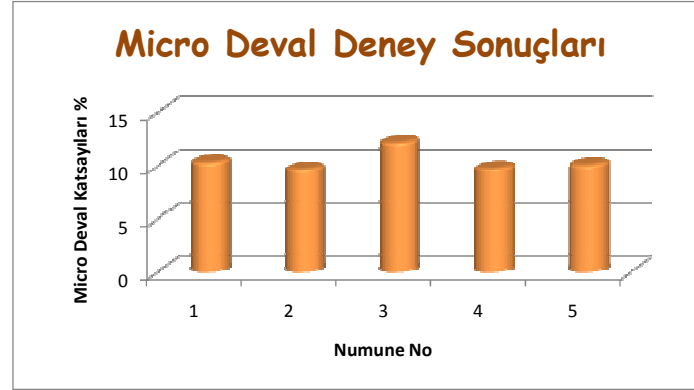
Şekil 5.14 Mikro Deval deney hazırlığı



Şekil 5.15 Numunelerin Mikro Deval deneyi öncesi görünüşleri

Tablo 5.14 Mikro Deval Deneyi sonunda elde edilen katsayılar

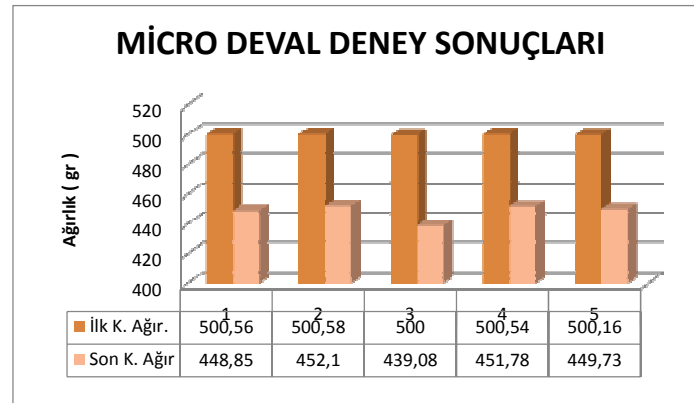
Numune No	Mikro-Deval Katsayısı M_{DE} (%)
1	10,33
2	9,68
3	12,184
4	9,74
5	10,082
Art. Ort \pm St. Sp.	10,403 \pm 1,03



Şekil 5.16 Mikro Deval katsayılarının grafikte gösterimi

Tablo 5.15 En yüksek aşınmaya karşı direnç değerlerine göre kategoriler(TS 706 EN 12620).

Mikro Deval Katsayısı	Kategori, M_{DE}
≤ 10	$M_{DE}10$
≤ 15	$M_{DE}15$
≤ 20	$M_{DE}20$
≤ 35	$M_{DE}35$
> 35	$M_{DE}beyan$
Serbest	$M_{DE}NR$



Şekil 5.17 Mikro Deval Deney sonucunda numunelerde meydana gelen kaybın grafikte gösterimi

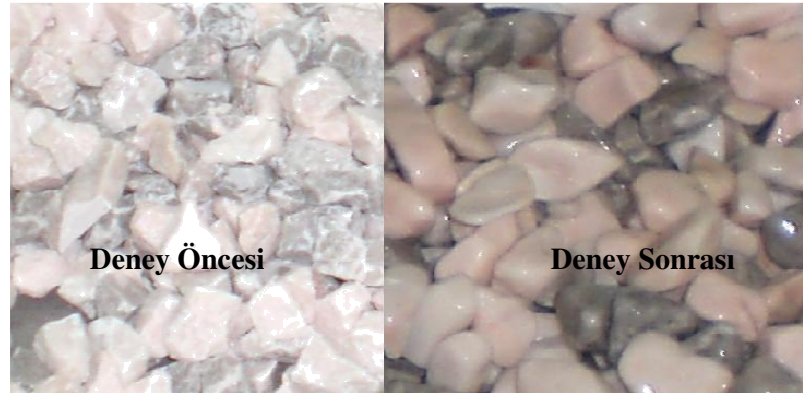


Şekil 5.18 Deney sonrası tamburdan görünüm



Şekil 5.19 Numunelerin Deney Sonrası Görünümü

İri agregalarda aşınma direncinin tayini için kullanılan Mikro-Deval katsayısının % 35 'den daha az olması istenmektedir (TS 706 EN 12620).



Şekil 5.20 Micro Deval Deneyi öncesi ve sonrası numunelerin karşılaştırılması



Şekil 5.21 Micro Deval öncesi numunelerden bir görünüş



Şekil 5.22 Micro Deval sonrası numunelerden bir görünüş

Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonunda bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan kireçtaşı atıkları üzerinde yapılan Micro Deval deneyi sonunda ortalama M_{DE} katsayısı $10,404 \pm 1,028$ olarak bulunmuştur ve bu değer M_{DE15} kategorisindedir (Tablo 5.15)



Şekil 5.23 Micro Deval deneyi öncesi ve sonrası numunelerden görünüm



Şekil 5.24 Los Angeles deneyi öncesi ve sonrası numunelerden görünüm

5.3.7 Agregaların Parçalanmaya Karşı Direnci (Los Angeles Katsayısı)

Bu deney agreganın darbeli aşınmaya karşı dayanımını saptamak amacıyla yapılır. Özellikle havaalanı pistleri, karayolu kaplamaları, kaldırım örtü ve bina içi parkeleri gibi dinamik zorlamalı ortamlarda agregalar betonun aşınması açısından büyük önem taşımaktadır. Beton yüzeyinin aşınmaya maruz kalacağı durumlarda kullanılacak betonların, aşınmaya dayanıklı agregalarla yapılmış olması istenmektedir. Agregaların dayanımı ve aşınabilirliğini belirlemek amacıyla TS EN 1097-2 (2000)'e göre "Bilyalı Tambur Deney Yöntemi" olarak veya yaygın ismiyle "Los Angeles Aşınma Deneyi " yapılır. Aşınma dayanıklılığı sadece iri agregalar için araştırılmaktadır. Los Angeles deneyi, iri agregaların tamburda çelik bilyeler ile dönmesi sonucu, 1,6 mm açıklıklı elekte kalan malzemenin yüzde miktarını belirlemek için kullanılan bir yöntemdir (TS EN 1097-2).



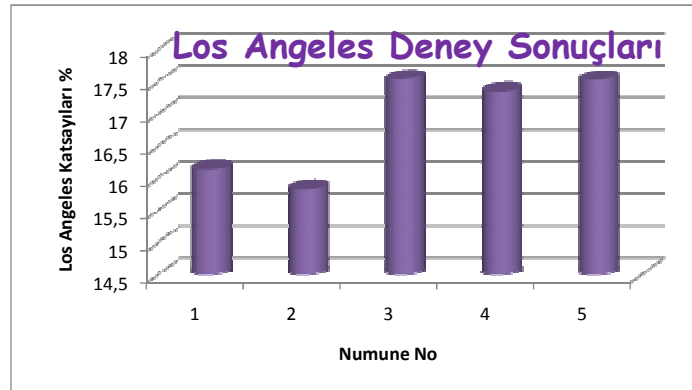
Şekil 5.25 Tamburdan numunelerin dökülüşü

Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonu üzerinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan kireçtaşı atıkları üzerinde TS EN 1097-2'de anlatılan yöntemle göre, Los Angeles deneyi yapılmıştır. Deneyler, laboratuvar ortamında beş kez tekrarlanmış olup, elde edilen sonuçlar Tablo 5.16'da sunulmuş ve Şekil 5.26 ve Şekil 5.27'de grafiklerle gösterilmiştir.

