

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Serdar Cem BOZTAŞ

**BURDUR İLİ YEŞİLOVA İLÇESİ KAĞILCIK MEVKİİ
KİREÇTAŞLARININ MERMER OLARAK
KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2009

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BURDUR İLİ YEŞİLOVA İLÇESİ KAĞILCIK MEVKİİ
KİREÇTAŞLARININ MERMER OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Serdar Cem BOZTAŞ

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 09 /07 /2009 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

İmza:.....

Prof. Dr. Mesut ANIL

JÜRİ BAŞKANI

İmza:.....

Doç.Dr.Alaettin KILIÇ

ÜYE

İmza:.....

Doç. Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ

ÜYE

İmza:.....

Yrd. Doç. Dr. Mustafa AKYILDIZ

ÜYE

İmza:.....

Öğr. Gör. Dr. Nil YAPICI

DANIŞMAN

Bu tez Enstitümüz Maden Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ

Enstitü Müdürü

İmza ve mühür

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BURDUR İLİ YEŞİLOVA İLÇESİ KAĞILCIK MEVKİİ KİREÇTAŞLARININ MERMER OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Serdar Cem BOZTAŞ

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman: Öğr. Gör. Dr. Nil YAPICI

Yıl: 2009, **Sayfa:** 78

Jüri: Prof. Dr. Mesut ANIL

Doç. Dr. Alaettin KILIÇ

Doç. Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ

Yrd. Doç. Dr. Mustafa AKYILDIZ

Öğr. Gör. Dr. Nil YAPICI

Bu tez çalışmasında, Burdur ili Yeşilova ilçesi Kağılcık kireçtaşlarının mermer olarak kullanılabilirliğinin belirlenmesi amacıyla Kağılcık mevkiinden örnekler alınmış ve laboratuarda incelenerek temel karakteristik özellikleri belirlenmiştir. Bulunan ortalama 2,75 gr/cm³'lük birim hacim ağırlık ile 2,77 gr/cm³ olan özgür ağırlık bakımından TS 699'a göre her ortamda kaplama ve yer döşemesi olarak kullanılabilmesi, ayrıca ağırlıkça su emme yüzdesinin 0,34 olarak bulunması da TS 2513'e göre iç ve dış ortamlarda güvenle kullanılabilmesini göstermektedir. Don sonrası mukavemetinin de TS 10449'a göre her bölgede rahatlıkla kullanılabilmesini yansıtmaktadır. Tek eksenli basınç dayanımı değerinin 80,24 MPa, eğilme direncinin de 91,05 kg/cm² olması hem taşıma ve hemde eğilmelere karşı mukavemetli olduğunu gösterir. Bu sebeble sütun kaplama ve hemde basamaklarda da kullanılacağını gösterir.

Sonuç olarak Burdur, Yeşilova, Kağılcık mevkiinde yüzeylenen ve önceki araştırmacılar tarafından Taşkesiği formasyonu olarak adlandırılan birimler içinde kalan Orta Triyas – Üst Jura arasında çökelen kireçtaşlarının blok verimi yüksek olan bölgelerde mermer olarak kullanılabilmesi gerek fiziksel, kimyasal ve gerekse mekanik özellikleri açısından kireçtaşı mermerleri sınıfında yer aldığı ve taşıdığı değerler açısından ilgili TS standartlarındaki minimum ve maksimum değerleri karşıladığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Burdur, Yeşilova, Kireçtaşı, Mermer, Fiziko-Mekanik Özellikler.

ABSTRACT

MSc THESIS

RESEARCH ON USABILITY OF LIMESTONES OF KAĞILCIK LOCATION, YEŞİLOVA, BURDUR AS MARBLE

Serdar Cem BOZTAŞ

**DEPARTMENT OF MINING ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF CUKUROVA**

Supervisor: Instructor Dr. Nil YAPICI

Year: 2009, **Page:** 78

Jury: Prof. Dr. Mesut ANIL

Assoc. Prof. Dr Alaettin KILIÇ

Assoc. Prof. Dr Ahmet Mahmut KILIÇ

Assost. Prof. Dr Mustafa AKYILDIZ

Instructor Dr. Nil YAPICI

In this thesis study, samples are taken from Kağılcık and characteristic features are determined in laboratory, to determine usability of Kağılcık Limestones, Yeşilova, Burdur as marble. With weight per unit of volume of $2,75 \text{ gr/ cm}^3$ and specific weight of 2,77, it could be used as coating and flooring in accordance with TS 699. As it has water imbitation ratio of 0,34, it shows that it could be used indoor or outdoor in accordance with TS 2513. Durability after freeze shows that it could be used in every region in accordance with TS 10449. Uniaxial compressive strength of 80,24 MPa and bending rigidity of $91,05 \text{ kg/cm}^2$ shows it is durable against loading and bending. As a result of these, it could be used both in column coating and stairs safely.

As a result, the limestones that are observed in Kağılcık location, Yeşilova, Burdur, which are within the formation called as Taşkesiği Formation by previous surveyors, aged between Mid Trias-Upper Jurassic, has high block efficiency, is in marble limestones class due to physical, chemical and mechanical characteristics and it meets minimum and maximum values in related TS standards.

Key Words: Burdur, Yeşilova, Limestone, Marble, Physical and Mechanical characteristics.

TEŞEKKÜR

Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Anabilim Dalı'nda yapmış olduğum Yüksek Lisans çalışmamda bilgi ve tecrübeleriyle beni yönlendiren, karşılaştığım sorunlara çözüm üreterek, çalışmalarımın olabildiğince sağlıklı sürmesini sağlayan değerli danışman hocam Sayın Öğr. Gör. Dr. Nil YAPICI'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarım sırasında tüm laboratuvar imkanlarından faydalanmama olanak sağlayan Ç.Ü. Müh. – Mim. Fak. Maden Mühendisliği hocalarından Sayın Prof. Dr. Mesut ANIL' a ve ince kesit fosil tanımlanmasında yardımlarından dolayı Sayın Prof. Dr. Cengiz YETİŞ'e ve Doç. Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ'a teşekkürlerimi sunarım.

Deneyisel çalışmalarımda, yardımlarını esirgemeyen, çalışmanın çeşitli aşamalarında bana destek olan deneyim ve bilgilerinden faydalandığım Arş. Gör. Ahmet TEYMEN'e ve haritalama işlemlerindeki yardımı ve bilgisi ile Jeoloji Mühendisi Süleyman AKIN'a teşekkürlerimi sunarım.

Her zaman bana en büyük maddi ve manevi desteği vererek hiçbir yardımı esirgemeyen babam Umut BOZTAŞ'a, annem Sultan BOZTAŞ'a ve emeği geçen tüm sevdiklerime saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA NO

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
2.1. Kireçtaşı ve Sınıflama	4
2.1.1. Kireçtaşı, Dolomitik Kireçtaşı ve Dolomit	5
2.1.2. Dolomit	8
2.2. Kireçtaşının Oluşumları	10
2.3. Kireçtaşının Fiziksel Özellikleri	10
2.4. Kireçtaşlarının Endüstriyel Alanda Kullanımı	11
2.5. Kireçtaşlarının Mermer Olarak Kullanılması	15
2.5.1. Mermerin Tanımı	15
2.5.1.1. Sedimanter Tip Mermerler	16
2.5.1.2. Başkalaşım Tipi Mermerler	16
2.5.1.3. Çökeltme Tipi Mermerler (Traverten ve Oniksler)	17
2.5.1.3.1. Travertenler	17
2.5.1.3.2. Oniksler	18
2.5.1.4. Mağmatik Kökenli Mermerler	18
2.5.2. Mermer Ocak İşletme Yöntemi	18
2.5.2.1. Elmas Tel Kesme Makineleri İle Üretim Yöntemi	21
2.6. Doğal Yapı Taşlarında Kullanılan Standartlar	22
3. MATERYAL VE METOD	15
3.1. Materyal	26
3.1.1. Çalışma Sahası Hakkında Bilgiler	27
3.1.2. Çalışma Alanı Jeolojisi	28

3.2. Metod	32
3.2.1. Arazi Çalışmaları	32
3.2.2. Laboratuvar Çalışmaları	32
3.2.2.1. Karot Alımı	33
3.2.2.2. Fiziksel Özellikler	34
3.2.2.2.(1). Birim Hacim Ağırlık.....	34
3.2.2.2.(2). Özgül Ağırlık.....	35
3.2.2.2.(3). Sonik Hız Deneyi	37
3.2.2.2.(4). Görünür Porozite	38
3.2.2.2.(5). Su Emme Oranı	39
3.2.2.3. Mekanik Özellikleri	41
3.2.2.3.(1). Basınç Dayanımı	41
3.2.2.3.(2). Darbe Dayanımı.....	43
3.2.2.3.(3). Eğilme Dayanımı.....	45
3.2.2.3.(4). Aşınma (Böhme) Dayanımı.....	46
3.2.2.3.(5). Nokta Yük Dayanımı.....	49
3.2.2.3.(6). Shore Sertlik Tayini.....	51
3.2.2.3.(7). Los Angeles Aşınma Dayanımı.....	52
3.2.2.4. Diğer Özellikler.....	53
3.2.2.4.(1). Açık Hava Tesirine Dayanıklılık Tayini	53
3.2.2.4.(2). Pas Tehlikesi Tayini	54
3.2.2.4.(3). Asitlere Dayanıklılık Tayini	54
3.2.2.4.(4). Donma ve Çözölmeye Karşı Direnç Tayini	55
3.2.2.5. Petrografik Analiz	56
3.2.2.6. Kimyasal Analiz.....	56
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	57
4.1.Petrografik İnceleme	57
4.2.Kimyasal İnceleme.....	59
4.3. Numunelerin Fiziksel Özellikleri.....	60
4.3.1. Birim Hacim Ağırlık Deney Sonuçları	60
4.3.2.Özgül Ağırlık Deney Sonuçları.....	61

4.3.3. Porozite (Gözeneklilik Derecesi) Deney Sonuçları.....	61
4.3.4. Ağırlıkça Su Emme Deney Sonuçları	62
4.3.5. Sonik Hız Ölçümü Deney Sonuçları	63
4.4. Numunelerin Mekanik Özellikleri	63
4.4.1. Tek Eksenli Basma Dayanımı Deney Sonuçları	64
4.4.2. Nokta Yük Dayanım İndeksi Deneyi Sonuçları.....	64
4.4.3. Darbe Dayanımı Deney Sonuçları	65
4.4.4. Sürtünme Sonrası Aşınma Kaybı (Böhme) Deney Sonuçları.....	66
4.4.5. Eğilme Dayanımı Deney Sonuçları.....	66
4.4.6. Shore Sertlik Deneyi Deney Sonuçları	67
4.4.7. Los Angeles Aşınma Dayanımı Deney Sonuçları.....	67
4.5. Burdur Yeşilova Kireçtaşına Uygulanan Diğer Testler ve Sonuçları	68
4.5.1. Açık Hava Tesirlerine Dayanıklılık Deney Sonuçları	68
4.5.2. Pas Tehlikesi Tayini Deney Sonuçları	68
4.5.3. Asitlere Karşı Dayanıklılık Testi Deney Sonuçları.....	68
4.5.4. Donma ve Çözölmeye Karşı Dayanıklılık Deney Sonuçları.....	69
4.6. Bulunan Petrografik, Kimyasal, Fiziksel, Mekanik ve Diğer Özellikler	
Bakımdan İlgili Standartlar ve Genel Kriterlere Göre Değerlendirilmesi ...	69
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	71
KAYNAKLAR	75
ÖZGEÇMİŞ	78

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 2.1. Kalsiyum Karbonat İçeriğine Göre Sınıflama.....	6
Çizelge 2.2. Safliklarına Göre Kalkerler.....	7
Çizelge 2.3. Kalsit ve Dolomit Oranına Göre Sınıflama.....	9
Çizelge 2.4. Kayaçların Doğal Yapı Taşı Olarak Kullanılabilmesi İçin Sahip Olmaları Gereken Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Sınır Değerleri (TS 2513).....	23
Çizelge 2.5. Mermer ve Kalsiyum Karbonat Bileşimli Kayaçların Doğal Yapı Taşı Olarak Kullanılabilmesi İçin Sahip Olmaları Gereken Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Sınır Değerleri (TS10449).....	23
Çizelge 2.6. Kayaların Doğal Yapı Taşı Olarak Kullanılabilmesi İçin Sahip Olmaları Gereken Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Sınır Değerleri (ASTM C97, C170, C99, C241).....	24
Çizelge 2.7. Kaplama Olarak Kullanılan Doğal Kayaçların Sahip Olmaları Gereken Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Sınır Değerleri (TS 1910).....	25
Çizelge 4.1. Kimyasal Analiz Sonuçları.....	59
Çizelge 4.2. Birim Hacim Ağırlık Değerleri.....	60
Çizelge 4.3. Özgül Ağırlık Değerleri.....	61
Çizelge 4.4. Porozite Değerleri.....	62
Çizelge 4.5. Ağırlıkça Su Emme Oranı Değerleri.....	62
Çizelge 4.6. Sonik Hız Değerleri.....	63
Çizelge 4.7. Tek Eksenli Basınç Dayanım Değerleri.....	64
Çizelge 4.8. Nokta Yüğü İndeksi Dayanım Değerleri.....	65
Çizelge 4.9. Darbe Dayanım Değerleri.....	65
Çizelge 4.10. Aşınma (Böhme) Dayanım Değerleri.....	66
Çizelge 4.11. Eğilme Dayanım Değerleri.....	66
Çizelge 4.12. Shore Sertlik Değerleri.....	67
Çizelge 4.13. Los Angeles Aşınma Dayanımı Değerleri.....	67

Çizelge 4.14. Deney Sonuçlarının Genel Değerlendirmesi.....	70
---	----

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 2.1. Kalsit-Dolomit mineral yüzdeleri ile % MgO ve Alizarin Red-S ile boyanmış örneklerde boyanabilirlik/reng dağılımına göre karbonatlı kayaların sınıflaması: Kireçtaşı, Dolomitli Kireçtaşı, Kalsitli Dolomit ve Dolomit (Compton, 1962; Yetiş ve Anıl, 2005).....	5
Şekil 2.2. Dolomit ve Kalsit İçeriğine Bağlı Olarak Karbonatlı Kayaçların Sınıflandırılması (Harben,1995).....	9
Şekil 2.3. Elmas Tel Kesme Yönteminin Sembolik Olarak Görünümü.....	22
Şekil 3.1. Yer Bulduru Haritası	26
Şekil 3.2. Kalın Bir İstif İçinde Bulunan Kireçtaşlarının Arazideki Görünümü.....	28
Şekil 3.3. Çalışma Alanındaki Kireçtaşlarından Farklı Bir Görünüm.....	28
Şekil 3.4. Çalışma Bölgesinin 1/25000'lik Jeolojik Haritası (MTA, 1967).....	30
Şekil 3.5. Çalışma Bölgesinin Doğu-Batı ve Kuzey-Güney Doğrultusunda Enine Kesiti.....	31
Şekil 3.6. Çalışma Bölgesinin Eş Yükselti ve Blok Diyagramı.....	31
Şekil 3.7. Kağılcık Mevkiine Ait Kireçtaşlarının Arazideki Görünümü.....	32
Şekil 3.8. Kayaç Numunelerinden BX Çapında Karotun Alınışı.....	33
Şekil 3.9. Burdur Yeşilova Bölgesinden Alınarak Fiziko Mekanik Deneyler İçin Hazır Hale Getirilen Numunelerin Görüntüsü.....	34
Şekil 3.10. Piknometre İle Ölçüm	37
Şekil 3.11. Sonik Hız Ölçmede Kullanılan Pundit Aleti.....	39
Şekil 3.12. Basınç Mukavemeti Deneyi İçin Kullanılan Ekipman.....	42
Şekil 3.13. Numunenin Basınç Deneyinden Sonraki Görüntüsü.....	42
Şekil 3.14. Darbe Dayanımı Aleti.....	43
Şekil 3.15. Darbeye Maruz Kalan Numunenin Deney Sonrası Görüntüsü.....	44
Şekil 3.16. Eğilme Dayanım Deney Aleti.....	46
Şekil 3.17. Sürtünme ile Aşınma Kaybı (Böhme) Deney Makinesi.....	48
Şekil 3.18. Nokta Yük Deney Aleti ve Numunenin Görünümü.....	51
Şekil 3.19. Shore Schleroscope Cihazı	51

Şekil 3.20. Los Angeles Aşınma Dayanımı Aleti.....	52
Şekil 4.1. Burdur Yeşilova Kağılcık Kireçtaşlarının Polarizan Mikroskop Görünümü.....	58
Şekil 4.2. Mikroskobik foto, polarize ışık, mikritik doku içinde görünümü.....	58

1. GİRİŞ

Eski çağlardan beri çeşitli amaçlarla kullanılan kireçtaşları, düşük maliyetli olması ve endüstrinin temel ihtiyaç maddeleri arasında yer alması nedeniyle daha uzun yıllar boyunca kullanılmaya devam edecektir. Yeryüzünün yaklaşık % 75'ini kaplayan sedimanter kayaçların, kimyasal bileşiminde % 50'den fazla karbonat minerali içerenlerine karbonatlı kayaçlar adı verilir. Prekambriyenden günümüze kadar devam eden karbonat kayaçların oluşumunun sonucunda dolomit ve kireçtaşı varlığının çok büyük boyutlarda olduğu ortaya çıkmıştır. Kalsiyum topraklarda, suda, bitki ve hayvan bünyelerinde bulunur ve dünya kabuğu elementlerinin % 3,5 - 4'ünün kalsiyum, % 2'sinin magnezyum içermesi ve kalsiyumun dünya kabuğu içinde rastlanan tüm elementler içinde beşinci sırada yer alması, kireçtaşının varlığını kanıtlamaktadır.

Kireçtaşlarına karbonat kayaçları da denir. Yapılarında CaCO_3 ve MgCO_3 gibi minerallerin çoğunlukla bulunduğu kayaçlardır. Kireçtaşının % 90'ı kalker yani CaCO_3 'tür. Dolomitik kireçtaşının bileşiminde ise % 10 – 35 oranında MgCO_3 bulunur. Kireçtaşları hem oksit hem de hidroksit formda olabilen beyaz renkte, içindeki kimyasal saflık derecesine bağlı olarak da kül rengi tonlarındadır. Kireç zehirli ve patlama tehlikesi olmayan, kokusuz, çevre dostu bir malzemedir.

Kireçtaşlarının yayılımları oldukça fazladır ve kara yüzeyinin % 7'sini, sedimanter kayaçların ise yaklaşık % 10'unu oluştururlar (www.wikipedia.org, 2009).

Kireçtaşının şu dört ana önemli özelliğinin altı çizilmelidir.

- Kirecin ana hammaddesidir. İlk çağlardan beri elde edilmiş ve kullanılmış kireç, doğrudan kireçtaşının bir ürünüdür.
- Mermerlerin yapıcı taşlarıdır. Başlangıçta kireçtaşı tabakaları ve serileri olan kayaç yığınları, metamorfizma geçirerek, yani yüksek basıncın, sıcaklığın ve geçen uzun zamanın etkisi ile değişerek mermere dönüşmüşlerdir.
- İlk insandan günümüze kadar bütün evler, yollar ve köprülerde yani yapılaşmış tüm birimlerde en büyük oranda kullanılan madde kireçtaşıdır.

- Çimentonun, asfaltın keşfinden beri, çimento üretiminde % 60 oranında ana hammadde olarak; beton dökümünde ve asfaltlı yol yapımında ise, çimento harcına ve asfalta karıştırılan mıcır olarak bol miktarda kullanılmaktadır.

Günümüzde kireçtaşı, özellikle dekoratif amaçlı doğal malzemeler olarak da kullanılmaktadır. Bu tür kayaçların doğada bol miktarda bulunması ve kolayca işlenebilmesi mühendislik yapılarında kullanılmasına etki etmektedir. Günümüzde kayaçların çoğu bazı özellikleri bilinmeden kullanılmaktadır. Kireçtaşının hangi amaç için kullanılacağına önceden tespiti, araştırma masraflarının minimize edilmesinin önünü açar. Eğer kireçtaşının mekanik veya tekno-mekanik sınıfa girmesi arzu ediliyorsa kalitesi ve ekonomik değerinin yüksek olması gerekir. Eğer beton, yol yapımında kullanılacaksa sertlik, hacim değişmezliği, düşük poroziteye sahip kireçtaşlarına bakılır. Yapı sektöründe ise kireçtaşının TSE kriterlerine uyum göstermesi gerekmektedir.

Kireçtaşları, inşaat sektörünün olmazsa olmaz hammaddelerinden biridir. Ülkemizde özellikle son 40 yıldır nüfus artışına paralel olarak hızlı bir kentleşme ve sanayileşme yaşanmaktadır. Bunun sonucunda konut ve altyapı gereksinimi artmakta, doğal olarak kireçtaşlarına duyulan talep de fazlalaşmaktadır.

Bu çalışmada, Burdur Yeşilova Kağılcık köyü sınırları içerisinde yüzeylenen Orta Triyas – Üst Jura aralığında çökeldiği önceki çalışmalarda belirlenen çalışma alanı ve yakın çevresindeki alanın jeoloji haritası ve kesitleriyle, alınan örnekler üzerinde ince kesitler yaptırılarak polarizan mikroskopta petrografik özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca aynı örneklerin kimyasal içerikleride belirlenmiştir. Fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek için alınan kireçtaşı örnekleri üzerinde hangi endüstriyel alanda kullanılabilirliğini ortaya koymak amacıyla gerekli deneyler yapılmış ve bölgenin kireçtaşlarının özellikleri saptanarak hangi endüstriyel alanlarda kullanılabilirliği karşılaştırmalı olarak belirlenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İnceleme alanında genel jeoloji amaçlı çalışmalar, 1977'de Poisson ile başlar. Yazar bu çalışmasında Batı Torosların genel jeolojisini açıklayan konularda ayrıntılı çalışmalar yapmıştır. Bu çalışma oldukça ayrıntılı olup Batı Toroslar yapısal olarak esas olarak 3 gruba ayrılmıştır. Bunlar Beydağlı otokfonu, Antalya napları ve Lisiyen naplarıdır.

