

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**SAKLIKENT BÖLGESİ (KORKUTELİ, ANTALYA) MERMERLERİNİN
JEOLJİSİ, FİZİKO MEKANİK, KİMYASAL ÖZELLİKLERİ, MERMER
PLAKASI EPOKSİ UYGULAMASINDA KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE
ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

Özgen KUBAT

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2020

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**SAKLIKENT BÖLGESİ (KORKUTELİ, ANTALYA) MERMERLERİNİN
JEOLojİSİ, FİZİKİ MEKANİK, KİMYASAL ÖZELLİKLERİ, MERMER
PLAKASI EPOKSİ UYGULAMASINDA KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE
ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

Özgen KUBAT

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2020

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SAKLIKENT BÖLGESİ (KORKUTELİ, ANTALYA) MERMERLERİNİN
JEOLojİSİ, FİZİKÖ MEKANİK, KİMYASAL ÖZELLİKLERİ, MERMER
PLAKASI EPOKSİ UYGULAMASINDA KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE
ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Özgen KUBAT
JEOLojİ 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

SAKLIKENT BÖLGESİ (KORKUTELİ, ANTALYA) MERMERLERİNİN JEOLJİSİ, FİZİKO MEKANİK, KİMYASAL ÖZELLİKLERİ, MERMER PLAKASI EPOKSİ UYGULAMASINDA KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

ÖZGEN KUBAT

Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN

Haziran 2020; 110 sayfa

Jeolojik olarak mermer; dolomitik kireçtaşları gibi doğal kayaçların başkalaşım geçirdikten sonra yeniden kristalleşmesi ile oluşan başkalaşım geçirmiş kayaçlardır. Ticari olarak mermer; istenilen boyutta kesilip, cilalanıp, parlatılabilen ve istenilen şekilde ebatlanabilen kayaçları temsil etmektedir. Çalışmanın amacı, Saklıkent-Korkuteli bölgesinde bulunan mermerlerin fizikomekanik özelliklerinin Türkiye Standartlarına göre yorumlaması yapılarak, mermer plaka tamiri işlemi olan epoksi uygulamasında karşılaşılan sorunları tespit ederek çözüm önerileri sunmaktır. Mermer ocağından alınan numunelerin XRF analizleri yapılarak elde edilen jeokimyasal sonuçlara sonuçlara göre jeostatistik olarak değerlendirilip gerekli yorumlamalar yapılmıştır.

Mermer ocağından elde edilen iki çeşit mermerinde don sonrası ağırlık kaybının, basınç dayanımının, eğilme ve aşınma dayanım değerlerinin Ts 1910 kaplama olarak ve Ts 10449 doğal yapı taşı standartlarını ortak olarak karşıladığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca epoksi uygulama sırasında mermer plakasının su içeriğinin, epoksi sonrası file seçiminin, epoksi son kullanma tarihinin, epoksi hattında çalışan personelin değişim sıklığının ve günlük epoksi uygulanmış plaka sayısının önemli olduğunu göstermektedir.

ANAHTAR KELİMELE: Antalya, Korkuteli, Saklıkent, Mermer, Fiziko-mekanik özellik, Epoksi

JÜRİ: Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN

Doç. Dr. Yusuf URAS

Dr. Öğr. Üyesi Yasemin LEVENTELİ

ABSTRACT

GEOLOGY , PHYSICO MECHANICAL, CHEMICAL FEATURES, PROBLEMS ENCOUNTERED IN THE APPLICATION OF MARBLE SLAB EPOXY AND SOLUTIONS OF MARBLES IN THE SAKLIKENT REGION

ÖZGEN KUBAT

MSc Thesis in Geological Engineering

Supervisor: Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN

June 2020; 110 pages

In geology, marbles are rocks formed by recrystallization of natural rocks such as dolomitic limestones after transformation. In trade, marbles represent rocks that can be cut, polished and dimensioned to the desired size. The aim of the study, physico-mechanical features in Saklıkent-Korkuteli regions marbles, interpreted according to the standard of Turkey and identify the problems encountered in epoxy application, which is a marble plate repair process, and to offer solutions. According to the geochemical results obtained by making XRF analysis of the samples taken from the marble quarry, geostatistical evaluations were made.

In both types of marble obtained from the marble quarry, it was concluded that the weight loss, compressive strength, bending and wear resistance values after frost meet Ts 1910 coating and Ts 10449 natural building stone standards. It also shows that the water content of the marble slab during epoxy application, the selection of the post-epoxy mesh, the epoxy expiration date, the frequency of change of the staff working in the epoxy line and the number of epoxy treated plates daily.

KEYWORDS: Antalya, Korkuteli, Saklıkent, Marble, Physico-Mechanical Properties, Epoxy

COMMITTEE: Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN

Assoc. Prof. Dr. Yusuf URAS

Asst. Prof. Dr. Yasemin LEVENTELİ

ÖNSÖZ

Tez çalışma dönemimde hem arazi çalışmalarında hem de fabrikadaki çalışmalarda desteklerini esirgemeyen İmsa Mermer fabrikası müdürü Jeoloji Mühendisi A.Çağlar UYSAL'a, tez içerisinde bulunan fiziko-mekanik analiz değerleri için İmsa Mermer'e, tezimdaki laboratuvar çalışmalarında bana her aşamada yardımcı olan Araş. Gör. Özge ÖZER'e, tez çalışma dönemimde destek olan arkadaşım N. Gizem ÇİTİL'e ve yüksek lisans eğitim süresince yardımlarını esirgemeyen jeoloji mühendisliği bölümü hocalarıma teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca bana her türlü maddi ve manevi olarak destek veren her zaman ve her koşulda yanımda olan aileme sonsuz teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	1
1.2. Çalışma Alanı ve Önemi	2
1.3. Bölgenin Jeolojisi ve Stratigrafisi	4
1.3.1. Gökdere formasyonu	5
1.3.2. Tesbihli formasyonu	5
1.3.3. Çandır formasyonu	5
1.3.4. Karadere formasyonu.....	5
1.3.5. Keçili formasyonu	6
1.3.6. Tekirova ofiyolitleri.....	6
2. KAYNAK TARAMASI.....	8
2.1. Antalya İli Bölgesel Jeoloji Çalışmaları.....	8
2.1. Türkiye’de Epoksi Çalışmaları.....	10
3. MATERYAL VE METOT.....	14
3.1. Mermer Tanımı, Mermerlerin Fizikomekanik Özellikleri	14
3.1.1. Sertlik.....	14
3.1.2. Özgül ağırlık	14
3.1.3. Birim hacim ağırlık	14
3.1.4. Renk.....	14
3.1.5. Doluluk oranı	15
3.1.6. Ağırlıkça ve hacimce su emme	15
3.1.7. Porozite	15
3.1.8. Tek eksenli basınç dayanımı.....	15
3.1.9. Eğilme (bükülme) dayanımı	16

3.1.10. Sonik hız	16
3.2. Mermerlerin Mineralojik Özellikleri	16
3.3. Mermerlerin Kimyasal Özellikleri	16
3.4. Epoksi, Epoksi Uygulamasında Kullanılan Ekipmanlar	17
3.4.1. Masalar ve havalandırma	19
3.4.2. Fırınlara	19
3.4.3. Vakumlu taşıma makineleri	20
3.5. Arazi Çalışmaları	20
3.6. Fabrikada Epoksi Uygulaması	27
3.7. Laboratuvarda Örneklerin XRF'e Hazırlanması	30
3.8. Jeokimyasal İstatistik	33
3.8.1. Betimsel İstatistik	33
3.8.2. Majör ve minör element oksitlerin histogram diyagramları	34
3.8.3. Pearson korelasyon analizi	34
3.8.4. Basit regresyon analizi	35
3.8.5. Kümeleme analizi	36
4. BULGULAR	37
4.1. Sertlik	37
4.2. Özgöl Ağırlık ve Görünür Yoğunluk	37
4.3. Gözeneklilik	37
4.4. Su Emme	38
4.5. Aşınma Dayanımı	38
4.6. P-dalga Hızı	38
4.7. Basınç Dayanımı	38
4.8. Don Sonrası Basınç Dayanımı ve Kütle Kaybı	39
4.9. Bükülme Dayanımı	39
4.10. Termal Şok Etkisi	39
4.11. Isı İletkenliği	39
4.12. Kayma Direnci	40
4.13. X-ışınları Floresans Spektrofotometresi	43
4.14. Jeokimyasal Analizin İstatistiksel Değerlendirilmesi	50
4.13.1. Betimsel analiz	50

4.13.2. Majör ve minör element oksitlerin histogram diyagramları	54
4.13.3. Pearson korelasyonu	54
4.13.4. Regresyon analizi.....	61
4.13.5. Kümeleme analizi	63
4.15. Epoksi İşlemi Sırasında Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri	66
4.16. Mermer Ocağı ve Fabrika İncelemeleri.....	67
5. TARTIŞMA	70
6. SONUÇLAR	73
7. KAYNAKLAR	76
8. EKLER.....	81
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Saklıkent Bölgesi (Korkuteli, Antalya) Mermerlerinin Jeolojisi, Fiziko Mekanik, Kimyasal Özellikleri, Mermer Plakası Epoksi Uygulamasında Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri ” 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

Özgen KUBAT



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Al_2O_3 : Alüminyum oksit

As_2O_3 : Arsenik oksit

Au_2O : Altın oksit

Br : Brom

BaO : Baryum oksit

$^{\circ}\text{C}$: Celcius

CaCO_3 : Kalsiyum karbonat

CaO : Kalsiyum oksit

Cl : Klor

cm : Santimetre

Cr_2O_3 : Krom oksit

CuO : Bakır oksit

Co_2O_3 : Kobalt oksit

Fe_2O_3 : Feldispat

HfO_2 : Hafniyum oksit

HgO : Civa oksit

Ir_2O_3 : İridyum oksit

K_2O : Potasyum oksit

kgf : Kilogram kuvvet

M : Metre

MgO : Magnezyum oksit

MnO : Manganez oksit

mm : Milimetre

MPa : Mega pascal

NiO	: Nikel oksit
P ₂ O ₅	: Difosfor pentaoksit
PbO	: Kurşun (II) oksit
PtO ₂	: Platin dioksit
Rb ₂ O	: Rubidyum oksit
Sb ₂ O ₃	: Antimon oksit
SeO ₂	: Selenyum dioksit
SiO ₂	: Silika
SnO ₂	: Kalay oksit
SO ₃	: Kükürt trioksit
SrO	: Stronsiyum oksit
Ta ₂ O ₅	: Tantalum pentaoksit
TeO ₂	: Telluryum dioksit
TiO ₂	: Titanyum dioksit
V ₂ O ₅	: Vanadyum pentaoksit
Y ₂ O ₃	: İtiryum oksit
ZnO	: Çinko oksit

