

T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**OBAALACAMI KÖYÜ ALANYA (ANTALYA) BÖLGESİ KOYU FÜME  
MERMERLERİNİN FİZİKO-MEKANİK ÖZELLİKLERİ ve TSE  
STANDARTLARINA GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ**

**İpek YAZICI**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ**  
**ANABİLİM DALI**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAZİRAN 2020**

**ANTALYA**

T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**OBAALACAMI KÖYÜ ALANYA (ANTALYA) BÖLGESİ KOYU FÜME  
MERMERLERİNİN FİZİKO-MEKANİK ÖZELLİKLERİ ve TSE  
STANDARTLARINA GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ**

**İpek YAZICI**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ**  
**ANABİLİM DALI**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAZİRAN 2020**

**ANTALYA**

T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OBAALACAMI KÖYÜ ALANYA (ANTALYA) BÖLGESİ KOYU FÜME  
MERMERLERİNİN FİZİKO-MEKANİK ÖZELLİKLERİ ve TSE  
STANDARTLARINA GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

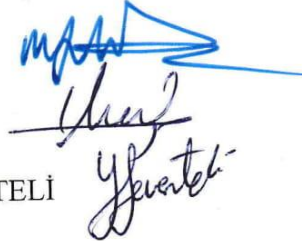
İpek YAZICI  
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 22/06/2020 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN

Doç. Dr. Yusuf URAS

Dr. Öğr.Üyesi Yasemin LEVENTELİ



## ÖZET

### OBAALACAMI KÖYÜ ALANYA (ANTALYA) BÖLGESİ KOYU FÜME MERMERLERİNİN FİZİKO-MEKANİK ÖZELLİKLERİ ve TSE STANDARTLARINA GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

İpek YAZICI

Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa Gürhan YALÇIN

Haziran 2020; 54 sayfa

Bilimsel olarak bakıldığında doğal taş olarak tanımlanan mermerler, dolomit içerikli kireçtaşları ve kireçtaşı gibi doğal oluşum kayalarının başkalaşımı sonucu yeniden kristalleşerek meydana gelmektedir. Ticari olarak bakıldığında ise kolay parlatılabilen, cila tutan, yüksek dayanıklılıkta, blok verebilen kayalar olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Antalya'nın doğusunda yer alan Alanya bölgesinde bulunan mermer ocağındaki mermerlerin kalitesini, fiziko-mekanik özelliklerini ve kimyasal özelliklerini yapılacak analizlerle belirleyerek TS standartlarına göre değerlendirmesini yapmaktır.

Toplam gözeneklilik ortalaması % 1,39 olarak tespit edilmiştir. Komposite değeri % 98.61 olarak bulunmuştur. Basınç dayanımı 150 MPa eğilme dayanımı ise 12.44 MPa olarak bulunmuştur. Su emme değeri %0.30 olarak belirlenmiştir. Majör oksitler, iz element ve LOI değerleri kullanılarak yapılan kümeleme analizi sonucunda Alanya koyu füme mermer ocağının iki sınıf altında toplandığı görülmüştür.

**ANAHTAR KELİMELER:** Antalya, Alanya, Mermer, Fiziksel ve Mekanik Özellik, TSE

**JÜRİ:** Prof. Dr. Mustafa Gürhan YALÇIN

Doç. Dr. Yusuf URAS

Dr. Öğr. Üyesi Yasemin LEVENTELİ

## **ABSTRACT**

### **EVALUATION OF OBAALACAMI VILLAGE ALANYA (ANTALYA) REGION by EMPERADOR MARBLE by PHYSICAL-MECHANICAL PROPERTIES and TSE STANDARDS**

**Ipek YAZICI**

**Master Thesis, Department of Geological Engineering**

**Supervisor: Prof. Dr. Mustafa Gürhan YALÇIN**

**June 2020; 54 pages**

Scientifically, marbles defined as natural stones are formed by recrystallization as a result of alteration of natural formation rocks such as dolomite-containing limestones and limestone. When viewed commercially, it is defined as easily polished, polishing, high strength rocks that can give blocks. The aim of this study is to determine the quality, physic-mechanical properties and chemical properties of marbles in the marble quarry in Antalya-Alanya region and to evaluate them according to TS Standards.

Total porosity average was determined as %1.39. The composite value was found to be %98.61. Compressive strength was found as 150 MPa and flexural strength as 12.44 MPa. Water absorption value is determined as %0.30. As a result of cluster analysis using major oxides, trace elements and LOI values, Alanya dark smoked marble quarry has been found to be gathered under two classes.

**KEYWORDS:** Antalya, Alanya, Marble, Physical and mechanical property, TS Standards

**COMMITTEE:** Prof. Dr. Mustafa Gürhan YALÇIN

Assist. Prof. Dr. Yusuf URAS

Assist. Prof. Dr. Yasemin LEVENTELİ

## ÖNSÖZ

Tez çalışmam süresince önemli bilgilerini ve tecrübeleriyle yol gösteren, desteklerini esirgemeyen Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü başkanı danışman hocam Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez verilerinin analiz ve yorumlamasının tamamlanabilmesi için tez çalışmamda bana yardımlarını esirgemeyen Jeoloji Mühendisliği Bölümü Arş. Gör. Özge ÖZER'e teşekkür ederim. Bu tez çalışmasını hazırlarken geçirdiğim süreçte benden yardımlarını esirgemeyen Dumlu Özcan Madencilik şirketi çalışanlarına ve yönetimine teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca, yüksek lisans eğitimim boyunca yardımlarını esirgemeyen Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği bölümündeki hocalarıma teşekkür ederim. Eğitim hayatımın bütün zamanlarında yanımda olan, destek olan, aldığım tüm kararları maddi manevi destekleyen aileme sonsuz teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	i
ÖNSÖZ.....	iii
AKADEMİK BEYAN .....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xii
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Çalışmanın Amacı .....	1
1.2. İnceleme Alanının Yeri ve Önemi.....	2
1.3. İnceleme Alanı Jeolojisi .....	4
1.4. Morfoloji .....	7
1.5. İklim ve Bitki Örtüsü.....	7
1.6. Akarsu ve Yer altı Suyu .....	7
1.7. Ekonomik Durum .....	8
2. KAYNAK TARAMASI .....	9
2.1. Mermer Tanımı.....	9
2.2. Mermerlerin Özellikleri.....	9
2.2.1. Mermerlerin Fiziksel Özellikleri .....	9
2.2.1.1. Görünüş.....	9
2.2.1.2. Saydamlık .....	9
2.2.1.3. Renk.....	9
2.2.1.4. Cila Tutma .....	9
2.2.1.5. Sertlik.....	10
2.2.1.6. Özgül Ağırlık .....	10
2.2.1.7. Birim Hacim Ağırlık.....	10
2.2.1.8. Çözülme Kabiliyeti .....	11
2.2.1.9. Doluluk Oranı .....	11
2.2.1.10. Hacimce ve Ağırlıkça Su Emme Oranı .....	11
2.2.1.11. Porozite .....	11
2.2.1.12. Çatlaklar ve Kırıklar .....	11

2.2.2. Mermerlerin Kimyasal Özellikleri.....	11
2.2.3. Mermerlerin Mekanik Özellikleri.....	12
2.2.3.1. Tek Eksenli Basınç Direnci .....	12
2.2.3.2. Eğilme Direnci.....	12
2.2.3.3. Darbe Dayanımı.....	12
2.2.3.4. Don Sonrası Tek Eksenli Basınç Direnci .....	12
2.2.4. Mermerlerin Mineralojik Özellikleri .....	12
2.3. Mermerlerin Jeolojik Sınıflandırılması .....	13
2.3.1. Sedimanter Mermerler .....	13
2.3.2. Metamorfik Mermerler .....	13
2.3.3. Magmatik Mermerler.....	14
2.4. Mermerlerin Ekonomik Sınıflandırılması .....	14
2.5. Mermerlerin Kullanım Alanları.....	14
2.6. Mermerlerin Kaliteleri.....	16
2.7. Doğal Yapı Taşlarında TS Standartları .....	16
3. MATERYAL VE METOD .....	20
3.1. Arazi Çalışmaları.....	20
3.1.1. Saha Çalışmaları .....	20
3.1.2. Örnekleme.....	21
3.2. Laboratuvar Çalışmaları .....	22
3.3. Fiziko-Mekanik Analiz.....	26
3.3.1. Knoop Sertlik Tayini .....	26
3.3.2. Renk Tayini .....	26
3.3.3. Gerçek Yoğunluk, Görünür Yoğunluk, Toplam ve Açık Gözeneklilik Tayini.....	27
3.3.4. Aşınma Direnci Tayini .....	27
3.3.5. Tek Eksenli Basınç Dayanımı .....	27
3.3.6. Atmosfer Basıncında Su Emme Tayini .....	27
3.3.7. Don Tesirlerine Dayanıklılık ve Don Sonrası Basınç Dayanımı.....	28
3.4. Kimyasal Analiz .....	28
3.4.1. XRF Analizi.....	28



4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	29
4.1. Knoop Sertlik Tayini Değerleri .....	29
4.2. Renk Tayini .....	30
4.3. Gerçek Yoğunluk, Görünür Yoğunluk, Toplam ve Açık Gözeneklilik Tayini Değerleri .....	31
4.4. Aşınma Direnci Tayini Değerleri .....	32
4.5. Tek Eksenli Basınç Dayanımı Değerleri .....	33
4.6. Yoğun Yük Altında Eğilme Dayanımı Değerleri .....	34
4.7. Atmosfer Basıncında Su Emme Tayini Değerleri .....	34
4.8. Don Tesirlerine Dayanıklılık ve Don Sonrası Basınç Dayanımı Değerleri .....	35
4.9. Don Tesirinden Sonra Tek Eksenli Basınç Dayanımı Değerleri .....	36
4.10. Don Tesirinden Sonra Renk Tayini Değerleri .....	37
4.11. Don Tesirinden Sonra Knoop Sertlik Tayini Değerleri .....	38
4.12. XRF Analiz Değerleri .....	39
4.13. İstatistiksel Analizler .....	39
4.13.1. Betimsel Analiz .....	39
4.13.2. Histogram Diyagramları .....	40
4.13.3. Normallik Analizi .....	41
4.13.4. Korelasyon Analizi .....	42
4.13.5. Regresyon Analizi .....	43
4.13.6. Dendogram Sınıflaması .....	44
4.13.7. Faktör Analizi .....	45
5.SONUÇLAR .....	49
ÖZGEÇMİŞ	

## AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Obaalacami Köyü Alanya (Antalya) Bölgesi Koyu Füme Mermerlerinin Fiziko-Mekanik Özellikleri ve TSE Standartlarına Göre Değerlendirilmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

22/06/2020

İpek YAZICI

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

- °C : Santigrat  
cm : Santimetre  
g : Gram  
kN : Kilonewton  
kgf :Kilogram kuvvet  
MPa : Megapaskal  
 $\rho_b$  : Görünür Yoğunluk

### Kısaltmalar

- ASTM: American Society for Testing and Materials  
IEC : Uluslararası Elektronik Komisyonu  
ISO : International Organization of Standardization  
LOI : Loss On Ignition  
MTA : Maden Tetkik ve Arama  
SBB : Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı  
TS : Türk Standartları

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. İnceleme alanı olan Obaalacami köyü mermer ocağından görünüm.....	2
Şekil 1.2. Alanya Obaalacami köyü mermer ocağı çalışma alanının Google Earth görüntüsü .....	2
Şekil 1.3. Alanya Obaalacami köyü mermer ocağı yer bulduru haritası .....	3
Şekil 1.4. Alanya Birliği kesiti.....	4
Şekil 1.6. İnceleme alanının genelleştirilmiş dikme kesiti .....	6
Şekil 1.5. İnceleme alanı içerisinde tanımlanan birimler.....	7
Şekil 2.1. Mermer örnekleri(a,b).....	13
Şekil 2.2. Mermerin değişik boyutlarda kaplama malzemesi örneği(a,b) .....	15
Şekil 2.3. Mermer kullanım örnekleri(a,b) .....	15
Şekil 3.1. Alanya Obaalacami köyü mermer ocağı.....	20
Şekil 3.2. Alanya Obaalacami köyü mermer ocağı farklı açıdan görünüm .....	20
Şekil 3.3. Numunelerin jeolog çekiciyle parçalara ayrılması .....	22
Şekil 3.4. Öğütme işlemi.....	23
Şekil 3.5. Numune tartımı .....	23
Şekil 3.6. Etüv.....	23
Şekil 3.7. Kül fırına hazırlama .....	23
Şekil 3.8. Kül fırın .....	24
Şekil 3.9. Pellet hazırlama .....	24
Şekil 3.10. XRF cihazı .....	24
Şekil 3.11. Numune pelletleri .....	24
Şekil 3.12. Sertlik ölçümü örnek gösterim(a,b) .....	26
Şekil 3.13. Renk tayini örnek gösterim.....	27
Şekil 3.14. Atmosfer basıncında su emme tayini örnek gösterim.....	28
Şekil 4.1. Renk tayini skalası.....	30

<b>Şekil 4.2.</b> Renk tayini skalası.....	37
<b>Şekil 4.3.</b> Histogram diyagramları .....	40
<b>Şekil 4.4.</b> Koyu fümelerine yapılan analizin sınıflandırma diyagramı.....	45

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Kayaçların hacim ağırlıklarına göre sınıflandırılması .....	10
Çizelge 2.2. Doğal taş TS standartları .....	17
Çizelge 2.3. Doğal taş TS analiz standartları .....	17
Çizelge 2.4. Doğal yapı taşı olarak kullanılabilirlik için fiziksel ve mekanik özellik sınır değerleri (TS 2513) .....	18
Çizelge 2.5. Kaplamada kullanılabilirlik için fiziksel ve mekanik özellik sınır değerleri (TS 1910) .....	18
Çizelge 2.6. Mermer ve kalsiyum karbonat bileşimli kayaçların doğal yapı taşı olarak kullanılabilmesi için sahip olmaları gereken fiziksel ve mekanik özelliklerinin sınır değerleri .....	19
Çizelge 3.1. Yapılan fiziko-mekanik analizler .....	21
Çizelge 3.2. TS EN ISO/IEC 17205 Standardına göre akredite edilen analiz/test .....	25
Çizelge 4.1. Knoop sertlik tayini .....	29
Çizelge 4.2. Knoop sertlik tayini .....	30
Çizelge 4.3. Renk tayini.....	31
Çizelge 4.4. Gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk, toplam ve açık gözeneklilik tayini	31
Çizelge 4.5. Aşınma direnci tayini.....	32
Çizelge 4.6. Tek eksenli basınç dayanımı.....	33
Çizelge 4.7. Yoğun yük altında eğilme dayanımı.....	34
Çizelge 4.8. Atmosfer basıncında su emme tayini.....	34
Çizelge 4.9. Don tesirlerine dayanıklılık ve don sonrası basınç dayanımı .....	35
Çizelge 4.10. Don tesirinden sonra tek eksenli basınç dayanımı.....	36
Çizelge 4.11. Don tesirinden sonra renk tayini.....	37
Çizelge 4.12. Don tesirinden sonra knoop sertlik tayini.....	38
Çizelge 4.13. Xrf analiz değerleri .....	39
Çizelge 4.14. Betimsel analiz değerleri .....	39
Çizelge 4.15. Normallik analizi değerleri .....	41

<b>Çizelge 4.16.</b> Korelasyon analizi değerleri .....	42
<b>Çizelge 4.17.</b> CaO-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Modal Summary değeri .....	43
<b>Çizelge 4.18.</b> CaO-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Anova değeri .....	43
<b>Çizelge 4.19.</b> CaO-SiO <sub>2</sub> Modal Summary değeri .....	43
<b>Çizelge 4.20.</b> CaO-SiO <sub>2</sub> Anova değeri .....	44
<b>Çizelge 4.21.</b> CaO-MgO Modal Summary değeri .....	44
<b>Çizelge 4.22.</b> CaO-MgO Anova değeri .....	44
<b>Çizelge 4.23.</b> Faktör analizi .....	45

## 1. GİRİŞ

Ülkelerin ham madde kaynaklarına sahip olmaları kalkınmalarına yön vermekteki en büyük etkenlerden biridir. Günümüzde uygulanan ekonomi sisteminde, ham madde üretiminin önemi ortak görüş olarak benimsenmiştir (Çetin 2003).

Ülkemizde yaklaşık olarak 2000 yıldır mermerciliğin var olduğunu ispatlayan Efes kazılarında bulunan lamalı katraklar önemli bulgular arasında yer almaktadır (Yener 2003). Yani mermer kullanımı antik çağlardan günümüze kadar çıkarılıp kullanılmıştır. Ülkenin yer altı zenginlikleri, jeolojik yapıya ve jeolojik değişimine bağlıdır (Ketin 1984). Ülkemizde maden yatakları çeşitlilik göstermektedir. Mermerlerin rezerv bakımından oldukça yüksek bir potansiyele sahip olduğu bilinmektedir.

Alp-Himalaya dağlarının kuşağı üzerinde bulunan Türkiye muhtemel rezervi 5,2 milyar m<sup>3</sup> olan bir Akdeniz ülkesidir. İspanya, Yunanistan, Portekiz, Türkiye kalsiyum karbonat oranının en yüksek olduğu ülkeler arasında yer almaktadır. Magmatik kökenli mermerler ise Rusya, Ukrayna, Çin, Norveç gibi ülkelerden çıkarılmaktadır ve cilalanması yüksek, genellikle koyu renkli mermerlerdir. Ülkemizin, Dünya mermer rezervinin %40'ını oluşturduğu düşünülmektedir. Ülkemizde 120 üzerinde farklı renk ve desene sahip, 80'den fazla değişik yapıda mermer rezervi bulunmaktadır.

Kalkerlerin yüksek sıcaklık ve yüksek basınçta başkalaşıma uğramasıyla mermer oluşmaktadır. İki ana tür mermer bulunmaktadır. Gerçek mermerler ve mermere benzeyen kayalar olarak tanımlanmaktadır. Gerçek mermerler genellikle %95 oranında kalsit içermektedir. Beyaz ve grimsi renge sahiptirler. Bazı mermerler de ise bileşiminde az miktarda bulunan silikat, demir oksit, mika, silis ve organik maddeler bulunmasıyla renklenme gözlenmektedir (Doğanay 2002).

Dünyadaki doğal taş üretiminin artışındaki en önemli sebep, dekorasyon ve yapıtaşı olarak kullanılmaya başlanmasıdır. Buna bağlı olarak teknolojiye gün geçtikçe ilerlemektedir. Doğal taş tercih edilmesi ise inşaat malzemesi olarak dayanıklı olması ve fiyatlarının diğer malzemelere göre daha ucuz olmasıdır. İnşaat sektöründe de en fazla tercih edilen alanlar otel, iş merkezler, önemli yapı inşaatlarında kullanılmaktadır (Arsoy vd. 2019).