Kuşçu (1990)'da Belence (Eğridir-Isparta) siyah mermer yatakları çalışmasında Belence siyah mermer yataklarının ekonomik jeolojisini ortaya koymuştur.

Karaman (1994)'de Isparta-Burdur arasının jeolojisini tektonik özellikleri çalışmasında, alanındaki kaya birimleri otokton ve allokon olmak üzere başlıca iki gruba ayrılır. Kretase yaşlı karbonat istif bölgenin en yaşlı otokton kaya birimidir. Karbonat istif iki birim içerir. Bunlar alttan üste doğru; (1) Senomaniyen-Türoniyen yaşlı Söbüdağ formasyonu ve (2) Orta Maostrihtiyen yaşlı Senirce formasyonu'dur. Tüm Kretase yaşlı kaya birimleri Tersiyer yaşlı kırıntılı sedimentlerle uyumsuz olarak örtülür. Tersiyer yaşlı sedimanter istif iki birime ayrılır. Bunlar alttan üste doğru; (1) Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Kızılkırma formasyonu ve (2) Orta Eosen yaşlı Kayıköy formasyonu'dur. Bölgedeki Gölcük volkanizması Geç Miyosen-Erken Pliyosen boyunca aktif olmuştur. Gölcük formasyonu Gölcük volkanik materyallerinden meydana geldiğini belirlemiştir.

Kırıkoğlu (1996)'da yapmış olduğu çalışmada endüstriyel kullanım açısından karbonat kayaların değerlendirilmiştir.

Buzlu (2001)'de Bayat (Atabey-Isparta) kireçtaşlarının mermer olarak kullanılabilirliği ve ekonomik potansiyeli çalışılmıştır.

Gökay ve Gündoğdu (2001)'de mermer renklerinin sayısal analiz yoluyla sınıflandırılması ve mermer işleme tesislerindeki kullanılabilirliği araştırılmıştır.

İslamoğlu ve Taner (2002)'de Batı Toroslar'da, Kasaba Miyosen havzasında mollusk faunası içeren Uçarsu ve Kasaba formasyonlarında altı adet stratigrafi kesiti ölçülmüştür.

Uysal ve Arkadaşları (2003), bazı mermer türlerinin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirleyerek, inşaatlarda yapı ve kaplama malzemesi olarak kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Bu amaçla mermerlere bir dizi deneyler uygulamışlardır. Daha sonra elde ettikleri sonuçları TSE standartları ile karşılaştırmış ve mermerlerin yer döşemesi, duvar kaplaması, merdiven basamağı kullanım alanlarına uygunluğunu araştırmışlardır. Son olarak da mermer türlerinin tekno-mekanik özelliklerinin üretimde kalite kontrolünün sağlanmasına ve üretim sürecinin iyileştirilmesine yönelik etkilerini vurgulamışlardır.

Kun ve Onargan (2004)' de yaptıkları çalışmalarında, granit ve granodiyorit türü kayalara tekno-mekanik, petrografik ve kimyasal testler uygulamışlar ve kayaların shore indeks değerlerini, kayaç ve mineral bazında tespit etmişlerdir. Bu indeks değerlerinin diğer parametrelere bağlı olarak değişimini araştırmışlardır.

Gordillo ve Perez (2005)'de yapmış oldukları "Effects of Thermal Changes on Macael Marble: Experimental Study" adlı çalışmada, büyük yapılarda sütun olarak kullanılan Macael mermerlerinin belirli sıcaklık altında değişimini gözlemlemiş ve fiziksel özelliklerini laboratuvar ortamında yapılan çalışmalarla belirlemişlerdir.

Atabey ve Arkadaşları (2006)'da yapılan çalışmada Güney İlçesi (Denizli) Batısındaki Gölsel Kireçtaşının Fiziksel, Jeokimyasal ve Teknolojik Özellikleri tespit edilmiştir.

Uz ve Bacak (2008)'de Beyceköy (Bilecik) kireçtaşlarının jeolojik, petrografik, fiziko-mekanik özellikleri ve mermer olarak değerlendirilebilirliği çalışılmıştır.

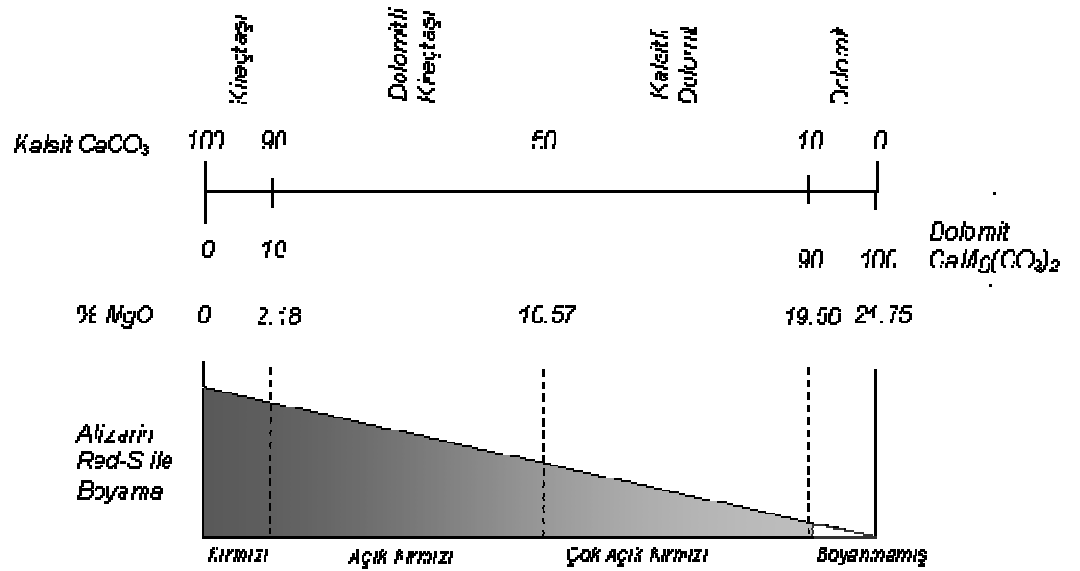
2.1. Kireçtaşı ve Sınıflama

Kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve dolomit olmak üzere kireçtaşları üç çeşittir.

- Kireçtaşı: Kireçtaşı, bileşiminde kütlece en az % 90 oranında kalker (kalsiyum karbonat, CaCO_3) içeren,

- Dolomitik Kireçtaşı: Dolomitik kireçtaşı, bileşiminde kalsiyum karbonat (CaCO_3) yanında kütlece % 10 - % 35 oranında magnezyum karbonat (MgCO_3) içeren,
- Dolomit: Bileşiminde % 35'ten fazla magnezyum karbonat (MgCO_3) içeren tortul kayalardır.

Özellikle diyajenetik olup, stratigrafik olarak haritalanamayacak şekilde görülen kireçtaşı/dolomit ayırımında esas olarak kimyasal içerik ele alınarak ayırım yapılmaktadır. Kalsit-dolomit mineral yüzdeleriyle % MgO ve Alizarin Red-S ile boyanmış örneklerde boyanabilirlik, renk dağılımına göre de karbonatlı kayaların sınıflandırılması mümkündür (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Kalsit-Dolomit mineral yüzdeleri ile % MgO ve Alizarin Red-S ile boyanmış örneklerde boyanabilirlik/renk dağılımına göre karbonatlı kayaların sınıflaması: Kireçtaşı, Dolomitli Kireçtaşı, Kalsitli Dolomit ve Dolomit (Compton, 1962; Yetiş ve Anıl, 2005).

2.1.1. Kireçtaşı, Dolomitik Kireçtaşı ve Dolomit

Kimyasal içeriğinde en az % 90 CaCO_3 (kalsiyum karbonat) içeren kayalara kalker ya da kireçtaşı adı verilmektedir. Ayrıca mineralojik bileşiminde en az % 90 kalsit minerali bulunan kayalara da kalker adı verilmektedir. Kalker saf halde kalsit

ve çok az miktarda aragonit kristallerinden oluşur. Kalsit ve aragonit kalsiyum karbonatın iki ayrı kristal şekli olup, teorik olarak % 56 CaO ve % 44 CO₂ içerir. Ancak doğada hiçbir zaman saf olarak bulunmaz. Kalkerin sertlik derecesi 3, özgül ağırlığı 2,5 – 2,7 gr/cm³ arasındadır. Kireçtaşlarının kalsiyum karbonat içeriğine göre sınıflandırılması Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Hangi koşullarla meydana gelirse gelsin kalkerler, doğada buldukları durumları ile bileşimlerinde kalsiyum karbonatın yanı sıra; magnezyum karbonat, kil mineralleri, demir silikat-oksit ve sülfürleri, silikat asidi (SiO₂) gibi bileşikler içerirler. Bu bileşiklerin bir kısmı kalker oluşumu esnasında ve oluşum ortamının koşullarına bağlı olarak gelebildiği gibi diyajenez esnasında ve etkenleri ile de gelebilir. Saflıklarına göre kalkerler Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Kalsiyum Karbonat İçeriğine Göre Sınıflama (D.P.T., 2001)

Kayaç Adı	Bileşimi
Çok yüksek Kalsiyumlu Kireçtaşı	Min. % 97 CaCO ₃
Yüksek Kalsiyumlu Kireçtaşı	Min. % 95 CaCO ₃
Yüksek Karbonatlı Kireçtaşı	Min. % 95 CaCO ₃ + MgCO ₃
Kalsitik Kireçtaşı	% 5 MgCO ₃
Magnezyum Kireçtaşı	% 5 – 20 MgCO ₃
Dolomitik Kireçtaşı	% 20 – 40 MgCO ₃
Yüksek Magnezyumlu Dolomit	% 40 – 46 MgCO ₃

Çizelge 2.2. Safliklarına Göre Kalkerler (D.P.T., 1996)

Adlandırma	% CaCO ₃	% CaO
Çok Fazla Saf Kalkerler	98,5	55,2
Çok Saf Kalkerler	97 – 98,5	54.3 – 55,2
Orta Saf Kalkerler	93,5 – 97,5	52.4 – 54,3
Az Saf Kalkerler	85 – 93,5	47.6 – 52,4
Saf Olmayan Kalkerler	85	47.6

Kireçtaşının ana mineralojik bileşeni kalsittir. Değişik oranlarda demir ve magnezyum karbonat, kil mineralleri ve kuvars içeriği olağandır. Resifal kireçtaşları, genellikle saf ve klastik elemanları hiç içermemelerine rağmen yüksek dolomit içerikli olabilmektedir. Bantlı kireçtaşları, genellikle kil arakatkılıdır. Killi seviyeler çoğu kez marn ve silisli kireçtaşları ile geçişlidir. Kireçtaşı içerisinde arzu edilmeyen bileşiklerin belirlenmesinde en hızlı yöntem, bir miktar numuneyi seyreltik hidroklorik asitte çözmektir. Dolomit ve silikatlar daha yavaş çözünürken, kalsit hemen çözünecektir. Kalsitin dolomitten ayırt edilmesinde daha yavaş, ancak daha sağlıklı yöntem, boyamadır (Kırıkoğlu, 1996).

Organik veya kimyasal karbonatlı tortul kayaç grubuna giren kireçtaşları içerdikleri yabancı maddeler nedeniyle beyazdan-griye, sarımsı beyazdan-pembeye çok değişik renklerde bulunabilirler. Kömür içerenleri koyu gri veya siyah, demir içerenleri kırmızı veya kahverengi, dolomitik olanları pembe renkli olabilir.

Kireçtaşları genellikle tabakalıdır. Ancak masif yapıda kireçtaşları da mevcuttur. Tabaka kalınlıkları milimetre ölçeğinden, metrelere çok değişkendir. Çok ince tabakalı olanlara kalkerşisti de denilmektedir.

Yeraltı sularında travertenler şeklinde, deniz ya da tatlı sularda ise kimyasal organik veya mekanik çökeltme sonucu kalker yatakları oluşur. Oluşum süreçlerinden de anlaşılacağı üzere kalker iki ana grup altında toplanabilmektedir.

Yaygın olarak oluşan kireçtaşlarının çoğu organik, kırıntılı ve kimyasal materyaller içermektedir.

2.1.2. Dolomit

Kimyasal bileşimi $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ olan dolomit, kireçtaşlarından CaO 'nun yerini kısmen veya tamamen MgO 'nun alması ile oluşur. Bu yüzden kimyasal bileşimi açısından kireçtaşları ile ilişkili olup yanal da ve düşey de daima kireçtaşları ile geçişlidir.

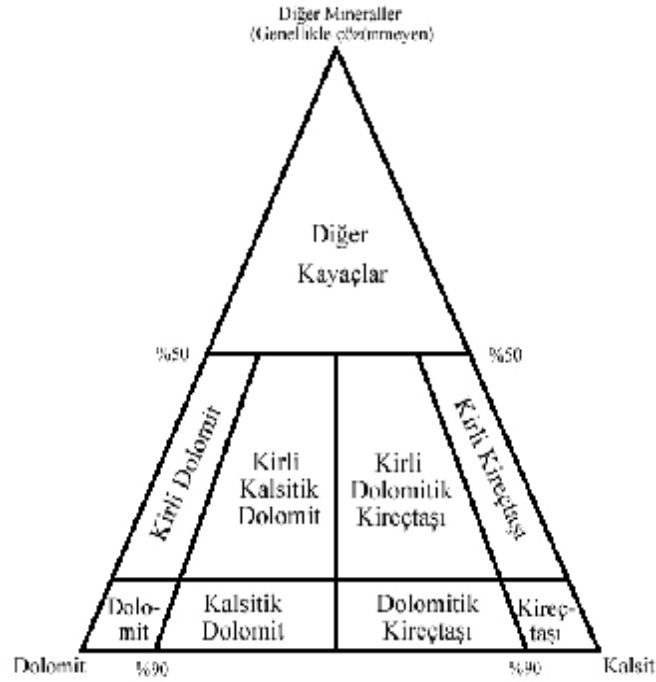
Dolomitin özgül ağırlığı, MgO oranına bağlı olarak 2,71 ile 2,87; sertliği ise Mohs skalasına göre 3,5 - 4 arasındadır. Ticari saflıktaki dolomitin ergime noktası 1924 - 2495 °C arasında değişmektedir. İhtiva ettiği organik malzeme miktarı arttıkça koyulaşmakla beraber genellikle pembe, kirli beyaz, beyaz-gri, siyah ve kahve renklidir. Romboedrik sistemde kristalleşen dolomit % 30,4 CaO , % 21,8 MgO ve % 47,8 CO_2 içerir.

Dolomitler 1,7'den daha küçük CaO/MgO oranına sahip kayaçlardır. CaO içeriğinin artması durumunda karbonatlı dolomit ve dolomitli kireçtaşlarına geçilir. % 5 oranına kadar MgO içeren dolomitler kireçtaşlarının biyolojik katkılarıyla oluşmuştur. Kaliteli dolomitler hidrotermal-metasomatik oluşumlardır. Bu tür dolomitlerin erken diyajenetik olduğu düşünülmektedir. Çok saf dolomitler (CaO/MgO oran 1,39 ile 1,45 arasında olanlar) metalik magnezyum üretimi ile cam endüstrisinde ve suların yumuşatılmasında kullanılır. CaO/MgO oran 1,45 ile 1,70 arasında olan saf dolomitler sinterlenerek refrakter malzeme olarak değerlendirilir. Türkiye kireçtaşı, dolomit ve mermer rezervleri son derece büyüktür. Bünyesindeki kalsit ve dolomit oranlarına göre bazı araştırmacılar tarafından aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır (Çizelge 2.3, Şekil 2.2).

Ticari anlamda dolomitin türleri için çeşitli sıcaklık derecelerinde işlemler yapılır. Kalsinasyon işlemi uygulanmamış dolomite Ham dolomit, 1100 °C de ısıl işleme tabi tutulmuş dolomite Kalsine dolomit, 1850 - 1950 °C arasında ısıl işleme tabi tutulması ile elde edilen ürüne de Sinter dolomit ismi verilmektedir. Dolomitin 1650 °C civarında demir oksitle birlikte yakılması ile elde edilen ürün ise Dead-burned dolomit olarak isimlendirilmektedir (Kırıkoğlu, 1996).

Çizelge 2.3. Kalsit ve Dolomit Oranına Göre Sınıflama (D.P.T., 1996)

Kayaç Adı	Bileşimi
Dolomit	% 10 dan az kalsit, % 90 dan fazla dolomit
Kalkerli Dolomit	% 50-10 kalsit, % 50-90 dolomit
Dolomitik Kireçtaşı	% 90-50 kalsit, % 10-50 dolomit
Magnezyumlu Kireçtaşı	% 95-90 kalsit, % 5-10 dolomit
Kireçtaşı	% 95 den fazla kalsit, % 5 den az dolomit



Şekil 2.2. Dolomit ve Kalsit İçeriğine Bağlı Olarak Karbonatlı Kayaçların Sınıflandırılması (Harben, 1995).

2.2. Kireçtaşı Oluşumları

Kireçtaşı kimyasal ve organik etkilerle akarsularda çöken maddelerin oluşturduğu bir kayadır. Bütün jeologlar, kireç taşının safsızlıklar hariç; kalsit, aragonit, dolomit ve manyezit gibi 4 ana mineralden oluştuğunu belirtmektedir (Boynton, 1980; Önem, 1997).

Hidrotermal etki ile oluşan kireçtaşı genellikle kristal yapıdadır. Değişik granit türlerindeki kalsiyum karbonat hidrotermal etkilerle oluşmaktadır. Genel olarak pek çok maden yatağında sülfür içeren maden yataklarında kalsiyum karbonat kristallenmektedir. Maden yatağını oluşturan tüm mineraller kristallendikten sonra kalsiyum karbonat kristallenmektedir. Kireç tüfü içeren maden yatakları, birleşiminde ayrıca aragonit ve kalsiyum karbonatta bulundurmaktadır (Betectine, 1957).

Karbonik ve diğer mineral asitleri içeren çözeltilerin aşınmanın etkisiyle yapısında kalsiyum bulunduran kayalar parçalanmaktadır ve bu şekilde serbest kalan kalsiyum akarsularla denize taşınmaktadır. Çözünmüş halde bulunan kalsiyum karbonatın bir kısmı deniz suyundaki düşük çözünürlük nedeniyle tortullaşmaktadır (Othmer, 1978).

Kireçtaşı içeren mağaralardaki dikitler, kireç içeren tuzlu çözeltilerden yapısındaki karbondioksit bulunan kireçlerin çözünmesi ile oluşmaktadır, tuzlu çözelti oyuklara sızmakta ve su, ısı etkisiyle buharlaşmaktadır. Çözelti bu şekilde fazlası ile doygun hale geldiğinden, çok iyi dağılmış olan tortullar ayrılmakta, yavaş yavaş sertleşmekte ve süre gelen dehidrasyon sonucunda da kristalleşmektedir.

Kireçtaşı, deniz ve akarsu diplerinde ölmüş hayvan kabukları ve kemiklerinin üst üste birikimi sonucu oluşan organik biriktirme kayasıdır. Kireçtaşı asidik suda erir. Yani su erimiş halde CO₂ ihtiva ediyorsa, kireçtaşını eritir.

2.3. Kireçtaşının Fiziksel Özellikleri

Kireçtaşı, dolomit ve daha ender olarak da mermer, agrega, çimento katkı malzemesi, dolgu v.b. gibi ürünlerin elde edilmesi amacıyla kırılır. Mukavemet,

sertlik, yoğunluk, porozite ve homojenlik ile tane şekli kullanımda belirleyici özelliklerdir. Özellikle kırılma sonrasında tane şeklinin olabildiğince kübik ve çatlaksız olması ve yapraklanma göstermemesi gereklidir. Sülfat gibi çözünebilir mineral içeriği minimum, dolayısı ile kimyasal bakımdan duraylı, tozsuz, kil, silt ve kum içeriği çok az olmalıdır. Genelde fazla aşınmanın söz konusu olduğu yerlerde veya karayolu inşaatlarında kireçtaşının düşük olan sertliği nedeniyle kullanılması arzu edilmez. Yapıtaşları renk ve desen bakımından albenisi olan, sıkıştırma ve bükme dayanımı yüksek, aşındırma etkilerine karşı dirençli, paslanmayan ve atmosferik etkiler alanda bozulmayan, mermer ve kireçtaşı gibi kayaçlardır. Ticari bakımdan çeşitli oniksler, traverten, rekristalize kireçtaşı ve dolomitler de mermer sözcüğü kapsamında değerlendirilmektedir (Kırıkoglu, 1996).

2.4. Kireçtaşlarının Endüstriyel Alanda Kullanımı

Kireçtaşları çok yaygın kullanım alanlarına sahip doğal hammaddelerden biridir. Ülkelerin gelişme düzeylerine ve ekonomik yapılarına göre kullanım alanları ve oranları büyük ölçüde değişmektedir. Çok eski zamanlardan beri kireçtaşları kırılarak agrega, kesilerek ve şekillendirilerek yapı taşı, öğütülerek ise dolgu malzemesi olarak kullanılmıştır ve kullanım alanları her geçen gün çoğalmaktadır.