Kısaltmalar

EN	: Avrupa Standartları
IEC	: Uluslararası Elektronik Komisyonu
MTA	: Maden Tektik Arama
SK	: Sol kule
TS	: Türkiye Standartları
TÜRKAK	: Türkiye Akreditasyon Kurumu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. İmsa mermer ocağının yer bulduru haritası	2
Şekil 1.2. İmsa mermer ocağının yer bulduru haritası	3
Şekil 1.3. Çalışma alanında yer aldığı Antalya Güney-Batı kesiminin yapısal haritası (Morcoux,1987'den değiştirilmiştir).....	4
Şekil 1.4. İnceleme alanı da içerisinde bulunan, Tahtalı dağ ve dolayına ait dikme kesit (Şenel 1986'dan değiştirilmiştir)	7
Şekil 3.1. Epoksi ailesinin kimyasal gösterimi	17
Şekil 3.2. İmsa mermer ocağı genel görünümü	21
Şekil 3.3. İmsa mermer ocağı inceleme alanı	21
Şekil 3.4. Mermer bloklarındaki yeşil bant ve bantların üzerindeki noktalar.....	22
Şekil 3.5. Çöp olarak ayrılan mermer blokları.....	23
Şekil 3.6. Kuzey- Güney doğrultulu fay hattı	24
Şekil 3.7. Heyelanın meydana geldiği alan.....	24
Şekil 3.8. Mermer üzerindeki renk farklılıkları	25
Şekil 3.9. Kuzeybatı- Güneydoğu doğrultulu fay	26
Şekil 3.10. Rehabilitasyon için dikilen fidanlar	26
Şekil 3.11. İmsa mermer fabrikası	27
Şekil 3.12. Epoksi hattında tünel fırına gönderilen mermer plakası.....	28
Şekil 3.13. Arka yüzeye epoksi+file uygulama	29
Şekil 3.14. Jeolog çekici ile mermer kırma.....	30
Şekil 3.15. Pelletlerin hazırlanması	31
Şekil 3.16. Pelletlerin XRF cihazına yerleştirilmesi	31
Şekil 4.1. Mermer üzerindeki renk farklılıkları	68
Şekil 4.2. Mermer bloğu üzerindeki küçük boşluklar ve kılcal çatlaklar	68

Şekil 4.3. Mermer plakasında bulunan boşluklar	69
---	----



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. XRF Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) tarafından TS EN ISO/IEC 17025 Standardına göre akredite edilen analiz/test (MTA 2019)	32
Çizelge 3.2. Korelasyon katsayısının değerine göre ilişkileri (Kalaycı,2010)	35
Çizelge 4.1. İmsa mermer ocağı Ottoman mermerinin fizikomekanik özellikleri	40
Çizelge 4.2. İmsa mermer ocağı Perdu Cream mermerinin fizikomekanik özellikleri ..	41
Çizelge 4.3. Mermer numunelerinin XRF analizleri	43
Çizelge 4.4. Toprak numunelerinin XRF analizleri.....	47
Çizelge 4.5. Mermer numunelerinin jeokimyasal sonuçlara göre betimsel istatistik değerleri.....	50
Çizelge 4.6. Toprak numunelerinin jeokimyasal sonuçlara göre betimsel istatistik değerleri.....	52
Çizelge 4.7. Mermer numunelerinden elde edilen XRF değerlerinin Pearson korelasyonu	56
Çizelge 4.8. Toprak numunelerinden elde edilen XRF değerlerinin Pearson korelasyonu	60
Çizelge 4.9. Mermer numunelerinin Model Summuray sonucu.....	61
Çizelge 4.10. Mermer numunelerine ait ANOVA sonucu.....	61
Çizelge 4.11. Toprak numunelerine ait Model Summuray sonucu	62
Çizelge 4.12. Toprak numunelerine ait ANOVA sonucu	62
Çizelge 4.13. Saklıkent-Korkuteli bölgesi mermer numunelerine ait dendogram çizelgesi.....	64
Çizelge 4.14. Saklıkent-Korkuteli bölgesi toprak numunelerine ait dendogram çizelgesi.....	65

1. GİRİŞ

Doğal taşların insan hayatındaki kullanımı oldukça eski tarihlere dayanmaktadır. Geçmişten günümüze kadar pek çok alanda kullanılan doğal taşlar savunma, korunma ve barınma amaçlı olarak kullanılmıştır. Eski zamanlarda doğal taşların çıkarılması oldukça zahmetli ve zor bir işlem olmasına rağmen insanlar doğal taşları dağlardan çıkararak kullanmaya çalışmışlardır. Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte doğal taşların ana kütleden çıkarılması insan gücüne nazaran daha kolay hale gelmiş ve önemli gelişmeler sağlamıştır.

Doğal taşların yapı ve dekorasyon malzemesi olarak kullanılmaya başlanması doğal taş üretimini artırmıştır ve buna bağlı olarak da bu yöndeki teknolojinin gelişmesine katkı sağlamıştır (Çetin 2003).

1.1. Çalışmanın Amacı

Mermer günümüzde iki şekilde tanımlanmaktadır. Bunlardan ilki olan bilimsel tanıma göre mermer; yüksek sıcaklık ve basınç altında metamorfizmaya uğrayan kireçtaşlarının tekrar kristalleşmesi sonucu oluşan kayalara mermer denir. İkinci tanım ise daha çok endüstriyel anlamdadır. Bu tanıma göre mermer; ekonomik olarak uygun boyutlarda çıkarılabilen blokların daha sonra istenilen şekilde kesilebilen, parlatılabilen ve cilalanabilen kayalardır. Ayrıca mermer yerine doğal taş terimi de sıklıkla kullanılmaktadır.

Türkiye yer altı kaynakları bakımından oldukça zengin bir ülkedir. Ülkemiz jeoloji yapısı bakımından da zenginlik gösterirken Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na göre günümüze 4 milyar m³ işletilebilir mermer rezervine sahiptir. Dünya pazarında kalitesiyle dikkat çeken mermerlerimiz 80'den fazla farklı yapıda ve 120'nin üzerinde farklı renk ve desende mermer çeşidi bulunmaktadır (Çetin 2003). Türkiye'de bulunan mermerler hem ocaktan blok olarak çıkarıldıktan sonra hem de blokların işlenmesinden sonra olmak üzere her iki şekilde de pazarlardaki yerini almaktadır.

Türkiye'nin Güney Bölgesinde yer alan Antalya mermer kalitesi bakımından homojen ve açık renklere sahip olması sebebiyle mermer piyasasından oldukça ilgi görmektedir. Ancak mermerlerin doğası gereği kırıklı ve çatlaklı yapıları gözlemlenmek mümkündür. Bu hasarlardan meydana gelen kaybı azaltmak için iyileştirme yöntemleri kullanılmaktadır. Bu iyileştirmenin en başında epoksi uygulamaları gelmektedir. Epoksi uygulamaları mermerlere uygulanarak daha sağlam bir yapıda olmasını sağlamaktadır.

Bu tez çalışmasının ana konusu; Antalya ili Korkuteli ilçesi Saklıkent bölgesindeki mermerlerinin fiziksel, kimyasal özellikleri hakkında analizlerle bilgi vermek ve ocaklardan alınan mermer bloklarının plaka haline getirilmesinden sonra uygulanan epoksi işleminin incelenmesi, burada karşılaşılan ya da karşılaşılmaması muhtemel sorunlara çözüm önerilerinin araştırılmasıdır. Ayrıca mermer plakalarına epoksi uygulaması, uygulama sırasından ve sonrasında karşılaşılan sorun ve bunlara bağlı çözüm önerileri sunmaktır.

Bu kapsamda, Korkuteli ilçesi Saklıkent bölgesindeki mermer ocağından örnekler alınmış ve bu örneklerle laboratuvarında pelletler haline getirilerek XRF

analizleri yapılmıştır. Ayrıca İmsa Mermer firmasından Saklıkent mermer ocağında üretimi gerçekleştirilen Perdu Cream ve Ottoman mermerlerine ait fizikomekanik özellikler temin edilmiş ve TS standartları da göz önünde bulundurularak tarafımızdan yorumlanmıştır.



Şekil 1.1. İmsa mermer ocağının yer bulduru haritası

1.2.Çalışma Alanı ve Önemi

Çalışma alanı ilk olarak Antalya iline bağlı Saklıkent-Doyran yoluna 635 metre kuş uçuşu mesafede bulunan, "İmsa Mermer" tarafından işletilen mermer ocağıdır. Mermer ocağına ait yer bulduru haritası (Şekil 1.1) 'de verilmektedir. Mermer ocağının uzaktan görünümü (Şekil 1.2)'de verilmektedir. İkinci çalışma alanı ise mermer fabrikasıdır. Çünkü mermer ocağından çıkarılıp blok haline getirilen mermerler daha

sonra Antalya Organize Sanayi Bölgesi’ndeki “İmsa Mermer” fabrikasına getirilerek istenilen şekilde ve ölçüde kesildikten sonra epoksi işlemi burada uygulanmaktadır.

Mermerlerin doğal oluşumları sebebiyle yapılarında kırık ve çatlaklar gözlenebilmektedir. Bu durumlar mermerlerde istenmeyen özelliklerdendir. Eski zamanlara bakıldığında bu durumdan dolayı mermer üretimindeki kayıpların oldukça çok olduğu bilinmektedir. Ancak günümüz koşullarında gelişen teknoloji ile birlikte bu kırıkların çöp olması yerine çeşitli kimyasal maddeler kullanılarak tamir edilme yollarına başvurulmuştur. Bu kimyasallar hem mermerler blok halindeyken yapılabilmekte olup hem de mermerlerin kesilip plaka ya da levha haline getirildikten sonrada uygulanabilmesi açısından oldukça önemlidir. Yapılan bu uygulamalar sayesinde mermerlerin daha verimli olarak kullanıldığı ve zayıfatı büyük ölçülerde önlediği görülmektedir. Bunların yanında ekonomik kayıplarında önüne geçilmeye çalışılmaktadır.



