

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**ELMALI (ANTALYA) BÖLGESİ MERMER OCAKLARININ JEOLJİSİ,
TEKNOLOJİK ÖZELLİKLER VE REHABİLİTASYON**

Burcu AYDIN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞUBAT 2019

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**ELMALI (ANTALYA) BÖLGESİ MERMER OCAKLARININ JEOLJİSİ,
TEKNOLOJİK ÖZELLİKLER VE REHABİLİTASYON**

Burcu AYDIN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞUBAT 2019

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ELMALI (ANTALYA) BÖLGESİ MERMER OCAKLARININ JEOLJİSİ,
TEKNOLOJİK ÖZELLİKLER VE REHABİLİTASYON**

**Burcu AYDIN
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bu tez T.C. Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon
Birimi tarafından FYL-2018-3037 nolu proje ile desteklenmiştir.**

ŞUBAT 2019

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ELMALI (ANTALYA) BÖLGESİ MERMER OCAKLARININ JEOLJİSİ,
TEKNOLOJİK ÖZELLİKLER VE REHABİLİTASYON**

Burcu AYDIN
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 15/02/2019 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN

Doç. Dr. Mehmet ÖZÇELİK

Dr. Öğr. Üyesi Yasemin LEVENTELİ

ÖZET

ELMALI (ANTALYA) BÖLGESİ MERMER OCAKLARININ JEOLJİSİ, TEKNOLOJİK ÖZELLİKLER VE REHABİLİTASYON

Burcu AYDIN

Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN

Şubat 2019; 87 sayfa

Önemli yapı malzemeleri arasında yer alan mermer; kireçtaşı, dolomitik kalker gibi kayaçların belirli bir basınç ve sıcaklıkla değişime uğrayarak, tekrar kristallenmeleriyle yeni bir form kazanmasıyla oluşmuş metamorfik kayadır. Elmalı (Antalya) ilçesi kuzeyinde kalan Akçay, Zümrütova, Bekçiler ve Çobanisa köyleri arasında önemli mermer ocakları bulunmaktadır. Çalışma alanını da kapsayan bölgede Likya napları, Beydağları otoktonu, Alt nap ve Üst naplarına ait kaya birimleri yer almaktadır. Bu nedenle söz konusu birimler stratigrafik, litolojik ve yapısal özellikleri bakımından farklılık göstermektedir.

Bu çalışmanın amacı Elmalı bölgesindeki Lyca Bej mermer ocağından blok alım yönteminin, çalışma prensibinin belirlenmesiyle birlikte alınan numunelerin fiziko-mekanik analizleri ile kimyasal analizlerinin yapılması, elde edilen verilerle istatistiksel yorumlarının yapılması, uygulanabilecek olası rehabilitasyon çalışmalarının saptanmasıdır. Bölgeden (Elmalı, Lyca Bej ocağı) alınan mermer miktarı yaklaşık 20.000 m³/yıl dır. Mermer çıkarma işlemi, ocağın en üst noktasından başlamakta ve aşağıya doğru ilerlemektedir. İşlem yer altından ayna kesimi ile 45°'lik açılarla yapılmaktadır. Bu işlemde 3 yıkım aynı anda yapıp çekilebildiği gibi tek tek kesilmenin yanı sıra 7-8 yıkım da yapılabilmektedir. Sondaj kesiminde Elmas boncukların sertliği ayarlandıktan sonra teller sondaj deliğinden geçirilerek ortada birleştirilmektedir. Böylece kesim işlemine başlanmış bulunmaktadır. Mermeri kesmek için kullanılan telleri oluşturan malzeme ise elmas boncuk, çelik, yay ve yüzlükten oluşmaktadır. Mermer, kesme işlemi ile birlikte aynı anda hidrolik prensiple çalışan iş makinesi yardımıyla, kaya kütesinden daha kolayca ayrılmaktadır. Ocaktan kesilip ayrılan bloklar, çatal veya kova denilen iş makinesi başlarıyla, kantara taşınıp tartılmaktadır. Yapılan teknolojik analizlerin yorumlanması ile birlikte mermerin kalitesi ve türü saptanmış olup ocak işletimi sırasında ve sonrasında tüm çevre ve jeolojik unsurlar değerlendirilerek oluşabilecek tahribat göz önünde bulundurulup, rehabilitasyon uygulama önerilerinde bulunulmuştur.

ANAHTAR KELİMELEER: Antalya, Blok alımı, Elmalı, Mermer ocakları, Rehabilitasyon

JÜRİ: Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN

Doç. Dr. Mehmet ÖZÇELİK

Dr. Öğr. Üyesi Yasemin LEVENTELİ

ABSTRACT

TECHNOLOGICAL PROPERTIES AND GEOLOGY OF MARBLE QUARRIES OF ELMALI (ANTALYA) REGION AND ITS REHABILITATION

Burcu AYDIN

MSc Thesis in Geological Engineering

Supervisor: Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN

February 2019; 87 pages

Marble which is among the important building materials is a metamorphic rock formed by recrystallization of the rocks such as limestone, calcareous dolomite under a certain temperature and pressure as a result of metamorphism. There are important marble quarries between Hacıyusuflar, Bayındır, Çobanisa and İkizler villages at the north of Elmalı district of Antalya province. The rock units belonging Beydağları autochthonous and Lykia Nappes exist in the region including the study area. Therefore, the mentioned units differ by their stratigraphic, lithological and structural features.

The scope of this study is to determine the rehabilitation can be conducted in consequence of determination of the working principle and the method of taking block in the quarries of Elmalı region. The amount of marble taken from the region (Elmalı, Lycian Beige quarry) is around 20,000 m³ in a year. The marble extraction process starts from the top of the mountain and proceeds downwards. The process is conducted with cutting the mirror with 45° angle. In this process, 3 demolition processes can be conducted and extracted at the same time and in addition to the cutting one by one, 7-8 demolitions can be conducted as well. After the hardness of the diamond beads has been adjusted, the wires are passed through the drilling hole and they are combined in the middle. Thus cutting process is started. The wires that are used to cut the marble are formed by diamond beads, springs, steel and rings. While the cutting operation is being conducted, the marble that has become a block is separated from the mountain more easily by the machine that works with help of hydraulic principle. The blocks that are cut off and taken away from the mountain are transported to the weighing machine with help of the caterpillar buckets to weigh. Rehabilitation works are conducted by considering all environmental and geological factors and the damage that may occur during and after the operation of the mine.

KEYWORDS: Antalya, Taking block, Elmalı, Marble quarries, Rehabilitation

COMMITTEE: Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN

Assoc. Prof. Dr. Mehmet ÖZÇELİK

Asst. Prof. Dr. Yasemin LEVENTELİ

ÖNSÖZ

Tez çalışmam esnasında ve tezin her bir aşamasında çok büyük katkıları bulunan, bilgi ve tecrübelerini aynı zamanda kaynaklarını benimle paylaşan, değerli eleştiri ve fikirleri ile beni aydınlatan, bana her zaman destek olan, bilim ve meslek etiği konusunda beni yönlendiren Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Başkanı, danışman hocam Prof. Dr. Mustafa Gürhan YALÇIN'a içten ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Verilerimin istatistiksel analizlerinin tamamını yapan ve istatistik verilerimi yorumlayan Matematik Bölümü öğretim üyesi Sayın Dr. Öğr Üyesi Füsun YALÇIN'a ve deneylerimin yapılması, tezimin yazılması ile konferanslarda sunumlarımın yapılmasında yardımcı olan Arş. Gör. Özge ÖZER'e ayrıca teşekkür ederim.

Arazi, büro ve laboratuvar çalışmalarım sırasında değerli fikir ve görüşlerini benimle paylaşan, yardımlarını esirgemeyen Jeoloji Mühendisliği Bölümü Arş. Gör. Alper GÜNEŞ'e ve Arş. Gör. Fatih UÇAR'a aynı zamanda çalışmamın her aşamasında yer alan arkadaşım Mustafa KALAYCI ve Orhan Kemal TARINÇ'e teşekkür ederim. Ayrıca arazi çalışmalarında bölgeye hâkim olan ve beni yönlendiren, mermer ocağı ile ilgili tecrübe veengin bilgilerini paylaşan, özellikle ocağa girişimizi sağlayan ve araziye çalışmalarımı tamamlamama yardımcı olan Sayın Selçuk BAYSARI ve mermer ocağı çalışanlarına teşekkür ederim.

Maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan değerli aileme teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
AKADEMİK BEYAN	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	1
1.2. Çalışmanın Önemi	2
2. KAYNAK TARAMASI	3
2.1. Bölge Jeolojisi	3
2.2. İnceleme Alanı	6
2.3. İnceleme Alanının Stratigrafisi	6
2.3.1. Beydağları otoktonu	6
2.3.1.1. Beydağları formasyonu	7
2.3.1.2. Kasaba formasyonu	8
2.3.2. Likya Napları	9
2.3.2.1. Yeşilbarak napı	9
2.3.2.2. Alt nap	10
2.3.2.3. Ofiyolit napı	11
2.3.2.4. Üst nap	12
2.3.2.5. Alüvyon ve yamaç molozu	13
2.4. İnceleme Alanının Yapısal Jeolojisi	13
3. MATERYAL VE METOT	14
3.1. Mermerin Tanımı	14
3.2. Mermerlerin Kullanım Alanları	14
3.3. Mermerlerin Minerolojik Özellikleri	14
3.3.1. Kimyasal özellikleri	15
3.3.1.1. Kimyasal bileşim	15
3.3.1.2. Açık hava etkilerine dayanıklılık	16
3.3.1.3. Asitlere dayanıklılık	16
3.3.1.4. Pas tehlikesi tayini	16

3.4. Mermerlerin Fiziksel Özellikleri.....	16
3.4.1. Sertlik	16
3.4.2. Özgül ağırlık.....	17
3.4.3. Birim hacim ağırlık.....	17
3.4.4. Renk	18
3.4.5. Doluluk oranı.....	18
3.4.6. Ağırlıkça ve hacimce su emme tayini.....	18
3.4.7. Porozite (gözeneklilik).....	19
3.4.8. Cila tutma	19
3.4.9. Saydamlık.....	19
3.4.10. Kenar köşe kesmesi	20
3.5. Mermerlerin Mekanik Özellikleri	20
3.5.1. Tek eksenli basınç direnci.....	20
3.5.2. Eğilme direnci	22
3.5.3. Çekme direnci.....	22
3.5.4. Darbe dayanımı	22
3.5.5. Don sonrası tek eksenli basınç dayanımı	23
3.5.6. Ortalama aşınma dayanımı.....	23
3.5.7. Elastisite modülü (young modülü)	23
3.6. Mermerlere Uygulanan Kalite Kontrolü ve Standardizasyon.....	24
3.7. Mermerin madencilik ve çevre yönetimindeki yeri	25
3.7.1. Çevre etki değerlendirmesi	25
3.7.2. Madencilik faaliyetleri gerçekleştirildikten sonra bozulan işletme alanının doğaya yeniden kazandırılması yönetmeliği.....	25
3.7.3. Kapatılan mermer ocaklarının rehabilitasyonu	27
3.7.4. Saha özellikleri ve geometrik oluşum şekline göre mermerin rehabilitasyon yöntemlerinin seçimi	33
3.8. Mermer Ocaklarının Rehabilitasyonu	35
3.9. Büro ve Arazi Çalışmaları.....	36
3.10. Laboratuvar Çalışmaları	41
3.10.1. Kimyasal Analiz	45
3.10.2. Mermerlerin petrografik özellikleri.....	47
4. BULGULAR.....	47
4.1. Yapılan Deneyler ve Analiz Çalışmaları.....	47
4.1.1. Knoop sertlik tayini	47
4.1.2. Renk tayini	49

4.1.3. Gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk, toplam ve açık gözeneklilik tayini.....	50
4.1.4. Aşınma direncinin tayini.....	51
4.1.5. Tek eksenli basınç dayanımı	51
4.1.6. Atmosfer basıncında su emme tayini.....	52
4.1.7. Don tesirlerine dayanıklılık.....	53
4.1.8. Don tesirinden sonra basınç direnci.....	53
4.1.9. Don tesirinden sonra renk tayini.....	54
4.1.10. Don tesirinden sonra knoop sertlik tayini	55
4.1.11. Fiziko-mekanik özellikler ve istatistiksel analizler	56
4.2. Kimyasal Analizler	60
4.2.1. X- ışınları floresans spektrofotometresi (XRF)	60
4.2.2. X-ışınları difraktometresi (XRD)	61
4.3. Mineralojik Özellikler	62
4.3.1. Petrografik Özellikler	62
5. TARTIŞMA	71
6. SONUÇLAR.....	73
7. KAYNAKLAR	75
8. EKLER	82
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Elmalı (Antalya) Bölgesi Mermer Ocaklarının Jeolojisi, Teknolojik Özellikler ve Rehabilitasyon” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

15/02/2019

Burcu AYDIN

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

m	Metre
mm	Milimetre
Nm	Nanometre
g	Gram
cm	Santimetre
kgf	Kilogram kuvvet
Al ₂ O ₂	Alüminyum oksit
CaCO ₃	Kalsiyum karbonat
CaO	Kalsiyum oksit
CH ₃ COOH	Asetik asit
H ₂ CO ₃	Karbonik asit
MgO ₃	Magnezyum karbonat
SiO ₂	Silika
Si	Silis
Fe ₂ O ₃	Feldispat
F ₂	Flüorin
MgO	Magnezyum oksit
Na ₂ O	Sodyum oksit
K ₂ O	Potasyum oksit
P ₂ O ₅	Difosfor pentaoksit
TiO ₂	Titanyum dioksit

Kısaltmalar

BAİB	Batı Akdeniz İhracatçılar Birliği
ÇED	Çevresel Etki Değerlendirmesi
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
GD	Güneydoğu
KB	Kuzeybatı
MERSEM	Uluslararası Mermer Sempozyumu
SI	Uluslararası Ölçüm Sistemi
USA	Amerika Birleşik Devletleri
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
T.S	Türkiye Standartları

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Yer bulduru haritası	1
Şekil 1.2. Elmalı Bölgesi Lyca Bej mermer ocağı ve ocaktan alınan mermer örneği	2
Şekil 2.1. Çalışma alanı ve çevresindeki tektonik birlikleri gösteren genelleştirilmiş jeolojik harita (Hayward, 1982;Meşhur ve Akpınar, 1984; Şenel vd. 1992; Aksoy ve Aksarı, 2008). 1. Likya napları, 2. Antalya napları, 3. Beydağları otoktonu (Üst Triyas-Oligosen), 4. Beydağları otoktonu (Alt-Orta Miyosen), 5. Aksu havza çökelleri (Alt-Orta Miyosen), 6. Pliyo-Kuvaterner	3
Şekil 2.2. Araştırma alanının genelleştirilmiş dikme kesiti (Aksoy ve Aksarı 2008)	6
Şekil 2.3. Elmalı Havzası'na ait 1/25000 ölçekli jeoloji haritası (Gürboğa ve Aktürk 2018)	8
Şekil 3.1. Hidrotohumlamanın uygulanma örneği (Pamukçu 2004)	29
Şekil 3.2. Manuel yolla açılmış olan çukurlara yapılan bitki dikimi (Pamukçu 2004)	30
Şekil 3.3. Şevlere çuvallar sarkıtılmış bir şekilde uygulanan bitkilendirme (Pamukçu 2004).....	30
Şekil 3.4. Kanalların açılması ile basamak düzlüklerine uygulanan rehabilitasyon (Pamukçu 2004)	31
Şekil 3.5. Bitkilendirme işlemi tamamlanmış olan basamak düzlüğü ve kesit görünümü (Pamukçu 2004)	31
Şekil 3.6. Eski bir ocağın sonrasında gölet haline getirilmiş görünüşü (Pamukçu 2004).....	32
Şekil 3.7. Mermer ocak şekilleri A (Çukur Ocak), B (Açık Çukur Ocak), C (Yamaç Ocakları Çok Basamaklı Kazı), D (Yamaç Ocakları Tek Basamaklı Kazı), E (Zirve Ocağı), F (Tepe Açık Çukur Ocak), G (Yeraltı Ocakları, B G (Blok Galerisi) (Erguvanlı ve Yüzer 1985).....	33
Şekil 3.8. Elmalı bölgesi Lyca Bej ocağını kapsayan çalışma alanının Google Earth görünüşü.....	37
Şekil 3.9. Elmalı bölgesi Lyca Bej mermer ocağı madeninde numune alınan noktaların lokasyonları.....	37
Şekil 3.10. Elmalı bölgesi Lyca Bej mermer ocağı madeninden alınan A ve B kodlu numunelerin yakınlştırılmış lokasyonları	38

Şekil 3.11. Elmalı Lyca Bej mermer ocağından alınan ilk el örneği.....	39
Şekil 3.12. Lyca Bej Ocağı ve çevresinin görünümü	40
Şekil 3.13. Elmalı Lyca Bej mermer ocağı numune alma işlemleri.....	41
Şekil 3.14. Araziden alınan numunelerin laboratuvara taşınması	43
Şekil 3.15. Numunelerin analize hazırlanması kırma-öğütme işlemleri.....	43
Şekil 3.16. Numunelerin analize hazırlanması havan ile öğütme işlemleri	44
Şekil 3.17. Öğütülmüş numunelerin eleme işlemleri	44
Şekil 3.18. Numunelerin numaralandırma ve paketleme işlemleri	45
Şekil 3.19. Numunelerin birbirine karışmasını önlemek için araç gereç ve cihaz temizleme ve kurutma işlemleri	45
Şekil 4.1. Renk tayini için skala (Şentürk vd. 1995)	49
Şekil 4.2. Lyca Bej mermerlerine ait yapılan deneylerin “Sınıflandırma” diyagramı.....	59
Şekil 4.3. A1 numunesine ait petrografik veri sonuçları	62
Şekil 4.4. A2 numunesine ait petrografik veri sonuçları	63
Şekil 4.5. A3 numunesine ait petrografik veri sonuçları	64
Şekil 4.6. A4 numunesine ait petrografik veri sonuçları	65
Şekil 4.7. B1 numunesine ait petrografik veri sonuçları.....	66
Şekil 4.8. B2 numunesine ait petrografik veri sonuçları.....	67
Şekil 4.9. B3 numunesine ait petrografik veri sonuçları.....	68
Şekil 4.10. B4 numunesine ait petrografik veri sonuçları.....	69

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Kayaçların birim hacim ağırlıklarına göre sınıflandırılmaları (Anon 1979)	17
Çizelge 3.2. Kayaçların porozitelerine göre sınıflandırılmaları (Anon 1979)	19
Çizelge 3.3. Fiziko mekanik laboratuvar çalışmalarının görünümü.....	21
Çizelge 4.1. Laboratuvar koşullarında doğal taşlar Knoop sertliğe uygun olarak tayini A kodlu numuneler	48
Çizelge 4.2. Laboratuvar koşullarında doğal taşlar Knoop sertliğe uygun olarak tayini B kodlu numuneler	48
Çizelge 4.3. Laboratuvar koşullarında doğal taşlara uygun olarak renk tayini A kodlu numuneler	49
Çizelge 4.4. Laboratuvar koşullarında doğal taşlara uygun olarak renk tayini B kodlu numuneler.....	50
Çizelge 4.5. Lyca Bej Mermerlerinin toplam gözeneklilik ve kompasite değerleri.....	50
Çizelge 4.6. Lyca Bej mermerlerinde yapılan aşınma direnci tayini	51
Çizelge 4.7. Tek eksenli basınç direnci değerleri.....	52
Çizelge 4.8. Lyca Bej mermerlerinde atmosfer basıncında su emme tayini.....	52
Çizelge 4.9. Sahadan temin edilen numunelerin toplam gözeneklilik ve kompasite verileri	53
Çizelge 4.10. Don tesirlerinden sonraki numunelerin basınç dirençlerinin değerleri.....	54
Çizelge 4.11. Lyca Bej ocağı mermerlerinin don tesirinden sonra renk tayini A kodlu numuneler	54
Çizelge 4.12. Lyca Bej ocağı mermerlerinin don tesirinden sonra renk tayini B kodlu numuneler.....	55
Çizelge 4.13. Lyca Bej ocağı mermerlerinin don tesirinden sonra Knoop sertlik tayini A kodlu numuneler	55
Çizelge 4.14. Lyca Bej ocağı mermerlerinin don tesirinden sonra Knoop sertlik tayini B kodlu numuneler	56
Çizelge 4.15. Lyca Bej ocağı mermerlerinin fiziko-mekanik verilerinin değerleri.....	57

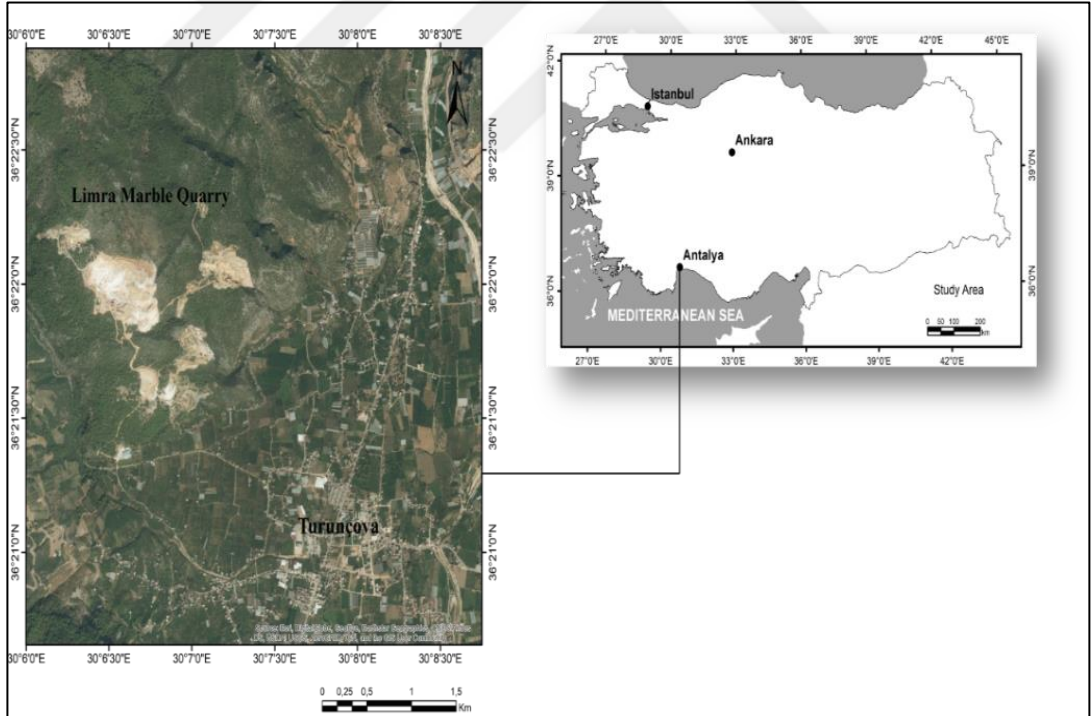
Çizelge 4.16. Tanımlayıcı İstatistik	57
Çizelge 4.17. “Korelasyon” Tablosu	58
Çizelge 4.18. Lyca Bej mermerlerine ait yapılan deneylerin “Modal Summary” değerleri.....	58
Çizelge 4.19. Lyca Bej mermerlerine ait yapılan deneylerin “Anova” değerleri	59
Çizelge 4.20. A kodlu numunelerin XRF analiz sonuçları	60
Çizelge 4.21. B kodlu numuneler XRF analiz sonuçları	61



1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı

Tez kapsamında çalışma sahası olarak seçilen Elmalı (Antalya) ilçesi ile Akçay, Zümrütova, Bekçiler ve Çobanisa köyleri arasında önemli mermer ocakları bulunmaktadır. Çalışmanın ana konusu bölgede bulunan mermerlerin özelliklerinin belirlenmesi ve Lyca bej mermer ocağının incelenmesini kapsamaktadır. Bu kapsamda Elmalı'da bulunan bölgede belirlenen lokasyonlardan alınan örneklerin değerlendirilerek, mermerin blok üretimi, fabrika üretimi, pazardaki yeri ve açılan ocakta genel durum değerlendirmesi yapılması ve olası rehabilitasyon önerileri sunulup ve bu bölgede meydana gelebilecek problemler için önceden önlem almaya yönelik istatistiksel analiz verilerinin ve yorumların yapılması amaçlanmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda büro, arazi ve laboratuvar çalışmaları yapılmıştır. Yapılan fiziko-mekanik analizler ile elde edilen veriler incelenmiş ve Elmalı yöresinde bulunan mermerler ile ilgili jeolojik, jeokimyasal ve kökensel sonuçlara ulaşılmıştır. Lyca bej mermer ocağına ait fotoğraflar ve alınan mermer örneği Şekil 1.1' de yer almaktadır. Tez konusu kapsamında hazırlanan çalışmanın yeni yapılacak çalışmalar için kaynak olabilmesi hedeflenmektedir.



Şekil 1.1. Yer bulduru haritası

1.2. Çalışmanın Önemi

Antalya ili, konum olarak Türkiye'nin güneyinde yer almaktadır. Çalışma alanını kapsayan bölgede ise Likya napları, Beydağları otoktonu, Üst Nap ve Alt Napa ait kaya birimleri yer almakta olup söz konusu birimler stratigrafik, litolojik ve yapısal özellikleri bakımından farklılık göstermektedir (Poisson 1968; Hayward 1982; Poisson vd. 1983; Meşhur ve Akpınar 1984; Şenel vd.1992).

Bölgede son 30-40 yıldır yapılan araştırmalarda ise Teke Yarımadasında bulunan, Beydağları otoktonu, Likya Napları, Üst nap ve Alp Napın birbirleriyle olan bağlantılarını ve bu birimlerin stratigrafisini büyük oranda meydana çıkarmaktadır. (Colin 1962; Brunn vd. 1971; Gutnic vd. 1979; Önalın 1979; Günay vd. 1982; Erakman vd. 1982; Demirtaşlı 1983; Şenel 1986; Yalçınkaya vd. 1986; Ersoy 1989; Robertson 1993). Çalışma alanı yer bulduru haritasının lokasyonu Şekil 1.2' de gösterilmektedir.



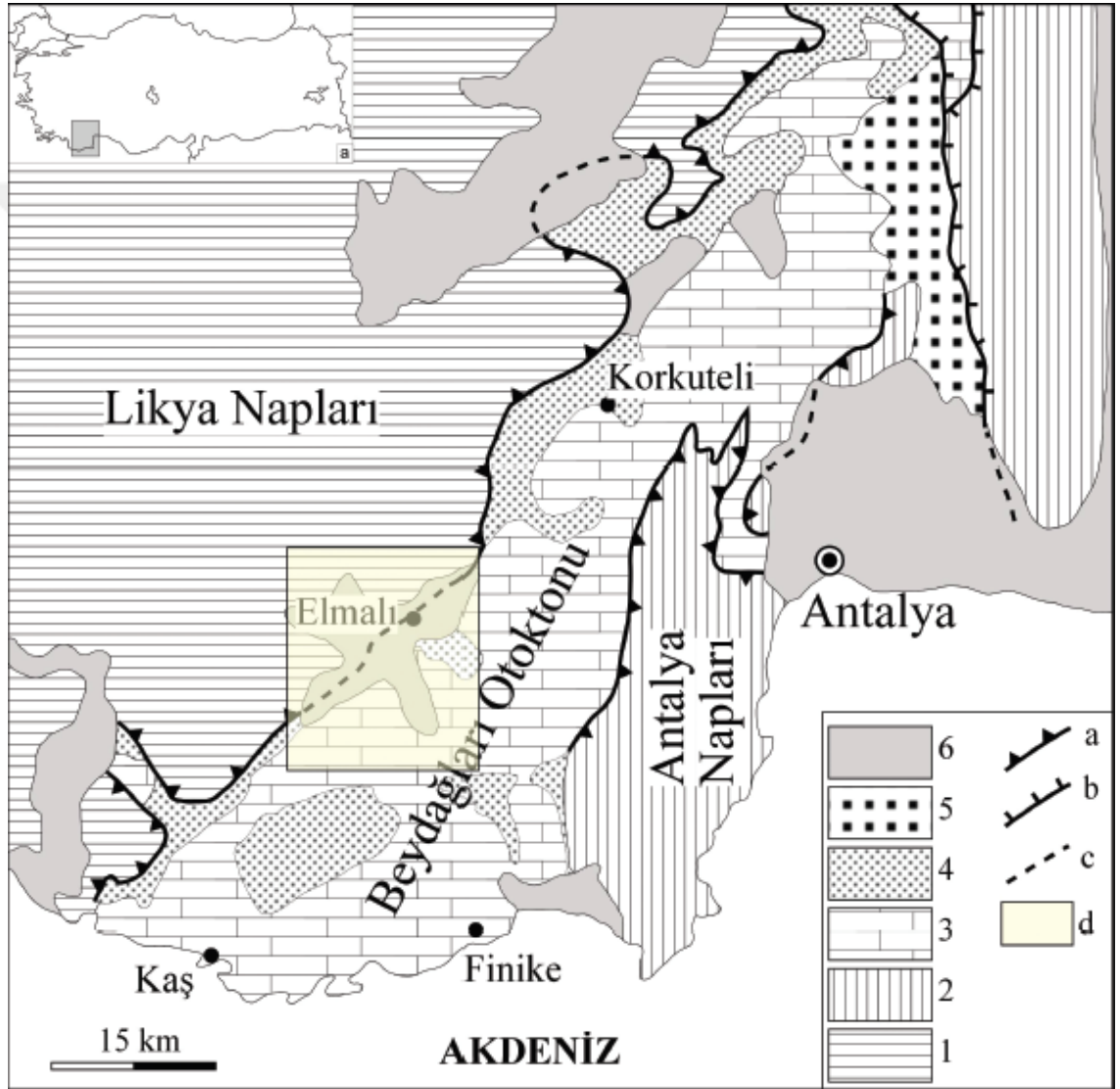
Şekil 1.2. Elmalı Bölgesi Lyca Bej mermer ocağı ve ocaktan alınan mermer örneği

Türkiye dünyanın kaynak olarak en zengin doğal taş oluşumuna sahip olan, Alp kuşağında yer almaktadır, bu sebepten dolayı çok çeşitli doğal taş ve mermer rezervine sahiptir. Mermerlerin başkalaşım olayları sonucunda, kalker ve dolomitik kalkerlerin değişime uğrayarak tekrardan kristallenmesiyle oluştuğu bilinmektedir. Bileşiminin %90-98'i kalsiyum karbonattan (CaCO_3) oluştuğu ve çok az seviyede ise magnezyum karbonat (MgCO_3) bulundurduğu belirtilmektedir. Kalsiyum karbonatlı kristallerden meydana gelen mermerlerin ana mineralini, kalsit minerali oluştururken, az oranda ise silika (SiO_2), silis (Si), demiroksit (Fe_2O_3), feldspat, flüorin (F_2), mika ve organik madde de bulunabilir. Bu mermerlerin renkleri genellikle beyazdan gri tonlarına kadar değişir. Fakat çinko, kurşun, demir veya demir oksitleri ile magnezyum, stronsiyum, limonit, florit gibi farklı bileşenler nedeniyle pembe, sarı, kırmızı, gri, mavimsi ve siyah gibi renklerde de olabilirler (BAİB 2015).

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Bölge Jeolojisi

İnceleme alanı Antalya iline bağlı Elmalı ilçesinin kuzeyinde yer almakta olup bu bölgede önemli mermer ocakları bulunmaktadır. Çalışma alanını da kapsayan bölgede Likya Napları, Beydağları otoktonu, Üst Nap ve Alp Napa ait kaya birimleri yer almaktadır (Şekil 2.1). Bu nedenle söz konusu birimler stratigrafik, litolojik ve yapısal özellikleri bakımından farklılık göstermektedir (Poisson 1968; Hayward 1982; Poisson vd. 1983; Meşhur ve Akpınar 1984; Şenel vd. 1992).



Şekil 2.1. Çalışma alanı ve çevresindeki tektonik birlikleri gösteren genelleştirilmiş jeolojik harita (Hayward 1982; Meşhur ve Akpınar 1984; Şenel vd. 1992; Aksoy ve Aksarı 2008). 1. Likya napları, 2. Antalya napları, 3. Beydağları otoktonu (Üst Triyas-Oligosen), 4. Beydağları otoktonu (Alt-Orta Miyosen), 5. Aksu havza çökelleri (Alt-Orta Miyosen), 6. Pliyo-Kuvaterner

Türkiye'nin Batı Toroslarında KB-GD'ye doğru Menderes masifi, Likya napları, Antalya napları ve Beydağları otoktonu olarak bilinen tektonik birlikler mevcut bulunmaktadır. Lyca bej mermer ocağının kuzeybatısında ise Menderes masifi bulunur. Menderes Masifi Prekambriyen-Eosen yaşlı olup yüksek, orta ve düşük derecedeki başkalaşım kayalarından oluşmaktadır. Likya napları, bölgenin güneybatısı ve batısında Antalya napları üzerinde, Beydağları otoktonu ile Menderes masifi arasında yamaç havza, okyanusal kabuk kökenli kaya birimleri ile platform kaya birimleri olarak yüzeylenir. Likya napları ile Antalya napları altından yaklaşık güneybatı-kuzeydoğu yönünde Beydağları otoktonu bir dom ve platform tipi çökeller şeklinde izlenir (Poisson 1968; Hayward 1982; Poisson vd. 1983; Meşhur ve Akpınar 1984; Şenel vd. 1992).

Güneybatı Türkiye'de bu tektonik birlikler dışında Yeşilbarak napı, allokton konumlu olup, Üst Lütésiyen-Alt Miyosen dönemininden geldiği bilinen kaya birimleri ile uzun mesafeler boyunca izlenmektedir (Şekil 2.2).

Türkiye'nin farklı kesimlerinde birçok araştırmacı bu bölgeyi araştırmış, Colin (1955, 1962), Yılmaz (1966), Bassaget (1967), Richard (1967, 1967), Graciansky (1968, 1972), Akbulut (1977, 1980), Selçuk vd. (1985), Yalçınkaya vd. (1986), Yalçınkaya (1989), Altunsoy (1999) gibi araştırmacıların otokton olarak adlandırdıklarını; Gutnic (1971), (1977), Gutnic vd. (1979), Erakman vd. (1982), Şenel vd. (1986, 1987, 1989, 1994); Ersoy (1989, 1992), Özkaya (1990, 1991), Collins ve Robertson (1997, 1998), Gürboğa ve Aktürk (2018) bölgeyi çalışanlar tarafından ise allokton konum biçiminde iki farklı şekilde değerlendirilmiş olup, bu lokasyonlarda çalışmış olan diğer araştırmacılar ise birimin yaşı hakkında çeşitli görüşler ileri sürmüşlerdir.

Antalya ili Korkuteli çevresindeki birimlerin yaşının Üst Lütésiyen-Priyaboniyen, Oligosen yaşlı birimlerin ise Fethiye doğusunda kalan Kemer'e ait olduğu belirtilmiştir. Elmalı'nın batısında yapılan araştırmada formasyon Önalın (1979), tarafından Yeşilbarak napı olarak adlandırılmış ve birimlerin Elmalı formasyonunu, Deliktaş şeylini, Sinekçi formasyonunu ve Kasaba formasyonunu kapsadığı vurgulanmıştır (Gutnic 1971).

Yeşilbarak napı adlandırılırken farklı isimler belirtilmiştir. Bu adlandırmalar Özkaya (1990, 1991) tarafından, Üst Paleosen-Oligosen yaşlı birim olarak tanımlanmış olup Elmalı Ekay dilimi olarak adlandırılırken, Colins ve Robertson (1997, 1998) tarafından ise Yavuz ünitesi ve Yavuz ekay levhası şeklinde isimlendirilmiştir. Köyceğiz çevresindeki yapılan araştırmalarda, birimin yaşını Üst Lütésiyen-Alt Miyosen olduğu yorumlanmış olup, Elmalı Formasyonu ismini kabul etmişlerdir (Bilgin vd. 1997).