Dünyada, kireçtaşı ürünleri kadar çok çeşitli kullanım amacı olan bir başka ürün mevcut değildir. İnsanlığın kireçtaşını ne zaman fırınlarda yakıp sönmemiş kirece dönüştürdüğü ve daha sonra suyla söndürüp harç yapımında kullandığı tam olarak bilinmemekle beraber, Türkiye'nin doğusunda bulunan kireç harçlı kalıntılar tarih öncesine dayanmaktadır.

Bugün dünyada tüketilen kireçtaşı miktarının – yaklaşık olarak - yıllık 4,5 milyar ton mertebesinde olduğu tahmin edilmektedir (D.P.T. 2001 yılı istatistiklerine göre – ABD: 870 milyon ton/yıl; Japonya: 190 milyon ton/yıl; İngiltere: 120 milyon ton/yıl; Türkiye: 234 milyon ton/yıl).

Günümüzde kireçtaşları, inşaat sanayinde çimento ve kireç hammaddesi, yapıtaşı ve kırma taş olarak, seramik ve tuğla yapımında, metalurjide, tarım alanlarında ve gübre yapımında, cam, kağıt, kimya sanayinde, şeker endüstrisinde,

matbaacılıkta, eczacılıkta, kömür tozu alevlerinin söndürülmesinde, asit yağmurlarının nötrleştirilmesi gibi özelliği ile çevre problemlerinin çözülmesinde, meyve suları, içki, yağ ve oto lastiği üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Yakut, 2001).

Birçok ülkede kireçtaşının ana kullanım sahası % 40 - 70 oranıyla inşaat ve yapı sektörüdür. Kireçtaşı bu sektörde beton harcında agrega (= mıcır) olarak ve yol yapımında agrega / dolgu maddesi olarak kullanılır. Bu amaçla kullanılacak olan kireçtaşı; temiz, kuru, kübik formda, yüksek aşınma mukavemetine ve sertliğe sahip olmalıdır. Daha ince (75 mikron – 5 mm) gradasyonlu bazı kireçtaşı (kalker) kumları ise, beton ve inşaat harcına katılır. İnşaat ve yapı endüstrisinde kullanılan yıllık mıcır miktarı, dünyada yaklaşık 1.5 milyar ton/yıl; Türkiye’de ise yaklaşık 180 milyon ton/yıl civarındadır. Bu değer, Türkiye’deki toplam kireçtaşı üretiminin % 74’üne karşılık gelmektedir (D.P.T., 2001).

Kireçtaşları, büyük oranda inşaat sektöründe kullanılmaktadır. Günümüzde, inşaat sektörünün olmazsa olmaz hammaddelerinden biridir. İnsanların ihtiyacını karşılayacak bina, yol, metro, köprü ve benzeri yapı çalışmalarında en önemli öge ekonomik ve emniyetli yapı malzemelerinin kullanılmasıdır ve bu nedenle kireçtaşları inşaat sektörü için vazgeçilmez bir hammadde oluşturmaktadır. Nüfus artışına paralel olarak bina ve yol yapımı gibi çalışmalar hız kazanmış ve dolayısıyla kireçtaşına talep artmıştır.

Kireçtaşının ikinci büyük kullanım alanı Portland çimentosu ($\text{CaO} + \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) yapımıdır. Çimentonun ana hammadde girdisi % 80’e varan oranlarla düşük magnezyumlu (en fazla % 5) kireçtaşıdır. Bir ton çimento üretimi için yaklaşık bir ton kireçtaşına ihtiyaç vardır. Dünyada Portland çimentosu üretimi yaklaşık 1.4 milyar ton/yıl olup Türkiye’de bu miktar 45 milyon ton/yıl civarındadır. Diğer bir deyişle toplam kireçtaşı üretiminin % 21’ü bu amaçla tüketilmektedir (D.P.T., 1996).

Çimento düşük maliyetle bir malzemedir ve rekabete açık bir piyasası vardır. Bu nedenle modern, elverişli taş kırma, öğütme ve kireç yapma metotları kullanılarak ekonomik olarak üretilmelidir.

Kireç endüstriyel hammaddeler içinde kullanım miktarı açısından 5. sırada olup, sönmemiş kireç üretimi için kullanılan yıllık kireçtaşı miktarının dünyada 750 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir. Türkiye’ de ise bu miktar kabaca 10 milyon ton/yıl civarında olup, toplam kireçtaşı üretiminin % 4’üne tekabül eder (Çiçek, 1999).

Beton agregası olarakta kireçtaşları kullanım alanı bulmaktadır. Beton agregası olarak aranılan özellikler:

- a) Tane şekli
- b) Tane dayanımı
- c) Dona dayanıklılık
- d) Zararlı maddeler
 - Yıkanabilir maddeler
 - Organik kökenli maddeler
 - Sertleşmeye zarar veren maddeler
 - Kükürtlü bileşikler
 - Çeliğe zarar veren maddeler
 - Alkali reaktivitesi oluşturan maddeler
- e) Granülometrik bileşimi
- f) İncelik modülü
- g) Beton agregaları birim ağırlığı
- h) Beton agregaları özgül ağırlığı

Cam endüstrisinde hem kalsiyumca zengin kireçtaşları, hemde dolomitik kireçtaşları kullanılmaktadır. Kalsiyumca zengin kireçtaşları şişe ve pencere camı yapımında, magnezyumca zengin dolomitik kireçtaşları ise bazı özel camların yapımında kullanılır. Bunun amacı, camın çözünürlüğünü azaltmak, camı suya ve kimyasallara dirençli hale getirmek, camın mekanik direncini ve parlaklığını arttırmaktır. Cam kaplasın ve bardakların üretiminde, çeşitli kimyasalların renksizleştirme etkilerine ve ısıl şoklarına karşın camı dirençli hale getirmesinden dolayı, dolomitik kireçtaşları tercih edilir. Bu alanda kullanılacak kireçtaşlarının % 98,5 (Ca, Mg)CO₃, % 0,2 Fe₂O₃, % 1 Kuvars, % 0,3 organik materyal içermesi idealdir. Demir oranı mümkün olduğunca düşük olmalıdır (Temur, 2001).

Kağıt sanayinde yüksek saflıkta CaCO_3 içeren ($\geq 95\%$) kireçtaşları kullanılır. Kalsine kireçtaşının yeniden karbonizasyonu sonucu presipite kalsiyum karbonat elde edilir. Ayrıca kağıdın kuşelenmesi için kullanılır. Çok yüksek yansımaya indeksi verir. Kağıdın baskı mürekkebinin kabul etme oranını artırır ve kağıda beyazlık ve parlaklık sağlar. Bu sanayide yoğunluğu 2,5 tan fazla olan ve en fazla % 3 Mg içeren yüksek saflıkta kireçtaşları kullanılmalıdır (Yakut, 2001).

Öğütülmüş kireçtaşı asidik toprakların pH değerini yükseltmekte yaygın olarak kullanılmakta olup ayrı yeten suni gübre ve hayvan yemi üretiminde de yeri vardır. Türkiye’ de tarımsal alanların ıslahında kullanılan toz kireçtaşı miktarı yılda yaklaşık 30 000 ton/yıl civarındadır (D.P.T., 2001).

Tarım alanında özellikle bitkilerin büyümesini sağlamak, toprağın kondisyonunu arttırmak ve asitliğini ayarlamak için kireçtaşları ve dolomitten yararlanır. Bu alanda öğütülerek toz haline getirilmiş, mümkün olduğunca saf kireçtaşı ve dolomit kullanılır.

Boya sanayinde kireçtaşlarının kullanılması polimerlerin homojen dağılımını arttırmakta, çözülme hızını azaltmakta, renk pigmentlerinin yüzmesini engellemekte ve boyanın örtme gücünü arttırmaktadır. Boya endüstrisinde kullanılacak kireçtaşlarının özgül ağırlığı $2,71 \text{ gr/cm}^3$ ve beyazlık oranı % 95’ten fazla olmalıdır (Yakut, 2001).

Bilhassa yüksek fırınlarda demir rafinasyonu için cüruflaştırıcı olarak çok miktarda kireçtaşı kullanılır. Türkiye’ de bu amaçla tüketilen yıllık kireçtaşı miktarı 1 milyon ton/yıl civarındadır. Bu alandaki tüketimin toplam tüketim içindeki payı % 0.45 oranına ulaşmaktadır (D.P.T., 2001).

Şeker sanayinde ham şerbete % 1,2 oranında öğütülmüş kireçtaşı katılarak kirletici maddelerin temizlenmesi ve reaksiyonların hızlanması sağlanır. Bu alanda kullanılacak kireçtaşlarının Si ve Mg oranının düşük Fe_2O_3 oranının % 1’den az, CaCO_3 oranının %95’ten fazla olması gerekir (Temur, 2001).

Kimya sanayinde kalsiyum karpit (CaCO_2), sodyum bikarbonat (NaHCO_3) ve soda üretimi kireçtaşının en çok üretildiği alanlardır. Dolomitten Mg eldesi ve İngiliz tuzu (MgSO_4) gibi çeşitli tuzların üretiminde kireçtaşlarından yararlanılmaktadır. Bu amaçla SiO_2 oranı düşük ve nispeten yumuşak kireçtaşları kullanılır (Temur, 2001).

İlaç sanayi kireçtaşlarının dolgu maddesi olarak kullanır. Tarım korumanın kullandığı kireçtaşları oldukça yumuşak ve beyazdır. Fe_2O_3 oranı % 0,1'in altında, SiO_2 oranı da % 0,5'ten az olmalıdır (Yakut, 2001).

Maden kömürü ocaklarında oluşan kömür tozlarının patlama tehlikesi vardır. Eğer kömür tozları % 35 oranında kireçtaşı ile karıştırılırsa patlama riski giderilmiş olur. Pulverize kireçtaşı makine ile ocağın tüm tavanlarına, duvarlarına ve zeminlerine püskürtülmelidir (Yakut, 2001).

Büyük ölçekli desülfürizasyon tesislerinde (örneğin kömür kullanan termik santraller) gittikçe artan miktarlarda öğütülmüş kireçtaşı kullanılmaktadır. Türkiye'de termik santrallerde kullanılan kireçtaşı miktarı ise çok düşük olup, 145.000 ton/yıl mertebesindedir.

Yüksek kükürlü yakıt yakan sistemlerin bacalarından çıkan ve hava kirlenmesine yol açan kükürt bileşiklerinin giderilmesi için tüm desülfürizasyon sistemlerinde kireçtaşları kullanılır (D.P.T., 2001).

Bahsi geçen kullanım alanlarının dışında endüstriyel olarak, soda sanayi, lastik - plastik - kauçuk sanayi gibi sektörlerde de kireçtaşı kullanımı söz konusu olup, Türkiye'de bu sanayi dallarında tüketilen toplam kireçtaşı miktarı 1.4 milyon ton/yıl civarındadır (D.P.T., 2001).

2.5. Kireçtaşlarının Mermer Olarak Kullanılması

2.5.1. Mermerin Tanımı

Mermer, kalker ($CaCO_3$) ve dolomitik kalkerlerin ($CaMg(CaCO_3)_2$) ısı ve basınç altında metamorfizmaya uğrayarak, yeniden kristalleşmesi sonucunda oluşan metamorfik kayaç olarak tanımlanmaktadır.

Ticari ve endüstriyel anlamda ise mermer tanımlaması çok geniş bir anlam taşımaktadır. Blok verebilen, kesilerek parlatılıp cilalanabilen, dayanıklı ve göze hoş gelen her türlü kayaç (mağmatik, metamorfik, Sedimanter) mermer olarak tanımlanmakta ve değerlendirilmektedir. Bununla beraber mermerlerin

değerlendirilmesinde jeolojik, mineralojik, yapısal ve jeolojik unsurlar ile teknolojik özellikler etkilidir (Görgülü, 1994).

Günümüzde mermerler ve mermer kabul edilen taşları dört ana grupta toplamak mümkündür.

1. Sedimanter tip mermerler,
2. Başkalaşım tipi mermerler,
3. Çökme tipi mermerler (traverten ve oniks),
4. Mağmatik kökenli mermerler.

2.5.1.1. Sedimanter Tip Mermerler

Kalkerler, kireçtaşları, tektonik breşler ve pudingler Sedimanter tip mermerler grubuna girmektedir.

Kalkerler, kimyasal çökme ve kalkerli organik atıkların çökmesi sonucu oluşmaktadır. Bileşiminde % 90'dan fazla kalsiyum karbonat (CaCO_3) bulunduran kütlelere genel olarak kalker adı verilmektedir. Kimyasal bileşiminde %10'dan fazla MgCO_3 bulunana kalkerlere dolomitik kalkerler adı verilmektedir. Kalkerlerin içinde kalsiyum karbonat genellikle şekilsiz olmaktadır. Ayrıca yapılarında grafit, kil, demir, manganez ve çeşitli mineral oksitler bulunabilmektedir. Bazı cinslerinde fosillere de rastlanır. Hakiki mermerlerde fosillere rastlamak mümkün olmaz.

Kalkerler bileşimindeki ikincil maddelere, dokularına, görünümlere ve içindeki fosillere göre isimlendirilmektedirler. (Görgülü, 1994)

2.5.1.2. Başkalaşım Tipi Mermerler

Başkalaşım tipi mermerlere hakiki mermerler denilmektedir. Hakiki mermerler, kalker ve dolomitik kalkerlerin ısı ve basınç altında başkalaşıma uğrayarak yeniden kristalleşmesiyle oluşan metamorfik kayalardır. Kimyasal bileşiminde büyük oranda kalsiyum karbonat, daha düşük oranda magnezyum karbonat, yatağın oluşumuna bağlı olarak silis mineralleri ve mineral oksitleri içermektedir. Kalsiyum karbonat kristallerinden oluşanlarında genellikle % 95 – 96

oranında kalsit ve değişik oranlarda silis, silikat, demir oksit, florit ve organik maddelerde bulunabilmektedir (Arıkan, 1968).

Mermerlerin sertliği 3 mohs civarında olup, rengi bileşiminde bulunan kalsiyum karbonattan ötürü beyazdır. Fakat yabancı maddeler mermerin sertliğine ve rengine etki ederek çeşitlenmelerine neden olmaktadır.

Başkalaşım tipi mermerlerin mikroskop altında incelendiğinde, birbirlerine sıkıca kenetlenmiş kalsit kristallerinden oluştuğu görülmektedir. Bu kristaller oluşum sırasında soğuma hızı ile ters orantılı olarak çeşitli büyüklüklerde meydana gelmektedirler (Görgülü, 1994).

2.5.1.3. Çökeltme Tipi Mermerler (Traverten ve Oniksler)

2.5.1.3.1. Travertenler

Traverten mermerleri çökeltme tipi mermerler grubuna girmektedirler. Travertenler, kalsiyum bikarbonatlı sıcak kaynak sularının bıraktıkları çökeller olarak tanımlanmaktadır. Bu tür sıcak suların geçtiği yerlerde gözenekli, hafif taşlar meydana gelmektedir. Bu taşların çok delikli, hafif ve fazla miktarda organik maddeler ihtiva edenlerine kalker tüfü, az boşluklu ve daha yoğun olanlarına traverten adı verilmektedir. Üretimi, işlenmesi, kesilmesi çok kolay olup, beyaz, kirli beyaz, krem gibi çeşitli renklerde bol olarak bulunması bu kayaçların yaygın olarak kullanılmasını sağlamaktadır (Arıkan, 1968).

Travertenler çok yüksek gözenekli olanlarının yanında delikli ve yarıklı olanları da vardır. Bu boşluklu travertenlerin sağlamlığını fazla etkilemez. Diğer taraftan düşey zeminlere döşenirken boşluklar harçla dolduğundan daha kolay sağlamlaştırılabilir.

Travertenler mermerler ile aynı alanlarda kullanılmakta, ancak mermerden daha az dayanıklı, parlatma ve cila kabul etme özelliği daha düşük ve yüzey şartlarında daha kolay ayrıştığı için kullanımı biraz daha sınırlıdır. Gözenekli olmasından dolayı güzel görünüm verdiği için binaların iç ve dış kaplamalarında tercih edilmektedir.

2.5.1.3.2. Oniksler

Oniks mermerleri genellikle beyaz, sarı, yeşil renklerde olup, yarı saydam olabilmektedir. Tek renkte olduğu gibi değişik renkler gösteren bantlar, damarlar v.b. hallerde de olabilirler. Oniks mermerler, kristalleri birbirine sıkı şekilde bağlı olduğunda oldukça sert olabilmektedirler. Yapılarında bulunan silikatlar sertliklerini arttırmaktadır.

Ayrıca oniksler çok iyi cila kabul etmeleri ve görünüşlerinin güzel olması nedeniyle çok kıymetli mermerlerdir. Hakiki oniks, bileşimi silis olan akik (kalsedon) taşı olup, süs eşyası ve mücevher yapımında kullanılmaktadır. Oniks mermeri ise esas olarak kalsiyum karbonattan ibaret olup, yalnızca görünümü bu taş benzediği için bu adla anılmaktadır (Görgülü, 1994).

2.5.1.4. Mağmatik Kökenli Mermerler

Derinlerde veya yeryüzünde çıkan magmanın soğuması ve kristalleşmesi ile oluşan kayalara mağmatik kayalar adı verilmektedir. Mermercilikte en yaygın olarak kullanılanları; granit, serpantinit, diyabaz, lösitli siyenit ve granadiyoritlerdir. Granitler sert oldukları için işlenmeleri güç olup, yarılmaya hassasiyetleri yüksek olmaktadır. İyi cila kabul etmeleri, cilalarını uzun süre korumaları ve sağlamlıkları nedeni ile tercih edilen mermer cinslerinin başında gelmektedirler. Serpantinitin rengi çeşitli tonlarda yeşil ve sarımsı, kırmızı-kahverengi, siyahımsı olabilmektedir. Farklı renkler nedeniyle genellikle alacalı, lekeli gibi görünüş sahiptir. Sertliklerinin yüksek olması nedeniyle işlenmesi güç olup cila alma ve koruma kapasiteleri yüksektir. Özellikle zemin kaplama, sütun ve anıt inşaatlarında tercih edilmektedir (Görgülü, 1994).

2.5.2. Mermer Ocak İşletme Yöntemleri

Mermer ocak işletmeciliğinde, rezervi hesaplanmış, ekonomik ömrü belirlenmiş, tüm detay çalışmalarla ocak başlama yeri belirlenmiş olan bir mermer

ocagında yapılacak ilk işlem, ocak işletme yönteminin belirlenmesidir. Aynı zamanda uygulanacak işletme yöntemi mermer ocağının doğası ile de direkt ilgilidir. Ocak işletmesinden üretilen mermer blokların biçilerek dilimlere ayrılması mermer kesme ve işleme tesislerinde yani mermer fabrikasında yapılır. Biçilen her mermer dilimine levha (plaka) denilmektedir.

Mermer ocaklarından düzgün geometrik şekillerde mermer fabrikasına gelen bloklar çeşitli makine ve teçhizat kullanılarak kesilmekte ve kesilerek levha mermer haline gelen mermer istenilen boyutlarda küçültülerek pürüzlü yüzeyler silinerek pürüzsüz duruma getirilip parlatılmak üzere piyasaya sunulmaktadır. Mermer bloğunun mineralojik ve fiziksel özelliğine göre kesme sistemleri seçilmektedir. Genel olarak lama (testere) ve disk (daire) ile kesen makine sistemleri olarak ikiye ayrılır. Lama (testere) ile kesen makinelere katraş denilmektedir.

Katraşla blok kesme sistemi, raylar üzerinde hareket edebilen çerçevesi araba üzerine sağlam ve sarsıntıdan etkilenmeyecek şekilde yerleştirilen mermer blokları üzerinde ayrı bir tablaya monte edilmiş lamalar (testere, bıçak) bulunur. Lamalı bir tablaya çevirici bir kuvvet tarafından doğrusal hareket verilerek mermer bloğunun üzerinde bir sürtünme sağlanır. Bu şekilde derinlemesine kesilme meydana gelir. Lama tablası sabit olduğu gibi yukarıdan aşağıya hareket ettirilen katraş tipleri de vardır. Ayrıca lamalar yatay veya dikey hareketli de olabilir. Katraşın lamalardaki konumu ve kullanılan lama çeşitlerine göre tipleri vardır. Büyüklükleri de çok çeşitlidir.

Mermer ocak işletmeciliğinde amaç, kaliteli, sağlam ve piyasanın talebi olan mermer ürünlerinin üretilmesidir. Mermer ocaklarında iki türlü işletme yöntemi uygulanmaktadır. Bunlardan birincisi açık ocak, ikincisi ise kapalı ocak (yeraltı ocağı) şeklindedir.

Mermer ocaklarında işletme yöntemi seçilirken arazinin durumu büyük rol oynar. Mermer ocakları işletmeye alınırken jeolojik olarak kırık, çatlak sistemleri, jeolojik yapılar ve mermerin renk ve desenlerinin yönlere göre değişimi göz önüne alınarak ocak işletmeciliği yapılmalıdır. Kayaç durumu, arazi durumu ve jeolojik yapılara göre işletme yöntemi seçilmelidir.

Mermer ocak işletmeciliğinde kullanılan üretim yöntemleri kullanılan makine ve ekipmanlarla adlandırılmıştır. Söz konusu yöntemlerden söz ederken hiç bir yöntemin tek başına kullanılmadığı görülmektedir. Yani modern makinenin yanında eski yöntemlerdeki alet ve ekipmanlar da kullanılmaktadır. Dolayısıyla yöntemler belirli ana başlıklar altında belirtilmesine rağmen tek başlarına birer işletme yöntemi olamayacağı unutulmamalıdır.