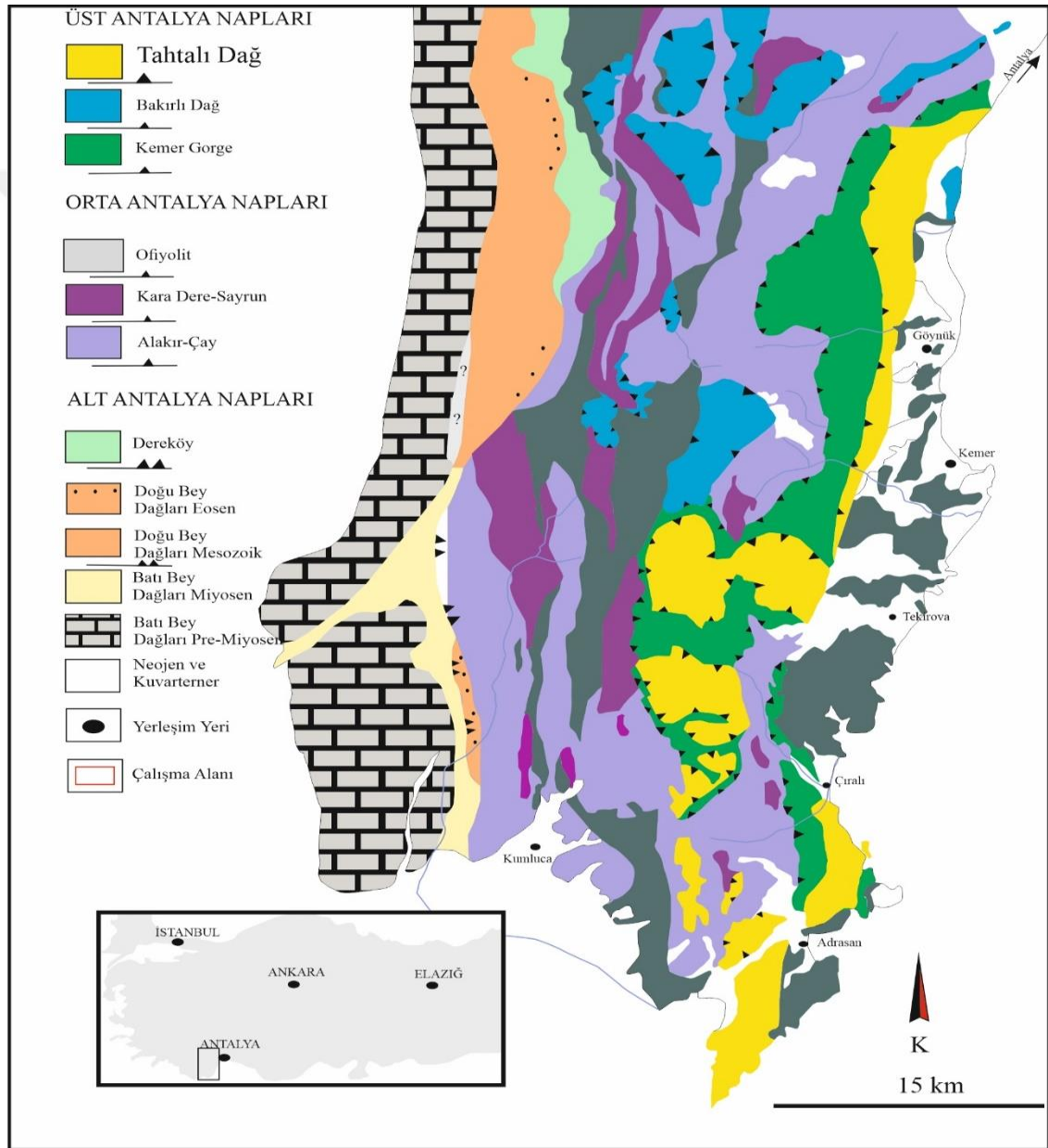
Şekil 1.2. Çalışma alanı İmsa Mermer ocağının uzaktan görünümü

Çalışma bölgesi, Antalya Napları Alakırçay Grubu (Ladiniyen-Norijen), Keçili formasyonu (Üst Kampaniyen- Maestrihtiyen) ve Tekirova ofiyolitleri içerisinde bulunmaktadır. Alakırçay Grubu ise Gökdere formasyonu, Çandır formasyonu, Tesbihli formasyonu ve Karadere formasyonundan oluşmaktadır. Alakırçay Grubu kıvrımlı ve kırıklı yapıya sahip olup, farklı yerlerde farklı stratigrafik birimlerden oluşmaktadır. Keçili formasyonu ise farklı yerlerde gözlenebilmekte olup farklı kaya türlerinin istiflenmesini göstermektedir (Şenel 1986).

1.3. Bölgenin Jeolojisi ve Stratigrafisi

Bu çalışmada da terminolojik olarak (Şenel 1986) ve (Şenel vd. 1996)'nın yapmış olduğu çalışmalarda terminoloji kullanılacaktır. Bu bölümde Gökdere formasyonu, Çandır formasyonu, Tesbihli formasyonu, Karadere formasyonu, Keçili formasyonu ve Tekirova ofiyolitleri hakkında bilgi verilecektir .

(Marcoux 1987)'e göre Antalya'nın güney batısını da içine alınarak yapılan çalışmada , tez çalışmasının da birimlerinin de içerisinde bulunduğu yapısal jeoloji haritası Şekil 1.3 'de verilmiştir (Moix vd., 2008)



Şekil 1.3. Çalışma alanında yer aldığı Antalya Güney-Batı kesiminin yapısal haritası (Morcoux,1987'den değiştirilmiştir)

1.3.1. Gökdere formasyonu

(Kalafatçioğlu 1972)'e göre Antalya körfezi batısında bulunan formasyon Gökdere olarak adlandırılmıştır. Gökdere formasyonu genellikle orta-ince tabakalı, krem, bej renklerden, bazı yerlerinde ise holobialı ve radyolaryalı kireçtaşı ve çörtlü kireçtaşından oluşmaktadır. Bazı yerlerde ince seviyeler halinde türbiditik kireçtaşları kapsamakta olup nadir olarak da dolomitleşme göstermektedir. Ayrıca bu formasyonda kırmızı renklerde, bazen yumru görünümünde, ince-orta tabakalanma gösteren Ammonitli kireçtaşları yani Ammonito-rosso fasiyesi bulunmaktadır. Oldukça kıvrımlı ve kırıklı bir yapı göstermekte olan formasyon Alakırçay grubuna ait diğer birimler ile yanal ve düşey olarak geçiş göstermektedir. Gökdere formasyonun yaşı alt-üst ilişkileri ve fosiller göz önüne alındığında Ladiniyen-Karniyen-Noriyen 'dir (Şenel 1986).

Gökdere formasyonu (Şenel vd., 1996) tarafından Çandır formasyonuna ait Holobialı kireçtaşı üyesine karşılık gelmektedir.

1.3.2. Tesbihli formasyonu

(Kalafatçioğlu 1972) tarafından Tesbihli formasyonu olarak adlandırılmıştır. Tesbihli formasyonu çeşitli renklerde bulunabilen, orta ve ince tabakalanma göstermekte olup radyolarit ve çörtlerden oluşmaktadır. Bu formasyonda çok fazla kırmızı renk çeşitleri bulunmakta olup çok kıvrımlı olan yapısı ile dikkat çekmektedir. Ayrıca Alakırçay grubuna ait diğer formasyonlarla yanal ve düşey olarak geçişlidir. Alakırçay grubunun farklı seviyelerinde bulunması bu formasyonun yaşının Ladiniyen-Karniyen-Noriyen olduğunu göstermektedir (Şenel 1986).

Tesbihli formasyonu (Şenel vd. 1996) tarafından Çandır formasyonu içerisindeki Tabakalı çört üyesine karşılık gelmektedir.

1.3.3. Çandır formasyonu

(Kalafatçioğlu 1972) tarafından adlandırılmıştır. İnce-orta-kalın tabakalanmalı kum taşı, kil taşı, silt taşı, çakıl taşını kapsamaktadır. Bu formasyon içerisindeki kumtaşları bitki kırıntısı bulundurması ile öne çıkmaktadır. Çandır formasyonu içerisinde karakteristik fosil gözlenmemektedir. Bu formasyonun yaşı Ladiniyen-Karniyen-Noriyen 'dir (Şenel 1986).

Çandır formasyonu, Tabakalı çört üyesi, Holobialı kireçtaşı üyesi ve Bitkili kumtaşı-şeyl üyesi olarak ayrılmaktadır (Şenel vd. 1996).

1.3.4. Karadere formasyonu

Karadere formasyonu Marcoux (1977) tarafından adlandırılmıştır. Genellikle koyu kahve renklerinde denizaltı lav akıntılarından oluşmakta olup, bazı yerlerinde ince

seviyeler halinde aglomera, killi kireçtaşı, kireç taşı ve kil taşı merccek ve bantları görülmektedir. Bu formasyonun yaşı Ladiniyen-Karniyen-Noriyen 'dir (Şenel 1986).

1.3.5. Keçili formasyonu

Kumtaşı, kil taşı, marn, çakıl taşı, pelajik kireçtaşı, çörtlü kireçtaşı, çört, radyolarit, breşik kireçtaşı vb. kaya türlerinin yanı sıra, kil-kum çimento içerisinde, farklı boyutlarda çeşitli olistolit içeren bu birim, (Şenel vd. 1981) tarafından Keçili formasyonu olarak adlandırılmıştır. Ayrıca Keçili formasyonu içerisindeki çörtlü kireçtaşı, radyolarit ve çört bulunan birimi Narlı üyesi olarak breşik kireçtaşı ardalımalı marnları ise Karagöl üyesi olarak tanımlamaktadır. Keçili formasyonunun bazı bölümlerinde fosile rastlanmazken, bazı bölümlerinde ise oldukça bol miktarda fosiller saptanmaktadır (Şekil 1.4). Formasyon içerisinde bulunan fosiller, formasyonun yaşının Üst Kampaniyen-Maestrihtiyen olduğunu göstermektedir (Şenel 1986).

Antalya naplarını oluşturan tüm naplarda görülebilmektedir. İnce tabakalı mikrit, killi-kumlu mikrit ara seviyeli kumtaşı, kıltaşı, silttaşı ve konglomeralardan oluşur (Şenel vd. 1996).

1.3.6. Tekirova ofiyolitleri

Serpantinit, gabro, dünit, kısmen serpantinitleşmiş harzburgit ve diyabaz gibi kaya türlerinin incelenmesi Tekirova ofiyolitleri adı altında incelenmektedir. Keçili formasyonu üzerine bindirilen bu ofiyolitleri bazı bölgelerde Alakırçay grubu ve Tekedağı formasyonu üzerinde ilerlemektedir. Tekirova ofiyolitleri Üst Triyas- Kretase okyanus parçası olduğu kabul edilmektedir (Şenel 1986).

Tekirova ofiyolit napı, genellikle harzburgitler ile temsil edilen Ayvalı peridotiti ve farklı bloklar bulunduran ofiyolitli melanj ile temsil edilen Kırkdirek formasyonu olarak ikiye ayrılmıştır (Şenel vd. 1996).