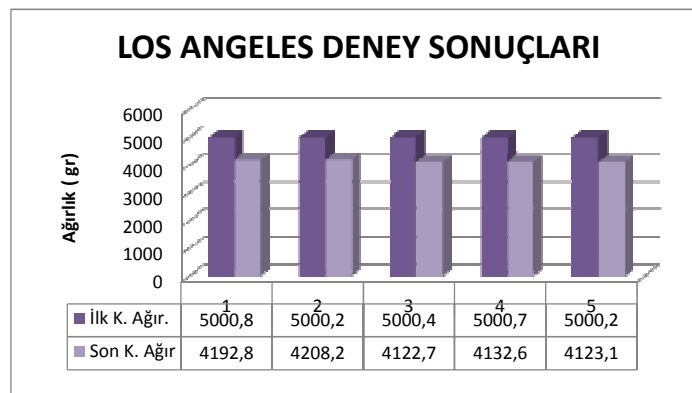
Tablo 5.16 Deney sonucunda elde edilen Los Angeles katsayıları

Numune No	Los-Angeles Katsayısı LAV ₅₀₀ (%)
1	16,15
2	15,84
3	17,55
4	17,36
5	17,54
Art. Ort ± St. Sp.	16,89 ± 0,826

Agregalarda basınç dayanımının tayini için yapılan Los Angeles deneyi sonucundaki parçalanma değeri, dane dayanımı hakkında bilgi vermektedir. Aşınma dayanımı değeri ne kadar az ise, danelerin mekanik etkilere karşı dayanımının o derece yüksek olduğu kabul edilir. İri agregalarda parçalanma direncinin tayini için kullanılan Los Angeles katsayısının % 50'den daha az olması istenmektedir (TS 706 EN 12620).



Şekil 5.26 Los Angeles deney sonuçları



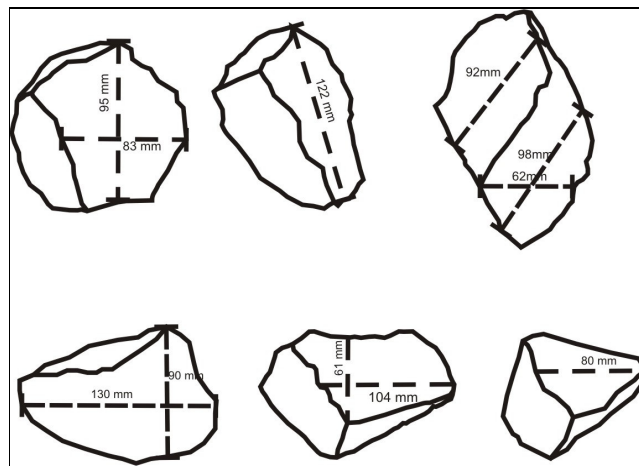
Şekil 5.27 Los Angeles deney sonuçları



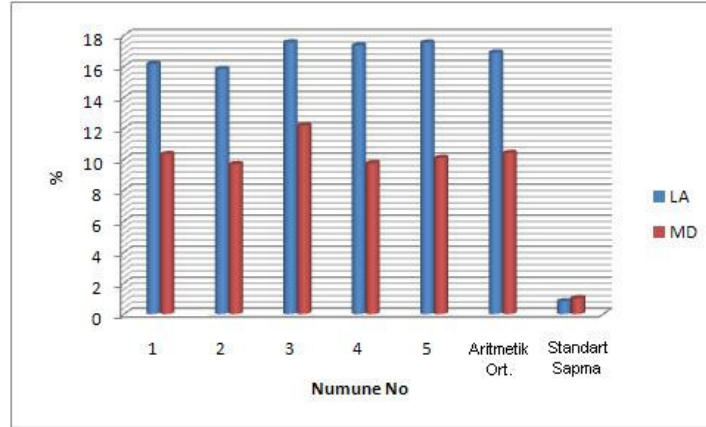
Şekil 5.28 Deney öncesi 1 nolu numunenin görünüşü



Şekil 5.29 Deney sonrası 1 nolu numunenin görünüşü



Şekil 5.30 Deney öncesi ve sonrası numunelerde gözlenen şekil değişimleri



Şekil 5.31 Los Angeles ve Micro Deval deneylerinin karşılaştırılması

Tablo 5.17 En büyük Los Angeles katsayısı değerlerine göre kategoriler (TS 706 EN 12620).

Los Angeles Katsayısı	Kategori, 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}

Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan kireçtaşı atıkları üzerinde yapılan Los Angeles Deneyi sonucunda ortalama LA katsayısı $16,89 \pm 0,825$ olarak bulunmuştur ve bu değer LA₂₀ kategorisindedir (Tablo 5.17) ve bu sonuç TS 706 EN 12620 da beton agregaları için istenilen sınır değerlere uygundur.

5.3.8 Agregalarda Metilen Mavisi Deneyi

Metilen mavisi deneyi; ince agregalarda veya gruplandırılmamış agregalar da, (0-2) mm aralığının beton için zararlı olduğu ile ilişkilendirilen kil tanelerinin miktarının belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir (TS EN 933-9).

Doğal agregalar içinde bulunan kil minerallerinin beton ve harç için zararlı etkilerinin olduğu ile ilgili bir ilişki kurulur. Metilen mavisi boya deneyi, beton ve harç agregalarının 0.063 mm göz açıklıklı elekten geçen ince taneleri içinde bulunan kil içeriğinin belirlenmesi amacıyla kullanılır. Bu deney zararlı kil minerallerinin miktarını belirler. Ancak zarar verme oranlarını belirleyemez (Yool vd, 1998)

Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan kireçtaşı atık numuneleri üzerinde, TS EN 933-9'de verilen yönteme göre, Metilen Mavisi deneyi yapılmıştır. Deneyler sonucunda elde edilen sonuçlar Tablo 5.18'de sunulmuştur.

Tablo 5.18 Metilen Mavisi deney sonucu

Agrega Kaynağı	Metilen Mavisi MB
Atık Kireçtaşı	% 0,24 $V_1 = 5$ ml

İnce maddeler, betonda birçok olumsuzluğa neden olmaktadır. Bu maddeler, agrega daneleri etrafını sardıklarından dolayı, agrega ile çimento hamuru arasında kalarak aderansı azaltması, betonun prizine veya sertleşmesine etki etmesi, betonun mukavemetini düşürmesi, çimento hamurunda zararlı kimyasal reaksiyonlara yol açabilmesi ve donatının korozyona karşı korunmasını azaltan etkileri bulunmaktadır (Baradan, 1991). Kireçtaşı agregalarındaki metilen mavisi değerinin yüksek oluşu, kireçtaşlarındaki su emme oranının fazla olmasından kaynaklanabilir. Metilen mavisi deneyi sonucunda $V_1 = 5$ ml'de bitmiştir. Bu da bize agrega örneklerimizde kil olmadığını göstermektedir.