Mermer ocak işletmeciliğinde uygulanan yöntemlerini şu ana başlıklar altında incelemek mümkündür;

Bunlar;

A. Klasik Mermer Üretim Yöntemleri

1. El ile üretim yöntemi,
2. Patlayıcı maddelerle üretim yöntemi,
3. Basıncı hava ile üretim yöntemi,
4. Delme-Kamalama ile üretim yöntemi,
5. Kanal açma makineleri ile üretim yöntemi,
6. Kumlu tel kesme makineleri ile üretim yöntemi.

B. Modern makine ve ekipmanlarla yapılan üretim yöntemleri,

1. Zincirli taş kesme makineleri ile üretim yöntemi,
2. Elmas telle kesme üretim yöntemi.

C. Deneme aşamasındaki üretim yöntemleri,

1. Laser ışınları ile kesme üretim yöntemi,
2. Basıncı su ile (su jeti ile) kesme üretim yöntemi,
3. Ateş ile yakma üretim yöntemi.

Yukarıda görüldüğü gibi tek başlarına birer üretim yöntemi gibi görülmelerine rağmen mermer ocaklarında uygulanan üretim yöntemleri aslında bu yöntemlerin değişik şekilde karıştırılması sonucunda ortaya çıkmaktadır. Türkiye’de ilk defa 1983 yılında Afyonkarahisar ili, İncehisar ilçesinde elmas tel kesme makinaları ile mermer üretimi gerçekleştirilmiştir. İncehisar bölgesinde kullanılan elmas tel kesme yöntemi günümüzde halen tercih edilen en yaygın mermer üretim yöntemi olarak bilinmektedir.

2.5.2.1. Elmas Tel Kesme Makineleri ile Üretim Yöntemi

Ülkemizde var olan mevcut mermer kaynaklarının en iyi şekilde değerlendirilmesi için diğer üretim yöntemleri yerlerini kısa sürede elmas telle kesmeye bırakmaktadır.

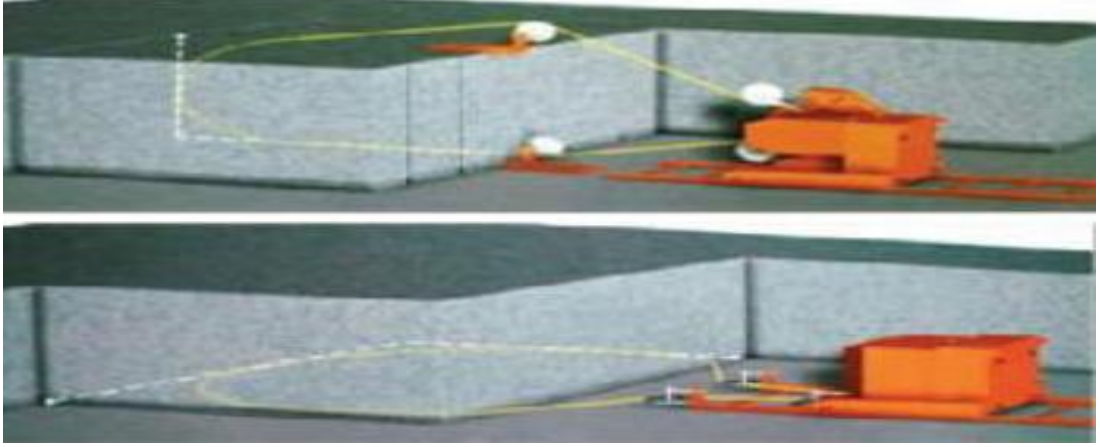
Elmas telle kesme üretim yönteminde en önemli husus elmas tel kesme makinesini kullanacak teknik elemanın bulunmasıdır. Bu makineler mutlak suretle işin ehli tarafından kullanılmalıdır. Bu makineleri her operatörün aynı başarı ile kullanabileceği düşünülmemelidir.

Elmas tel kesme makineleri dizel ve elektrikli olmak üzere kullandıkları enerji türüne göre iki gruba ayrılır. Elektrikli olanlar kullanılmalarının kolay ve ekonomik olmaları nedeniyle tercih edilirler

Bu katraklar da çelik lamalı kumlu katraklarla aynı esasa göre çalışırlar. Konstrüksiyon bakımından hiçbir fark göstermezler. Ancak, kesme işlemi elmas soketli lamalarla yapılır. Çelik lamaların mermer yüzeyine gelen kısmında elmas parçaları içeren vidyeli çelik uçlar (soket) monte edilmiştir. Kesme işlemi bu elmas soketler ile yapılır. Katrağın kesmesi anında bol su kullanılır. Elmas lamalı katrakların kesme hızları saatte 5 - 40 cm arasındadır. Kumlu katrağa göre normal mermerde 10 - 20 katı fazla olmaktadır. Bunun için sert olanlar dışında mermerlerin elmas katraklarda kesilmesi tercih edilir.

Elmas lamalı katrağın, lama beşiğinin durumuna göre; yatay lama beşikli ve dikey lama beşikli olarak çeşitleri vardır. Ayrıca, blok sabit, yukarı hareketli tipleri de bulunur. Bu tiplerin kesme randımanları ve kullanılması kesilecek mermerin özelliklerine göre seçilmektedir.

Elmas telle kesme yönteminin temeli, deliciler ile delinen deliklerden geçirilen ve üzerinde elmas boncuklar bulunan tel yardımıyla daha önce belirlenen mermer bloğunun ana kütlede ayrılmasını sağlamaktır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Elmas Tel Kesme Yönteminin Sembolik Olarak Görünümü

Mermer ocak işletmeciliğinde elmas telle kesme yönteminin uygulanması; ekonomikliği, pratik oluşu ve üretim hızının yüksek oluşundan dolayı en elverişli yöntemlerden birisidir.

2.6. Doğal Yapı Taşlarında Kullanılan Standartlar

Doğal yapı taşlarının mekanik özellikleri, bu kayaçların kullanım alanlarının belirlenmesi dışında, ocak ve fabrikalardaki üretim verimliliği üzerinde de oldukça önemli rol oynamaktadırlar. Doğal yapıtaşlarının mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Türk Standartlarında belirtilen bir seri laboratuvar deneyi yapılmalıdır. Mermer ocakları içerisinde yatay ve düşey yönlerde renk, desen ve dokusal özellikler açısından farklılıklar gözlenmesi nedeniyle, aynı ocaktan mermer sektöründe, farklı isimlerle bilinen mermerler üretilmektedir. Bu nedenle laboratuvar deneyleri, aynı ocak içerisinde, renk ve desen açısından farklılıklar sunan, değişik mermer seviyeleri üzerinde de tekrarlanmalıdır (Ürünveren, 2008).

Aşağıda Çizelge 2.4’de TS 2513, Çizelge 2.5’de TS 1910, Çizelge 2.6’da TS 10449 ve Çizelge 2.7’de ASTM (C97, C170, C99, C241)’ye göre mermerlerin sahip olmaları gereken fiziksel ve mekanik özelliklerin sınır değerleri verilmektedir.

Çizelge 2.4. Kayaçların Doğal Yapı Taşı Olarak Kullanılabilmesi İçin Sahip Olmaları Gereken Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Sınır Değerleri (TS 2513)

Fiziksel Özellikler	Sınır Değer	Mekanik Özellikler	Sınır Değer
Birim Hacim Ağırlık (gr/cm ³)	>2.55	Tek eksenli Basınç Direnci (kg/cm ²)	> 500
Ağırlıkça Su Emme(%)	<1.80	Eğilme Direnci (kg/cm ²)	> 50
Don Sonrası Ağırlık Kaybı(%)	<5	Böhme Yüzeysel Aşınma Direnci (cm ² /50)	< 15
		Darbe Direnci (Kgf/cm ²)	> 6

Çizelge 2.5. Kaplama Olarak Kullanılan Doğal Kayaçların Sahip Olmaları Gereken Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Sınır Değerleri (TS 1910)

Fiziksel Özellikler	Sınır Değer	Mekanik Özellikler	Sınır Değer
Birim Hacim Ağırlık (gr/cm ³)	> 2.55	Tek Eksenli Basınç Direnci (kg/cm ²)	> 500
Ağırlıkça Su Emme (%)	< 0.75	Eğilme Direnci (kg/cm ²)	> 50
Porozite (%)	< 2	Böhme Yüzeysel Aşınma Direnci (cm ² /50)	< 15
Don Sonrası Ağırlık Kaybı (%)	< 5		

Çizelge 2.6. Mermer ve Kalsiyum Karbonat Bileşimli Kayaçların Doğal Yapı Taşı Olarak Kullanılabilmesi İçin Sahip Olmaları Gereken Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Sınır Değerleri (TS 10449)

Fiziksel Özellikler	Sınır Değerler	Mekanik Özellikler	Sınır Değer
Ağırlıkça Su emme (%)	< 0.4	Tek Eksenli Basınç Direnci (kg/cm ²) (Döşeme) Tek Eksenli Basınç Direnci (kg/cm ²) (Kaplama)	> 500 > 300
Doluluk Oranı(%)	> 98	Eğilme Direnci (kg/cm ²)	> 60
Don Sonrası Ağırlık kaybı (%)	< 1	Don Sonrası Basınç Direnci (kg/cm ²)	> 300
		Böhme Yüzeysel Aşınma Direnci (cm ² /50) (Döşeme) Böhme Yüzeysel Aşınma Direnci (cm ² /50) (Kaplama)	< 15 < 25
		Darbe Dayanımı (Kgf/cm ²) (Döşeme) Darbe Dayanımı(Kgf/cm ²)(Kaplama)	> 6 > 4

Çizelge 2.7. Kayaçların Doğal Yapı Taşı Olarak Kullanılabilmesi İçin Sahip Olmaları Gereken Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Sınır Değerleri (ASTM C97, C170, C99, C241)

Fiziksel ve Mekanik Özellikler	Sınır Değerler	Sınıflandırma	ASTM Test Metodu
Ağırlıkça Su Emme, (Maks.) (%)	0.75	I, II, III, IV	C97
Birim Hacim Ağırlık, (Min.) (gr/cm ³)	2.595	I Kalsit	C97
	2.800	II Dolomit	
	2.690	III Serpantin	
	2.305	IV Traverten	
Tek Eksenli Basınç Direnci	520	I, II, III, IV	C170
Eğilme Direnci (kg/cm ²)	70	I, II, III, IV	C99
Böhme Yüzeysel Aşınma Direnci (cm ³ /50cm ²)	10	I, II, III, IV	C241

3.1.1. Çalışma Sahası Hakkında Bilgiler

Çalışma alanı, Burdur ili, Yeşilova ilçesi, Kağılcık mevkiine ait Denizli N 23 b2 paftasında kristalize kireçtaşı içerisinde olup, kayaç arazide, masif görünümlü ve blok verebilecek durumdadır.

Bu özelliğinden dolayı, Kağılcık Köyünün kuzey ve güney batısında mermer ruhsatları bulunmaktadır.

Çalışma alanı bölgede Orta Triyas – Üst Jura yaşlı Taşkesiği Formasyonu içinde, bu formasyonun genel uzanımı KD-GB 'dır. Topoğrafik bakımdan parçalanmış ve yüksek rakımlı olan sırtlardan oluşan bir arazi içinde bulunmaktadır. Bu formasyonun üzerine oturduğu temel kayaçlar bazik fasiyese mensup serpantin ve peridotitlerden oluşmuştur. Kalınlığı 10 m – 75 m arasında değişen ve yer yer rekristalize kireçtaşları içinde blok veren mermer sahalarının yaygın olması çok sayıda mermer ruhsatı alınmasına sebep olmuştur. Karışık fasiyesli arazi içerisinde kalınlığı muhtelif olan bu kristalize kalkerler kütleli bir yapıya sahiptir. Mermer olarak kullanılabilecek karbonat kütlelerinin dış kısımları genellikle bozuk, kırıklı ve fazla alterasyona uğramış durumdadır. Kristalen kalkerler ya 1-2 m'lik bir toprak tabakasının altında veya, yüzeye yakın olarak mostra vermektedir. Bölge topoğrafyası yer yer yükseltilerle belirgin olup, Taşkesiği formasyonu üzerinde zaman zaman çam orman örtüsü bulunur (Şekil 3.2 ve Şekil 3.3).

Tez çalışması sırasında, araziden alınan örneklerden, ilk aşamada taş işleme atölyelerinde küp ve plaka şeklinde hazırlanan örneklerde hem fiziksel ve kimyasal, hemde mekanik testler uygulanarak mermer olarak değerlendirilip, değerlendirilemeyeceği araştırılmıştır.



Şekil 3.2. Kalın Bir İstif Sergileyen Kireçtaşlarının Arazideki Görünüm



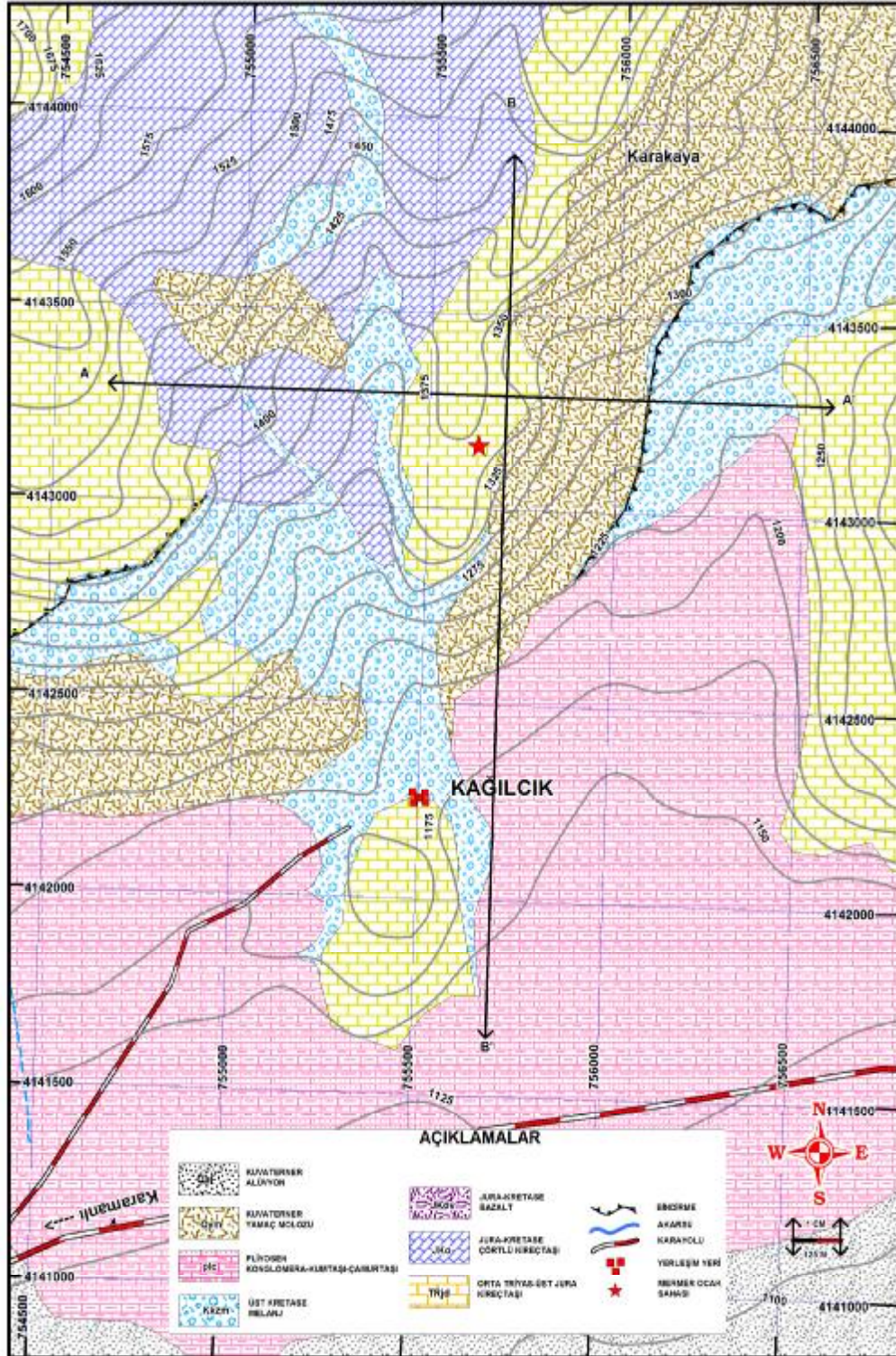
Şekil 3.3. Çalışma Alanındaki Kireçtaşlarından Farklı Bir Görünüm

3.1.2. Çalışma Alanı Jeolojisi

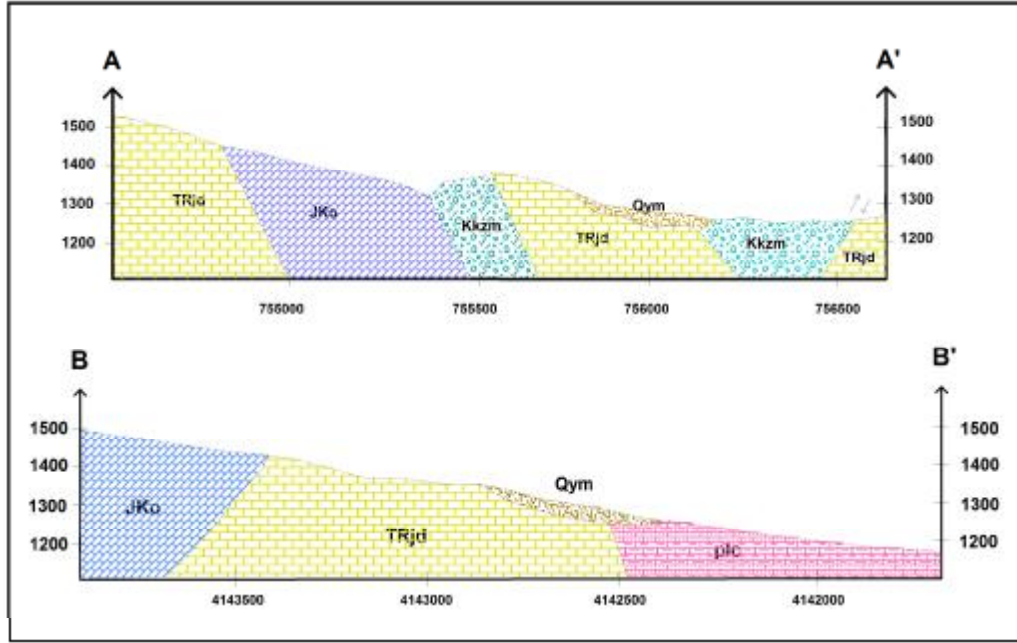
İnceleme alanı 1/25000 ölçekli N23 b1, b2, b3 ve b4 içinde yer alan Kağılcık köyü civarında bulunmaktadır. Bu bölgenin topografik yükselimi güneyden kuzeye doğru artmaktadır. Güneyde 110 m’de seyreden ovalık kısım kuzeybatı’ya doğru yükselir ve kuzey batısında 1800 m’yi bulur (Şekil 3.4). İnceleme alanındaki en yaşlı jeolojik birim Orta Triyas – Üst Jura arasında çökelen kireçtaşları olup, çalışma alanımız bu formasyon içerisindedir. Kireçtaşlarının, arazi görünümü oldukça masif

ve belirsiz tabakalanmalı, seyrek olarak da kalın tabakalanmalı olup yer yer kristalleşmeler görülmektedir. Bu birim üzerine oturan Jura-Kretase yaşlı çörtlü kalkerler, çalışma alanının hemen yakınında kuzeydoğu-güneybatı istikametinde mostra verir. Bunların üstüne ise yine Jura-Kretase yaşlı bazaltların oturduğu ve önceki birimleri örttüğü gözlenmektedir. Üst Kretase yaşlı melanj, saha içinde birçok yerde yüzeylenmektedir. Pliyosen yaşlı Konglomera-Kumtaşı-Çamurtaşı'ndan oluşan birimler, inceleme alanında da geniş yüzlekler verir. Kağılcık'ın güneyinde düşük kotlara kadar uzanan bu formasyon batı kesiminde de kristalize kireçtaşları üzerindedir. Kuvaterner yaşlı yamaç molozları, Kağılcık civarı ve Kağılcık batısında görülürken, yine Kuvaterner yaşlı alüvyonlar düşük kottaki güney kesiminde geniş alanlarda görülmektedir. Mermer sahasını doğu-batı ve kuzey-güney doğrultusunda kesen iki adet enine kesit Şekil 3.5'te verilmiştir.

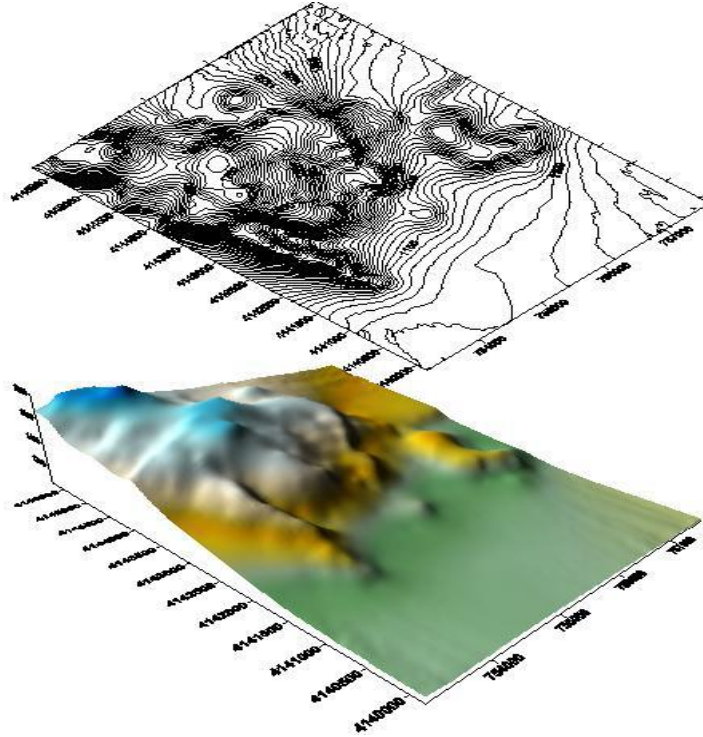
Ayrıca inceleme alanını da içine alan bölgenin eş yükselti eğrileri ve blok diyagramı Şekil 3.6'da verilmiştir. Gerek eş yükselti eğrileri ve gerekse blok diyagramında açıkça görüldüğü gibi güney kesimlerinden geçen Karamanlı karayolunun kuzeybatısından itibaren topografya yükselerek devam eden bölgelerde 1800 kotuna ulaşılmaktadır.