MESOZOİK										ÜST SİSTEM	
KRETASE										SİSTEM	
ÜST										SERİ	
TEKİRİVA OFİYOLİTLERİ										KAT	
TEKİRİVA OFİYOLİTLERİ										GRUP FORMASYON	
LİTOLİJİ										KALINLIK	
Sahil kum ve çakıl depoları; Yamaç molozu, alüvyon										100	
Eski yamaç molozu ve alüvyonlar. Antalya traverteni										120	
Beyaz, bej krem renklerde ince-orta tabakalı kilitaşı, marn, kalsilitut, kalkarenit, kalsidurit ardalanması. Polijenik çakiltası										300	
Çeşitli renklerde, ince-orta-kalın tabakalı, birbiriyle yanal ve düşey geçişli, yer yer değişik boyutta çeşitli olistositler kapsayan çakiltası, breş, kumtaşı, silttaşı, kilitaşı, marn, mikritik kireçtaşı, detritik kireçtaşı, breşik kireçtaşı, çörtülü kireçtaşı, radyolarit ve çört.										650-1500	
Serpantinleşmiş ve taze harzburjit, dunit piroksenit, kümülait gabro, izotropik gabro, izole diyabaz daykları											
Bej, krem, açık gri renklerde, orta-kalın tabakalı, breşik kireçtaşları										Kalın tabakalı, breşik kireçtaşı ardalanmalı marn ve kilitaşı	
Kalın tabakalı, breşik kireçtaşı ardalanmalı, mikritik kireçtaşı, çörtülü kireçtaşı, çört ve radyolarit											
Beyazımsı, bej renkte orta tabakalı mikritik kireçtaşı										Rudist, Dicyclina sp., Cuneolina sp., Nezzazata sp., Cornuspira sp., Miliolidae.	
Bej, krem renkli, orta-kalın tabakalı, yer yer pelletik kireçtaşları										Hensonella sp., Hedbergella sp., Barkerinidae	
Bej, krem, açık kahve renkli, orta-kalın tabakalı oolitlik kireçtaşı										Clypeina jurassica (FAVRE) Kurnubia jurassica HENSON Salpingoporella annulata CAROZZI Protopenoporella striata (WEYN) Kurnubia palastiniensis (HENSON) Labyrinthina mirabilis (WEYN)	
Bej, krem renklerde, orta-kalın tabakalı pelletik kireçtaşı										Trochammina sp., Pfenderiana sp., Trocholina sp., Pseudocyclammina sp., Valvulina sp., Megalodont, Glomospirella sp., Earlandia sp., Involutina sinuosa (WEYN) Globachae sp.	
Beyazımsı, grimsi, bej, kalın tabakalı, dolamitik kireçtaşı										Halobia sp., Daonella sp., Arcesles sp., Glomospirella sp., Glomospira sp., Diplotrema sp., Spirulina sp., Lenticulina sp., Ammobaculites sp., Frondicularia sp., Involutina sp., Duostomimidae.	
Denizaltı lav ara katkılı, pelajik kireçtaşı, radyolarit, çört, kumtaşı, kireçtaşı, çörtülü kireçtaşı pelajik kireçtaşı, çörtülü kireçtaşı radyolarit ve çört kilitaşı, bitkili kumtaşı, çakilli ve şeyl yastık lavlar ve diyabaz dayklar										Spirorbis phyllyteana BRÖNNIMANN-ZANENETTI Cylcogyra sp., Ammodiscus sp., Glomospirella sp., Glomospira sp.	
Açık gri, kırılı sarı renkte, orta tabakalı, Vermes izli kireçtaşı Alacalı renkli, ince tabakalı marnlar, yer yer kalın tabakalı jips ara tabakalı										Paradagmaria sp., Dagmaria sp., Ketchellina sp., Kamurana sp., Paraglobi valvulina sp., Pachyphloia sp., Geinitzina sp., Hemigordius sp., Gloivalvulina sp., Galvezina sp., Gymnocodium sp., Mizzia sp., Nankinella sp., Statfella sp., Schwagerina	
Siyah, koyu gri renklerde, orta-kalın tabakalı, neritik kireçtaşı										Bellerophon, Brachiopod ve yaprak izi	
Sarımsı, açık kahverengimsi, açık gri renklerde, ort-kalın tabakalı, çapraz tabakalanmalı, yer yer kil ara seviyeli kumtaşları. Üste kömür kapsar.											
Kırmızımsı kahverengimsi, gri, yeşilimsi, gri renklerde, ince-orta-kalın tabakalı, çapraz tabakalanmalı, asimetrik ripple-mark izli kumtaşı										Bothiolepis sp., Holonema, Groenlandaspis seni (JAN.-RITC.) Cladodus, Gyroptechius, (Janvier ve Marcoux 1978'den alınmıştır.)	
Polijenik çakiltası Pembe renkli jipsler Silttaşı, kumtaşı, dolamit										Trichonedella trichonodoloides LINK ve BRUCE.	
Açık kahverengimsi, gri, yeşilimsi gri, kırılı sarı renklerde, orta-kalın tabakalı, kuvars taneli kumtaşı, ince taneli dolamit ve kireçtaşı										Ozarkodina sp., Neopronodus sp., Spathognathodus sp., Ligonodina sp., Cordylodus sp., Panderodus sp., Ancoradella ? sp.	
Genellikle koyu kahverengimsi, yer yer yeşilimsi siyah, koyu gri ve siyahımsı renklerde, ince tabakalı, yer yer laminalı bol mikali şeyller. Yer yer yoğun diyabaz, diyabaz dayk ve siller kapsar. Bazı düzeylerde siderit kongresyonu ve kon in kon sedimenter yapılar gözlenir.										Monograptus, Orthoceras, Brachiopoda	
Diyabaz										Tanımlanmamış Brachiopoda ve bitki izi.	
Placoporia. (Marcoux tarafından bulunmuştur.)											
OROJENEZ VE FAZLARI											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											
CRETACEOUS											

2. KAYNAK TARAMASI

Bu tez çalışmasında Antalya ili Saklıkent -İmsa mermer ocağında pek çok jeolojik araştırmalar irdelenmiştir. Bölgede yapılan çalışmalar iki başlık altında toplanmıştır. İnceleme sahası ve Türkiye genelindeki epoksi çalışmaları şu şekilde özetlenmektedir.

2.1. Antalya İli Bölgesel Jeoloji Çalışmaları

Kalafatçıoğlu'nun (1972)'de gerçekleştirmiş olduğu doktora tezinde Antalya O24-B3 ve O25-A4 paftalarını incelemiştir. İnceleme alanı Paleozoik (Permien), Mezozoik (Trias, Jura, Kretase), Tersiyer (Pliosen) ve Kuvaterner yaşlı oluşuklardan meydana geldiğini belirtmiştir. Ve bu çalışma sonucunda stratigrafik istiflenmede bölgenin en yaşlı kayaçlarının Permien kalker ve dolomitlerinin olduğu tespit etmiştir. Alt Kretase resifal beyaz renkli kalkerler ve Üst Kretase kristalize kalın tabakalı kalker ve dolomitlerle temsil edilmekte olup tüm bu formasyonlar denizel olduğunu ileri sürmüştür. İnceleme alanının tektonik yapısı ise; çok sayıda faylar, bindirme, ekay ve şariyajlar ile karakterize etmektedir. Ayrıca yapmış olduğu incelemelerde, bu tez çalışmasında bahsedilen Tesbihli ve Gökdere formasyonlarından da bahsedilmektedir. Tesbihli formasyonun 8 km²'lik bir alandan oluştuğu, Trias ritmik serisinin pek çok seviyesinde görülmektedir ancak en belirgin olarak Triasın orta kısmında bulunduğunu belirtmiştir. Gökdere formasyonunu ise 35 km²'lik bir alan kaplamaktadır. Bu formasyonun litolojik olarak silis yumrulu plaket kalkerlerden oluşmakta olduğunu belirtmiştir.

Özgül (1976)'nın "Torosların Bazı Temel Jeoloji Özellikleri" konusundaki çalışmasındaki amacı Torosların farklı bölgelerinde, özellikle Orta ve Doğu Toroslar 'da 1967'den bu yana sürdürmüş olduğu çalışmaların ışığında Toros kuşağına ait bazı temel jeolojik özellikleri belirtmektedir. Kuşakta birbirinden farklı havza koşullarını yansıtan birliklerin yer almakta olduğunu bildirmiştir. Torosların Kambriyen-Tersiyer zaman aralığında çökelmiş kayaları kapsadığını belirtmiştir. Özgül (1976)'ya göre bu birlikler; Bolkar dağı Birliği, Aladağ Birliği, Geyik dağı Birliği, Alanya Birliği, Bozkır Birliği ve Antalya Birliği'dir. Tüm bu birlikler stratigrafi ve metamorfizma nitelikleri, kapsamış oldukları kaya birimleri ve günümüz yapısal konumlarına göre birbirlerinden ayrılmakta olduğunu açıklamıştır. Bolkar dağı, Aladağ, Geyik dağı ve Alanya birliklerinin şelf türünde karbonat ve kırıntı kayalarını kapsadığını; Bozkır ve Antalya birliğinin ise derin deniz çökelleri, ofiyolitleri ve bazik denizaltı volkanitlerini kapsadığını belirtmiştir.

Poisson (1977)'a göre Antalya napları üç naptan oluşmakta olup, alt napın Çaltepe ve Tahtalıdağ ünitesinden oluştuğunu belirtmiştir. Çaltepe ünitesinin ise Antalya napının ana parçasını oluşturduğunu ve bu sebeple çalışmasında Çaltepe ünitesini stratigrafisini açıklamaya çalışmıştır. Ayrıca Beydağlarındaki karbonat kayaların

stratigrafisini de ortaya koymaya çalışarak; Liyas'tan resifal kireçtaşı olarak Senoniyen'e kadar devam ettiğini ve Senoniyende ise pelajik kireçtaşından oluştuğunu belirtmiştir.

Şenel (1980)'nin "Teke Torosları Güneydoğusunun Jeolojisi Finike-Kumluca-Kemer (Antalya)" adlı çalışmasında inceleme alanı Batı Torosların güneyinde yer almaktadır. Farklı yaştaki formasyonların kaya-stratigrafi birimleri incelenerek, ihtiva ettiği fosiller ile bölgenin detaylı bir kronostatigrafisi yapmıştır. Bölgedeki en yaşlı birim olarak Ordovisiyen yaşlı şeyller ve bunlar da Üst Ordovisiyen, Siluriyen, Devoniyen, Karbonifer, Alt Permiyen yaşlı deritiklere geçiş göstermiş olduğunu, bunları da Orta-Üst Permiyen kireçtaşlarının diskordans olarak örttüğünü belirtmiştir. Alacalı Marnlar formasyonu'nun Alt Trias yaşlı olduğunu ve marnlar, konglomeralar ve jipslerden oluşmakta olup, kendisinden daha yaşlı formasyonları ise diskordan olarak örttüğünü tespit etmiştir. Alakırçay Grubu altında ise Üst Trias yaşlı birimler toplanmış olup birbirlerine yanal ve düşey yönde geçiş gösteren 7 formasyona ayırmıştır. Bunları mikritik kireçtaşlarından oluşana plakette kalkerlere, radyolarit ve çörtlerden oluşana Gürleyik Dere Formasyonu, konglomeralardan ve killerden, bitkili kumtaşları ve killerden meydana gelen bitkili kumtaşlarından oluşana Garen Dere Konglomeraları, aglomera ve tüfitlerden meydana gelene Çamlı Tepe Formasyonu, mikali şeyllerden meydana gelen Zilli Alan Formasyonu ve pillow lav ve splitlerden meydana geleni ise Kara Dere Formasyonu olarak isimlendirmiştir. Senomaniyen sonunda ise bölgenin ofiyolitik yerleşim göstermiş olduğunu belirtmiştir.

Robertson ve Woodcock (1981)'e göre Antalya kompleksinde bulunan Alakırçay Grubunun, aslen pasif karbonat marjı boyunca biriken karmaşık bir biçimde deforme olmuş Mezozoik tortul kayalardan oluştuğunu belirtmişlerdir. Çökeltilerin ise artık batıya doğru nispeten otokton karbonat platformuna (Bey Dağları Bölgesi) yerleşmiş tektonik olarak gömülmüş bir baskı tabakaları yığını (Kumluca Bölgesi) oluşturmakta olduğunu söylemişlerdir.