5.3.9 Agregalarda Darbe Dayanımı Deneyi

Bu deney agregaların darbe etkisi altındaki dayanımlarının belirlenmesi, çoğunlukla yol ve hava meydanlarında kullanılan betonun çarpmaya karşı dayanımının belirlenmesi amacıyla uygulanır. (BS 812 Part 112, 1990)

Deney 14 mm-10 mm arasında kalan numuneler üzerinde uygulanır. 14 kg ağırlığındaki çekiç 381 mm yükseklikten 15 kere agrega taneleri üzerine düşürülür. Deney sonucunda örselenmiş taneler 2,36 mm elekten elenir ve ağırlık kaybı % olarak verilir. (Şekil 5.32)

Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan kireçtaşı atıkları üzerinde BS 812 Part 112’de anlatılan yöntem göre, Agregada Darbe Dayanımı deneyi yapılmıştır. Deneyler, laboratuvar ortamında beş kez tekrarlanmış olup, elde edilen sonuçlar Tablo 5.19’da sunulmuş ve Şekil 5.33 ve Şekil 5.34’de grafiklerle gösterilmiştir

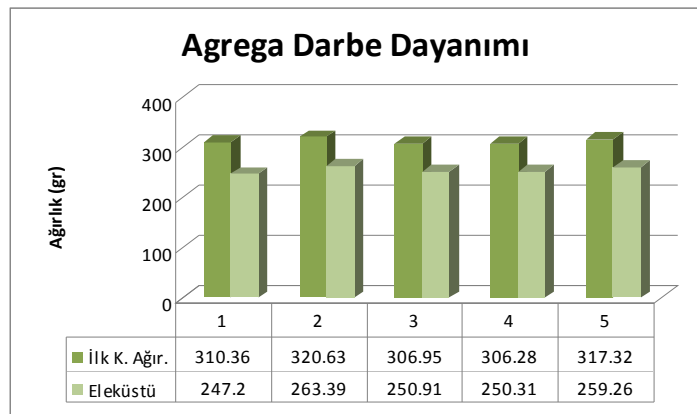
Tablo 5.19 Agregada Darbe Deneyi Sonuçları

Numune No	İlk K. Ağır. (gr)	Eleküstü (gr)	AIV (%)
1	310,36	247,2	20,351
2	320,63	263,39	17,852
3	306,95	250,91	18,257
4	306,28	250,31	18,274
5	317,32	259,26	18,297
		Art. Ort:	18,606
		Snt. Sap:	0,992

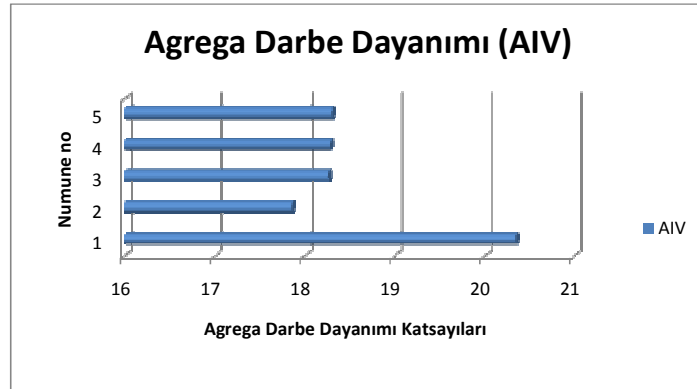
Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan kireçtaşı atıkları üzerinde yapılan Agregada Darbe Dayanımı Deneyi sonucunda ortalama Agregada Darbe Dayanımı (Aggregate Impact Value) AIV değeri $18,606 \pm 0,992$ olarak bulunmuştur. BS 812: Part 112 (1990)’ de bu değer, yoğun trafiğin olduğu alanlarda kullanılacak beton döşemeler için maksimum %25, diğer beton türlerinde ise maksimum %50 olarak sınırlandırılmıştır ve bu sonucun limit değerleri sağladığı görülmektedir.



Şekil 5.32 Agrega Darbe Dayanımı Deney Aleti



Şekil 5.33 Agrega Darbe Dayanımı Deney Sonuçları



Şekil 5.34 Agreg a Darbe Dayanımı Değerlerinin Grafik Olarak Gösterimi

5.3.10 Agregalarda Kırılma Dayanımı Deneyi

Bu deney agregaların gerilme altındaki dayanımlarının belirlenmesi amacıyla yapılır. (BS 812 Part 110, 1990)

Deney 14 mm-10 mm arasında kalan numuneler üzerinde uygulanır. Yaklaşık eş boyutlu 3 kg malzeme bir silindir içerisine yerleştirilir. (Şekil 5.35) Silindir içerisindeki agrega 25 kez şişlenerek sıkıştırılır ve yüzeyi düzlenir. Daha sonra bu düzenek tek eksenli basınç aleti altına konur (Şekil 5.36) ve sabit hızda 400 kN ulaşıncaya kadar gerilme uygulanır. Deney sonucunda örselenmiş taneler (Şekil 5.39 -5.40 ve 5.41) 2,36 mm elekten elenir ve ağırlık kaybı % olarak verilir(Şekil 5.42). Bu test metodundan elde edilen veriler ne kadar küçük ise agrega mekanik etkilere o derece dayanımlıdır sonucu çıkarılır.



Şekil 5.35 Agregada Kırılma Dayanımı Deneyi Aletleri

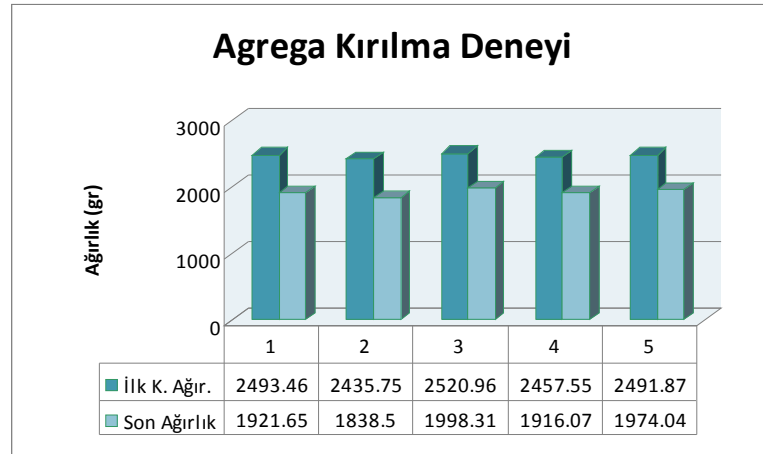


Şekil 5.36 Agreg a Kırılma Dayanımı Deney Aletlerinin TEBD aletine yerleştirilmesi (TEBD : Tek Eksenli Basınç Dayanımı)

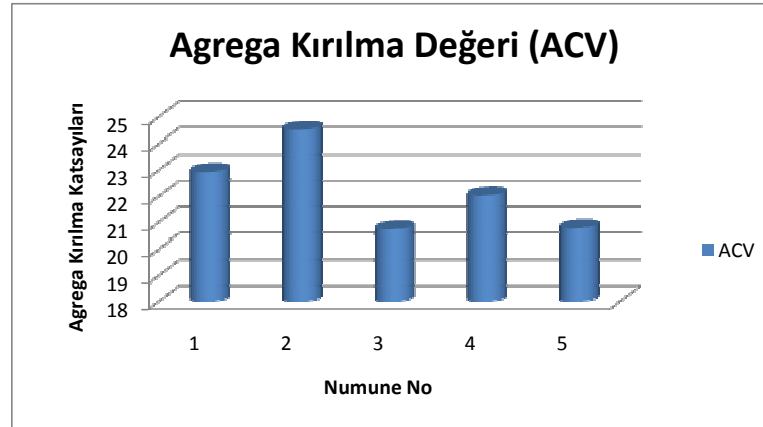
Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan kireçtaşı atıkları üzerinde BS 812 Part 110'da anlatılan yöntem e göre, Agreg a Kırılma Dayanımı deneyi yapılmıştır. Deneyler, laboratuvar ortamında beş kez tekrarlanmış olup, elde edilen sonuçlar Tablo 5.20'de sunulmuş ve Şekil 5.37 ve Şekil 5.38'de grafiklerle gösterilmiştir.