### 1.1. Çalışmanın Amacı

Türkiye'nin güneyinde bulunan inceleme alanı olan Alanya, aynı zaman da önemli bir turizm şehridir. Antalya ülkemizin önemli ihracat limanları arasında sayılmaktadır. Akdeniz bölgesindeki mermerler kaliteli sınıfta yer almaktadır.

Bu tez çalışmasının ana konusu Antalya-Alanya mevkiinde bulunan mermer ocağındaki mermerlerin kalitelerini fiziksel ve mekanik analizler ile belirlemek, bilgi vermek ve incelemektir. Çalışma özellikle Antalya Alanya bölgesindeki koyu füme mermerlerin ülke ekonomisine katkısını ortaya koyarak kaynak olabilmesi hedeflenmektedir.



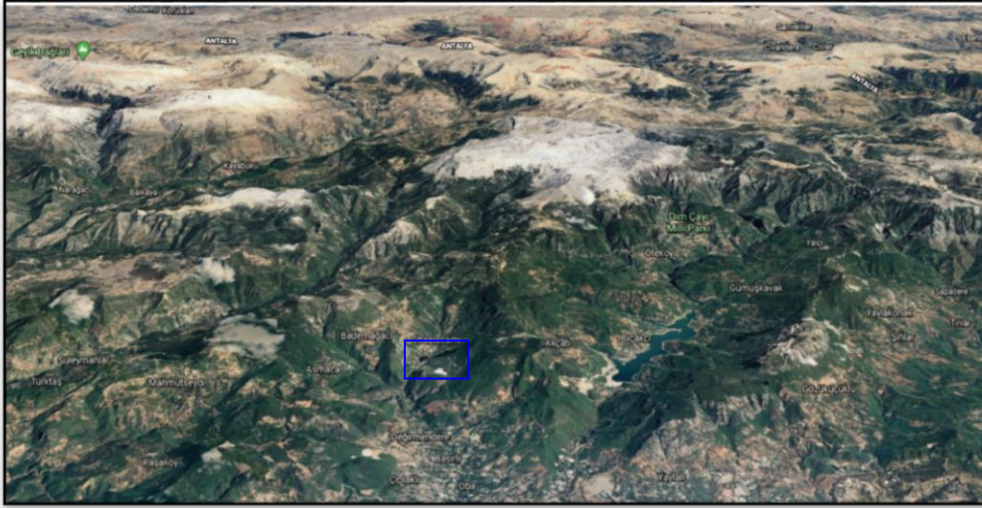
Bu kapsamda, Obaalacami köyü mermer ocağındaki örnekler derlenmiş ve numunelerde mermer örnekleri ile ilgili sonuçlar yorumlanmıştır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. İnceleme alanı olan Obaalacami köyü mermer ocağından görünüm

## 1.2. İnceleme Alanının Yeri ve Önemi

Ülkemiz, diğer ülkelere göre farklı öneme sahiptir. Sebebi dünyadaki diğer ülkelere göre daha çeşitli rezerv veren doğal taşlara sahip olmasıdır. Alp kuşağında yer alan ülkemiz, çeşitli özelliklere sahip mermer rezervi bulundurmaktadır. Antalya, lokasyon gereği güneyde Toros dağlarının eteğinde yer almaktadır.



Şekil 1.2. Alanya Obaalacami köyü mermer ocağı çalışma alanının Google Earth görüntüsü

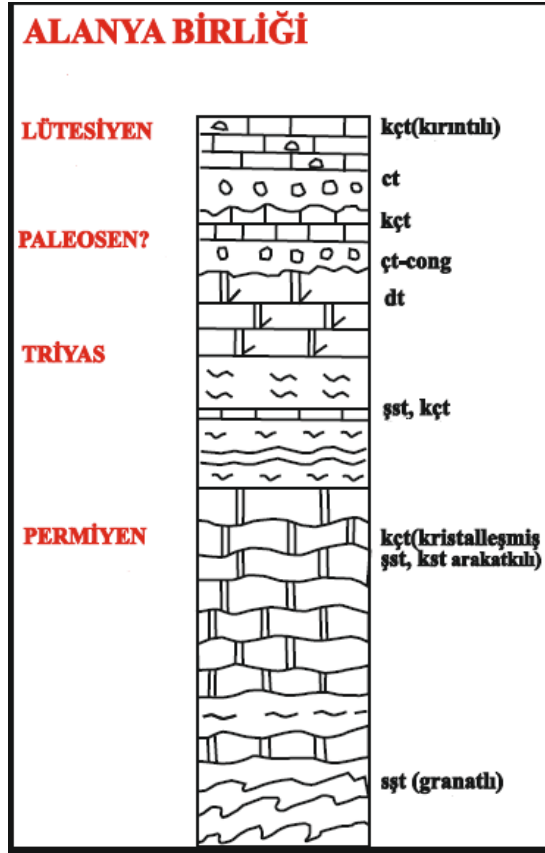
İnceleme alanı Antalya sınırları içerisinde, Antalya'ya 137 km uzaklıkta yer almaktadır. İnceleme alanı, Alanya ilçe sınırları içerisinde bulunmaktadır. Antalya paftasının 1/100.000 ölçekli Alanya- O 28 paftalı haritasının sınırları içerisindeki alanı kapsamaktadır. Doğusunda Alanya Körfezi, batısında Alanya Yarımadası bulunmaktadır.



Şekil 1.3. Alanya Obaalacami köyü mermer ocağı yer bulduru haritası

### 1.3. İnceleme Alanı Jeolojisi

İnceleme alanı güneyinde Antalya Birliği içerisindeki dilimlerin tektonik açıdan örten ve metamorfik kökenli dilimlerden oluşmuş birlik olarak ele alınmaktadır. İnceleme alanı yani Alanya napı birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır. Bu çalışmacılar; Ziegler 1939; Blumenthal 1951; Peyronnet 1971; Şengün vd. 1978; Ulu 1983, 1986, 1989; Özgül 1983, 1984a,b; Şengün 1986; Şenel vd. 1992, 1998; Işık ve Tekeli 1995; Öztürk vd. 1995; Usta ve Öztürk 2000; Bedi ve Öztürk 2001. Blumenthal (1951, 1963) “Alanya Masifi”, Özgül (1976, 1983) metamorfik kayaların yaşları ve yapısal konumları sebebiyle önceki temel özellikleri taşımadığını belirterek bu topluluğu “Alanya Birliği” olarak tanımlamışlardır (Şekil 1.4).



Şekil 1.4. Alanya Birliği kesiti (Özgül 1976)

Alanya birliğindeki metamorfik kayaların araştırılmasıyla metamorfik, yapısal, stratigrafik özellikler gösteren üç yapısal birim ayrılanmıştır (Bedi ve Öztürk 2001). Öztürk ve diğerleri (1995), Alanya napında Payallar, Çukuryurt ve Çiçekoluk sırasıyla; Prekambriyen-Ordovisiyen, Prekambriyen-Kretase, Triyas yaşlı birimleri üç yapısal birim olarak tanımlamışlardır. Bedi ve Öztürk (2001) napların, aşağıdan yukarı doğru; Mahmutlar birimi (Alt nap), üstünde tektonik dokanaklı, Sugözü birimi (Ortanap), en üst nap ise yine tektonik dokanaklı, Yumrudağ birimi (Üst nap) olarak üç yapısal birim yüzeylenmektedir (Yılmaz ve Kaymak 2018).

Alanya Birliğinde bulunan Mahmutlar birimi yapısal konumda alt seviyedeki kaya birimini oluşturmaktadır. Bu birim kuvarsit ara katkılı şist, dolomit ve kristalize kireçtaşlarından oluşmaktadır (Özgül 1983; Deli ve Turan 2002) (Şekil 1.5.). Usta ve Öztürk (2000) tarafından genellikle kuvarsitlerden oluşan formasyonu, Kurtbeleni formasyonu; genellikle dolomitlerden oluşan formasyonu, Karagedik formasyonu olarak adlandırmışlardır.

Öztürk ve diğerleri (1995) tarafından kuvarsit, mermer dolomit ve yumrulu kireçtaşından oluşan formasyonu, Payallar formasyonu; dolomit ve kuvarsitlerden oluşan birimi Çukuryurt formasyonu olarak adlandırmışlardır. Özgül (1983, 1984 a,b) tarafından dolomit ve kuvarsitlerden oluşan birim Cebireis formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Kurtbeleni formasyonu, orta-kalın tabakalı, yapraklanmalı kuvars şistlerden oluşmaktadır. Kuvars taneleri iyi boylanmıştır. Bu birim 150-300 metre kalınlık göstermektedir. Karagedik formasyonu, kalın tabakalı, masif görünümlü silis yumrulu dolomitlerle başlamaktadır. Yaklaşık 250 metre kalınlık göstermektedir.

Payallar formasyonu, şistik yapı ve yapraklanma gösteren orta-iri taneli, demirli ve manganlı kuvarsitleri kapsamaktadır. Bu formasyonun kalınlığı yaklaşık 1000 metredir.

Çukuryurt formasyonu, altta orta kalın, ince tabakaya sahip kuvarsitlerden oluşmaktadır. Üstte kalın dolomitler bulunmaktadır. Çukuryurt formasyonunun kalınlığı yaklaşık 200- 375 metre arasındadır.

Cebireis formasyonu, altta orta kalın tabakalı kuvars şist ve kuvarsitlerle başlamaktadır. Üstte orta kalın kıvrımlı mermer, kristalize kireç taşları ve dolomit bulunmaktadır. Bu birimin kalınlığı yaklaşık 550 metredir.

Sugözü birimi, Mahmutlar birimi üzerinde yataya yakın konumlanmıştır. Birim mikaşist, granatlı mikaşist, kristalize kireçtaşı, ara seviyelerde dolomitlerden oluşmaktadır. Özgül (1983) tarafından yüksek basınç ve sıcaklıkta metamorfizma geçirmiş birimi Sugözü formasyonu olarak adlandırmaktadır. Çok büyük boyutlarda tektonik dilim ve blok dolomit, blok mermerler yoğunluklu olarak gözlemlenmektedir. Bu formasyon ince orta kaba yapraklanmalı granatlı mikaşistlerden oluşmaktadır. Birim tektonik yapılıdır ve kalınlığı 500-750 metre arasındadır.

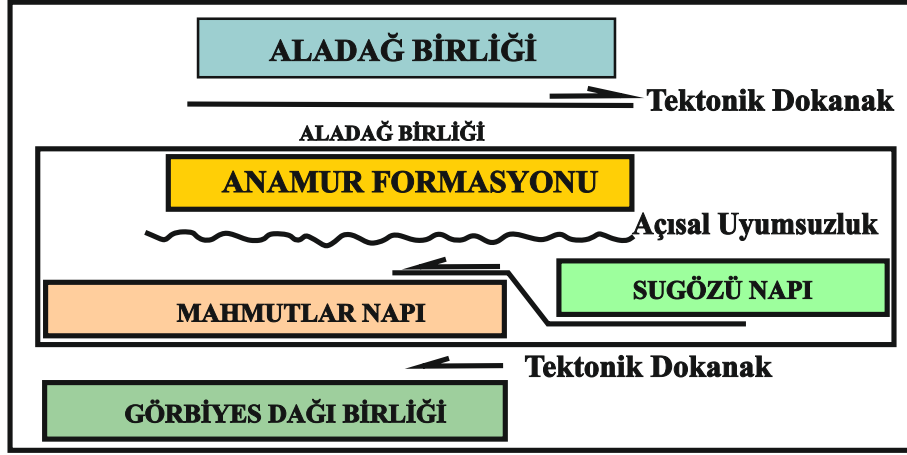
TEKTONİK BİRLİK	ALANYA BİRLİĞİ	ANTALYA BİRLİĞİ				FORMASYON	ÜYE	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
ÜST SİSTEM	PALEOZOİK	MESOZOİK				MAHMUTLAR				
SİSTEM	PERMİYEN	KRETASE	JURA	TRİYAS	İNASAR	İNASAR				
SERİ	ÜST PERMİYEN	ÜST KRETASE	ÜST TRİYAS	KASIMLAR	GÖKKAYA KIZILBELEN	GÖKKAYA KIZILBELEN				
KAT		MAASTRIHTIYEN		BELİSTİR OFİYOLİTİK MELANJİ	SARIKAVAK	SARIKAVAK				
FORMASYON		KARAKÖY			KURTEPE	KURTEPE				
								1350	Gri-açık gri renkli orta-kalın tabakalı kristalize dolomitik kireçtaşı	
								1000	Gri renkli mermer, yeşil renkli klorit şist, kuvarsit, baritli kalkışist, grafit şist, muskovit şist metakumtaşı ardalanması.	
							91	Gül kurusu- şarabi renkli mikritlik dokulu çörtlü pelajik kireçtaşı ile bol miktarda Ammonit izleri kapsayan açık gri renkli çörtlü kireçtaşı aratabakaları		
							20	Algal kireçtaşlarıyla başlayan kalın tabakalı kireçtaşı ve killi kireçtaşı ardalanması		
							500	Yer yer kireçtaşı mercekleri içeren gri-yeşil-açık yeşil renkli bitkili kumtaşı, mikro konglomera, çamurtaşı, mam ardalanması.		
							250	Serpantinli, gabro, diyabaz ve deforme bir matris içerisinde yer alan açık gri kireçtaşları krem renkli çörtlü kireçtaşı, kırmızı-bordo renkli mikritlik (Globotruncanali) kireçtaşı blokları		
							54	Bordo ve gül kurusu renkli ince tabakalı, çört aratabakalı mikritlik kireçtaşları, marnlar ve kumtaşı ardaşımı. Deformasyon nedeni ile dalgalı bir yapı göstermektedirler		
							373	Gri-koyu gri renkli kalın tabakalı kireçtaşları pembe renkli mikritlik kireçtaşı, kırıntılı ve bol fosil kırıntılı breşik kireçtaşı ardalanması Kanal dolgusu şeklinde yer alan türbiditik karakterli açık yeşil-gri renkli çamurtaşı kireçtaşı, mam aratabakaları içeren gri renkli kırıntılı kireçtaşı		
							400	Gül kurusu renkli, çört yumrulu, mikritlik dokulu pelajik kireçtaşları Gri renkli orta-kalın tabakalı bol erime boşluklu kireçtaşı, kırıntılı kireçtaşı, çörtlü kireçtaşı yer yer çörtlük kireçtaşı ardalanması.		

Şekil 1.5. İnceleme alanının genelleştirilmiş dikme kesiti (Deli ve Turan 2002)

Yumruadağ birimi üst seviyelerinde arakatlı kalkfillit ve mermer, ortalar yer alan seviyedolomitik mermer ve siyah mermer, en alt seviyesinde kuvarsit ve fillitlerden oluşmaktadır (Özgül 1983, 1984a,b). Bu birim Kurtbeleni, Karagedik, Payallar, Çukuryurt, Cebireis formasyonları dışında Asmaca, Orhanlar ve Anamur formasyonlarından oluşmaktadır. Asmaca formasyonu, Özgül (Özgül 1983, 1984a,b) tarafından adlandırılmıştır. Bu formasyon, ince orta tabakalanmalı, kıvrımlı, yapraklanmalı şistlerden oluşmaktadır. Şistlerin içerisinde ince mermer seviyeleri gözlemlenmektedir. Birimin yaklaşık olarak kalınlığı 200 metredir. Orhanlar formasyonu, Usta ve Öztürk (2000), Bedi ve Öztürk (2001) tarafından adlandırılmıştır. Genellikle masif olan bu birim orta kalın tabakalı dolomitlerden oluşmaktadır. Tabanında boksitler gözlenmektedir. Birimin yaklaşık olarak kalınlığı 225 metredir. Anamur formasyonu adlandırılmıştır (Şekil 1.6). Formasyon kumtaşı, konglomera, siltaşı, kireçtaşı gibi kaya türlerinden oluşmaktadır. Formasyonun başlangıcında orta



kalın tabakalı killi kireç taşları bulunmaktadır. Birim yaklaşık olarak 300 metre kalınlık göstermektedir.



Şekil 1.6. İnceleme alanı içerisinde tanımlanan birimler (Usta vd. 2018)

#### 1.4. Morfoloji

İnceleme alanı, Anadolu'nun güney-doğusunda yer alan  $39^{\circ}30'37''$  -  $36^{\circ}36'31''$  kuzey enleminde,  $31^{\circ}38'40''$ -  $32^{\circ}32'02''$  doğu boylamında arasında yer almaktadır. Kuzeyde, yükseklikleri 500-3000 metre arasında değişiklik gösteren Toros dağları yer almaktadır. Dağlık bölgelerden ovalara iniş platolardan yapılmaktadır. Alçak kısımlar kıyı boyunca uzanan ovalarda oluşmaktadır. Kıyı ovası Obaçayı vadisinde genişleyip son bulmaktadır. Obaalacami merkez bölgesinde yer almaktadır. İnceleme alanı, denizden 9-10 km uzaklıktadır.

#### 1.5. Bitki Örtüsü ve İklim

Alanya'da iklim genellikle, sıcak ve kurak yaz mevsimi, ılık ve yağış alan kış mevsimidir. Akdeniz iklimi hâkimdir. Alanya'da yaz sıcaklığı düzenleyen en önemli etken Alanya yarımadasının ve Toros Dağlarının arasında oluşmuş boğazdaki hava akımıdır. Ayrıca üç yönden (doğu, kuzey ve batı) gelen rüzgarlara kapalı olması nedeniyle dört mevsim bitki yetiştirilebilmektedir.

Akdeniz bölgesinde yer alan Alanya'nın bitki örtüsü makidir. Defne, sarıağaç, sarmaşık, mersin ağacı gibi ağaçlara sık rastlanmaktadır. Ovalarda her çeşit Akdeniz ikliminde ürün yetiştirilebilmektedir. Dağlık bölgelerde ve platolarda soğuğa dayanıklı ürünler yetiştirilirken, sahil kesiminde narenciye ve muz bahçeleri yer almaktadır.

#### 1.6. Akarsu ve Yeraltı Suyu

Alanya akarsu bakımından zengin bir ilçedir. Mevsime göre akarsu debisi değişiklik göstermektedir. Önemli ekonomik kaynaklardan biri olan ve tarım amacıyla kullanılan önemli akarsular; Kargı çayı, Oba çayı, Alara çayı, Serapsu çayı ve Dim çayıdır.