Önder (1984)'e "Antalya'nın Güneyindeki Trias Kayalarının Konodont Biyostratigrafisi" konusundaki çalışmasında Orta Toroslardaki Trias yaşlı kayaların stratigrafik özelliklerini açıklayarak, stratigrafik olarak yaş tayinlerinde kullanılan konodontların yardımı ile Türkiye'deki Trias stratigrafisine biraz daha katkı sağlamak amacıyla yapılmıştır. Araştırma alanı Tekedağı, Saklıkent ve Dömek Tepe'dir ve burada bulunan Trias yaşlı formasyonlar çalışılmıştır. Tekedağ, Saklıkent ve Dömek Tepe'deki Trias yaşlı kireçtaşlarından alınan örneklerin zengin mikro fosiller içerdiğini belirtmiştir. Saklıkent'te Orta Trias yaşlı kayaların kırmızı ve gri renkte biyomikritler olduğu, ammonit ve konodont bakımından zengin olduğunu belirtmektedir. Yine Dömek Tepe'de Üst Trias yaşlı gri-kırmızı renkte lekeli biyomikritlerinde konodont içerdiğini belirtmekte olup Tekedağ'ın ise vermikülitli gri renkte kireçtaşları ve kırmızı nodüllü kalkarenitler ile temsil edildiğini belirtmektedir. Çalışmada elde edilen örneklerde ammonit, konodont ve foraminifer gibi zengin denizel fosilleri tespit

etmiştir. Buradaki kireçtaşlarının da konodontlara göre Orta-Üst Trias yaşlı olduğunu ve Alpler'deki Trias fasiyeslerine benzerlik gösterdiğini benzerlik gösterdiğini belirtmiştir.

Akay ve diğ. (1985) "Antalya Neojen Havzasının Stratigrafisi" çalışmasındaki amaç Neojen stratigrafisiyle ilgili daha önce yapılmış olan sınırlı çalışmaların, Antalya-Çakallar-Çukur arasındaki alanın stratigrafiye bağlı evrimini kurmaktır. Bu alandaki formasyonlar 1/25000'lik olarak haritalanarak her birim ölçülmüştür. Antalya-Çakallar-Kırkavak-Çukur arasındaki alanın Neojen yaşlı kaya stratigrafisinin tanımlaması yapılarak paleocoğrafik yorumlara gidilmiştir.

Şenel vd. (1996)'nın "Isparta Büklümü Doğusunda, Otokton ve Allokon Birimlerin Stratigrafisi" çalışmasında daha önceki çalışmaların ışığında farklı fasiyesteki kaya birimleri tek tek incelemiştir. Batı Toroslar'da Isparta büklümünün doğu bölümünü kapsayan inceleme alanında, Beydağları-Karacahisar otoktonu, Anamas-Akseki otoktonu ve Antalya napları bulunmaktadır. Bu çalışmada Antalya napları ve çevresinde bulunan otokton kayaların stratigrafik ve yapısal özellikleri anlatılmaktadır. Araştırma bölgesindeki kayalar farklı stratigrafik ve yapısal özellikler göstermekte olup bazıları otokton bazıları ise allokon konumlu oldukları belirtilmiştir. Bu kayaların üzerinde naplar halinde bulunan kütleler okyanusal kabuk, yamaç, havza, kıyı ötesi platform, rift ortamlarını temsil etmektedir. Ayrıca bu makalede, çalışması yapılan Alakırçay napı ve formasyonlar hakkında bilgi verilmiştir. Buna göre Trias yaşlı Karadere formasyonu, yastık yapıli volkanitler ile temsil edilmekte olup Alakırçay napının tipik formasyonu olduğu belirtilmektedir. Çandır formasyonu içerisinde yer alan Tabakalı çört üyesi, Antalya körfezi batısında Kalafatçıoğlu (1973) ve Şenel ve diğerlerinin (1981) Tesbihli formasyonuna karşılık gelmekte olup Ladiniyeni temsil etmektedir. Holobialı çört üyesi ise Antalya körfezi batısında bulunan Gökdere formasyonuna karşılık gelmektedir. Keçili formasyonu ise Antalya naplarını oluşturan tüm formasyonlarda görülebilmektedir. (Şenel 1986)'ya göre birim, Globotruncana'lı olup, Üst Kampaniyen-Maestrihtiyen yaşlıdır. Tekirova ofiyolit napı içerisinde bulunan Kırkdirek formasyonu genellikle Trias yaşlı holobialı kireçtaşları, tabakalı çört, bitkili kumtaşı, bazik volkanit ve Jura-Kretase yaşlı neritik kireçtaşı bloklarını kapsamaktadır.

Colins ve Robertson (2003)'de Aksu havzasının kuzeyinde ve batı kısmında bulunan havzaların oluşumuna etkisi olan Likya Napları'nın yerleşimi ve hareketi ile ilgili olarak yapmış oldukları çalışmada napların son yerleşimini Orta-Geç Miyosen öncesinde tamamladığını belirtmişlerdir.

2.1. Türkiye'de Epoksi Çalışmaları

Çetin (2001)'in "Gözenek ve Çatlak Tamir Uygulama Örnekleri ve Bu Uygulamaların İşletmelere Getirdiği İlave Kazançlar" adlı bildirisinde epoksi esaslı çatlak tamir tutkalları, dolgu mumu, polyester esaslı dolgular, çatlak ve dolgu tamiri ile

ilgili uygulamalar ile işletmelere olan katkılarını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Ayrıca yarı mamul doğal taşların hangi yöntemler ve malzemeler kullanılarak tamir edilebileceğinden bahsetmektedir. Doğal gözenekler içeren doğal taşlara, polyester esaslı dolgu malzemelerinin uygulanması gerektiğini, çatlak ve kırık bulunduran doğal taşlara ise epoksi tutkalların kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Yapısında çatlak bulunduran doğal taş hem mermerin üretimi aşamasına hem de bitmiş bir ürün oluncaya kadar önemli miktarda kayıplara sebebiyet vermekte olup çatlak tamirinden kullanılan en önemli malzemenin epoksi tutkallar olduğunu belirtmiştir. Doğal taşın durumuna bağlı olarak file ile kullanılabileceğini, epoksi uygulanacak taşın kurutulması gerektiğinden, epoksinin oranlarının farklılık gösterebileceğinden, sıcaklık ve nem oranına bağlı olarak da epoksi uygulamasından sonra 12-24 saat süre ile kurutulmaya bırakılmasını önermektedir. Sonuç olarak da yapmış olduğu çalışmada bahsetmiş olduğu malzeme ve yöntemlerinin günümüz teknolojisinde kullanılan modern yöntemler olduğunu ve zaman içerisinde daha farklı malzeme ve uygulamaların bulunabileceğini belirtmiştir.

Sarıışık ve Şentürk (2003)'ün "Doğaltaş Tamirinde Epoxy, Polyester, Mastik Dolgulu ve Çimentolu Dolguların Uygulama Kriterleri" adlı bildirilerindeki amaç Denizli, Afyon ve İscehisar yöresinde bulunan mermer fabrikalarındaki epoksi, mastik, ultraviyole reçine ve çimento dolgu uygulamalarında elde edilen pratik bilgileri sunmaktadırlar. Mermer sektörünün Türkiye ekonomisine büyük katkısı olduğunu ancak doğal taşların yapısı gereği bazı kusurların bulunduğunu ve bunların tamir edilmesi gerektiğini vurgulamaktadırlar. Bu tamirlerin ise fiyat/kalite parametreleri dikkate alınarak kullanılmakta olan malzemeler; epoksi polyester, ultraviyole reçineleri, mastik polyesterler ve yüzey koruyucu olarak sıralamaktadırlar. Epoksi reçinenin kırılma oranları yüksek seviyelerde azaltarak kırılma oranı %40'dan %7'ye kadar düşürdüğünü, polyester reçinelerin gözenekli doğal taşlara dolgu tamirinde kullanıldığını, ultraviyole sistemin ise gözenek dolgusunda ve çatlak tamirinde kullanıldığını bildirmişlerdir. Ayrıca Denizli ilindeki bej mermere epoksi uygulayan bir firmanın sorun yaşadığını belirtmişlerdir. Bu sorunun temel sebebini ise mevsimsel olduğunu ve uygun ortamdan muhafaza edilmeyen epoksi olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak ise tamir malzemelerinin kullanılmasında dikkatli olunması ve malzemelerin uygulama şartlarına uyulması gerektiği ayrıca muhafaza koşullarına da özen gösterilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Öztekin (2007)'nin "Mermerlere Uygulanan Kimyasallar ve Epoksi ve Polyester Uygulanmış Mermerlerde Çekme ve Eğilme Dayanım-Sıcaklık İlişkisi" çalışmada epoksi ve polyester ile genel bilgi vermekte olup mermerlere uygulanan kimyasalların maliyetlerini ve işletme verimine olan etkisini incelemiş, bahsedilen kimyasalların ısı karşısında tepkileri gözlenip montajdan sonra olan davranışları tahmin etmeye çalışmıştır. Kullanılan kimyasallar sonucunda işletmelerin verimlilikleri açısından önemli gelişmeler olduğunu belirtmiştir. Mermerlerin formasyonlara göre farklı

özellikler göstermesi sebebiyle uygulamada kullanılan şartlara bağlı kalınmadığı, aynı tür mermerlere bile farklı süreçlerden geçebileceğini açıklamıştır. Ham mermerin -40 ve -40 °C arasında bir sıcaklığa maruz kalırsa bu değerler arasında herhangi bir sorun yaşanacak değişimin olmadığını gözlemlemiş ve çalışmadaki deney sonuçlarına göre sıcaklığın artmasıyla birlikte mukavemet değeri de azalmakta olduğunu belirtmiştir. Ayrıca hava sıcaklığının çok az olduğu ve don yaşanan yerlerde dış cephe kaplamada kullanılacak olan mermerin kesinlikle epoksi uygulaması yapılanlardan tercih edilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Gökdemir (2010)'in "Mermer Blok, Plaka ve Striplerine Uygulanan Kimyasal Dolgu-Güçlendirme Yöntemlerinin Verimliliklerinin Araştırılması" adlı çalışmasında Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde üretilmekte olan Brown Espera, Sand Ware, Elazığ Vişne çeşit mermerlerin blok, plaka ve striplere uygulanmakta olan dolgu ve güçlendirme yöntemlerinin kesme ve işleme verimliliği üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Daha sonra da bu uygulamaların işletmelere kazandırdığı ekonomik katkı belirtilmiştir. Her mermer çeşidinin sahip olduğu kusur türüne bağlı olarak doğrudan uygulanabilecek bir dolgu malzemesinin bulunmadığını, blok güçlendirme işlemi sırasında blokta bulunan çatlağın yapısının dikkate alınması gerektiğini ve güçlendirilmesi yapılan blokların katrak kesimi sırasında oluşacak titreşimlerin minimuma indirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Efe vd. (2012) "Bej Mermerlerde Epoksi Uygulamasının Atmosferik Şartlar Altında Kayacın Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklere Etkisi" adlı çalışmasında üç farklı mermer çeşidi ve bunların epoksi uygulanmış halleri kullanılarak yaşlandırma testleri uygulanarak yapılarında meydana gelen ağırlık ve dayanım kayıplarını incelemişlerdir. Bu incelemeler ışığında epoksi uygulaması yapılan kayaçların mekanik dayanımlarının arttığını, termal şok etkisinin ise donma-çözölmeye göre mermerlerin dayanımlarını olumsuz olarak daha fazla etkilediği neticesine varmışlardır. Ayrıca 3 farklı çeşit arasında atmosferik etkilere karşı daha dayanıklı olan Eğirdir bölgesindeki bej türü mermerin olduğunu belirtmişlerdir.