Şekil 3.4. Çalışma Bölgesinin 1/25000'lik Jeolojik Haritası (MTA, 1967).



Şekil 3.5. Çalışma Bölgesinin Doğu-Batı ve Kuzey-Güney Doğrultusunda İki Adet Enine Kesiti



Şekil 3.6.Çalışma Bölgesinin Eş Yükselti ve Blok Diyagramı

3.2. Metod**3.2.1. Arazi Çalışmaları**

2008 ve 2009 yılı kış ve bahar döneminde sürdürülen arazi çalışmalarında, çalışma konusu kireçtaşlarının bulunduğu bölge yerinde incelenmiştir. Bu bölgeden gerekli laboratuvar deneylerini yapmak için sistematik olarak yeterli miktarda örnek alınmıştır.

Araziden alınan örnekler laboratuvarda çalışmak üzere uygun boyutlara getirilmek için mermer kesme atölyesinde işleme tabii tutulmuştur (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Kağılcık Mevkiine Ait Kireçtaşlarının Arazideki Görünümü

3.2.2. Laboratuvar Çalışmaları

Araziden alınan numuneler, Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında bulunan taş kesme makineleri vasıtasıyla, deneyler için silindirik ve kup numuneler şekline getirilmiş ve bu numunelerin fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri deney aletleri kullanılarak sonuçlar tespit edilmiş ve kullanılan standartlara göre karşılaştırma yapılmıştır. Laboratuvar deneylerinin yapılışı ve sonuçların elde edilişi sırasıyla aşağıdaki alt başlıklarda verilmiştir.

3.2.2.1. Karot Alımı

Karot alma işlemi, arazi çalışmaları süresince temin edilen çeşitli büyüklüklerde blok ve moloz mermer numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Karotlar amacına göre NX (5,47 cm) ve BX (4,20 cm) olmak üzere iki farklı çapta sert kayalardan karot alabilecek karotiyer kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Kayaç Numunelerinden BX Çapında Karotun Alınışı

Alınan karotlar üzerinde yapılan deneylerin doğru sonuç verebilmesi için karotlar kontrol edilmiş, üzerinde herhangi bir çatlak veya süreksizlik bulunduranlar deney sırasında kullanılmamıştır. Alınan uygun nitelikteki karotların iki ucu taş kesme makinesi ile kesilerek düzeltilmiş, kesit parlatma cihazında kaba aşındırıcı Al_2O_3 kullanılarak karotların taban yüzeyindeki pürüzlülüğü alınmıştır. Karot alma ve düzeltme işlemi TS 8614 standartına uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

Bu işlemler tamamlandıktan sonra karotlar numaralandırılmış, deneylere hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.9).

3.2.2.2. Fiziksel Özellikler

Çalışma alanından sistematik olarak alınıp laboratuara getirilen örnek numunelerin fiziksel özellikleri tayin edilmiştir.



Şekil 3.9. Burdur Yeşilova Bölgesinden Alınarak Fiziko Mekanik Deneyler İçin Hazır Hale Getirilen Numunelerin Görüntüsü

3.2.2.2.(1). Birim Hacim Ağırlık

Mermerlerin en önemli fiziksel özelliklerinden biri, mineralojik bileşimine bağlı olan birim hacim ağırlıklarıdır (Güleç, 1973).

Bu deneyle, tabii yapı taşlarının boşlukları ile birlikte birim hacim kütlesi tayin edilir. Deney düzgün geometrik şekilli olan veya olmayan deney numunelerinin kullanılması haline göre iki ayrı şekilde uygulanır. Düzgün olarak küp, dikdörtgenler prizması veya silindir biçiminde hazırlanan deney numunelerinde hacim kütlesi tayini;

Terazi: Yeterli kapasitede 0,01 gr hassasiyette,

Etüv: $110^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$ sıcaklığa ayarlanabilen, tercihen hava silkilasyonlu,

Desikatör: Uygun büyüklükte sac veya uygun malzemedan yapılmış,

Deney numunelerini küp, dikdörtgenler prizması veya silindir şekline getirmekte kullanılan cihazlar (taş kesme testeresi, karot alma cihazı, numune yüzeylerini düzeltmede kullanılan aşındırıcı cihazlar).

Kumpas: Kolları yeterli uzunlukta ve 0,1 mm hassasiyette.

Deney numunelerinin yüzleri sert bir fırça ile fırçalanıp su ile yıkanarak temizlenir ve değişmez kütle gelinceye kadar kurutulur. Desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra 0,1 gr hassasiyetle tartılır (G_k).

Deney numunelerinin hacimleri, boyutlarından hesaplanarak bulunur. Deney numunelerinin boyutlarının her biri, birbirine dik doğrultuda olmak üzere ikişer defa 0,5 mm hassasiyetle ölçülüp bunların aritmetik ortalamaları alınarak bulunur. Bulunan ortalama boyutlardan deney numunelerin hacimleri hesaplanır, bulunan değer $0,5 \text{ cm}^3$ 'e yuvarlatılarak kaydedilir.

Tabii yapı taşının hacim kütlesi,

$$d_h = \frac{G_k}{V}$$

Formülü ile hesaplanır.

d_h = Taşın hacim kütlesi (gr/cm^3),

G_k = Değişmez kütleye kadar kurutulmuş deney numunesinin kütlesi (gr),

V = Deney numunesinin hacmi (cm^3),

Elde edilen değerler yüzde bir hanesine yuvarlatılarak gösterilir.

3.2.2.2.(2). Özgül Ağırlık

Deney üç deney numunesi üzerinde yapılır.

Terazi: Yeterli kapasitede 0,01 gr hassasiyette,

Elek: Göz açıklığı 0,2 mm olan kare gözlü deney eleği,

Piknometre: Uygun büyüklükte,

Etüv: $110^0 \text{ C} \pm 5^0 \text{ C}$ sıcaklığa ayarlanabilen,

Desikatör: Uygun büyüklükte,

Vakum Pompası: Basıncı $22 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm H}_g$ sütunu değerine indirebilecek kapasitede.

Numuneyi temsil edecek şekilde, değişik parçalardan kırılarak alınan en az 2 kg numune, tamamı göz açıklığı 0,2 mm olan kare gözlü elekten geçecek şekilde öğütülür ve değişmez kütleyle kadar kurutulur (Şekil 3.10).

Oda sıcaklığındaki su ile doldurulan piknometre, kapağı kapandıktan ve üzerindeki su damlaları kuru bir bez ile alındıktan sonra 0,01gr hassasiyet ile tartılır (G_{ps}).Piknometre içindeki su tamamen boşaltıldıktan ve etüvde kurutulup soğutulduktan sonra tekrar tartılarak piknometre (kapağı ile birlikte) kütlesi bulunur (G_p).

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

İçinde deney numunesi bulunan piknometre hacminin ¼'üne kadar su ile doldurulur ve yaklaşık 10–15 dakika süre ile kaynatılır. Numune taneleri 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 kurulanır ve 0,01 gr hassasiyetle tartılır (G_{pns})

$$d_0 = \frac{G_{pn} - G_p}{(G_{pn} - G_p) - (G_{pns} - G_{ps})}$$

d_0 = Taşın özgül kütlesi,

G_{pn} = Piknometre + deney numunesi kütlesi (gr),

G_p = Piknometre kütlesi (gr),

G_{pns} = Piknometre + deney numunesi + su kütlesi (gr),

G_{ps} = Su ile dolu piknometre kütlesi (gr).

Elde edilen değerler, yüzde bir hanesinde yuvarlatılarak gösterilir (TS 699).



Şekil 3.10. Piknometre İle Ölçüm

3.2.2.2.(3). Sonik Hız Deneyi

Ultrasonik teknikler uzun yıllardır madencilik biliminde ve jeoteknik uygulamalar içinde kullanılmaktadır. Bunlar, jeofizik çalışma alanlarında ve kayaçların dinamik özelliklerinin laboratuardaki saptanmasında kullanılır. Bu teknikler, uygulanmasının kolaylığı ve malzemenin örselenmemesinden dolayı, jeoteknik mühendisliğinde gittikçe artarak kullanılmaya başlanmıştır. Denemeler, dolgu tayininde, kaya saptaması donatılarında, kaya kütlelerindeki püskürme etkinliğinde ve kaya sınıflamalarında sismik hızın saptanması ile yapılmaktadır. Kaya kütle deformasyonu ve basıncının tahmini, yeraltı açıklıklarının etrafında gelişmiş çatlak zonlarının büyüklüğü (uzunluğu), kayacın su içirme derecesinin saptanması ve çatlak kaya kütle karakteristiği sismik tekniklerin uygulandığı diğer bazı uygulamalardır.

P dalga hızı laboratuarlarda doğrudan ya da dolaylı olarak ölçülebilir. Dolaylı yöntemler doğrudan yöntemlere göre daha kolaydır. Bu nedenle eğer doğrudan P

dalga hızı ile dolaylı P dalga hızı arasında güçlü bir ilişki kurulabilirse, doğrudan P dalga hızı değeri, dolaylı ölçümlerden tahmin edilebilir ve böylece ölçümleri daha da kolaylaştırabilir (Kahraman, 2002).

Kayaçların dinamik elastisite katsayıları, silindirik veya kübik olarak hazırlanan deney örnekleri üzerinde ultrases ölçüm değerlerinin analizi ile belirlenmektedir. Alt ve üst yüzeyleri hassas şekilde düzeltilmiş örnekler, bu yüzeylere gres sürülerek sismik analizatörü (alıcı-verici) arasına verici yerleştirilerek impuls'un geçme süresine bağımlı olarak sismik hız ölçüm aletinin kalibrasyonu yapılır (Şekil 3.11). Sonrasında, deney örnekleri her iki transdüsur uçları arasına yerleştirilerek, P ve S dalga hızlarının örneği bir uçtan diğer geçmesi için gerekli net süreler belirlenerek kaydedilir. Bulunan bu değerler kullanılarak dalga hızları aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır:

$$V = \frac{L}{T}$$

Burada;

V= P ve S dalga hızı, m/sn,

L= Örnek kalınlığı, m,

T= Dalganın, örneği geçme zamanı, sn

3.2.2.2.(4). Görünür Porozite

Taşın porozitesi aşağıdaki formülle hesaplanır (TS 699).

$$P = \left(1 - \frac{d_h}{d_o} \right) \times 100$$

$$P = (1-k).100$$

P= Taşın porozitesi (%),

d_h = Taşın hacim kütlesi (g/cm^3),

d_o = Taşın özgül kütlesi (g/cm^3),

$k = d_h/d_o$ (doluluk oranı)'dır.

Bulunan sonuçlar onda bir hanesinde yuvarlatılarak belirtilir.



Şekil 3.11. Sonik Hız Ölçmede Kullanılan Pundit Aleti

3.2.2.2.(5). Su Emme Oranı

Deney düzgün geometrik şekilli olan veya olmayan en az üç deney numunesi üzerinde yapılır. Yapılan inceleme için düzgün geometrik şekilli olmayan dört adet deney numunesi hazırlanmaktadır.

Terazi: Yeterli kapasitede 0,1 gr hassasiyette,

Etüv: $110^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$ sıcaklığa ayarlanabilen, tercihen hava silkilasyonlu,

Desikatör: Uygun büyüklükte,

Arşimet Terazisi: Yeterli kapasitede, 0,1 gr hassasiyette,

Su Kabı: Uygun büyüklükte, paslanmaz malzemeden yapılmış olmalı.

Deneyde, boyutları en az 5 cm olan düzgün geometrik şekli olmayan üç adet deney numunesi kullanılır. Her bir deney numunesinin ağırlığı 350 gr'dan az olmamalıdır.

Deney numuneleri bir tel fırça ile fırçalanıp yıkanıp temizlendikten sonra, içinde $20^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$ sıcaklıkta su bulunan uygun büyüklükte ve derinlikte bir kap içerisine, yüksekliklerinin yaklaşık $\frac{1}{4}$ ' üne kadar suya daldırılırlar. Bu durumda 1

saat bekletildikten sonra ½'sine kadar suya batacak şekilde su ilave edilir ve 1 saat daha bekletilir. Aynı şekilde ¾'üne kadar suya batacak şekilde aynı sıcaklık aralığında bulunan su ilave edilerek 1 saat bekletildikten sonra deney numuneleri tamamen suyun içine batacak şekilde su ilave edilir. Bu durumda 45 saat süre ile bekletilir. Bu süre içerisinde kaptaki su yüksekliğinin deney numunelerinin üzerini yaklaşık 1,5 cm-2 cm örtecek seviyede olması sağlanmalı ve deney numuneleri üzerinde oluşacak hava kabarcıkları uygun bir yöntemle giderilmelidir. Deneyin başlangıcından itibaren 48 saat sonunda sudan çıkarılan deney numuneleri, ıslatılarak sıkılmış bir bez veya sünger ile silinerek üzerindeki su damlaları alındıktan sonra, bekletilmeksizin 0,1 gr hassasiyetle tartılır (G_d).

Deney numuneleri tekrar su içine daldırılır. Bu tartma işlemi 24 saat aralıklarla deney numuneleri değişmez kütleyle gelinceye kadar tekrarlanır. Taş deney numunelerinin suya doymuş hale geldiği kabul olunan bu kütlesi ile bunu izleyen 24'er saatlik ara ile bulunan kütleleri arasında % 0,1'den fazla fark bulunmazsa bu kütlenin değişmez kütle olduğu kabul olunur. Bundan sonra doymuş haldeki deney numuneleri Arşimet terazisinde 0,1 gr hassasiyetle tartılarak, su içindeki kütleleri bulunur (G_{ds}).

Daha sonra deney numuneleri değişmez kütleyle gelinceye kadar kurutulur. Desikatör içerisinde soğutulduktan sonra 0,1 gr hassasiyetle tartılarak kütlesi bulunur (G_k).

Taşın kütlece su emme oranı aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$S_k = \frac{G_d - G_k}{G_k} \times 100$$

Taşın hacimce su emme oranı aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$S_h = \frac{G_d - G_k}{G_d - G_{ds}} \times 100$$

S_k = Taşın kütlece su emme oranı (m/m, %),

S_h = Taşın hacimce su emme oranı (v/v, %),

G_d = Taşın doymuş haldeki kütlesi (gr),

G_k = Değişmez kütleyle kadar kurutulmuş taşın kütlesi (gr),

G_{ds} = Doymuş haldeki taşın su içindeki kütlesi (gr).

3.2.2.3 Mekanik Özellikleri**3.2.2.3.(1). Basınç Dayanımı**

Basınç Mukavemeti deneyi için kullanılacak malzemenin kondisyonunu sağlamak amacı ile değişmez kütleye gelinceye kadar etüvde kurutulması sağlanmalıdır.

Kesici Cihaz: Deney numuneleri düzgün küp veya silindir şeklinde, ıslak yöntemle kesilmesine elverişli,

Aşındırıcı cihaz: Deney numunelerinin özellikle basınç uygulanacak yüzeylerinin tam düzlem olacak şekilde ıslak yöntemle aşındırılmasına elverişli,

Kumpas: Kolları basınç mukavemeti deney numunelerinin en büyük boyutunu ölçebilecek uzunlukta ve 0,1 mm hassasiyette,

Basınç Deney Presi: Yeterli kapasitede ve üst başlığı mafsal ile donatılmış, uygulanan yükün en az % 1'i kadar hassasiyette (TS 699).

Basınç mukavemeti deneyi için genellikle kenarları yaklaşık 70 mm olan küp deney numuneleri kullanılır. Ancak ayrıtları 50 mm'den küçük olmayan küp numuneleri ile yükseklik/çap oranı 1/1'den küçük olmayan silindirik deney numuneleri de kullanılabilir. İri kristalli taşlarla, bünye yapısı değişik özellikler ve iri gözenekler gösteren taşlarda ise, küp deney numunelerinin kenarları ile silindirik deney numunelerinin çap ve yükseklikleri yaklaşık 100 mm olmalıdır. Bu şekilde hazırlanan ve kondisyonlanan deney numunelerinin basınç uygulanacak yüzeylerinin boyutları kumpas yardımıyla 0,1 mm hassasiyetle ölçüldükten sonra deney presinin tablaları arasına ve tam ortaya gelecek şekilde yerleştirilir. Yük, basınç gerilmesi saniyede yaklaşık 10 kgf/cm²- 12 kgf/cm² (1,0 N/mm²- 1,2 N/mm²) artacak şekilde ve çarpmasız olarak deney numunesi kırılıncaya kadar uygulanır (Şekil 3.12 ve Şekil 3.13). Pres göstergesinden okunan en büyük yük tespit edilir (p_k)

Tabii yapı taşının basınç mukavemeti aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır:

$$f_b = \frac{P_k}{A}$$

F_b : Taşın basınç mukavemeti (kgf/cm^2)

P_k : Kırılmaya sebep olan en büyük yük (kgf),

A : Taşın yük uygulanan yüzünün alanı (cm^2).



Şekil 3.12. Basınç Mukavemeti Deneyi İçin Kullanılan Ekipman



Şekil 3.13. Numunenin Basınç Deneyinden Sonraki Görüntüsü

3.2.2.3.(2). Darbe Dayanımı

Darbe dayanımı; standart boyutlardaki mermerin belirli bir doğrultuda gelen darbelere karşı gösterdiği dirençtir. Mermerin kullanım alanlarının belirlenmesinde darbe dayanımının bilinmesi önemli bir konu olarak görülmektedir. Mermerin darbe dayanımlarının belirlenmesi için şistozite düzlemine paralel veya dik konumda alınan 40 mm x 40 mm x 40 mm boyutlarındaki küp numuneler kullanılmaktadır. Örnek numuneler darbe dayanımı deney düzeneğinde örsün üzerindeki örnek yuvasına yerleştirilir ve bunun üzerine çelik plaka konularak deney tokmağı aşağıdaki hesaplanan yükseklikten düşürülür (Şekil 3.14).

$$H= 0,04V$$

H: Tokmağın düşme yüksekliği (cm),

V: Deney numunesinin hacmi (cm³),



Şekil 3.14. Darbe Dayanımı Aleti

Birinci darbeden sonraki takip eden her darbeye düşme yüksekliği, bir önceki yüksekliğin ilk düşme yüksekliği (H) kadar arttırılmasıyla elde edilir. Deney numunesi kırılıncaya kadar bu işleme devam edilir ve darbe sayısı tespit edilir. Darbe deneyi sonrası numunenin görüntüsü Şekil 3.15'te verilmiştir.

Düşme yüksekliğinin arttırılmasına rağmen geri sıçrama miktarı artmaz veya azalırsa, kırılma, çatlama veya pullanma olursa deney numunesi kırılmış sayılır. Bu son darbe, darbe sayısının (n) hesaplanmasında dikkate alınmaz. Darbe dayanımı ise aşağıdaki eşitlik ile belirlenmektedir (TS 699).

$$D_n: n(n+1)$$

$$D_n: \text{Mermerin darbe dayanımı (Nmm/mm}^3\text{)},$$

n: Kırılmaya sebep olan darbe sayısı.



Şekil 3.15. Darbeye Maruz Kalan Numunenin Deneyden Sonraki Görüntüsü

3.2.2.3.(3). Eğilme Dayanımı

Eğilme dayanımı; standart boyutlardaki mermerlerin belirli doğrultuda kırılmaya karşı gösterdiği dirençtir. Mermerin kullanımı genellikle belirli boyut ve kalınlıklarda plakalar şeklinde olduğundan eğilme direnci son derece önemli bir parametre olarak ortaya çıkmaktadır. Çünkü plaka kalınlığı, plaka boyut ve destek noktaları arasındaki mesafe mermerin eğilme dayanımına göre tespit edilebilmektedir.

Eğilme dayanımının belirlenmesi için mermer bloklarının tabakalaşma (şistozite düzlemlerine) yönü dikkate alınarak 50 mm x 100 mm x 200 mm boyutlarında numunelerden en az 5 adet hazırlanmaktadır (TS 699).