### 1.7. Ekonomik Durum

İnceleme alanı çevresinde ekonomi tarım ve turizme dayanmaktadır. Alanya ilçesinin Akdeniz kıyısında olması sebebiyle sekiz aya kadar turizmin devam etmesinin ekonomiye büyük bir katkısı vardır. Damlataş Mağarası, Dim Mağarası, Alanya Kalesi, Kızıl Kule, Selçuklu Hamamı, Alanya Arkeoloji Müzesi gibi daha birçok tarihi ve turistik yeri bulunmaktadır. Narenciye, muz, elma armut, kiraz vb. ürünler dışında avokado ve kivi üretimi son dönemde yaygınlaşmıştır ve ekonomiyi olumlu yönde etkilemektedir.

## 2. KAYNAK TARAMASI

### 2.1. Mermer Tanımı

Bilimsel olarak yüksek sıcaklık ve basınç altındaki dolomitik kireçtaşları ve kireçtaşlarının başkalaşıma uğramasıyla yeniden kristalleşerek oluşmuş metamorfik kayalara mermer denilmektedir. Mermerler %95 oranında kalsit içermektedir. Fazla oranlarda kalsiyum karbonat ve düşük oranlarda magnezyum karbonat içeriğine sahiptir (Yıldırım 2019).

Blok veren, parlatıldığında cila tutan her türlü kayaç olarak ticari anlamda tanımlanmaktadır (Kuşçu 2001). İçeriğinde magnezyum, kalsiyum karbonat, silikat mineralleri bulunmaktadır. Saf olduklarında genellikle beyaz renklidirler. Sertlikleri Mohs skalası incelendiğinde 3, özgül ağırlıkları ise 2.5 ile 3.5 g/cm<sup>3</sup> arasında değişiklik göstermektedir (Şentürk vd. 1996).

### 2.2. Mermerlerin Özellikleri

#### 2.2.1. Mermerlerin Fiziksel Özellikleri

##### 2.2.1.1. Görünüş

Doğal taşların boşluk, çatlak, dolgu, damar veya yapay birleştirici gibi kusurlarının olmaması gereklidir.

##### 2.2.1.2. Saydamlık

Mermerlerin ışık geçirebilme kapasiteleri saydamlık olarak tanımlanmaktadır. Saydamlık özelliğine sahip mermerler dekorasyon eşyası yapımında tercih edilmektedir (Tetik ve Yeşilkaya 1997).

##### 2.2.1.3. Renk

Mermerlerin içeriğindeki mineraller kayaçların renklenmesine neden olmaktadır. Mermerlerin kesme ve işlenmesinde olumsuz etki yaratmaktadır. Homojen şekilde dağılmış renkli mermerler tercih edilmektedir. Renkli mermerlerde soluk karışık ve rengin belirsiz olduğu kısımları satışını olumsuz yönde etkilemektedir (Köse ve Onargan 1997).

##### 2.2.1.4. Cila Tutma

Mermerlerin sertliği arttıkça cila tutma özellikleri de artmaktadır. Cila tutmaları mermerler için önemli özelliklerden biridir. Görünüşü önemli olan mermerlerin renklerini ortaya çıkarmaktadır (Tetik ve Yeşilkaya 1997).



### 2.2.1.5. Sertlik

Aşınmaya karşı kayaçların gösterdiği direnç sertlik olarak tanımlanmaktadır. Mermerin cinsine veya içeriğindeki yabancı minerallere bağlı olarak sertlikleri değişkenlik göstermektedir. İçeriğindeki mineraller kesilip, işlenmesini zorlaştırabilmektedir. Gerçek mermerlerde sertlik değeri 3-4 arasındadır. Sert mermerlerin tercih edilme sebebi aşınmaya karşı dayanıklı olmaları ve iyi cila tutmalarıdır (Şentürk 1996).

### 2.2.1.6. Özgül Ağırlık

T.S. 2513 doğal yapı taşları standardına göre özgül ağırlığının 2.55 g/cm<sup>3</sup> değerinden az olmaması gerekmektedir. Mermerin ekonomik değerinin artması özgül ağırlığının artmasıyla doğru orantılıdır.

Bölgeye ve mermer cinsine göre özgül ağırlıklarında değişim çok görülmemektedir. Özgül ağırlıkları fazla olmayan mermer türleri hem sertliğin düşük hem de değerlerinin az olduğu durumlarda kesme maliyetlerinin pahalı olduğu bilinmektedir.

### 2.2.1.7. Birim Hacim Ağırlık

Mermerde en önemli fiziksel özellikleri arasında yer almaktadır. Birim hacim ağırlığı mineralojik bileşime bağlıdır. Bu özellik kayaların hacim hesaplamasında ve nakliyesinde kullanılmaktadır (Güleç 1973).

Analiz ile tabii yapı taşındaki boşluk ile birim hacim kütleleri bulunmaktadır. Mermerlerin birim hacim ağırlıkları 2.2-3.2 g/cm<sup>3</sup> aralığında değişiklik göstermektedir. Birim hacim ağırlık gerçek mermerlerde ortalama değeri 2.70 g/cm<sup>3</sup>'tür (Çizelge 2.1).

**Çizelge 2.1.** Kayaçların hacim ağırlıklarına göre sınıflandırılması

Kaya Sınıfları	Kuru Birim Hacim Ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> )
En düşük	<1.8g/cm <sup>3</sup>
Düşük	1.8g/cm <sup>3</sup> -2.2g/cm <sup>3</sup>
Orta	2.2g/cm <sup>3</sup> -2.55g/cm <sup>3</sup>
Yüksek	2.55g/cm <sup>3</sup> -2.75g/cm <sup>3</sup>
En Yüksek	>2.75g/cm <sup>3</sup>

### 2.2.1.8. Çözülme Kabiliyeti

İnşaat sektöründe sıkça tercih edilen mermerlerde zaman içerisinde çeşitli etkenlerle bozulma gözlemlenmektedir (Ediz 2002). Kayaçlar atmosferle temasa geçtikleri anda zamanla kimyasal ve fiziksel etkiler altında değişime uğramaktadır. Bu sebeple dış cephelerde kullanılan mermerlerin çözülme özelliği önem taşımaktadır. Her mermerde çözülme şiddeti aynı değildir. Su absorbe etme oranı en düşük olan mermerler dış cephede kullanılmaktadır (Onargan ve Köse 1997).

### 2.2.1.9. Doluluk Oranı

Değişmeyecek kütleye ulaşınca kadar kurutulmuş kayaçların 102°C' de boşluksuz hacimlerinin tüm hacmine oranı doluluk oranı olarak tanımlanmaktadır (Ediz 2002). Gerçek mermerlerde doluluk oranı %98 altında olmamalıdır. Kayaçlardaki doluluk oranı arttıkça, kayacın porozitesi düşmektedir.

### 2.2.1.10. Hacimce ve Ağırlıkça Su Emme Oranı

Kayaçlarda su ağırlıklarının, kuru ağırlığa olan oranları su emme oranı olarak tamamlanmaktadır (Köse ve Kahraman 1999). Ediz (2002) bu özelliğin basınç olmadan kayaçların ne miktarda su alabildiğini, bu durumun taşın kompakt olup olmamasına göre değiştiğini söylemektedir. Su emme oranı için yapılan deneyde şekilleri düzgün veya düzgün olmayan en az üç numuneye yapılmalıdır. Kayaçlarda su emme oranlarının fazla olması porozitesinin, boşluklarının, çatlaklarının çok olduğunu göstermektedir.

T.S. 1910 Kaplama taşı olarak kullanılabilirliği olan doğal taşlar standardına göre doğal taşları atmosfer basıncı altında ağırlıkça su emme oranları %0,75'den fazla olmaması gerektiğini göstermektedir. Gözenek dereceleri düşük hakiki mermerlerin hacimce ve ağırlıkça su emme oranları da düşüktür.

### 2.2.1.11. Porozite

Porozite, kayaçlar içerisinde bulunan boşluk olarak tanımlanmaktadır. Kayacın boşluk hacminin, tüm hacmine oranı % ile gösterilerek ifade edilmektedir. Kaliteli mermerin porozite değeri %0,0002 ile %0,5 arasında değişmektedir. Boşlukların artması kayaçların dayanıklılığının azalmasına neden olmaktadır. Mermerin boşluk oranı azaldıkça ekonomik değeri artmaktadır.

### 2.2.1.12. Çatlaklar ve Kırıklar

Yatay yönünde olan çatlaklar genellikle basınca maruz kalan kristallerin zayıf noktalarından kırılmasıyla çatlaklar oluşmaktadır. Yatay yöndeki bu çatlaklar, kristallerin uzun eksenleri boyunca oluşmaktadır.

## 2.2.2. Mermerlerin Kimyasal Özellikleri

Kimyasal özellik mermerlerin tür ve cinslerine bağlı değişiklik göstermektedir. Bu parametre kayaçlardaki kimyasal özellikleri yani fiziksel özelliklerini ayırmada, belirlemede açık hava etkisi, çözülme kabiliyeti, asitlere dayanıklılık, pas tehlikesi gibi özellikleridir.

Kimyasal özellikler, kayaçların fiziksel özelliklerini etkilemektedir. SiO<sub>2</sub>, MgO, CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> gibi tayinler kimyasal deneylerle yapılmaktadır. Bu içeriklerinden dolayı mermerlerin kazandıkları renkler dağılmış, benekli, damarlı biçimde olabilmektedir (Kuşcu 2001).

### **2.2.3. Mermerlerin Mekanik Özellikleri**

#### **2.2.3.1. Tek Eksenli Basınç Direnci**

Belli boyutlara sahip mermerlerde tek eksenli etki eden gerilme karşısındaki davranışı ve kırılmaya karşı gösterdiği direnç özellikleri tek eksenli basınç dayanımı olarak adlandırılmaktadır (Ediz 2002). Taşların uygulanan basınçlara karşı gösterdikleri direnç değerleri standartlara göre kullanım alanlarını belirlemektedir. Kaliteli ürünler için iyi bir mekanik özelliğe sahip olmaları gerekmektedir. Yapılan normal, yüksek sıcaklıkta ki mekanik analizler basınç dayanımına bağlıdır (Enbaya 2019).

#### **2.2.3.2. Eğilme Direnci**

Boyutları standart olan plaka halindeki mermerlerin belli doğrultularda kırılma gösterdikleri dirençler eğilme direnci olarak tanımlanmaktadır. Mermerin eğilme direncinin artması kırılmaya karşı dirençleri de arttırmaktadır. Eğilme direnci için kullanılan standart TS 699'dur. Kireçtaşı, traverten, gerçek mermer ve oniksler için eğilme direnci değeri 60 kgf/cm<sup>2</sup> 'den az olmaması gerekmektedir. Eğilme direnci mermer kullanımı açısından önemli bir parametredir (Şentürk vd. 1996).

#### **2.2.3.3. Darbe Dayanımı**

Standart boydaki mermerlerin doğrultuları belli yönde olan darbeye karşı gösterdikleri direnç darbe dayanımı olarak tanımlanmaktadır. Darbe dayanımı arttıkça kullanma kolaylığı ortaya çıkmaktadır. Mermerlerin kullanım alanı belirlemede önemli bir parametredir.

#### **2.2.3.4. Don Sonrası Tek Eksenli Basınç Direnci**

Mermerler için donma önemli bir özelliktir nedeni çok yıpratıcı bir faktör olmasıdır. Kayaçların gözeneklerindeki su donma ısısına ulaştığında hacminde yaklaşık olarak %10'luk bir artış gözlenmektedir. Donma oluşan kayaçta basınç oluşabilir ve kayaçta parçalanma oluşmaktadır (Ediz 2002). Kullanım alanlarının tercihinde önemli bir özelliktir. Bu direnci en yüksek olan mermer grubu magmatik kökenli mermerlerdir.

### **2.2.4. Mermerlerin Mineralojik Özellikleri**

Çoğu mermerin minerali kalsittir. Kalsit ile birlikte mermerlerin çoğu başka mineralleri de içermektedir. İçerisinde Silikat bulunduran ve silikat bulundurmayan mineraller bulunmaktadır. Genellikle bulunan silikat mineralleri; mika, klorit ve kuvarlar olan minerallerdir. Silikat olmayan mineraller ise; grafitler, limonitler, piritler, hematitlerdir (Şekil 2.1). Mermerlerde kalsit yerine dolomit bulunabilir. Mermerlerin silikat içermesi kıymetli taş geçişini sağlamaktadır.



(a)

(b)

**Şekil 2.1.** Mermer örnekleri (a,b)

### 2.3. Mermerlerin Jeolojik Sınıflandırılması

#### 2.3.1. Sedimanter Mermerler

Traverten, oniks mermerlerin kimyasal ve fiziksel değişimi sonucunda oluşurlar. Sedimanter kökenli mermerler çeşitli kayaçların parçalanıp taşınarak ortamda birikmesi ve çimentolaşmasıyla oluşmuştur. Kayaçların taşınmasının sebebi çoğunlukla sular tarafından gerçekleşmektedir (Kun 2000). Bu kayaçların oluşumu ayrışma, aşınma, parçalanma ile farklı boyutlardaki kayaçlara veya canlı organizmalara ihtiyaç duymaktadır.

Bileşiminde erimiş halde kalsiyum bikarbonat bulunduran kayaçla traverten ve oniks mermerleri olarak tanımlanmaktadır. Kalsiyum bikarbonat yer altı suyunun yüzeye çıkmasıyla sudan ayrılarak katı bir hal almaktadır. Oluşum sıcak su ile olursa traverten, soğuk su ile olmuşsa oniks mermer meydana gelmektedir. Traverten ve oniks türü mermerler kimyasal tortul kayaçlar sınıfında yer almaktadır. Oniks mermerleri, hidrotermal sulardan oluştuğu için kolay şekil alabilen, iyi cila alan fakat sert olduklarından kesme ve parlatma zorluğu yaratan mermerlerdir (Kun 2000).

#### 2.3.2. Metamorfik Mermerler

Kimyasal çökelim veya karbonat içerikli artıkların çökelimi sonucu oluşmaktadır. Bazı metamorfik mermerlerde fosiller bulunmaktadır. Gerçek mermerlerde ise fosil bulunmamaktadır (Tutuş 2007). Kalker, bileşimindeki kalsiyum karbonat miktarı %90'dan fazla olan kayaçlara denmektedir. Yapılarındaki grafit, demir, manganez, kil gibi tali elementler bulunmaktadır (Arıkan 1968).

Mermerlerin Mohs skalasına göre sertlikleri 3-4 arasında değişiklik göstermektedir. İçerisindeki yabancı maddeler, mermerin sertliğini ve rengini etkilemektedir. Bu durum mermerin çeşitliliğini arttırmaktadır. Başkalaşım mermerleri mikroskopla incelendiğinde, birbirine bağlı kalsit kristalleri görülmektedir. Kayaçların soğuma hızı ile büyüklükleri ters orantılı olmaktadır (Görgülü 1994).

### 2.3.3. Magmatik Mermerler

Erimiş silikat, yer kabuğu derinliklerine ilerlemesi ve soğuyarak katılaşması sonucu oluşurlar. Magmatik kayalar yerleştikleri derinliklere göre üç gruba ayrılırlar. Bunlar; derinlik kayaları, damar kayaları, yüzey kayalarıdır. Magmatik kökenli kayalar mermer olarak kullanılmaktadır. Sedimanter türü kayalara göre daha dayanıklıdır. Sertlikleri arttıkça çıkartılmaları ve işlenmeleri orantılı olarak zorlaşmaktadır (Tutuş 2007).

Renklerinin farklı olması lekeli veya alacalı bir görüntü ortaya çıkarmaktadır. Sertliğinin yüksek olması işleniş zorlaştırır, cila almasını ve korumasını arttırmaktadır (Görgülü 1994).

### 2.4. Mermerlerin Ekonomik Sınıflandırması

Mermer olarak kayaların kullanılması, doku ve mineralojik yapısına bakılmadan bilimsel tanımlama ile yapılmakta olan sınıflama türüdür. Mermerlerin ekonomik sınıflandırma sertlik, renk, desen gibi özelliklere bakılarak yapılmaktadır. Uluslar arası belirlenen kurallar kullanılmadan mermer işleyici ve satıcıları arasında kullanılmaktadır. Bu özellikte mermerlerin cila alma ve fiziksel özelliklerine bakılmaktadır (SBB 1996).

Bu sınıflandırma 4 grup altında incelenmektedir.

1. Gerçek mermerler,
2. Traverten ve Oniksler,
3. Serttaşlar (Magmatik ve Volkanik),
4. Renkli doğal taşlar

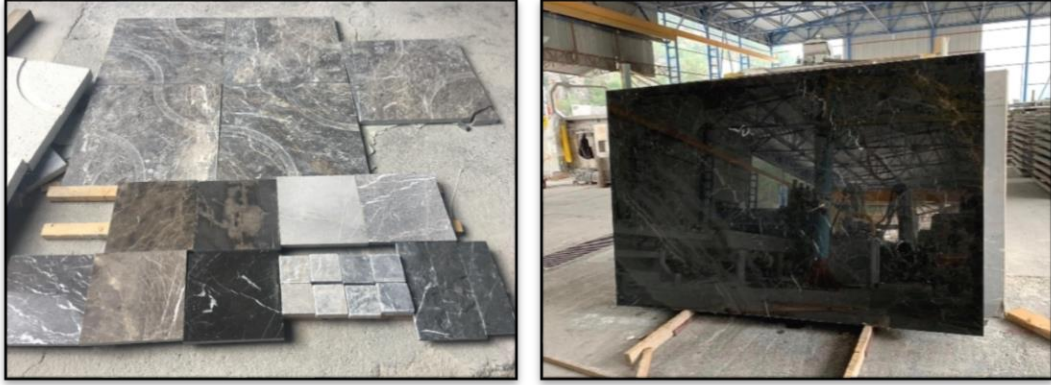
Mermerler bu sınıflandırmada taşın çıkarıldığı bölge ve renkle ya da türüyle adlandırılmaktadır. Afyon Kaymak, Bilecik Beji, Denizli Traverten, Elazığ Vişne, Nevşehir Volkanik Tüfü vb. adlandırmalar örnek verilebilir (Yüzer 2003).

### 2.5. Mermerlerin Kullanım Alanları

Türkiye jeolojik yapısından dolayı mermer kalitesinin yüksek ve rezervinin fazla olduğu bir ülkedir. Mermerlere yapılan fiziksel, kimyasal, jeomekanik, mineralojik özellikleri belirleyen deneyler yapılmaktadır. Mermerlerin kullanım alanları yerlerin belirlenmesi için önemli bir etkidir. Mermerlerin kullanım alanlarına göre doğru seçilmesi gerekmektedir. Doğru seçim için standartlara uygun ürünler belirlenmelidir. Mermer kullanımı, sağlığa zararlı ışınları absorbe eder, fakat diğer malzemelerin ışığı yansıttığı araştırmalar sonucu ortaya konmuştur. Dünya genelinde sağlığa olumsuz bir etkisi olmadığı için mermer kullanılmaktadır.