Elmalı Formasyonu ekaylı bir yapı göstermesiyle beraber çok fazla kıvrıma sahip olup Yeşilbarak napının tüm kuşak boyunca en belirgin yüzeylenen birimidir. Formasyon genellikle kıltaşı, kumtaşı ve silttaşından oluştuğu belirtilmektedir (Önalın 1979).

Birimin tabakalanması ise ince-orta-kalın şeklinde olup, renkleri genellikle yeşil, gri, yeşilimsi gri, koyu gri, grimsi kahverengi ile açık kahverengi olduğu belirtilmektedir. Elmalı Formasyonun içerisinde kalın kumtaşı, silttaşı ve kıltaşları ve

yer yer kireçtaşı ara seviyesi ile temsil edilmektedir. Elmalı Formasyonunda egemen kaya türünü oluşturduğu belirtilen kumtaşları ise kaba taneli boyutlardan ince taneli boyutlara kadar farklılık göstermekte olup pek çok farklı kaya türü kökenli taneleri kapsamaktadır. Formasyonda bulunan kumtaşları, türbiditik karakterde olup, yer yer yastık yapısı gösterir ve çoğu kez derecelenmeli olup çoğunlukla orta-kötü boylanmalı, ara sıra iyi boylanmalı olduğu ifade edilmiştir (Şenel vd. 1989).

Elmalı Formasyonunun içerisinde kumtaşlarına kıyasla daha seyrek miktarda bulunan silttaşı ve kilttaşları, kumtaşlarına uygun olarak şeyl görünümü almış ve yapraklanmış olup aynı zamanda daha koyu renklidir. Elmalı Formasyonu'nun içerisinde merccekler ve ara seviyeler halinde bulunan kireçtaşı, kalkarenit, killi mikrit ve mikrit şeklinde formasyonun Üst Lütésiyen-Priyaboniyen yaşlı alt tarafında bulunurken, en üst tarafında ise yer yer Alt Miyosen yaşlı bölümünde bulunmakta olup kalınlıkları cm seviyesinden 7-8 m'ye dek değiştiği gözlenmiştir (Şenel vd. 1989).

Beydağları otoktonunun Alt Miyosen yaşlı kırıntılıları üzerinde Elmalı Formasyonunun tektonik olarak yer aldığı belirtilmiştir. Fethiye'nin doğusunda ise formasyon, Senomaniyen-Santoniyen yaşlı karbonatlar üstünde açısız uyumsuz şekilde bulumakta ve birim üst kısmında Likya napları ile üst yapısal birim olarak tanımlanan Yavuz birimi tarafından tektonik şekilde örtülmektedir. Elmalı Formasyonu ekaylı, kıvrımlı ve çok fazla kırıklı olmasından ötürü kalınlığı ölçülememekle birlikte birçok yerde 1000 m'yi geçen kalınlık göstermekte olup, birimin kalınlığının daha da fazla olduğu tahmin edilmektedir (Şenel vd. 1989).

Elmalı formasyonunda günümüze kadar herhangi bir uyumsuzluk gözlenmemiştir. Fakat Batı Toroslar ve üstelik Orta Toroslar'da ise Üst Lütésiyen yaşından başlayıp Alt Miyosen'in sonlarına dek aralıksız bir biçimde devam eden bir istif gözlenmektedir. Bu durum ise aşırı deformasyonla birlikte üst ve alt kesimlerdeki kırıntıların aynı özellikte olması nedeniyle, mevcut uyumsuzluğun günümüze kadar bulunamamış olduğunu düşündürmektedir. Elmalı formasyonunun, tabanda türbidit akıntılarının aktif olarak olduğu şelf yamaç havza ortamında çökeldiği belirtilmiştir (Poisson 1977; Şenel 1997).

İnceleme alanında çalışma yapan birçok araştırmacı, bölgenin genel jeolojisini, jeokimyasını, maden yataklarını, mineralojik-petrografik özelliklerini ve paleontolojisi ile ilgili incelemeler ve araştırmalar yaptığı belirtilmektedir.

Ayrıca mevcut su kaynaklarının korunmasının tatlı su çıkarılmasından çok daha önemli olduğu ile ilgili yapılan çalışmada inceleme alanı Elmalı bölgesinde, jeolojik birimler geçirgen- oldukça geçirgen mikritik kalkerler ve geçirimsiz- geçirgen olmayan kiltası-silttaşı olarak tanımlandığı belirtilmiştir (Çiftci ve Leventeli 2017).

		Yaş	Formasyon	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
Lika napları	Üst nap	Kuvaterner			Alüvyon Yamaç Molozu Diskordans
		Üst Triyas Lias	Taşkesiği		Masif kalın tabakalı, beyaz renkli kristalize kireçtaşı
		Paleosen Masınliyen	Veldeğirani Teps		Tektonik Kumtaşı ve kiltası ara katmanlı çört ve kireçtaşı parçalarından yapıli breş
		Jura Kretase	Orhanıye		Diskordans Sakarkaya kalkarenit üyesi Bazik volkanik ve çört ara katkılı gri, açık gri, krem ve kırmızı renkli mikritik kireçtaşı. Tektonik
	Orta nap	Ü. Senoniyen	Kızılcadağ ofiyolitli melanjı		Kireçtaşı, çörtlü kireçtaşı, dolomit, radyolarit ve ofiyolit kayaç parçaları içeren ofiyolitli melanj. Tektonik
		Eosen	Dire olistostromu		Çakıl kum ve siltce tutturulmuş, farklı boyut, değişik yaş ve litolojilerden yapıli olistolitler. Marmaris-Yeşilova ofiyolit olistoliti Erentepe bazalt olistoliti Tektonik
	Altı nap	Düğer Kretase			Gri, bej, krem, açık gri dolomitize kireçtaşı, kristalize kireçtaşı ve çörtlü kireçtaşı
		Üst Triyas Lias	Türkmenepi göğüşayı		Masif kalın tabakalı beyaz kirli beyaz açık gri renkli şeker dokulu kristalize kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşı Tektonik
	Yeşilbank napı	Prabon'a Ü. Liasiyen	Yavuz		Bej, gri, yeşilimsi gri ve açık kahverenkli mikritik kireçtaşı, kumtaşı ve kiltası ardalanması Tektonik
		A. Bardağlıyın Ü. Liasiyen	Elmalı		Gri, yeşilimsi gri ve açık kahverengi renklerde kumtaşı, kiltası ve silttaşı ardalanması Tektonik
Beydağın Okotomu	Üst Myosen	Kasaba		Gri, açık gri, koyu gri açık kahverengi renklerde konglomera, kumtaşı ve çamurtaşı Diskordans	
	Üst Kretase	Beydağın		Orta-kalın tabakalı bej, krem, kirli beyaz renklerde yer yer dolomitize neritik kireçtaşları	

Şekil 2.2. Araştırma alanının genelleştirilmiş dikme kesiti (Aksoy ve Aksarı 2008)

2.2. İnceleme Alanı

Çalışma alanında, yüzeyleyen kaya birimleri incelendiğinde, tektonostratigrafik olarak biri allokton konumlu diğeri ise otokton konumdan oluşan iki farklı topluluk bulunduğu, bu iki topluluğun ise Kuvaterner yaşlı birimler tarafından örtüldüğü önceki araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Allokton birliklerin Likya naplarına ait kaya birimlerinden oluştuğu, Otokton birliklerin ise Beydağları otoktonuna ait kaya birimlerinden meydana geldiği vurgulanmıştır. Bu bölgeye kuzeyden gelip yerleştiği belirtilen napın Likya napları olduğu da bilinmektedir (Poisson 1968; Ersoy 1990).

2.3. İnceleme Alanının Stratigrafisi

2.3.1. Beydağları otoktonu

Beydağları otoktonu bölge olarak güneybatı Türkiye’de bulunmakta olup Teke Yarımadası olarak belirtilen bölgenin güney ve iç kesimindeki KD-GB yayılımlı,

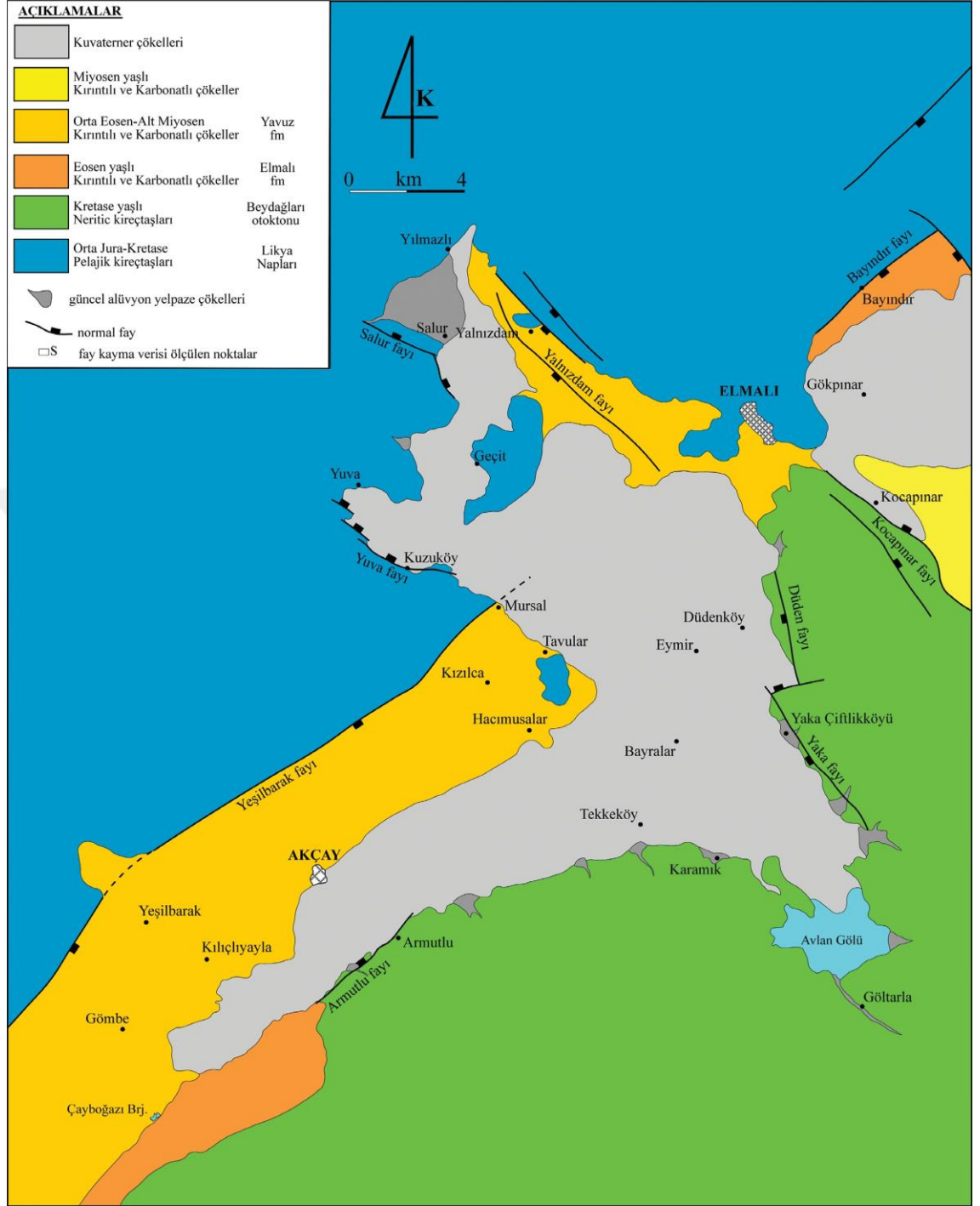
platform tipi karbonattan oluşmuş birim Beydağları otoktonu olarak ifade edilmekte olup (Colin 1962; Brunn vd. 1971,1973; Poisson 1977; Marcoux 1977; Önalın 1979; Şenel 1984) olarak tanımlanmıştır. Bu birlik duraylı karbonat çökellerden oluşmakta olup doğu yönünde Batı Toroslar boyunca bu napların gerisinde ve önünde konumlanmaktadır (Şekil 2.1). Beydağları otoktonunun, Mesozoyik-Tersiyer zaman dilimini kapsayan birimleri yüzeylediği belirtilmiştir (Şekil 2.2). Bu birimlerin ise Kasaba Formasyonu (konglomera, kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmalı), Beydağları Formasyonundan (neritik kireçtaşları) oluştuğu ifade edilmiştir.

Araştırma alanındaki Beydağları otoktonu farklı isimlerle adlandırılmıştır. Orta Karadeniz bölgesinde, “Toros kireçtaşı eksenı” (Ricou vd. 1974), “Geyikdağı birliğı” (Özgöl 1976), “Beydağları zonu” (Woodcock ve Robertson 1977), “Beydağları masifi” (Yılmaz vd. 1981), “Toros karbonat platformu” (Koçyiğıt 1981), “Tetis yükseltisi” (Güvenç 1981), “Anadolu-Torid platformu” (Şengör ve Yılmaz 1983), “Tetis yükseltisi” (Güvenç 1981) olarak da isimlendirilmiştir.

2.3.1.1. Beydağları formasyonu

Beydağları formasyonu çalışılan bölgesinin doğusunda kalan Bozhüyük, Karaköy ve Gölova çevresindeki kalın taneli olarak tanımlanan karbonatlardan oluşmuş bir birim tarafından yüzeylenmekte olduğu belirtilmiş olup, Günay vd. (1982) tarafından Beydağları formasyonu şeklinde isimlendirilmiştir (Şekil 2.1).

Araştırma alanındaki bu formasyonu, kalın karbonatlı bir yapı yüzeylemektedir. Birimin inceleme alanında tabanı görülememekte olup alttan üste doğru formasyonun tabaka kalınlığı yer yer ince, orta-kalın şeklinde görülürken, renklerinin de beyaz, krem, gri-koyu gri, bej ve açık kahverengi tonlarında dolomitik kireçtaşları ile kireçtaşından meydana geldiğı belirlenmiştir. Formasyon çalışma bölgesi dışında kuzeyde kalan alandaki Kasaba formasyonu ile uyumsuz olarak örtüldüğü ifade edilmiştir. Formasyonun yaşı ise önceki çalışmalar göz önünde bulundurularak Liyas-Üst Kretase arasında değıştiğı ayrıca Elmalı bölgesinde yapılan incelemelerde ise birimin yaşının Senomaniyen-Maasrihtiyen olduğu belirtilmiş olup bu verilerin doğrultusunda Beydağları formasyonunun yaşının Üst Kretase olarak belirlenmiştir (Colin 1962; Pisoni 1967; Poisson 1977; Önalın 1979; Şenel vd. 1989).



Şekil 2.3. Elmalı Havzası'na ait 1/25000 ölçekli jeoloji haritası (Gürboğa ve Aktürk 2018)

2.3.1.2. Kasaba formasyonu

Bu formasyonun birimleri Çukurelma ve Çobanisa köylerinin kuzeyinde yüzlek vermekte olup, Rathur (1967), Iğdır vd. (1979) ve Önalın (1979) ile birlikte Kasaba

formasyonu olarak isimlendirilmiştir. Formasyonun genellikle kalın tabakalı ve orta boylanmalı olduğu, renklerinin ise başlıca yeşil-kirli sarı, açık gri-kahverengimsi gri şeklinde olup, kaba kumtaşı, polijenik konglomera ve çamurtaşından oluşukları belirtilmiştir. Bu birimler, Çobanisa köyünün kuzeyinde kalan bölgede, ince- orta tabakalı, renkleri genellikle yeşile dönük renkte olup yer yer çakıllarla serpiştirildiği kumtaşları ile karakteristikken, Çukurelma köyü kuzeyinde ise birim genellikle çok kalın tabakalı konglomera ve iri çakıllı olarak temsil edilmektedir. Ayrıca kumtaşları ve konglomeralar içerisinde ince seviyeler şeklinde çamurtaşları bulunduğu, belirtilen litolojilerin ise çoğunlukla ardalanmalı yapı gösterdiği belirtilmiştir (Rathur 1967; Iğdır vd. 1979 ve Önal 1979).

İncelenen formasyonun, Beydağları olarak adlandırılan biçim ile olan sınırının uyumsuz olduğu aynı zamanda birimin üstüne ise Yavuz formasyonunun tektonik olarak geldiği ifade edilmekte olup yaşı ise Elmalı bölgesinde yapılan çalışmalar göz önünde bulundurularak Üst Burdagaliyen-Alt Langiyen olarak ifade edilmiştir (Şenel vd. 1989).

2.3.2. Likya Napları

Likya napları allokton konumlu bir jeolojik ünite olup Güneydoğu Anadolu Menderes Masifi ile Beydağları otoktonu arasında kalmaktadır. Bölgede çalışan farklı araştırmacılar tarafından farklı şekillerde isimlendirilmekte olup bunlar; ‘‘Lisiyen veya Likya Toroslari’’ (Blumental 1963), ‘‘Teke Toroslari’’ (Demirtaşlı 1975), ‘‘Lisiyen Napı’’ (Poisson 1968, 1977; Gutnic vd. 1979; Meşhur ve Akpınar 1984; Şenel 1997 a,b) şeklinde nitelendirilmiş olmakla birlikte ayrıca, lokal olarak Korkuteli- Elmalı dolayındakiler ‘‘Doğu Likya Napları’’ olarak isimlendirilirken (Brunn vd. 1970), Fethiye-Köyceğiz bölgesini kapsayanlar ise ‘‘Batı Likya Napları’’ olarak adlandırılmıştır (Graciansky 1967; Brunn vd. 1970).

Likya Napları aralarında çok çeşitli pek çok ikincil tektonik birimlerden ortaya çıktığı belirtilmiş ve aynı zamanda bu birimlerin Alt nap, Üst Nap, Yeşilbarak napı ve Ofiyolit napından meydana geldiği ifade edilmiştir (Graciansky 1968, 1972; Poisson 1977; Önal 1979; Erakman vd. 1982; Yılmaz ve Maxwell 1982; Şenel vd. 1986, 1987; Bölükbaşı 1987; Konak vd. 1987) (Şekil 2.3).

2.3.2.1. Yeşilbarak napı

Elmalı formasyonu ve Yavuz formasyonundan oluşmuş olan bu nap kuzeydoğu ve güneydoğu uzanımlı iki birim ile Likya naplarının içerisinde devamlılık arz eden Tersiyer yaşlı filişe eş çökeller olarak Şenel vd. (1994) tarafından, Yeşilbarak Napı şeklinde isimlendirilmiştir (Şekil 2.3).

Elmalı Formasyonu

Çalışma alanı doğuda Beydağları otoktonuna ait olan Kasaba formasyonu ile Yeşilbarak napıyla ilişkin olan Yavuz formasyonunun alt bölgesinde tektonik şekilde bulunmakta olup (Şekil 2.1), incelenen bölgenin güneydoğusuyla Çukurelma arasında kalan bölgede mostra veren silttaşı, kiltası ve kumtaşı ardalanmasından oluştuğu belirtilen yapı Elmalı formasyonu olarak adlandırılmıştır (Önal 1979).

Formasyonun en alt bölgesinde ince tabakalı silttaşı, kiltası, marn ve planktonik foraminiferleri kapsayan kalkarenit ara katmanlı kumtaşı bulunmaktadır. Üst tarafa doğru klastikler ise, mercek geometrili, süreksiz konglomera ve ara seviyeli silttaşı, kiltası, kumtaşı ardalanmasıyla sürekli olup litoloji yönünden bu formasyonun düşey ve yanal yönde geçiş gösterdiği belirtilmiştir. Birimin yaşı ise önceki araştırmalara göre Üst Lütisiyen-Alt Burdigaliyen olduğu ifade edilmiştir (Önalın 1979; Şenel vd. 1989).

Yavuz Formasyonu

Formasyon Çobanisa ve Bayındır köyleri arasında bulunmakta olup kuzeydoğu ile güneybatı uzanımlı bir zon boyunca mostra veren (Şekil 2.1), klastik yapılı kayalardan oluştuğu belirtilerek Şenel vd. (1989)'ın isimlendirmesi dikkate alınarak Yavuz formasyonu olarak isimlendirilmiştir.

Yavuz formasyonunu oluşturan birimler en alt kısımda tabakalanması ince-orta, yer yer çört yumrulu, renkleri ise bej, krem, açık gri olarak tanımlanmış olup ardalanmalı olarak kiltası, kumtaşı ve planktonik foraminiferleri içinde barındıran killi kireçtaşı, mikritik kireçtaşı, detritik kireçtaşı, bulunduğu belirtilmektedir. Kumtaşı tabakalarının altında ise akıntı yapıları izlenmesiyle birlikte, Yavuz formasyonunun alt seviyelerinde kireçtaşları, üste seviyelerinde kumtaşları ve kiltaları bulunmaktadır (Poisson 1977).

Çalışma alanındaki Yavuz formasyonu, Elmalı formasyonun üstünde tektonik bir dokanak şeklinde bulunurken (üst kısmı devrik bir şekilde), formasyonun üzerinde ise aynı şekilde Türkmentepe formasyonu tektonik bir dokanakla bulunmaktadır (Şekil 2,3). Yavuz formasyonunda incelenen birimlerden elde edilen fosil verilerine göre formasyonun yaşının, Poisson (1977) Korkuteli civarında yapılan araştırmalarda Üst Lütisiyen, Şenel vd. (1989). Elmalı-Yeşilova civarındaki araştırmalarında Üst Lütisiyen- Priaboniyen, Görmüş vd. (2003) Başpınar (Korkuteli) civarındaki araştırmalarında ise Alt-Orta Eosen şeklinde ifade etmişlerdir. Yapılan araştırma çalışmaları sonucunda ise Yavuz formasyonun yaşı Üst Lütisiyen- Priaboniyen olarak kabul edildiği belirtilmiştir.

2.3.2.2. Alt nap

Yeşilbarak napının güneybatısında yer almakta olup çok büyük kısmı karbonatlardan oluşmaktadır (Şekil 2.1). Bu kuşaklar arasındaki dokanağın tektonik olduğu belirlenmiş olup konum olarak Üst nap ile Yeşilbarak napı arasında yer alır. Alt nap genel olarak Türkmentepe formasyonu ve Göğüçayı formasyonu olarak iki birime ayrılmıştır (Şekil 2.3) (Şenel vd. 1989).

Türkmentepe Formasyonu

Bu formasyon araştırma alanının güneybatısında bulunmakta olup Elmalı formasyonu üzerinde tektonik bir dokanak şeklinde bulunurken, aynı zamanda kalın tabakalı dolomitik kireçtaşı, dolomitlerden ve kalın tabakalı masif kristalize kireçtaşlarından oluştuğunu ve görünür kalınlığının yaklaşık 750 metre olduğu ifade edilmiş bir karbonat istif bulunduğuna belirtilmiştir. Türkmentepe formasyonu (Şenel vd. 1989) biçiminde isimlendirilen istif, Elmalı Dağı bölgesinin güney kesiminde olup,

takribi doğu-batı tarafında uzanım gösteren bir dağ silsilesini oluşturmakta olup üstten Göğüçayı formasyonu tarafından örtülmektedir. Türkmentepe formasyonunun yaşı ise incelenen fosillerin varlığında Üst Triyas- Liyas olarak tanımlanmıştır (Şekil 2.3), (Şenel vd. 1989).

Göğüçayı Formasyonu

Formasyonda Alt napın en üst birimi, Türkmentepe formasyonu üzerine görünür kalınlığı 550 metre olan genellikle kristalize kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşlarından oluşan bu istif Elmalı dağının batısında mostra vermekte olup, Göğüçayı formasyonu (Şenel vd. 1989) olarak adlandırılmış aynı zamanda ise Formasyona ait litolojiler Elmalı dağının batısında mostra verdiği belirtilmiştir (Şekil 2.3).

İnceleme alanındaki Göğüçayı Formasyonunun en alt bölümünde renkleri açık gri, krem, olarak değişen, kalın tabakalı yapıya sahip olup, dolomitik kireçtaşı ve kristalize kireçtaşları bulunmaktadır. Formasyonun üstlerine doğru ise gri, bej çörtlü kireçtaşı, rudist ve kalkarenit ara seviyeli katmanlardan oluşmuş kireçtaşı kaya birimine geçtiği gözlemlenmektedir. Göğüçayı formasyonunun yaşı ise Şenel vd. (1989)'ne göre, Dogger-Santoniyen olarak belirtilmiştir.

2.3.2.3. Ofiyolit napı

Dire Olistostromu

Birimin mostra verdiği yerler Gümüşyaka köyü çevresi, Sakarya tepesinin batısında, Tufankaya Tepesi'nin batısında yer alıp, Kartalkaya Tepenin kuzeyinde bulunurken Hacıyusuflar köyünün civarında konumlanmaktadır. Genellikle Likya naplarının ön cephesine mesafe olarak yakın bölgelerde Eosen ve çok fazla genç yaşlı olistostromlar, Şenel ve Bölükbaşı'nın yapmış olduğu araştırmalar neticesinde 1994'te Dire olistostromu şeklinde isimlendirilmiştir (Şenel vd. 1989).

Dire olistostromu kireçtaşı, serpantin, dünit, gabro, radyolarit, diyabaz ve çört bloklarını kapsadığı ve genellikle kötü boylanmalı, tabakalanmasız olduğu belirtilmiştir. Çalışma alanındaki Dire Olistostromunun alt ve üst sınırı tektoniktir. İçerisinde ise haritalanabilir büyüklükte mevcut olan ofiyolit ve bazalt blokları, Marmaris-Yeşilova ofiyolit olistoliti ile Eretepe bazalt olistoliti olarak iki farklı üye biçiminde belirtilmiştir (Şenel vd. 1989).

Kızılcadağ Ofiyolitik Melanjı

Kızılcadağ ofiyolit melanjı, ofiyolit nap birimlerinin batısındaki küçük alanlarda mostra vermektedir. Genel olarak içerisinde öncelikli olarak ultramafit tektonitlerin aşırı seviyede serpantinleşmiş kayaçları, çörtlü kireçtaşı, radyolarit, kireçtaşı, çört ile dolomit bloklarından oluştuğu belirtilmiştir (Şenel ve Bölükbaşı 1997). Bu ofiyolitli melanj yer yer olistotromlarla bulunmasının yanı sıra Alt nap ve Dire olistotromu üzerinde tektonik olarak bulunmaktadır. Birim tektonik olarak Üst napı örtmekte olup oluşum yaşının ise yapılan çalışmalarda (Poisson 1977; Ersoy 1989; Şenel vd. 1989) Üst Senoniyen olduğunu ortaya çıkarmaktadır.

2.3.2.4. Üst nap

Üst nap çalışma alanının kuzeybatı-batısında mostra vermekte olup genellikle kırıntılı ve karbonatlı kayalardan oluştuğu belirtilmektedir. Üst nap birimi ofiyolit napı üzerinde tektonik olarak bulunmakta olup oldukça geniş bir yayılıma sahiptir ve kuzey-kuzeydoğu ile güney-güneybatı tarafında yayılan Orhaniye formasyonu, Yeldeğirmenitepe formasyonu ile aynı zamanda Taşkesiği formasyonu şeklinde üç birim olarak tanımlanmıştır (Şekil 2.2).

Orhaniye Formasyonu

İnceleme alanının orta ve batı kesimlerinde bulunan, içerisinde çörtlü kireçtaşı, çört ve radyolaritlerden oluşan birim Orhaniye formasyonu olarak isimlendirilmiştir (Şenel ve Bölükbaşı 1994).

Bu formasyon genel olarak, kalkarenit ara seviyelerinden ve bazik volkanik birimlerden, tabaka yapısı ise orta ve ince tabakalanmanın yanı sıra, yer yer kalın tabakalı olan, renk olarak gri renkli, bej, açık gri, kırmızı ve krem renklerde olduğu tanımlanmış bantlı mikritik kalsiyum karbonat ve çört yumru olduğu bilinen kireçtaşlarından oluştuğu ifade edilmiştir (Şenel ve Bölükbaşı 1994).

Yeldeğirmenitepe Formasyonu

Araştırma sahasının güneybatı kısmında Bozcabayır köyü civarında ve Elmalı dağı doğusunda, mostra vermekte olup aynı zamanda Orhaniye formasyonu üzerinde açılı bir uyumsuzlukla yüzeylenmiş olan bu formasyon Yeldeğirmenitepe formasyonu olarak adlandırılmıştır (Şenel vd. 1989). Formasyonun üzerinde breşlerden oluşan, 650 metre görünür kalınlıkta bulunan, kalın-orta tabakalı rengi ise gri, açık gri, bej, kirli sarı- kahve olarak değişen bir istif bulunmaktadır (Poisson 1977; Şenel vd. 1989; Şenel 1991).

Araştırılan bölgedeki breşler genellikle çört ve kireçtaşı danelerinden meydana gelmektedir. Breşin üst noktalarında ise düşük seviyede diyabaz, gabro ve bazik volkanik taneleri ile karşılaştıkları belirtilmiştir (Poisson 1977; Şenel vd. 1989; Şenel 1991).

Bu formasyon üstten Taşkesiği formasyonu tarafından tektonik olarak örtülmekte olup birimin yaşının, öncesinde yapılan araştırmalar göz önüne alınarak (Poisson 1977; Şenel vd. 1989; Şenel 1991) Maastrichtiyen-Alt Paleosen şeklinde olduğu tahmin edilmektedir.

Taşkesiği Formasyonu

Çalışma alanının güneybatısında bulunmasının yanı sıra Üst nap olarak tanımlanmış kısmı tektonik kuşağın en üstteki birimini oluşturur ve kristalize kireçtaşından meydana gelmiş birimi yüzeylemekte olup birim, Şenel vd. (1989) tarafından Taşkesiği şeklinde isimlendirildiği belirtilmiştir. Kızılcadağ ofiyolit melanjı, Taşkesiği formasyonu içerisinde blok halinde yer alırken Orhaniye ve Yeldeğirmenitepe formasyonu bu formasyonu tektonik olarak örtmektedir. Taşkesiği formasyonu

içerisindeki birim masif, kalın tabakalı kristalize kireçtaşlarından oluşmakta olup rengi genellikle gri, beyaz-kirli beyaz olarak gözlenmektedir. Formasyonun yaşı ise paleontolojik bilgi veriler incelendiğinde Poisson (1977) ve Şenel vd. (1989)'a kadar yapılan araştırmada Üst Triyas-Liyas olduğu belirtilmiştir.

2.3.2.5. Alüvyon ve yamaç molozu

Elmalı-Korkuteli arasındaki yol boyunca Beydağları otoktonu ile Likya napları arasındaki düzlükte, Kuvaterner yaşında olduğu bilinen akarsu ve birikinti konisi çökelleri gelişimlerini devam ettirdiği belirtilmektedir.

2.4. İnceleme Alanının Yapısal Jeolojisi

Araştırma alanı Batı Toroslar bölümünün Teke Yarımadası içerisinde, Toridler Ana Tektonik Birliği'nde bulunmaktadır (Şekil 2.3). İncelenen bölgede değişik kaya birimlerinin Triyas'tan günümüze kadar yüzeylendiği belirtilmekte olup, bu kaya birimlerinin çoğunluğunun Likya naplarına ait olduğu ve Beydağları otoktonu üzerinde tektonik bir örtü olarak bulunduğu ifade edilmiştir. Tektonostratigrafik birimleri kapsayan bu dar alandaki bölgenin nap hareketlerinden büyük ölçüde etkilendiği ve bu hareketlerle bölgenin nap/bindirme kuşakları haline geldiği belirtilmiştir (Ketin 1996).

Likya naplarını meydana getiren kaya birimleri üç farklı evrede bindirme hareketlerine sahip olmuşlardır bunlar ise Erken Langiyen, Orta-Geç Eosen ve Geç Kretase olarak ifade edilmiştir. Bu birimdeki ilk önemli yapısal hareket, napların üst üste yerleşmesiyle gerçekleşmiş olup, hareketlerin en başı ise Taşkesiği, Orhaniye ve Yeldeğirmenitepe formasyonlarının Geç Kretase'de Kızılcadağ ofiyolitli melanj üstüne bindirmesiyle gerçekleştiği vurgulanmıştır. Sonrasında ise bunu Ofiyolit napının altındaki yapısal birimler ile Orta Eosen'de Yeşilbarak napı üzerindeki birimlerin birbirleri üzerine yerleşmeleri izlemekte olup, bu hareket Likya naplarının Erken Langiyen'de Beydağları otoktonu üstüne konumlanmasıyla son bulunduğu belirtilmiş olup bu bölgedeki birimleri etkileyip bölgenin teknostatigrafik yapısını karmaşık şekilde olmasına neden olduğu bilinmektedir (Ketin 1996).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Mermerin Tanımı

Mermerler tanımlanırken kullanım amaçlarına göre sınıflandırılmaktadır. Bilimsel olarak mermerler; belirli bir ısı ve basınç altında kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşlarının değişim geçirip tekrardan kristalleşmesi ile meydana gelmiş başkalaşım kayaç olarak ifade edilmektedir. Bu mermerlerin, kimyasal bileşiminde ise çok miktarda magnezyum karbonat, kalsiyum karbonat, içerirken bu içerikle birlikte silisyum dioksit ve değişik metal oksitleri, silikat minerallerininde bulunduğu belirtilmektedir. Renk olarak beyaz veya yarı saydam olarak gözlendiği durumlarda mermerin saf kalsiyum karbonat bileşiminde olduğu bilinmekte ve çoğunlukla sertliği Mohs skalası göz önünde bulundurulduğunda 3 olup, özgül ağırlığı 2.5 ile 3.5 g/cm³ arasındaki değerlerde değişmektedir (Şentürk vd. 1996).

Ticari anlamda kullanılan mermer ise, blok verebilen, kesilip cilalandığında parlatılabilen, sağlamlığının yanında hoş bir görünüme sahip her çeşitten kayaçların (magmatik, sedimanter, metamorfik) hepsi için ifade edilen bir terimdir. Bu biçimde adlandırılmış kayaçların birçoğu ya direkt mermer olduğu veya kristalin kireçtaşı olduğu ifade edilmiştir (Kuşcu 2001).

3.2. Mermerlerin Kullanım Alanları

Türkiye'nin bulunduğu jeolojik yapı itibariyle bünyesinde barındırdığı mermerlerin kalite ve rezervi, zenginlik açısından dünya ölçüsünde büyük üne sahip bir ülke olduğu bilinmektedir.

Genellikle mermerin yoğun olarak kullanıldığı alanlar şunlardır (Anonim 1):

- İnşaat sektörü
- Dekorasyon
- Güzel sanatlar alanıdır.

Mermerlerin genellikle en geniş kullanım alanını inşaat sektörü içinde bulunmakta olup gerek binaların iç ve dış kaplamaları, gerekse içerisindeki dekorasyon işleri bu durumu belirtmektedir. Diğer yandan mermerler heykeller, anıtlar ile süs hatta hediyeelik eşya imalatında ciddi tüketim alanı oluştururlar. İnşaa edilen binaların iç tarafındaki yer döşemesi ve duvar kaplamaları, sütunlar, merdiven basamakları gibi birçok yapıda kullanıldığı ifade edilmektedir. Mutfaktan banyoya, masa, sehpa ve çeşitli mobilya olarak kullanılan iç dekorasyon ürünlerine kadar mermer birçok yerde kullanıma elverişli olup süs eşyalarından hediyeelik eşyalara kadar pek çok kullanım yelpazesine sahiptir. Mermerlerin kimyasal bileşimi kalsiyum karbonat olarak tanımlandığı için kimya alanında, yem ile gübre sahalarında, beton asfalt, son kat dolgu malzemesi şeklinde de kullanılabilir (Anonim 1).

3.3. Mermerlerin Minerolojik Özellikleri

Mermerlerin çoğunun başlıca minerali kalsittir. Bununla beraber, mermerlerin çoğu yüzde olarak birkaç diğer mineralleri de kapsar. Mermerlerde, silikat olan ve

silikat olmayan mineraller mevcuttur. Çok yaygın olarak bulunduğu belirtilen silikatlar; kuvarslar, mikalar, kloritler, tremolitler, vollastonitler, diyopsitler ile hornblendler olup, diğer yandan grafitler, hematitler, limonitler ile piritler ise silikat bileşime sahip olmayan minerallerdir. Mermerlerde bazen kalsitin yerine dolomit hâkimdir. Mermerler içinde silikatlar çoğalırsa kıymetli taşlara geçişi sağlarlar. Bunlara kalk epidoşist, ofikalsit adları verilir.