Tablo 5.20 Agreg a Kırılma Dayanımı deney sonuçları

Numune No	İlk Ağırlık (gr)	Son Ağırlık (gr)	Agreg a Kırılma Dayanımı ACV (%)
1	2493,46	570,65	22,886
2	2435,75	595,67	24,455
3	2520,96	521,02	20,668
4	2457,55	541,05	22,016
5	2491,87	517,06	20,750
		Art. Ort:	22,155
		snt. Sap:	1,583



Şekil 5.37 Agreg a Kırılma Dayanımı D eney Sonuçları



Şekil 5.38 Agreg a Kırılma Dayanımı Katsayıları

Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan kireçtaşı atıkları üzerinde yapılan Agreg a Kırılma Dayanımı D eneyi sonucunda ortalama Agreg a Kırılma Dayanımı (Aggregate Crashing Value) ACV değeri $22,2 \pm 1,59$ olarak bulunmuştur. BS 812: Part 1 (1975)' te betonun mekanik etkilere karşı dayanım gösterebilmesi için ACV değerinin % 30' dan daha düşük olması istenir. Yapılan deney sonucunda elde edilen değerler sınır değerlere uygundur.



Şekil 5.39 Agrega Kırılma Dayanımı Deney Aletinden Çıkan Numunelerin Görünüşü



Şekil 5.40 Agrega Kırılma Dayanımı Deney Aletinden Çıkan Numunelerin Görünüşü



Şekil 5.41 Agrega Kırılma Dayanımı Deney Aletinden Çıkan Numunelerin Görünüşü



Şekil 5.42 Agrega Kırılma Dayanımı Deney Sonucunda Numunelerden bir Görünüş

5.3.11 Agregalarda Gevşek Yığın Yoğunluğunun Tayini

Bu deney beton üretiminde kullanılan 63 mm'den küçük doğal ve yapay kuru agregaların gevşek yığın yoğunluğunun belirlenmesi amacıyla yapılır. (Şimşek, 2004)

Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan kireçtaşı atıkları üzerinde TS EN 1097 -3 'de anlatılan yöntemle göre, Agregada gevşek yığın yoğunluğunun tayini deneyi yapılmıştır. Deneyler, laboratuvar ortamında beş kez tekrarlanmış olup, elde edilen sonuçlar Tablo 5.21'de sunulmuştur.

Tablo 5.21 Gevşek Yığın Yoğunluğu deney sonucu

Numune No	Kap Ağırlığı (m_1) gr	Kap+Numune Ağ. m_2 (kg)	Kap Hacmi V lt	Pb Gevşek Yığın Yoğunluğu mega t/m^3
1	5.222	9.342	3	1.373
2	5.148	9.362	3	1.405
3	5.082	14.982	7	1.414
4	5.222	9.345	3	1.374
5	5.082	14.759	7	1.382
			Arit. Ort.	1.389
			Stndrt. Sap.	0.018



Şekil 5.43 Agregada gevşek yığın yoğunluğunun tayini deneyi

Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan kireçtaşı atıklarından hazırlanan kırmataşlar üzerinde Agregada gevşek yığın yoğunluğunun tayini deneyi sonucunda ortalama gevşek yığın yoğunluğu değeri $1,39 \pm 0,019$ olarak bulunmuştur.

5.3.12 Agregalarda Tane Şekli Tayini

5.3.12.1 Şekil İndeksi

Tane büyüklüğü 4 mm'den büyük 63 mm'den küçük olan doğal ve yapay beton agregalarının tane şekli, sınıfını belirlemek için yapılır. Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan kireçtaşı atıkları üzerinde TS 3814 EN 933-4'de anlatılan yöntemle göre, agrega tanelerinin şekil sınıfını belirlemek için verniyeli kumpas (Şekil 5.44) ile şekil indeksi deneyleri yapılmış ve deney sonuçları Tablo 5.22'de verilmiştir.

Tablo 5.22 Şekil İndeksi Deney Sonuçları

Numune No	İlk ağırlık (M ₁) (gr)	Elekte Kalan(M ₂) (gr)	Şekil İndisi (SI) (%)
1	1000,55	163,31	16,322
2	1001,82	197,81	19,745
3	1003,77	179,88	17,92
4	987,56	149,67	15,155
5	1000,12	136,92	13,69
Arit. Ort.			16,566
Stndrt. Sap.			2,359

Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan kireçtaşı atıkları üzerinde yapılan şekil indeksi deneyleri sonucunda ortalama şekil indeksi (SI) katsayısı $16,566 \pm 2,359$ olarak bulunmuştur (Tablo 5.22) ve bu değer SI₂₀ kategorisindedir. (Tablo 5.23)

Tablo 5.23 En büyük Şekil indeks değerlerine göre kategoriler (TS 706 EN 12620).

Şekil indeksi	Kategori SI
≤ 15	SI ₁₅
≤ 20	SI ₂₀
≤ 40	SI ₄₀
≤ 55	SI ₅₅
> 55	SI _{beyan}
Serbest	SI _{NR}



Şekil 5.44 Tane Şeklini Belirlemek İçin Verniyeli Kumpas

5.3.12.2 Yassılık İndeksi

Beton içerisinde bulunan çoğu yassı taneler, kolaylıkla çimento ile bağ kurabilir, fakat kontakları daha kolay aşınmaktadır. Karışım içinde yer alan bazı yassı taneler, yığın içinde köprü oluşturacak açık boşluk oluşturur, bu beton içinde bölgesel olarak zayıflık zonu oluşturur, ayrıca çimento ihtiyacını arttırmaktadır (Postacıoğlu, 1987). Bu nedenle iri agregalarda, yassılık endeksinin % 50'den daha az olması istenmektedir (TS 706 EN 12620).

Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan kireçtaşı atıkları üzerinde TS 9582 EN 933-3'de anlatılan yöntemle göre, agrega tanelerinin yassılığını belirlemek için 10-14 mm agrega numuneleri üzerinde yassılık indeksi deneyleri yapılmış ve deney sonuçları Tablo 5.24'de verilmiştir.

Tablo 5.24 Yassılık İndeks Deney Sonuçları

Numune No	İlk ağırlık (M ₁) (gr)	Elekten Geçen (M ₂) (gr)	Yassılık İndisi (FI) (%)
1	1003,62	198,51	19,78
2	1000,41	167,41	16,734
3	1001,35	218,23	21,793
4	1000,81	218,36	21,818
5	1000	216,85	21,685
		Arit. Ort.	20,362
		Stndrt. Sap.	2,203

Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan kireçtaşı atıkları üzerinde yapılan yassılık indeksi deneyleri sonucunda ortalama yassılık indeksi (FI) katsayısı 20,362 ± 2,203 olarak bulunmuştur ve bu değer FI₃₅ kategorisindedir. (Tablo 5.25)



Şekil 5.45 Agregalarda yassılık ve uzunluk indeksi deney araçları

Tablo 5.25 En büyük Yassılık indeks değerlerine göre kategoriler (TS 706 EN 12620).