Başığit vd. (2014)'de yapış oldukları "An Application of Epoxy and Polyurethane on Various Marbles to Enhance Cuttability" adlı çalışmalarında mermerlere epoksi ve poliüretan gibi ince bir tabaka halinde uygulanan kimyasalların, mermerlerin mekanik davranışına etkisi üzerinde durmaktadırlar. Türkiye'nin farklı üretim yerlerinden alınmış olan benzersiz mermerler tercih etmişlerdir. Kullanılan mermer numuneleri istenilen standartlara göre silindirik olarak hazırlandıktan sonra tek eksenli basınç dayanımı, nokta yükü dayanımı, Brezilyan çekme deneyleri uygulamışlardır. Daha sonra bu testleri düz mermerlere de uyguladıklarını ve poliüretan mermer ile kaplanmış olan mermer numunelerinin mukavemetlerinin düz mermerlere göre daha fazla gelişmiş olduğunu belirtmişlerdir.

Dağ vd. (2008)'in "Evaluation of Filling Methods Applied to Some Marbles from Diyarbakir Region of Turkey" adlı çalışmalarında Diyarbakır yöresine ait, pazarda oldukça rağbet göre iki farklı mermer çeşidi üzerinde epoksi reçine, polyester reçine ve ultraviyole reçine uygulayarak dolgu yöntemlerinin maliyet ve malzeme kaybı üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Mermerler üzerindeki gözeneklere dolgu uygulandıktan sonra kuru birim hacim ağırlığının arttığı varsayılmakta olup deneylerden sonra Oriant Beige çeşit mermerin bu varsayıma uyduğu ancak Tigre Beige mermer için tam tersi olduğunu belirtmektedirler. Ayrıca ekonomik olarak gözenekli yapıda olan mermerlere epoksi reçinenin uygulanmasının daha uygun olduğunu, epoksi reçinenin derinlere ilerlemesi ile kırılma oranlarını azalttığını belirtmişlerdir. Ultraviyole reçinelerin uygulanmasının süre olarak daha iyi bir yöntemi olsa da bu reçinelerinin maliyetlerinin fazla olması sebebiyle satış fiyatını etkilediğine değinmektedirler. Doğal taşların pazarlanmasındaki değer göz önüne alındığında, uygulanan bu işlemlerin maliyetinin düşük kaldığını ve dolgu malzemesinin uygulama şeklinin seçiminde, dolgu malzemesinin kimyasal içeriğinin seçilmesinden uygulama yapılacak olan mermerin fiziksel özelliklerinin dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadırlar.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Mermer Tanımı, Mermerlerin Fizikomekanik Özellikleri

Bilimsel tanıma göre mermerin oluşması jeolojik olarak gerçekleşmektedir. Kireçtaşı (kalker), dolomit ya da dolomitik kalker gibi kayaların farklı sıcaklık ve basınç altında metamorfizması ve bundan sonra da tekrar kristalleşmesi ile oluşan kayalar olarak bilinmektedir. Mermerlerin ana bileşeni kalsitler olup tali olarak kuvars ya da silikat minerallerini içerebilmektedir (Kulaksız 2017).

Endüstriyel anlamda mermer; istenilen şekilde kesilebilen, düzgün olarak kesilip isteğe göre cilalanabilen ve ekonomik anlamda değeri olan her türlü kayalardır. (Kulaksız 2017).

Bu çalışmada incelenecek olan fizikomekanik özellikleri arasında sertlik, özgül ağırlık, birim hacim ağırlık, renk, doluluk oranı, ağırlıkça ve hacimce su emme, porozite, eğilme (bükülme) dayanımı, sonik hız ve tek eksenli basınç dayanımı bulunmaktadır.

3.1.1. Sertlik

Mermerlerin sertliği içinde bulunan minerale bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. İçerisinde silis, feldspatlar, magnezyum ve mika grubu minerallerin bulunması mermerin işlenmesini de zorlaştırmaktadır. Silikat minerallerinin artması mermerin sertliğini arttırmaktadır (Akçakoca vd. 2003).

Mermerlerin sertliği, ocak işletmesinden başlayarak cilalanmaya kadar olan süreçte olumsuzluk bir özellik olarak görülmektedir. Ancak cila aşamasında aşınmaya karşı dirençlerinin fazla olması sebebiyle iyi cila tutma ve uzun süreler boyunca bunu korumalarından dolayı tercih edilmektedir (Şentürk vd. 1996).

3.1.2. Özgül ağırlık

Mermerlerin özgül ağırlıkları ne kadar artarsa ekonomik değeri de aynı oranda artmaktadır. Mermerlerin özgül ağırlık değerleri pazar bulma açısından da oldukça önem arz etmektedir.

3.1.3. Birim hacim ağırlık

Birim hacim ağırlığın bilinmesi mermerlerin taşınmasında yardımcı olacak ekipmanların seçilmesinde önemlidir. Hakiki mermerlerin birim hacim ağırlık değeri ortalama $2,70 \text{ g/cm}^3$ tür (Akçakoca vd. 2003).

3.1.4. Renk

Mermerlerin iyi bir pazar bulma açısından saf homojen bir yapıda olması istenmektedir. Ancak doğada birçok çeşit mermer bulunmaktadır. Mermer beyaz

tonlarda ise içerisinde sarı damarlar bulunması, renkli mermerlerde ise karışık kısımların bulunması genellikle istenmeyen özelliklerdir. Pazar bulunduğu taktirdi tüm renkli mermerler işletilebilmektedir (Onargan ve Köse, 1997).

3.1.5. Doluluk oranı

Değişmez kütleye kadar kurutulmuş kayacın 105 °C 'de boşlukları hariç hacminin, boşlukları dahil hacmine oranıdır (Ediz 2002). Hakiki mermerlerin doluluk oranı %93,3'tür ve bu oran %98'den az olmamalıdır. Ayrıca onikslerin doluluk oranları hakiki mermerlerin doluluk oranlarına göre daha fazla olduğu bilinmektedir (Akçakoca vd. 2003).

3.1.6. Ağırlıkça ve hacimce su emme

Kayalardaki su emme miktarı ağırlıkça ve hacimce belirlenmektedir. Ağırlıkça su emme; kayadaki su ağırlığının, kuru ağırlığa oranıdır (Köse ve Kahraman 1999). Bu özellik kayacın basınç altında olmaksızın hangi oranda su alabileceğini göstermektedir. Su emme yeteneği taşın kompakt olup olmamasına göre değişmektedir (Ediz 2002). Su emmenin çok olması çatlak ve porozitenin fazla olduğunu göstermektedir. Su emmenin az olması da mekanik özelliklerin (basınç direnci, elastisite modülü gibi) fazla olduğunu göstermektedir. Hakiki mermerlerin su emme oranları diğer mermer cinslerine göre daha azdır. Çünkü doluluk oranları fazla ve gözeneklilik derecesi düşüktür.

3.1.7. Porozite

Kayaç içerisinde bulunan boşluklara porozite denilmektedir. Kayacın içerisindeki boşluk hacminin, kayacın tüm hacmine olan oranı olarak ifade edilir. Porozitenin artması kayaçtaki dayanıklılığı azaltmaktadır. İnce kristalli mermerlerin boşluk oranları daha azdır ve genellikle bu mermerler tercih edilmektedir. Oniksler ve hakiki mermerler ince kristalli olduklarından dolayı daha az boşluğa sahiptirler ve daha ekonomiktirler (Akçakoca vd. 2003).

3.1.8. Tek eksenli basınç dayanımı

Mermerlerin belirli boyutlarda, tek eksenle üzerlerine uygulanan basınç değerlerine karşı kırılmadan önceki dayanma yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Mermerlerin litoloji, süreksizlik ve kristalleşme derecesi basınç dayanımlarını etkileyen bazı jeolojik özelliklerdir (Kurtçu 2010).

Hakiki mermerlerin, kireçtaşlarının ve onikslerin yük taşıyıcı mekanlarda kullanılacakları için (zemin, merdiven basamağı vb.) basınç dayanım değeri 500 kgf/cm² 'den az olmamalıdır ve hakiki mermer ürünlerinin hepsinin basınç dayanım değerleri de bu değerden yüksektir. Hakiki mermerlerin basınç dayanımları traverten ve onikslerden daha fazla, magmatik kökenli mermerlere ve bej türü mermerlere göre daha az olduğu bilinmektedir (Akçakoca vd. 2003).

3.1.9. Eğilme (bükülme) dayanımı

Standart boyutlardaki mermer plakalarının belli doğrultuda kırılmaya karşı göstermiş oldukları direnç olarak tanımlanmaktadır. Mermerler genellikle plaka halinde kullanıldıkları için eğilme direnci oldukça önemlidir. Mermerlerin plaka kalınlıkları, boyutları ve destek noktaları arasındaki mesafe eğilme dayanıma göre belirlenmektedir (Şentürk vd. 1996).

T.S. 699'a göre hakiki mermerler, kireçtaşları, traverten ve oniksler için eğilme dayanımı değeri 60 kgf/cm^2 'den küçük olmamalıdır. Bahsedilen doğal taşların eğilme dayanımları belirtilen değerlerin üzerindedir. Magmatik kökenli sert mermerler diğer mermer türlerine göre eğilme dayanımları daha da yüksektir. Bu da kırılmaya karşı ne kadar dirençli olduklarını göstermektedir (Akçakoca vd. 2003).

3.1.10. Sonik hız

Kayaçların yapısındaki boşluk ve gözenek gibi yapısal özelliklerinin belirlenmesi için kullanılan bir yöntemdir. Diğer yöntemlere nazaran hem hızlı sonuç vermesi hem de daha tahribatsız bir işlem olmasından dolayı sıklıkla kullanılmaktadır.

Kırık çatlak gibi süreksizliklerin olması mermer ocağının kalitesini etkileyen olumsuz bir özelliktir. Bu özelliklerin belirlenmesi için sondaj gibi yöntemler kullanılabilir. Ancak bu işlem hem oldukça maliyetli hem de mermerin bozulmasına neden olarak kalitesini düşürmektedir. Tüm bunların yanı sıra ayrıca zaman alıcı bir yöntemdir. Tüm bu dezavantajlar düşünüldüğünde mermer içerisindeki çatlak, kırık vb. gibi süreksizliklerin daha rahat bulunması için mermer içerisindeki ses yayılma farklılıkları ölçülmektedir (Onur ve Bakraç, 1997). Homojen kayaçlarda ses tek hızda hareket ederken, süreksizliklerin mevcut olduğu kayaçlarda yayılma hızında bir yavaşlama olmaktadır (Davis ve Brough, 1972).