3.3.1. Kimyasal özellikleri

Mermerlerin kimyasal özellikleri mermerin türüne ve cinsine bağlı olarak değişmekte olup bu parametreler ise kayaçların kimyasal özelliklerine yani onların fiziksel niteliklerini belirleyen kimyasal bileşimleri, çözülme kabiliyetleri, açık hava etkilerine ve asitlere dayanıklılıkları, aynı zamanda ise pas tehlikesi gibi özelliklerdir (Kuşcu 2001).

Mermerler grup olarak çok çeşitli renkler gösterirler. Karbonatlı kayaçlar, özellikle kalsit içerenlerden çok saf olanlar parlak beyaz renklidirler. Çok açık griden siyaha değişen aralıktaki tonlar çok ince taneli grafit şekillerindeki saçılmış karbonlu maddeler tarafından oluşturulur. Yeşil renkler klorit veya diğer silikatların varlığının sonucudur (Kuşcu 2001).

Pembe ve kırmızı mermerler çok ince dağılmış hematit veya manganez karbonların rengine sahiptirler. Renk kayaç içerisinde tamamen dağılmış olarak bulunabildiği gibi bazı mermerlerde benekli veya damar denilen yollu ve bantlı biçimdedir. Kimyasal deneylerde SiO_2 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 miktarlarının tayini yapılır. Mermerlerin içeriğindeki metal oksitlerin artmasıyla renginin koyulaştığı, metal oksit miktarlarının az olmasıyla renginin açık olduğu görülür (Kuşcu 2001).

3.3.1.1. Kimyasal bileşim

Bir kayacın kimyasal bileşimi tanımlanırken, kayaçların içerisinde bulunan oksit değerlerinin toplamı olarak ifade edilmektedir. Genel anlamda bir kayacın fiziksel özelliğini değiştiren onun kimyasal bileşimidir. Örneğin; Kayaçtaki SiO_2 oranının artması kayacın daha da sertleşmesini sağlarken, MgO oranının artması kırılma seviyesini artırır. Fe_2O_3 oranının artması ile birlikte kayacın renginin koyulaştığı belirtilmektedir. Mermerlerde bulunan mineral içeriklerinin ve kimyasal bileşimlerini, kesme ve parlatma işlemlerinde çok önemli bir parametre olduğu bilinmektedir. Kimyasal analizler genellikle mermerlerdeki kimyasal bileşiminin belirlenmesi için gerçekleştirilir. Bu deneylerde; SiO_2 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 , H_2O ve kızdırma kaybı yüzdeleri hesaplandığı belirtilmektedir (Büyüksağış 1998).

Kaliteli mermerler olarak tanımlanan mermerlerin bileşimlerinde CaCO_3 oranının en az %95 içermesi gerektiği belirtilmiş olup, kireçtaşları ise bu oranın en az %90 CaCO_3 bulunması gerektiği şeklinde ifade edilmiştir (MERSEM 2003).

3.3.1.2. Açık hava etkilerine dayanıklılık

Mermerler üzerinde yapılan açık hava etkilerine dayanıklılık deneyinde, genellikle yoğun endüstri müesseselerinin mevcut olduğu civarlarda dış kaplama şeklinde değerlendirilecek olan mermerler üzerinde bu etkilerinin nasıl gelişebileceğini anlamak için yapılmaktadır. Deneyde T.S. 699' a belirtilen açıklamaya istinaden reaktif biçimde sülfüroz asit ile hidroklorik asitten yararlanıldığı ifade edilmektedir (Bozkurt 1989).

Bu deney öncesi ve sonrasında örneklerinin incelenmesi sonucu, meydana gelen bir renk değişikliği ve tahribat olup olmadığı gözlemsel olarak değerlendirilmektedir (Şentürk vd. 1996).

3.3.1.3. Asitlere dayanıklılık

Mermerlerin yapısında mevcut olarak bulunan ve karbonatlı mermerlerde oluşan kireçtaşları aynı zamanda gerçek mermerler, organik bir asit olan asetik asit (CH_3COOH), hidroklorik asit, limon asidi ve H_2CO_3 olarak bilinen karbonik asit gibi normal zamanlarda kullandığımız asitlerden kolayca etkilenmektedirler. Buna örnek olarak ise mermerin üzerine bırakılan limonun belli bir süre sonra üzerinde bulunduğu mermerin o kısmına etki edip yapısının bozulmasına, mevcut parlaklığının kaybolmasına veya aşınmasına neden olduğu gözlenmiştir (Ediz 2002).

Asitlere dayanıklılık deneyi yapılırken T.S. 699 standartları temel alınmakta olup bu deneyde amaçlanan durum ise doğal yapı taşlarının baca gazlarıyla birlikte havada var olan öteki zararlı gazların, havada bulunan normal nemiyle birleşip meydana getirecekleri asitlere ne kadar dayanıklı seviyelerde olduğunu belirlemek için yapılmaktadır. Bu deneyi yaparken kullanılan kayaçlarda, deneyin sonunda bariz bir renk değişikliği, ufalanma ve bozuşma göstermemeleri gerektiği ifade edilmiştir (Ediz 2002).

3.3.1.4. Pas tehlikesi tayini

Bu deneydeki asıl amaç yapıyı oluşturan mineraller arasındaki hava etkileri ile pas rengi bozukluğuna sebep olabilecek minerallerin, leke yapabilecek durum içerip içermedikleri aynı zamanda da hava ve nem etkisiyle oluşabilecek sülfirik asitin yapıdaki diğer minerallere etkisini belirlemek amacı ile yapılmaktadır (MERSEM 2003).

3.4. Mermerlerin Fiziksel Özellikleri

3.4.1. Sertlik

Bir kayacın aşınmaya gösterdiği direnç sertlik olarak belirtilmektedir. Bir mermerin sertliği ise genel anlamda hem cinsine göre hem de bünyesinde var olan farklı bileşimli minerallerle eş değer şekilde değişiklik gösterdiği ifade edilmektedir. Bünyesinde yabancı olarak nitelendirilen minerallerin, magnezyum, mika grubu mineraller, feldspatlar ile silisler bulunduğu bilinmekle birlikte bu minerallerin varlığında ise kullanılacak olan kayaçların kesilmesi aynı zamanda da işlenmesi

zorlaştığı belirtilmektedir. Mermerlerin sertliği genellikle silikat minerallerinin fazlalığında artmakta olup, hakiki mermerlerin sertliği yaklaşık 3 ve 4 değerleri arasında değiştiği ifade edilirken bu cinsteki mermerlerin kesilip işlenmelerinin kolay olduğu hatta cila alma kabiliyetleri ise çıkarılan bölgeye göre çeşitlilik gösterdiği belirtilmektedir (Şentürk 1996).

Mermer işletmeciliğinde sertlik parametresi çok büyük önem arz etmektedir. Çünkü, mermerin sertlik derecesine ne kadar hâkim olunabilirse, mermere pazar bulma olasılığı da aynı seviyede artacağı belirtilmiştir. Fakat mermerdeki mevcut olan sertliğin, söz konusu olan ocaktan çıkarılıp atölyede kesilip cilalanana dek geçen süre zarfında olumsuz bir seçenek olarak karşımıza çıktığı ifade edilmektedir. Yalnız, aşınmaya karşı dayanıklılıkları ve iyi cila alarak uzun süre bu durumu kaybetmemeleri ile pazarlama aşamasında önemli bir unsur olup daha çok kullanıldığı bilinmektedir (Şentürk 1996).

3.4.2. Özgül ağırlık

Bu miktar hesaplanırken T.S. 2513'ün Doğal Yapı Taşları olarak belirlediği standartlar baz alınmakta olup bu değer 2.55 g/cm^3 'den büyük olması gerektiği belirtilmiştir. Mermerin taşıdığı ekonomik değer ile içerdiği özgül ağırlık miktarı arasında doğru orantı bulunmaktadır. Mermer cinslerinin özgül ağırlıkları hem bölgeler arasında hem de kendi aralarında çok fazla farklılık göstermediği ifade edilmiştir. Fakat aralarında özgül ağırlık değişimi görünebilir büyüklükte olan mermer türleri de mevcuttur. Bu tarz özgül ağırlığı düşük olan mermer türlerinde ise hem sertliğinin daha az hem de ekonomik yönden değerinin daha düşük olduğu ve bazı durumlarda kesme maliyetleri daha yüksek olduğu bilinmektedir (Anon 1979).

3.4.3. Birim hacim ağırlık

Birim hacmin genel olarak hacim hesaplamalarında kullanılmasından dolayı genel olarak kayacın nakliyesinde önem arz eden bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Mermerlerin birim hacim ağırlığı standartlar göz önüne alındığında $2.2\text{-}3.2 \text{ g/cm}^3$ arasında değiştiği, ancak hakiki mermerler olarak tanımlanan değer yaklaşık 2.70 g/cm^3 olduğu kabul edilmektedir (Anon 1979) (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Kayaçların birim hacim ağırlıklarına göre sınıflandırılmaları (Anon 1979)

Kaya Sınıfı	Kuru Birim Hacim Ağırlığı (g/cm^3)
Çok Düşük	< 1.8
Düşük	1.8- 2.2
Orta	2.2- 2.55
Yüksek	2.55- 2.75
Çok Yüksek	> 2.75

3.4.4. Renk

Mermerlerdeki renk parametresi içerisindeki minerallerle alakalı olup pazarlama için önemli bir etken olmasının yanı sıra bu durum aynı zamanda mermerlerin işlenme ve kesilmesi esnasında olumsuz yönde etki etmektedir çünkü renk olarak hem caziplik arz etmesi hem de homojenlik içermesi piyasanın içerisinde daha iyi pazarda yer almalarına olanak verdiği belirtilmektedir. Mermerin rengi beyaz ise genellikle içerisinde sarı veya gri yığılma ve damarlar istenmeyen özelliklerden biri olduğu ifade edilmiştir. Ancak, ihtiyaç olan ilgili pazar bulunduktan sonra renk olarak her mermerin çalıştırılabileceği belirtilmiştir (Onargan ve Köse 1997).

3.4.5. Doluluk oranı

Kayaçların değişmez kütleyle kadar 105 °C ' de kurutulmasının boşluk hacminin, kayaçların boşluklarına oranı bize doluluk oranını verdiği belirtilmektedir. Hakiki mermerlerin doluluk oranı %99,3 olmakla birlikte bu oranın %98'den az olamayacağı belirtilmiş olup gözeneklilik derecesinin ise %0,7 olması gerektiği ifade edilmiştir. Bu oranlara bağlı olarak porozitenin düşmesi ile birlikte kayaç içerisindeki doluluk oranının artmasıyla arasındaki ilişki ters orantılı olduğu belirtilmiştir. Hakiki mermerlere oranla onikslerdeki doluluk oranının daha fazla olduğu diğer yandan ise bölgeler arasında yapılan karşılaştırmalarda hakiki mermerlerin tüm yörelerde benzer doluluk oranını koruduğunu, bu oranın ise %98,3 olduğu bilinmektedir (Ediz 2002).

3.4.6. Ağırlıkça ve hacimce su emme tayini

Kayadaki su yükünün, kayadaki kuru yüküne oranı ağırlıkça su emme oranı olarak tanımlanmakta olup bu oran ağırlık ve hacimce belirlenmektedir. (Köse ve Kahraman 1999). Bu özelliği ise kayacın basınca maruz kalmadan hangi miktarda su alabileceğini göstermekte olup, kayacın suyu emme yeteneği taşın kompaktlığına göre değişmekte olduğu belirtilmektedir (Ediz 2002).

Su emme miktarı ile porozite, boşluk, çatlak ve ayrışma arasında doğru orantı olduğu ifade edilmektedir. Kayaçtaki su emme miktarı ne kadar fazla ise porozite miktarı o kadar çok olup aynı şekilde boşluk ve çatlakların fazla olmasının yanı sıra ayrışmanın ise yine aynı şekilde yüksek olduğu belirtilmiştir. Diğer yandan su emmenin yetersiz gelmesi durumunda kayaçlardaki basınç direnci, elastisite modülü şeklinde belirtilen mekanik özelliklerle arasında ters orantı olduğu görülmüştür dolayısıyla su emme miktarı azaldıkça bu değerlerin arttığı gözlemlendiği ifade edilmiştir (Ediz 2002).

Ağırlıkça su emme yeteneği, standartlarda belirtilen T.S. 1910'da Kaplama Şeklinde Değerlendirilen Doğal Taşlar şeklinde belirtilen ibarede, su emme oranı doğal taşların atmosfer basıncı baz alındığında %0,75'den fazla olmaması gerektiği belirtilmiştir. Hakiki mermerlerde diğer mermer cinslerine nazaran, doluluk oranı ile gözeneklilik orasında ters orantı vardır dolayısıyla kayacın doluluk seviyesi yüksek fakat buna rağmen gözeneklilik miktarının az olmasından ötürü hem ağırlığınca hem de hacimce su emme miktarının daha düşük olduğu belirtilmektedir.

3.4.7. Porozite (gözeneklilik)

Porozite tanım olarak kayacın içinde mevcut olan boşluk hacminin, tüm kayacın hacmine oranı biçiminde belirtilmekte olup % şeklinde gösterildiği ifade edilmektedir. Kayaçta mevcut bulunan içerisindeki boşluklar ile dayanıklılığı arasında ters orantı vardır bu nedenle tercih edilirken genellikle ince kristalli mermerler göz önünde bulundurulduğu belirtilmiştir. Porozitesi ise %0,0002- %0,5 arasında değişmekte olup bu değerler arasındakiler iyi kaliteli mermerler olarak belirlenmektedir. Mermerlerin İnce kristalli yapıya sahip olup diğer mermer cinslerine oranla boşluksuz bir yapıya sahip olmaları bu mermerleri ekonomik açıdan daha değerli konuma getirdiği ifade edilmektedir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Kayaçların porozitelerine göre sınıflandırılmaları (Anon 1979)

Kaya Sınıfı	Porozite Değeri (%)
Çok Düşük	< 30
Düşük	30 – 15
Orta	15 – 5
Yüksek	5 – 1
Çok Yüksek	> 1

3.4.8. Cila tutma

Cila tutma özelliği mermerlerde renklerini ortaya çıkaran bir özellik olmasından dolayı iyi cila alma potansiyeli mevcut bulunan mermerler göze daha zarif gözükmemekte olup pazar açısından da önem arz ettiği belirtilmektedir. Mermerlerin cila tutma kapasitesi içerisindeki yabancı minerallere ve sertliğine bağlı olarak değiştiği bilinmektedir. Cila tutma özelliği iyi olan mermerler genellikle sert mermerlerdir fakat teknik olarak bu mermerlerin cilalanmaları fazla zaman ve işçilik gerektirdiğinin de altı çizildiği ifade edilmektedir (Yeşilkaya 1997).

Genel olarak hakiki mermerlerin, cila tutma potansiyelleri iyidir fakat mekanik özellikleri yeterli seviyede olmayan, iyi cilalı mermerin, mekanik özellikleri yeterli, cilasası iyi olmayan bir mermere nazaran satış sahasında çok kolay satış imkânı bulabilmektedir. Mermerin yüzeyinde cilalama işlemi yapıldıktan sonra hala bir pürüzlülük mevcutsa bu durumun mermerin ekonomik değerini düşürdüğü bilinmektedir ve genelde bu mermer türlerinin sertlikleri 3-4 arasında olup kesme ve işlenmelerinin basit olduğu belirtilmiştir (Şentürk vd. 1996).

3.4.9. Saydımlık

Saydımlık, mermerlerin ışık geçirgenlik katsayısı veya ışık geçirebilme kapasitesi olarak tanımlandığı belirtilmektedir. Mermerlerin ince kristalli olanları ince plakalar halinde kesildiğinde ışıqla teması halinde ışıqlı çok ya da az geçirebildikleri görüldüğü ifade edilmekte olup, bu tarz mermerler genellikle dekorasyona dönük işlerde

ve süs eşyası yapımında kullanılacaklarında bu özellikler aranmaktadır ve oniks türü mermerler bu grupta yerini aldığı belirtilmektedir (Yeşilkaya 1997).

3.4.10. Kenar köşe kesmesi

Bu kenar köşe kesmesi deneyleri her iki kalınlıktaki numune için kenar ve köşelerde atlamanın varlığını saptamayı ele almakta olup numune olarak plaka kalınlıkları 1 cm ve 2 cm olarak belirtilmiştir. Aynı zamanda ise kenar köşe kesmesi, mermer işletmeciliğinde en önemli hususlardan biri olarak belirtilmektedir (Şentürk vd. 1996).

3.5. Mermerlerin Mekanik Özellikleri

Mermerler incelenirken tanınması beyan edilen mekanik özellikler genel anlamda; darbe dayanımı, eğilme dayanımı, don karşı dayanımı, tek eksenli basınç dayanımı, don sonrası tek eksenli basınç dayanımı, çekme dayanımı, elastisite modülü ve ortalama aşınma direnci şeklindedir (Çizelge 3.3).

3.5.1. Tek eksenli basınç direnci

Mermerlerin belirli boyutlarda, tek eksenle etkilendiği gerilmelere karşı davranışlarına ve kırılmaya karşı gösterdiği direnç özelliği tek eksenli basınç direnci olarak tanımlanmaktadır. Mermerlerde basınca karşı mukavemet değerleri standartlarda da belirtilmiş olup, kullanılacağı alana göre çeşitlilik gösterdiği ifade edilmektedir. Burada önemli olan parametre yük taşıyıcı mukavemet değerlerinin, karşılaştırılan değerlere oranla çok daha yüksek olmasıdır bu açıdan hakiki mermerlerin, onikslerin ve de kireçtaşlarının yük taşıyıcı yerlerde kullanılanlarında basınç dayanımları hepsinde aynı olup 500 kgf/cm^2 (50 N.mm/mm^3)' den az olmaması gerektiği belirtilmiş ve bu değer dekorasyon, duvar kaplamalarında ve süs eşyası şeklinde yararlanılmaları durumunda tümünde 300 kgf/cm^2 (30 N.mm/mm) 'den düşük olmaması gerektiği ifade edilmiştir (Ediz 2002).

Mermerler standartlar göz önüne alınıp kendi türleri arasında kıyaslandığında; hakiki mermerler çoğuklukla döşeme kaplaması olarak, merdiven basamağında ve duvar kaplamalarında kullanılırlarken, basınç dayanımları kireçtaşlarından bej cinsi mermerlere ve püskürük kayaç kökenli sert mermerlere göre seyrek olup, oniks ile travertenlerde fazladır. Hakiki mermerlerin bu özelliği sayesinde ekonomik özelliğinin de arttığı belirtilmekte olup bu mermer grubunun basınç dayanımları standartlarda belirtilen 500 kgf / cm^2 'den yüksek olduğu bilinmektedir (MERSEM 2003).

Çizelge 3.3. Fiziko mekanik laboratuvar çalışmalarının görünümü

		
Görünür Yoğunluk	Basınç Dayanımı Deneyi	Su Emme Basıncı Tayini
		
Basınç Dayanımı Tayini	Özgül Ağırlık Tayini	Basınç Dayanımı Tayini
		
Kopma Enerjisi Tayini	Kopma Enerjisi Tayini	Su Emme Tayini
		
Renk Tayini	Su Emme Tayini	Knoop Sertlik Tayini

3.5.2. Eğilme direnci

Mermerlerin kullanım şekli belli kalınlık ve boyutlardaki plaka olmakla birlikte bu plakaların belli bir yönde kırılmanın sonucu olarak gösterdikleri direnç eğilme direnci olarak tanımlanır. Mermerin eğilme dayanımına göre tespit edilen parametreler ise plakanın kalınlığı, destek noktaları arasında belirtilen mesafesi ve boyutu olarak belirtilmiştir (Şentürk vd. 1996).

Mermerlerin kırılmaya karşı direnci ile eğilme direnci arasında doğru orantı vardır ve bu özellik mermerlerin kullanım yerlerinin belirlenmesinde çok büyük bir önem kapsamaktadır. T.S. 699 'a mermer cinsleri üzerinde yapılmış deney verileri neticesinde hesaplanan direnç değerinin; kireçtaşları, oniksler, travertenler ve hakiki mermerlerde 60 kgf/cm^2 ' den büyük olması gerektiği vurgulanmıştır (T.S. 699).

Oniksler, traverten, kireçtaşları ve hakiki mermerlerin eğilmeye karşı dirençleri tümünde yaklaşık olarak benzerdir. Bu sebepten ötürü tümü de kırılmaya karşı yüksek mukavemete sahip olup, bu sebepten ötürü ise eğilme mukavemet değerleri, standartlarda ifade edilen sınır seviyesinin üstündedir. Püskürük kayaç olarak nitelendirilen sert mermerler incelendiğinde, farklı mermer türlerine kıyasla eğilmeye karşı çok yüksek seviyede dirençli olduğu belirtilmiştir. Bu sonuç ise onların kırılmaya karşı ne kadar çok direnç gösterdiğini ifade etmektedir (MERSEM 2003).

3.5.3. Çekme direnci

Mermerlerin çekme gerilmeleri karşısında göstermiş oldukları dirence çekme dayanımı denmektedir. Bu dayanım kayaçların kesilme ve basınca gösterdikleri dayanımlardan oldukça düşüktür. Genel olarak ifade edilen düşük dayanım betonda, içerisine demir çubuklar yerleştirilerek artırılmaktadır fakat bu sistemi kayaçlarda kullanmak neredeyse imkânsızdır. Bu sebepten ötürü, kayaçların içerisinde çekme gerilmesi olmayacak şekilde boşluğun duvarlarında, kayaca açılan boşluklar verilmesi gerektiği ifade edilmiştir (Köse ve Kahraman 1999).

T.S. 699 'a göre Mermer olarak tanımlanan kayaçların çekme dayanımlarının iki değişik biçimde yapılmakta olup, belirtilenlerse endirekt çekme dayanım (Brazilian) deneyi ve direkt çekme dayanım deneyi olarak iki farklı şekilde belirtilmiştir.

Mermerlere uygulanan çekme direncine, genel olarak kayacın içerisindeki süreksizlikler, kayacın sertliği ve tane boyutunun etki ettiği söylenmekte olup tane boyu ve sertliğin artması ile kayacın çekmeye karşı direncinin de arttığı gözlenmiştir. Kayaçların içerisindeki süreksizliğin fazlalığı ile de çekme dayanımlarında azalma tespit edilmiştir. Hakiki mermerin genellikle çekme direncinin az seviyede bulunması, sertliklerinin magmatik kökenli sert mermer cinslerine kıyasla çok düşük olmasının neden olduğu söylenmektedir (Köse ve Kahraman 1999).

3.5.4. Darbe dayanımı

Bir mermerin standart boyuntunda, belirli bir doğrultuda gelen darbelere karşı gösterdiği direnç darbe dayanımı olarak tanımlanmakta olup bu özellik mermerin kullanım alanının belirlenmesinde önemli bir özellik olmaktadır. Kayaçların darbeye karşı

mukavemetleri arttığında daha rahat kullanım kolaylığı sağlandığı bilinmektedir (MERSEM 2003).

3.5.5. Don sonrası tek eksenli basınç dayanımı

Kayaçları oldukça eskiten özellik genel olarak donma özelliği olarak bilinmektedir. Çünkü su donduğunda hacmini yaklaşık %10 artırmakta olup kayaçta içten bir basınç oluşmasıyla parçalanmaya başlar. Bu ısı değişimi genellikle -20 °C ve +20 °C arasında ise kayaçların fiziksel niteliklerine bağlı şekilde kırılmalara sebep olabildiği bilinmektedir (Ediz 2002).

Don sonrası basınç dayanımı, hakiki mermer grubunda bulunan tüm ürünlerde standartlarda belirtilen değerin üzerinde olduğu bilinmektedir. Hakiki mermerler bu nedenden dolayı geniş kullanım sahasına, ekonomikte arz ettikleri için, kolayca kullanılabilir. Don sonrası basınç direncinin çok mühim bir husus olduğu, mermerlerde özellikle kış aylarında meydana çıkmaktadır (Ediz 2002).

3.5.6. Ortalama aşınma dayanımı

Mermerin yüzeyinde bulunan aşındırıcı maddelerle meydana getirilen aşınmaya karşı gösterdiği direnç ortalama aşınma dayanımı olan tanımlanmaktadır. Genel olarak mermer plakalarında meydana gelebilecek aşınma kayıplarının daha öncesinde laboratuvarında analiz edilmesi, uygun mermerin tercihi imkân sağlamaktadır. Ticari tanımda belirtilmiş olan, her türden mermerin tanınması için önemli olanın sürtünme etkisiyle oluşan aşınma yitimleri olup, çoğunlukla karbonatlı kayaçlarda yüksek, sert kayaç olarak tanımlanan magmatik kökenli kayaçlarda düşük olduğu ifade edilmiştir. Bu sebepten dolayı karbonatlı minerallerin aşınma dayanımı, sert mermerlere oranla daha düşük olduğu ifade edilmektedir (Ediz 2002).

Mermerlerin aşınma dayanım seviyeleri ile ekonomik olması açısından aralarındaki bağıntıda ters orantı vardır, yani aşınma dayanım değeri ne denli düşük olursa mermerin ekonomik değeri o kadar artmaktadır. Özetle mermerlerin aşınma dayanımları; darbe direnci, eğilme, basınç vs. gibi mekanik nitelikleri göz önüne alındığında, ters orantılı bir ilişki olduğu ortaya çıktığı belirtilmektedir (Ediz 2002).

3.5.7. Elastisite modülü (young modülü)

Elastisite modülü bir kayacın yükleme koşulları altında gösterdiği gerilme deformasyon oranı olarak tanımlanmakta olup "kgf / cm² veya "pound/inch² " şeklinde tanımlanmaktadır. Elastisite modülü homojen kayaçlarda tabakalaşmaya paralel seviyelerde değerlendirildiği zaman maksimum olup, ölçülürken tabakalaşmaya dik ölçüm yapıldığında ise değerinin minimum ölçüldüğü belirtilmektedir. Hakiki mermerlerde elastisite modülleri diğer mermer türlerine kıyasla çok daha düşük olup kireçtaşlarında bu durumun tam tersi olduğu belirtilmiştir. Genel anlamda, suyun miktar içeriğinin artışı elastisite modülünde bir azalma meydana getirdiği ifade edilmektedir (MERSEM 2003).

3.6. Mermerlere Uygulanan Kalite Kontrolü ve Standardizasyon

Hakiki mermerlerde T.S.E standartlarına göre uygulanan standardizasyon ve kalite kontrolleri çizelge 3.4'te gösterilmektedir (MERSEM 2003).

Çizelge 3.4. T.S.E standartlarına göre uygulanan standardizasyon ve kalite kontrolleri (MERSEM 2003).

STANDART	KULLANIM ALANLARI
'T.S. 1891/ 1975	Ahşap ambalajlar
T.S. 2027/1975	Kayaçların çekme dayanımlarının tayini
T.S. 2030/1975	Kayaçların elastisite modülünün ve poisson oranlarının tek eksenli basınç deneyi ile tayini
T.S. 1910/ 1977	Kaplama şeklinde değerlendirilen doğal yapı taşları
T.S. 2513/1977	Doğal yapı taşları
T.S. 2809/ 1977	Doğal parke taşları
T.S. 699/ 1978	Doğal yapı taşlarının tanıma ve deney yöntemleri
T.S. 699/ 1987	Tabi yapı taşları-tanım ve deney yöntemleri
T.S. 11444/ 1984	Dolomit- yapı ve kaplama taşı şeklinde değerlendirilen
T.S. 10449/ 1992	Mermer- kalsiyum karbonat esaslı- yapı ve kaplama taşı şeklinde değerlendirilen

“T.S. 10449” hakiki mermerlerin fiziko-mekanik niteliklerine özgü standartlar ise belir sınırlar dâhilinde olması gerektiği vurgulanmıştır. Bu sınırlarda mermer; Kimyasal bileşiminin %95 oranında CaCO_3 içermesi, minorolojik bileşiminin ise % 95 kalsit mineralinden oluşması gerektiği ifade edilmiştir. Atmosfer Basıncında Su Emme değer miktarı %0,4 'den az olamayacağı, doluluk oranının ise % 98 olarak belirtilen orandan küçük olmaması gerektiği belirtilmiştir (MERSEM 2003).

Mermerlerin don kaybı %1 değerinden düşük, dondan sonra basınç direnci; 300 kgf/cm^2 (30 N.mm/mm^3)' den yüksek şeklinde belirlenmiştir. Sürtünme ve aşınma direci; merdiven basamağı, döşeme kaplaması, vb. yer döşemesinde değerlendirilecek mermerlerde $15 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$ ' den, duvar kaplamasında değerlendirilecek mermerlerde $25 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$ 'den yüksek olmaması gerekirken, darbe dayanım değeri döşeme kaplaması, merdiven basamağı vb. yer döşemesinde değerlendirilecek mermerlerde 6 kgf/cm^2 (0.6 N.mm/mm^3)' den ve duvar kaplamasında kullanılacak mermerlerde 4 kgf/cm^2 (0.4 N.mm/mm^3)' den büyük olamayacağı ifade edilmiştir (T.S. 10449).

3.7. Mermerin madencilik ve çevre yönetimindeki yeri

Madencilik ve çevre yönetiminde sosyo-ekonomik koşullar gözetilmeksizin maden alanlarının korunması ve rehabilitasyonu için tüm dünyada kabul görülen maddeler yer almaktadır. Bu maddeler de ise ortak amaç çalışılan bölgeyi sürdürülebilir kıldığı belirtilmektedir. Öncelikli olarak çalışılan sahanın jeolojik yapısı, hidrojeolojik durumu, toprağı, bitki örtüsü, iklimi ve aynı zamanda ekonomik ve sosyal koşulların incelenmesi gerektiğı belirtilmiştir. Çevre sorunları çok büyük problem yaratmakta olup açık ocak işletmeciliğinde bu sorunların belirtilmesi önemli olduğu ifade edilmektedir. Ocak işletmesinde, restorasyonu sağlayacak teknik yapının oluşturulması ve rehabilitasyon çalışması yapmadan önce iyice detaylandırılıp projelenmesi, maliyetlerinin ve yasal süreçlerinin kontrol edilmesi ve son olarak da bu konu üzerinde uzman personellerin yetiştirilmesi gerektiğı ifade edilmiştir (Onargan 2008).

3.7.1. Çevre etki değerlendirmesi

T.C. Çevre Bakanlığı, 7 Şubat 1993 tarihinde bir yönetmelik çıkarmıştır. Bu yönetmeliğe göre gerçekleştirmeyi planladığı faaliyetlerin sonucunda çevre sorunlarına neden olabilecek özel sektör veya kamuya özgü işletmelerin ve tesislerin yatırım hükümlerinin çevre kapsamında oluşturabilecekleri tüm tesirlerin önlemesi veya bölgeye etki etmeyecek ölçüde en az seviyeye indirilmesi sebebiyle, “Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliğı’ni” yürürlüğe koymuştur.

Bu yönetmelikte bulunan maddeler ise sırasıyla “23 Haziran 1997”, “6 Haziran 2002” yıllarında değerlendirilmiş ve “16 Aralık 2003” senesinde yeni hazırlanan yönetmelik ile yürütmeye konulmuştur (16.12.2003 Tarih ve 25318 Sayılı Resmî Gazete’de yayımlanmıştır).

3.7.2. Madencilik faaliyetleri gerçekleştirildikten sonra bozulan işletme alanının doğaya yeniden kazandırılması yönetmeliğı

14 Aralık 2007 tarihinde ÇED yönetmeliğine ek olarak, orman sahası dışında yürütülen madencilik faaliyetlerinde, toprak ve malzeme tedarik etmek için sahada yapılan kazılar, dökümler ve doğada kalan atıklarla yapısı değişen tabii yapının, tabiata tekrardan dönüştürülmesine ilişkin yöntem ve gerekçeleri belirlemek sebebiyle 26730 sayılı resmî gazetede yayımlanmıştır.

Yönetmeliğın esası, orman sahası dışında kalan maden işletmelerinin kazı işlemleri ve bozulmuş alanları, sahada bırakılan artıklarının ve dekapaj atıkların çevrede bırakabileceğı negatif etkilerinin minimum seviyeye düşürülmesi ve bozulan sahanın tabiata tekrardan dönüştürülmesi araştırmaları ile ilgili idari, hukuki ve teknik esasları içermektedir. Yönetmeliğın hükümlerini de Çevre ve Orman Bakanı yürütür (ÇED 2007)

Bildirideki unsura göre;

Tesis sahibi mevcut yapıda çalışmalara başlanmadan önce, bozulan tabii sahanın tekrardan yapılandırılması, tabii dengenin sağlanması ile çalışılan alanda tekrardan canlıların emniyetle uygulanabileceğı bir şekilde dönüştürmesini sağlayacak şekilde bir

Doğaya Yeniden Kazandırma Planı sunmakla yükümlüdür. Bu formatta verilen planı hazırlamak, sunulan projeyi aynen tatbika koyacağını gösterir noter tasdikli taahhüdü ilgili idari yönetimlere sunmak ve projelerini verilen plan ve taahhütlere göre yapmak yükümlülüğündedir ibaresi ile ifade edilmiştir (ÇED 2007)

Rehabilitasyon ve restorasyon çalışmalarını işletmeler, döküm veya kazı çalışmaları ile birlikte aynı zamanda başlatılıp, faaliyetler olduğu müddetçe sürece devam etmesi ve faaliyet alanının kapatılmasından sonraki süreçte tabii haline tekrar getirilerek sahanın terk edilmesi öngörüldüğü belirtilmektedir. İşletmeci tarafından uygulama alanı terk edildiğinde; Doğaya Yeniden Kazandırma Planı doğrultusunda sunduğu rehabilitasyon verileri ile arazinin plana uygun bir şekilde doğaya tekrardan kazanma projesini tamamlamış ve sahayı rehabilite etmiş olarak işleme kapatılmasının zorunlu olduğu belirtilmiştir. Bu yönetmelikle birlikte, işletme sahasının tümünün işletme faaliyeti bittikten sonraki iki yıl içinde uygulama sonrasında kullanımına özgün şekle getirme mecburiyeti verilmiştir. Doğaya tekrardan kazanma faaliyetlerini tümüyle sona erdiğinde işletme sahibinin beş senelik bir izleme zamanı vardır (ÇED 2007).

Doğaya Yeniden Kazandırma Planı Aşamaları

Doğaya yeniden kazandırma projesinin uygulanmasının amacı işletilen sahanın işletim bittikten sonraki süreçte meydana gelecek mimarinin ya da oluşan yeni sahanın kullanımında, çevre şartlarına ve yerel yönetime uygun olması aynı koşullarda tüm canlılar için güvenli ve sağlıklı bir ortam sağlamasının zorunlu olduğu ifade edilmiştir (ÇED 2007).

Madencilik işlemlerinin bitiminde meydana gelen atıkların istiflendiği sahalarda; duraylılığın sağlanması, biriken malzemenin düzenlenmesi, peyzaj ile restorasyon işlemlerinin bitirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Belirtilen istifleme yerlerinde tabiata tekrardan dönüştürme çalışmaları, dolgu ile şekillendirilmiş ortam veya tabii traşlama ya da malzeme üzerinde oluşturulması şeklinde ifade edilmiştir (ÇED 2007).

Şev açılarının dikkatle hesaplanması istenmiş olup, bu değerlerin basamaklar arasının 30 dereceden büyük olmaması zorunludur. Aynı zamanda kademe ve basamak ölçüleri uzun süreli duraylılık göz önünde bulundurularak oranlanması talep edilmiştir. Tasarım ölçümlerinin, güvenlik katsayısı göz önünde bulundurularak hesaplanması ayrıca var olan şev açıları ve geometrisinin, teknik sınır değerleri ile uyumlu olması zorunluluğu getirilmiştir (ÇED 2007).