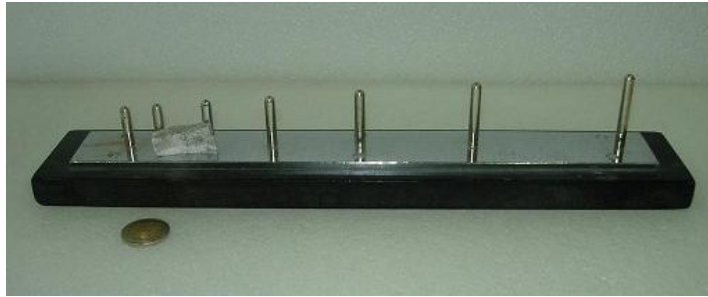
Yassılık indeksi	Kategori (FI)
≤ 15	FI ₁₅
≤ 20	FI ₂₀
≤ 35	FI ₃₅
≤ 50	FI ₅₀
> 50	FI _{beyan}
Serbest	FI_{NR}



Şekil 5.46 Agregalarda yassılık indeksi deney sonucunda numunelerden bir görünüş

5.3.12.3 Uzunluk İndeksi

Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan kireçtaşı atıkları üzerinde BS 812 105-2 (1990)'de anlatılan yöntemle göre, agrega tanelerinin uzunluğunu belirlemek için 10-14 mm boyundaki agrega numunelerine uzunluk indeksi deneyleri yapılmış ve deney sonuçları Tablo 5.26'da verilmiştir.



Şekil 5.47 Agregalarda uzunluk indeksi şablonu

Tablo 5.26 Uzunluk İndeksi Deney Sonuçları

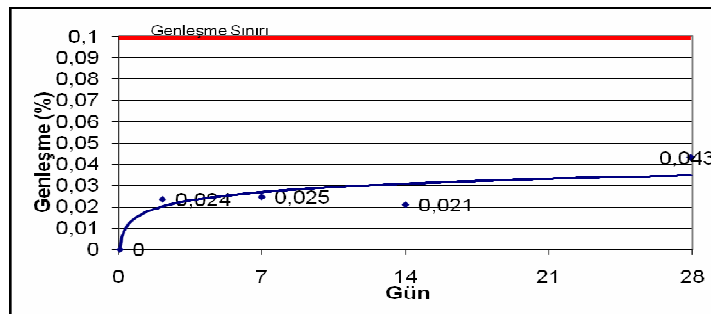
Numune No	İlk ağırlık (M_1) (gr)	Elekte Kalan(M_2) (gr)	Uzunluk İndisi (%)
1	1003.62	73.71	7.344
2	1000.41	68.39	6.836
3	1001.35	36.89	3.684
4	1000.81	39.95	3.991
5	1000	29.62	2.962
		Arit. Ort.	4.963
		Stndrt. Sap.	1.985

5.3.13 Agregalarda Alkali Karbonat Reaksiyonu

Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan kireçtaşı atıkları üzerinde yapılan gerek petrografik gerekse kimyasal ve XRD sonuçlarında yüksek magnezyum miktarı dikkat çekmektedir. Bu nedenle çalışılan ocaktan alınan kireçtaşı atık numunelerine RILEM TC 106 AAR yöntemine göre Alkali-Karbonat Reaksiyonu tehlikesini belirleme deneyi yaptırılmıştır. Yöntem 0-4 mm boyutundaki agregalar ile sabit oranlara göre hazırlanan karışımlar 25x25x285mm boyutundaki kalıplara yerleştirilmiş. Örnekler bir gün kalıpta bekletilip, daha sonra kalıptan çıkarılarak ilk boy ölçümleri yapılmış ve 80⁰C'deki suya konulup bir gün 80⁰C suda bekleyen örnekler, boyları tekrar ölçüldükten sonra 80⁰C'deki 1M NaOH çözeltisinin içine konulmuştur. Bu çözelti içinde 28 gün bekleyen örneklerin boy değişimleri belirli aralıklarla ölçülmüş ve 28 gün sonundaki genleşme değeri % 0,1'den küçük olduğu gözlenmiştir. (Tablo 5.27) Deney sonucunda kireçtaşının alkali- karbonat reaksiyonu tehlikesinin olmadığı görülmüştür. (Şekil 5.48)

Tablo 5.27 Kireçtaşı Agregası Kullanılarak Oluşturulan Beton Prizmaların Boy Ölçüm Değerlerinin Zamana bağlı Genleşme Değerleri

Örnek Adı	GENLEŞME DEĞERLERİ			
	1. Gün	7. Gün	14. Gün	28. Gün
1	0,025	0,025	0,020	0,059
2	0,022	0,025	0,022	0,027
Ortalama	0,024	0,025	0,021	0,043



Şekil 5.48 Alkali Karbonat Reaksiyonu Deneyi (28 Gün / Genleşme) Grafiği

Tablo 5.28 Kireçtaşı Agregaları Üzerinde Yapılan Fiziksel ve Mekanik Deney Sonuçları

Özellik	Deneyde Kullanılan Standart	Deneyde Kullanılan Örnek Sayısı	Deney Sonuçları	Sınır Değerler	
			Art. Ort. ± Snd. Sap.		
Fiziksel özellik	Dane yoğunluğu (gr/cm ³) (kuru)	TS EN 1097-6	6	2,735 ± 0,006	
	Dane yoğunluğu (gr/cm ³) (suya doymuş)	TS EN 1097-6	6	2,739 ± 0,006	
	Su emme (%)	TS EN 1097-6	6	0,158± 0,011	
	Donma-çözülme (soğutma) (%)	TS EN 1367-1	5	0,155 ± 0,020	<4
	Magnezyum sülfat deneyi (%)	TS EN 1367-2	5	2,787 ± 1,384	<35
	Özgül ağırlık	TS EN 1097-6	3	2.755	2,60-2,70
	Gevşek yığın yoğunluğu (gr/cm ³)	TS EN 1097 – 3	5	1,39 ± 0,019	1,2 -1,8
	Tane şeklinin tayini şekil indisi (%)	TS 3814 EN 933-4	5	16,566 ± 2,359	<55
	Tane şeklinin tayini yassılık indisi (%)	TS 9582 EN 933-3	5	20,362 ± 2,203	<50
	Tane şeklinin tayini uzunluk indisi (%)	BS 812 Part 105-2	5	4,963± 1,985	
Mekanik özellik	Los Angeles (%)	TS EN 1097 – 2	5	16,890± 0,825	<50
	Mikro Deval (%)	TS EN 1097 – 1	5	10,404 ± 1,028	<35
	Tek eksenli basınç direnci (kgf/cm ²) pembe	TS EN 1926	5	1447,13 ± 148,26	
	Tek eksenli basınç direnci (kgf/cm ²) gri	TS EN 1926	5	1085,12±202,79	
	Metilen mavisi değeri (g/100g)	TS EN 933-9	1	0,24	
Darbe Dayanımı (%)	BS 812 Part 112	5	18,606±0,992	25-50	
Kırılma Dayanımı (%)	BS 812 Part 110	5	22,2±1,59	<30	

BÖLÜM ALTI

DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

“Karaburun Kireçtaşı Taşocakları Atıklarının Agregaya Kaynağı Olarak Kullanılmasının araştırılması” başlıklı yüksek lisans tezi kapsamında Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonu içerisinde yer alan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan blok numunelerden hazırlanan karot numuneleri üzerinde tek eksenli basınç dayanımı, birim hacim ağırlık, porozite, boşluk oranı tayini ve ağırlıkça su emme deneyleri ve bloklardan hazırlanan agregalar üzerinde de farklı özellikteki kireçtaşlarına ait, dane büyüklüğü dağılımı, dane yoğunluğu ve su emme oranı, boşluk hacmi, magnezyum sülfat değerleri, metilen mavisi deneyi, gevşek yığın yoğunluğu, tane şekli tayinlerinden yassılık indisi, uzunluk indisi ve şekil indisi, Agregaya numunelerine uygulanan mekanik deneylerle agregaya aşınma dayanımı-(Micro-Deval Katsayısı), agregaya parçalanma dayanımı-(Los Angeles Katsayısı), agregaya darbe dayanımı ve agregaya kırılma dayanımları TSE ve BS(İngiliz Standardı)’de belirtilen yöntemlere göre belirlenmiştir.