Mermer üretiminde ileri düzeydeki ülkeler, mermer oluşumu ve mermerin bulunuş özellikleriyle birlikte fiziko-mekanik özelliklerini de incelemektedir. Fiziko-mekanik özelliklerin, mermerin üretiminde ve kullanımında belirleyici bir kriter olduğu bilinmektedir. Ayrıca mermerin blok büyüklükleri ve plaka büyüklükleri mermer

yatağının jeolojik özelliklerini ortaya koymaktadır (Şekil 2.2). Alıcı tarafından talep edilebilir.



(a)

(b)

**Şekil 2.2.** Mermerin değişik boyutlarda kaplama malzemesi örneği (a, b)

Tarih boyunca barınaklarında, tapınaklarda, yollarda ve su kanallarında yapı taşı olarak kullanılmıştır. Geçmişte olduğu gibi günümüzde de en önemli kullanım alanı inşaat sektörüdür. İnşaat sektöründe binaların dış ve iç kaplamasında, anıtlar, heykeller, süs eşyaları imalatında kullanılmaktadır. Bina içlerinde yer döşemesinde, duvar kaplamada mutfak, banyo ve şöminelerde kullanılmaktadır. Hediyeelik eşya olarak; vazo, biblo, kül tablası, masa gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Şekil 2.3). Hediyeelik eşya kullanımında renkleri güzel mermerler tercih sebebi olmuştur. Mermer tüketiminin fazla olduğu diğer bir sektör de mezar taşı olarak tercih edilmesidir.



(a)

(b)

**Şekil 2.3.** Mermer kullanım örnekleri (a,b)

Mermerler, kimyasal bileşimleri bakımından kalsiyum karbonatlı olduklarından yemve gübre, asfalt, yol, kimya ve dolgu olarak kullanılmaktadır. Mermer kırıntıları suni mermer veya mozaik olarak kullanılmaktadır.

## 2.6. Mermerlerin Kaliteleri

Mermerlerin kalitelerinin sınıflandırılması, fabrikanın üretimi veya uygulayan kişilerin montaj yapımı sırasında karşılaştıkları zorluklarda mermerlerin sertliğe göre çalışma yapılıır.

**A Sınıfı:** Bu sınıfı oluşturan mermerler, az miktarda çatlak ve kusurdur. Yüksek çalışma kalitesi olan mermer sınıfıdır.

**B Sınıfı:** B sınıfı mermer, A sınıfı kalitedeki mermerler ile benzerler, yüzeyleri az kusurlu olması nedeniyle düşük miktarda dolgu yapılması yeterlidir.

**C Sınıfı:** Çok sayıda çatlak, damar onarımlarında reçine ya da dolgu, epoksi gibi yapıştırma yöntemleri kullanılan mermer türüdür.

**D Sınıfı:** Çok yüksek seviyede doğal hatası olan ve çalışma esnasında zorluk yaratan mermer çeşidi sınıfıdır. Bu sınıftaki mermerlere fazla miktarda epoksi ya da dolgu gibi yapıştırma işlemleri uygulanmalıdır. Bu gruptaki mermerler renkli mermerlerden oluşur. Dekoratif olarak kullanımı tercih edilmelidir.

## 2.7. Doğal Yapı Taşlarında TS Standartları

Doğal taşlar, kullanım alanlarının belirlenmesi ve kullanılacak yerlerde uygun olup olmadığını belirlemede önemlidir. Standartlara uygunluk gösteren doğal taşların ticari olarak alım satımı yapılabilir. Standart dışı ürünler ise piyasada kullanım imkanı bulamamaktadır. Bu yöntem ile kaliteli ve dayanıklı olan taşlar desen ve renk benzerlikleri bakımından standarda uygun olmayan doğal taşlardan ayrılmaktadır (Büyüksağış ve Gürçan 2005).

Türk Standartları Enstitüsü (TSE) Türkiye’de bulunan doğal taşların Amerikan Standartları (ASTM)’nda verilmekte olan sınırları kullanarak düzenlemeler yapılmıştır. ASTM ile TS standartlarının karşılıkları aynı gruptaki kayaçlar için birbirlerine uygunluk göstermemektedir.

Fiziksel ve mühendislik özellikler bakımından yapı işlerinde kullanılmaya elverişli, tek veya çeşitli minerallerin, kayaç parçacıklarının bir araya gelmesiyle doğal olarak oluşmuş katı maddeler doğal yapı taşı olarak tanımlanmaktadır (TS 699). Ocaklardan numune alınmadan önce taşların, kökenleri, yaşları, yapısal özellikleri, dokusu tespit edilmelidir. Yapılan tespitler sonucunda inceleme raporu hazırlanmaktadır.

Doğal taş nitelik tanımlamaları, yürürlükteki yapı ve kaplama taşı standartına, yapılan projelerin şartnamelerine veya taraflar arasında yapılan sözleşmelerde belirtilmektedir. Ürünlerin kalitelerinin tanımlamasında alt sınırlamalar sözleşmeler ve

şartnameler ile sağlanmaktadır. Türk Standartları Enstitüsünün hazırladığı mermer standartlarından bazıları Çizelge 2.2’de ve Çizelge 2.3’de görüldüğü gibidir.

**Çizelge 2.2.** Doğal taş TS analiz standartları (TSE, Ankara)

TS EN 1926	Doğal taş - Basınç Dayanımı Tayini
TS EN 12371	Doğal taş – Dona Dayanım Tayini
TS EN 13755	Doğal taş – Atmosfer Basıncında Su Emme Tayini
TS EN 12372	Doğal taş – Yoğun Yük Altında Eğilme Dayanımı Tayini
TS EN 14158	Doğal taş – Kopma Enerjisi Tayini
TS EN 1936	Doğal taş – Gerçek Yoğunluk, Görünür Yoğunluk, Toplam ve Açık Gözeneklilik Tayini
TS EN 14205	Doğal taş – Knoop Sertliğinin Tayini
TS EN 12670	Doğal taş – Terimler ve Tarifler
TS EN 12407	Doğal taş- Petrografik İnceleme

Magmatik taşlar, granit, siyenit, gabro, diyorit, serpantin vb.; sedimanter taşlar, kireçtaşı, traverten, breş, jips, dolomit vb.; metamorfik taşlar, şist, gnays, fillit, amfibolit, mermer vb. taşların sınıflandırılması TS EN 12670 standartına göre yapılmaktadır.

Magmatik, sedimanter ve metamorfik taşlar oluşum koşulları farklı fiziksel ve kimyasal koşullarla karı durumlarını koruyan taşlar, dokusal, mineralojik ve yapısal yönden değişime uğramaktadır. Bu sebeple, metamorfik taşların incelemesi sedimanter veya magmatik kayaçlar ile aynı esaslarda yapılmaktadır. Petrografik inceleme Çizelge 2.3.’de görüldüğü gibi TS EN 1467 Ek A’da belirtildiği gibi alınan numunelerin petrografik özelliklerinin tayini ve TS EN 12407’de gerekli incelemeler ile yapılmaktadır.

**Çizelge 2.3.** Doğal taş TS standartları (TSE, Ankara)

TS EN 1468	Doğal taşlar işlenmemiş plakalar özellikler
TS EN 1467	Doğal taş ham bloklar özellikleri
TS EN 1341	Dış zemin döşemeleri için tabii kaplama taşları özellikler ve deney metotları
TS EN 1342	Dış zemin döşemeleri için tabii parke taşları gerekler ve deney yöntemleri
TS EN 1343	Dış zeminlere döşeme doğal bordür taşları gerekler ve deney yöntemleri
TS EN 12057	Doğal taş mamuller modüler karolar gerekler
TS EN 12058	Siyenit yapı ve kaplama taşı olarak kullanılan tadil 1



Kaplamada kullanılmakta olan kayaçların sahip olması gereken fiziko-mekanik özellikler için sınır değerlerini TS 1910, kayaçların yapı taşı olarak kullanılması için bir değere sahip olması gerekir bu değer fizik-mekanik özelliklerini tanımlayan sınır değerini TS 2513, mermer üretebilecek kayaçlar doğal yapı malzemesi olarak kullanılması için gerekli fiziko-mekanik özelliklerin sınır değerini tanımlayan TS 10449 standartları Çizelge 2.4., Çizelge 2.5. ve Çizelge 2.6’da görüldüğü gibidir.

**Çizelge 2.4.** Yapı malzemesi olarak kullanılan mermerlerde aranan özellikler (TS 2513)

Fiziksel özellikleri	Sınır değeri	Mekanik özellikleri	Sınır değeri
Birim Hacim Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	2.55’den büyük	Tek Eksenli Baınç direnci (kg/cm <sup>2</sup> )	500’den büyük
Ağırlıkça Su Emme Oranı (%)	1.80’den küçük	Eğilme Direnci (kg/cm <sup>2</sup> )	50’den büyük
Don Sonrası Ağırlık Kaybı(%)	5’den küçük	Böhme Yüzeysel Aşınma Direnci (cm <sup>2</sup> /50)	15’den küçük
		Darbe Direnci (Kgf/cm <sup>2</sup> )	6’dan büyük

**Çizelge 2.5.** Kaplamada kullanılabilirlik için fiziksel ve mekanik özellik sınır değerleri (TS 1910)

Fiziksel özellikleri	Sınır değeri	Mekanik özellikleri	Sınır değeri
Birim Hacim Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	2.55’den büyük	Tek Eksenli Baınç direnci (kg/cm <sup>2</sup> )	500’den büyük
Ağırlıkça Su Emme Oranı (%)	0.75’den küçük	Eğilme Direnci (kg/cm <sup>2</sup> )	50’den büyük
Porozite (%)	2’den küçük	Böhme Yüzeysel Aşınma Direnci (cm <sup>2</sup> /50)	15’den küçük
Don Sonrası Ağırlık Kaybı (%)	5’den küçük		

**Çizelge 2.6.** Mermer örneklerinin doğal yapı malzemesi olarak kullanılabilmesi için fiziksel ve mekanik özelliklerinin sınır değerleri (TS 10449)

Fiziksel özellikleri	Sınır değeri	Mekanik özellikleri	Sınır değeri
Ağırlıkça Su Emme Oranı (%)	<0.4	Tek eksenli Basınç direnci (kg/cm <sup>2</sup> ) (Döşeme) Tek eksenli Basınç direnci (kg/cm <sup>2</sup> ) (Kaplama)	>500 >300
Doluluk Oranı (%)	>98	Eğilme Direnci (kg/cm <sup>2</sup> )	>60
Don Sonrası Ağırlık Kaybı (%)	<1	Don Sonrası Basınç Direnci (kg/cm <sup>2</sup> )	<15
		Böhme Yüzeysel Aşınma Direnci (cm <sup>2</sup> /50)(Döşeme) Böhme Yüzeysel Aşınma Direnci (cm <sup>2</sup> /50)(Kaplama)	<15 <25
		Darbe Dayanımı (Kgf/cm <sup>2</sup> ) (Döşeme) Darbe Dayanımı (Kgf/cm <sup>2</sup> ) (Kaplama)	>6 >4

### 3. MATERYAL ve METHOD

#### 3.1. Arazi Çalışmaları

Mermer numunelerinin alınması için gerekli hazırlıklar yapılmıştır. Bu kapsamda bölgenin jeolojik haritası, stratigrafik kesiti incelenmiştir. İnceleme alanının jeolojik özellikleri hakkında bilgi edinilmiştir.

##### 3.1.1. Saha Çalışmaları

Saha çalışmalarında, bölgenin jeolojisi incelenmiştir. Arazi koşulları dikkate alınarak program yapılmıştır. Numuneler mostra ve ocaklardan alınmıştır (Şekil 3.1, Şekil 3.2).



Şekil 3.1. Alanya Obaalacami köyü mermer ocağı

Obaalacami köyünde bulunan mermer ocağı ile görüşülüp gerekli giriş, numune alımı hakkında izinler alınmıştır. Mermer ocağının genel bilgileri alınmıştır. Arazi çalışması başlamadan maden konumu, özellikleri, arazi koşulları incelenmiştir.



Şekil 3.2. Alanya Obaalacami köyü mermer ocağı farklı açıdan görünüm

Saha çalışmasında numunelerin alınması için lup, jeoloji çekici, GPS kullanılmıştır. Saha çalışmasında numunenin alımı sırasında ilk adım konumunun kaydedilmesidir. Numuneler özel torbalara konmuştur.

Bölgeden alınan numuneler fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi için uygun lokasyonlardan seçilerek alınmıştır. Numuneler, fiziko-mekanik özelliklerin test edilmesi için Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümüne gönderilmiştir. İnşaat Mühendisliği bölümünde yapılan analiz sonuçları Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği bölümüne gönderilmiştir. Sonuçların incelenmesi yapılmıştır.

### 3.1.2. Örnekleme

Antalya ili, Alanya ilçesi Obaalacamide bulunan mermer ocağı incelenmiştir. Numuneler bölgeden sistematik olarak alınmıştır. Numune sayılarının dağılımları mermer ocağının durumuna göre değişiklik gösterebilmektedir (Çizelge 3.1).

**Çizelge 3.1.** Yapılan fiziko-mekanik analizler, numune sayıları ve ölçüleri

Analizlerin İsimleri	Numune Sayıları	Numune Ölçüleri
Knoop Sertlik Tayini	12	10×7×10
Gerçek Yoğunluk, Görünür Yoğunluk, Toplam ve Açık Gözeneklilik Tayini	24	5×5×5
Renk Tayini	12	5×5×5
Atmosfer Basıncı Altında Su Emme Tayini	24	5×5×5
Tek Eksenli Basınç Dayanımı	40	5×5×5
Aşınma Direnci Tayini	12	10×7×2
Don Tesirine Dayanıklılık ve Don Sonrası Basınç Dayanımı	40	5×5×5
Don Tesirinden Sonra Knoop Sertlik Tayini	40	5×5×5
Don Tesirinden Sonra Renk Tayini	40	5×5×5

### 3.2. Laboratuvar Çalışmaları

Yüksek lisans tez konusu, inceleme alanından alınan koyu füme mermerlerinin fiziko-mekanik özelliklerini belirlemek üzere laboratuvar ortamında analizleri yapılacaktır. Yapılacak analizler için örnek sayıları belirlenmiştir. Alanya Obaalacamide bulunan firma ile görüşülmüştür. Gereken numuneler alındıktan sonra analizlerin yapılması için numuneler laboratuvarlara gönderilmiştir.

Laboratuvar tarafından sonuçlanan analizler maden yatakları ve jeokimya laboratuvarında hazırlanmıştır.

Numunelerin kırma işlemi için jeolog çekici kullanılmıştır (Şekil 3.3). Havan öğütücüde öğütme yapılmıştır. Her numunede yapılan öğütmeden sonra gerekli temizleme işlemi yapılmıştır. Yıkanan malzemeler kompresör ile kurutulmuştur.



**Şekil 3.3.** Numunelerin jeolog çekiciyle parçalara ayrılması

Araziden temin edilen numuneler, Maden Yatakları laboratuvarında homojenliğe ulaşıncaya kadar öğütülmüştür (Şekil 3.4). Öğütülen numuneler 24 saat 105°C'de etüvde bekletilmiştir (Şekil 3.6). Etüvden alınan numuneler kül fırın için birer gram olarak tartılarak hazırlanmıştır (Şekil 3.5). 1050°C'de 2 saat kül fırına koyulmuştur (Şekil 3.8). Kül fırından alınan numuneler tekrar tartılmıştır (Şekil 3.7). Kül fırın öncesi ve sonrasındaki ölçümlerle gerekli hesaplamalar yapıp XRF sonuçlarında gerekli olan LOI değeri bulunmuştur. Etüvden çıkarılan numuneler pellet yapımı için borik asit kullanılarak preslenerek disk haline getirilmiştir (Şekil 3.9). Pelletler XRF Cihazında,

numune yapısına göre okutulmuştur (Şekil 3.10) (Şekil 3.11). XRF metot ve açıklaması için TS EN 15309 standardı kullanılmaktadır (Çizelge 3.2).



Şekil 3.4. Öğütme işlemi



Şekil 3.5. Numune tartımı



Şekil 3.6. Etüv

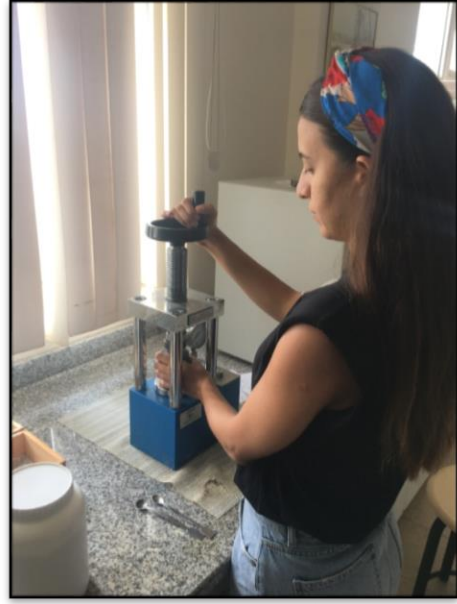


Şekil 3.7. Kül fırına hazırlama





Şekil 3.8. Kül fırın



Şekil 3.9. Pellet hazırlama



Şekil 3.10. XRF cihazı



Şekil 3.11. Numune pelletleri

**Çizelge 3.2.** TS EN ISO/IEC 17205 Standardına göre akredite edilen analiz/test (MTA, 2019)

Analiz/Test Kodu	Analiz/Test Adı	Dedeksiyon Limiti		Metot/Açıklama	
		Alt	Üst		
35-30-AJ-30	Doğal Taşlar XRF Kimyasal Analizi		Alt	Üst	TS EN 15309 Standardına uygun yapılmaktadır. Mermer, Granit, Andezit-Bazalt numunelerine uygulanır.
			Mermer		
			Granit		
			Andezit - Bazalt		
		CaO	%47,49	%56,00	
			%0,09	%3,76	
			%4,92	%13,30	
		SiO <sub>2</sub>	%0,12	%3,08	
			%67,10	%76,95	
			%47,96	%58,84	
		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%0,01	%1,10	
			%10,64	%15,52	
			%14,98	%16,89	
		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%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	

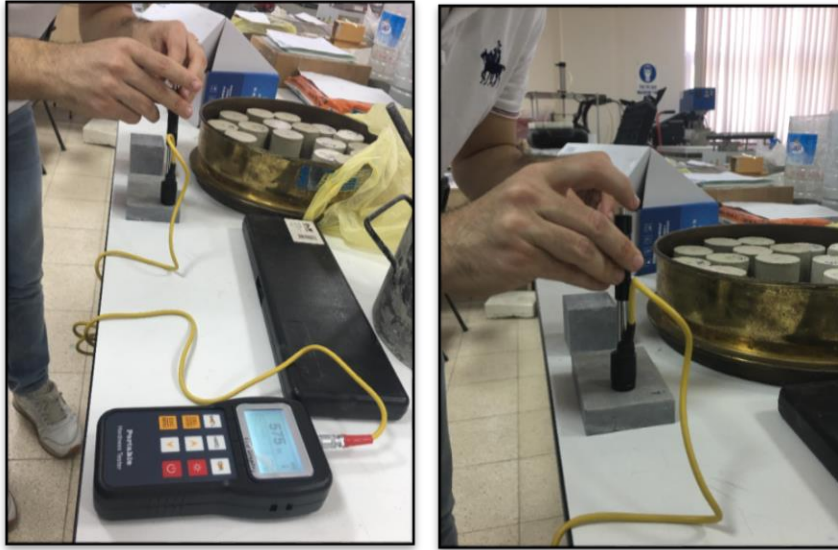


### 3.3. Fiziko-Mekanik Analiz

#### 3.3.1. Knoop Sertlik Tayini

Statik ya da dinamik yükleme koşullarında çizilme, sürtünme, kesilmelere karşı meydana gelen dayanım sertlik olarak tanımlanmaktadır. Sertlik, Uluslararası Birimler Sistemi (SI)'de yer alır. Bu sebeple sertlik değerleri, bazı mühendislik alanlarında doğrudan kullanılamamaktadır. Bazen mekanik özelliklerin tahmin edilmesi veya farklı malzemelerin kıyaslanmasında kullanılmaktadır. Doğal taşların laboratuvar koşulları dahilinde knoop sertliğine uygunluğudur.