Sahanın tekrar düzenlenmesi aşamasında, işlem aşamasında meydana gelen boşluklardan doldurulabilecek durumda olanlar jeolojik-jeoteknik etüt yapıldıktan sonra uygunluğu tespit edilen malzemeye doldurulur; doldurulan alanlar düz duruma getirilir. Daha sonraki işlemde ise çalışma alanının duraylılığına uygun biçime getirilir ve peyzaj uygulaması yapılacak saha, işlem bitiminde kullanıma hazırlanmasının zorunluluğu vurgulanmıştır (ÇED 2007).

Sahanın rehabilitasyonu sırasında elverişli olan alanlar bitkilendirme işlemi yapılmaktadır. Kısmen veya tümüyle tarım alanının kazanılması, ağaçlandırılması ya da benzer formlarda bitki örtüsüyle kaplanması belirtilen projelerde, faaliyet alanının tabii yapısına uyumlu olan bitkilerin ekimi/dikimi önerilmektedir. Bu projelerde iyileştirilen

ya da taşınan toprağın iklimsel koşullar göz önünde bulundurularak gerekli önlemleri alması hükmü verilmiştir (ÇED 2007).

Taşocağı eğer dikey ve yüksek şevlerle çevrilmiş şekilde yaygın ve düzgün taban yüzeyleri bulunuyorsa bu parametreler ölçüsündeki uygulamayla faaliyetine devam etmiş maden işletme sahalarının düzeltilmesinde, öncelikle faaliyet zamanından kalma patlatmalarla oluşan yarıklar için uygulamalar yapılır ve gerekli tedbirler yaptırım olarak uygulanır. Gerekli olduğunda ise şev eğimleri ve basamak genişliklerinin duraylılık açısından güvenliğini sağlamak zorunlu hale getirilmektedir. Faaliyeti bitmiş ocaklarda yapılan bu geri kazanım çalışmaları ve yeniden taşocağı şeklinde icraat göstermesi durumunda, yeni proje kapsamında, eski sahanın etkilenmiş bölümlerini doğaya tekrardan kazandırma projelerini de kapsamak zorundadır yargısı belirtilmiştir (ÇED 2007).

Yüzeyden alt kotlara doğru daralarak meydana gelen çukur yapısındaki kazı alanlarında şev duraylılığı mutlak bir şekilde uygulanmadıkça tabiata tekrar kazandırma ile alakalı farklı işlemlerden herhangi biri kesinlikle uygulanamayacağı ifade edilmiştir. Kayaçlarda çukur derinliği, türüne göre taban yükselmesi ya da yüzey oynamaları saptanmışsa, bu hareketliliğin mutlak surette durdurulana değin düzenli taban dolgusunun yapılması ya da hareketliliğin önüne geçecek farklı şekilde tedbir alınması zorunludur olarak belirlenmiştir. Meydana gelen ocak çukurları Doğaya Tekrardan Dönüştürme Planı kapsamında toprak ya da suyla doldurulabilir. Eski şekilde geriye doldurmanın olanaksız olduğu durumlarda kısmen dolgu işlemi yapıldıktan sonra şevler tasarımın en uygun olduğu şekilde boyutlandırılıp ağaçlandırılmalıdır. Hareketli ya da hareket potansiyeli olan araziler için ağaçlandırma öngörülen projeler değerlendirilken öncelikli olması gerektiği mecburiyeti belirtilmiştir (ÇED 2007).

3.7.3. Kapatılan mermer ocaklarının rehabilitasyonu

Dünyada ve Türkiye’de mermer ocakları kapatıldıktan sonra belli işlemler gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu işlemler ise genel olarak restorasyon amaçlı patlatma, manuel yolla açılan çukurlara bitki ekimi ve hidrotokumlama, kanallar açarak basamak düzlüklerinin rehabilitasyonu, ocağın açık hava sineması şekline dönüştürülmesi, şevlere çuvallar sarkıtılarak bitkilendirme işlemleri, ocak çukurlarının gölet haline getirilmesi, ocağın topografya ya uygun şekilde renklendirilip boyanması gibi birçok işlem yöntemlerden faydalanılmaktadır.

Restorasyon Amaçlı Patlatma ve Hidrotokumlama

Çevredeki kazılmış ya da işlem yapılmamış olan şevlerin tabiiye yaklaşık benzer bir arazi biçimini meydana getirebilmek ve ekosistemin tabii şekilde devam edebileceği alan oluşturmak için yapılan delme-patlatma işlemlerinin bütününe yenileme amaçlı patlatma ve hidrotokumlama adı verilmektedir ve bu işlem rehabilitasyonun ilk aşamasını oluşturmaktadır. Mermer ocakları açık işletme yöntemi ile işletilmesi durumunda jeomorfolojik evrimi üzerinde yapılan ilk çalışmalar, bir tür patlatma işlemi olarak tanımlanan restorasyonun kaya şekillerinin genel topografyaya uygun olması ve kaya şekillerinin düzenlenmesi zorunluluğu olduğu belirlenmiştir. Bu teknik kontrollü bir patlatma tekniği olmakla birlikte, kayaç içindeki aşırı kırılmaları minimuma

getirmek ve çalışılan kazı alanı içerisinde duraylı durumda bir ayna oluşturmak için kullanıldığı ifade edilmektedir (Pamukçu 2004).

Restorasyon amaçlı patlatma yapılırken dikkat edilmesi gereken durum kayaç yığınının kontrolünün, arazi şeklinin duraylı ve uygun olmasının yanında patlatma geometrisi, patlayıcının miktarı ve ateşleme süresi gibi etkilerin de hesaplanmasıdır. Bu işlemin en önemli amacı gevşek yapıdaki patlatma yığınlarını meydana getirerek nihai basamak yüksekliklerinin azaltılması olarak belirtilmiştir. Dik ve duraysız şevlerin üst kısımları kısmi olarak patlatılmakta olup aynı açıda bulunacak biçimde şev önüne dökülüp düzeltilmektedir. Gevşek patlatma da ise yığınlarının yüksek bölümlerinde meydana gelebilecek değişkenliklerden dolayı kaya düşmelerine sebep olacak, şev üzerindeki yüzey alanının azalmasına yardım edecektir. Delme-patlatma olayının geometrisinin özenle tasarlanmış olması, gevşek yığın boyunca düşey ve yatay yönde kontrollü bir kaya fragmentasyonu meydana getirmiş olacak ve bu sayede üzerinde tohumlamanın kolaylıkla uygulanabileceği katmanlı bir biçim oluşturulacağı belirtilmiştir (Pamukçu 2004).

Bitkilendirme Çalışmaları

Bitkilendirme çalışmalarında, sahadaki çevre kirliliğini önlemek için öteden gözlenebilen alanların, bilhassa da aynaların birinci işlem olarak bitkilendirilmesinin zorunluluğu olduğu fakat yetiştirilecek bitki türlerinin bölgede yok olmaması hem iş gücü hem de maddi kayıp yaşanmaması açısından önemli olmaktadır. Bu sebepten ötürü bitki seçimini etkileyen parametreler havanın ve suyun kirliliği, denize olan mesafesi, gölge ve ışık durumları bunların yanı sıra iklim şartları ve toprağa uyumlulukları önemli olmaktadır (Pamukçu 2004).

Hidro Tohumlama

Hidrolik tohumlama yeni ve kullanışlı bir yöntem olup tamamen steril ve verimsiz toprakların yeşillendirilmesinde de uygulanmaktadır. Yöntemi kapsayan işlem ise sıvı bir sentetik yapıştırıcıyla, tohum, selüloz ve gübrenin, su ile karıştırılarak sıvı bir çözelti elde edilmesiyle gerçekleşir. Sonrasında ise elde edilen bu madde araç üzerindeki bir hortum ile erozyon tehlikesi olan şev boyunca gezilerek yamaca püskürtülür bu şev stabilizasyonu için yapılan önemli bir uygulama değer taşımaktadır. Hidro tohumlama yönteminin başarı parametreleri ise arazinin karakteristiği, oluşan karışımın her bileşenin miktarı ve konsantrasyonu, bitki türlerin doğru seçilmesi, tohumların herhangi bir dış etkiyle taşınmasının engellenmesi ve toprak özelliklerinin iyileştirilmesi olarak ifade edilmiştir (Pamukçu 2004).

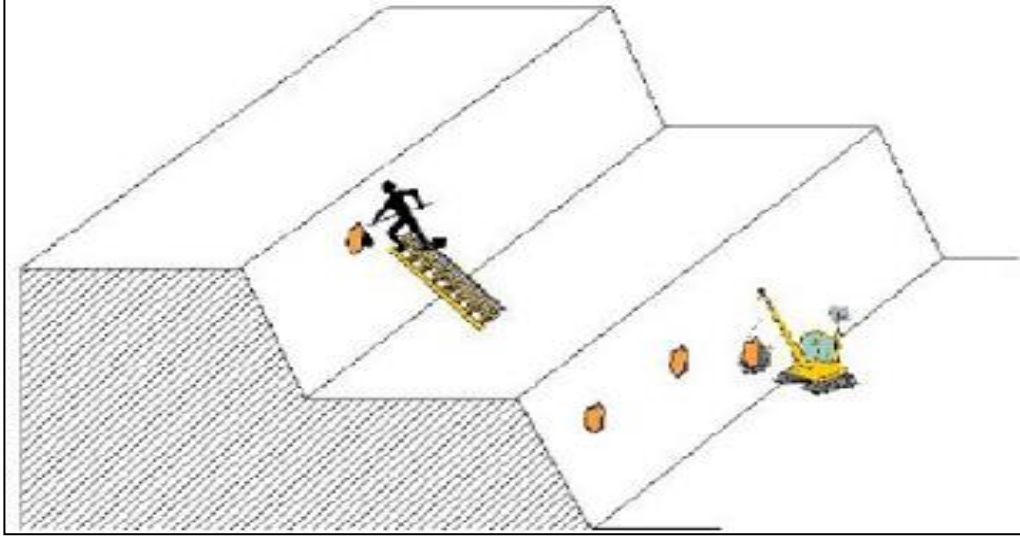


Şekil 3.1. Hidrotohumlamanın uygulanma örneği (Pamukçu 2004)

Bu yöntemin getirdiği avantajı olmayan durumlar ise yalnızca toprak tabakası üstüne yapılabilmesi olup, şevlere kolay ulaşım sağlayan çevrede uygulanılmasıdır. Bu yüzden araçlarla ulaşım sağlanmadığı şevlerde engebeli ve dik olarak nitelendirilen arazilerden tohumlama yöntemi havadan uygulanmaktadır.

Manuel Yolla Açılan Çukurlara Bitki Dikimi

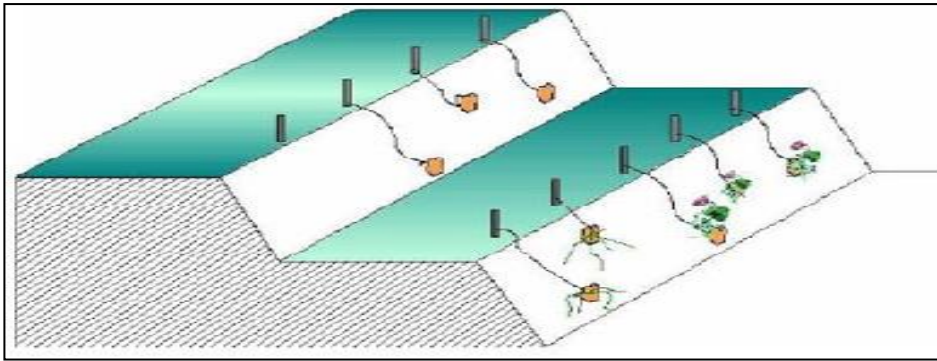
Vincin aynaya yaklaşp, vinç ucundaki merdiven ile dikim çukurları yumuşak bölgelere bazılarak oluşturularak içerisi toprakla doldurulup eser miktarda da olsa organik toprak katılması zorunlu tutulmuştur. Ardından ise hangi eğime sahip olursa olsun bu şekildeki çıplak şevlerin görüntüsünü iyi yönde değiştirmek için ilk adım otsu formların ekiminin yapılması olmaktadır. Bu dikim işleminin sırası ise her zaman öncelikli olarak otsu formlar olup devam eden süreçte ise çalı formları ve ağaçlar olarak birbirini takip etmektedir (Pamukçu 2004).



Şekil 3.2. Manuel yolla açılmış olan çukurlara yapılan bitki dikimi (Pamukçu 2004)

Şevlere Çuvallar Sarkıtılarak Yapılan Bitkilendirme

Burada uygulanan yöntemde çuvalların yapı maddesi hafif gözenekli çuha olup içerisi otsu tohumlar, gübre ve topraklarla doldurulduktan sonra gelişi güzel bir biçimde şev üstünden, boyları birbirinden farklı olan halatlar yardımıyla ayna üzerine sarkıtılmakta olup kayaca çakılarak kazıklara bağlanmaktadır. Atmosferik alterasyon ve yağmurların etkisi ile bu tohumdan salınacak kökler çuval dışına çıkarak ayna üzerinde toprak örtüsüne ihtiyaç oluşturmadan kaya çatlaklarına tutunması ile büyümeye başlamasıyla birlikte aynaların bitkilendirilmesinin çok kısa bir zaman periyodunda hiçbir ek bakım ve sulamaya gerek bırakmadan sağlanmış olduğu belirtilmektedir (Pamukçu 2004).

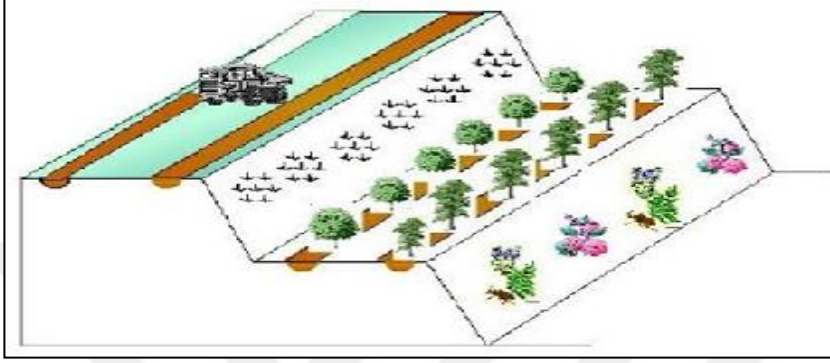


Şekil 3.3. Şevlere çuvallar sarkıtılmış bir şekilde uygulanan bitkilendirme (Pamukçu 2004)

Kanallar Açarak Basamak Düzleklerinin Rehabilitasyonu

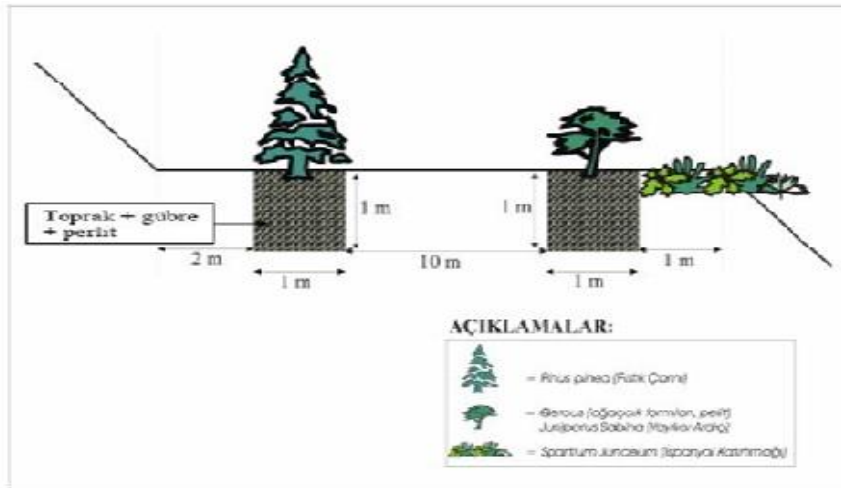
Bu yöntemden bütün basamak boyunca şevlerin önünde ve arkasında olmak üzere iki ayrı kanal açılabilmekte olup yaklaşık olarak genişliğinin 1 m olması gerektiği belirtilmiştir. Açılan fidan çukurunun ebatları genelde 50 x 50 cm olup kanallarda şev boyunca devam edecek genişlikte olması hem ekolojik entegrasyon hem de ekonomik

maliyet açısından gerekliliği belirtilmiştir. Bu kanalların açılmasında 1 m'ye kadar delik delinir ve birer adet dinamitin yanı sıra NONEL kapsülle başarılı bir gevşetme patlatması uygulanabilmektedir. Bu işlemin sonucunda ise trapez profilli bir çukur kesitini oluşturduğu belirtilmekte olup, bu sayede toprakların direkt olarak üzerinde ekipman bulunmadığı için toprak içerisinde bitkilendirmeyi aktifleştirecek şekilde delikler ve boşluklar kalması gerektiği, içerisinde kalan malzemenin ise dışarı atıldığı ve mevcut açılmış yere sonrasında toprakla doldurulduğu belirtilmiştir. Burada genel olarak arkadan boşaltmalı kamyonlar kullanılır (Pamukçu 2014).



Şekil 3.4. Kanalların açılması ile basamak düzlüklerine uygulanan rehabilitasyon (Pamukçu 2004)

Fidan dikiminde dikkat edilmesi gereken, fidan kabı veya kök boyu açılan çukurda kök boğumundan aşığı veya yukarıda olacak biçimde sıkı veya derin dikim yapılmaması olup, diğer yandan rüzgarın geldiği tarafa bir sıırıyla sabitlenerek sağlamlaştırılmalı ve her fidan dikimi işlemi bitiminde can suyu olarak isimlendirilen ilk su dökme yöntemi uygulanması gerektiği belirtilmiştir (Andres 1999; Pamukçu 2004).



Şekil 3.5. Bitkilendirme işlemi tamamlanmış olan basamak düzlüğü ve kesit görünümü (Pamukçu 2004)

Bölgede karakteristik olan iklim koşullarına göre ekim ve dikim zamanı her tür eğim ve her tür toprak bileşimine göre olmaktadır. Dikim yapılamayan diğer periyot ise

yaz aylarını kapsayıp Eylül'e kadar devam eden yüksek güneşlenme şiddeti ve düşük nem içeren periyot olmakta olup Akdeniz iklimi için en uygun dikim ve ekim zamanı form ve türü önemli olmaksızın Eylül-Ekim ayları arasında yapılması gerektiği belirtilmiş ve aynı zamanda hidrotoksiklik ve malç işlemleri de dikimle aynı zamanlı olacak şekilde, yani sonbahar aylarında olması gerektiği vurgulanmıştır (Pamukçu 2004).

Ocak Çukurunun Gölet Haline Getirilmesi

Çukurların genellikle yeraltı suyunun akışı ve yan drenaj havzalarından akan su ile dolması ile birlikte, madencilik faaliyetlerinin sona ermesinden sonra ortaya çıkan bir yapıdır. Ocak göletleri fiziksel göllerden farklı olup, kuvvetli yağışlar ve fırtınaların ardından zamansal şekilde çok fazla su doldurmaya başladıkları için yüksek miktarda derinlik oluşturmakta olduğu bilinmektedir (Pamukçu 2004).



Şekil 3.6. Eski bir ocağın sonrasında gölet haline getirilmiş görünüşü (Pamukçu 2004)

Maden göletlerinin ortalama derinliği %10-40 olarak belirtilmekte olup, aynı zamanda ocak göletlerinin stratifiye olmasına ayrıca kimyasal özelliklerin derinliğe bağlı olarak farklılık göstermesine sebep olduğu ifade edilmektedir. Bir göletin kimyasal özelliklerini, kendini çevreleyen formasyonun bileşimi, lokal yer altı suyunun alkalinitesi, yağışlarla taşınan malzemelerin özellikleri ve yakındaki vadoz zonunun kimyası etkilemektedir ve mermer ocaklarında ise bu durum formasyonun özelliğinden dolayı bazik bir hal aldığı bilinmektedir (Pamukçu 2004).

Kapatılan Mermer İşletmelerinin Kapari Yetiştirme Sahası Olarak Kullanılması

Kapari, çalimsı yapıda olup dik ve yatık biçimde büyüeyebilen yurdumuzda, Batı Anadolu illeri başta olmak üzere, Orta Anadolu'da, Doğu Karadeniz ve Güneydoğu illerinde doğal olarak yetişebilen dikenli bir bitkidir. Bitki içeriği fosfor, potasyum ve kalsiyumca zengin olup kalkerli ve killi topraklarda güneşi sevdiğinden ötürü kendiliğinden yetişmektedir, diğer adı ise geberotudur ve erozyon kontrol bitkisi olarak bilinmesinin ana sebebi çok yıllık derin kökleri ve yayılıcı özelliği olmasından dolayı olduğu belirtilmiştir (Anonim 2).

Çukur Mermer İşletmesi

Bu mermer işletmelerinde, eğer ocak orman arazilerinin bölgesinde ise ocağın işletimi bittikten sonra yeniden ağaçlandırmaya hazır hale getirilmesi öngörülmekte olup, bu işlemin restorasyon amaçlı patlatmayla sağlandığı ve diğer yandan ocak çukurunun da gölet haline getirilmesi yöntemleri kullanılmaktadır (Erguvanlı ve Yüzer 1985).

Orman arazisi dışında kalıyorsa bu işletme su veya toprak ile doldurulabilmekte olup, tamamen geriye doldurmanın mümkün olması durumunda ise kısmen dolgu işlemin uygulandıktan sonra şevler elverişli bir dizayna göre boyutlandırılıp sonrasında ağaçlandırma işlemi yapılır. Aynı zamanda ocak orman arazisi dışında kalan bölgede elverişli bir yapı varsa gölet haline getirilmesi de mümkün olup, bu uygulamanın yapılmasının mümkün olmadığı durumlarda kısmen toprak ile doldurup bitkilendirme çalışmalarına yapmanın uygun olduğu fakat belirtilmiştir fakat 30 derecelik genel şev açısıyla uygulamanın ciddi bir sorun oluşturabileceği bu yüzden diğer seçenek olan restorasyon amaçlı patlatma ve hidrotokumlama ile rehabilite edilebileceği ifade edilmiştir (Erguvanlı ve Yüzer 1985).

Açık Çukur Mermer İşletmesi

Bu işletmelerin rehabilitasyonu için birçok yöntemin uygulanması mümkün olup genel olarak bu yöntemler, orman alanları içerisinde restorasyon amaçlı patlatma ve hidrotokumlama, aynı zamanda manuel yollarla açılmış çukurlarda bitki ekimi, kanallar açarak basamak düzlüklerinin rehabilitasyonu, alanın kapari yetiştirme alanı ve şevlere çuvalar sarkıtılarak yapılan bitkilendirme şeklinde kullanılabileceği belirtilmiştir. Orman alanlarının dışında kalan açık çukur işletmelerinde ise 30 derecelik şev açısı avantajı bulunmasına rağmen açığı oluşturduktan sonraki süreçte bu yöntemler uygulanabilmektedir (Erguvanlı ve Yüzer 1985).

Yamaç Mermer İşletmesi Çok Basamaklı Kazı

Bu yöntem uygulanması gerektiğinde yenileme çalışması seçenekleri fazla olup diğer mermer işletmelerinde olduğu gibi şev açısı stabil hale getirildikten sonra orman alanlarının içerisinde ve aynı zamanda dışında kalan bölgede, restorasyon amaçlı patlatma iyi bir seçenek olup diğer seçenekler olarak da farklı rehabilitasyon yöntemlerinin kullanılmasına uygun olduğu ifade edilmiştir (Erguvanlı ve Yüzer 1985).

Yamaç Mermer İşletmesi Tek Basamaklı Kazı

Bu işletmelerde eğer orman saha sınırları içerisindeyse, restorasyon amaçlı patlatma-hidrotokumlama veya basamakları ağaçlandırmaya uygun şekilde düzeltebilmek için 60 derecelik bir şev açısı ile 15 metrelik basamak genişliği verme mecburiyetinin olduğu belirtilmiş olup, orman arazisi dışında kalan bir sahada faaliyet gösteriyorsa şev açısını 30 dereceye getirip diğer belirtilen rehabilitasyon yöntemlerinin uygulanabilirliğinin mümkün olduğu belirtilmiştir (Erguvanlı ve Yüzer 1985).

Zirve Mermer İşletmesi

Yamaç mermer işletmelerindeki çok ve tek basamaklı kazılardaki rehabilitasyon için belirtilen yöntemleri zirve mermer işletmeleri için kullanılmasının uygun olduğu ifade edilmiş olup yine şev açısının düzenlenmesiyle .bu yöntemlerin uygulanabilirliği seçenek olarak sunulmuştur.İşletme orman arazi sınırları içerisinde ise şev açısının 60 dereceye getirilmesi ve 15 derecelik basamak oluşturulması gerektiği, diğer yandan orman arazisi dışında kalıyorsa bu şev açısının 30 dereceye getirilip yöntemlerin uygulanmasının doğru olacağı belirtilmiştir (Erguvanlı ve Yüzer 1985).

Tepe Açık Mermer İşletmesi

Bu mermer işletmelerinde ocak çukurunun derin olmasına rağmen yer altı su seviyesinin altında kaldığından ocak çukuru gölet olarak kullanılamamaktadır. Diğer rehabilitasyon yöntemlerinde olduğu gibi orman arazi içerisinde ise 60 derecelik şev açısı, orman arazi işletmesi dışında ise 30 derecelik şev açıları ayarlanarak diğerlerinde kullanılan rehabilitasyonlar kullanılabildiği belirtilmiştir (Erguvanlı ve Yüzer 1985).

Yer Altı Mermer İşletmesi

Orman arazisi içinde veya dışında bulunan yer altı mermer işletmelerinde zorunlu tutulan madde çevre ile uyumudur ve bu sahalarda iş bitiminden sonra sahanın doldurulması gerekmekte olup, orman harici alanların üzerinde herhangi bir yapılaşmaya izin verilmemektedir ancak yerleşim mesafelerine uygun olduğu takdirde sanat galerisi olarak kullanılması da mümkün olmaktadır (Erguvanlı ve Yüzer 1985).

Mermer ocağının işletme tipine göre uygulanan rehabilitasyon yöntemleri değişmektedir. Bunlar genel olarak; Çukur mermer işletmelerinde restorasyon amaçlı patlatma ve hidrotoklama ile ocak çukurunun göle haline getirilmesi olarak görülürken, Açık çukur mermer işletmelerinde yer üstü mermer ocaklarında uygulanan rehabilitasyon yöntemlerinin kullanıma uygun olduğu şeklinde belirtilmiştir. Yer altı mermer işletmelerinde bu yöntemin boşlukların doldurulması ve sanat galerisi olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Erguvanlı ve Yüzer 1985).

3.8. Mermer Ocaklarının Rehabilitasyonu

Rehabilitasyon, İngiliz terminolojisinde Down ve Stocks (1977)'a göre, madencilik yapılan sahada öncesinden farklı bir kullanım amacının belirlenmesi ve tamamen yeni koşulların sağlanması şeklinde ifade edilmektedir. Kanada terminolojisine göre rehabilitasyon tanımı, alanın tabii durumuna veya bu durumla eş bir durum şekline getirilmesidir (Michaud 1981). ABD terminolojisinde Marritt'e göre ise bu tanım arazinin ekolojik ve estetik niteliklerini göz önünde bulundurarak uygunluk projelerinin verimli hale dönüştürülmesidir (Pamukçu 2004).

Rehabilitasyon Türkiye terminolojisinde ise tanım olarak, düzeltme anlamına gelmekte olup bunların yanı sıra alan kullanım planlaması, ıslah, restorasyon, toprak ıslahı, iyileştirme (meliorasyon), arazi düzenleme, yeniden bitkilendirme, reklamasyon, biyolojik ıslah, bitkisel örtüleme, restorasyon gibi ifadeler kullanıldığı belirtilmiştir (Pamukçu 2004).

Rehabilitasyon ve restorasyon çalışmasının amacı, madencilik faaliyetlerinin bittiği açık bir ocakta, ocak sahasının mevcut topografyasının komşu tabii topografyaya olabildiğince uygun şekle getirmek olup, bölgede ekolojik dengeyi tekrardan sağlamak şeklinde özetlenmiştir (Pamukçu 2004).

3.9. Büro ve Arazi Çalışmaları

Tez çalışmalarının sistemli bir şekilde ilerlemesi için çalışma takvimi ve çalışma planı hazırlanmıştır. Tez konusunu oluşturan mermer numunelerinin derlenmesi amacıyla arazi çalışmaları için hazırlıklar yapılmıştır. Arazi çalışmaları kapsamında bölgede daha önce yapılmış jeolojik harita ve stratigrafik kesitler incelenmiş, bölgenin jeolojik özellikleri hakkında araştırmalar yapılmıştır.

Literatür incelemeleri yapılarak bölgede yapılan çalışmalar göz önünde bulundurulmuş ve bölgenin tektonik yapısı hakkında bilgiler derlenmiştir.

Bölgede bulunan Lyca Bej Mermer Ocağı'ndaki mühendis ile iletişime geçilmiş, galerilere giriş izni, numune alımı, mermer ocağı hakkında genel bilgiler temin edilmiştir. Arazi çalışmalarından önce, mermer madenin konum ve özellikleri, arazi koşulları incelenmiş ve bu doğrultuda hazırlıklar tamamlanmıştır.

Arazi çalışmaları yapılarak (Şekil 3.9), örnekleme sistemli bir şekilde tamamlanmıştır. Bölgeden alınan numuneler fiziko-mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla;

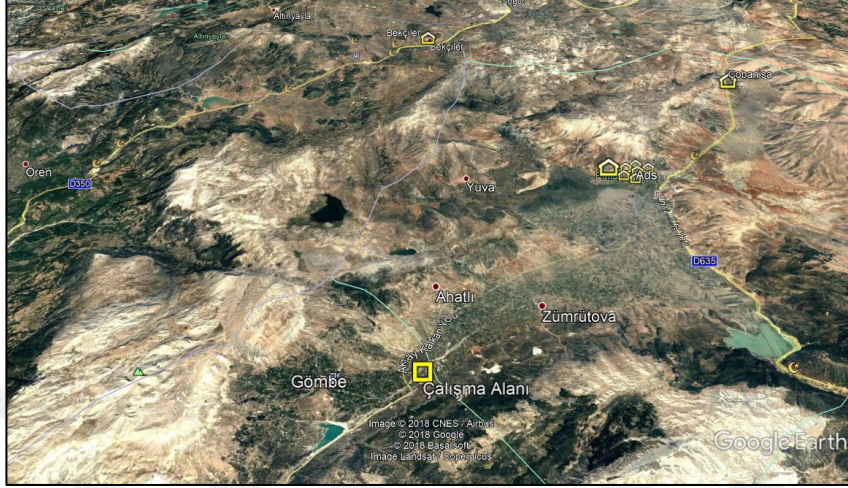
- Knoop sertlik tayini
- Renk tayini
- Gerçek yoğunluk
- Görünür yoğunluk
- Toplam ve açık gözeneklilik
- Aşınma dayanımı
- Tek eksenli basınç direnci
- Atmosfer basıncında su emme tayini
- Don tesirlerine dayanıklılık ve don sonrası basınç direnci
- Don tesirlerinden sonra Knoop sertliğinin tayini
- Don tesirlerinden sonra renk tayini

Kimyasal ve petrografik özellikleri saptamak amacıyla ise;

- X-ışınları floresans spektrofotometresi (XRF)
- X-ışınları difraktometresi (XRD)
- Petrografik özellikleri

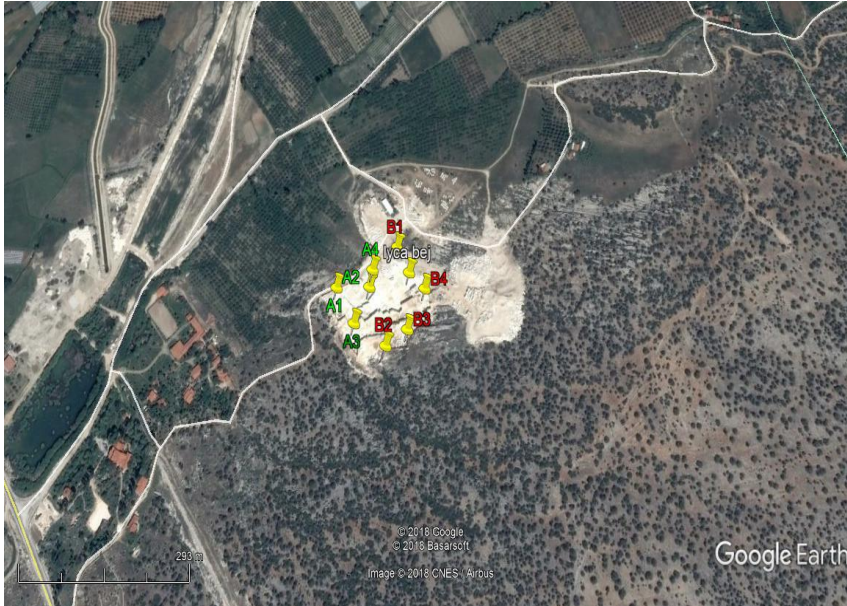
uygun görülen lokasyonlara ait örneklerden seçilerek analizlere hazırlanmıştır. Numuneler, laboratuvar ortamında hazırlandıktan sonra fiziko-mekanik analizler için Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'ne gönderilmiştir. Laboratuvar tarafından hazırlanan analiz sonuçları Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümüne gönderilerek, sonuçlar

incelenmiştir. Kimyasal analizler için ise numuneler İstanbul Teknik Üniversitesi'nin Maden Yatakları ve Jeokimya Laboratuvarına gönderilmiş olup, sonuçlar Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümüne gönderilerek incelenmiştir.



Şekil 3.8. Elmalı bölgesi Lyca Bej ocağını kapsayan çalışma alanının Google Earth görünüşü

Arazi çalışmalarında, bölgenin jeolojik haritaları incelenmiş ve arazi koşulları dikkate alınarak çalışma takvimine uygun olacak şekilde arazi çalışmaları tamamlanmıştır. Numuneler ocaktaki mostralardan ve mermer ocaklarının içerisinden alınmıştır. Belirlenen lokasyonlardan alınan numunelerin 3 boyutlu görüntüleri Şekil 3.10' da gösterilmiştir. Alınan örneklerin lokasyonu ise çizelge 3.5'te gösterilmiştir.



Şekil 3.9. Elmalı bölgesi Lyca Bej mermer ocağı madeninde numune alınan noktaların lokasyonları

Çizelge 3.5. Elmalı/Lyca bej mermer ocağı bölgesi numune alınan koordinatlar

Lokasyon Numarası	Bölge	Doğu Yönü	Kuzey Yönü
A-1	36S	433876	4031522
A-2	36S	434113	4031525
A-3	36S	434370	4031349
A-4	36S	434131	4031612
B-1	36S	434302	4031728
B-2	36S	434247	4031241
B-3	36S	434396	4031319
B-4	36S	434510	4031519

**Şekil 3.10.** Elmalı bölgesi Lyca Bej mermer ocağı madeninden alınan A ve B kodlu numunelerin yakınlştırılmış lokasyonları

Daha önce belirlenen bölgede, numune lokasyonlarının belirlenmesinde sıralamaya dikkat edilmiştir. Alınan örneklerin her biri, standartlara uygun bloklar halindedir. Ayrıca, araziden karotlu örnek alımı yapılmamıştır. Arazinin bulunduğu bölge ve çalışma koşulları dikkate alınarak 8 farklı lokasyon oluşturulmuştur. Bu şekilde lokasyonlar, kendi içerisindeki özellikleri dikkate alınarak A (doğu bölgesi) ve B (batı bölgesi) kodu ile isimlendirilmiş ve alınma sıralarına göre numaralandırılmıştır. Örnekler genel görünümüne bağlı olarak “Lyca Bej Koyu-Açık-Royal” çeşitleri şeklindedir. A1-4/B1-4 (dâhil) arasında bulunan numuneler "Lyca Bej Koyu-Açık-Royal" mermer ocağı çevresi ve mermer ocağı içerisinde alınmıştır. Numune alımında GPS kalibrasyon yapılmış olup, koordinat sistemi olarak evrensel enlem merkatörü kullanılmıştır. Belirlenen lokasyonlar, Google Earth programı kullanılarak yer işaretlemeleri yapılmıştır (Şekil 3.10).