Agregaların kökeni bağlı olarak değişen tane yoğunluğu ve su emme kapasitesi betonun mekanik özelliklerini etkileyen önemli özelliklerden biridir. Su emme ve tane yoğunluğu deneyleri TS EN 1097-6’da belirtilen esaslara göre yapılmış ve Kireçtaşının ortalama tane yoğunluğu $2,735 \text{ gr/cm}^3$ bulunmuştur. Ortalama Su emme değerlerinin ise % 0,158 olarak bulunmuştur. TS 706 EN 12620 Beton Agregaları standardında da agreganın tane yoğunluğu ve su emme değeri ile ilgili bir sınır değeri verilmezken BS 812 P.2 (1975)’de beton agregaları için kuru tane yoğunluğunun minimum $2,6 \text{ gr/cm}^3$, ASTM C- 127-88 (1988) ve ASTM C-128-88 (1989)’de görünür tane yoğunluğu değerinin minimum $2,6 \text{ gr/cm}^3$ olması gerektiği belirtilmiştir. Yine BS 8007 (1987)’de agregaya su emme değerinin % 3 ‘den az olması gerektiği ifade edilmiştir. Tane yoğunluğu ve su emme değerinin standart sınır değerleri sağlar nitelikte olduğu görülmüştür.(Tablo 5.28)

Karaburun yöresi Gerence Formasyonu içersinde yeralan Uygur Mermer ocağından alınan kireçtaşı atık numunelerinin ortalama özgül ağırlık değeri 2,755 olarak bulunmuştur. Özgül ağırlıkları 2,60 dan büyük agregalar beton üretimi için uygundur. Optimal aralık TS EN 1097-6 'ya göre 2,6-2,9'dur. Bulunan özgül ağırlık değerleri standartlarda belirtilen sınırlar içinde kaldığı belirlenmiştir. (Tablo 5.28)

Beton bileşiminin saptanmasında ve betonun üretiminde agreganın yığın yoğunluğu değerinin bilinmesine gerek vardır (Postacıoğlu, 1987). Ayrıca bu özellik bize agreganın granülometri bileşimi, boşluk miktarı ve kusurlu malzemenin varlığı hakkında bilgi verir. Kusurlu malzemenin fazla miktarda olması boşluğu artırdığından yığın yoğunluğunu düşürecektir (Zarif vd., 2003). Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan kireçtaşı atıkları üzerinde TS EN 1097-3'e göre yapılan Agregas gevşek yığın yoğunluğunun tayini deneyi sonucunda ortalama gevşek yığın yoğunluğu değeri $1,389 \text{ gr/cm}^3$ olarak bulunmuştur. BS 812 P.2 (1975)'de normal agregaların yığın yoğunluğunun 1,2 ile $1,8 \text{ gr/cm}^3$ olması gerektiği belirtilmiş ve deney sonuçlarının belirtilen limit değerler ile uyumluluk gösterdiği görülmüştür. (Tablo 5.28)

Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan kireçtaşı atıkları üzerinde TS EN 1367-1'e göre yapılan Donma çözölmeye karşı direncin tayini deneyi sonucunda ortalama don kaybı değeri % 0,155 olarak bulunmuştur ve bulunan bu değerler TS 706 EN 12620'de belirtilen sınır değerlerle (< 4) karşılaştırılmış ve deney sonuçlarının belirtilen limit değerler ile uyumluluk gösterdiği ve kireçtaşı agregalarının donma-çözölmeye karşı dayanıklı olduğu görülmüştür. (Tablo 5.28)

Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan kireçtaşı atıkları üzerinde TS EN 1367-2'e göre yapılan Magnezyum Sülfat deneyi sonucunda ortalama $MgSO_4$ dayanım değeri % 2,786 olarak bulunmuştur ve bulunan bu değerler TS 706 EN 12620'de belirtilen sınır değerlerle (< 35) karşılaştırılmış ve deney sonuçlarının belirtilen limit değerler ile uyumluluk gösterdiği ve kireçtaşı agregalarının $MgSO_4$ 'a karşı dayanıklı olduğu görülmüştür.

Agregaların mekanik dayanımlarını belirlemek amacıyla, örneklere Agregaların Aşınmaya karşı direnci (Micro Deval Katsayısı) ,Agregaların parçalanmaya karşı direnci (Los Angeles Katsayısı) , Agregalarda Darbe Dayanımı ve Agregalarda Kırılma Dayanımı deneyleri uygulanmıştır.

Karaburun yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer ocağından alınan kireçtaşı atıkları üzerinde yapılan TS EN 1097-1'e uygun olarak yapılan Agregaların Aşınmaya Karşı Direnci (Micro Deval) deneyi sonucunda Mikro Deval Katsayısı ortalama % 10,404 olarak bulunmuştur ve bulunan bu değerler TS 706 EN 12620'de belirtilen sınır değerlerle (< 35) karşılaştırılmış ve deney sonuçlarının belirtilen limit değerler ile uyumluluk gösterdiği görülmüştür. (Tablo 5.28)

Karaburun yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer ocağından alınan kireçtaşı atıkları üzerinde yapılan TS EN 1097-2'ye uygun olarak yapılan Agregaların Parçalanmaya Karşı Direnci (Los Angeles) deneyi sonucunda Los Angeles Katsayısı ortalama % 16,89 olarak bulunmuştur ve bulunan bu değerler TS 706 EN 12620'de belirtilen sınır değerlerle (< 50) karşılaştırılmış ve deney sonuçlarının belirtilen limit değerler ile uyumluluk gösterdiği görülmüştür (Tablo 5.28).

Karaburun yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer ocağından alınan kireçtaşı atıkları üzerinde yapılan BS 812: Part 112'e uygun olarak yapılan Agregaların Darbe Dayanımı deneyi sonucunda Agregada Darbe Dayanımı (Aggregate Impact Value) AIV değeri ortalama $\% 18,606 \pm 0,992$ olarak bulunmuştur. BS 812: Part 112 (1990)' de bu değer, yoğun trafiğin olduğu alanlarda kullanılacak beton döşemeler için maksimum $\%25$, diğer beton türlerinde ise maksimum $\%50$ olarak sınırlandırılmıştır ve bu sonucun limit değerleri sağladığı görülmüştür. (Tablo 5.28)

Karaburun yarımadası Balıklıova yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer kireçtaşı ocağından alınan kireçtaşı atıkları üzerinde BS 812 Part 110'de anlatılan yöntemle göre yapılan Agregada Kırılma Dayanımı Deneyi sonucunda ortalama Agregada Kırılma Dayanımı (Aggregate Crashing Value) ACV değeri $\% 22,2 \pm 1,59$ olarak bulunmuştur. BS 812: Part 1 (1975)' te betonun mekanik etkilere karşı dayanım gösterebilmesi için ACV değerinin $\%30$ ' dan daha düşük olması istenir. Yapılan deney sonucunda elde edilen değerler sınır değerlere uygundur. (Tablo 5.28)

Kireçtaşı agregalarının tane şekillerini belirlemek ve kusurlu tane oranını bulabilmek amacıyla, 6,4-10 mm ve 10-14 mm boyut aralığındaki agregalar üzerinde şekil, uzunluk ve yassılık oranları belirlenmiştir.