Knoop sertliği, 1939 yılında ABD'de iyileştirilmiştir. Numunelerin kenarları eş piramit şeklindeki elmas uçlar kullanılarak, elmas uçların kısa köşeleri, uzun köşegenleri arasında 1/7'lik bir oran belirlenmiştir. Ucun en açısı  $130^\circ$ , boy açısı  $172^\circ$ 'dir (Sert vd. 2017). Sertliği hesaplamada kuvvet ile oluşan iz mikroskop ile hesaplanmaktadır. Daha sonra her sertlik izi için denklem kullanılmış ve analizde alınan numunelerin tam değere yakın olarak knoop sertlikleri hesaplanmıştır (Şekil 3.12).



(a)

(b)

Şekil 3.12. Sertlik ölçümü örnek gösterim (a, b)

#### 3.3.2. Renk Tayini

Mermer piyasasında renk ve desen önemli bir kriterdir. Uluslararası pazarda yüksek satış sebebidir (Şekil 3.13).



**Şekil 3.13.** Renk tayini örnek gösterim

### **3.3.3. Gerçek Yoğunluk, Görünür Yoğunluk, Toplam ve Açık Gözeneklilik Tayini**

Doğal taşların içinde belli hacimde boşluklar bulunmaktadır. Kireçtaşlarında genellikle birincil boşluk, ikincil boşluk ve karstik boşluklarla karşılaşmamız mümkündür. Bu deney, düzenli geometrideki kayaç numunelerinde gözenekliliğin ve boşluk oranının saptanması amacıyla yapılmıştır.

### **3.3.4. Aşınma Direnci Tayini**

Aşınma direnci, mermerlerin hesaplanan knoop sertliklerine göre dönüşebilen fiziksel bir unsur olarak bilinmektedir. Mermer yüzeylerinde aşınma seviyesi ve aşınma oranı, laboratuarda yapılan mekanik analiz metotlarıyla bulunmaktadır. Bu analiz mermerlerin değerlendirilme şekli ve kategorilere ayrılması açısından önemlidir.

### **3.3.5. Tek Eksenli Basınç Dayanımı**

Mermerlerin, taşıyabildiği ya da direnebildiği en yüksek seviyedeki basınç olarak ifade edilmektedir. Laboratuvarda en yüksek basınç uygulanıp yapılan analiz mermerlerin değerlendirme parametrelerine göre elverişli biçimde kategorilere ayrılmasını sağlamaktadır.

### **3.3.6. Atmosfer Basıncında Su Emme Tayini**

Mermer numunelerine su takviye edilmesiyle doymun hale gelmesi sağlanır, materyalin içindeki su taşana kadar su ilave edilir. Ölçüm işlemi sabit kütleye ulaşılması ile uygulanmaktadır (Şekil 3.14).



**Şekil 3.14.** Atmosfer basıncında su emme tayini örnek gösterim

### 3.3.7. Don Tesirlerine Dayanıklılık ve Don Sonrası Basınç Dayanımı

Don tesirlerinde dayanıklılık ile don sonrasında basınç dayanımı için önemli olan durum boşlukları ve gözenekleridir. Kütle ve birim hacim olarak incelenmektedir. Mermer içinde boşluk bulundurmeyen birim hacim kütle özgül kütle olarak adlandırılmaktadır. Araziden alınmış numunelerin don tesirleri analizleri yaptırılmıştır. Dayanabilecekleri basınç dirençleri MPa cinsinden belirlenmektedir.

## 3.4. Kimyasal Analiz

### 3.4.1. XRF Analizi

XRF elementel kompozisyonu belirlemede kullanılan önemli yöntemler arasında yer almaktadır. XRF ile kantitatif (nicel) analiz yapılmaktadır. Atom numarası 9-92 arasında olan elementleri analiz edebilir. Bu yöntemle; ana element oksitleri % ağırlık cinsinden, eser elementleri, geçiş elementleri, nadir toprak elementleri ppm düzeyinde analiz edilmektedir.

X- ışını numuneyi hedef alana yerleştirerek X- Işınlarnı emisyon spektrumunu elde etmek, bunun bir çok materyalde uygulanmasındaki zorluklar sebebiyle sık tercih edilen bir yöntem değildir. Bunun yerine numunenin ışınlanması yaygın olarak X- Işınları tüpünde ya da radyoaktif kaynaktan gelen X-ışını demetiyle sağlanmaktadır. Bu durumdaki mevcut olan birincil X-ışınları numunedeki elementler ile absorblanır. Kendi karakteristik özelliğini taşıyan X-ışını floresansları yayılım gösterir.

X-ışınları floresansı (XRF), atom numaraları oksijenden büyük (>8) elementlerin kalitatif analizinde en çok tercih edilen analitik yöntemlerden biridir. Bununla birlikte yarı kantitatif ve kantitatif elementel analizler içinde kullanılmaktadır. XRF, elemental analiz tekniğinin aksine numuneyi tahrip etmediği için tercih sebebidir (Skoog vd. 1998).

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Antalya ili Alanya ilçesi Obaalıcami mevkinde bulunan mermer ocağından alınan koyu füme mermerlerinden fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi için fiziko-mekanik analizler yaptırılmıştır. Analizler TS EN 14205, TS EN 1936, TS EN 14158, TS EN 1341 Ek-C, TS EN 1926, TS EN 12372, TS EN 13755, TS EN 12371 TS standartlarına göre yapılmıştır.

##### 4.1. Knoop Sertlik Tayini Değerleri – TS EN 14205\*

10\*7\*10 cm boyutlarındaki mermer numuneleri her numune için üçer test şeklinde yapılmıştır. Bulunan sonuçlar arasında değişiklik görülmüştür. En düşük knoop sertlik derecesi 158, en yüksek derece ise 232 olarak bulunmuştur. Ortalama değerleri Çizelge 4.1.'de görüldüğü gibi 199 olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 4.1.** Knoop sertlik tayini (10\*7\*10)

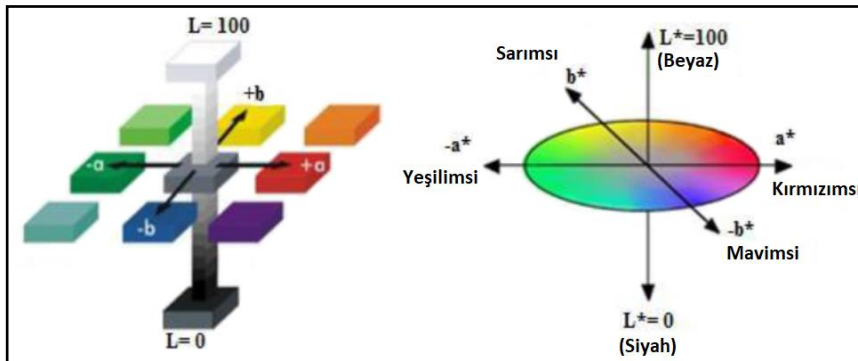
Numuneler		Knoop Sertlik Dereceleri	Ortalama Değeri
1	Analiz No:1	232	199
	Analiz No:2	158	
	Analiz No:3	188	
2	Analiz No:1	210	
	Analiz No:2	202	
	Analiz No:3	205	
3	Analiz No:1	213	
	AnalizNo:2	193	
	AnalizNo:3	195	

5\*5\*5 cm boyutlarındaki mermer numuneleri her numune için üçer test şeklinde yapılmıştır. 10\*7\*10 ölçülerindeki mermer sertlik dereceleriyle karşılaştırıldığında bu analizdeki derecelerin daha yüksek olduğu Çizelge 4.2.'de görülmektedir. 5\*5\*5 boyutlarındaki numunelere yapılan analizde sertlik derecesi 328-465 arasında değişiklik göstermektedir. Ortalama değer ise 425 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Knoop sertlik tayini (5\*5\*5)

Numuneler		Knoop Sertlik Derecesi	Ortalama Değer
1	Analiz No:1	410	425
	Analiz No:2	464	
	Analiz No:3	328	
2	Analiz No:1	365	
	Analiz No:2	361	
	Analiz No:3	431	
3	Analiz No:1	413	
	AnalizNo:2	475	
	AnalizNo:3	362	
4	AnalizNo:1	457	
	AnalizNo:2	465	
	Analiz No:3	452	
5	Analiz No:1	459	
	Analiz No:2	482	
	Analiz No:3	463	
6	Analiz No:1	441	
	Analiz No:2	437	
	Analiz No:3	432	

#### 4.2. Renk Tayini



Şekil 4.1. Renk tayini skalası (Şentürk vd. 1995)

Çizelge 4.3’de görüldüğü gibi numunelerde a ve b koordinat değerleri üçüncü bölgede çıkmıştır. Renkleri yeşilimsi gri aralığında bulunmaktadır. A koordinat değeri ortalaması -0.74, standart sapması 0.10 olarak bulunmuştur. B koordinat değeri ortalaması -1.78, standart sapması 0.31 olarak bulunmuştur. Açıklık koordinatı (L) ortalaması 57.57, standart sapması 2.73’dir. Açıklık koordinatı renk skalasında gri-füme aralığında kalmaktadır.

**Çizelge 4.3. Renk tayini**

İ Kodlu Numuneler		L	a	b	E
1	Analiz No: 1	59.41	-0.74	-1.46	59.43
	Analiz No: 2	56.76	-0.69	-2.00	56.80
	Analiz No: 3	56.97	-0.55	-1.42	56.99
2	Analiz No: 1	53.86	-0.87	-2.23	53.91
	Analiz No: 2	60.50	-0.70	-1.80	60.53
	Analiz No: 3	56.60	-0.69	-1.64	56.63
3	Analiz No: 1	62.59	-0.73	-1.38	62.61
	Analiz No: 2	55.76	-0.82	-1.99	55.80
	Analiz No: 3	55.68	-0.84	-2.07	55.72
<b>Ortalama</b>		57.57	-0.74	-1.78	57.60
<b>Standart Sapma</b>		2.73	0.10	0.31	2.72

#### 4.3. Gerçek Yoğunluk, Görünür Yoğunluk, Toplam ve Açık Gözeneklilik Tayini Değerleri –TS EN 1936

**Çizelge 4.4. Gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk, toplam ve açık gözeneklilik tayini**

Numunelerin Kodu	$m_a$ (g)	$m_b$ (g)	$m_s$ (g)	$\rho_b$ (g/cm <sup>3</sup> )	Açık gözeneklilik (%)	Toplam gözeneklilik (%)	Komposite (%)
İ-1	357.50	226.00	358.50	2.69	0.75	1.73	98.27
İ-2	342.00	216.50	343.50	2.69	1.18	1.92	98.08
İ-3	354.00	224.00	355.00	2.70	0.76	1.57	98.43

**Çizelge 4.4.** Gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk, toplam ve açık gözeneklilik tayini (devamı)

<b>İ-4</b>	357.50	226.50	358.00	2.71	0.38	0.98	99.02
<b>İ-5</b>	358.00	227.00	359.50	2.70	1.13	1.59	98.41
<b>İ-6</b>	355.00	225.00	356.00	2.70	0.76	1.30	98.70
<b>İ-7</b>	358.00	227.00	359.00	2.71	0.76	1.22	98.78
<b>İ-8</b>	343.00	217.50	344.00	2.71	0.79	1.24	98.76
<b>İ-9</b>	339.50	215.00	340.50	2.70	0.80	1.47	98.53
<b>İ-10</b>	341.50	217.00	342.50	2.72	0.80	0.89	99.11
<i>Ortalama</i>				2.70	0.81	1.39	98.61
<i>Standart Sapma</i>				0.01	0.22	0.33	0.33

Çizelge 4.4’de görüldüğü gibi 10 adet numunenin kuru numune kütlesi, suda numune kütlesi, havada numune kütlesi ve görünür yoğunluklarının hesaplanmasının ardından görünür yoğunluk, açık gözeneklilik, toplam gözeneklilik ve komposite değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler, görünür yoğunluk için; 2.69 g/cm<sup>3</sup>, 2.69 g/cm<sup>3</sup>, 2.70 g/cm<sup>3</sup>, 2.71 g/cm<sup>3</sup>, 2.70 g/cm<sup>3</sup>, 2.70 g/cm<sup>3</sup>, 2.71 g/cm<sup>3</sup>, 2.71 g/cm<sup>3</sup>, 2.70 g/cm<sup>3</sup>, 2.72 g/cm<sup>3</sup>’dür. Açık gözeneklilik için numune değerlerine bakıldığında %0.75- %1.18 arasında değerler bulunmuştur. Toplam gözeneklilik değerleri sırasıyla; %1.73, %1.92, %1.57, %0.98, %1.59, %1.30, %1.22, %1.24, %1.47, % 0.89’dur. Komposite değerleri %98.27, %98.08, %98.43, %99.02, %98.41, %98.70, %98.78, %98.76, %98.53, %99.11 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda numunelerin görünür yoğunluk ortalaması 2.70, standart sapması 0.01; açık gözeneklilik ortalaması %0.81, standart sapması 0.22; toplam gözeneklilik ortalaması %1.39, standart sapması 0.33; komposite değerlerinin ise ortalaması %98.61, standart sapmaları 0.33 olarak bulunmuştur.

#### 4.4. Aşınma Direnci Tayini Değerleri – TS EN 1341 Ek-C

**Çizelge 4.5.** Aşınma direnci tayini

Numunelerin Kodu		Aşınma uzunlukları (mm)	Ortalama uzunluk (mm)	Standart sapması
<b>İ</b>	<b>1</b>	16.24	16.31	0.41
	<b>2</b>	16.75		
	<b>3</b>	15.93		

**Çizelge 4.5.** Aşınma direnci tayini (devamı)

Numunelerin Kodu		Aşınma uzunlukları (mm)	Ortalama uzunluk (mm)	Standart sapması
İ	4	17.65	16.31	0.41
	5	16.67		

Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi bu analiz mermerlerde şekil ve kategoriye ayrılmada kullanılmaktadır. Numunelerde aşınma uzunluğu (mm) sırası ile 16.24, 16.75, 15.93, 17.65, 16.67 ortalama uzunlukları 16.31 mm, standart sapması 0.41 olarak bulunmuştur.

#### 4.5. Tek Eksenli Basınç Dayanımı – TS EN 1926

**Çizelge 4.6.** Tek eksenli basınç dayanımı

Numune Kodu	L (mm)	l (mm)	Yüzey alanı (mm <sup>2</sup> )	Kırılma yükü değeri (kN)	Basınç dayanımı değeri (MPa)	Ortalama Değeri (MPa)	Standart sapması
İ	1	51.52	50.39	2596.09	475.50	150.95	32.61
	2	51.45	50.60	2603.37	245.70		
	3	50.29	50.70	2549.70	466.40		
	4	50.39	50.57	2548.22	372.40		
	5	50.05	50.67	2536.03	369.70		
	6	50.45	50.85	2565.38	393.30		

Tek eksenli basınç dayanımı tayininde numunelerin yüzey alanı için belirlenen en düşük değer 2536.03, en yüksek değer ise 2603.37 olarak hesaplanmış ve bu doğrultuda kırılma yükleri ve basınç dayanımları bulunmuştur. Kırılma yükü kN cinsinden hesaplanmaktadır. Yapılan analizde en yüksek kırılma yükü 1. Numunede 475.50 olarak görülmüştür. Basınç dayanımı sırasıyla 183.16, 94.38, 182.92, 146.14, 145.78, 153.31 MPa’dır. Çizelge 4.6’da görüldüğü gibi ortalama değerleri 150.95 MPa, standart sapması 32.61’dir.



#### 4.6. Yoğun Yük Altında Eğilme Dayanımı – TS EN 12372

Çizelge 4.7. Yoğun yük altında eğilme dayanımı

Numune Kodu	b (cm)	h (cm)	Kırılma yükü (kN)	Eğilme dayanımı (MPa)	Ortalama Değeri (MPa)	Standart sapması	
İ	1	3.00	2.50	2.00	24.00	12.42	5.30
	2	3.00	2.60	1.20	13.31		
	3	3.00	2.70	1.10	11.32		
	4	3.00	2.60	0.60	6.66		
	5	3.00	2.60	1.10	12.20		
	6	3.00	2.70	1.20	12.35		
	7	3.00	2.70	0.70	7.20		
	8	3.00	2.70	1.20	12.35		

Yoğun Yük Altında Eğilme Dayanımı deneyinde numunelerin ortalama dayanımları 12.42 MPa, standart sapmaları 5.30 olarak Çizelge 4.8’de görüldüğü gibidir.