3.2. Mermerlerin Mineralojik Özellikleri

Mermerlerin kökenleri, oluşum koşulları, mineralojik ve petrografik özelliklerine bağlı olarak gelişen dokusal özellikler bu kayaçların maden ocağındaki blok boyutunu belirlemede, fabrikada uygulanacak olan kesme ve parlatma işlemlerini doğrudan etkilemektedir (Kulaksız,2017).

Mermerlerin bileşimleri %90-98 oranında kalsiyum karbonattan (CaCO_3) oluşmaktadır. Düşük oranda magnezyum karbonat (MgCO_3) bulunmaktadır. Mermerlerin esas minerali kalsittir.

3.3. Mermerlerin Kimyasal Özellikleri

Mermerlerin kimyasal özellikleri mermerlerin cinsine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Mermerlerin renkleri genellikle beyaz ve grimsi bir renkte olmaktadır ancak kimyasal, içeriğindeki maddelerin değişmesine bağlı olarak bu renklerde değişebilmektedir. Hematit minerali içeren mermerlerin renkleri kırmızı tonlarda olurken, limonit mineralini bulunduran mermerler sarı, serpantin mineralini içeren mermerler ise yeşil renklere sahiptir.

Bu tez çalışması kapsamında kimyasal analiz için x-ışınları floresans analizleri yapılmıştır. Bu analizlerde kayaçların kimyasal özelliklerini tayin etmek amacıyla X-ışınları floresans analizi uygulanmaktadır. X-ışınları floresans (XRF) spektrometresi, elemental ve kimyasal kompozisyonu belirleme de kullanılan, kantitatif analiz yapan yöntemlerden birisidir. XRF ile;

- Silisyum, titanyum, alüminyum, mangan, gibi ana element oksitleri (%) ağırlık cinsinden,
- Rubidyum, baryum, stronsiyum gibi eser elementlerin,
- Lantan, seryum, praseodim, neodimyum gibi nadir toprak elementleri ppm düzeyinde analiz edilmektedir.

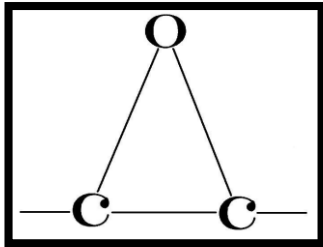
XRF, kimyasal bağ derecesinde yeterince hassas olmadığı için atom numarası 9'un altında olan elementlerin analizini yapamamaktadır (Aydağ 2015).

XRF ile yapılan ölçümler de hazırlanan numuneler zarar görmemekte ve kristal yapısında bir değişim olmamaktadır. Aynı numune daha sonra başka teknikler kullanılarak analiz edilebilmektedir (Talks, 2018)

3.4. Epoksi, Epoksi Uygulamasında Kullanılan Ekipmanlar

Epoksi, Yunanca kökenli bir kelimedir. 'Ep' kelimesi arasında ve üzerinde anlamına gelmekte olup, 'oxy' yani keskin asitli anlamı taşıyan hecesinin birleşmesiyle oluşmaktadır (Gökdemir 2010).

Epoksi termosetler grubundan olan bir yapıştırıcı reçinedir. Epoksi ailesinin kimyasal gösterimi Şekil (3.1) 'de gösterilmiştir. İlk epoksi uygulaması 1930 yıllarında Almanya ve İsviçre'de gerçekleştirilmiştir. Epoksi ile ilgili bilinen ilk patent ise 1936 yılında İsviçre'de Dr. Castan'a verilmiştir. Bundan üç yıl sonra da Amerika Birleşik Devletleri'nden Dr. Greenlee, epoksi formülleri araştırıp, geliştirmiştir. 1950'lerde ise epoksinin seri üretime geçmesi ile ticarileşmesi başlamıştır. Epoksi ilk olarak 1948 yılında inşaat alanında sertleştirilmiş iki betonun yapıştırılmasında kullanılmıştır. Ayrıca birleştirdiği betondan daha güçlü özelliği ile güvenli bir yapıştırıcı olduğunu kanıtlamıştır (Charif,1983).



Şekil 3.1. Epoksi ailesinin kimyasal gösterimi

(Charif,1983)'e göre epoksinin bazı özellikleri aşağıdaki gibidir:

- Epoksi olumsuz çevre koşullarına karşı oldukça dayanıklıdır. Asit, yağ, alkali ve çözücülerin etkisi altındayken oldukça dirençlidir. Ayrıca epoksi ile ince bir şekilde kaplanmış olan yüzey sürekli su altındayken bile su geçirmeyen bir yüzey oluşturabilmektedir.
- Epoksinin özellikleri 67 °C'lik bir sıcaklığa kadar etkilenmemektedir. Ancak 300°C ve daha üzerindeki sıcaklıklarda kömürleşir ve toksik dumanlar şeklinde uzaklaşmaktadır.
- Kap ömrü, karıştırmanın tamamlandıktan sonra epoksinin yapışkanlık özelliğinin kaybetmeden uygulanabilir olduğu süre demektir. Bu süre, karıştırılan malzemesinin oranlarından ve sıcaklıktan etkilenmektedir. Kap ömrü, birkaç dakika ile birkaç hafta arasında değişiklik gösterebilmektedir.
- Ekzoterm özelliği, karıştırma işlemi yapılırken etrafa ısı yayılmasıdır. Bu da malzeme miktarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Mermerlerdeki süreksizlerin tamirinde sıklıkla epoksiler kullanılmaktadır. Kullanılan epoksi malzemesi reçine ve sertleştiriciden oluşmaktadır. Sertleştirici dondurmaya hızlandırmaktadır. Sertleştirici ve reçine oranları farklı oranlarda kullanılabilir. Ayrıca epoksi malzemesi saydam renkte olabileceği gibi, uygulanacağı malzemeye göre de renklendirilebilmektedir. (Çetin 2001)'e göre epoksi karışım oranları aşağıda verilmiştir.

- 1 ölçek reçine, 1 ölçek katalizör
- 2 ölçek reçine, 1 ölçek katalizör
- 4 ölçek reçine, 1 ölçek katalizör

Mermer plakalarına epoksi uygularken yardımcı ekipmanlar bulunmaktadır. Bunlar; masalar, fileler, katlı fırın, tünel fırın, iç vinç ve vakumlu taşıma makineleri olarak sayılabilmektedir. Mermer plakalarının epoksi uygulama işleminden önce dikkat edilmesi gereken bazı hususlar bulunmaktadır. Bunları maddeler halinde sıralayacak olursak;

- İlk olarak epoksi uygulanacak mermer plakasının yüzeyi gözenekli bir yapıda değilse aşındırma işlemi uygulanmaktadır. Böylelikle epoksi maddesi mermer plakasının yüzeyine daha iyi tutunabilmektedir.
- Mermer plakasının en iyi şekilde temizlenmesi gerekmektedir. Plakanın çok kirli olduğu durumlarda basınçlı su kullanılarak temizleme işlemi gerçekleştirilmektedir. Gözeneklerde killerin ve tozların bulunması epoksi uygulamasının verimini etkilemektedir.

Temizlenen mermer plakasının kurutulması gerekmektedir. Ancak mermer plakasının sadece yüzeylerinin değil tam anlamıyla kurutulması gerekmektedir. Yani gözeneklerin ve kılcal yapılarında kuruması gerekmektedir.

3.4.1. Masalar ve havalandırma

Mermer blokları fabrikada kesilerek plaka haline getirildikten sonra vakumlu taşıma makineleri ile masalara getirilmektedir. Mermer plakalarının daha rahat hareket edebilmesi için bu masalar raylı ya da tekerlekli olmaktadır. Plakalar, masalarda açık havada kurtulabileceği gibi ısı cihazları ile de kurutulabilmektedir. Epoksi işlemi bu masalarda uygulanmaktadır.

Epoksi uygulama işlemi masalar üzerinde olduğundan dolayı bu masaların üzerlerinde havalandırma sistemi bulundurulması iş güvenliği ve sağlığı açısından oldukça önemlidir. Bunun temel sebebi ise epoksi uygulaması sırasında plakaya uygulanan epoksi ortama belli bir sıcaklık vermekte bu da buhar oluşturmaktadır. Bu buharın etkilerinden korunmak için havalandırma sistemlerinin olması gerekmektedir. Ayrıca havalandırma sistemlerinin yanı sıra fabrika içerisinden sürekli bir hava sirkülasyonu olması gerekmektedir.

3.4.2. Fırınlr

Epoksi işleminin yapılabilmesi için mermer plakasının tamamen kuru olması gerekmektedir. Bu kuruluğun sağlanmasını da genellikle fırınlar sağlanmaktadır. Hava şartlarının uygun olduğu yaz dönemlerinde ise masalarda bekletilen mermer plakaları doğal ortamlarda kurutulabilmektedir. Antalya yaz dönemlerinde bu uygulama için oldukça elverişli hava şartlarına sahip olsada, dört mevsim fabrikalarda çalışmaların devam etmesi gerekmektedir. Bu yüzden fırınlar fabrikalarda önem arz etmektedir. Bu bölümde iki farklı kurutuma sistemi olan fırından bahsedilmektedir. Bunlardan birincisi tünel fırın, ikincisi ise elavator fırın ya da katlı fırın olarak bilinen fırınlardır.

Tünel fırın, mermer plakasının temizleme işleminde sonra homojen bir kurutma sağladığı için tercih edilmektedir. Tünel fırınların içerisinde sadece ısıtma değil hava sirkülasyonu da sağlanmaktadır. Böylelikle nem oranı gittikçe düşerek, mermer plakasının kuruması sağlanmaktadır. Fırından çıkan mermer plakasının sıcaklığı yaklaşık olarak 40-45°C'dir. Fırınların uzunlukları istenilen özelliklere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Ayrıca bu fırınlar epoksi uygulamadan sonra kürlenme içinde kullanılabilir. Bu tez çalışmasında tünel fırın, mermer plakasının homojen olarak kurutulmasını sağlamak amacıyla kullanılmaktadır.

Tünel kurutma fırınlarının boyu fabrika içerisinde oldukça fazla yer kaplamaktadır. Ayrıca epoksi uygulanan mermer plakalarının polimerizasyon için bekletilmesi gerekmektedir. En iyi durumda polimerizasyon süresi 40 dakika ile 2,5 saat arasında değişiklik göstermektedir.

Yüksek kapasitelere ulaşıldıkça tünel kurutma fırınlarının boyu uzamaya başlar ve aynı zamanda fabrika içinde polimerizasyon için bekletilen taşlar önemli bir yer işgal etmektedir. Özellikle değerli ama çok kırılğan plakaların tamirinde, kapasiteye bakılmaksızın prosesin minimum transferle, maksimum süreklilikte olması istenir. Bu durumlarda özellikle polimerizasyon (manipülasyon için) işlemini kesintisiz yapmak gerekir. En iyi şartlarda 40 dk. ile 2,5 saat arasında değişen polimerizasyon süreleri dikkate alındığında polimerizasyon işleminin tünel fırında yapılabilmesi için fabrikaya sığdırılamayacak uzunlukta fırın boyları çıkmaktadır. Bu durumda mermer plakalarının, bir tünelde ard arda ilerletmek yerine, bir elavator de aralıklı olarak üst üste dizip önce yukarı, sonra da aşağı doğru dolaştırmak gereksinimi “elavator fırın” sistemini ortaya çıkarmaktadır. Büyük kapasiteli elavator fırınlı hatlar ile, 2000-3000 m²/vardiya kapasitelere ulaşılmaktadır. Elavator fırınlı reçine hatları daha çok plakalar için uygundur. Bu hatlarda manipülasyon süresi 1-2 saate indirilmesine rağmen, taşı cilaya vermek için istisnai durumlar hariç yine de 24 saat beklemek gerekmektedir (Acar 2003).