Araziden ilk numune alımı, mermer ocağının içerisinde ve çevresinden olacak şekilde yapılmıştır. Örnekler bloklar şeklinde alınmış olup, mermer ocağından karotlu örnek alınmamıştır. Lokasyon olarak Lyca Bej mermer ocağının bulunduğu alan seçilmiş ve ilk örnekler “Lyca Bej” (Şekil 3.11) mermer ocağı bulunan alandan alınmıştır (Şekil 3.11-3.13).



Şekil 3.11. Elmalı Lyca Bej mermer ocağından alınan ilk el örneği



Şekil 3.12. Lyca Bej Ocağı ve çevresinin görünümü

Arazi çalışmalarında numune alımı için jeolog çekici, mineral tayini için lup, koordinat alımı için GPS cihazı ve fotoğraf makinesi kullanılmıştır. Arazi çalışmalarında numune alımı gerçekleştirilirken, ilk olarak numunenin bulunduğu lokasyon kayıt edilmiş ve örnekler kilitli numune torbalarına konulmuştur. Araziden numune alımı ve yapılan incelemeler yer almaktadır.



Şekil 3.13. Elmalı Lyca Bej mermer ocağı numune alma işlemleri

Analiz sonuçlarına göre, proje kapsamında belirlenen kimyasal analiz sonuçları ve teknolojik analizlerin değerlendirilmeleri, bunların önceki çalışmalarla karşılaştırmaları yapılarak yorumlanmıştır. Bu kapsamda bölgede bulunan bu mermerlerin fiziksel ve kimyasal genel karakterini belirlemek amacıyla fiziksel ve mekanik analizler ve kökensel yorumları yapılmıştır. Yapılan yorumlar, "sonuçlar" bölümünde ayrıntılı şekilde anlatılmıştır

3.10. Laboratuvar Çalışmaları

Bu bilgiler doğrultusunda çalışılan bölgedeki mermer türlerini ayırt etmek ve bu kayaçların fiziksel ve kimyasal genel karakterini belirlemek amacıyla fiziksel ve mekanik analizler için uygun olan örneklerden seçilerek analizlerinin yapılmasına karar verilmiştir. Bu analizler için alınacak örnek sayısı belirlenmiş, bu örneklerin araziden alınması için çalışma takvimine uygun olacak şekilde arazi çalışmaları planlanmıştır. Yapılan planlama doğrultusunda bölgede bulunan maden ocakları hakkında araştırmalar yapılmış FİNİKE MERMER LYCA BEJ MADEN OCAĞI madencilik şirketi yetkilileri ile görüşülmüştür.

Laboratuvar çalışmaları, öncelikle örneklerin kimyasal ve teknolojik analizlere hazırlanması şeklindedir. Kimyasal analizler hizmet alımı şeklinde yapılmıştır. Örnekler,

Numuneler labarotuar ortamında hazırlandıktan sonra analizler için Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'ne (Çizelge 3.6) ve İstanbul Üniversitesi Laboratuvar'ına gönderilmiştir. Laboratuvarlar tarafından hazırlanan analiz sonuçları Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümüne gönderilmiştir.

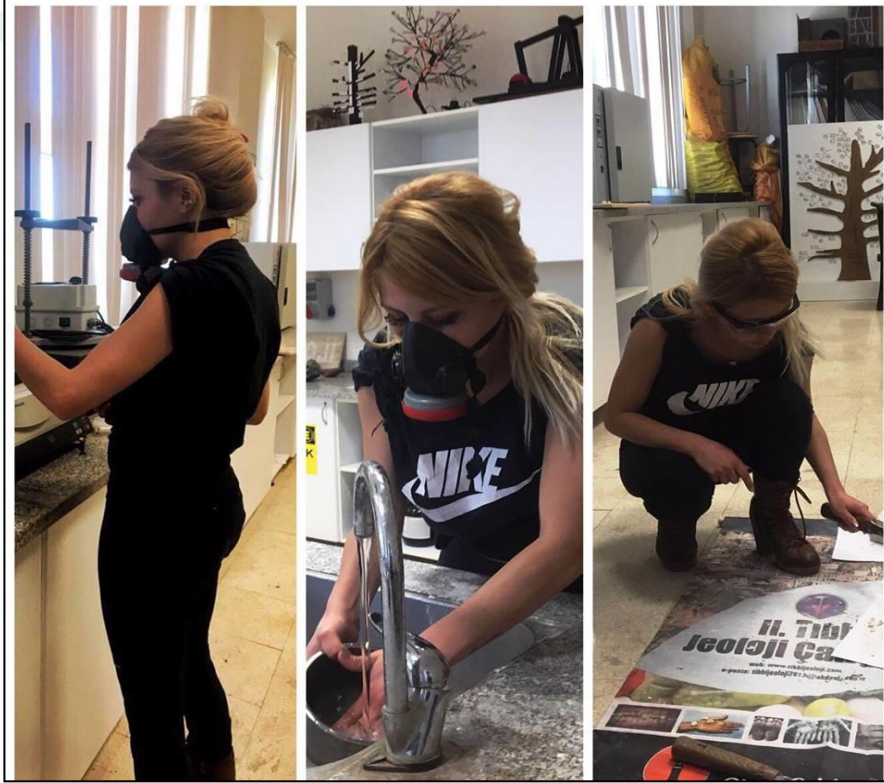
Çizelge 3.6. Yapılan fiziko-mekanik analizler

Analiz Adı	Analiz Sayısı	Numune Uzunluğu
Knoop sertlik tayini- TS EN 14205	12	10×7×10
Gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk, toplam ve açık gözeneklilik tayini- TS EN 1936	24	5×5×5
Renk tayini	12	5×5×5
Atmosfer basıncında su emme tayini- TS EN 13755	24	5×5×5
Tek eksenli basınç dayanımı- TS EN 1926	40	5×5×5
Aşınma direnci tayini- TS EN 1341 Ek-C	12	10×7×2
Don tesirlerine dayanıklılık ve don sonrası basınç dayanımı TS EN 12371 (48 döngü)	40	5×5×5
Don tesirlerinden sonra Knoop sertlik tayini	40	5×5×5
Don tesirlerinden sonra renk tayini	40	5×5×5

x: matematiksel çarpım ifadesi



Şekil 3.14. Araziden alınan numunelerin laboratuvara taşınması



Şekil 3.15. Numunelerin analize hazırlanması kırma-öğütme işlemleri

Her numunenin hazırlanmasında öncelikli olarak kırma işlemi için jeolog çekiciden yararlanılmıştır. Retsch marka havan öğütücü ile öğütme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Her bir numune için yapılan kırma ve öğütme işlemlerinden sonra jeolog çekiçi ve öğütücü önce saf su ile temizlenmiş, alkol ile tekrar temizleme işlemi yapılmış ve kompresör ile kurutma işlemleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.16. Numunelerin analize hazırlanması havan ile öğütme işlemleri

Kimyasal analiz için gönderilen örneklerin bir kısmında jeolojik incelemeler yapılmıştır. Arazide alınan örneklere istasyonuna göre belirli numaralandırma ve isimlendirme yapılmıştır.



Şekil 3.17. Öğütülmüş numunelerin eleme işlemleri

Örneklerin 8 farklı lokasyondan alınan 56 adedi Jeoloji Mühendisliği bölümü Maden Yatakları ve Jeokimya laboratuvarında, agat havan ile homojenize edilerek, 230 mesh (0,063 mm) eleklerde elenmiş ve etiketleme yapılarak analizlere hazırlanmıştır.



Şekil 3.18. Numunelerin numaralandırma ve paketlenme işlemleri

Analizler için elenmiş numuneler 15 gramlık kilitli numune torbalarına koyulmuş, örneklerin karışmaması için numaralandırılmış ve paketlenmiştir.



Şekil 3.19. Numunelerin birbirine karışmasını önlemek için araç gereç ve cihaz temizleme ve kurutma işlemleri

Her bir numune için yapılan analiz işlemlerinden sonra jeolog çekiçi, öğütücü, elek ve kullanılan cihazlar önce saf su ile temizlenmiş, alkol ile tekrar temizleme işlemi yapılmış ve kompresör ile kurutma işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Laboratuvar çalışmaları her örnek için aşamalı şekilde yapılmıştır. Toplam 56 adet örnek belirlenen kodlamaları ile birlikte analiz için hazırlanmış ve gönderilmiştir. Örneklerin Tanımlayıcı İstatistik, Korelasyon, Model Sumary, Anaova, Hiyerarşik Kümeleme analiz sonuçları incelenmiş ve yorumlanmıştır.

3.10.1. Kimyasal Analiz

Araziden derlenen numuneler, Maden Yatakları laboratuvarında hazır hale getirilmiş ve tarafımdan 15 dakika homojen hale gelinceye kadar öğütülmüştür. Daha sonra borik asit ile uygun oranlarda karıştırılarak ve pres işlemi ile disk haline getirilmiştir. Pellet haline gelmiş olan örnekler XRF Cihazında, numune yapısına uygun programlarda okutulmuştur (Çizelge 3.7 ve 3.8).

Kayaçların kimyasal özellikleri, onların fiziksel özelliklerini değiştiren kimyasal bileşimlerine, açık hava etkilerine, çözülme kabiliyetine ve pas tehlikesi, asitlere dayanıklılık ve bazaltlarda güneş yanığı tayini gibi özelliklerdir. Bu özellikler mermerin türüne ve cinsine bağlı olarak değişir.

Kimyasal bileşim, kayaçların içerisinde bulunan elementlerin oksit değerinin toplam ifadesidir. Kimyasal bileşimle birlikte kayaçların fiziksel özellikleri değişir. Örneğin; SiO₂ oranı arttıkça kayaç daha sertleşir. MgO oranı arttıkça kırılma sayısı artar. Fe₂O₃ oranı arttıkça rengi koyulaşır.

Çizelge 3.7. XRF Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) tarafından TS EN ISO/IEC 17025 Standardı'na göre akredite edilen analiz/test (MTA 2019)

Analiz/Test kodu	Analiz/Test adı		Dedeksiyon limiti		Metot/açıklama
			Alt	Üst	
35-30-AJ-30	Doğal Taşlarda XRF cihazıyla kimyasal analiz		MermerGranit Andezit-Bazalt	MermerGranit Andezit-Bazalt	TS EN 15309 Standardı'na göre yapılır. Mermer, Granit, Andezit-Bazalt numunelerine uygulanır.
		CaO	%47,49	%56	
			%0,09	%3,76	
			%4,92	%13,30	
		SiO ₂	%0,12	%3,08	
			%67,10	%76,95	
			%47,96	%58,84	
		Al ₂ O ₃	%0,01	%1,10	
			%10,64	%15,52	
			%14,98	%16,89	
		Fe ₂ O ₃	%0,01	%1,97	
			%0,86	%4,76	
			%6,12	%14,32	
		MgO	%0,11	%3,63	
			%0,10	%1,79	
			%1,61	%6,56	

Çizelge 3.8. XRD Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) tarafından TS EN ISO/IEC 17025 Standardı'na göre akredite edilen analiz/test (MTA)

Analiz/Test kodu	Analiz/Test adı	Metot/Açıklama
35-30-MP-19	Standart Kalitatif Mineral Analizi	Optik mikroskopik analiz yöntemleri ile mineralojik bileşimleri tanımlanamayacak nitelikte olan numuneler, toz haline getirilerek XRD difraktogram çekimleri yapılır ve difraktogram üzerinden ASTM Standartlarına uygun olarak ayrıntılı mineralojik tanımlamaları yapılır. İşleme tabii tutulmuş ve/veya sentetik numunelerde ek olarak 35-30-MP-19 kodlu analiz/test ile numunenin yapısına bağlı olarak kimyasal analizler yapılacaktır.

3.10.2. Mermerlerin petrografik özellikleri

Kimyasal analizleri yapılan aynı mermer örneklerinin petrografik özelliklerine bakılmıştır. Analizler, İstanbul Teknik Üniversitesi laboratuvarında bedeli karşılığında yaptırılmıştır. Minerallerin geneli kalsitten oluşmaktadır. İTÜ'de yapılan analizler, XRF, XRD ve petrografik analizler şeklinde yaptırılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Yapılan Deneyler ve Analiz Çalışmaları

Laboratuvar deneylerinde kullanılan mermerler 2 ayrı tür olarak kullanılmıştır. Alınan mermerler; Elmalı bölgesinde bulunan Lyca Bej ocağında işlev gösteren ocaklardan elde edilmiştir. Knoop sertliği deneyi için bir yüzeyi cilalanmış 10*7*10 cm ve 5*5*5 cm boyutlarında seçilen örnekler doğal taşlarda belirtilen yükümlülüğe uygun biçimde hazırlanmıştır.

Deneyler Akdeniz Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, laboratuvarlarında yapılmıştır. Laboratuvarda yapılan deneyler ise; Knoop sertlik tayini, gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk, renk tayini, toplam ve açık gözeneklilik tayini, tek eksenli basınç dayanımı, don tesirlerine dayanıklılık ve don sonrası basınç direnci, atmosfer basıncında su emme tayini, don tesirlerinden sonra tek eksenli basınç direnci, don tesirlerinden sonra renk deneyi, don tesirlerinden sonra Knoop sertlik deneyi uygulanmıştır.

4.1.1. Knoop sertlik tayini

Dinamik veya statik yükleme koşulları altında çizilmeye, kesilmeye ve sürtünmeye karşı gelişen dayanım sertlik şeklinde tanımlanmaktadır. Konvansiyonel bir büyüklük olan sertlik, uluslararası birimler sistemi olan SI'da yer almamaktadır. Bu sebepten ötürü sertlik değeri, belirli mühendislik işlerinde direk kullanılamazken; bazı mekanik özelliklerin tahmininde ya da başka malzemelerle kıyaslanılmasında kullanıldığı belirtilmektedir. Laboratuvar koşullarında doğal taşlar Knoop sertliğe uygun olarak tayini yapılmıştır (Çizelge 4.1 ve 4.2).

Knoop sertliği, National Bureau Standards (USA) tarafından, 1939 yılında geliştirilmiştir. Eşkenar piramit şekilli bir elmas uç kullanılmakta olup, Elmas ucun uzun ve kısa köşegenleri arasındaki oran 1/7 olarak belirtilmiştir. Piramit biçimindeki ucun boy açısı 172°, en açısı ise 130°'dir. Materyalin Knoop sertliğini hesaplamak için uygulanan kuvvet ve oluşan iz mikroskop sayesinde hesaplanır ve hesaplanır ardından bulunan her bir sertlik izi için aşağıda belirtilen denklem kullanılarak Knoop sertliği ve analizde alınan mermer numunelerinin yaklaşık olarak Knoop sertlikleri hesaplanmıştır.

$$HK=P/L^2 .k (1)$$

P: Uygulanan kuvvet (N)

L: İz uzunluğu (mm)

k: Düzeltme faktörü (İdeal: 0.070279)

Çizelge 4.1. Laboratuvar koşullarında doğal taşlar Knoop sertliğe uygun olarak tayini A kodlu numuneler

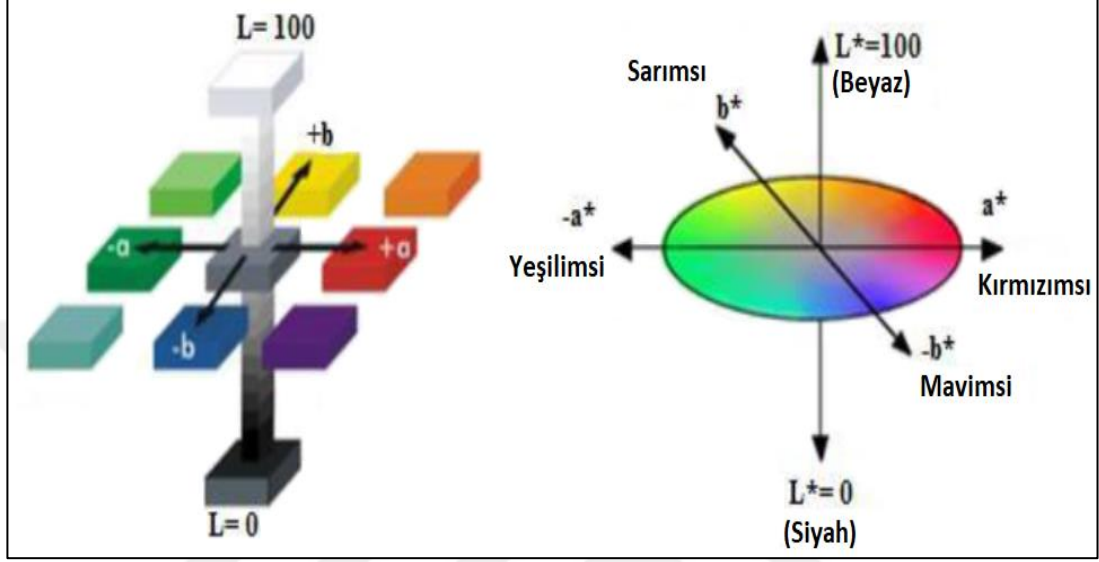
A Kodlu Numuneler		Knoop Sertlik Derecesi	Ortalama Değer
1	Test No: 1	223	215
	Test No: 2	211	
	Test No: 3	194	
2	Test No: 1	195	
	Test No: 2	233	
	Test No: 3	185	
3	Test No: 1	213	
	Test No: 2	227	
	Test No: 3	257	

Çizelge 4.2. Laboratuvar koşullarında doğal taşlar Knoop sertliğe uygun olarak tayini B kodlu numuneler

B Kodlu Numuneler		Knoop Sertlik Derecesi	Ortalama Değer
1	Test No: 1	438	424
	Test No: 2	453	
	Test No: 3	493	
2	Test No: 1	341	
	Test No: 2	427	
	Test No: 3	416	
3	Test No: 1	368	
	Test No: 2	387	
	Test No: 3	397	
4	Test No: 1	449	
	Test No: 2	477	
	Test No: 3	448	

4.1.2. Renk tayini

Mermer sektöründeki pazarında homojenlik özellikle renk ve desen yönünden çok önemli bir parametre olup piyasada daha iyi bir Pazar bulabilmelerine olanak sağlamakta bu da ekonomik açıdan değer oluşturmaktadır (Şekil 4.1) (Şentürk vd. 1995) (Çizelge 4.3, 4.4).



Şekil 4.1. Renk tayini için skala (Şentürk vd. 1995)

Çizelge 4.3. Laboratuvar koşullarında doğal taşlara uygun olarak renk tayini A kodlu numuneler

A Kodlu Numuneler		L	A	B	E
	Test No: 1	81.03	1.83	7.19	81.37
	Test No: 2	79.47	1.87	7.02	79.80
	Test No: 3	84.93	1.81	7.27	85.26
	Test No: 1	82.01	1.84	7.06	82.33
	Test No: 2	83.66	1.66	6.22	83.91
	Test No: 3	81.13	2.13	6.90	81.45
	Test No: 1	80.29	1.80	7.26	80.64
	Test No: 2	81.75	1.73	7.21	82.09
	Test No: 3	79.82	1.99	7.79	80.22
Ortalama		81.57	1.85	7.10	81.90
Standart Sapma		1.78	0.14	0.41	1.76

Çizelge 4.4. Laboratuvar koşullarında doğal taşlara uygun olarak renk tayini B kodlu numuneler

B Kodlu Numuneler		L	a	b	E
1	Test No: 1	79.96	1.85	6.46	80.24
	Test No: 2	81.86	1.93	7.71	82.24
	Test No: 3	82.92	1.61	6.22	83.17
2	Test No: 1	80.12	1.95	6.65	80.42
	Test No: 2	79.76	1.59	6.44	80.04
	Test No: 3	79.43	1.67	6.43	79.71
3	Test No: 1	83.03	1.74	6.27	83.28
	Test No: 2	83.61	1.95	7.00	83.93
	Test No: 3	83.48	1.88	7.13	83.81
Ortalama		81.57	1.80	6.70	81.87
Standart Sapma		1.75	0.15	0.49	1.75

4.1.3. Gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk, toplam ve açık gözeneklilik tayini

Doğal taşlar içerisinde belli hacimlerde boşluklar bulundurmakta olup, kireçtaşlarında birincil, ikincil ve karstik boşluk şeklinde bu boşluklarla karşılaşmamız olasıdır. Laboratuvar şartlarında doğal taşlar toplam gözeneklilik değerlerine uygun olarak deneyleri sonuçlanmıştır (Çizelge 4.5).

Porozite, bütün bir mermer hacminin, mermerin içinde bulundurduğu boşluk hacmiyle olan oranıdır. Kompasite, mermerin dolu kısmındaki hacminin mermerin bütün hacmine oranı olarak ifade edilebilir.

Çizelge 4.5. Lyca Bej Mermerlerinin toplam gözeneklilik ve kompasite değerleri

Numue Kodu	m_d (g)	m_h (g)	m_s (g)	ρ_b (g/cm ³)	Açık gözeneklilik (%)	Toplam gözeneklilik (p) (%)	Kompasite(k) (%)
A-1	270.0	170.0	273.5	2.60	3.38	4.63	95.37
A-2	295.0	185.5	298.5	2.61	3.10	4.56	95.44
A-3	247.0	155.5	250.0	2.61	3.17	4.45	95.55
A-4	318.5	201.0	322.5	2.62	3.29	4.17	95.83

Çizelge 4.6. Lyca Bej Mermerlerinin toplam gözeneklilik ve kompasite değerleri (devamı)

Numue Kodu	m _d (g)	m _h (g)	m _s (g)	ρ_b (g/cm ³)	Açık gözeneklilik (%)	Toplam gözeneklilik (p) (%)	Kompasite(k) (%)
Ortalama				2.61	3.24	4.45	95.55
Standart Sapma				0.01	0.13	0.20	0.20
B-1	316.0	198.0	320.0	2.58	3.28	4.61	95.39
B-2	277.0	175.0	280.5	2.62	3.32	3.31	96.69
B-3	280.0	176.5	283.0	2.62	2.82	3.18	96.82
B-4	283.5	178.0	287.0	2.60	3.21	4.22	95.78
Ortalama				2.61	3.16	3.83	96.17
Standart Sapma				0.02	0.23	0.70	0.70

4.1.4. Aşınma direncinin tayini

Aşınma direnci mermerlerin, laboratuvarında hesaplanan knoop değerine göre dönüşebilen fiziksel bir unsurunu temsil etmektedir. Mermer yüzeylerinin aşınma seviyesi ve oranı; laboratuvardaki mekanik analiz metotları ile tayin edilir. Bu fiziksel analiz (Çizelge 4.6) mermerlerin değerlendirme şekilleri ile kategorize edilmesi açısından ciddi bir öneme sahiptir.

Çizelge 4.7. Lyca Bej mermerlerinde yapılan aşınma direnci tayini

Numune Kodu	Aşınma uzunluğu (mm)	Ortalama uzunluk (mm)	Standart sapma
A	1	17.12	1.52
	2	18.84	
	3	15.93	
B	1	14.84	0.45
	2	14.83	
	3	15.29	

4.1.5. Tek eksenli basınç dayanımı

Bu fiziksel bir analiz olup mermerlerin taşıyabileceği veya direnebileceği en yüksek ölçüdeki basıncı ifade etmektedir. Laboratuvarında maksimum basınç uygulanarak yapılan bu analizde

(Çizelge 4.7) mermerlerin değerlendirme parametrelerine göre elverişli bir şekilde katagorize edilmesine destek olur.

Çizelge 4.8. Tek eksenli basınç direnci değerleri

NumuneKodu	L (mm)	l (mm)	Yüzey alanı (mm ²)	Kırılma yükü (kN)	Basınç dayanımı (MPa)	Ortalama (MPa)	Standart sapma
A	1	50.00	49.00	2450.00	464.20	189.47	159.88 25,71
	2	49.00	53.00	2597.00	371.20	142.93	
	3	50.00	50.00	2500.00	368.10	147.24	
B	1	45.00	48.00	2160.00	325.40	150.65	156.92 29.24
	2	49.00	50.00	2450.00	451.70	184.37	
	3	48.00	52.00	2496.00	434.70	174.16	
	4	45.00	49.00	2205.00	261.30	118.50	

4.1.6. Atmosfer basıncında su emme tayini

Yukarıda belirtilen deney, mermer numunelerinin su etkisiyle verilebilecek ve alınabilecek su miktarı olarak ifade edilmektedir. Mermer örneklerinin her birine su takviye edilerek doygun bir şekil alması sağlanıp, materyalin içerisindeki su taşana değin su takviyesi yapılır. Ölçüm işlemi de Sabit Kütleye ulaşıldığında uygulanır (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.9. Lyca Bej mermerlerinde atmosfer basıncında su emme tayini

Numune Kodu	m _d (g)	m _s (g)	Su emme miktarı (%)	Ortalama (%)	Standart sapma
A-1	288.50	293.50	1.73	1.57	0.18
A-2	267.50	272.00	1.68		
A-3	303.50	307.50	1.32		
A-4	319.50	324.50	1.56		
B-1	375.50	380.00	1.20	1.38	0.13
B-2	398.00	403.50	1.38		
B-3	272.00	276.00	1.47		
B-4	270.00	274.00	1.48		

4.1.7. Don tesirlerine dayanıklılık

Bir mermerin ağırlığının tüm boşlukları ile birlikte, tüm hacmine oranı birim hacim olarak belirtilir. Eğer mermer gözenekli ve boşluklu yapıdan oluşuyorsa birim hacim değerinin küçük olduğu şeklinde tanımlanır. Mermerlerin birim hacim kütleleri karşılaştırılarak boşluklu – gözenekli olma durumları değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir (Ekincioğlu vd 2014). (Çizelge 4.9)

Çizelge 4.10. Sahadan temin edilen numunelerin toplam gözeneklilik ve kompasite verileri

NumuneKodu	m_d (g)	m_h (g)	m_s (g)	ρ_b (g/cm ³)	Açık gözeneklilik (%)	Toplam gözeneklilik (%)	Kompasite (%)	Kütle kaybı (%)
A-1	288.50	183.00	294.50	2.58	5.38	5.41	94.59	0.00
A-2	267.50	169.50	272.00	2.60	4.39	4.60	95.40	0.00
A-3	303.50	192.50	308.00	2.62	3.90	3.94	96.06	0.00
A-4	319.50	202.50	324.00	2.62	3.70	3.87	96.13	0.00
Ortalama				2.61	4.34	4.45	95.55	0.00
Standart Sapma				0.02	0.75	0.72	0.72	0.00
B-1	375.50	236.50	379.50	2.62	2.80	3.30	96.70	0.00
B-2	398.00	251.00	403.00	2.61	3.29	3.57	96.43	0.00
B-3	272.00	171.50	276.00	2.60	3.83	4.15	95.85	0.00
B-4	270.00	170.50	274.50	2.59	4.33	4.39	95.61	0.00
Ortalama				2.61	3.56	3.85	96.15	0.00
Standart Sapma				0.01	0.66	0.50	0.50	0.00

4.1.8. Don tesirinden sonra basınç direnci

Don tesirlerine dayanıklılık ve don sonrası basınç dayanımında önem arz eden durum yine boşluk ve gözenek olup özkütle ve birim hacimce kontrol edilmektedir. Mermerin içindeki boşluksuz olarak bulunan birim hacim kütlelerine özgül kütle denilmektedir. (Ekincioğlu vd. 2014). Laboratuvarında yapılmış deneylerde sahadan alınan numuneler don tesirlerine tabii tutulmuş ve dayanabildikleri basınç dirençleri mPa cinsinden belirlenmiştir. (Çizelge 4.10)

Çizelge 4.11. Don tesirlerinden sonraki numunelerin basınç dirençlerinin değerleri

Numune Kodu	L (mm)	l (mm)	Yüzey alanı (mm ²)	Kırılma yükü (kN)	Basınç dayanımı (MPa)	Ortalama (MPa)	Standart sapma
A-1	46,87	48,61	2278,35	398,0	174,69	110,71	51,29
A-2	49,38	48,40	2389,99	142,0	59,41		
A-3	48,20	49,40	2381,08	193,0	81,06		
A-4	49,32	49,66	2449,23	312,7	127,67		
B-1	53,67	54,97	2950,24	471,0	159,65	138,18	14,93
B-2	54,00	55,42	2992,68	398,7	133,23		
B-3	44,85	50,29	2255,51	282,1	125,07		
B-4	43,16	50,66	2186,49	294,7	134,78		

4.1.9. Don tesirinden sonra renk tayini

Don tesirinden sonraki renk tayini verileri çizelge 4.11 ve 4.12’de verilmiş olup sonuçlar kısmında değerlendirilecektir.

Çizelge 4.12. Lyca Bej ocağı mermerlerinin don tesirinden sonra renk tayini A kodlu numuneler

Numune Kodu	L	A	b	E
A-1	78.75	2.55	9.84	79.40
A-2	82.41	1.65	7.76	82.79
A-3	78.35	2.54	9.16	78.92
A-4	77.34	2.53	8.92	77.89
Ortalama	79.21	2.32	8.92	79.75
Standart Sapma	2.21	0.45	0.87	2.12

Çizelge 4.13. Lyca Bej ocağı mermerlerinin don tesirinden sonra renk tayini B kodlu numuneler

Numune Kodu	L	A	b	E
B-1	83.82	1.73	7.37	84.16
B-2	81.80	1.98	8.67	82.28
B-3	81.18	2.27	8.61	81.67
B-4	82.25	2.15	8.41	82.71
Ortalama	82.26	2.03	8.27	82.70
Standart Sapma	1.13	0.23	0.61	1.06

4.1.10. Don tesirinden sonra knoop sertlik tayini

Don tesirinden sonraki knoop sertlik tayini verileri çizelge 4.13 ve 4.14'te verilmiş olup sonuçlar kısmında değerlendirilecektir.

Çizelge 4.14. Lyca Bej ocağı mermerlerinin don tesirinden sonra Knoop sertlik tayini A kodlu numuneler

Numune Kodu		Knoop Sertlik Derecesi	Ortalama Değer
A-1	Test No: 1	276	441
	Test No: 2	432	
	Test No: 3	369	
A-2	Test No: 1	466	
	Test No: 2	421	
	Test No: 3	442	
A-3	Test No: 1	514	
	Test No: 2	495	
	Test No: 3	455	
A-4	Test No: 1	488	
	Test No: 2	478	
	Test No: 3	455	

Çizelge 4.15. Lyca Bej ocağı mermerlerinin don tesirinden sonra Knoop sertlik tayini B kodlu numuneler

Numune Kodu		Knoop Sertlik Derecesi	Ortalama Değer
B-1	Test No: 1	470	372
	Test No: 2	514	
	Test No: 3	439	
B-2	Test No: 1	391	
	Test No: 2	415	
	Test No: 3	438	
B-3	Test No: 1	343	
	Test No: 2	255	
	Test No: 3	372	
B-4	Test No: 1	260	
	Test No: 2	202	
	Test No: 3	362	

4.1.11. Fiziko-mekanik özellikler ve istatistiksel analizler

Elmalı, Antalya bölgesindeki Lyca Bej mermer ocağındaki bölgede yapılan çalışmalardan numuneler alınmıştır. Akdeniz Üniversitesi İnşaat Mühendisliği laboratuvarında, TSE standartlarına uygun olarak “kütle kaybı, basınç dayanımı, toplam gözeneklilik, kompasite ve su emme miktarı,” deneyleri yapılmıştır.

Bu bölgedeki Lyca Bej mermer ocaklarından çeşitli lokasyonlarından sekiz tane mermer numunesinin fiziko-mekanik verileri çizelgede gösterilmiştir (Çizelge 4.15). Alınan numunelerin sınıflandırılmaları ise TS 1910 (1977), Kaplama şeklinde değerlendirilebilen Doğal yapı taşları, Türk Standartları, TS 2513 (1977) Kaplama şeklinde değerlendirilebilen Doğal yapı taşları, Türk Standartları, TS EN 13755 (2003) Doğal taşlar-Deney yöntemleri-Atmosfer basıncında su emme deneyine uygun şekilde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4.16. Lyca Bej ocağı mermerlerinin fiziko-mekanik verilerinin değerleri

Numune Kodu	Toplam gözeneklilik (P) (%)	Kompasite (K) (%)	Su emme miktarı SE(%)	Kütle kaybı KK(%)	Basınç dayanımı PA(MPa)
A1	4,63	95,37	1,73	0	174,69
A2	4,56	95,44	1,68	0	59,41
A3	4,45	95,55	1,32	0	81,06
A4	4,17	95,83	1,56	0	127,67
B1	4,61	95,39	1,2	0	159,65
B2	3,31	96,69	1,38	0	133,23
B3	3,18	96,82	1,47	0	125,07
B4	4,22	95,78	1,48	0	134,78

Fiziko-mekanik verilere özgü değerler, SPSS analiz programı uygulanarak araştırılmıştır. Numunelere özgü değerlere, beş değişik analiz yöntemi uygulanmıştır.

İlk analiz uygulaması “tanımlayıcı istatistik” seçilmiş olup, tek tek her numunenin “sayısal değer aralığı, aritmetik ortalaması, kümülatif verileri, minimum ve maksimum verileri, varyansı ile standart sapmaları” bulunmuştur (Çizelge 4.16).

- P (toplam gözeneklilik)
- K (kompasite)
- SE (su emme tayini)
- KK (kütle kaybı)
- PA (basınç dayanımı)

Çizelge 4.17. Tanımlayıcı İstatistik

	ARALIK	Minimum	Maximum	Toplam	Ortalama		Standart Sapma	Varyans
	İSTATİSTİKLERİ	İstatistik	İstatistik	İstatistik	İstatistik	Standart hata	Statistic	Statistic
P	1,45	3,18	4,63	33,13	4,1413	,20491	,57957	,336
K	1,45	95,37	96,82	766,87	95,8588	,20491	,57957	,336
SE	,53	1,20	1,73	11,82	1,4775	,06310	,17847	,032
KK	,00	,00	,00	,00	,0000	,00000	,00000	,000
PA	115,28	59,41	174,69	995,56	124,4450	13,41011	37,92952	1438,649

İkinci analiz ise SPSS sistemi ile yapılmakta olup korelasyon katsayısının değişkenler üstündeki ilişkisini ayırt etmek için uygulanmıştır (Büyüköztürk 2003). “Korelasyon” analizini içeren bu kapsamda Çizelge 4.17’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.18. “Korelasyon” Tablosu

	P	K	Se	Kk	Pa
P	1				
K	-1,000**	1			
Se	,166	-,166	1		
Kk	-,158 ^b	-150	0,7	1	
Pa	-,043	,043	-,084	0,9	1

** korelasyon katsayısı yüksek

Korelasyon katsayısı analizi ise üçüncü analizi kapsamaktadır. Bu analiz “Modal Summary” çizelgesinde hesaplanan R^2 sayısının bulunması kapsamında uygulanan istatistiksel analiz olup, değerlerin ne ölçüde doğruyu ifade ettiğini sunmaktadır (Çizelge 4.18). Analiz sonucu değerlendirirken mevcut skalada bu ölçünün 1,00 şeklinde elde edilmesi, analiz değerlerinin pozitif olduğunu diğer yandan -1,00 şeklinde sonuç alınması ise yapılan analiz değerleri içerisinde negatif bağıntı olması şeklinde ifade edilmektedir. Sonucun 0 çıktığı analiz verilerinde ise veriler içerisinde benzer bir bağıntı bulunmadığı belirtilmektedir (Tutuş M. ve Kılıç M. A. 2008).

Korelasyon katsayısı, 0,70-0,30 değerler arasında bir yerde ise analiz verileri arasında orta derecede ilişki kurduğu anlaşılrken, bu değer 0,30-0,00 arasında bir değer almışsa az seviyede bağıntı bulunduğunu belirtmektedir (Tutuş M. ve Kılıç M. A. 2008).