#### 4.7. Atmosfer Basıncında Su Emme Tayini – TS EN 13755

Çizelge 4.8. Atmosfer basıncında su emme tayini

Numune Kodu	$m_a$ (g)	$m_s$ (g)	Su emme miktarı (%)	Ortalama Değeri (%)	Standart sapması
İ-1	357.50	358.50	0.28	0.30	0.08
İ-2	342.00	343.50	0.44		
İ-3	354.00	355.00	0.28		
İ-4	357.50	358.00	0.14		
İ-5	358.00	359.50	0.42		
İ-6	355.00	356.00	0.28		
İ-7	358.00	359.00	0.28		
İ-8	343.00	344.00	0.29		

**Çizelge 4.8.** Atmosfer basıncında su emme tayini (devamı)

Numune Kodu	$m_d$ (g)	$m_s$ (g)	Su emme miktarı (%)	Ortalama Değeri (%)	Standart sapması
İ-9	339.50	340.50	0.29	0.30	0.08
İ-10	341.50	342.50	0.29		

Çizelge 4.9’da görüldüğü gibi 10 adet numune için atmosfer basıncında su emme tayini yaptırılmıştır. Etüvde numune kütlesi sırasıyla; 357.50, 342.00, 354.00, 357.50, 358.00, 355.00, 358.00, 343.00, 339.50, 341.50’dir. Suya doymun numune kütle değeri en yüksek 359.50, en düşük ise 340.50 olarak belirlenmiştir. Numunelerin su emme miktarları % cinsinden; 0.14-0.44 aralığında bulunmuştur. Ortalaması %0.30, standart sapması 0.08’dir.

#### 4.8. Don Tesirlerine Dayanıklılık Ve Don Sonrası Basınç Dayanımı - TS EN 12371 (48 Döngü)

**Çizelge 4.9.** Don tesirlerine dayanıklılık ve don sonrası basınç dayanımı

Numune Kodu	$m_d$ (g)	$m_b$ (g)	$m_s$ (g)	$\rho_b$ (g/cm <sup>3</sup> )	Açık gözeneklilik değeri (%)	Toplam gözeneklilik değeri (%)	Kompasitesi (%)	Kütle kaybı değeri (%)
İ-1	357.50	227.00	359.00	2.70	1.14	1.35	98.65	0.00
İ-2	342.00	217.00	344.50	2.68	1.96	2.30	97.70	0.00
İ-3	354.00	225.00	355.50	2.71	1.15	1.20	98.80	0.00
İ-4	357.50	226.50	359.00	2.69	1.13	1.73	98.27	0.00
İ-5	358.00	226.50	360.50	2.67	1.87	2.69	97.31	0.00
İ-6	355.00	225.50	356.50	2.70	1.15	1.30	98.70	0.00
İ-7	358.00	227.50	359.00	2.72	0.76	0.84	99.16	0.00
İ-8	343.00	218.00	344.50	2.71	1.19	1.24	98.76	0.00
İ-9	339.50	215.50	341.50	2.69	1.59	1.86	98.14	0.00
İ-10	341.50	216.50	344.00	2.67	1.96	2.44	97.56	0.00
Ortalama				2.69	1.39	1.69	98.31	0.00
Standart Sapma				0.02	0.42	0.62	0.62	0.00

Çizelge 4.10’da görüldüğü gibi 10 adet numunenin kuru numune kütlesi, suda numune kütlesi, havada numune kütlesi ve görünür yoğunluklarının hesaplanmasının ardından görünür yoğunluk, açık gözeneklilik, toplam gözeneklilik, kompasite, kütle kaybı değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler, görünür yoğunluk için;  $2.67 \text{ g/cm}^3$ -  $2.72 \text{ g/cm}^3$  arasındadır. Bu sonuçlar doğrultusunda numunelerin görünür yoğunluk ortalaması 2.69, standart sapması 0.02; açık gözeneklilik ortalaması %1.39, standart sapması 0.42; toplam gözeneklilik ortalaması %1.69, standart sapması 0.62; komposite değerlerinin ise ortalaması %98.31, standart sapmaları 0.62 olarak bulunmuştur. Kütle kaybı incelendiğinde hiçbir kayıp görülmemiştir.

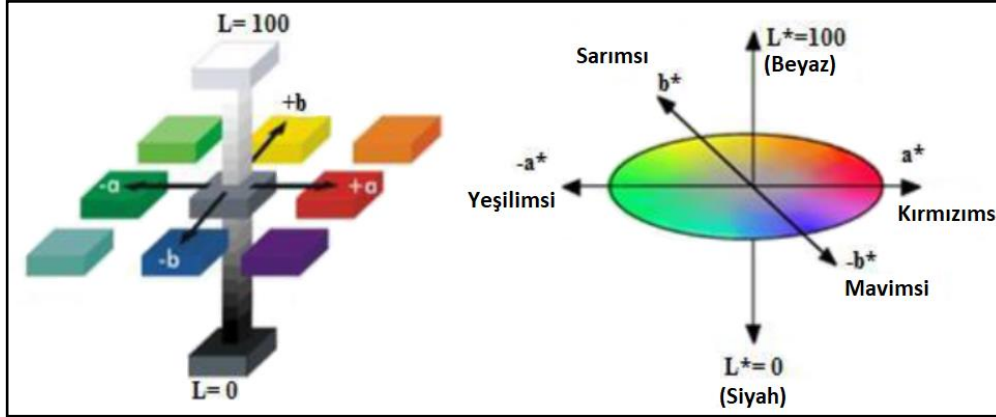
#### 4.9. Don Tesirinden Sonra Tek Eksenli Basınç Dayanımı – TS EN 1926

Çizelge 4.10. Don tesirinden sonra tek eksenli basınç dayanımı

Numune Kodu	L (mm)	l (mm)	Yüzey alanı (mm <sup>2</sup> )	Kırılma yükü (kN)	Basınç dayanımı (MPa)	Ortalama Değeri (MPa)	Standart sapması
İ-2	50.64	50.20	2542.13	288.6	113.53	139.98	21.20
İ-4	52.78	50.32	2655.89	448.1	168.72		
İ-5	50.11	50.18	2514.52	379.9	151.08		
İ-6	49.83	50.18	2500.47	383.5	153.37		
İ-8	50.22	50.60	2541.13	307.8	121.13		
İ-10	50.58	50.02	2530.01	334.1	132.05		

Tek eksenli basınç dayanımı tayininde numunelerin yüzey alanları 2542.13, 2655.89, 2514.52, 2500.47, 2541.13, 2530.01 olarak hesaplanmış ve bu doğrultuda kırılma yükleri ve basınç dayanımları bulunmuştur. Kırılma yükü kN cinsinden birinci örnek için 288.6, ikinci örnek için 448.1, üçüncü örnek için 379.9, dördüncü örnek için 383.5, beşinci örnek için 307.8, altıncı örnek için 334.1 olarak bulunmuştur. Basınç dayanımı sırasıyla 113.53, 168.72, 151.08, 153.37, 121.13, 132.05 MPa’dır. Çizelge 4.11’de görüldüğü gibi Ortalama değerleri 139.98 MPa, standart sapması 21.20’dir.

#### 4.10. Don Tesirinden Sonra Renk Tayini



Şekil 4.2. Renk tayini skalası (Şentürk vd. 1995)

Çizelge 4.11. Don tesirinden sonra renk tayini

Numune Kodu	L	a	B	E
İ-2	56.11	-0.21	-0.12	56.11
İ-4	52.80	-0.24	-0.72	52.81
İ-5	49.35	-0.24	-0.63	49.35
İ-6	51.03	-0.01	0.18	51.03
İ-8	51.19	-0.21	0.06	51.19
İ-10	51.45	-0.31	-0.40	51.45
<b>Ortalama</b>	51.99	-0.20	-0.27	51.99
<b>Standart Sapma</b>	2.30	0.10	0.37	2.30

Çizelge 4.11’de görüldüğü gibi numunelerde a ve b koordinat değerleri üçüncü bölgede çıkmıştır. Renkleri yeşilimsi gri aralığında bulunmaktadır. A koordinatının en yüksek olduğu değer -0.01dir. B koordinat değeri ortalaması -0.27, standart sapması 0.37 olarak bulunmuştur. Açıklık koordinatı (L) ortalaması 51.99, standart sapması 2.30’dur. Açıklık koordinatı renk skalasında gri-füme aralığında kalmaktadır.

**4.11. Don Tesirinden Sonra Knoop Sertlik Tayini – TS EN 14205****Çizelge 4.12.** Don tesirinden sonra knoop sertlik tayini

Numune Kodu		Knoop Sertlik Derecesi	Ortalama Değer
İ-2	Analiz No: 1	452	427
	Analiz No: 2	443	
	Analiz No: 3	366	
İ-4	Analiz No: 1	459	
	Analiz No: 2	449	
	Analiz No: 3	427	
İ-5	Analiz No: 1	347	
	Analiz No: 2	424	
	Analiz No: 3	412	
İ-6	Analiz No: 1	401	
	AnalizNo: 2	439	
	Analiz No: 3	409	
İ-8	Analiz No: 1	451	
	AnalizNo: 2	474	
	Analiz No: 3	430	
İ-10	AnalizNo: 1	424	
	Analiz No: 2	455	
	Analiz No: 3	431	

Çizelge 4.12’de 5\*5\*5 cm boyutlarındaki mermer numuneleri her numune için üçer test şeklinde yapılmıştır. Don sonrası sertlik ile don öncesindeki sertlik dereceleri karşılaştırıldığında, don sonrasında derecelerde artış görülmüştür. Don sonrasında en düşük değer 347, en yüksek değer 459 olarak belirlenmiştir. Ortalama değer ise 427 olarak bulunmuştur.

#### 4.12. XRF Analizi

Alanya, Antalya bölgesindeki koyu füme mermer ocağındaki çalışmalarda belli aralıklarla alınmış olan i kodlu numunelerin XRF kimyasal analizleri Akdeniz Üniversitesi XRF laboratuvarında standartlara uygun şekilde yapılmıştır. Minerallerin içerisindeki bileşimleri saptanmıştır (Çizelge 4.13.).

**Çizelge 4.13.** XRF analiz değerleri

Numune Adı	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sr	Zr	LOI
i-1	4,49	0,176	0,644	50,1	0,0923	0.0103	0.326	44
i-2	5,33	0,111	0,738	47,3	0,0592	0.0130	0.302	46
i-3	6,36	0,412	0,926	46,8	0,0676	0.0076	0.330	44,9
i-4	7,8	0,267	1,27	46	0,0685	0.0114	0.309	44,1
i-5	9,64	0,466	1,21	44,9	0,0503	0.0079	0.326	43,3
i-6	5,78	0,464	1,16	47,2	0,0575	0.0158	0,299	44,9
i-7	4,03	0,211	0,736	47,5	0,0734	0.0117	0.282	47
i-8	7,23	0,233	0,792	47,8	0,0627	0.0088	0.318	43,4
i-9	5,91	0,185	0,765	48,2	0,0757	0,0085	0,353	44,3
i-10	6,91	0,0161	0,637	48,4	0,0577	0.0071	0.326	43,5

#### 4.13. İstatistiksel Analizler

##### 4.13.1. Betimsel Analiz

Standart sapma aritmetik ortalamanın aşağısında bulunmalıdır. Verilerin ortalama ne kadar saptığını göstermektedir. Çizelge 4.14’de MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, LOI, Sr, Zr değerlerinin ortalama değerleri sırasıyla; 6,3480, 0,2541, 0,8878, 47,4200, 0,0665, 44,5400, 0,0102, 0,3171 olarak bulunmuştur. Standart sapma değerleri, LOI ve MgO’de diğerlerine göre daha yüksektir. Aynı tür mermer ocağından alındığına dair bulgulara ulaşılmıştır. Aynı tip mermerden alındı. Veriler ortalama etrafında dağılmıştır ve içerisinde aykırı değer bulunmamaktadır.

**Çizelge 4.14.** Betimsel analiz

İstatistik								
	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	LOI	Sr	Zr
<b>Ortalama</b>	6,3480	,2541	,8878	47,4200	,0665	44,5400	,0102	,3171
<b>Medyan</b>	6,1350	,2220	,7785	47,4000	,0652	44,2000	,0096	,3220
<b>Mod</b>	4,03 <sup>a</sup>	,02 <sup>a</sup>	,64 <sup>a</sup>	44,90 <sup>a</sup>	,05 <sup>a</sup>	44,90	,01 <sup>a</sup>	,33
<b>Standart Sapma</b>	1,64707	,15069	,23980	1,40301	,01198	1,19740	,00278	,01985
<b>Varyans</b>	2,713	,023	,058	1,968	,000	1,434	,000	,000

Çizelge 4.14. Betimsel analiz (devamı)

İstatistik								
	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	LOI	Sr	Zr
<b>Aralık</b>	5,61	,45	,63	5,20	,04	3,70	,01	,07
<b>Minimum</b>	4,03	,02	,64	44,90	,05	43,30	,01	,28
<b>Maksimum</b>	9,64	,47	1,27	50,10	,09	47,00	,02	,35
<b>Toplam</b>	63,48	2,54	8,88	474,20	,66	445,40	,10	3,17

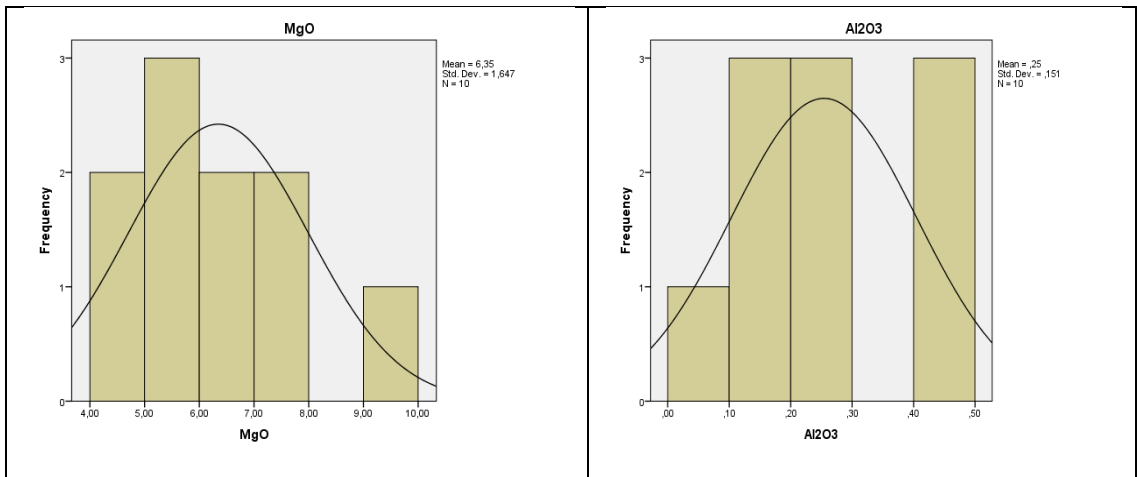
a. Çoklu modlar mevcuttur. Küçük değer gösterilir.

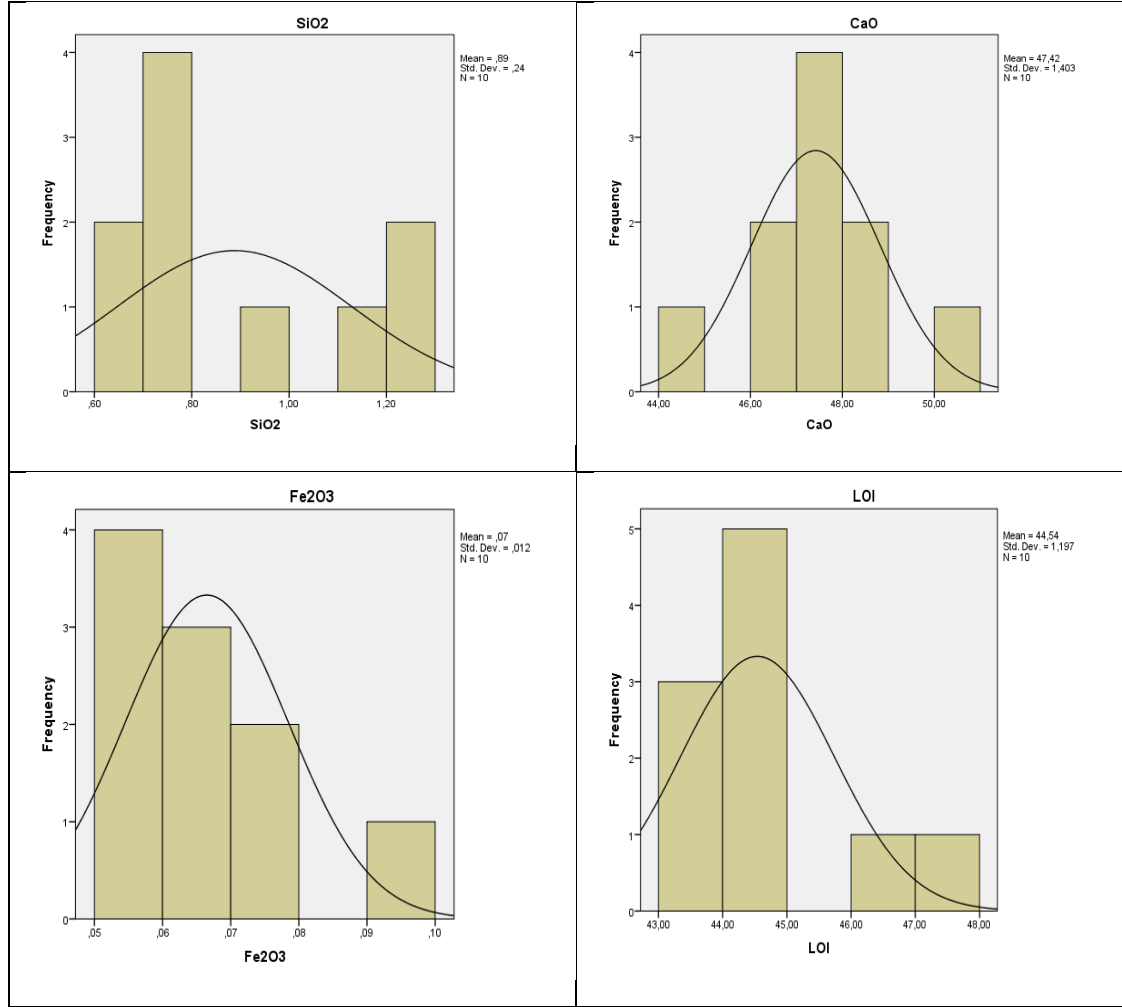
#### 4.13.2. Histogram Diyagramları

SPSS uygulamasıyla MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, LOI değerlerinin histogram diyagramları yapılmıştır. Bu analiz sürekli değişkenlerin frekans dağılımının betimlendiği özel sütun grafiklerden oluşmaktadır. Bu histogramlar veri kümesinin dağılımını özetlemektedir (Şekil 4.3).