Karaburun yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer ocağından alınan kireçtaşı atıkları üzerinde TS 3814 EN 933-4'te anlatılan yöntemle göre bulunan şekil indisi değeri ortalama $\% 16,566$ olarak bulunmuştur. TS 706 EN 12620'de verilen değerlere göre şekil indisi değerinin $\%55$ 'den düşük olması istenilmektedir ve deney sonuçlarının belirtilen limit değerler ile uyumluluk gösterdiği görülmüştür. (Tablo 5.28)

Karaburun yöresi Gerence Formasyonu içinde bulunan Uygur Mermer ocağından alınan kireçtaşı atıkları üzerinde TS 9582 EN 933-3'te anlatılan yöntemle göre bulunan yassılık indeks değeri ise ortalama % 20,36 olarak bulunmuştur. TS 706 EN 12620 'de yassılık indeksinin % 50'den düşük olması ve BS 882: (1992)' e göre, kırmataşlara ait yassılık indeksi maksimum % 40 olması istenir ve deney sonuçlarının belirtilen limit değerler ile uyumluluk gösterdiği görülmüştür.

Karaburun yöresi Gerence Formasyonu içinde yer alan Uygur Mermer ocağından alınan kireçtaşı atıkları üzerinde BS 812 105-2 (1990)'da anlatılan yöntemle göre bulunan uzunluk indeks değeri ise ortalama % 4,96 olarak bulunmuştur. Çeneli kırıcıdan çıkan malzemeler, konik kırıcılardakilere nazaran daha uzun ve yassı olmaktadır. (Tablo 5.28)

Agrega numuneleri üzerinde yapılan Metilen mavisi deneyi sonucunda kayaçların kil içermedikleri saptanmıştır. Kimyasal analizler sonucunda silisyum içeriğinin de düşük olması (% 0,27-0,33) sebebiyle bu agregalarda Alkali-silika reaksiyonu tehlikesinin olmadığı anlaşılmıştır.

Yapılan petrografik incelemeler, kimyasal analizler ve XRD grafiklerinde dolomit-dolomitik kireçtaşlarına rastlanmıştır. Bu, alkali-karbonat reaksiyonu yönünden risk yaratabilecek bir konu olup, betonun durabilitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu nedenle agrega numuneleri üzerinde RILEM TC 106 AAR yöntemine göre Alkali-Karbonat Reaksiyonu tehlikesini belirleme deneyi yaptırılmıştır. Bu deney sonucunda kireçtaşının alkali-karbonat reaksiyonu tehlikesinin olmadığı belirlenmiştir.

Tez kapsamında, Balıklıova yöresi taşocağı atıklarından alınan kireçtaşı numunelerinden çeneli kırıcıyla elde edilen agregalar üzerinde yapılan deneylerden elde edilen verilere göre, bu çalışma da kullanılan numunelerin standartlarda belirtilen özelliklere sahip olup, betonda kullanılmalarında bir sakınca olmayacağı ve agrega kaynağı olarak kullanılabilmesi belirlenmiştir. Yapılan deneyler sonucunda alınan tüm sonuçlar Tablo 5.28'de toplu olarak verilmiştir.

KAYNAKLAR

- Akbulut, H, ve Güner,C. (2006). Atık mermerlerin asfalt kaplamalarda agrega olarak değerlendirilmesi. *İMO Teknik Dergi, Cilt 17(4-1)*, 3943-3960
- Akpınar, Ş.A. (2002). *Değişik kaynaklı agregaların beton kalitesi üzerindeki etkisinin araştırılması*, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, yüksek lisans tezi. Yayımlanmamış.
- Akpokodje, E.G., Hudec, P.P. (1994). The influence of petrology and fabric on the engineering properties of concretion laterite gravel aggregates. *Quarterly Journal of Engineering Geology*, 27, 39-50.
- Al-Jassar, S., Hawkins, A.B. (1991). The Carboniferous limestone of the Bristol area: a review of the influence of the lithology and chemistry on its use as a geomaterial. *Quarterly Journal of Engineering Geology*, 24, pp. 143-158.
- ASTM C127- 88, 1988. *Standart Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption od Coarse Aggregate*, annual Book of ASTM Standarts.
- ASTM C128- 88, 1989. *Standart Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption od Coarse Aggregate*, annual Book of ASTM Standarts.
- Baradan, B.(1991). *Yapı malzemesi II (Bağlayıcı Maddeler,Agrega,Beton)*, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi yayınları, No:207, s.204
- Beshr, H., Almusallam, A. A., Maslehuddin, M. (2003). Effect of coarse aggregate quality on the mechanical properties of high strength concrete. *Construction and Building Materials*, 17, 97-103.

Brinkmann, R., Flogel, E., Jacobshagen, V., Kenchner, H., Rendel, B., & Trick, P. (1972). Triyas, Jura and Underkreide der Halbinson Karaburun (West Anatolia): *Geologica et Paleontologica*, 6, 139-150, 4 Abb, Marburg.

BSI, 812, 1975, *Testing aggregates- Methods for determination of particle size and shape*, part 1, British Standards Institution, London.

BSI, 812, 1975, *Testing aggregates-Methods for determining the physical properties*, part 2, British Standards Institution, London.

BSI, 882 , 1992, *Specification for aggregates from natural sources for concrete* , British Standards Institution, London.

BSI ,1990a, *Testing aggregates: Methods for determination of aggregate impact value, part 112. Code no. BS812*, British Standards Institution, London.

BSI, 1990b,*Testing aggregates: Methods for determination of modified aggregate impact value, part 112. Code no. BS812*, British Standards Institution, London.

BSI ,1990c , *Testing aggregates : Method for determination of aggregate crushing value, part 110. Code no. BS812*, British Standards Institution, London.

BSI ,1990, *Testing aggregates: Methods for determination of particle shape, part 105-2. Code no. BS812*, British Standards Institution,London.

BSI, 1987, *Code of practice for design of concrete structures for retaining aqueous liquids*, Code no.8007, British Standards Institution,London

Çelik, M.Y., (1996). *Mermer atıklarının (parça-tozların) değerlendirilmesi*, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,yüksek lisans tezi, Yayınlanmamış

- De Larrad, F., BELLOC, A. (1997). The influence of aggregate type on the compressive strength of and high strength concrete. *ACI Materials Journal*, 94(5), 417-426.
- Dursun., G., (2004). *İstanbul Anadolu yakasındaki kireçtaşlarının agrega kalitesi yönünden değerlendirilmesi*. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 100 s., yayımlanmamış
- Edet, A. (1992). Physical properties and indirect estimation of microfractures using Nigerian carbonate rocks as examples. *Engineering Geology*, 33, 71-80.
- Erdoğan, B., Özer, S., Tansel, İ., (1985) Karaburun Yarımadası (İzmir) Üst Kretase birimlerinin stratigrafisi. KJK kurultayı bildiri özleri. 36
- Erdoğan, B., (1990). İzmir – Ankara Zonu ile Karaburun kuşağının tektonik ilişkisi, *MTA Dergisi*. No:110, 1-15, Ankara
- Erdoğan, B., Altınar, D., Güngör, T. ve Özer, S. (1990). Karaburun Yarımadasının stratigrafisi, *MTA Dergisi*. No:111, 1-22, Ankara.
- Erdoğan, M. (1992). Alkali karbonat reaksiyonunun gelişim mekanizması ve nedenleri. *Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi Bülteni*, s. 14, 41-47
- Erdoğan, M. (1993). İstanbul ve dolayının yapay agrega potansiyeli. *Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi Bülteni*, s. 14, 29-41.
- Fookes, P.G. (1980). An Introduction to the Influence of Natural Aggregates on the Performance and Durability of Concrete. *Quarterly Journal of Engineering Geology*, 123, 207-229.
- Fookes, P.G. (1991). Geomaterials. *Quarterly Journal of Engineering Geology*, 24, 3-15.