Çizelge 4.19. Lyca Bej mermerlerine ait yapılan deneylerin “Modal Summary” değerleri

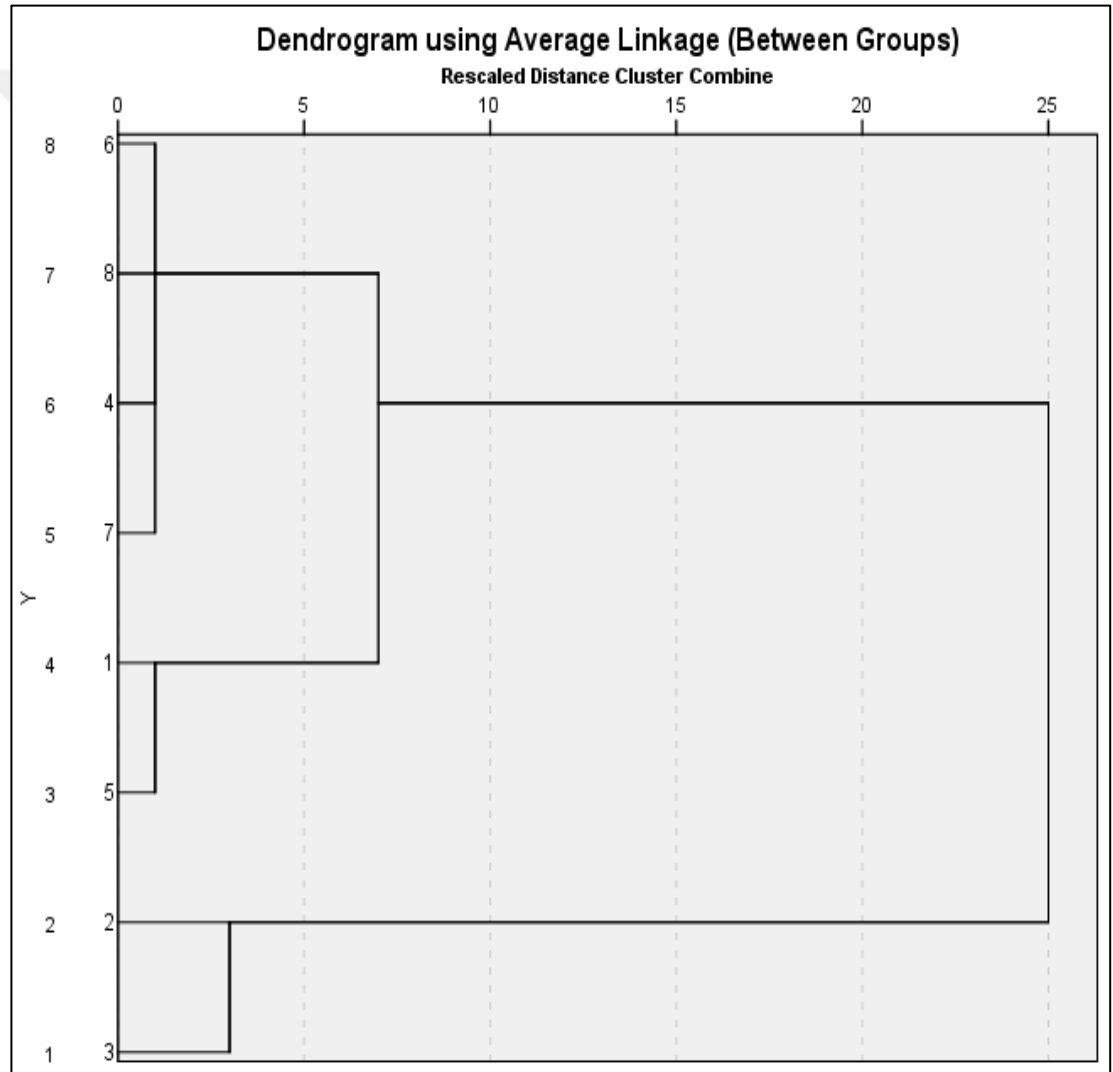
Model	R	R Kare	Düzeltilmiş R Kare	Std. Hata Tahmini
1	1,000 ^a	1,000	1,000	,00000

“Anova” analizi dördüncü analiz olup, bir regresyon analizidir (Çizelge 4.19). Bu veriler, aaralarında bağıntı saptanmış analiz değerlerinden bir tanesinin bağımlı diğerinin verininse bağımsız bulunduğu şeklinde ifade edilmektedir (Tutuş M. ve Kılıç M. A. 2008).

Çizelge 4.20. Lyca Bej mermerlerine ait yapılan deneylerin “Anova” değerleri

Model		Kareler Toplamı	Df	Ortalama Kare	F	Önem Derecesi
1	Regression	2,351	3	,784		0
	Residual	,000	4	,000		
	Total	2,351	7			

SPSS sistemiyle uygulanan üçüncü analiz “Sınıflandırma” analizidir (Çizelge 4.19). Kümelendirme metodu uygulanan istatistiksel analizde sekiz farklı lokasyondan alınan numunenin aralarındaki ilişki göz önünde bulundurularak aynı tip özelliklerini saptayıp kümeleme işlemi uygulanmıştır.

**Şekil 4.2.** Lyca Bej mermerlerine ait yapılan deneylerin “Sınıflandırma” diyagramı

4.2. Kimyasal Analizler

4.2.1. X- ışınları floresans spektrofotometresi (XRF)

Elmalı, Antalya bölgesindeki Lyca Bej mermer ocağında yapılan çalışmalardan belirli lokasyonlardan alınan A ve B kodlamalarına sahip numunelerin XRF kimyasal analizleri yapılmak üzere İstanbul Teknik Üniversitesi laboratuvarlarına gönderilmiştir. TS EN 15309 standartlarına uygun olarak minerallerin içerisinde bulunan bileşimler saptanmıştır. Bu analiz verileri çizelge 4.20 ve 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.21. A kodlu numunelerin XRF analiz sonuçları

A1		A2		A3		A4	
Formül	Konsantrasyon	Formül	Konsantrasyon	Formül	Konsantrasyon	Formül	Konsantrasyon
MgO	%0.76	MgO	%0.89	MgO	%0.70	MgO	%0.072
Al ₂ O ₃	%0.07	Al ₂ O ₃	%0.04	Al ₂ O ₃	%0.08	Al ₂ O ₃	%0.06
SiO ₂	%0.18	SiO ₂	%0.13	SiO ₂	%0.20	SiO ₂	%0.17
P ₂ O ₅	%0.06	P ₂ O ₅	%0.07	P ₂ O ₅	%0.08	P ₂ O ₅	%0.07
K ₂ O	%0.01	CaO	%54.37	K ₂ O	%0.01	CaO	%54.55
CaO	%54.48	MnO	%0.01	CaO	%54.46	Fe ₂ O ₃	%0.03
Fe ₂ O ₃	%0.03	Fe ₂ O ₃	%0.02	Fe ₂ O ₃	%0.04	SO ₃	%0.05
SO ₃	%0.07	SO ₃	%0.08	SO ₃	%0.07	SrO	%0.05
Cl	%0.02	Cl	%0.01	Cl	%0.06		
SrO	%0.06	SrO	%0.06				
LOI	%44.26	LOI	%44.31	LOI	%44.30	LOI	%44.28
TOPLAM	%99.99	TOPLAM	%99.99	TOPLAM	%100.00	TOPLAM	%99.99

Çizelge 4.22. B kodlu numuneler XRF analiz sonuçları

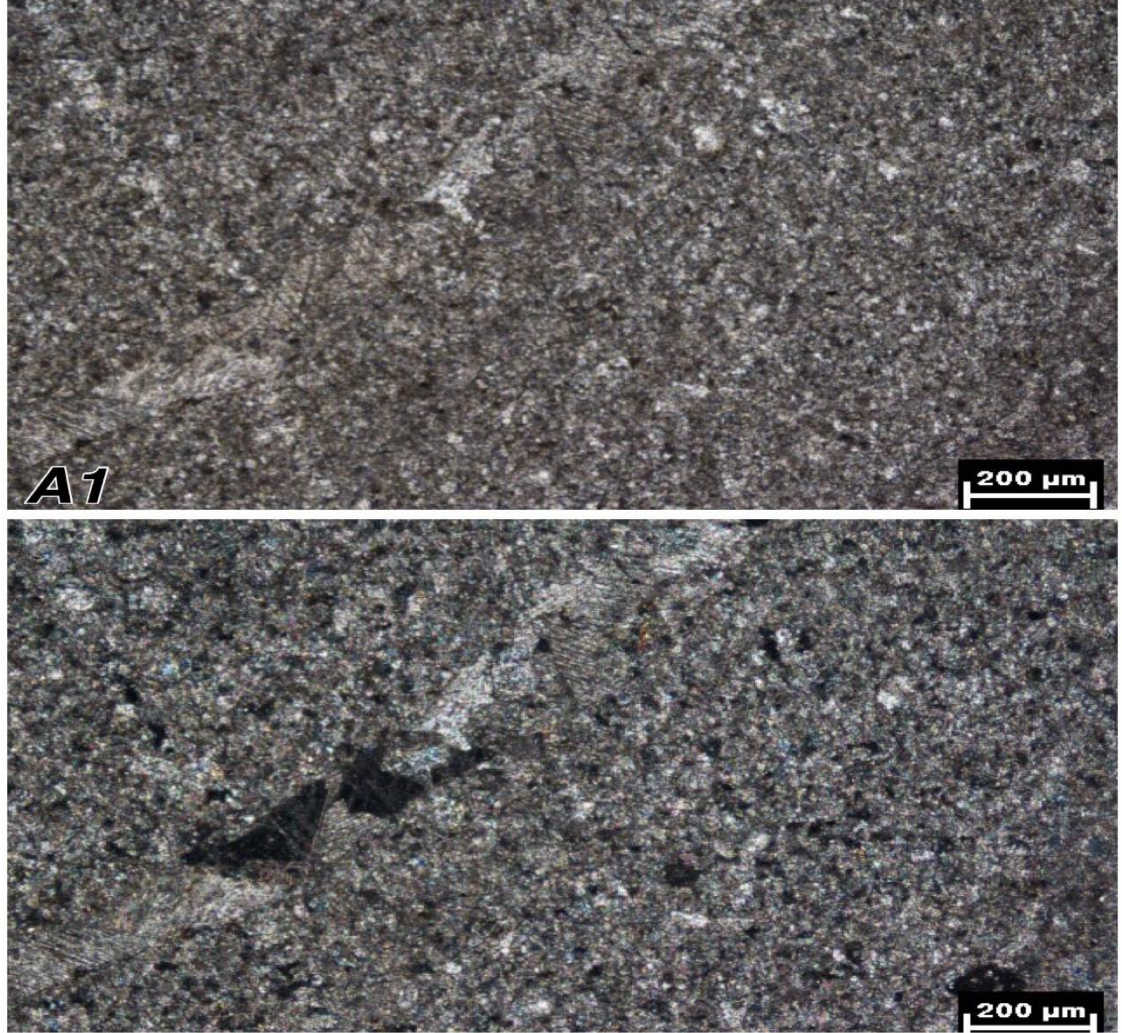
B1		B2		B3	
Formül	Konsantrasyon	Formül	Konsantrasyon	Formül	Konsantrasyon
MgO	%0.58			MgO	%0.64
Al ₂ O ₃	%0.03			Al ₂ O ₃	%0.10
SiO ₂	%0.06			SiO ₂	%0.27
P ₂ O ₅	%0.06			P ₂ O ₅	%0.07
CaO	%54.88			K ₂ O	%0.01
Fe ₂ O ₃	%0.01			CaO	%53.66
SO ₃	%0.05			MnO	%0.01
Cl	%0.01			Fe ₂ O ₃	%0.63
SrO	%0.05			SO ₃	%0.06
				Cr ₂ O ₃	%3.31
				SrO	%0.06
LOI	%44.26	LOI	YOK	LOI	%44.18
TOPLAM	%100.00	TOPLAM		TOPLAM	%100.00

4.2.2. X-ışınları difraktometresi (XRD)

Ayrıca, XRD çalışmaları yapılmıştır. X-ışını floresans (XRD) yöntemi; katı, toz ve sıvı numunelerin içerdiği elementlerin nitel ve nicel analizleri için kullanılmaktadır. XRD laboratuvarları “TS EN 15309” standardına göre; doğal taşlarda SiO₂, Fe₂O₃, CaO, MgO, Al₂O₃ ve Krom cevherinde Fe₂O₃, Cr₂O₃ parametrelerinde akreditedir. XRD değerleri bölüm sonunda “Ekler” kısmında verilmiş olup analiz sonuçları, “Sonuçlar” bölümünde yorumlanmıştır.

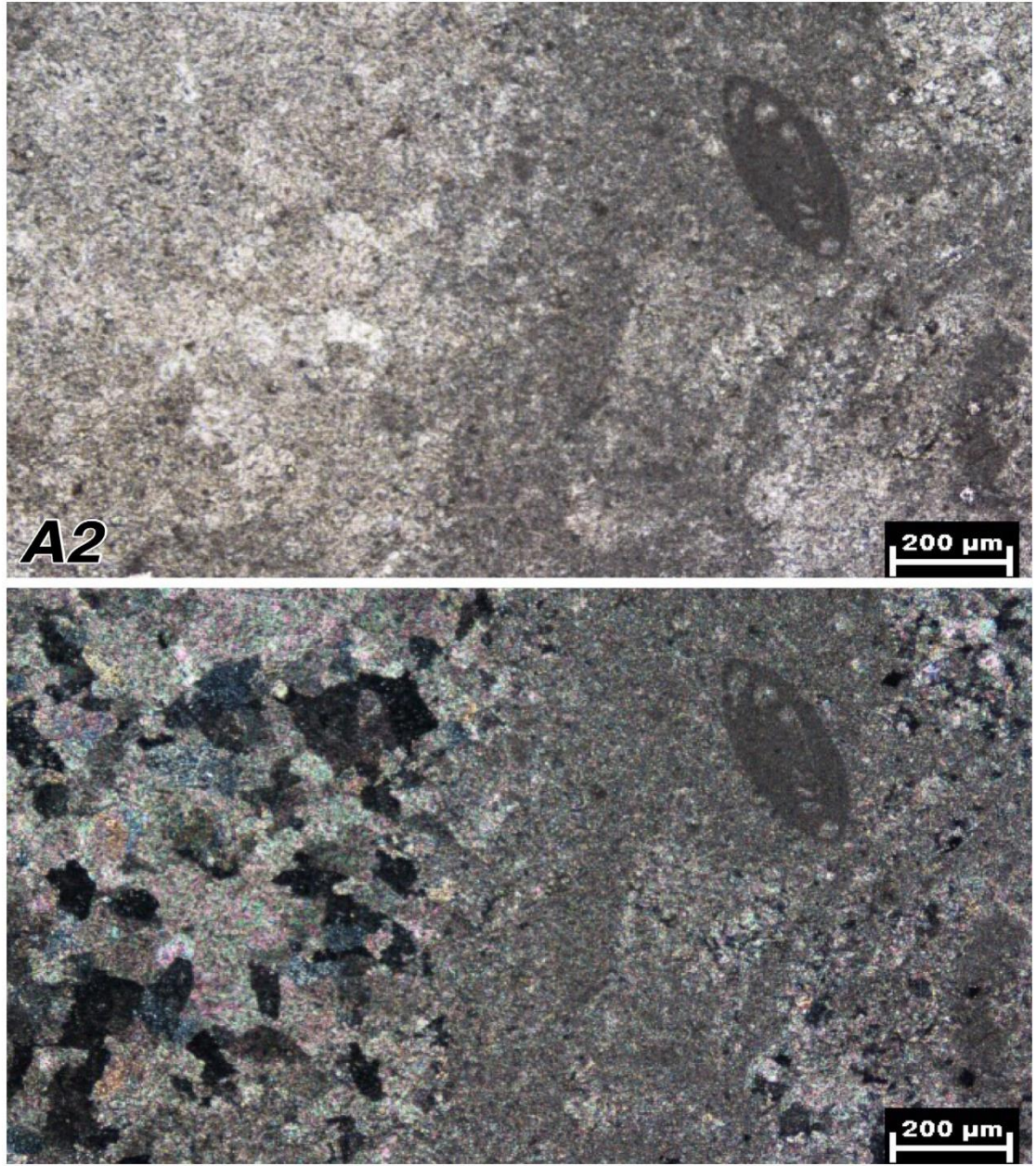
4.3. Mineralojik Özellikler

4.3.1. Petrografik Özellikler



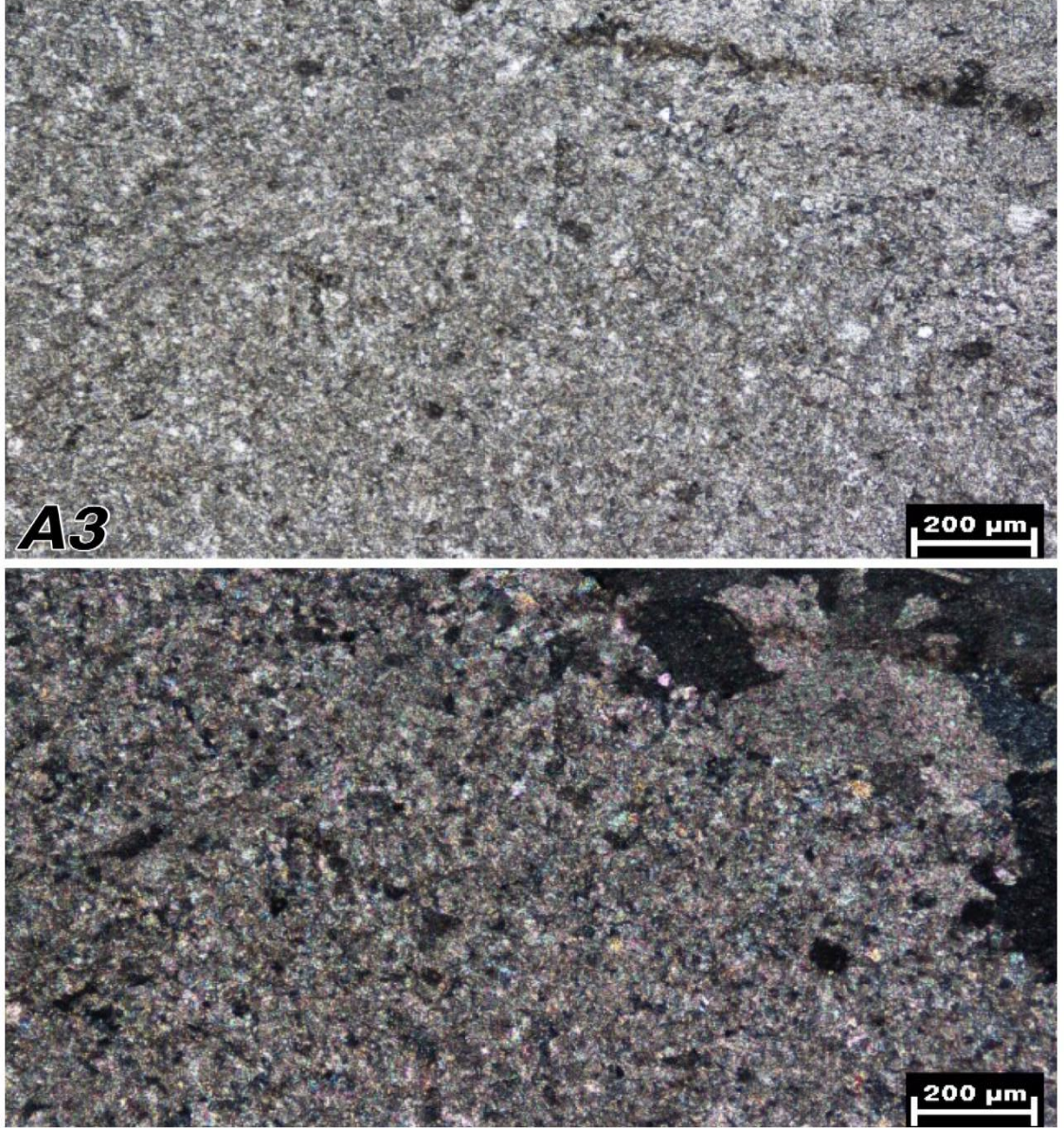
Şekil 4.3. A1 numunesine ait petrografik veri sonuçları

Şekil 4.3’de petrografik veri sonuçları incelendiğinde baskın mikritik kireçtaşları, az çatlaklı yapı ve porozite, sparatik cepler ve damar yapıları, az fosilli, killi, opak içeriği, çok az çatlaklar boyunca demir-oksit mevcuttur. Tek nikol ve çift nikolde incelendiğinde ise genel görünüm mikritik yapı içinde sparitik damarlar şeklinde gözlenmiştir.



Şekil 4.4. A2 numunesine ait petrografik veri sonuçları

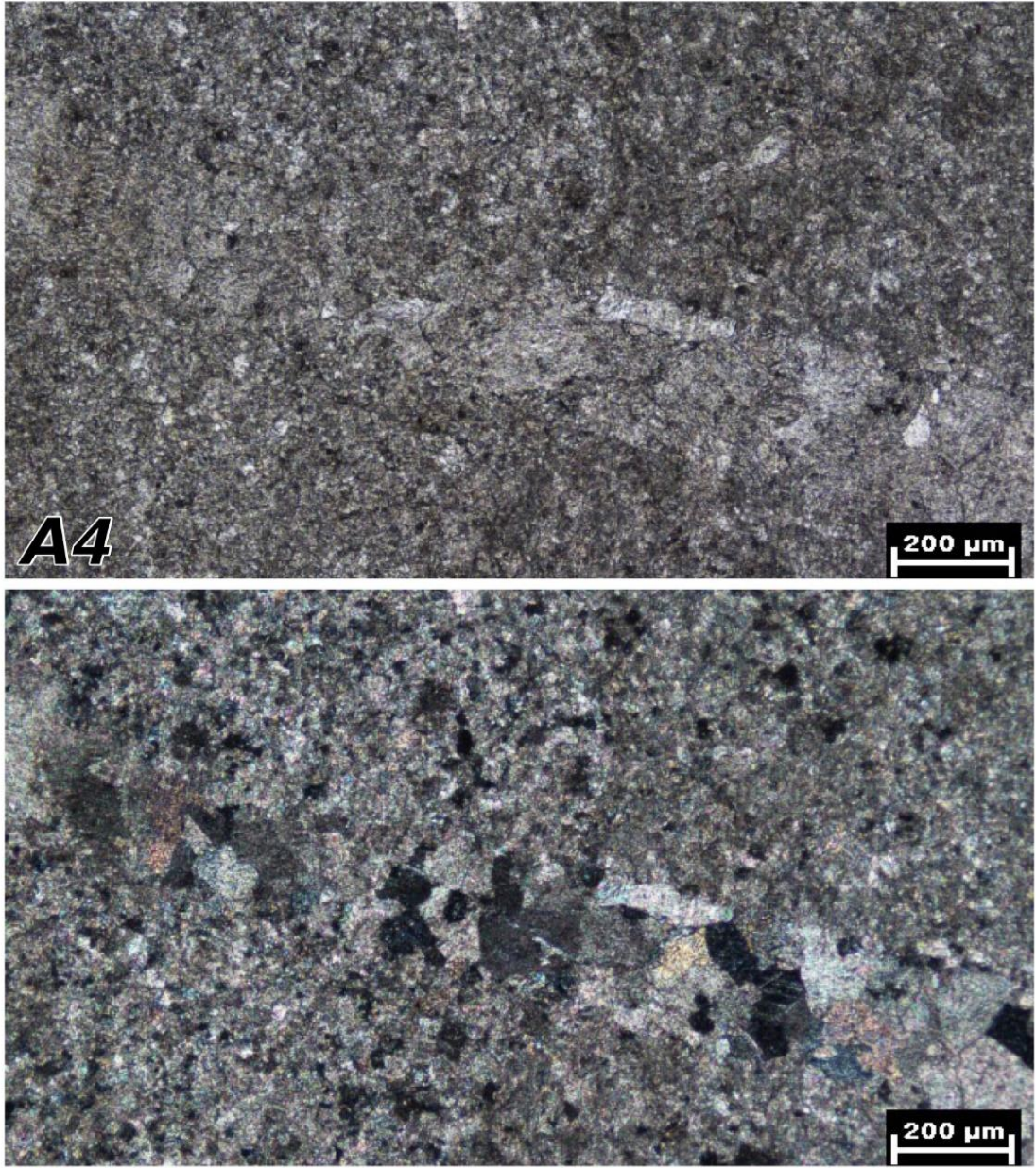
Şekil 4.4'te az çatlaklı, 50/50 mikritik/sparitik killi ve fosilli, opaksız, kireçtaşı. Tek nikol ve çift nikoldeki görünümü sparitik ve mikritik kalsitler ve fosil gözlenir



Şekil 4.5. A3 numunesine ait petrografik veri sonuçları

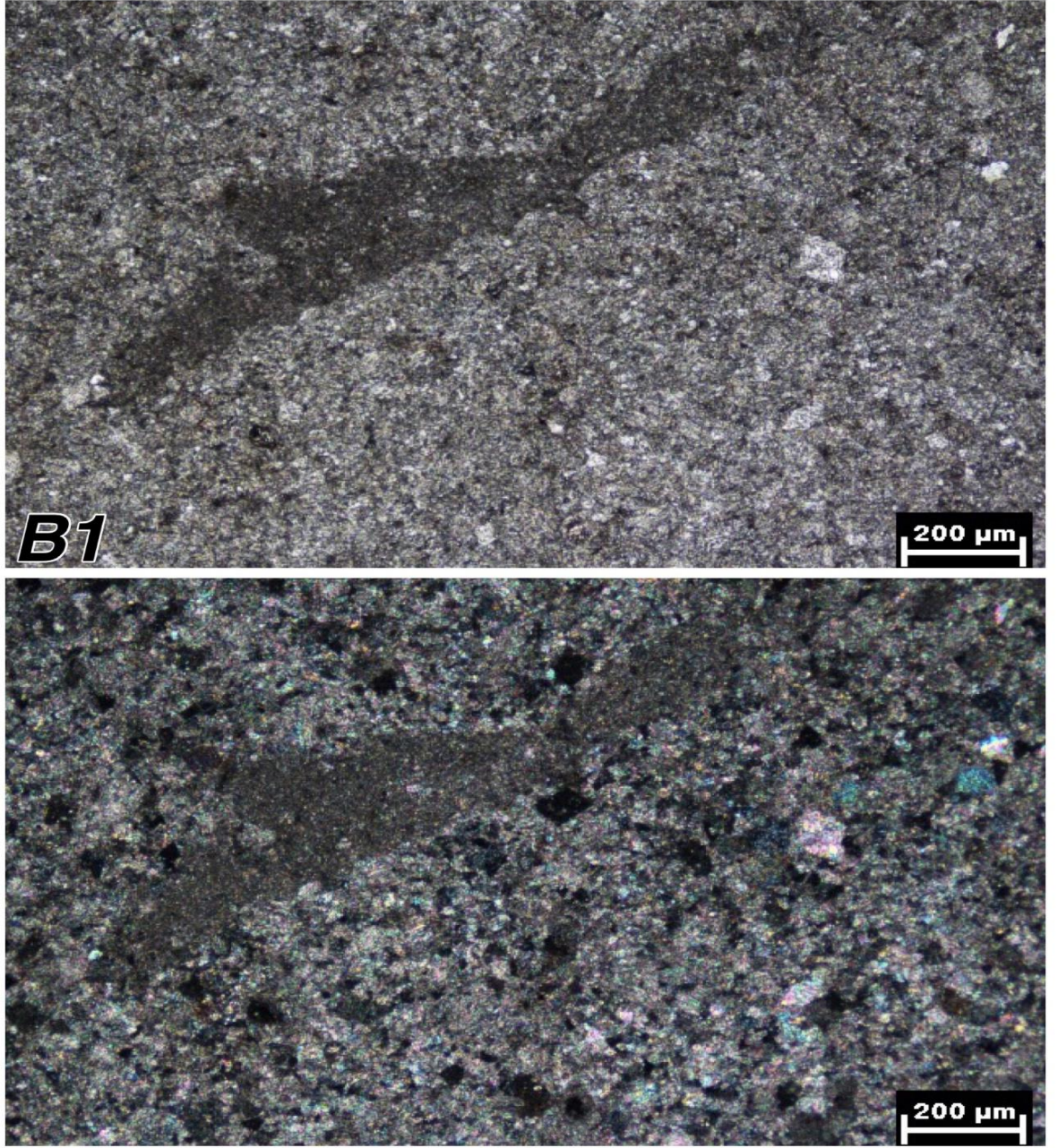
Şekil 4.5'te mikritik kireçtaşı, sparitik kalsitlerin cep ve damar şeklinde bulunduğu, az çatlaklı, çok az fosilli, gözenek miktarı az, az killi opaksız kireçtaşı şeklindedir.

Tek nikol ve çift nikolde incelendiğinde, genel görünüm mikritik yapı ile sparitik damar gözlenir.



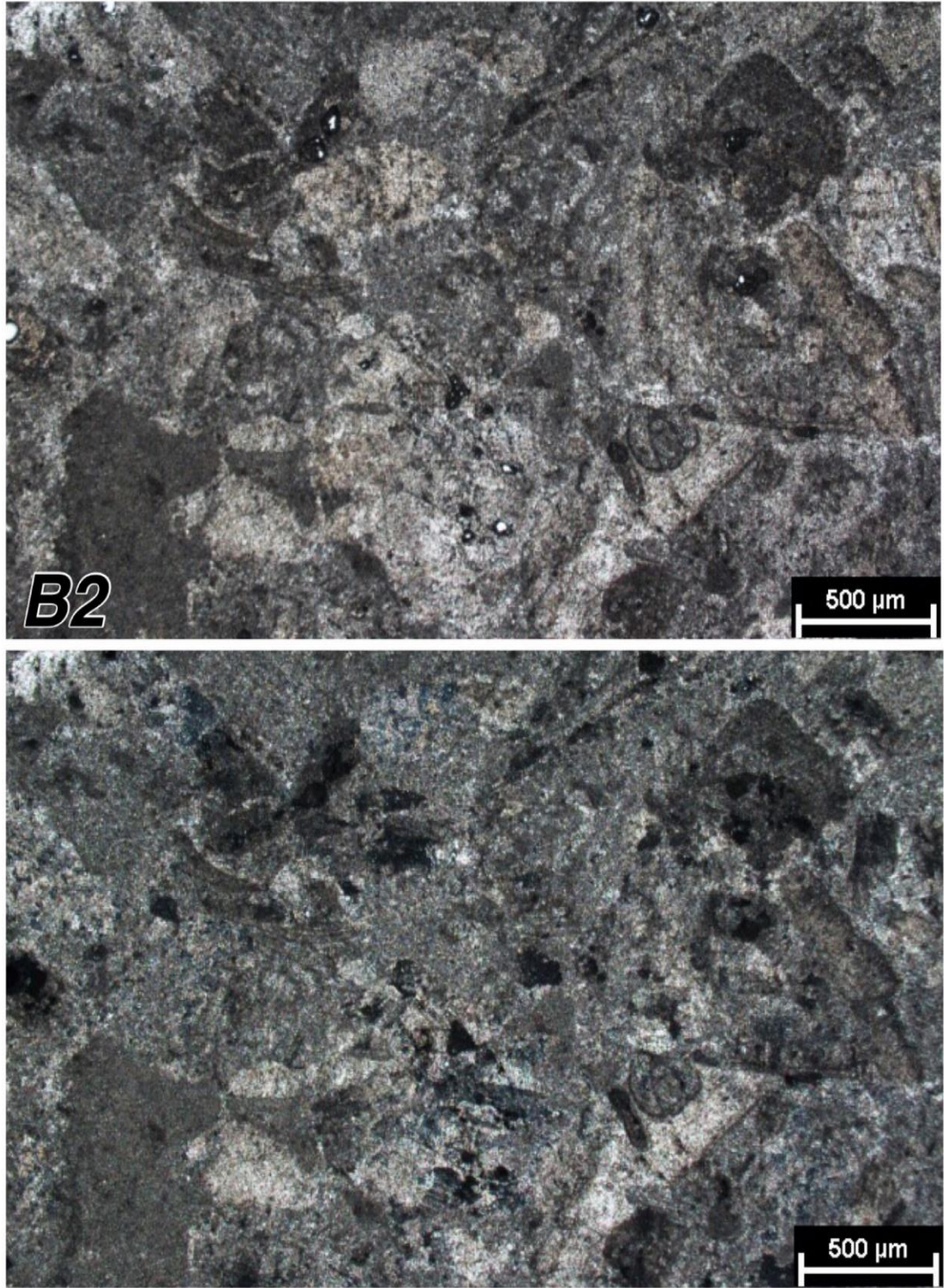
Şekil 4.6. A4 numunesine ait petrografik veri sonuçları

Şekil 4.6’da sparitik kalsit damarları seyrek, fosil ve opak minerali gözlendi nispeten az killi çatlaksız çok az gözenekli sparitik damar gözlenir. Tek nikol çift nikol genel görünümü, mikritik yapı ve içinde sparitik kalsit damarı bulunur.



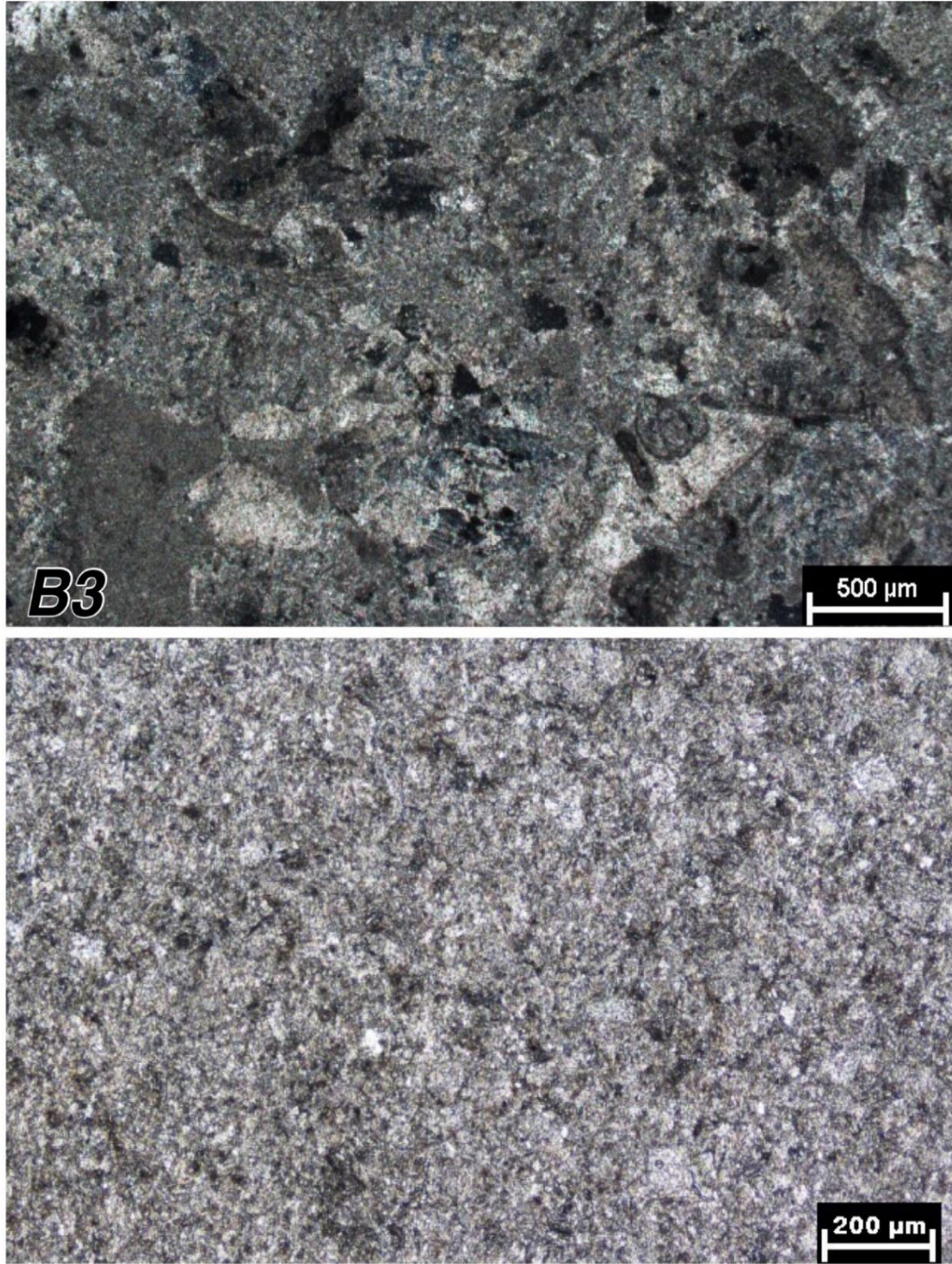
Şekil 4.7. B1 numunesine ait petrografik veri sonuçları

Şekil 4.7’de mikritik kireçtaşları, çok az çatlak ve gözenekli kil cepleri ve bantları mevcuttur. Fosil ve opak gözlenmemiştir. Damar ve cep oluşturan sparitik kalsitler gözlenmemiştir. Tek nikol ve çift nikolde, görünüm zengin cep dolgulu ve mikritik yapı gözlenir.