Deney numuneleri deney düzeneğinde plaka şeklinde numuneler arası açıklık 180 mm olacak şekilde deney presi tabakaları arasına, yükleme ortadan uygulanabilecek biçimde yerleştirilir. Deney numunesi üzerine yaklaşık 5 kg'lık bir yük verilerek mesnetlerin tam yerleşmesi ve kondisyonlanması sağlanır. Sonrasında yük artışı dakikada 450 kg'ı geçmeyecek şekilde arttırılarak, kırılma anındaki yük değeri kaydedilir ve yükleme yüzeyi ile plaka kalınlığı çizgisinin oluştuğu noktada ölçülür. Bulunan sonuçlar aşağıdaki eşitlikte yerine konarak eğilme dayanım değeri hesaplanır. Şekil 3.16'da Eğilme Dayanım deneyi için kullanılan ekipman verilmiştir.

$$\sigma_{eğ} = \frac{3PL}{2bh^2}$$

$\sigma_{eğ}$: Mermerin eğilme dayanımı (kg/cm²),

P: Kırılmaya neden olan en büyük yük (kg),

L: Deney numunesinin mesnetler arasındaki mesafesi (cm),

b: Deney numunesinin genişliği (cm),

h:Deney numunesinin kalınlığı



Şekil 3.16. Eğilme Dayanım Deney Aleti

3.2.2.3.(4). Aşınma (Böhme) Dayanımı

Sürtünme ile aşınma kaybı deneyi en az 5 deney numunesi üzerinde yapılır. Böhme Aşındırma Cihazı: Döner bir aşındırma diski ile deney numunesinin yerleştirildiği ve numuneyi dönen disk üzerine belirli bir basınç ile bastırarak donanımdan oluşturulur.

Makina yaklaşık 750 mm çapındaki diskin, çalıştırıldığında 30 devir /dk \pm 1 devir /dk hızla dönmesini sağlayan ve devir sayısını gösteren bir numaratör ve her 22 devir tamamlandığında, cihazı otomatik olarak durduracak tertibata sahip olmalıdır.

Döner diskin üzerinde, düşey dönme eksenine 120 mm -320 mm uzaklıkta, halka biçiminde 200 mm genişliğinde dökme demirden yapılmış, gerektiğinde çıkartılıp değiştirilebilecek biçimde sürtünme şeridi bulunmalıdır. Sürtünme şeridinin Brinell sertlik değeri 190 kgf/mm² – 220 kgf/mm² arasında olmalı ve kullanmadan dolayı meydana gelen aşınma derinliği 0,3 mm'den fazla olmamalı, sürtünme yüzeyinde meydana gelebilecek yarıkların derinliği 0,2 mm'den fazla olmamalıdır. Bu sınırlardan daha çok aşınmış sürtünme şeritleri çıkarılarak yenileri ile değiştirilmelidir. Sürtünme şeritleri kullanılmadan önce sertlikleri ölçülerek yukarıda açıklanan sınır değerler içinde olup olmadıklarına bakılır. Sürtünme şeritleri, iki yüzü de kullanılabilir şekilde yapılmış olabilir.

Cihazda, deney numunesinin yerleştirilebileceği yaklaşık 40 mm yükseklikte, bir tarafı açık dökme demir veya çelikten yapılmış bir tutucu çerçeve olmalı ve çerçevenin alt kenarları dönen disk yüzeyinden 5 mm \pm 1 mm yukarıda bulunmalıdır. Çerçevenin ortasından geçen düşey eksen, diskin dönme ekseninden 220 mm uzaklıkta olacak şekilde ayarlanabilir olmalı ve deney numunesini herhangi bir titreşime neden olmadan, gevşek bir durumda tutacak şekilde yapılmış bulunmalıdır.

Malzeme olarak büyük kısmı korund (kristalize Al₂O₃)’dan oluşan zımpara tozu kullanılmalıdır. Böhme yüzey aşındırma deneyi, deney sonunda deney numunelerinin kalınlıklarında veya hacimlerinde meydana gelen azalmanın ölçülmesi suretiyle yapılır.

Aşınma kaybı, kalınlıktaki azalmanın ölçülmesi yolu ile tayin edilmek istendiğinde hazırlanmış olan deney numunelerinin her birinin 9 farklı yerdeki kalınlıkları 0,01 mm hassasiyetle ölçülerek kaydedildikten sonra deney uygulanır (d₀). Aşınma kaybı hacim azalmasının ölçülmesi yolu ile tayin edilmek istendiğinde ise, deney numunelerinin her birinin önce hacimleri tayin edilir. Kalınlığı veya hacmi bulunmuş olan deney numuneleri en az 48 saat süre ile oda sıcaklığında ve %40- %60 bağıl nemli ortamda bekletilmek suretiyle havada kurutulduktan sonra, Böhme yüzey aşındırma cihazının deney numunesi tutucu çerçevesi içine yerleştirilir. Şekil 3.17’de Sürtünme ile aşınma kaybı deneyi için kullanılan ekipman verilmiştir.

Sürtünme şeridi üzerine 20 gr \pm 0,5 gr zımpara tozu serpilir. Deney numunesine çelik manivela aracılığıyla 30 kgf \pm 0,3 kgf (300N-3N)’lik yük uygulanarak deney numunesinin sürtünme şeridine 0,6 kgf /cm² (0,06 N /mm²)’lik bir basınç ile bastırılması sağlandıktan sonra cihaz çalıştırılıp disk harekete geçirilir.

Disk döne hareketi sırasında sürtünme şeridi dışına çıkan zımpara tozları uygun bir tertibat ile tekrar sürtünme şeridi üzerinde toplanır. Her 22 devir sonunda otomatik olarak duran disk üzerindeki zımpara tozları ve aşınma ile deney numunesinden ayrılan kısımlar uygun bir fırça ile temizlenir ve sürtünme şeridi üzerine yeniden 20 gr \pm 0,5 gr zımpara tozu serpilir ve deney numunesi düşey eksenine etrafına 90° çevrilmek suretiyle 22’şer devirlik 20 aşındırma periyodu yani toplam olarak 440 devir uygulanır. 440 devir sonunda deney numunesi, sert bir fırça ile iyice temizlendikten sonra kalınlığın yine daha önce seçilen 9 farklı yerden 0,01 mm

hassasiyetle ölçülür. Bu ölçümlerin aritmetik ortalaması alınarak deney numunesinin deneyden sonraki kalınlığı bulunur (d_1).



Şekil 3.17. Sürtünme ile Aşınma Kaybı (Böhme) Deney Aleti

Sürtünme yüzeyinin kenarları da 0,1 mm hassasiyetle ölçülerek bu yüzün alanı hesaplanır ve 0,01 cm²'ye yuvarlatılarak kaydedilir. Aşınma kaybı değeri numunelerde meydana gelecek hacim azalmasının ölçülmesi suretiyle tayin edilmesi halinde deney numunesinin deneyden sonraki hacmi, deneyden önce yapıldığı gibi su ile doymun hale getirildikten sonra Arşimet terazisinde su içinde ve havada 0,1 gr hassasiyetle tartılması yolu ile hesaplanır ve bulunan sonuçlar 0,1 cm³'e yuvarlatılarak kaydedilir (V_1).

Aşınma kaybı, kalınlık azalması cinsinden belirtilecek ise;

$$d = d_0 - d_1$$

veya

$$\Delta_d = \frac{V_0 - V_1}{A}$$

formülleri yardımıyla hesaplanır ve bulunan sonuçlar $0,01 \text{ cm}^3 / 50 \text{ cm}^2$ 'ye yuvarlatılarak belirtilir (TS 699).

Aşınma kaybı hacim azalması cinsinden belirtilecek ise;

$$\Delta V = (d_0 - d_1)50$$

veya

$$\Delta V = \left(\frac{V_0 - V_1}{A} \right) \times 50$$

formülleri yardımıyla hesaplanır. Bulunan sonuçlar $0,01 \text{ cm}^3 / 50 \text{ cm}^2$ 'ye yuvarlatılarak belirtilir.

Δ_d = Taşın Böhme yüzey aşınma kaybı değeri ($\text{cm} / 50 \text{ cm}^2$),

d_0 = Taşın deneyden önceki ortalama kalınlığı (cm),

d_1 = Taşın deneyden sonraki ortalama kalınlığı (cm),

V = Taşın Böhme yüzey aşınma kaybı değeri ($\text{cm}^3 / 50 \text{ cm}^2$),

V_0 = Taşın deneyden önceki hacmi (cm^3),

V_1 = Taşın deneyden sonraki hacmi (cm^3),

A = Taşın aşınmaya uygulanan yüzünün alanı (cm^2).

3.2.2.3.(5). Nokta Yük Dayanımı

Bu deney kayaçların dayanımlarına göre sınıflandırılmasında kullanılan nokta yükü dayanım indeksinin saptanması amacıyla yapılır. Nokta-yükü dayanım indeksi tek eksenli sıkışma ve çekilme dayanımı gibi diğer dayanım parametrelerinin dolaylı olarak belirlenmesinde de kullanılır.

Standart Nokta Yükleme Aleti: Yükleme pompası, yük göstergesi, gövdesi, konik başlıkları ve ölçüm cetvelinden oluşan alet,

Ölçüm Kumpası: (0,1 mm hassasiyette)

Bu deney için silindirik karot örneklerinin yanı sıra, blok ve düzensiz şekilli örneklerde kullanılabilir. Ayrıca, karot örneği konik yükleme başlığı altına karot

eksenine dik veya paralel konumda yerleştirilebilir. Bu nedenle nokta yükleme deneyi;

Çapsal deney (karot eksenine dik yönde yükleme)

Eksenel deney (karot eksenine paralel yönde yükleme)

Blok ve düzensiz örneklerle deney

Laboratuar çalışmasında çapsal deney uygulanmıştır.

Çapı kumpas ile ölçülen örnek konik uçlar arasına karotun eksenine dik yönde yerleştirilir. Konik uçlar ile örnek arasında açıklık kalmaması için pompa kullanılarak silindirik yükleme tablası yükseltilir (TS 699).

$$I_s = \frac{P}{D_e^2}$$

$$F = \left[\frac{D_{e(mm)}}{50} \right]^{0,45}$$

$$I_{s(50)} = F \times I_s$$

De = Eşdeğer çap (mm),

P= Yenilme yükü (kN),

F= Boyut düzeltme faktörü,

I_s=Düzeltilmemiş nokta yük dayanımı (MPa),

I_{s(50)} = Düzeltilmiş nokta yük dayanım indeksi (MPa).

Şekil 3.18’de Nokta yük deneyi kullanılan ekipman ve numunenin görüntüsü verilmiştir.

Numune çiftlerinin birer parçası deneye tabi tutulur diğer parçaları ise mukayese için saklanır.

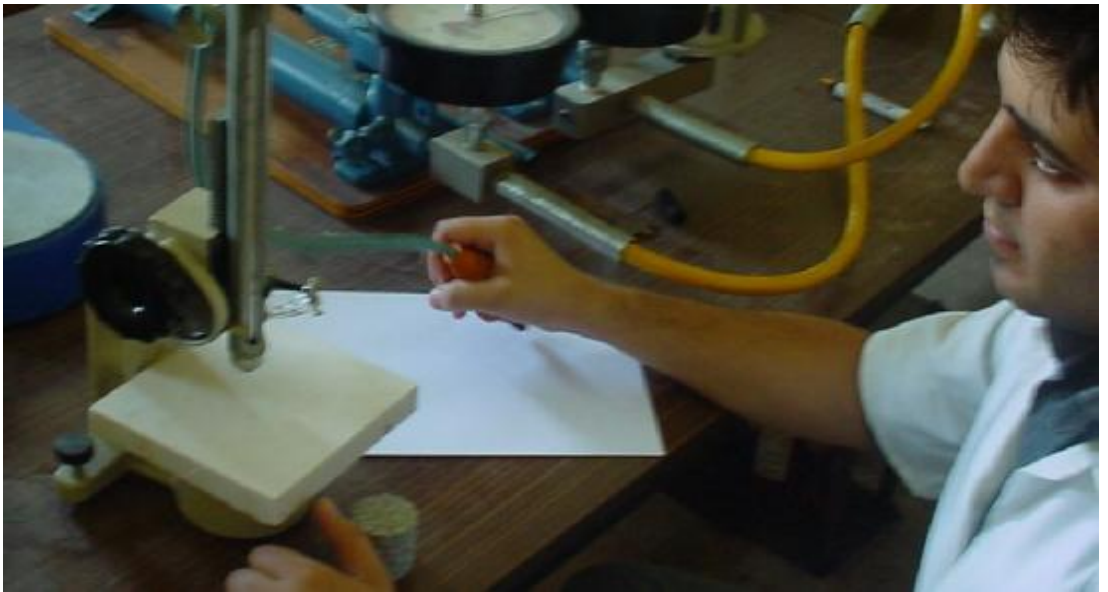
Deney sonunda, deney numunelerinin parlak hale getirilmiş yüzeyleri dikkatle incelenip deney uygulanmamış eş deney numunesi parçası ile mukayese edilerek, deneyde meydana gelmiş bulunan değişiklikler tespit edilir.



Şekil 3.18. Nokta Yük Deneyi Aleti ve Numunenin Görünümü

3.2.2.3.(6). Shore Sertlik Tayini

Shore sertlik değerinin belirlenebilmesi için CBC 95004 model schleroscope kullanılmıştır (Şekil 3.19).



Şekil 3.19. Shore Sertlik Aleti

Shore sertliği deneyi için her bir kayaktan ikişer adet, en az 10 cm²'lik yüzey alanına sahip ve en az 2 cm kalınlıkta numuneler karot kesme-düzeltme makinesinde önce kesilmiş sonra da yüzeyi parlatılarak deneye hazır hale getirilmiştir. Aletin hareketli kolu düşey yönde hareket ettirilerek numunelerin sıkışması sağlanmış ve belirli bir ağırlığa sahip elmasın sabit bir yükseklikten test yüzeyine düşürölüp bu elmasın zıplama yüksekliği shore sertliği olarak kayıt edilmiştir.

3.2.2.3.(7). Los Angeles Aşınma Dayanımı

Kaya numunelerinin aşınma kaybı TSE 3694 “Beton Agregalarında Aşınmaya Dayanıklılık – Aşınma Oranı Tayini Metodu” yönetmeliğine göre yapılmıştır. Deneyi yapmak için araziden getirilen blok ve moloz kaya kütleleri D sınıfına girecek şekilde (14 mm ile 12.5 mm ve 12.5 mm ile 10 mm) elek aralığında 2.5'er kg olmak üzere toplam 5 kg kırdırılmıştır (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Los Angeles Aşınma Dayanımı Aleti

Deney iki aşamada gerçekleşmiştir; kırılan ve değişmez kütleye kadar kurutulan numuneler, iki tarafı çelik silindir biçiminde ve iç çapı 710 mm boyu 508 mm olan kapalı silindir içinde iki rafı bulunan dakikada 30 devir yapabilen Los Angeles aşınma cihazına toplam ağırlığı 4755 gr olan 10 adet çelik bilye ile birlikte konulmuştur.

500 devir sonunda çıkartılan numuneler elek aralığı 1.6 mm olan kare gözlü elekten geçecek şekilde elenmiştir, elek üzerinde kalan kısım yıkanıp kurutulduktan sonra G_{500} değeri belirlenmiş bulunan bu değer aşağıdaki formülde yerlerine yazılarak kaya birimlerinin 500 devir için aşınma kaybını vermiştir.

$$K_{500} = \frac{G_0 - G_{500}}{G_{500}} \times 100(\%)$$

3.2.2.4. Diğer Özellikler

3.2.2.4.(1). Açık Hava Tesirine Dayanıklılık Tayini

Açık hava tesirlerine dayanıklılık deneyi, yapılarda süsleme amacı ile kullanılan doğal taşların açık hava tesiri karşısında görünüş ve renklerindeki değişikliklerin tespit edilmesi amacı ile yapılmıştır. Deney için her bir kayaktan yaklaşık el büyüklüğünde 5'er çift numune hazırlanmış ve kesme yüzeyleri parlatılarak parlak yüzeyler haline getirilmiştir. Elde edilen çiftlerin yarısı karşılaştırma için saklanmış, diğer yarısı da deneye tabi tutulmuştur İlk olarak numunelerin yüzeylerine sürmek üzere % 1 lik hidroklorik asit (HCl) çözeltisi hazırlanmıştır. Daha sonra HCl çözeltisi numune yüzeylerine bir pamuk yardımıyla sürülmüştür. Bu işlem 10'ar kez tekrarlanmıştır. Son olarak deneye tabi tutulan numunelerle saklanan numuneler karşılaştırılmış ve renk değişikliği olup olmadığı kontrol edilmiştir.

3.2.2.4.(2). Pas Tehlikesi Tayini

Pas tehlikesi tayini deneyi, bu deney yapı taşlarını meydana getiren mineraller arasında hava etkileri ile paslı renk bozukluklarının meydana gelmesine sebep olabilecek pirit, markasit, pirotin, magnetit, demir karbonat karışımları ve biyotit gibi minerallerin leke oluşturabilecek miktar ve durumda olup olmadıklarının, havanın ve nemin etkisi ile ortaya çıkabilecek sülfürik asidin taştaki diğer mineralleri etkileyip etkilemeyeceğinin belirlenmesi amacı ile yapılmıştır. Bu amaçla yaklaşık el büyüklüğünde ve kırık yüzeylerin çevrelediği 5'er çift deney numunesi hazırlanmıştır. Deney numunesi çiftlerinden birer tanesi deneye tabi tutulmuş diğer parçalar ise karşılaştırma için saklanmıştır. Deney için ayrılan parçalar açık bir kap içine kalınlıklarının yarısına kadar su içinde kalacak şekilde yerleştirilerek 28 gün boyunca bekletilmiştir. Bu süre zarfında kapta eksilen su tamamlanmıştır. Süre sonunda sudan çıkarılan numunelerin yüzeylerinde herhangi bir renk değişikliği ve paslanma olup olmadığına bakılmış ve saklanan numunelerle mukayese edilmiştir.

3.2.2.4.(3). Asitlere Dayanıklılık Tayini

Asitlere dayanıklılık deneyi, bu deney yapı taşlarının baca gazları ile havada bulunan diğer zararlı gazların, havanın nemi ile birleşerek oluşturacakları asitlere dayanıklı olup olmadıklarının tayini amacı ile yapılmıştır. Deney için 5'er çift numune hazırlanmıştır. Numune çiftlerinden her biri aynı plakadan alınmıştır. Numune çiftlerinin birer parçası deneye tabi tutulmuş, diğer parçalar ise desikatöre konularak mukayese için saklanmıştır. Deneyde; asitlere dayanıklılık test cihazı, desikatör ve büyüteç kullanılmıştır. Numuneler içinde sülfüroz asit bulunan kabın üzerine aside değmeyecek şekilde uygun bir düzenele asılmıştır ve cihazın kapağı kapatılmıştır. Bu durumda toplam 28 gün bekletilmiştir. Her 7 günde bir, asit etkisinde bırakılan örneklerle çiftleri mukayese edilmiştir. 28 gün sonunda numunelerin renginde ve görünüşünde değişiklik olup olmadığı incelenmiştir (TS 699).

3.2.2.4.(4). Donma ve Çözölmeye Karşı Direnç Tayini

Atmosfer basıncında suya batırılarak su altında tutulan ve belirli tane büyüklüğüne sahip agregalardan oluşan deney numunesi kısımları donma çözölmeye döngüsüne tabii tutulur ve döngü sonucunda agregalarda çatlak oluşumu, kütle kaybı ve ya mukavemet değışikliğı olup olmadığının belirlenmesi amacıyla yapılır. Deneyde deney elekleri (göz açıklığı 8 mm, 16 mm olan kare gözlü), etüv (105 ± 5 °C kapasiteli), düşük sıcaklık dolabı (düşey veya yatay hava dolaşımı), terazi (0.1 gr hassasiyette), metal kutular ve damıtık su kullanılmıştır. Öncelikle 8-16mm tane büyüklüğünde 2'şer kg'lık numuneler hazırlanmıştır. Daha sonra numuneler yıkanmış ve 105 ± 5 °C'de sabit kütleyle kurutulmuştur. Numuneler ortam sıcaklığına gelince hemen tartılmıştır. Hazırlanan deney numuneleri metal kutular içine konularak üzerlerine damıtık su ilave edilmiş ve 24 saat atmosfer basıncına tabii tutulmuştur. Her bir metal kutudaki su seviyesi numunelerin 1 cm üzerine gelecek şekilde konulmuştur. Kapakları kapatılan kutular dolaba yerleştirilmiştir. Numuneler 10 defa donma çözölmeye döngüsüne tabii tutulmuştur. Onuncu döngü tamamlandıktan sonra her bir kutunun içindeki malzeme 4mm göz açıklıklı deney eleğı üzerine boşaltılarak elek üzerinde yıkanmış ve elenmiştir. Elek üzerinde kalan agregalar 105 ± 5 °C'de sabit kütleyle kurutulmuştur. Ortam sıcaklığına gelince de hemen tartılmıştır. Aşağıda verilen eşitlik kütlece yüzde madde kaybı tayini yapılır (TS EN 1367-1).

$$F = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100$$

Burada;

M_1 : Deney numunesinin ilk kuru kütlesi, g,

M_2 : Deney numunesinin son kuru kütlesi, g,

F : Deney numunesinin kütlece yüzde kaybıdır.

3.2.2.5 Petrografik Analiz

Kayaçtan alınan örnekten kesilen ince levhanın bir yüzü 600'lük zımpara tozu ile aşındırılarak düzlenmiştir. Daha sonra 1000'lik zımpara tozu ile cam üstünde pürüzleri iyice temizlenerek parlatılmış ve cam lama, Kanada balsam yapıştırıcı ile yapıştırılmıştır. Kayacın diğer yüzü, 0,03 mm kalınlık elde edilene kadar benzer işlem ile aşındırılmıştır. Kayaçtan petrografik inceleme için hazırlanmış ince kesitler, petrografi mikroskobunda, içinde geçen ışının kazandığı özelliklerin saptanmasıyla tanımlanmıştır. Burada kayacı oluşturan minerallerin cinsleri, kristal boyutları, mineraller arasındaki dokusal ilişkiler, gözeneklilik, bozuşma ürünleri ve dağılımları saptanmaya çalışılmıştır.