- Gutiérrez, P.A., Canovas, M.F. (1996). High performance concrete requirements for constituent materials and mix proportioning. *ACI Materials Journal*, 93(3), 233-241.
- Güler, B. (2006). *İstanbul Ayazağa- Cebeci-Çatalca bölgelerindeki agraga kaynaklarının yüksek dayanımlı betonda kullanılabilirliği*. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 100 s., yayımlanmamış (sayfa 56)
- Gümüş, H. (1971). Karaburun Yarımadasının orta kısmının jeolojisi. *EÜFF. İlmîRapor Serisi*, 100, 1-18.
- Güngör, T. (1989). *Karaburun Yarımadası Balıklıova Barbaros arasındaki bölgenin jeolojisi ve yapısal evrimi*. EÜ. Fen Fakültesi Enstitüsü yüksek lisans tezi. Yayımlanmamış. (Sayfa 30-35)
- Hacımustafaoğlu, R. (1999). *Karaburun Yarımadası mermerlerinin cinsleri üretimleri ekonomileri ve kapasiteleri*. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, yüksek lisans tezi. Yayımlanmamış.
- İrfan, T.Y. (1994). Aggregate properties and resources of granitic rocks for use in concrete in Hong Kong. *Quarterly Journal of Engineering Geology*, 27, 25-38.
- Johnson,R.B. and De Graff,J.V. (1988). *Principles of Engineering Geology*, John Wiley and sons,New York,497 p.
- Kalafatçıoğlu, A. (1961). Karaburun Yarımadasının jeolojisi. *MTA Enstitüsü Dergisi*. No:56.
- Karaburun Yöresinin İklim Özellikleri, (b.t). 01.01.2009.
<http://www.karaburunizmir.net/Cografya.asp>

- Korkanç, M. and Tuğrul, A. (2003). Suitability of Quaternary basalts for concrete aggregates. *Proceedings of International Symposium on Industrial Minerals and Building Stones (IMBS 2003)*, İstanbul, Turkey, 667-673.
- Marzouk, H., Langdon, S. (2003). The effect of alkali aggregate reactivity on the mechanical properties of high and normal strength concrete. *Cement and Concrete Composites*, 25, 549-556.
- McNally, G.H. (1998). *Soil and rock construction materials*. E and FN Spon, First published, p.403, London and New York
- Özturan, T., Çeçen, Ç. (1997). Effect of aggregate type on the mechanical properties of concretes with different strengths. *Cement and Concrete Research*, Lands. 186, 1-202.
- Poitevin, P. (1999). Limestone aggregate concrete, usefulness and durability. *Cement and Concrete Composites*, 21, 89-97.
- Postacıoğlu, B. (1987). *Beton bağlayıcı maddeler, agregalar, beton*. Cilt 2, İstanbul: Teknik Kitaplar Yayınevi, 4004 s.
- Ramsay, D. M., Dhir, R.K., Spence, I.M. (1974). The role of rock and clast fabric in the physical performance of crushed-rock aggregate. *Engineering Geology*, 8, 267-285.
- R.I.L.E.M., 1980, Recommended tests to measure the deterioration of stone and to assess the effectiveness of treatment methods, Commission 25-PEM, Material and Structures, 13, p. 175-253.
- Saçlıtüre, A.K. (1991). *Cebeci Kireçtaşının beton yapımında agrega olarak kullanılabilme özellikleri*. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, yüksek lisans tezi, Yayınlanmamış

- Şimşek, O. (2004). *Beton Bileşenleri ve Beton Deneyleri*, Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, Ankara , ISBN : 975-8136-21-6
- Tasong, W.A., Cripps, J.C, Lynsdale, C.J. (1998). Aggregate-cement chemical interactions. *Cement and Concrete Research*, 28(7), pp. 1037-1048.
- Tasong, W. A., Lynsdale, C.J., Cripps, J.C. (1999). Aggregate-Cement paste interface I: Influence of aggregate geochemistry. *Cement and Concrete research*, Vol. 29(7), pp 1019-1025.
- Taşdemir, C. (1998). The influence of aggregate type on the mechanical properties of concrete. Proceedings Of The 12th European Ready Mixed Concrete Congress, Lisbon, 633-640.
- Tokyay M. (1998). Agregat tipinin yüksek dayanımlı betonların mekanik özelliklerine etkisi. *TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Teknik Dergi*, Cilt 9(2), 1627-1638.
- TS 699/Ocak. (1987). *Tabii yapı taşları-muayene ve deney metotları*. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS 706 EN 12620. (2003). *Beton agregaları* . Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS 706. (1980). *Beton agregaları*.Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS EN 933-9. (2001). *Agregaların geometrik özellikleri için deneyler, bölüm 9: ince tanelerin tayini-metilen mavisi deneyi* . Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS 3530 EN 933-1. (1999). *Agregaların geometrik özellikleri için deneyler, bölüm 1: tane büyüklüğü dağılımı tayini-eleme metodu* .Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

- TS EN 1097-1. (2002). *Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler, bölüm 1: aşınmaya karşı direncin tayini (Mikro-Deval)* . Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS EN 1097-2. (2000). *Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler, bölüm 2: parçalanma direncinin tayini için metotlar*. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS EN 1097-3. (1999). *Agregaların Gevsek Yığın Yoğunluğunun ve Boşluk Hacminin Tayini*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS EN 1097-6. (2002). *Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler, bölüm 6: tane yoğunluğu ve su emme oranının tayini*. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS EN 1367-1. (2001). *Agregaların termal ve bozunma özellikleri için deneyler- bölüm 1: donmaya ve çözölmeye karşı direncin tayini*. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS EN 1367-2. (1999). *Agregaların termal ve bozunma özellikleri için deneyler- bölüm 2: magnezyum sülfat deneyi*. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS EN 1926. (2000). *Doğal taşlar- deney metotları- basınç dayanımı tayini*. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS 3814 EN 933-4. (2001). *Agregaların geometrik özellikleri için deneyler-Bölüm 1: Tane şeklinin tayini - Şekil indisi*.Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS 9582 EN 933-3. (1999). *Agregaların geometrik özellikleri için deneyler-Bölüm 3: Tane şekli tayini – Yassılık İndisi*.Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

- Tuğrul, A. Ve Yılmaz M. (2006).Taş ocaklarında kayaç kalitesinin değişimini ve ocak yerlerinde mühendislik jeolojisi araştırmalarının Önemi. 4. *Ulusal Kırmataş Sempozyumu Bildiriler Kitabı* ,63-72
- Uribe-AFIF, R., 1994, Study of petrous aggregates for concrete in Zimapan arch dam in Mexico, Proceedings of 7th International IAEG Congress, pp. 3229-3233.
- Williams, D.M., Mcnamara, K. (1992). Limestone to dolomite to dedolomite conversion and its effect on rock strength: a case study. *Quarterly Journal of Engineering Geology*, 24, pp. 131-135.
- Yıldız,Ö. (1995). *Afyon yöresi mermer artıklarının değerlendirilmesi*,İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,yüksek lisans tezi, Yayımlanmamış
- Yool, A.I.G., Lees, T.P., Fried, A. (1998). Improvements to the methylene blue dye test for harmful clay in aggregates for concrete and mortar. *Cement and Concrete Research*, 28(10), pp. 1417–1428.
- Zarif, İ. H., Tuğrul, A., Dursun, G. (2003). İstanbul'daki kireçtaşlarının agrega kalitesi yönünden değerlendirilmesi. *İ.Ü. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi*, c.16, 61-70.