MgO diyagramı incelendiğinde sağa yaslı pozitif asimetriye sahip dağılımda olduğu görülmektedir. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> ve CaO histogram diyagramlarında simetri görülmektedir. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> histogram diyagramı incelendiğinde MgO diyagramı gibi sağa yaslı pozitif asimetriye sahip dağılım olduğu görülmektedir. LOI diyagramında da sağa yaslı pozitif asimetric dağılım görülmektedir.

Şekil 4.3. Histogram diyagramları





Şekil 4.3. Histogram diyagramları (devamı)

#### 4.13.3. Normallik Analizi

Veri sayısı 30'dan az ise kolmogorov normallik analizi ile değerlendirilmektedir. Majör oksitlerin sig. değeri değerlendirildiğinde hepsinin 0,05 den büyük çıktığı ve verilerin normal dağıldığı söylenebilmektedir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Normallik analizi

Normallik Analizi						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	İstatistik	df	Sig.	İstatistik	df	Sig.
MgO	,105	10	,200*	,972	10	,909
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	,166	10	,200*	,929	10	,441
SiO <sub>2</sub>	,255	10	,064	,853	10	,063
CaO	,142	10	,200*	,974	10	,928
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	,133	10	,200*	,937	10	,518



Çizelge 4.15. Normallik analizi (devamı)

Normallik Analizi						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	İstatistik	df	Sig.	İstatistik	df	Sig.
LOI	,182	10	,200*	,894	10	,189
Sr	,194	10	,200*	,922	10	,372
Zr	,173	10	,200*	,964	10	,834
*. Gerçek önemin alt sınırı.						
a. Lilliefors Önem Düzeltmesi						

#### 4.13.4. Korelasyon Analizi

Korelasyon analizi dördüncü analiz olarak ‘Modal Summary’ çizelgesinde hesaplanan R<sup>2</sup> sayısının bulunup değerlerin doğruluğunu ifade etmek için yapılmıştır (Şekil 4.16). Sonuç incelenirken skaladaki ölçünün 1,00 analiz değerinin pozitif olduğunu, -1,00 analiz değerinin negatif bağıntı olduğunu ifade etmektedir. R değeri 0,00-0,25 arasında ise çok zayıf, 0,26-0,49 arasında ise zayıf, 0,50-0,69 arasında ise orta, 0,70-0,89 arasında ise yüksek, 0,90-1,00 arasında ise çok yüksek ilişlidir.

MgO ile SiO<sub>2</sub> aralarında orta dereceden pozitif orta ilişkilide bulunmaktadır (r=0,632\*). Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile SiO<sub>2</sub> arasında yapılan analizde yüksek dereceden yüksek ilişkili olduğu görülmüştür (r=0,780\*\*). CaO ile Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> aralarında orta dereceden yüksek ilişkilide bulunmaktadır (r=0,707\*). MgO ile CaO aralarında orta dereceden negatif yüksek ilişkilide bulunmaktadır (r=-0,709\*). SiO<sub>2</sub> ile CaO arasında yüksek dereceden yüksek ilişki bulunmaktadır (r=-0,814\*\*). MgO ile Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> arasında orta dereceden orta ilişki bulunmaktadır (r=-0,643\*).

Çizelge 4.16. Korelasyon analizi

	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	LOI	Sr	Zr
MgO	1							
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	,388	1						
SiO <sub>2</sub>	,632*	,780**	1					
CaO	-,709*	-,624	-,814**	1				
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-,643*	-,299	-,451	,707*	1			
LOI	-,709*	-,074	-,200	,025	,155	1		
Sr	-,432	,187	,266	-,011	-,014	,547	1	
Zr	,334	-,060	-,139	,179	,170	-,661*	-,703*	1

#### 4.13.5. Regresyon Analizi

Anova analizi veriler arasındaki bağıntı saptanmış analiz değerlerinin bir tanesinin bağımlı diğerinin bağımsız bulunduğu şeklinde ifade edilir. Bu analiz, XRF değerlerine CaO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO-SiO<sub>2</sub>, CaO-MgO arasında yapılmıştır.

CaO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> arasında yapılan regresyon analizinde Modal Summary ve Anova değerlerine bakıldığında R kare değeri 1'e, önem derecesi 0'a yakın olmalıdır. Analiz sonucunda R kare değeri 0,50 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.17). Önem derecesi 0,022 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.18).

**Çizelge 4.17.** CaO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Modal Summary değeri

Model Summary <sup>b</sup>				
Model	R	Açıklanabilir Varyans R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R kare	Std. Hata Tahmini
1	,707 <sup>a</sup>	,500	,437	1,05231

**Çizelge 4.18.** CaO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Anova değeri

ANOVA <sup>a</sup>						
	Model	Kareler Toplamı	df	Karelerin Aritmetik Ortalaması	F	Önem Derecesi
1	Regression	8,857	1	8,857	7,998	,022 <sup>b</sup>
	Residual	8,859	8	1,107		
	Total	17,716	9			

Analiz sonucunda R kare değeri 0,662 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.19). Önem derecesi 0,004 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.20). CaO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile CaO-SiO<sub>2</sub> karşılaştırıldığında bulunan r değeri 1'e daha yakın, önem derecesi ise 0'a yakın olduğu görülmüştür.

**Çizelge 4.19.** CaO-SiO<sub>2</sub> Modal Summary değeri

Model Summary <sup>b</sup>				
Model	R	R Kare Açıklanabilir Varyans R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R Kare	Std. Hata Tahmini
1	,814 <sup>a</sup>	,662	,620	,86507

**Çizelge 4.20.** CaO-SiO<sub>2</sub> Anova değeri

ANOVA <sup>a</sup>						
	Model	Kareler Toplamı	df	Karelerin Aritmetik Ortalaması	F	Önem Derecesi
1	Regression	11,729	1	11,729	15,673	<b>,004<sup>b</sup></b>
	Residual	5,987	8	,748		
	Total	17,716	9			

CaO-MgO arasında yapılan regresyon analizinde Modal Summary ve Anova değerlerine bakıldığında R kare değeri 1'e, önem derecesi 0'a yakın olmalıdır. Analiz sonucunda R kare değeri 0,502 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.21). Önem derecesi 0,022 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.22). CaO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> arasındaki Anova ve Modal Summary analizleri, CaO-MgO arasında yapılan Anova ve Modal Summary analiz değerleri yakınlık göstermektedir.

**Çizelge 4.21.** CaO-MgO Modal Summary değeri

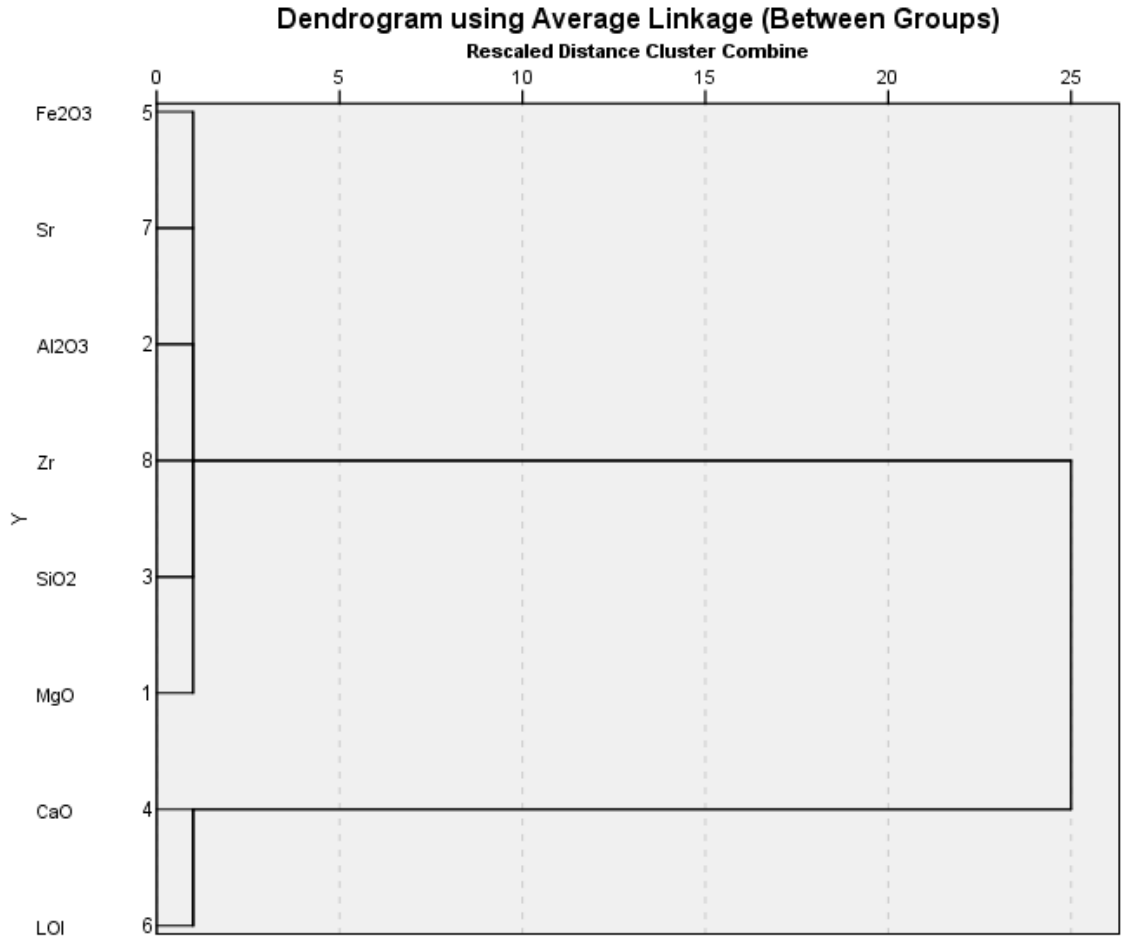
Model Summary <sup>b</sup>				
Model	R	Açıklanabilir Varyans R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R Kare	Std. Hata Tahmini
1	,709 <sup>a</sup>	<b>,502</b>	,440	1,04994

**Çizelge 4.22.** CaO-MgO Anova değeri

ANOVA <sup>a</sup>						
	Model	Kareler Toplamı	df	Karelerin Aritmetik Ortalaması	F	Önem derecesi
1	Regression	8,897	1	8,897	8,071	<b>,022<sup>b</sup></b>
	Residual	8,819	8	1,102		
	Total	17,716	9			

#### 4.13.6. Dendogram Sınıflaması

SPSS programıyla yapılan kümeleme analizi, XRF sonucu elde edilen kimyasal içerikler kullanılarak yapılmıştır. Aynı tip özellikler saptanıp kümeleme işlemi uygulanmıştır. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Sr, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Zr, SiO<sub>2</sub>, MgO kendi bir grubu oluşturmaktadır. CaO ve LOI değerleride diğer oluşturmaktadır.



**Şekil 4.4.** Koyu füme mermerlerine yapılan analizin sınıflandırma diyagramı

#### 4.13.7. Faktör Analizi

Alanya koyu füme mermerlerinin majör oksit, iz ve LOI değerleri girilerek yapılan faktör analizine göre kimyasal bulguları temsil eden faktörün iki ana çatı altında toplandığı bilgisi faktör analizi ile çıkartılmıştır. Çizelge 4.23'e göre iki faktörün varlığı bulunarak kimyasal verilerden oluşan birinci faktörün toplam varyansın % 44,547'ini; birinci ve ikinci faktörler ise toplam varyansın %76,618'ini açıklamaktadır.

**Çizelge 4.23.** Faktör analizi

Total Variance Explained						
Compon ent	Faktör Analizi			Kare Yüklemelerin Ekstraksiyon Toplamları		
	Toplam	Varyans Yüzdesi %	Kümülatif %	Toplam	Varyans Yüzdesi %	Kümülatif %
<b>1</b>	3,564	44,547	44,547	3,564	44,547	44,547
<b>2</b>	2,566	32,071	76,618	2,566	32,071	<b>76,618</b>
3	,879	10,993	87,611			

**Çizelge 4.23.** Faktör analizi (devamı)

Total Variance Explained						
Compon ent	Faktör Analizi			Kare Yüklemelerin Ekstraksiyon Toplamları		
	Toplam	Varyans Yüzdesi %	Kümülatif %	Toplam	Varyans Yüzdesi %	Kümülatif %
4	,497	6,211	93,821			
5	,276	3,447	97,268			
6	,199	2,489	99,757			
7	,019	,242	100,000			
8	3,995E-5	,000	100,000			
Ekstraksiyon Yöntemi: Temel bileşenler analizi.						

- Baltaşı-Palu travertenlerine yaptığı analizler sonucunda ortalama su emme değeri %2,33, görünür porozitesi %11,5, renkleri açık sarı ve sarı renkli olarak bulunmuştur. Ortalama basınç mukavemetleri 43,208 MPa, darbe dayanımlarının 0.56 Nm/mm<sup>3</sup>, eğilme mukavemeti 8.884 MPa, aşınma kaybı 18,3 cm<sup>3</sup>/50cm<sup>2</sup> olarak görülmektedir(Şen 2006).
- Üçtepeler traverten incelemesi için yaptığı analiz sonucunda ortalama görünür porozitesi %6,137, shore sertliği 44,14 olarak bulunmuştur. Mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan deneylerde eğilme dayanımları 82,02 kg/cm<sup>2</sup>, darbe dayanımları 7,4 kgcm/cm<sup>3</sup>, tek eksenli basınç dayanımı 378,10 kg/cm<sup>2</sup>, aşınma dayanımı 6,312 cm<sup>3</sup>/50cm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Doğal taşlarda %2 olan gözeneklilik değeri travertenlerde %12'dir ve Türk Standartlarına uygunluk göstermektedir (Altaş 2006).
- Karabük mermer ve agregaların incelenmesi için yapılan deneyler sonucunda porozitesi %0,904, su emme oranı %0,667 olarak bulunmuştur. Bulunan bu TS 2513 su emme sınır değeri <%1,80, TS 1910'a göre %0,75 olup bulunan sonuç değeri sağlamaktadır. Tek eksenli basınç dayanımı deneyi sonuçları TS 1910, TS 2513, TS 10449 standartlarına göre değerlendirilmiş ve basınç dayanımı 123,68 MPa değeriyle standartlara uygun bulunmuştur. Eğilme dayanımına bakıldığında 106,11 kgf/cm<sup>2</sup> ortalama değeri TS 1910, TS 2513, TS 10449 standartlarına göre sonuçlar incelenmiştir TS 10449 standardı <%1 sınır değerine göre son sonrası kütle kaybı %0,3 olarak bulunmuştur (Özcan 2010).
- Burdur kireçtaşlarının kullanılabilirliği için yapılan analizler sonucunda ortalama porozite değeri %0,944, su emme oranları %0,343 olarak bulunmuştur. Mekanik özellikleri belirlemek için yapılan analiz sonuçları tek eksenli basınç dayanımı 80,24 MPa, darbe dayanımı 16,8 kg/cm<sup>2</sup>, aşınma dayanımı 9,6 cm/50, eğilme dayanımı 91,05 kg/cm<sup>2</sup> bulunmuştur. Sonuçlar TS 1910, TS 2513, TS 10449 standartlarına göre değerlendirilmiş ve uygun bulunmuştur (Boztaş 2009).

- Uşak beyaz mermerlerinin incelemesi için yazdığı makalede ulaşılan bilgilere göre ağırlıkça su emme oranları %0,06, su emme oranı %0,16, doluluk oranı %99,3, porozite oranı ise %0,73 olarak bulunmuştur. TS 10449 ve TS 11137 standart değerleri ile karşılaştırılarak uygunlukları ortaya konmuştur (Çelik, Kırılıveren 2012).
- Sarnıç köyünden alınan fosilli neritik kireçtaşlarından örneklere yapılan fiziksel analizlerden sonra bulunan sonuçlar, görünür porozite %0,20 ile %0,25, ağırlıkça su emme değeri %0,08 ile %0,091 ve hacimce su emme oranları %0,230 ile %0,255 arasında belirlenmiştir. Mekanik analizlerde; basınç dayanımı 1350-1450 kg/cm<sup>2</sup>, don sonrasındaki dayanımı 1245-1255 kg/cm<sup>2</sup> arasında belirlenerek dayanımında düşüş olduğu görülmüştür. Eğilme dayanımı 160-165 kg/cm<sup>2</sup> aralığında belirlenmiştir. Aşınma direncinde bulunan değer ise 10,1-11,2 cm<sup>3</sup>/50cm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir (Ulaş 2019).
- İsehisar andezitine yapılan fiziko-mekanik analizler incelendiğinde açık gözenekliliğinin ortalama değeri %11.31, atmosfer basıncı altında su emme tayininin %5,39 olarak bulunduğu görülmüştür. Yoğunlukları 2735 kg/m<sup>3</sup> bulunmuştur. Doğal taşlarda, gözenekliliğin yükselmesi ses izolasyonu açısından önemli olduğu belirtilmiştir. Gözeneklilik arttıkça su emme oranının yükseldiğini belirtmiştir. Tek eksenli basınç dayanımlarında 70 MPa ortalama değerine ulaşılmıştır (Çelik 2019).
- Bursa, Kemalpaşa'dan alınan örnekler yapılan analizlerde sonuçlar açık gözeneklilik %0,46, toplam gözeneklilik %3,12, knoop sertliği ise 137,6 olarak bulunmuştur. Bulunan bu sonuçlarla karşılaştırma yapıldığında dayanımlarının Alanya mermerlerinden düşük olduğu görülmüştür. Knoop sertlik ortalamalarının birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir (Kundak vd. 2020).
- Muğla ili Kavak yöresinden alınan mermerlerin knoop sertlik derecesi 136 olarak bulunmuştur. Açık ve toplam gözeneklilikleri sırasıyla; 0,32 ve 3,20 olarak belirlenmiştir. Tek eksenli basınç dayanımları ise 140,40 MPa olarak belirlenmiş ve Alanya mermerlerine basınç dayanımı açısından yakınlık gösterdiği görülmüştür. Su emme oranı %0,12dir (Kundak vd. 2020).
- Afyon, Kavak yöresinin mermerlerine knoop sertlik, açık ve toplam gözeneklilik, tek eksenli basınç dayanımı, su emme gibi analizler uygulanmış ve sonuçlara ulaşılmıştır. Bu sonuçlarda açık gözeneklilik ortalama değeri %0,24, toplam gözeneklilik değeri ortalama olarak 2,68 olarak bulunmuştur. Knoop sertlikleri ortalama 135,60MPa'dır. Tek eksenli basınç dayanımında 110,20MPa değerine ulaşılmıştır. Su emme oranı ortalaması ise %0,12 dir. Alanya mermeri ile karşılaştırma yapıldığında analizler arasında en yakın değer su emme oranı olduğu belirlenmiştir (Kundak vd. 2020).
- Bilimsel birçok araştırmada özellikleri saptayabilmek için regresyon analizleri kullanılmaktadır. En sık kullanılan regresyon analizi ise Anova analizidir. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki istatistiğin hata payı vermektedir.