3.2.2.6. Kimyasal Analiz

Analizler, Çukurova Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü Laboratuvarı'nda yaptırılmıştır. Bölüm laboratuvarında yapılan analizlerde;

Kireçtaşında Si, Fe, Ca, Mg, tayini:

250 µ boyutuna öğütülen örnek etüvde 20 ± 4 saat süresince 105 °C'de kurutulmuş ve virgülden sonra dört hane hassasiyette tartım yapabilen hassas terazide 0,5 gr civarında örnek alınmıştır. HCL ile HNO₃'ün (3,1) oranında karışımı ile elde edilen kral suyu örnek üzerine eklendikten sonra çözünme tamamlanana kadar ısıtılmıştır.

Çözülme tamamlanınca mavi bant süzgeç kâğıdından süzülerek SiO₂ kristalleri ile çözelti ayrılır. Çözelti üzerine amonyak eklenerek Fe ve Al oksitleri halinde çöktürülür. Beyaz bant filtre kâğıdından süzülerek çözülden ayrılır. Çözeltide Ca ve Mg deneyleri EDTA titrasyonu ile belirlenir. Beyaz bant filtre kâğıdı üzerindeki katı asit ilavesi ile çözülür. Çözeltideki Fe ve Al miktarı yüksek ise titrasyon ile değilse atomik absorpsiyon spektrometresinde tayin edilir. Mavi bant filtre kâğıdı etüvde bir gün kurutulduktan sonra platin kroze içinde önce bek alevinde sonra 1000°C'de kül fırında yakılır. Katı miktarı tartılır ve SiO₂, HF, HClO₄ ilavesi ile uçurulur. Kütle kaybından % SiO₂ hesaplanır.

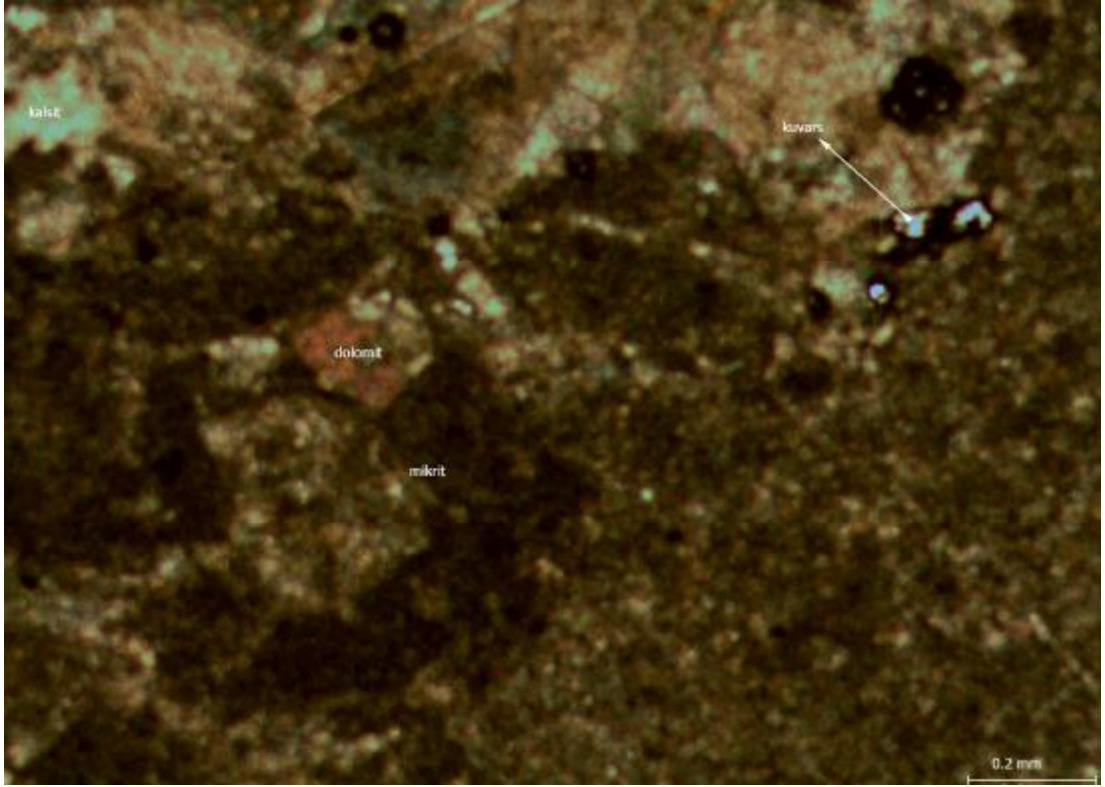
4. ARAŞTIRMA BULGULARI**4.1. Petrografik İnceleme**

Burdur ili, Yeşilova ilçesi Kağılcık Köyü kuzeyinde yer alan mermer ruhsat sahasından alınan örnekler üzerinde hazırlanan numuneler önce petrografik olarak ve numunelerden hazırlanan ince kesitler ise polarizan mikroskop altında incelenmiştir.

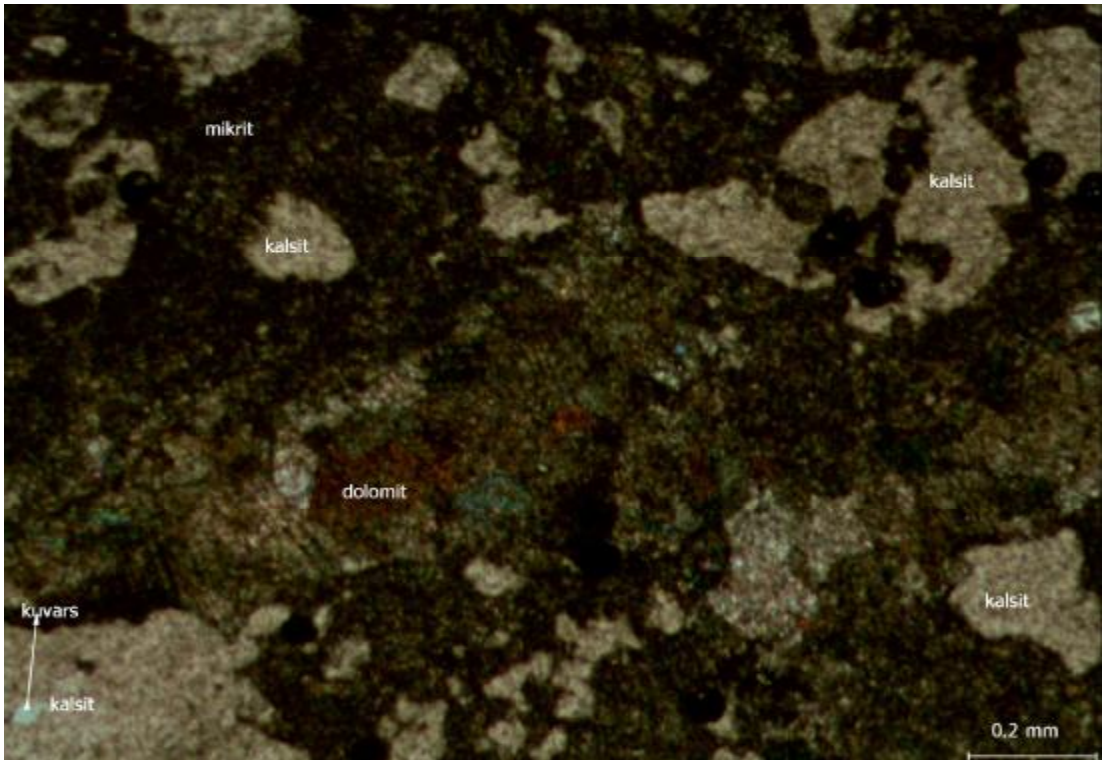
Araziden sistematik olarak alınan örnekler, açık gri, gri renkte ve kompakt (masif) bir yapıdadır. Çıplak gözle bakıldığında belirgin bir şistozite özelliği yoktur. Yer yer iri kalsit kristallerinden oluşan daha açık haleler ile nispeten daha ince kalsit kristallerinden oluşan damarcıkların kayacı kattetiği görülmektedir. % 10'luk HCl asit altında hızla köpürmektedir. 10 büyütme lup altında da benzer görünüm elde edilmiştir. Kayaç oldukça homojen olup, çok seyrek olarak demir oksitini oluşturduğu kahverengi lekeler seçilebilir.

Mikroskop altında ise kayacın esas olarak kalsitten oluştuğu mikritik bir doku içinde çoğu spari kalsitten oluşan damarcıkların kayacı hemen her doğrultuda kattettiği görülmektedir. Mikrit yapıda biyoklastlar ile % 5-6 intraklastlar seçilir. Belirgin röliyefi ile kayaç içinde zonlaşma göstermeden saçılmış halde dolomit kristalleri ayırt edilebilmektedir. Erime boşluklarından muhtemelen sonradan gelişen orta-iri spari kalsit dolgusu oldukça yaygındır. Çok nadir olarak küçük taneli detritik kuvars taneleri gözlenmiş ise de bunlara her kesitte rastlanmamıştır. Kesitlerde opak minerallere de rastlanmamıştır. Bu durumda incelenen örnekler yer yer rekristalizasyon gösteren saf kireçtaşı (fosilli mikrit) adlandırılması yapılmıştır. Mikroskopik gözlemlerde seçilen mikrofotolar Şekil 4.1 ve Şekil 4.2 verilmektedir.

Kayaç esas itibarıyla kalsitten oluşmuş olup, mikritik bir doku içinde yer yer iri kalsit kristalleri dikkat çeker. Dolomit ve detritik kuvarsa da çok seyrek olarak rastlanır.



Şekil 4.1. Burdur Yeşilova Kağılcık kireçtaşlarının polarizan mikroskop görünümü



Şekil 4.2. Mikroskobik foto, polarize ışık, mikritik doku içinde görünümü

Muhtemelen erime boşluklarından sonrada kristalleşen iri kalsit kristalleri dolomit ve çok ince detritik kuvars çok seyrektrir.

4.2. Kimyasal İnceleme

Petrografik olarak karbonat dışı minerallerin yaygın olmadığı anlaşılan Burdur ili, Yeşilova ilçesi, Kağılcık bölgesine ait kireçtaşı örnekleri öğütülerek gerek XRF ve gerekse klasik analiz yöntemleriyle kimyasla analize tabi tutulmuştur. Bulunan sonuçlar Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kimyasal Analiz Sonuçları

Örnek No	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	CaCO ₃	MgCO ₃	Analiz Yöntemi
1	55,87	0,20	-	-	-	-	99,12	0,42	Klasik Yaş Yöntem
2	54,65	0,31	0,11	0,18	-	0,12	97,28	0,66	Klasik Yaş Yöntem
1A	55,38	-	0,05	0,33	0,008	0,35	98,57	-	XRF
2A	55,22	-	0,06	0,33	0,01	0,37	98,30	-	XRF
3	55,42	-	0,08	0,34	-	0,21	98,65	-	XRF
4	55,42	-	0,09	0,35	-	0,22	98,94	-	XRF
5	55,54	-	0,08	0,36	-	0,22	98,85	-	XRF

4.3. Numunelerin Fiziksel Özellikler

Araziden getirilen örnekler, laboratuarda standartlara uygun olarak kesilerek 5 paralel örnek üzerinde deneyler gerçekleştirilmiş ve sonuçlar ilgili çizelgede verilmiştir.

4.3.1. Birim Hacim Ağırlık Deney Sonuçları

Araziden alınan ve standartlara uygun bir şekilde hazırlanan örnekler Maden Mühendisliği Bölüm Laboratuvarları'nda birim hacim ağırlık, deneyine tabii tutulmuştur. TS 2513 ve TS 1910 sonuçları kullanılarak yapılan hesaplamalar neticesinde elde edilen sonuçlar Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Birim Hacim Ağırlık Değerleri

Numune No	Numune Çapı (cm)	Numune Uzunluğu (cm)	Numune Ağırlığı (gr)	Numune Hacmi (cm ³)	Birim Hacim Ağırlık (gr/cm ³)	Birim Hacim Ağırlık (gr/cm ³)
1	4,14	6,01	80,903	227,632	2,814	2,749
2	4,16	6,64	90,249	234,935	2,603	
3	4,18	7,18	370,146	1052,12	2,842	
4	4,13	5,02	67,250	177,875	2,645	
5	4,14	6,23	83,865	233,17	2,84	

Burdur Yeşilova Kağılcık bölgesinden alınan numunenin ortalama birim hacim ağırlığı 2,749 (gr/cm³) olarak bulunmuştur. Bu değer TS 2513 ve TS 1910'a göre döşeme ve kaplama yapılabilecek sınır değer olan 2,55'ten büyüktür.

4.3.2. Özgül Ağırlık Deney Sonuçları

Burdur Yeşilova bölgesinden alınan numuneler, TS 699'a uygun olarak piknometre yardımı ile gerçekleştirilmiş ve deney sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Bulunan 2,77 gr/cm³'lük değer tüm alanlarda kullanılacak mermerler için oldukça iyimser bir rakamdır.

Çizelge 4.3. Özgül Ağırlık Değerleri

Numune No	Gp (gr)	Gpn (gr)	Gps (gr)	Gpns (gr)	do (gr/cm ³)	Ort.do (gr/cm ³)
1	24,8910	39,2718	74,7016	84,0218	2,83	2,77
2	24,8904	40,6004	74,7015	84,7008	2,74	
3	24,8901	40,6008	74,7015	84,6710	2,72	
4	24,8915	40,6016	74,7016	84,7026	2,75	
5	24,8906	40,6029	74,6983	84,8151	2,81	

4.3.3. Porozite (Gözeneklilik Derecesi) Deney Sonuçları

Burdur Yeşilova Kağılcık bölgesinden alınan numunelerin TS 1910 göre yapılan zahiri porozite (gözeneklilik derecesi) değerleri Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Porozite Değerleri

Numune No	B.H.A. (gr/cm ³)	O.A. (gr/cm ³)	Porozite (%)	Ort. Porozite (%)
1	2,904	2,83	0,856	0,944
2	2,603	2,74	1,116	
3	2,842	2,72	0,925	
4	2,645	2,75	0,896	
5	2,841	2,81	0,927	

İnceleme alınan ve mermer olarak kullanılan numunenin ortalama görünür porozitesinin % 0,944 bulunması çok kompakt kaya sınıfında değerlendirilebileceğini gösterir (Tarhan, 1989). Bu değer TS 1910'a göre sınır değer olan < % 2'nin yarısı kadardır.

4.3.4. Ağırlıkça Su Emme Oranı Deney Sonuçları

Burdur Yeşilova Kağılcık bölgesinden alınan numunelerin Ağırlıkça su emme oranının belirlenmesi için TS 2513 ve TS 1910'a göre yapılan deney sonuçları Çizelge 4.5' te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Ağırlıkça Su Emme Oranı Değerleri.

Numune No	Yaş Ağırlık (gr)	Kuru Ağırlık (gr)	Su Emme (%)	Ağırlıkça Su Emme (%)
1	235,28	234,932	0,148	0,343
2	235,60	234,935	0,285	
3	1058,6	1052,12	0,616	
4	178,449	177,875	0,323	
5	127,191	126,756	0,343	

Burdur Yeşilova Kağılcık bölgesinden alınan numunenin ortalama ağırlıkça su emme oranı % 0,34 bulunmuştur. Bu değer, TS 2513'a göre sınır değeri (< % 1,80), TS 1910' a göre sınır değer olan < % 0,75'i kolaylıkla sağlamaktadır.

4.3.5. Sonik Hız Deney Sonuçları

İnceleme alanından alınan numunelerin sonik hız deneyi yapılmış ve bulunan sonuçlar Çizelge 4.6' da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Sonik Hız Değerleri

Numune No	Uzunluk (mm)	Süre (sn)	Sonik. Hız (km/sn)	Ort.Sonik Hız (km/sn)
1	88.2	18.6	4.74	5,154
2	82.2	15.5	5.3	
3	87.3	17.7	4.9	
4	85.1	15.8	5.3	
5	82.4	14.9	5.53	

Saf kireçtaşı numunelerinin ortalama sonik hızı 5,154 km/sn bulunmuştur. Bu değer söz konusu numunelerin oldukça düşük poroziteye sahip olduklarını göstermesi bakımından önemlidir.

4.4. Numunelerin Mekanik Özellikler

Burdur Yeşilova Kağılcık bölgesinden alınan numunelerden ilgili standartlara uygun olarak hazırlanan numuneler Maden Mühendisliği Bölümü laboratuvar

ortamında tek eksenli basma dayanımı, nokta yük dayanım indeksi, darbe dayanımı, sürtünme sonrası aşınma kaybı, eğilme dayanımı açısından incelenmiştir.

4.4.1. Tek Eksenli Basma Dayanımı Deney Sonuçları

İnceleme alanından alınan numuneler üzerinde TS 2513, TS 1910 ve TS 10449 göre deneyi sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Bulunan ortalama 80,24 MPa’lık basınç dayanımı Burdur Yeşilova Kağılcık kireçtaşlarının mermer olarak kullanılabilmesinde sakınca olmadığını gösterir.

Çizelge 4.7. Tek Eksenli Basınç Dayanımı Değerleri.

Num. No	Num. Çapı (cm)	Num. Boyu (cm)	Yüzey Alanı (cm ²)	Yen. Yüğü (kN)	Basma Day. (MPa)	Ort. B.Day. (MPa)
1	4,12	8,22	13,33	8315	61,2	80,24
2	4,12	8,73	13,33	13345	98,2	
3	4,11	8,51	13,26	11133	82,3	
4	4,11	8,62	13,26	12014	88,8	
5	4,12	8,44	13,33	11850	70,7	

4.4.2. Nokta Yük Dayanım İndeksi Deney Sonuçları

Aynı grup numunelerin nokta yük dayanımları TS 2513, TS 10449’a göre ölçülmüş ve sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Nokta Yüğü İndeksi Dayanım Değerleri

Numune No	Numune apı (De) (mm)	Numune Uzunluğu (L) (mm)	De ² (mm ²)	Yenilme Yüğü (kN)	Nokta Yüğü İndeksi (Is)	Ort. Nokta Yüğü ind. (MPa)
1	4,12	4,29	16.9744	12	7,07	6,78
2	4,13	4,90	17.0569	11	6,45	
3	4,14	5,36	17.1396	13	7,58	
4	4,14	5,17	17.1396	13	7,58	
5	4,12	5,20	16.9744	14	8,25	

4.4.3. Darbe Dayanımı Deney Sonuçları

İnceleme alanından alınan numuneler üzerinde TS 10449, TS 2513 ve TS 699'a göre yapılan darbe dayanımı deneyi sonuçları izelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Darbe Dayanım Değerleri

Numune No	Darbe Sayısı (n)	Darbe Dayanımı (Kg/cm ²)	Ort. Darbe Dayanımı (Kg/cm ²)
1	4	20	16, 8
2	3	12	
3	3	12	
4	4	20	
5	4	20	

4.4.4. Sürtünme Sonrası Aşınma Kaybı (Böhme) Deney Sonuçları

Burdur Yeşilova Kağılcık bölgesinden alınan bloklardan hazırlanan 71x71x20 m ebatındaki levhalar üzerinde TS 10499, TS 2513 ve TS 699 göre uygun abrasifler kullanılarak Böhme yöntemiyle aşınma kayıpları araştırılmıştır. Bu değerler Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Aşınma (Böhme) Dayanım Değerler

Numune No	d_0 (cm)	d_1 (cm)	d (cm/50)	Ort.D aşınma (cm/50)
1	2,360	2,183	9	9.6
2	2,291	2,094	10	
3	2,160	1,970	10	
4	2.285	2,070	10	
5	2.312	2,131	9	

4.4.5. Eğilme Dayanımı Deney Sonuçları

İnceleme alınan alınan numuneler TS 10449, TS 2513, TS 1910 ve TS 699'a göre yapılan eğilme dayanımı deneyi sonuçları Çizelge 4.11 'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Eğilme Dayanım Değerleri

Numune No	L (cm)	b (cm)	h (cm)	Pk (kgf)	Feğ (kgf/cm ²)	Ort. Feğ (kgf/cm ²)
1	13,00	11,50	2,13	201,1	75,10	91,05
2	13,00	11,50	2,00	226,2	95,90	
3	13,00	11,70	2,00	251,3	104,70	
4	13,00	11,70	2,00	226,2	94,20	
5	13,00	11,50	2,00	201,1	85,20	

4.4.6. Shore Sertlik Deney Sonuçları

İnceleme alanından alınan kireçtaşı-mermer numuneleri üzerinde TS 10449, TR 2513 göre yapılan shore sertlik değerleri Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Shore Sertlik Değerleri

Numune No	Shore Sertliği Değeri	Ort. Shore Sertliği Değeri
1	56	52,6
2	50	
3	54	
4	51	
5	52	

4.4.7. Los Angeles Aşınma Dayanımı Deney Sonuçları

Kireçtaşı örneklerinin aşınma dayanımları bilyeli tambur adı verilen Los Angeles Aşınma cihazında yapılmıştır. Değişik elek aralıklarında ve istenen miktarlardaki numuneler bilyeli tamburun içerisine konularak 500 devir yaptırılmış, çıkartılan numunelerin 1.6 mm çaplı kare gözlü elekten eleyerek, elek üzerinde kalan kısmın ağırlığını belirlemek suretiyle olmuştur (Çizelge 4.13). 500 devir sonundaki aşınma miktarı 50 yıl sonundaki tahmini aşınmalarını vermektedir (TS EN 1097 - 2).