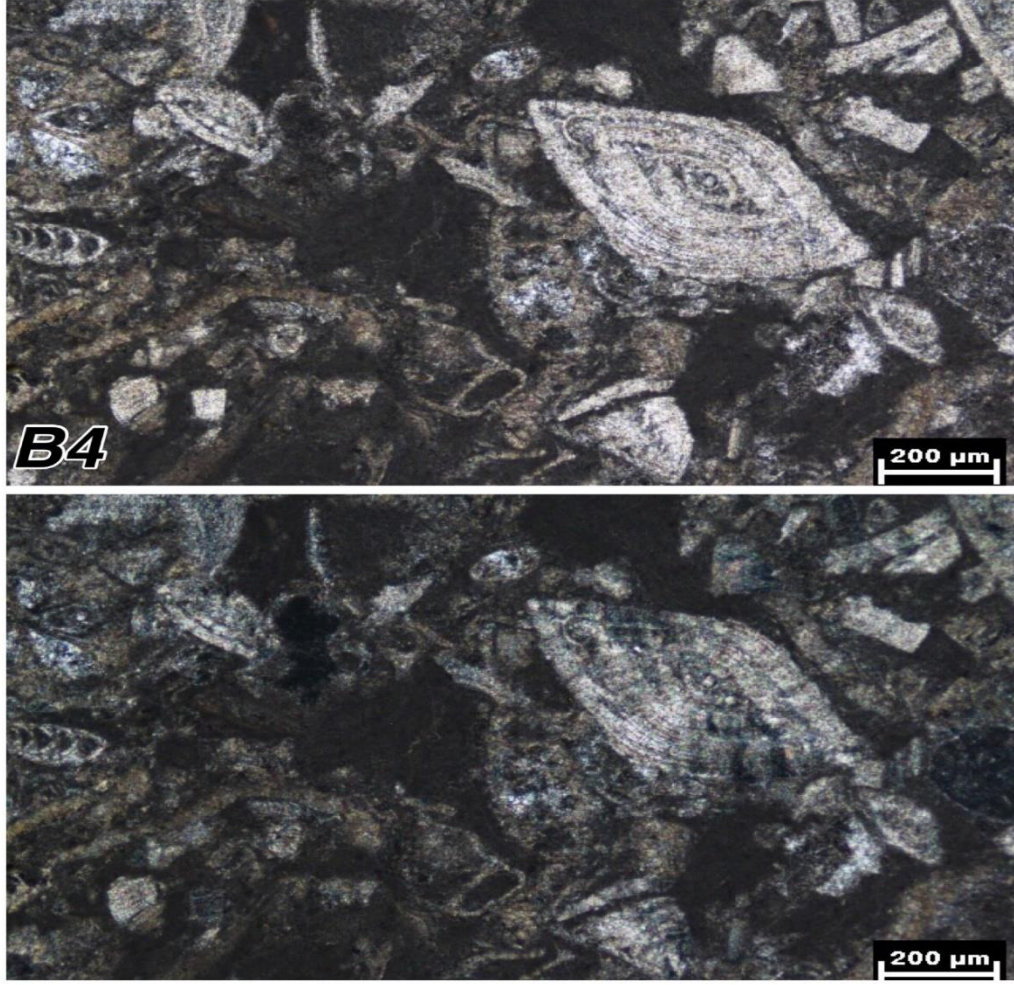
Şekil 4.8. B2 numunesine ait petrografik veri sonuçları

Şekil 4.8’de mikritik, bol fosilli, killi, çatlaksız, gözeneksiz kireçtaşı, sparitik kalsit dolgulu fosil yapıları yaygındır. Opak ise çok az mevcuttur.



Şekil 4.9. B3 numunesine ait petrografik veri sonuçları

Şekil 4.9’da nispeten iri kristalli, mikritik kireçtaşı, fosil ve opak gözlenmemiştir. Çatlak ve gözeneksiz masif yapı ve kil çok az gözlenir. Tek nikol çift nikolde mikritik kalsitler ile sparitik kalsitlerin oluşturduğu yapı gözlenir.



Şekil 4.10. B4 numunesine ait petrografik veri sonuçları

Şekil 4.10’da mikritik fosilli kireçtaşları gözlenir. Fosillerin bir kısmı sparitik kalsit dolguludur. Opaksız, çatlaksız, gözenekler çok az killi fosilli kireçtaşı gözlenir. Tek nikol çift nikolde mikritik (kilce zengin) matriks içinde fosiller gözlenmiştir.

5. TARTIŞMA

Türkiye'nin güneyinde konum olarak Antalya ili bulunmakta olup inceleme sahasını kapsayan alanda Likya napları ile Beydağları otoktonuna ait kaya birimleri yer almaktadır. Bu nedenle söz konusu birimler stratigrafik, litolojik ve yapısal özellikleri bakımından farklılık göstermektedir.

Elmalı Formasyonun içerisinde herhangi bir uyumsuzluğa günümüze kadar rastlanılmamış olup, Batı Toroslarda ve Orta Toroslar'da ise Üst Lütesiyen'den Alt Miyosen'in sonuns doğru kesintisiz olarak devam etmekte olan bir istif bilinmemektedir. Elmalı Formasyonu'nun tabanda türbidit akıntıların faaliyet gösterdiği shelf yamaç havza sahasında çökeldiği belirtilmektedir.

Elmalı bölgesindeki araştırma yapılan alanda, yüzeylenen kaya birimleri incelendiğinde, tektonostratigrafik olarak biri allokton konumlu diğeri ise otokton konumdan oluşan iki farklı topluluk bulunduğu, bu iki topluluğun ise Kuvaterner yaşlı birimler tarafından örtüldüğü belirtilmiştir. Allokton birliklerin Likya naplarına ait kaya birimlerinden oluştuğu, Otokton birliklerin ise Beydağları otoktonuna ait kaya birimlerinden meydana geldiği vurgulanmıştır. Bu bölgeye kuzeyden gelip yerleştiği belirtilen napın Likya napları olduğu da bilinmektedir.

Çalışma alanı doğuda Beydağları otoktonuna ait olan Kasaba formasyonu ile Yeşilbarak napına özgü olan Yavuz formasyonu alt kısmında tektonik şekilde bulunmakata olup, incelenen bölgenin güneydoğusu ile Çukurelma içerisinde bulunan kıltaşı, kumtaşı ile silttaşı ardalanmalı meydana geldiği belirtilen birim Elmalı formasyonu şeklinde adlandırılmıştır.

İncelenen formasyonun, Beydağları formasyonu ile olan sınırının uyumsuz olduğu aynı zamanda birimin üstüne ise Yavuz formasyonunun tektonik olarak geldiği ifade edilmekte olup yaşı ise Elmalı bölgesinde yapılan çalışmalar göz önünde bulundurularak Üst Burdagaliyen-Alt Langiyen olarak ifade edilmiştir.

Bu çalışma kapsamında mermer ocaklarının kesme potansiyelinin güçlendirilmesi ve sürdürülebilir stok sağlayabilirliği ülke ve dünya genelinde büyük önem arz etmektedir. Mermer şeklinde çok farklı sanayi sektöründe bulunan bir doğal taş türünün düzgün biçimde muhafaza edilmesi ve üretime hizmet etmesi ülke ekonomisine faydalı olur. Bu bağlamda yürütülen çalışmalarda mermer ocaklarının levha ya da blok üretimini gerçekleştirmeden önce bilinmesi gerekli olarak nitelendirilen fiziko-mekanik analizler bulunmaktadır.

Lyca Bej Mermer Ocaklarında yapılan fiziko-mekanik analizler ise; Knoop sertlik deneyi, gerçek yoğunluk, renk deneyi, toplam ve açık gözeneklilik deneyi, görünür yoğunluk, aşınma direncini belirleme, kopma enerjisi belirleme, tek eksenli basınç direnci, yoğun yük altında eğilme direnci, atmosfer basıncında su emme deneyi, don tesirlerine dayanıklılık, don tesirinden sonra tek eksenli basınç direnci, don tesirinden sonra renk deneyi, don sonrası basınç direnci, don tesirinden sonra knoop sertlik deneyi olup, uygulanan araştırmalar sonucunda aşınma direncinin tel kesme ve blok alma uygulamalarında diğer fiziko-mekanik niteliklere etkisinin hesabı ve regresyon modellemesi çıkarılmıştır.

Çoklu regresyon analizleri, bilimsel sistemlere dayanan birçok araştırmanın belirli özelliklerini saptayabilmek gereklidir. Bu analizlerden en sık kullanılan regresyon analizi ise Anova'dır. Bağımsız değişkenler ve bağımlı değişkenler arasındaki göstergeler ile istatistiğin hata payı bilgisini verir. Coefficients çizelgesi belirlenmiş diskriminant fonksiyon katsayıları ile ilişkili olup, çoklu regresyon özelliği sergileyen birçok değişkene ait yorumlarda bağımlı ve bağımsız değişkenin önemini belirler. Spss verilerinde bağımlı değişken şeklinde belirlenen Abrasion value değeri, diğer ilişkili olan korelasyonları ortaya koyar.

Türkiye'de mermer ocaklarının son terk ediliş şekillerine bakıldığında yasalarda rehabilitasyon mecburi bırakılmış olmasına karşın, ocak sahalarının genellikle rehabilitasyon yapmadan ocağı olduğu gibi bıraktığı gözlenmektedir. Bunun başlıca sebebi yeterli seviyede aktif bir denetim ve yaptırım sisteminin malesef bulunmamasıdır. Mermer işletmeleri eğer orman sahası sınırlarını kapsıyorsa, mermer ocağı açılmadan öncesinde çevre etki ve değerlendirme raporlarında belirttikleri rehabilitasyon projesindeki gibi sahadan ayrılırken ağaçlandırma ve bitkilendirme yapmak mecburiyetindedirler. İşletilen mermer ocağının o bölgeden sorumlu orman bölge müdürlüğüyle anlaşarak ve masrafları karşılamak suretiyle rehabilitasyon işlemleri yapılabilir.

6. SONUÇLAR

Antalya ili Elmalı ilçesinde bulunan Lyca Bej Mermer Ocaklarından, 8 farklı lokasyonda numuneler alınmış olup A ve B kodlu numuneler olarak ayrılmış ve farklı laboratuvar testleri yapılmıştır. Alınan analiz verilerine uygun standartlar göz önünde bulundurularak yorumlamalar yapılmıştır. Araziden aldığımız A kodu olarak adlandırdığımız örneklerin görünür porozitesi ortalama %4,63 olarak tespit edilmiş olup, kompasite değeri, ise %95,37 şeklinde tespit edilmiştir. B kodunun verildiği dört numunenin ise görünür porozitesi ortalaması %3,83 bulunmuş olup kompasite değeri ise %96,17 olarak bulunmuştur.

Lyca Bej mermerleri, T.S. 1910'da belirtilen toplam gözeneklilik ve kompasite değerlerine uygun olarak bu değerlerin toplamının 1'e denk olması zorunludur ve bu değer Lyca Bej mermerlerden alınan örneklerle uyumludur. Bu standarda göre traverten dışındaki kaplama taşı şeklinde değerlendirilecek doğal taşlarda görünür gözeneklilik değeri %12'nin üstünde bulunamaz.

Lyca bej mermerlerinden elde ettiğimiz teknolojik verilere göre bu mermerlerin kullanım alanı olarak inşaat yapı malzemesi ve dekorasyon ürünleri şeklinde kullanılması daha uygun olabilir.

Antalya, Elmalı bölgesinde yer alan Lyca Bej mermer ocağından alınan numunelerle yapılan diğer analiz verilerine göre, A kodlaması bulunan numunelerin su emme değeri hemen hemen %1,57 şeklinde bulunurken, B kodlaması yapılan numunelerin yaklaşık su emme değeri %1,38 şeklinde sonuç alınmıştır. T.S. Standartı 1910'daki standartlara uygun atmosfer basıncı altında ağırlıkça su emme yüzdesi, kaplama taşı ve yapı olarak kullanılacak olan doğal taşlarda %7,5'den az çıkmalıdır (TS 1910). T.S. 1910 değerleri ile Lyca Bej mermerleri su emme değerleri uygun olarak bulunmuştur.

Lyca Bej mermerlerine ait örnekler araziden getirildikten sonra, hem A kodlu hem de B kodlu numuneye özgü örneklerle uygulanan don sonrası kütle azalımı deneyinde don sonrası kütle kaybı gözlenmemiş ve %0 şeklinde sonuçlanmıştır. TS 1910 standardında belirtilen değerlere göre kaplama malzemesi şeklinde değerlendirilecek doğal taşlarda don sonu kütle azalışı %1 oranından az olmalıdır (TS 1910). Bu verilerin kapsamında, Lyca Bej Ocağı'nda bulunan mermerlerin don sonrası kütle kaybı analiz sonuçları T.S. 1910 standartlarında belirtildiği gibi bulunmuştur.

Lyca Bej Ocağından alınan numunelerde yapılmış olan tek eksenli basınç direnci analizlerinde A koduna sahip numunelerin yaklaşık basınç direnç oranı %159,88'yi gösterirken don sonrası basınç dayanımı ise %110,71 olduğu tespit edilmiştir. B kodlu numunelerin yaklaşık basınç dayanımı %156,92 olurken don sonrası basınç dayanımı ise %138,18'i göstermiştir. Analiz sonuçlarına göre elde edilen basınç değerleri TS 2513'e göre TS 2513 standartı sınır değerlerine uygun bulunduğundan, Lyca Bej Ocağı'ndaki mermer basınç dayanımı değerleriyle TS 2513 standartlarına uygundur.

Mermer ocaklarında yapılan bazı işlemlerde faaliyet alanı tahribata uğrayabilir. Bu işlemler genellikle mermerin kesilmesi sırasında, blok alma makinalarının verdiği tahribat ve elmas tel kesme olarak sıralanabilir. Mermer ocak işletmeciliği öncesinde

bölgede yapılacak ön fizibilite çalışmalarıyla, bölgede meydana gelebilecek hasarları önceden tahmin etmemize ve ne şekilde ve nasıl önlemler almamız gerektiği hakkında bilgi vermekte olup, bölgenin sürdürülebilir bir şekilde kullanımını devam ettirmek ve ekolojik dengeyi korumak adına önemli olmaktadır. Bölgeye verilen zarar ve tahribat, taş ocakları ile mermerler arasında yapılan doğal taş çıkarımları sonucunda geri dönüşümü olmamaktadır. Bu sebeple mermer işletmeleri ile doğal taşların çıkarılmasının öncesinde alana verebilecekleri hasarlar evvelce tahmin edilmeli ve sahaya verebileceği göz önünde bulunan zararların analiz edilip farklı rehabilitasyon önerileri için öncesinde bir araştırma yapılmalıdır. Bölgenin durumu ve mermerin niteliğine ilişkin rehabilitasyon uygulamaları çeşitli yollardan ortak bir payda yaratan tahribat sahası devamlılığı sağlanabilecek şekilde restorasyon araştırmaları yapmak suretiyle yürütülmesi önemli olabilir. Rehabilitasyon faaliyetlerinin neticelenmesini istiyorsak çeşitli yetkinlikte kişilerle ve görüşleriyle risk yönetimleri, etkin kalite ve ayrıca kontrol temin edici olacaktır. Bölgenin yapısı ve Lyca Bej'in bulunduğu formasyon göz önüne alındığında ocak işletmesi sonrasında yapılabilecek rehabilitasyonlar; Hidrotohumlama ile doğaya tekrardan kazandırmak için yapılan patlatma, manuel yolla açılmış çukurlara bitki ekilmesi ve dikilmesi, şevlerde çuvalarla sarkıtılma yöntemiyle bitkilendirme ve kanallar oluşturarak basamak düzlüklerinin yenilenmesi olarak uygulanması ocak işletmesi için uygundur.

Lyca Bej mermer işletmesinde yapılan mermerlerin niteliğini belirleme araştırmalarında çeşitli koordinatlardan alınan örneklerin uygun standartlar kullanılması ile analiz yapılmış olup, numunelerde TS koşullarına uygun mermer kalitesine rastlanılmıştır. Lyca Bej ocağında 3 ayrı çeşit mermere rastlanmış olup renklerine göre adlandırılması yapılmıştır. Bunlar Lyca Bej koyu, Lyca Bej açık ve Lyca Bej royal olarak bilinmektedir. Faaliyet alanındaki çalışmalara bakıldığında ise bölgede devamlı olarak mermer çıkarımı söz konusudur. Bu da bölgede uzun ya da kısa vadede tasarlanmış olan yenilenme çalışmalarını sürekli kullanımını gerektirir.

TSI standartlarına göre, Lyca Bej mermerinden 8 (sekiz) farklı lokasyondan alınan örnekler fiziko-mekanik özelliklere yardımcı olarak incelendi. SPSS programının Hata oranı %0, doğruluk oranı R2 değeri bulundu. "Model Özeti" bölümünde 1. Verilerden yüksek korelasyon katsayısı elde edildi. Dendrogram şemasında örnekler üç yakın yakın grupta sınıflandırılmıştır. Fiziko-mekanik özelliklerinde. Grup 1 örnekleri (A4, B2, B3, B4) var en düşük toplam porozite ve en yüksek kompozit özellikleri. Ortalama su gösterirler Grup 2 ve Grup 2'ye göre absorpsiyon ve basınç dizisi değerleri (A1, B1) en düşük bileşime, en yüksek toplam gözenekliliğe ve sıkıştırılabilirliğe sahiptir. Grup 3 örnekleri (A2, A3) en düşük sıkıştırma dizisi özelliğine sahiptir. İstatistiksel yöntemlerin başarılı olduğu ve bu alanda kullanılabileceği anlaşılmaktadır.

7. KAYNAKLAR

- Aksoy, R. ve Aksarı, S. 2008. Elmalı (Antalya, Batı Toroslar) Kuzeyinde Likya Naplarının Jeolojisi. Selçuk Üniversitesi Mühendislik, *Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 23(2), 45-59.
- Anderson, G. M. 1973. The hydrothermal transport and deposition of galena and sphalerite near. 100 0 C, *Econ. Geol.*, 60, 480 – 492.
- Anon. 1979. Classification of rocks, and soils for engineering geological mapping, Part I-Rock and soil materials; *Bull.Int. Ass.Eng Geology*, 19, 364-371.
- Altunsoy, M. 1999. Isparta güneyinde yer alan Miyosen yaşlı Yazır kireçtaşlarının organik jeokimyasal özellikleri, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*. 42/2, 51-62.
- Aydın B., Ozer O., Yalcin G. Y. 2018. Physical And Mechanical Properties Of Turunçova (Finike, Antalya) Region And Classification With Statistical Methods, ISEMG2018 Conference, Antalya, Turkey.
- Bassaget. J.P. 1967. Contribution de la region au Sud du Massif du Menderes entre Fethiye et Sandras Dağ (Province de Muğla, Turquie). These. 3 cycle. A la Faculte des Sciences de Grenoble.
- Bilgin. Z.R.; Metin, Y.; Çörekçioğlu, E.; Bilgiç, T. ve Şan, Ö. 1997. Bozburun-Marmaris-Köyceğiz-Dalaman-Muğla dolayının jeolojisi. MTA. Rap. no. 10008 (yayımlanmamış), Ankara.
- Blumenthal, M. 1963. Le système structural du Taurus sud anatolien. In Livre á la Mémoire du professeur P. Fallot, t.II, Mém. h.s. *Soc. Géol. Fr.*, Paris, p. 611-622.
- Bowles, O.1960. Dimension Stone, Industrial Minerals and Rocks, 3d Edition, AIME.
- Bozkurt R. 1989. Mermer ve Elmas Tel Kesme ile Ocak işletmeciliği, A.Ü., Mühendislik Mimarlık Fakültesi Yayınları No: 98.
- Bölükbaşı, A.S. 1987. Elmalı (Antalya)-Ac ığöl-Burdur Gölü (Burdur)-Korkuteli (Antalya) arasında kalan Elmalı naplarının jeolojisi. TPAO Raporlar 1, no: 2415, Ankara (yayımlanmamış).
- Brunn, J. H., Dumont, J. F., Graciansky, P., Gutnic, M., Juteau, T., M arcoux, J., Monod, O. and Poisson, A. 1971. Outline of the geology of the western Taurides: Geology and History of Turkey, *Petroleum Exploration Society of Libya*, Tripoli, 225 -255.
- Brunn, J. H., Argyriadis, I., Marcoux, J., Monod, O., Poisson, A. ve Ricou, L. E. 1973. Antalya'nın ofiyolit naplarının orijini lehine ve aleyhindeki kanıtlar. Cumhuriyetin 50. yılı Yerbilimleri kongresi tebligleri, 17–19 Aralık, Ankara, sayfa: 58–69.

- Büyüksağış S. 1998. Mermerlerde Kalite ve Standardizasyon Ders Notları. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon.
- Buyukozturk, S. 2003. Sosyal Bilimler İçin İstatistiksel Veri Analizi El Kitabı, Pagem A Yayınları, s: 31-99.
- Colin, H. J. 1962. Fethiye-Antalya-Kaç-Finike (Güneybat ı Türkiye) bölgesinde yapılan jeolojik etütler. *MTA Enstitüsü Dergisi*, no: 59, sayfa: 19–59, Ankara.
- Colins, A. S. ve Robertson, A. H. F. 1997. Lycian melange, southwestern Turkey: An emplaced Late Cretaceous accretionary complex. *Geology*, v. 25, no 3, 255-258. ve . 1998, Processes of Late Cretaceous to Late Miocene episodic thrustsheet translation in the Lycian Taurides, SW Turkey. *Journal of the Geological Society*, v.155, 759-772.
- Çevre etki ve değerlendirme (2007). Resmi gazete 21 Nisan 2007, S: 26500.
- Ciftci İ. and Leventeli Y. (2017). Example of Qanats for the Sustainability of Groundwater Usage, Antalya-Turkey. IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science*. Vol. 95. No. 2. IOP Publishing.
- Demirtaşlı, E. 1983. Teke Torosların Jeolojisi. Uluslararası Toros Kuşağı Jeoloji Sempozyumu 1983, Ankara, 130 sayfa.
- Demirtaşlı, E. 1975. İran, Pakistan ve Türkiye’deki Alt Paleozoyik yaşlı kayaların stratigrafik korelasyonu. Cumhuriyetin 50. yılı Yerbilimleri Kongresi, MTA, sayfa: 204–222, Ankara.
- Doğanay, H. 2002. Ekonomik Coğrafya 1: Doğal Kaynaklar (4. Baskı). Erzurum, Aktif Yayınları.
- Down, G. and Stocks, J. 1977. Environmental impact of mining. Essex: Science Publishers Ltd., 11-17.
- Ediz İ., G. Mermer ve Taş Ocağı İşletmeciliği Ders Notları, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya- 2002.
- Erakman, B., Meşhur, M., Gül, M. A., Alkan, H., Öztaş, Y. ve Akpınar, M., 1982. Fethiye-Köyceğiz- Tefenni-Elmalı-Kalkan arasında kalan alanın jeolojisi. Türkiye Altıncı Petrol Kongresi, Nisan, Ankara, sayfa: 23–31.
- Ersoy, Ş. 1989. Fethiye (Muğla)- Gölhisar (Burdur) arasında Güney Dağı ile Kelebekli Dağ ve dolaylarının jeolojisi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimi Enstitüsü Doktora tezi, İstanbul, 246 sayfa (yayımlanmamış).
- Ersoy, Ş. 1990. Batı Toros (Likya) naplarının yapısal öğelerinin ve evriminin analizi. Jeoloji Mühendisliği, sayı: 37, sayfa: 5–16.

- Ersoy, H. T. ve Osmanlioğlu, A. E. 1993. Mermer ocaklarının tasarımına etki eden faktörlerin incelenmesi. Türkiye 13. Madencilik Kongresi, 159, 360-362. http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/5be58330c9a2ac2_ek.pdf.
- Etkb, 2015. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2015-2019 Stratejik Planı.
- Graciansky, P.C. 1968. Teke yarımadası (Likya) Toroslarının üst üste gelmiş ünitelerinin stratigrafisi ve Dinaro-Toroslardaki yeri. *MTA Dergi* ,71, 73-59.
- Gutnic, M. 1971. Geologique de Taurus Pisidien au Nord d'Isparta (Turquie). Université de Paris Sud, Faculte des Sciences d'Orsay, 112s., Monod, O.; Poisson, A. ve Dumont, J.F.
- Gutnic, M., Monod, O., Poisson, A. and Dumont, J. F., 1979, Géologie des Taurides occidentales (Turquie). *Mem. Soc. Geol. France* Paris, 137, p.1-112.
- Günay, Y., Bölükbaşı, S. ve Yoldemir, O., 1982. Beydağlarının stratigrafisi ve yapısı. Türkiye 6. Petrol Kongresi, Nisan 1982, sayfa: 91–101.
- Güvenç, T. 1981. Tetis'in Permiyen ve Triyas stratigrafisi ve Paleocoğrafyası. H.Ü. Yerbilimleri Enstitüsü, Yerbilimleri, sayı: 7, sayfa: 27–42.
- Gürboğa, Ş. ve Aktürk, Ö. Elmalı havzası (Antalya) ve yakın çevresinin neotektonik ve morfometrik özellikleri *MTA Dergisi* (2018) 156: 43-68
- Hayward, A. B. 1982. Türkiye'nin güneybatısındaki Beydağları ve Susuzdağ masiflerinde Miyosen yaşlı kırıntılı tortulların stratigrafisi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, cilt:25, sayı: 2, sayfa: 109–123.
- Iğdır, I., Gözler, M. Z. ve Ergün, E., 1979. Fethiye P23-a 3 ve P23-c3 paftalarının jeolojisi; MTA Enstitüsü Rapor no: 6526, Ankara (yayımlanmamış).
- Imib (İstanbul Maden İhracatçıları Birliği). 2016. Blok-Mermer-Traverten İhracaat Verileri <http://www.imib.org.tr>.
- Jiayang Q., Zhong S., Cui J., Feng T. X., Song L., 2016. Statistical Characterization of the Mechanical Parameters of Intact Rock Under Triaxial Compression: An Experimental Proof of the Jinping Marble, DOI 10.1007/s00603-016-1054-5, *Rock Mech Rock Eng* (2016) 49:4631–4646.
- Kapari, (b.t.). 21 Temmuz 2008, <http://www.kapari.com/kapari/>.
- Ketin, I. 1966. Tectonic units of Anatolia (Asia Minor), *Maden Tetkik Arama Enstitüsü Bülteni*, sayı: 66, sayfa: 23-35.
- Koçyigit, A. 1981. Isparta Büklümünde (Bat ı Toroslar) Toroslar Karbonat Platformunun Jeolojik Evrimi; Türkiye Jeoloji Kurultay ı Bülteni sayı:24, cilt: 2, sayfa: 15–23.

- Konak, N., Hepşen, N., Öztürk, E. M., Öztürk, Z., Çakmakoğlu, A., Gökteş, F., Sarıkaya, H., Armağan, F., Çatal, E., Serdaroğlu, M., 1987, Menderes masifinin güney-güneydoğusundaki Mesozoyik istiflerinin karşılaştırılmalı stratigrafisi ve konumları. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 1986 Bildiri özetleri, 5.
- Köse, H., Kahraman, B., Kaya Mekaniği (Genişletilmiş 3. Baskı), *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları* No: 77, D.E.Ü. Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, İzmir-1999.
- Marcoux, J. 1977. Geological sections of the Antalya region. In Güvenç, T., and others edt., Western Taurus excursion geological guidebook: VI. Colloquium on the geology of Aegean region, İzmir.
- MTA, 2019. <http://www.mta.gov.tr/ucetli-isler/liste/test-ve-analizler/Sayfalar/3Jeokimya/xrf.html>.
- MTA, 2019, <http://www.mta.gov.tr/ucetli-isler/liste/test-ve-analizler/Sayfalar/5Minpet/xrd.html>.
- Meşhur, M. ve Akpınar, M., 1984. Yatağan-Milas-Bodrum (Muğla) Karacasu-Kale-Acıpayam-Tavas (Denizli) civarının jeolojisi ve petrol olanakları. Türkiye Petrol Arama Şirketi Arama Grubu Başkanlığı rapor no: 1963, 52 sayfa, Ankara.
- Mersem (Uluslararası mermer ve Doğaltaş Kongresi) Türkiye III. Mermer Sempozyumu: MERSEM 2001, 3-5 Mayıs 2001, Afyon.
- Mersem. TÜRKİYE IV Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı 18-19 Aralık 2003.
- Onargan, T. ve Köse H., Mermer, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 220, Maden Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, Geliştirilmiş 2. Baskı, İzmir- 1997.
- Önal, M. 1979. Elmalı-Kaş (Antalya) arasındaki bölgenin jeolojisi. Doktora Tezi I.Ü. Fen Fakültesi Monografileri, sayı:29, İstanbul, 140 sayfa, (yayımlanmamış).
- Özgül, N. 1976. Torosların bazı temel jeolojik özellikleri: Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, cilt: 19, sayı: 1, sayfa: 65-78.
- Özkaya, İ. 1977. Hakkâri-Yüksekova bölgesi jeolojisi. Türkiye Petrolleri A.O. Genel Müdürlüğü. Rap. No: 1129, 17s. (yayımlanmamış). Ankara. , 1990, Origin at the allochthons in the Lycien belt southwest Turkey. *Tectonophysics*, 177, 367-397.
- Özkaya, İ. 1991. Evolution of a Tertiary volcanogenic trough in SW Turkey-Alakaya basins of the Lycien belt. *Geologische Rundschau*. 80/3. 669-690.
- Pamukçu, Ç. 2004. Açık ocaklarda alternatif rehabilitasyon modellerinin geliştirilmesi ve örnek bir uygulama. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi.

- Pisoni, C., 1967. Kaç (Antalya ili) bölgesinin jeolojik etüdü. *MTA Enstitüsü Dergisi*, no: 62, sayfa: 44- 51, Ankara.
- Poisson, A., 1968. Le Crétacé supérieur détritique de l'unité de Yeleme (Taurus Lycien, Turquie). Extrait du "C.R. Sommaire des séances de la Société géologique de France", Fascicule 6, Séance du 24 Juin 1968, p. 188.
- Poisson, A., Akay. E., Dumont, J. F., Uysal, Ş., 1983, The Isparta angle: a Mesozoic Paleorift in the western Taurides; In Tekeli, O. and Göncüoğlu, M.C., (eds) *Geology of the Taurus Belt, International Sym. 26-29 Sep., 1983, Ankara-Turkey*, 11-26.
- Poisson, A. 1977. Recherches géologiques dans les Taurides occidentales (Turquie). These, Université de Paris-Sud Faculte des Sciences d'Orsay, 795p.
- Rathur, A., 1967. Kale (Antalya) Fethiye P23-b 2, b3 ve c2 paftaları genel jeolojisi (Ön Rapor) MTA Enstitüsü rapor no: 4088, Ankara (Yayımlanmamış).
- Richard, F. 1967. Etüde géologique de la fenetre de Göcek Aygır dağ. These, 3 cycle, a la Faculte des Sciences de Grenoble.
- Ricou, L. E., Argyriadis, I. and Lefevre, R., 1974. Proposition d'une origine interne pour les nappes d'Antalya et le massif d'Alanya (Taurides occidentales, Turquie) *Bull. Soc. Geol. France* (7), XVI, 2, 107-111.
- Robertson, A. H. F., 1993. Mesozoic-Tertiary sedimentary and tectonic evolution of Neotethyan carbonate platforms, margins and small ocean basins in the Antalya Complex, southwest Turkey. *Special Publication of International Associations of Sedimentologists* 20, 415-465.
- Soykan, F. ve Mutluer, M. 1996. Türkiye'de Madencilik ve Maden Yataklarının Coğrafi Dağılışı. *Ege Ü. Edebiyat Fak. Ege Coğrafya Dergisi*. 8, 37-57.
- Şenel, M., 1986. Tahtalıdağ (Antalya) ve dolayının jeolojisi (doktora tezi). İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 232 s.
- Şenel, M., Selçuk, H., Bilgin, Z. K., Şen M. A., Karaman, T., Dinçer, M. A., Durukan, E., Arbas, A., Örcen, S. ve Bilgi, C., 1989. Çameli (Denizli)- Yeşilova (Burdur)- Elmalı (Antalya) ve dolayının jeolojisi. MTA Enstitüsü rapor no: 9429, Ankara, 344 sayfa, (yayımlanmamış).
- Şenel, M., Dalkılıç, H., Gedik, I., Serdaroğlu, M., Bölükbaşı, A. S., Metin, S., Esentürk, K., Bilgin, A. Z., Uğuz, M.F., Korucu, M. ve Özgül, N., 1992. E gridir- Yeni çarbademli- Gebiz ve Geriç- Köprülü (Isparta-Antalya) arasında kalan alanların jeolojisi. MTA Enstitüsü rapor no: 9390, TPAO Rap. 3132, 559 sayfa, A. M. C. ve Yılmaz, Y., 1983, Türkiye'de Tetis'in evrimi: Levha tektoniği açısından bir yaklaşım. Türkiye Jeoloji Kurumu, Yerbilimleri özel dizisi, sayı:1, 75 sayfa.
- T.S. 2513. Doğal Yapı Taşları, Birinci Baskı, U.D.K. 691.2:620.1, Ankara- 1975.

- T.S. 1910. Kaplama Olarak Kullanılan Doğal Taşlar, Birinci Baskı, U.D.K. 691.215, Ankara- 1975.
- T.S. 2513. Doğal Yapı Taşları, Birinci Baskı, U.D.K. 691.2:620.1, Ankara- 1975.
- T.S. 1910, 1977. Kaplama olarak kullanılan Doğal yapı taşları, Türk Standartları.
- T.S. 2513, 1977. Kaplama olarak kullanılan Doğal yapı taşları, Türk Standartları.
- T.S. 699. Tabii Yapı Taşları- Muayene ve Deney Metodları, Birinci Baskı, U.D.K. 691.2, Ankara- 1987.
- T.S. 11443, Oniks Mermeri- Kalsiyum Karbonat Esaslı- Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan, Birinci Baskı, G.T.I.P. 25.15.12, U.D.K. 552.54:691.215, Ankara- 1994.
- T.S. 2030. Kayaçların Elastisite Modülünün ve Poisson Oranının Tek Eksenli Basma Deneyi ile Tayini, Birinci Baskı, U.D.K 622.02, Ankara- 1975.
- Tutus M. ve Kilic M. A., 2008. Çukurova Yöresinde Bulunan Bazı Mermerlere Ait Fiziko-Mekanik Özelliklerin İstatistiksel Analizi, Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Cilt:17-8.
- Türkiye IV mermer sempozyumu (mersem 2003) bildiriler kitabı 18-19 Aralık 2003.
- Ünal, S. 2014. Burdur İli Bucak İlçesi Civarında Mermerlerin Teknolojik Özellikleri ve Doğal ve Yapay Radyoaktivite (Gama) Seviyeleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi, Bitirme Tezi.
- Yalcin, M.G., Akturk O., Paksu E., 2016. The Contribution of West Mediterranean Cities (Antalya, Isparta and Burdur) to Turkey's Natural Stones-Marble Export, International Multidisciplinary Scientific GeoConference (SGEM2016), Albena, Bulgaristan, 28 Haziran- 7 Temmuz, vol.1, no.2, pp.875-880.
- Yalcin, M.G., and Akturk, O. 2017. The Importance on Prices of Block Marble and Processed Marble: Antalya, Burdur, Isparta Sample, 9th International Marble and Natural Stones Congress and Exhibition of Turkey, 617- 622.
- Yalçinkaya, S., Ergin, A., Taner, K., Afçar, Ö. P., Dalkılıç, H., Özgönül, E. 1986. Batı Torosların Jeoloji Isparta projesi raporu. MTA Enstitüsü Genel Müdürlüğü rapor no: 7898, Ankara (yayımlanmamış).
- Yalçinkaya, S. Ergin, A.; Taner, K.; Afşar, Ö.P.; Dalkılıç, H.; Özgönül, E. 1986. Batı Toroslar'ın jeolojisi. MTA, Rap. no: 7898, (yayımlanmamış) Ankara.
- Yalçinkaya, S. 1989. Isparta-Ağlasun (Burdur) dolayının jeolojisi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 175s. (yayımlanmamış), İstanbul.
- Yeşilkaya L. Mermerciliğe Giriş Ders Notları, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon- 1997.