## 5. SONUÇLAR

Antalya ili Alanya ilçesi Obaalacami mevkinde bulunan koyu füme mermerlerin fiziko-mekanik özelliklerinin standartlara göre uygunluğunu değerlendirmek amaçlı yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

- ✓ Antalya ili Alanya ilçesi Obaalacami mevkinde bulunan koyu füme mermer ocağından, farklı lokasyonlarda alınan numunelere laboratuvar analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları, uygun olan standartlar dikkate alınarak yorumlanmıştır. Araziden alınan İ koduyla adlandırdığımız koyu füme mermerlerin görünür porozitesi %0,81 olarak, kompasite değeri ise %98.61 olarak tespit edilmiştir.
- ✓ Koyu füme mermerler, TS 1910 standardına göre, toplam gözeneklilik ve kompasite değerlerinin 1 olması gereklidir. Bu değer in koyu füme mermerlerden alınan numuneler uyum göstermektedir. Bu standart traverten hariç diğer kaplama taşlarında değerlendirilebilecek doğal taşlar için görünür gözeneklilik oranı %12 üstünde olmamalıdır. Koyu füme mermerlerin açık gözeneklilik değeri %0,81, toplam gözeneklilik değeri %1.39 olarak bulunmuştur. Kaplama taşı olarak kullanılması uygun görülmüştür.
- ✓ Antalya ili Alanya ilçesi Obaalacami mevkinde bulunan ocaktan derlenen numunelerle yapılan deney sonuçları doğrultusunda su emme oranı %0.30 olarak bulunmuştur. TS 2513 standartına göre %1,80den az olmalıdır. Bu standartlar doğrultusunda Alanya koyu füme mermerlerin ağırlıkça su emme değeri %0.30 olup standardı sağlamaktadır. Yapı malzemesi olarak kullanımının uygun olduğu görülmüştür.
- ✓ Alanya koyu füme mermerleri araziden alındıktan sonra don sonrası kütle kaybı analizi yapılmış ve don sonrası kütle kaybı test değeri %0 olarak bulunmuştur. TS 1910 standardına göre kütle kaybı kaplama malzemesi olarak kullanılabilmesi için doğal taşlarda %1'den az olmamalıdır.
- ✓ Alanya koyu füme mermer ocağından alınan numunelerde yapılan tek eksenli basınç dayanımı analizlerinde ortalama değeri 150.95, don sonrasındaki tek eksenli basınç dayanımı değeri ortalaması ise 139.98 olarak bulunmuştur. Koyu füme mermerler bu değeri karşılamaktadır.
- ✓ Alanya koyu füme mermer ocağından alınan numunelerde yapılan aşınma direnci deneyi sonrasında ortalama değeri 16.31 mm bulunmuştur. TS 10449 standartına göre aşınma direnci döşemelerde  $<15 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$ , kaplamalarda  $<25 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$  olmalıdır. TS 10449 aşınma standartını karşılamaktadır.
- ✓ Alanya mermer ocağından derlenen numunelerde yapılan yoğun yük baskısı eğilme dayanımı analizinde ortalama değer 12.42 MPa olarak bulunmuştur. TS 2513, TS 1910 TS 10449 standartları düşünülerek, mermerlerde eğilme dayanımı  $>60 \text{ kg/cm}^3$  olmalıdır. Koyu füme mermerlerin eğilme dayanımı için TS standartlarına uygunluğu görülmüştür.

- ✓ Bu sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda Alanya koyu füme mermerlerinden elde edilen veriler Türk Standartları ile karşılaştırılmış, mermerlerin renginin koyu füme olduğu, dekorasyon, inşaatta yapı ve kaplama malzemesi olarak kullanımının uygunluk gösterdiği sonucuna varılmıştır.
- ✓ TS EN ISO/IEC 17205 standardına göre akredite edilen analiz değerleri ile XRF değerleri karşılaştırıldığında saptama sınır aralığında kalmıştır. Analiz yorumlaması TS EN 15309 Standardına uygun yapılmıştır.
- ✓ Majör oksitler, iz element ve LOI değerleri kullanılarak yapılan kümeleme analizi sonucunda Alanya koyu füme mermer ocağının iki sınıf altında toplandığı söylenebilir.
- ✓ TS standartlarına göre, Alanya koyu füme mermerlerinde 10 farklı lokasyondan alınan numuneler kimyasal özelliklere yardımcı olarak incelenmiştir. SPSS programının hata oranı majör oksitlere göre değişiklik göstermiştir. Doğruluk oranı  $R^2$  değeri bulunmuştur. Dendrogram şemasında örnekler iki grupta sınıflandırılmıştır. Kimyasal özelliklerinde Grup 1  $Fe_2O_3$ , Sr,  $Al_2O_3$ , Zr,  $SiO_2$ , MgO majör oksitlerinden oluşturmaktadır. Grup 2 ise CaO ve LOI değerlerinden oluşmaktadır. İstatistiksel yöntemlerin başarılı olduğu ve bu alanda kullanılabileceği anlaşılmaktadır.



## 6. KAYNAKLAR

- Altaş, Z. 2006. Üçtepe (Bünyamin-Kayseri) Traverten Ocağının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana, 82.
- Arıkan, M. 1968. Mermer Ve Mermercilik. Ankara Basım ve Ciltevi, Ankara.
- Arsoy, Z., Çiftçi, H., Ersoy, B., Uygunoğlu, T., Arslan, B. 2019. Afyonkarahisar Bölgesi Mermer Parça Atıklarının Beton Agregası Olarak Değerlendirilebilirliğinin Araştırılması. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar.
- Bedi, Y. & Öztürk, E. M. 2001. Alanya-Köprülü (Antalya) Dolayının Jeolojisi (Alanya-O 28-C1, D1, D2 Ve D3 Paftaları). Maden Tetkik Ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor, Ankara.
- Büyüksağış, S. & Gürcan, S. 2005. ASTM Ve TSE Doğal Taş Standartlarının Karşılaştırılması, Madencilik, Cilt 44, Sayı 1, , Afyon, 33-41 s.
- Blumenthal, M.M. 1951. Batı Toroslarda Alanya Ard Ülkesinde Jeolojik İncelemeler. MTA Enstitüsü, 5, 134 S.
- Boztaş, S.C. 2009. Burdur İli Yeşilova İlçesi Kağılcık Mevkii Kireçtaşlarının Mermer Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölüm. Adana.
- Çelik, M. Y., Kırılıveren. S. 2012. Çamlıbel-Ulubey (Uşak) Beyaz Mermerinin Jeolojik Ve Fizikomekanik Özelliklerinin Araştırılması. Afyon Kocatepe Üniversitesi Afyon Meslek Yüksek Okulu. Afyonkarahisar.
- Çelik, M. Y. 2019. İsehisar Andezitinin Donma Çözülme Sürecinde Bazı Fiziksel Parametrelerdeki Değişiminin İncelenmesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Meslek Yüksek Okulu, Afyonkarahisar.
- Çetin, T. 2003. Türkiye Mermer Potansiyeli, Üretimi Ve İhracatı. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi 23.3.
- Deli, A. & Turan, A. 2002. Orta Toroslarda Köprülü (Gündoğmuş-Antalya) Yöresinin Stratigrafisi. Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 19(2), 105-122 s.
- Doğanay, H. 2002. Ekonomik Coğrafya 1. Doğal Kaynaklar (4. Baskı).
- Ediz, İ. C. 2002. Mermer ve Taş Ocağı İşletmeciliği Ders Notları. Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.
- Enbaya, M.M. 2019. Atık Mermer Tozu Kullanılarak Üretilen Kendiliğinden Yerleşen Betonların (Kyb) Bazı Özelliklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Malzeme Bilimi ve Mühendisliği, Kastamonu.

- Görgülü, K. 1994. Bazı Mermer Ocaklarında (Isparta-Burdur-Sivas) İşletme Sistemlerinin İncelenmesi ve Öncelikli Kaya Madde/Kütle Özellikleri İle İlişkilendirilmesi Araştırmaları. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas.
- Güleç, K. 1973. Afyon Mermerlerinin Mühendislik Jeolojisi ve Fiziksel Özelliklerinin Ayrışma İle İlişkisi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Isık, V. & Tekeli, O. 1995. Alanya Metemorfiklerinin Doğu Kesiminde Yer Alan Petrografik Bulgular. MTA Dergisi, 117, 105-113 s.
- Ketin, İ. 1984. Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış, İstanbul Teknik Üniversitesi Vakfı Yayınları. No:32.
- Köse H., Aksöz H.İ., Kahraman B. 1997. Maden İşletme Ekonomisi. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 337 s.
- Köse, H., Onargan T. 1997. Mermer. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 204 s.
- Köse, H. & Kahraman, B. 1999. Kaya Mekaniği. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi. İzmir.
- Kundak, E., Akdaş, H., Sarıışık, G. 2020. Farklı Kalınlıktaki Bazı Doğal Taşların Kopma Enerjisi ve Çarpma Dayanımının Belirlenmesi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü. Eskişehir.
- Kun, N. 2000. Mermer Jeolojisi Ve Teknolojisi. Tezer Matbaası. İzmir.
- Kuşcu, M. & Cengiz, O. 2001. Karbonatlı Kayaçlara Bağlı Orta Toroslar Zn-Pb Cevherleşmelerinin Kükürt İzotopları İncelemesi. TJK Bülteni, 44(3), 59-73 s.
- Özcan, K. 2010. Eflani (Karabük) Bölgesindeki Kireçtaşının Mermer ve Agregaya Olma Yönünden Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü. Adana.
- Özgül, N. 1976. Torosların Bazı Temel Jeolojik Özellikleri. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, Cilt:19, Sayı:1, 65-78 s.
- Özgül, N. 1983. Alanya Bölgesinin Jeolojisi. İstanbul Üniversitesi, (Yayınlanmamış). İstanbul.
- Özgül, N. 1984. Alanya Tektonik Penceresi ve Batı Kesiminin Jeolojisi. Türkiye Jeol. Kur. Bült. Ketin Sempozyumu, 97-120 s.
- Özgül, N. 1984. Stratigraphy And Tectonic evolution Of The Central Taurides. In Geology Of The Taurus Belt. International Symposium (Pp. 77-90).
- Öztürk, E.M., Akdeniz, N., Bedi, Y., Sönmez, İ., Usta, D., Kuru, K., Erbay, G. 1995. Alanya Napının Stratigrafisine Farklı Bir Yaklaşım. TJK Bült. 10, 2-10 s.

- Peyronnet, P. D. 1971. Alanya Bölgesinin (Güney Toroslar) Jeolojisi Ve Metamorfik Boksitin Kökeni. Maden Tetkiki ve Arama Ens. Derg, 76, 98-123 s.
- Sert, M., Gürsoy, M., Arsoy, Z. 2017. Doğaltaşların Cao, MgO ve SiO<sub>2</sub> İçerikleri ile Knoop Sertlik Değerleri Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar.
- Skoog vd. 1998 D. A. Skoog- F. J. Holler T. A. Nieman, Principles of instrumental analysis. 5th. Thomson Learning, USA 1998, 849.
- Şen, S. 2006. Baltaşı-palu (Elazığ) Travertenlerinin Tekno-mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü. Adana.
- Şenel, M., Dalkılıç, H., Gedik, İ., Serdaroğlu, M., Bölükbaşı, A.S., Metin, S., Esentürk, K., Bilgin, A.Z., Uguz, F., Korucu, M., Ve Özgül, Z. 1992. Eğridir Gebiz ve Geriş-Köprülü (Isparta Antalya) Arasında Kalan Alanların Jeolojisi. TPAO Rap. No: 3132, (Yayımlanmamış), Ankara, 559 s.
- Şenel, M., Dalkılıç, H., Gedik, İ., Serdaroğlu, M., Metin, S., Esentürk, K., Özgül, N. 1998. Orta Toroslar'da Güzelsu Koridoru ve Kuzeyinin Stratigrafisi. Bulletin Of Mineral Research And Exploration Of Turkey, 120, pp. 171-198.
- Şengün, M., Acarlar, M., Çetin, F., Doğan, O. Z., Gök, A. 1978. Alanya Masifinin Yapısal Sorunu. Jeoloji Mühendisliği, 16, 3-8 s.
- Şengün, M. 1986. Alanya Masifinin Jeolojisi. MTA Raporu, Ankara.
- Şentürk, A., Gündüz, L., Tosun, Y. İ., Sarıışık, A. 1996. Mermer Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği, Isparta.
- T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı. 1996. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Çimento Hammaddeleri ve Yapı Malzemeleri Çalışma Grubu Raporu, Ankara.
- Tetik, M. & Yeşilkaya, Y. 1997. Antalya Yöresi Doğal Kızılçam Ormanlarında Anakaya-Toprak Derinliği-Bonitet İlişkileri. South-West Anatolia Forest Research Institute, İndia.
- TS 1910. 1977. Kaplama Olarak Kullanılan Doğal Yapı Taşları. TSE, Ankara.
- TS 2513. 1977. Doğal Yapı Taşları, TSE, Ankara.
- TS 10449. 2004. Mermer Kalsiyum Karbonat Esaslı Yapı Ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan Tadil, TSE, Ankara.
- TS 14205. 2004. Doğal Taşlar Knoop Sertliğinin Tayini. TSE, Ankara.
- TS 14158. 2004. Doğal Taşlar Kopma Enerjisinin Tayini. TSE, Ankara.

- TS 12058. 2004. Siyenit Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan Tadil 1. TSE, Ankara.
- TS 1936. 2007. Gerçek Yoğunluk, Görünür Yoğunluk, Toplam ve Açık Gözeneklilik Tayini. TSE, Ankara.
- TS 1926. 2007. Doğal Taşlar Tek Eksenli Basınç Dayanımı Tayini. TSE, Ankara.
- TS 699. 2009. Doğal Yapı Taşları İnceleme ve Laboratuvar Deney Yöntemleri. TSE, Ankara.
- TS 12371. 2010. Doğal Taşlar Dona Dayanım Tayini. TSE, Ankara.
- TS 1468. 2012. Doğal Taşlar İşlenmemiş Plakalar Özellikler. TSE, Ankara.
- TS 1342. 2013. Dış Zemin Döşemeleri İçin Tabii Parke Taşları Gerekler ve Deney Yöntemleri. TSE, Ankara.
- TS 1343. 2013. Dış Zeminlere Döşenen Doğal Bordür Taşları Gerekler ve Deney Yöntemleri. TSE, Ankara.
- TS 12372. 2013. Doğal Taşlar Yoğun Yük Altında Eğilme Dayanımı Tayini. TSE, Ankara.
- TS 1341 Ek-C. 2013. Aşınma Direnci Tayini. TSE, Ankara.
- TS 1341. 2013. Dış Zemin Döşemeleri İçin Tabii Kaplama Taşları Özellikler ve Deney Metotları. TSE, Ankara.
- TS 1467. 2014. Doğal Taş Ham Bloklar Özellikleri. TSE, Ankara.
- TS 13755. 2014. Doğal Taşlar Atmosfer Basıncında Su Emme Tayini. TSE, Ankara.
- TS 12057. 2015. Doğal Taş Mamuller Modüler Karolar Gerekler. TSE, Ankara.
- TS 12670. 2019. Doğal Taşlar Terimler ve Tarifler. TSE, Ankara.
- Tutuş, M., & Kılıç, A. M. 2007. Çukurova Yöresinde Bulunan Bazı Mermerlere Ait Fiziko-Mekanik Özelliklerin İstatistiksel Analizi. Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Adana.
- Ulaş, D. 2019. Sarnıçköyü (Azdavay/Kastamonu) Fosilli Neritik Kireçtaşlarının Mermer Olarak Kullanılabilirliği. Yüksek Lisans Tezi, Bülent Ecevit Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Zonguldak.
- Ulu, Ü. 1983. Sugözü-Gazipaşa (Antalya) Alanının Jeoloji İncelemesi. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 7(1), 3-10 s.
- Ulu, Ü. 1989. Gazipaşa (Antalya İli) Bölgesinin Jeolojisi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. (Yayınlanmamış), İstanbul, 209s.

- Ulu, Ü. 1986. Gazipaşa Sugözü (Antalya) Alanının Jeolojisi. TMMMOB. Jeoloji Mühendisleri Odası, Ankara, 16 s.
- Usta, M., Yetiş, C., Nazik, A., Müh, J. M. A. D. J. 2018. Anamur (Mersin) Dolayının Stratigrafisi ve Kambriyen Yaşlı Kuvarsitler İle Dolomitlerin Endüstriyel Hammadde Potansiyeli
- Usta, D. & Öztürk, E. M. 2000. Gülendağı-Gündoğmuş Dolayının (Alanya O27-A3, B4, O28-A4 Paftalarının) Jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor, (10487). Ankara.
- Ulu, Ü. 1989. Gazipaşa (Antalya İli) Bölgesinin Jeolojisi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yayınlanmamış), İstanbul, 209 s.
- Yener, L. 2003. Mermer ve Doğal Taş Madenciliğimizin Gelişme Dinamikleri ve Perspektifleri. Maden Mühendisleri Odası İzmir Mermer Fuarı, Söyleşi (04.04. 2003). İzmir.
- Yıldırım, R. 2019. Finike (Alacadağ) Dolaylarında Mermer Oluşumlarının Bölgenin Jeolojik-Tektonik Yapısı İle İlişkisi, Potansiyeli Ve Mermer Sektöründe Karşılaşılan İş Sağlığı ve Güvenliği Sorunları. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Antalya.
- Yılmaz, F. K., Kaymak, H. 2018. Dim Çayı Havzası'nın Jeomorfolojik Özellikleri. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 22(1), 1-31 s.
- Yüzer, E. 2003. Dünden Bugüne Doğal Taş Kullanımı. Doğal Taş ve Endüstrisi Kataloğu, YEM Yayını, İstanbul, 13-14 s.
- Ziegler, J.G.K. 1939, Garbi Toros Mintikasında Yapılmış Olan Maden ve Jeoloji Tetkikatı. L.II. Kısım. MTA Rap. (Yayımlanmamış), Ankara, 768-953 s.

## ÖZGEÇMİŞ

**İpek YAZICI**  
İpekyazici07@gmail.com



## ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2018-2020	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Antalya
Lisans 2014-2018	Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Antalya

## ESERLER

### Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

1-Yazıcı, İ., Özer Ö., Yalçın M.G. “Alanya (Antalya ) Bölgesi Koyu Füme Mermerlerinin Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Tse Standartlarına Göre Değerlendirilmesi”, ISADET, 2019.