Çizelge 4.13. Los Angeles Aşınma Dayanımı Değerleri

Birim	500 Devir Sonundaki Aşınma %'si
Burdur Yeşilova Kağılcık Kireçtaşı	% 17

4.5. Burdur Yeşilova Kireçtaşına Uygulanan Diğer Testler ve Sonuçları**4.5.1. Açık Hava Tesirlerine Dayanıklılık Deney Sonuçları**

TS 699'a göre hazırlanan yaklaşık el büyüklüğünde numunelerin kesme yüzeyleri parlatılarak parlak yüzeyler haline getirilmiştir. Elde edilen çiftlerin yarısı karşılaştırma için saklanmış, diğer yarısı da deneye tabi tutulmuştur. Numunelerin yüzeylerine sürmek üzere % 1'lik Hidroklorik asit (HCl) çözeltisi hazırlanmıştır. Daha sonra HCl çözeltisi numune yüzeylerine bir pamuk yardımıyla sürülmüştür. Bu işlem 10'ar kez tekrarlanmıştır. Son olarak deneye tabi tutulan numunelerle saklanan numuneler karşılaştırılmış ve renk değişikliği olup olmadığına bakılmıştır. Deney numuneleriyle saklanan örnekler arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Bu durum Burdur, Yeşilova, Kağılcık bölgesindeki kireçtaşlarının demir bakımından oldukça fakir olduğunu gösterir.

4.5.2. Pas Tehlikesi Tayini Deney Sonuçları

Kayacın saf kireçtaşı olması ve bileşiminde demir oksitce zengin mineralin olmaması kayadaki dönüşümün en az seviyede olmasını sağlar. Deneylere tabii tutulan kayacın hemen hemen hiçbir değişim gözlenmemiştir. Bu sebeple inceleme alanından üretilecek mermer levhanın iç ve dış mekanlarda güvenle kullanılabilmesi söylenebilir.

4.5.3. Asitlere Karşı Dayanıklılık Testi Deney Sonuçları

Baca gazları ile havada bulunan diğer zararlı gazlar havanın nemi ile birleşerek asitler oluşturmaktadırlar. Bu asitlerin yapı taşlarının dayanıklılığı nasıl etkileyeceğinin tayini amacı ile asitlere karşı dayanıklılık testi yapılmıştır. Numuneler asitlere karşı dayanıklılık cihazının içerisinde sülfüroz asit bulunan kabın üzerine uygun bir düzenekle asılarak burada 28 gün bekletilmiştir. Yapılan deney

sonucunda Burdur Yeşilova Bölgesinden alınan numunelerde herhangi bir deformasyon izi gözlenmemiştir.

4.5.4. Donma ve Çözölmeye Karşı Dayanıklılık Deney Sonuçları

Burdur Yeşilova Bölgesinden alınan numunelere TS EN 1367'ye göre uygulanan donma ve çözölmeye karşı dayanıklılık deney sonucunda don kaybı değeri % 0,2 bulunmuştur. Bu sonuç TS EN 1367'ye göre numunelerin agrega olarak kullanılabilceğini göstermektedir. TS 10449'a göre yapı ve kaplama taşı olarak kullanılacak mermerlerin, don kaybı değerin % 1'den küçük olması gerekmektedir. Bulunan deney sonuçlarına göre don kaybı değeri bu standardı sağlamaktadır.

4.6. Bulunan Petrografik, Kimyasal, Fiziksel, Mekanik ve Diğer Özellikler Bakımından İlgili Standartlar ve Genel Kriterlere Göre Değerlendirilmesi

İncelenme alanından alınarak çeşitli özellikleri bakımından incelenen kireçtaşlarının blok alınabilen kısımlarının mermer, alınamayacağı kısımlarının da başka maksatlar için kullanıp, kullanılamayacağı ile ilgilistandartlara ve genel kriterlere göre Çizelge 4.14'de topluca verilmiştir.

Çizelge 4.14. Deney Sonuçlarının Genel Değerlendirmesi

Uygulanan Standart		Sınır Değer	Bulunan Değer	Değerlendirme
Birim Hacim Ağırlık	TS EN 2513 TS 1910	> 2,55 gr/cm ³	2,749 gr/cm ³	UYGUN
Özgür Ağırlık	TS 699	-	2,77 gr/cm ³	UYGUN
Porozite	TS 1910	< % 2	0,944	UYGUN
Su Emme	TS EN 2513 TS 1910	< % 1,80 < % 0,4	0,343	UYGUN
Sonik Hız	TS EN 2513 TS 1910	-	5,154 km/sn	UYGUN
Tek Eksenli Basma Dayanımı	TS 2513,TS 1910,TS 10449	> 50 MPa	80,24 MPa	UYGUN
Nokta Yük Dayanımı	TS EN 2513 TS 1910	-	6,78 MPa	UYGUN
Darbe Dayanımı	TS 2513,TS 1910,TS 699	> 6 kg/cm ²	16,8 kg/cm ²	UYGUN
Böhme	TS 2513,TS 1910,TS 699	< 15 cm/50	9,6 cm/50	UYGUN
Eğilme Dayanımı	TS 2513,TS 1910,TS 10449, TS 699	> 60 kg/cm ²	91,05 kgf/cm ²	UYGUN
Shore Sertlik	TS 2513, TS 10449	-	52,6	UYGUN
Los Angeles Aşınma Kaybı (%) 500 devir	TS EN 1097 - 2	Agregada < 22	% 17	UYGUN

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Burdur ili, Yeşilova ilçesi ve Kağılcık köyü sınırları içerisinde kalıp üzerinde birçok II.grup maden işletme ruhsatı bulunan inceleme alanındaki kireçtaşları ve öteki kayaçlarla yapılan inceleme çalışmaları ışığı altında 1/25000 topoğrafik zemin üzerine yeniden oluşturularak mermer sahasını doğu batı ve kuzey güney yönlerinde kateden iki adet enine kesit çıkarılmıştır. Ayrıca alanın numuneler üzerinde petrografik, kimyasal, fiziksel ve mekanik deneyler gerçekleştirilerek bu kireçtaşlarının tüm özellikleri belirlenmiş ve mermer olarak kullanıp, kullanılmayacakları ilgili standartlara göre değerlendirilmiştir.

Yapılan bu değerlendirmelere göre:

➤ Ortalama birim hacim ağırlık değeri $2,749 \text{ gr/cm}^3$, ortalama ağırlıkça su emme oranı % 0,34 ve don sonrası ağırlık kaybı % 0,2 olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre Burdur Yeşilova Kağılcık bölgesi kireçtaşları, TS 2513'e göre kayaçların doğal yapıtaşı olarak kullanılabilmesi için gerekli birim hacim ağırlık sınır değeri ($> 2,55 \text{ gr/cm}^3$), ağırlıkça su emme sınır değeri ($< \% 1,80$) ve don sonrası ağırlık kaybı sınır değeri ($\% < 5$) olan bu değerleri sağlayarak bu standart için gerekli fiziksel özellikleri taşıdığı belirlenmiştir.

➤ Ortalama ağırlıkça su emme oranı miktarı %0,34, don sonrası ağırlık kaybı değeri % 0,2 olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre Burdur Yeşilova Kağılcık bölgesi kireçtaşları TS 10449'a göre kayaçların doğal yapı taşı olarak kullanılabilmesi için gerekli olan ağırlıkça su emme oranı miktarı ($< \% 0,4$) sınır değerini ve don sonrası ağırlık kaybının ($< \% 1$) sınır değerini sağlayarak standart için gerekli fiziksel özellikleri taşıdığı belirlenmiştir.

➤ Ortalama birim hacim ağırlık değeri $2,749 \text{ gr/cm}^3$, ortalama ağırlıkça su emme oranı miktarı % 0,34, ortalama porozite değeri % 0,94 ve don sonrası ağırlık kaybı değeri % 0,2 olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre Burdur Yeşilova Kağılcık bölgesi kireçtaşları TS 1910'a göre kaplama olarak kullanılan doğal kayaçların sahip olması gereken ağırlıkça su emme oranı ($< \% 0,75$) sınır değeri, birim hacim ağırlığı ($> 2,55 \text{ gr/cm}^3$) sınır değeri, porozite ($< \% 2$) sınır değeri ve don sonrası ağırlık

kaybının (< % 5) sınır değerini sağlayarak standart için gerekli fiziksel özellikleri taşıdığı belirlenmiştir.

➤ Ortalama tek eksenli basınç değeri 80,24 MPa, ortalama eğilme direnci 91,05 kg/cm², ortalama böhme yüzeysel aşınma direnci 9,6 cm²/50, ortalama darbe dayanımı 16,8 kg/cm² olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre Burdur Yeşilova Kağılcık bölgesi kireçtaşları TS 2513'e göre kayaçların doğal yapıtaşı olarak kullanılabilmesi için gerekli tek eksenli basınç direnci (> 50 MPa) sınır değerini taşıdığı, eğilme direnci (> 50 kg/cm²) sınır değerini taşımadığı ve böhme yüzeysel aşınma direnci (< 15 cm²/50) sınır değerini taşıdığı, darbe dayanımı (> 6 kg/cm²) sınır değerini taşıdığı belirlenerek standart için gerekli mekanik özelliklerden eğilme dayanımı direnci haricinde sahip olduğu belirlenmiştir.

➤ Ortalama tek eksenli basınç değeri 80,24 MPa, ortalama eğilme direnci 91,05 kg/cm², ortalama böhme yüzeysel aşınma direnci 9,6 cm²/50 olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre Burdur Yeşilova Kağılcık bölgesi kireçtaşları TS 1910'a göre kaplama olarak kullanılan doğal kayaçların sahip olmaları gereken tek eksenli basınç direnci (> 50 MPa) sınır değerini taşıdığı, eğilme direnci (> 50 kg/cm²) sınır değerini taşıdığı ve böhme yüzeysel aşınma direnci (< 15 cm/50) sınır değerlerini taşıdığı belirlenerek standart için gerekli mekanik özelliklerden eğilme dayanımı direnci haricinde sahip olduğu belirlenmiştir.

➤ Ortalama tek eksenli basınç değeri 80,24 MPa, ortalama eğilme direnci 91,05 kg/cm², ortalama böhme yüzeysel aşınma direnci 9,6 cm/50, ortalama darbe dayanım değeri 16,8 kgcm/cm³ olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre Burdur Yeşilova Kağılcık bölgesi kireçtaşları TS 10449'a göre kayaçların doğal yapı taşı olarak kullanılabilmesi için gerekli tek eksenli basınç direnci (> 30 MPa) sınır değerini (kaplama için) taşıdığı, (> 50 MPa) sınır değerini (döşeme için) taşıdığı, eğilme direnci (> 60 kg/cm²) sınır değerini taşımadığı ve böhme yüzeysel aşınma direnci (< 15 cm/50) sınır değerlerini (döşeme için), (25 cm/50) sınır değerlerini (kaplama için) taşıdığı, darbe dayanımı (> 4kgcm/cm³) sınır değerini (kaplama için), (> 6 kg/cm²) sınır değeri (döşeme için) taşıdığı belirlenerek standart için gerekli mekanik özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir.

➤ ASTM (C97, C170, C99, C241)'ye göre tek eksenli basınç direnci (> 52 MPa) sınır değerini taşıdığı, eğilme direncinin (> 70 kg/cm²) sınır değerini taşıdığı, ve böhme yüzeysel aşınma direnci (< 10 cm/50) sınır değerini taşıdığı belirlenmiştir.

➤ Araziden alınan kayaç örneklerine yapılan kimyasal analiz sonucunda CaO miktarı 55,35, CaCO₃ miktarı 98,53, MgO miktarı 0,25 ve MgCO₃ miktarı 0,54 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre kayaç Rekrystalize Kireçtaşı'dır.

➤ Burada Burdur ili, Yeşilova ilçesi ve Kağılcık köyünün kuzey-güney yönünde yüzeylenen ve önceki çalışmalarda Taşkesiği formasyonu olarak adlandırılmış olan yer yer rekrystalize özellikte bulunan kireçtaşı saf kalker sınıfına giren bir karbonat olup, diğer elementlere ait hacim yüzdesi % 1'in altındadır. Kayaç esas itibariyle kalsitten oluşmuş mikritik bir doku içerisinde çok seyrek olarak dolomit ve detritik kuvars görülür. Opaklar yok denecek kadar azdır. Fosil izleri görülür ancak bunlar bu çalışmada tayin edilmemiştir.

➤ Fiziksel ve mekanik özellikleri bakımından kireçtaşı mermerleri grubuna giren bu karbonatların gerek ve masif duruşlarının homojen olması ticari itibarını artırıcı husu olup buradan çıkarılacak blokların piyasa yapma potansiyeli vardır. Bölgedeki son 10 yılda açılan mermer ocağı sayısı ve piyasada Burdur taşı olarak ünlenmesi bölgenin önemini artırmaktadır. Hatta şu anda bile blok ve plaka ihraç edebilen firmalar bulunmaktadır.

➤ Blok vermeyen ve hurda özelliği taşıyan Burdur bölgesi karbonatlarının beton agregası , çimento hammaddesi ve kireç üretimi ile özellikle açık rengi ve masif yapısıyla belirgin oluşlarının dolgu, harç sıva, pvc ve boya malzemesi olarak kullanılması mümkündür.

➤ Bundan sonra bölgede yapılacak olan çalışmalarda özellikle Taşkesiği formasyonu, bu kalkerlerin özellikle kırık, çatlak ve öteki süreksizlikler barındırmadıkları ayrıntılı olarak yapılacak en az zayı blok üretebilmesi için uygun yönler ve alanlar tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışma sonucunda Burdur Yeşilova Kağılcık bölgesinden alınan numunelerin fiziksel ve mekanik deneyleri sonucunda standartlar karşılaştırılması yapılmış, inşaat ve yapıda, kireç ve çimento üretiminde, kağıt sanayinde, tarım

sektöründe, metalürjide, şeker ve kimya sanayinde, kömür ocaklarında ve baca gazı arıtımında kullanılabileceği tespit edilmiş ve kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- ANIL, M., YAPICI, N., TÜRKMEÑOĞLU, M., KILIÇ, Ö., 2006. Kireç Üretiminde Hammadde Özelliğinin Önemi, Çukurova Üniversitesi. Adana. s: 1.
- ARIKAN, M., 1968. Mermer ve Mermercilik. Ankara Basımevi, Ankara.
- ASTM, 1993, “Standart Terminology Relating to Dimension Stone (Exterior)”, C503-89.
- ASTM, 1993, “Standart Terminology Relating to Dimension Stone(Exterior)”, C503-89
- ASTM, 1993, “Standart Terminology Relating to Dimension Stone”, C119-92a
- ATABEY, E., GÖNCÜOĞLU, M.C., TOPAL, T., ALPTEKİN, C., 2006. Güney İlçesi (Denizli) Batısındaki Gölsel Kireçtaşlarının Fiziksel Jeokimyasal ve Teknolojik Özellikleri, Jeolojisi Mühendisleri Odası, Ankara.
- BETECHIN, A.G., 1957. Deutsche redaction : Leutwein. H,F. Sommer M., Prescher , H.,Tölle, H.,Lehibuch der Speziellen Mineralogie, Porta Verlag München, pp.346-356.
- BOYNTON, R.S., 1980. Chemistry and Technology of Lime and Limestone. 2nd Edition. John Wiley and Sons, Inc. Newyork.
- BUZLU, H.B., 2001. Bayat (Atabey – Isparta) Kireçtaşlarının Mermer Olarak Kullanılabilirliği ve Ekonomik Potansiyeli, Türkiye III. Mermer Sempozyumu, İzmir
- ÇİÇEK, T., 1999. Kireç ve Kullanımı, 3. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir.
- D.P.T, 1996. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Çimento Hammaddeleri ve Yapı Malzemeleri Çalışma Grubu Raporu Çimento Hammaddeleri ve Yapı Malzemeleri Ankara, 3: 1–50.
- D.P.T, 2001. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Alçı-Kireç-Kum-Çakıl-Boya Toprakları-Mıcır-Tuğla-Kiremit Çalışma Grubu Raporu, Ankara.
- GORDILLO, J.R., PEREZ, M.P.S., 2005. Effects of Thermal Changes on Macael Marble: Experimental Study, Construction and Building Materials.

- GÖKAY, M.K., GÜNDOĞDU, İ.B., 2001. Mermerlerin Sayısal Analiz Yoluyla Sınıflandırılması ve Mermer İşleme Tesislerindeki Kullanılabilirliği, Maden Mühendisleri Odası, Ankara.
- GÖRGÜLÜ, K., 1994. Bazı Mermer Ocaklarında (Isparta-Burdur-Sivas) İşletme Sistemlerinin İncelenmesinin ve Öncelikli Kaya Madde/Kütle Özellikleri ile İlişkilendirilmesi Araştırmaları. C.Ü. Fen bilimleri Enstitüsü Y.L. Tez. Sivas. S: 95.
- GÜLEÇ, K., 1973. Afyon Mermerlerinin Mühendislik Jeolojisi ve Fiziksel Özelliklerinin Ayrışma ile İlişkisi, Doktora Tezi İTÜ, İstanbul.
- HARBEN, P., 1995. Industrial Minerals Handybook. 2nd Edition, Industrial Minerals Information Ltd., London, pp.36-43.
- .İSLAMOĞLU, Y., TANER, G.,2002. Kasaba Miyosen Havzasında Uçarsu ve Kasaba Formasyonlarının Mollusk Faunası ve Stratigrafisi (Batı Toroslar, GB Türkiye), M.T.A Dergisi, Ankara.
- KARAMAN, E., 1994. Isparta – Burdur arasının Jeolojisi ve Tektonik Özellikleri, Türkiye Jeoloji Bülteni, Isparta. s: 119 – 134.
- KAHRAMAN, S., 2002. Estimating the P-Wave Velocity Value of intact Rock From İndirect Laboratory Measurements, International Journal of Rock Mechanics and Minig Sciences 39: 723-728.
- KIRIKOĞLU, M.S., 1996. Endüstriyel Kullanım Açısından Karbonat Kayaçları. I. Ulusal Kırmataş Sempozyumu, İstanbul.
- KUŞÇU, M., 1990. Belence (Eğridir-Isparta) Siyah Mermer Yataklarının Ekonomik Jeolojisi, Jeoloji Mühendisliği, s:36, II-17, 1990.
- KUN, M., ONARGAN, T., 2004. Granit ve Granodiyorit Türü Kayaçların Shore Sertlik İndeks Değerinin Mineral ve Kayaç Bazında Değişiminin İncelenmesi ve Fiziko-Mekanik ile İlişkilerinin İstatistiksel Analizi, Mermer, Doğal Taş Sektörünün Dergisi, Sayı:41, s: 22-28.
- M.T.A., 1967. Denizli N23 B2 Pafta Numaralı 1/25000 Ölçekli Jeolojik Harita, Ankara.
- OTHMER, K., 1978. Encyclopedia of Chemical Technology, VoL.14,3rd Edition John Wiley and Sons, Newyork, pp.343-381.

- ÖNEM, Y., 1997. Sanayi Madenleri, Ankara.
- TARHAN, F., 1989. Mühendislik Jeolojisi Prensipleri. Genel Yayın No:145, KTÜ, Trabzon.
- TEMUR, S., 2001. Endüstriyel Hammaddeler, Konya. 310s.
- T.S.E., 1977. TS 1910 Kaplama Olarak Kullanılan Doğal Taşlar, Ankara.
- T.S.E., 1977. TS 2513 Doğal Yapı Taşları, Ankara.
- T.S.E., 1977. TS 2517 Alkali Agregata Reaktivitesinin Kimyasal Tayini, Ankara.
- T.S.E., 1981. TS 3694 Beton Agregalarında Aşınmaya Dayanıklılık, Ankara.
- T.S.E., 1987. TS 699 Doğal Yapı Taşları – Muayene ve Deney Metotları. Ankara.
- T.S.E., 1992. TS 10449 Mermer – Kalsiyum Karbonata Esaslı – Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan, Ankara.
- T.S.E., 1999. TS EN 1367-1 Agregaların Termal ve Bozunma Özellikleri İçin Deneyler – Bölüm 1: Donmaya ve Çözölmeye Karşı Direnç Tayini, Ankara
- T.S.E., 2000. TS EN 1744-1 Agregaların Kimyasal Özellikleri İçin Deneyler - Bölüm 1: Kimyasal Analiz, Ankara.
- T.S.E., 2000. TS EN 1097-2 Agregaların Kimyasal Özellikleri İçin Deneyler - Bölüm 1: Kimyasal Analiz, Ankara.
- UZ, B., BACAĞ, G., 2008. Beyce (Bilecik) Kireçtaşlarının Jeolojisi, Petrografisi ve Mermer Olarak Değerlendirilmesi. MERSEM '2008 Türkiye VI. Mermer ve Doğaltaş Sempozyumu. Afyon.
- UYSAL, Ö., AKÇAKOCA, H., TOPAL, İ., 2003. Bazı Doğal Taşların Teknomekanik Özellikleri ve Uygun Kullanım Alanlarının Belirlenmesi. MERSEM' 2003 – Türkiye IV. Mermer Sempozyumu Bildirileri Kitabı. s: 343-351, Afyon.
- ÜRÜNVEREN, A.K., 2008. Kadirli (Osmaniye) Kösepınarı Köyü ve Çevresindeki Mermerlerin Mühendislik Özelliklerinin Belirlenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- YAKUT, E., 2001. İzmir İli Çevresindeki Kireçtaşlarının Mühendislik Özellikleri ve Kullanım Alanlarının Araştırılması. D.E.Ü. Fen Bilimleri, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

www.wikipedia.org, 2009.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Ankara'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Ankara'da tamamladı. 1999 yılında Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü'nü kazandı ve 2003 yılında mezun oldu. 2006 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 2003 yılında Serbest Maden Mühendisi olarak çalışmaya başladı. Halen görevine devam etmektedir.