Yılmaz, P. O. and Maxwell, J. C., 1982. K-Ar Investigations from the Antalya Complex ophiolites, SW Turkey. *Ophiolites*, 2/3, 527, 38.,

Woodcock, N. H. and Robertson, A. H. F., 1977. Imbricate thrust belt tectonics and sedimentation as a guide to emplacement of part of the Antalya Complex SW Turkey (Second Edition, 1985). Abstracts, 6th. Colloquium Geology of the Aegean Region, Izmir-Turkey, p. 661-671.

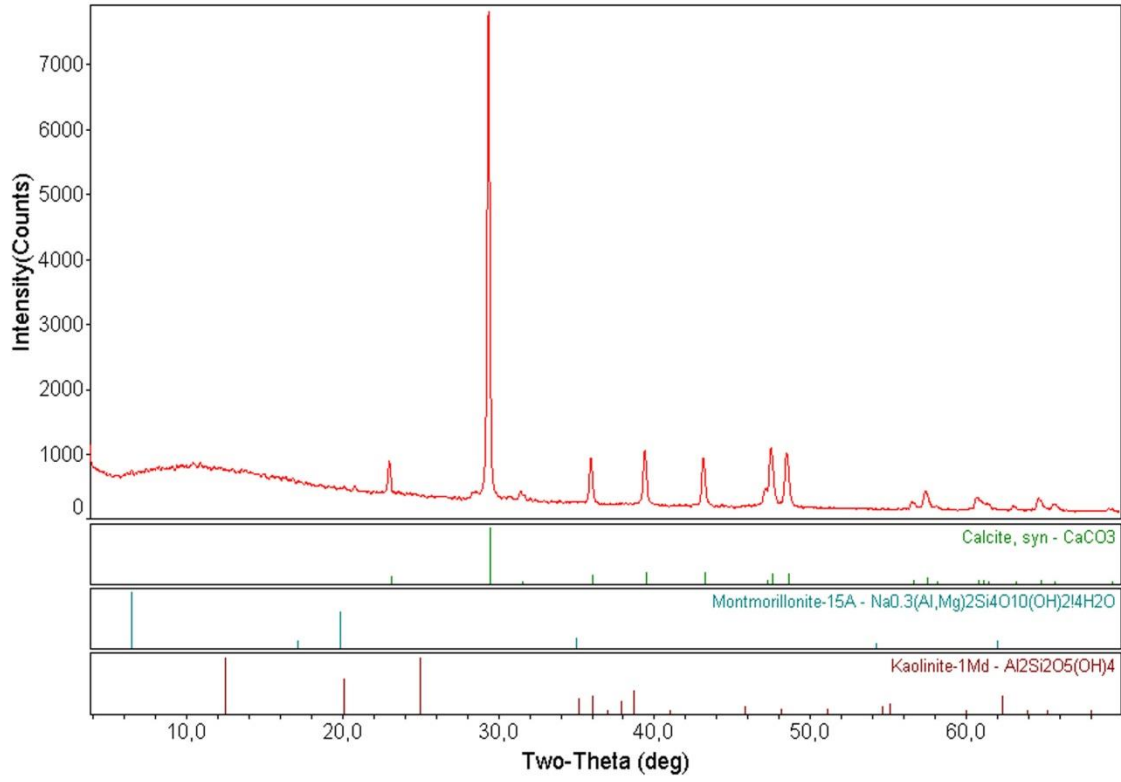
Anonim 1: <http://www.mta.gov.tr> [Son erişim tarihi: 28.03.2019].

Anonim 2: <http://www.kapari.com> [Son erişim tarihi: 28.03.2019].

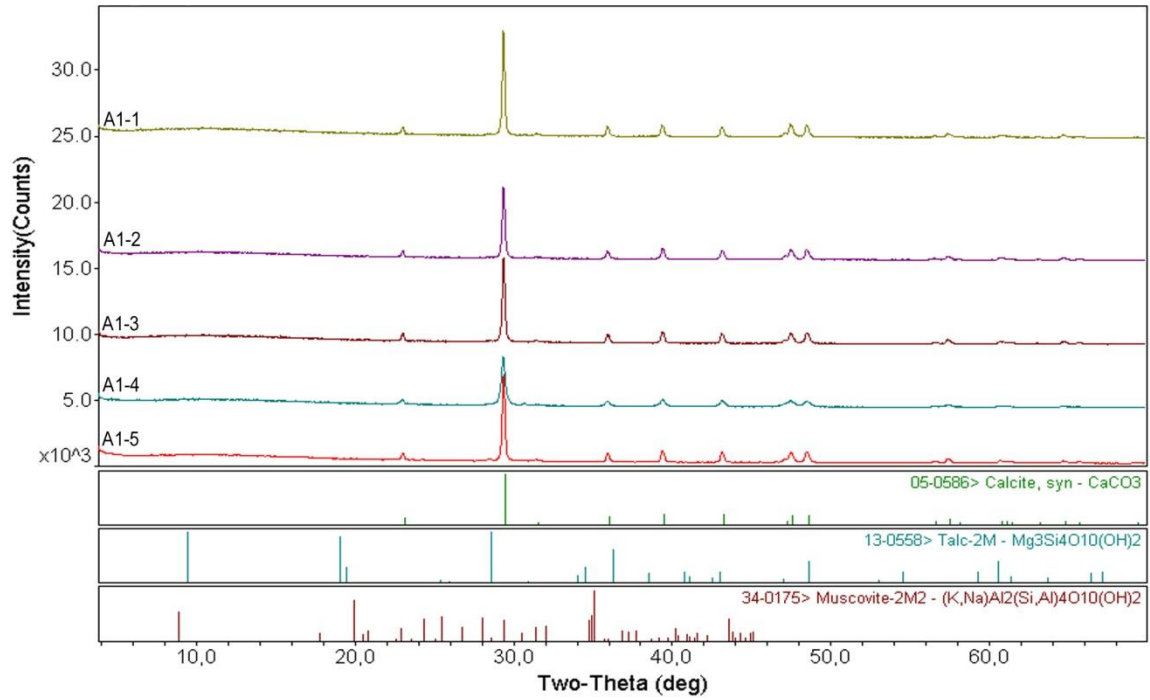


8. EKLER

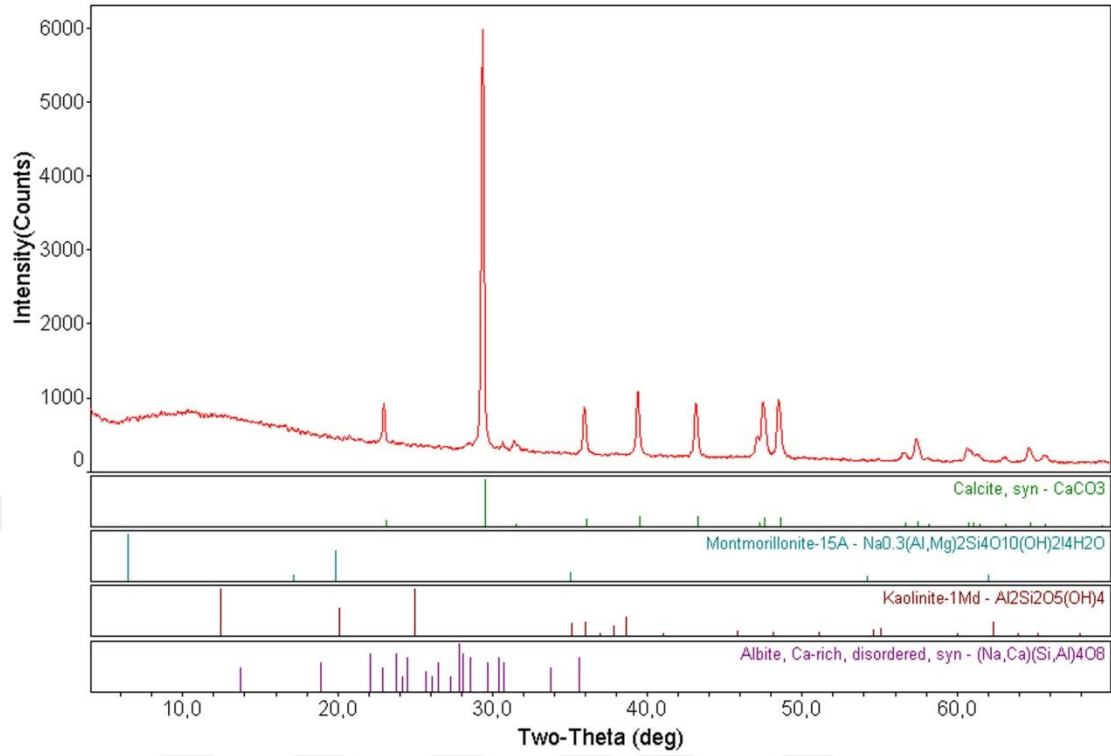
A1 kodlu numunenin XRD verileri



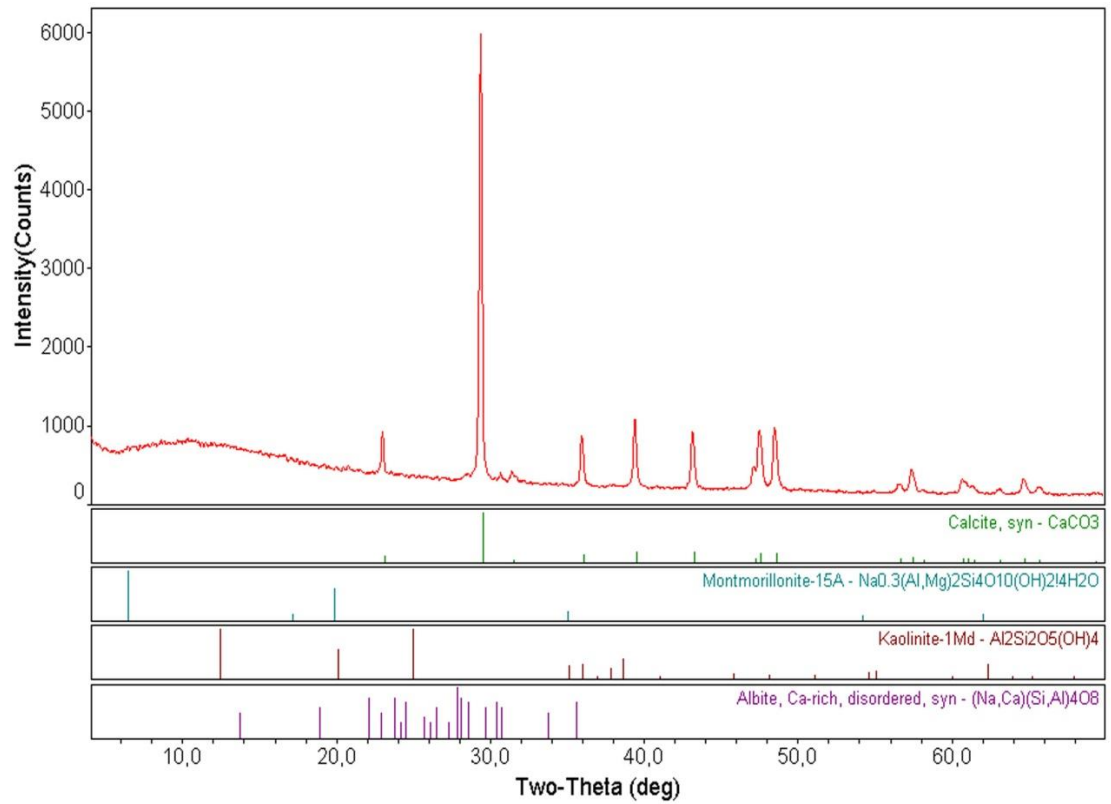
A5 kodlu numunenin XRD verileri



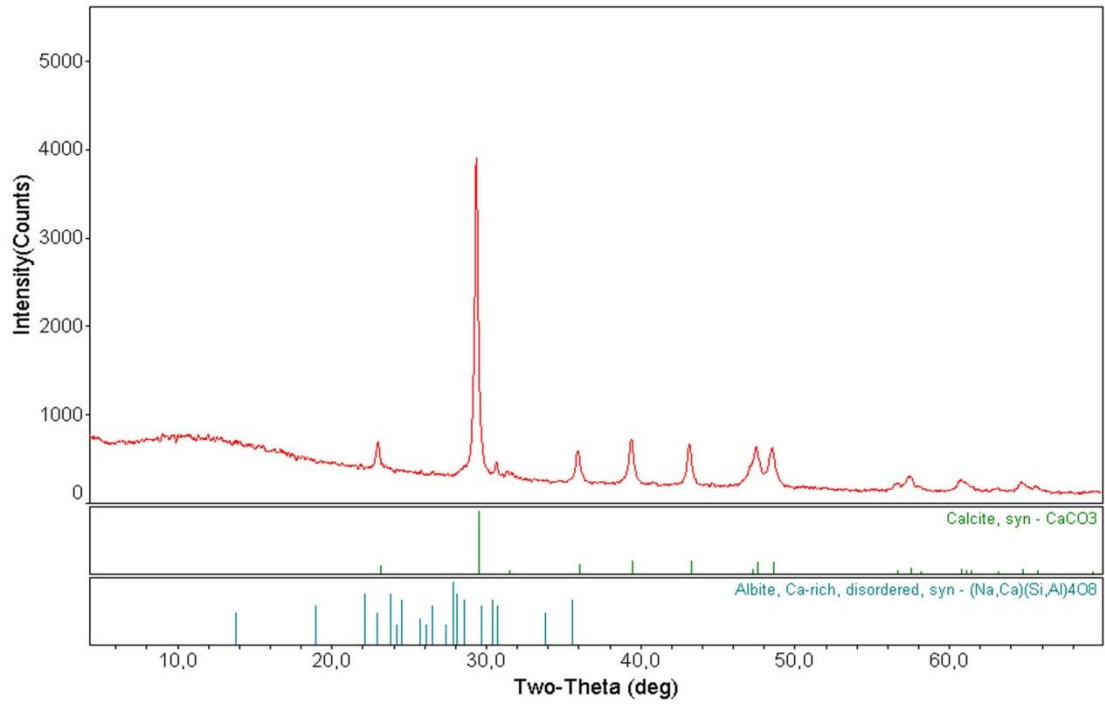
A2 kodlu numunenin XRD verileri



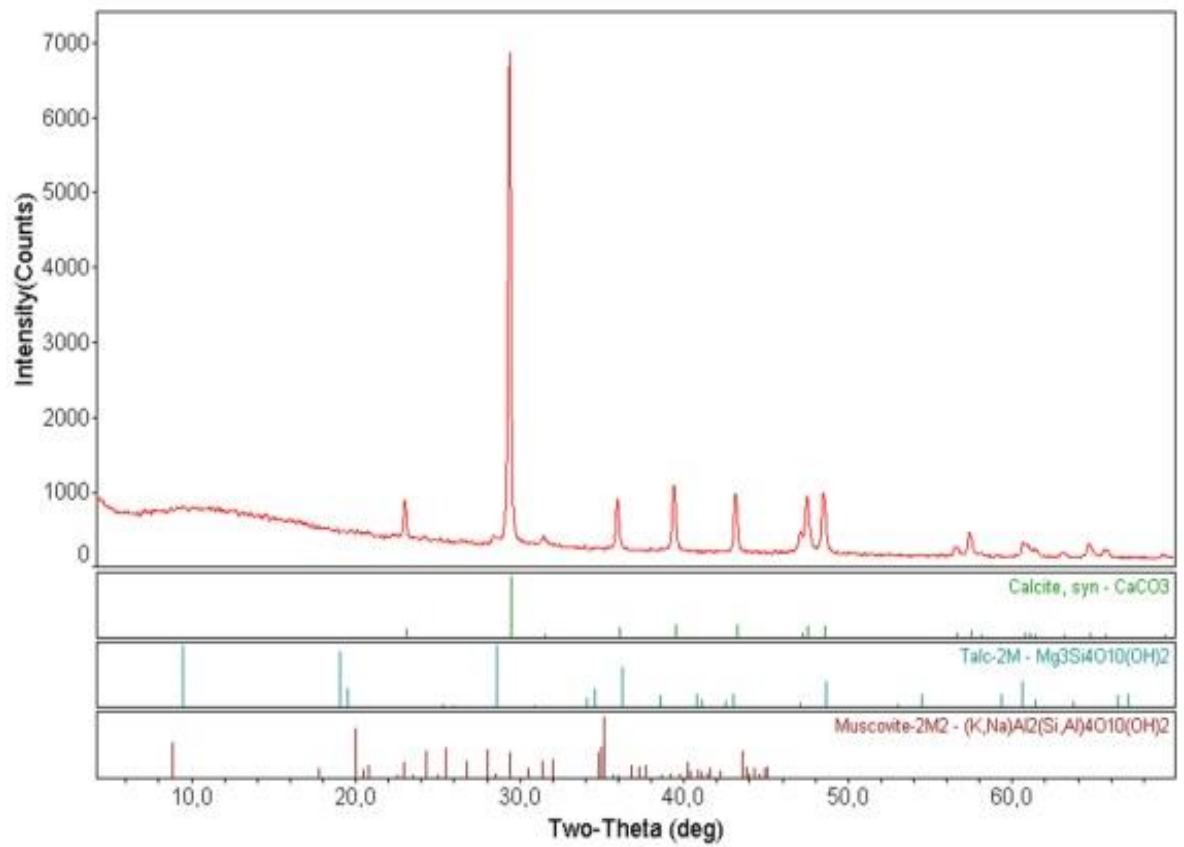
A3 kodlu numunenin XRD verisi



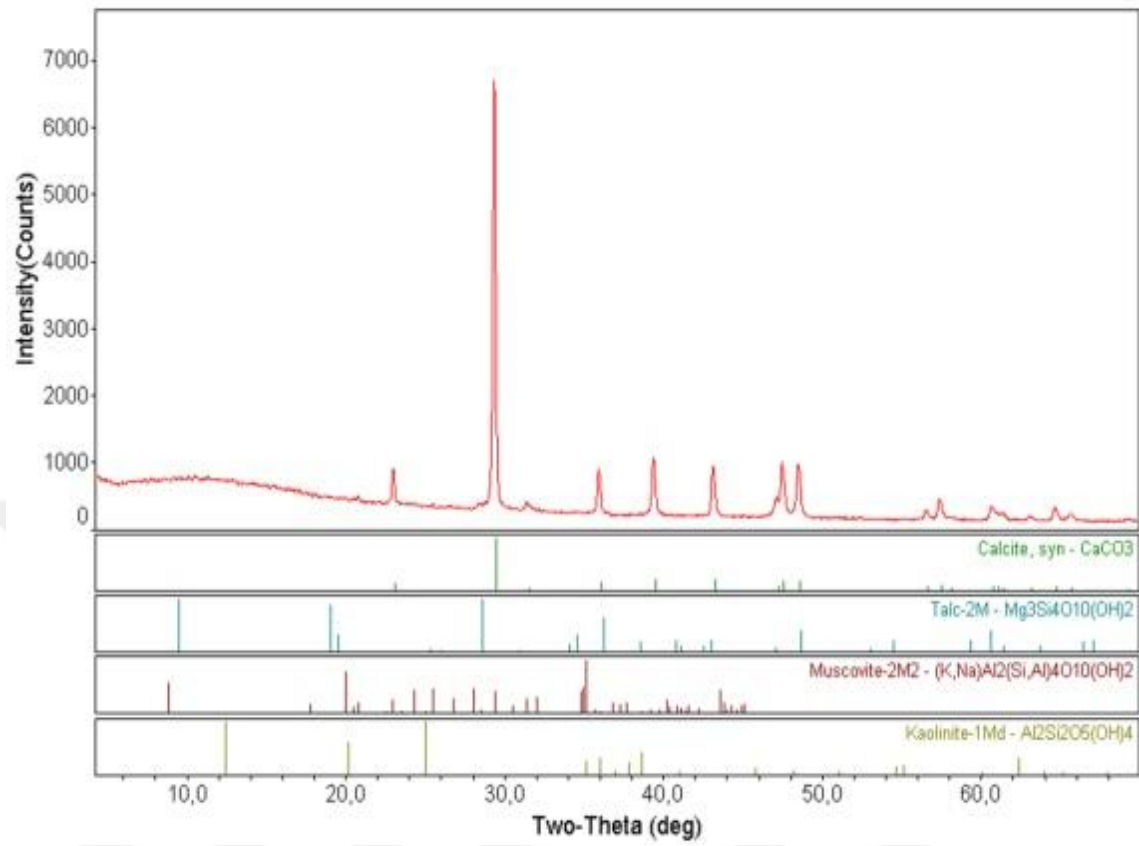
A4 kodlu numunenin XRD verisi



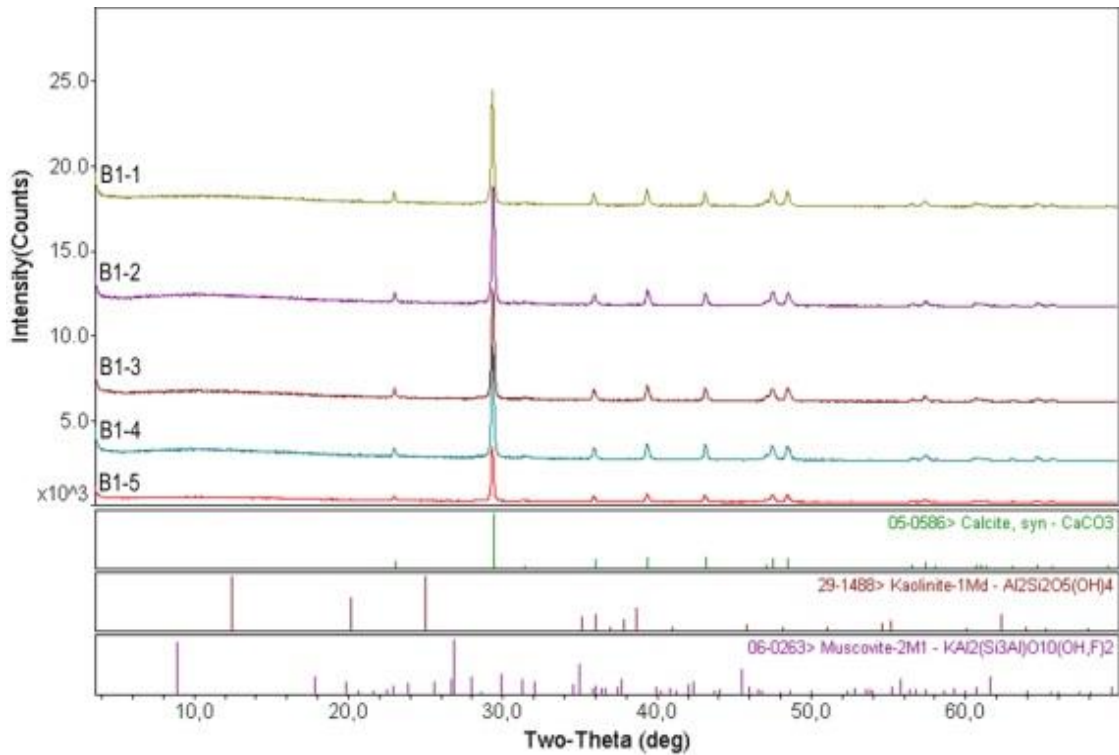
A5 kodlu numunenin XRD verisi

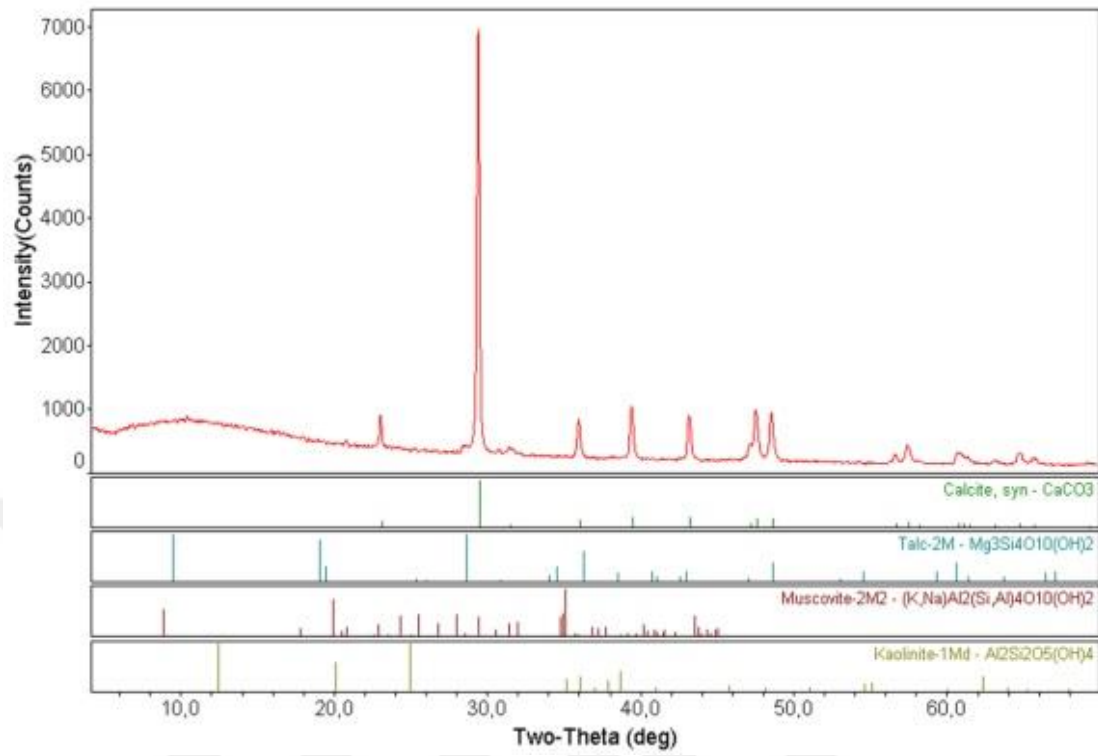
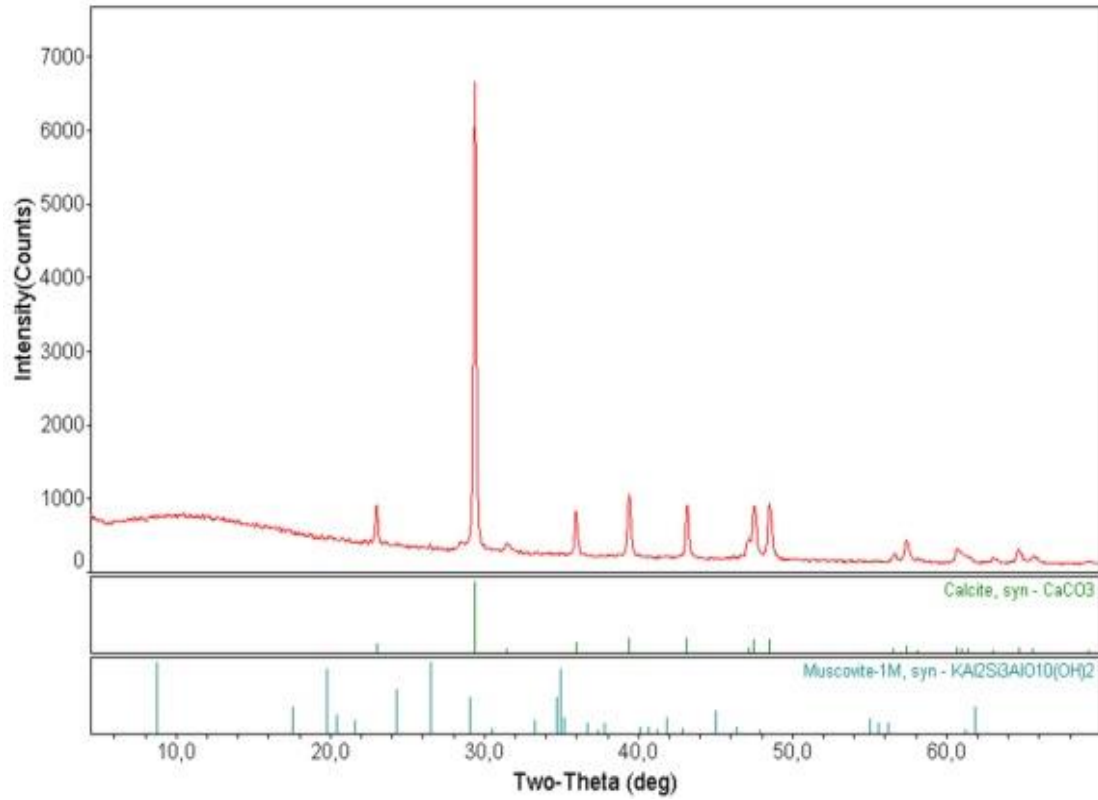


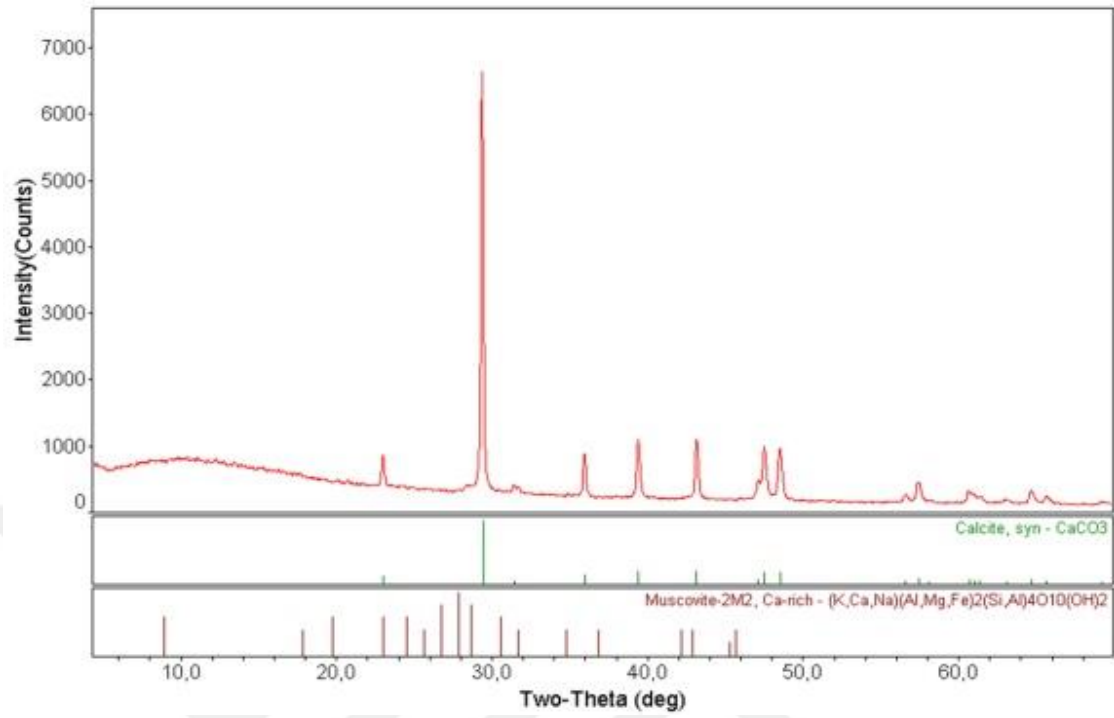
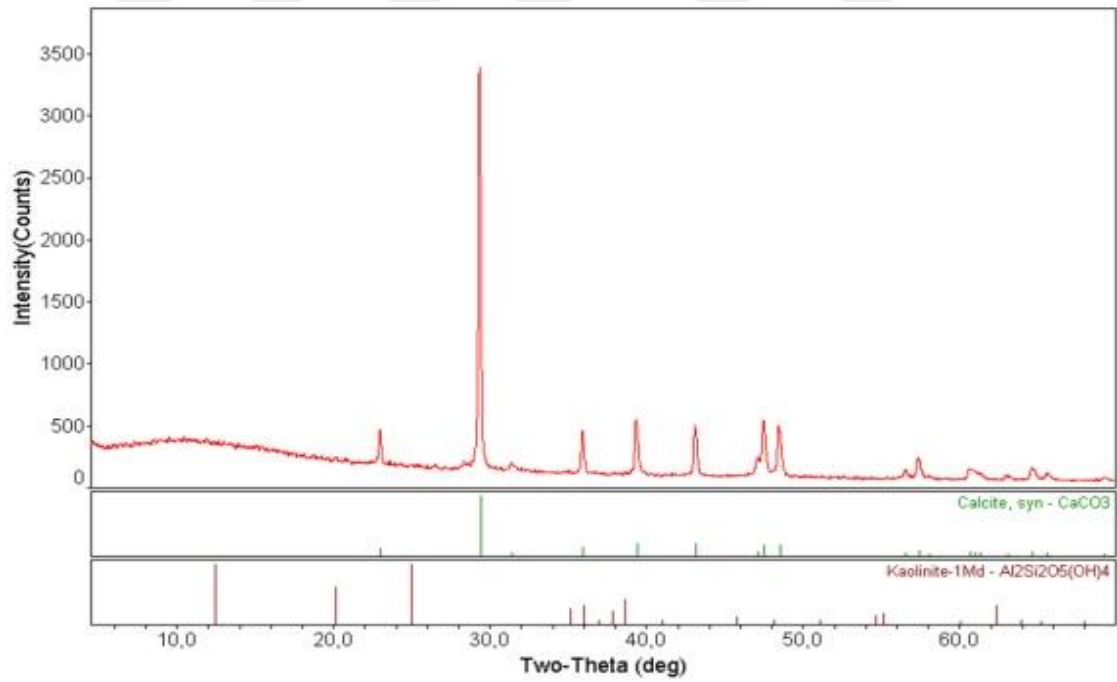
B1 kodlu numunenin XRD verisi



B5 kodlu numunenin XRD verisi



B2 kodlu numunenin XRD verisi**B3 kodlu numunenin XRD verisi**

B4 kodlu numunenin XRD verisi**B5 kodlu numunenin XRD verisi**

ÖZGEÇMİŞ

BURCU AYDIN

burcuaydin.geo@gmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2016-2019	Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği ABD, Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2011-2015	Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Antalya

ESERLER

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

1- Aydın B., Yalcin F., Ozer O., Yalcin M.G., "Statistical Classification of Turuncova Marbles with Physical-Mechanical Properties, Finike, Antalya", The Mediterranean International Conference of Pure&Applied Mathematics and related areas, Antalya, Türkiye, 26-29 Ekim 2018, pp.208-211

2- Aydın B., Yalcin M.G., Ozer O., "Block Taking And Rehabilitation In Lyca Bej (Elmalı, Antalya) Marble Quarry", 9th International Symposium of the Eastern Mediterranean Geology, Antalya, Türkiye, 7-11 Mayıs 2018, pp.185-185

3- Aydın B., Yalcin F., Ozer O., Yalcin M.G., "Regression Analysis and Statistical Examination of Knoop Hardness on Abrasion Resistance in Lyca Beige Marbles", 2019, Filomat (Kabul edildi)