3.4.3. Vakumlu taşıma makineleri

Vakumlu taşıma makinesi mermer plakalarının, levhalarının taşınmasında ve döndürülmesinde yardımcı olan ekipmandır. (Kulaksız 2017)’ye göre vakumlu taşıma makinalarının avantajları aşağıdaki gibi sıralanmaktadır.

- İş güvenliği
- İş gücü azaltılması
- Çalışma alanında ana makinaların çalışma verimliliğini arttırması
- Plakaların istenildiği gibi döndürülmesi
- Plakaların kırılma riskinin azaltılması

3.5. Arazi Çalışmaları

Tez çalışması kapsamında XRF analizlerinin yapılması amacıyla gerekli olan mermer numunelerinin alınması için arazi hazırlıkları yapılmıştır. Arazi çalışmaları için daha önce yapılmış olan jeolojik haritalar, stratigrafik kesitler ve burada yapılmış olan farklı çalışmalar incelenmiş, bölgenin jeolojik özellikleri hakkında çalışmalar yapılmıştır.

Saklıkent bölgesinde bulunan İmsa Mermer Ocağı ile iletişime geçilerek mermer ocağına giriş ve numune alımı izni verilmiştir (Şekil 3.2). Arazi çalışması yapılmadan önce mermer ocağının konumu, çalışma alanının konumu incelenmiş ve arazi koşulları hakkında bilgi edinilmiş olup bunların doğrultusunda ön hazırlıklar yapılmıştır. Ayrıca mermer ocağına gidilmeden önce fabrikadan temin edilen mermer ocağının temdit projesi okunarak ön bilgiler edilmiştir.



Şekil 3.2. İmsa mermer ocağı genel görünümü



Şekil 3.3. İmsa mermer ocağı inceleme alanı

Mermer ocağının belirlenen bölgelerinden XRF analizlerinin yapılması için uygun görülen sayıda ve farklı yapılarda mermer örnekleri alınmıştır (Şekil 3.3). Buradan elde edilen mermer numuneleri Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'ne götürülerek burada analizleri yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçları da yine Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde tarafımızdan yorumlanmıştır.

Arazi çalışmalarında mermer numunelerinin alımı için jeolog çekici, mineral tayini için lup, mermer ocağının koordinatları için GPS cihazı ve fotoğraf çekimi için kamera kullanılmıştır. Araziden elde edilen mermer numuneleri kilitli poşetlere konularak üzerleri numaralandırılmış ya da isimlendirilmiştir. Bu isimlendirmeler ise

genel üretimin yapılmış olduğu yer olan sol kule olarak bilenen yerin kısaltması yani 'sk' olarak adlandırılmıştır. Mermer numunelerinin kodlarını Sk1a-K-1.1 ve Sk1b-K1.1 numune kodları üzerinden açıklamak gerekirse; Sk1,Sk2...Sk16 gibi kodlar sadece numunene sırasını belirtmekte, Sk1a,Sk2a...Sk16a gibi kodlar ise numunenin sırası ile birlikte mermer numunesinden alınan ilk analiz sonucunu Sk1b,Sk2b... Sk16b ise mermer numunesinden alınan ikinci numune analizini temsil etmektedir. Kısacası a ve kodları aynı mermer örneğine ait ancak farklı kısımlarından alınarak elde edilmiş analizlerdir. Kodların K ile başlayan kısımları numunenin kalitesini temsil etmektedir. K-1.1 kodunun açılımı birinci kaliteden alınan bir numaralı örnek olduğunu, K-1.2 birinci kaliteden alınan ikinci örnek olduğunu, K-2.1 ikinci kalite mermer bir numaralı örnek olduğunu, K-2.2 ikinci kalite iki numaralı örnek olduğunu belirtmektedir. Kısaca açıklamak gerekirse K'dan sonra gelen ilk rakam kalitesini sonraki rakam ise alınan örneğin sayısını belirtmektedir. Toprak numunelerinin kodlaması da aynı temelde yapılmıştır. Kodlamalar Tpr-1a, Tpr-1b, Tpr-1c, Tpr-1d şeklinde yapılmıştır. Buradaki sayı kodlamaları toprağın bölgesini temsil etmekte olup, a,b,c,d gibi kodlama ise 1 numaralı topraktan alınan 4 farklı analiz sonucunu belirtmektedir. Bu kodlamaların hepsi diğer toprak numuneleri için de geçerlidir.

İmsa mermer ocağında çıkarılan mermer blokları birinci ve ikinci kalite olarak isimlendirilmektedir. İkinci kalite denilen mermerler genellikle yeşil bantlar içeren ve kırıkları, çatlakları fazla olan mermer blokları olmaktadır (Şekil 3.4). Mermer ocağında ikinci kalite mermerlerin çoğunlukta olduğu yerlerde üretim sınırlı bir şekilde yapılmaktadır. Çünkü yeşil bant içeren mermer bloklarının, birinci kalite mermer bloklarına göre daha az dayanıklı olduğu gözlenmiştir.



Şekil 3.4. Mermer bloklarındaki yeşil bant ve bantların üzerindeki noktalar

Arazi çalışmaları yapılan mermer ocağında farklı alanlarda mermer blok üretimi yapılmakta olduğu gözlenmiştir. (Şekil 3.4 a) 'da gösterildiği gibi mermer bloklarının yapısında bazı farklılıklar bulunmaktadır. Burada gösterilen yeşil bantlar mermer bloklarının mukavvetimini düşürmekte ve bu noktalardan kırılmaktadır. Blokların içersinde yeşil bantların bulunması blok verimini düşürmektedir. Yeşil bant bulunduran mermerler ikinci kalite olarak adlandırılmaktadır. (Şekil 3.4 b)'de ise yeşil bantlı bölgelerde bulunan küçük koyu renkli noktalar tespit edilmiştir.

Süreksizlikler blok kalite kontrolünde oldukça önemli bir etkidir. Genellikle, süreksizliklere kırık, çatlak, fisür ve mikrofisür şeklinde karşılaşılmaktadır. Bloklarda ise, gözlem koşulları ve bloğa olan temel etkileri sebebiyle kırık ve çatlaklar daha önemli olmaktadır (Karaca 2003).

Mermer ocağında üretimin olmadığı ikinci kalite mermerlerin çoğunluk teşkil ettiği alanlarda elde edilen mermer blokları genellikle çöp olarak ayrılmıştır (Şekil 3.5). Çünkü bu blokların genelinde kırık ve çatlakların hakim olduğu gözlenmektedir. Dolayısıyla bu blokların fabrikada kesilerek plakalara çevrilmesi oldukça zor ve maliyeti arttırıcı bir neden olacağı için kusurları fazla olan blokların ayrılması için oldukça geçerli bir nedendir. Blokların yapılarında bulunan kırık, çatlak, fisür gibi kusurların mermer ocağından çıkmadan kontrolü gerçekleştirilmektedir. Bu kontroller yapıldıktan sonra fabrikaya ya da blok olarak satılmak üzere pazara çıkarılmaktadır.



Şekil 3.5. Çöp olarak ayrılan mermer blokları

Mermer ocağında ana üretim faaliyetlerinin olduğu yerde Kuzey-Güney doğrultulu ana fay hattı (Şekil 3.6) gözlenmiştir. Burada kil tabanlı birimler mevcut olduğu için ocağın belli bir yerinde heyelan meydana gelmiştir (Şekil 3.7). Bu bölgede iki kaliteden mermer mevcuttur ancak birinci kalite yani dayanıklılığı daha yüksek olan mermer çoğunluğu kaplamaktadır. 'Perdu cream' ve 'Ottoman' olmak üzere ticari anlamda iki çeşit mermer üretimi gerçekleştirilmektedir. Ayrıca burada blok üretimi elmas telli kesim makinesi kullanılarak yapılmaktadır.

Üretimin yapıldığı yerden jeolog çekici ile hem birinci kalite mermerlerden hem de ikinci kalite mermerlerden örnekler alınarak numaralandırılmıştır. Ayrıca fay boşluğundan da analiz edilmek amacıyla mermer örnekleri alınarak hazırlanmıştır.



Şekil 3.6. Kuzey- Güney doğrultulu fay hattı



Şekil 3.7. Heyelanın meydana geldiği alan

Mermer cinsinin genel jeolojik özellikleri dışında mermer içerisinde bulunan ve üretimin herhangi bir aşamasında verim ve kapasitenin düşmesine, maliyet arttırmasına ya da kullanım aşamasında farklı sorunlara neden olan sert veya yumuşak mineraller, jeolojik süreçten kaynaklanan arıza olarak adlandırılan materyal ve diğer tüm malzemeler mermer için yabancı eleman olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca blok

kalitesinde renk önemli bir parametre olmaktadır. Mermer türü, yöre, ocak ve ayna koşulları dikkate alınarak yapılacak renk değerlendirmesinde, blok renginin, ocağın genel renk yapısında olması istenmektedir (Karaca 2003).



Şekil 3.8. Mermer üzerindeki renk farklılıkları

Mermer ocağında taşın rengi üst kısımlarda daha açık renklerde iken tabana doğru indikçe renk koyulaşmaktadır. (Şekil 3.8) de olduğu gibi mermer ocağının bazı bölümlerinde renk farklılıkları gözlenmektedir. Genellikle bu renk farklılıklarının olduğu yerlerin dayanıklılığı daha az olmaktadır. Çünkü iş makineleri ile dağdan blok alma işlemi yapılırken parçalanmalar gözlenmektedir.

Heyelan bölgesinin yakınlarında bulunan Kuzey Batı- Güney Doğu doğrultulu bir fay daha bulunmaktadır (Şekil 3.9). Yine bu fay boşluğundan da analiz edilmek amacıyla numuneler alınmıştır.

Mermer ocağına gözlemler yapılırken sadece mermer değil çevrede bulunan toprak çeşitliliği de dikkate alınmıştır. Buradaki topraklar da renk farklılığı oldukça fazladır. Arazi çalışması yapılırken mermer numunelerinin yanında toprak numuneleri de analiz edilmek alınmış ve numaralandırılmıştır.

İmsa mermer ocağı iş sağlığı ve güvenliğini oldukça dikkate alarak çalışmalarını sürdürdüğü gözlemlenmiştir. Tüm madencilik faaliyetlerinde olduğu gibi mermer madeni yerinde yapılan bir madencilik türü olmaktadır. Yerinde yapılmasından dolayı çevresel etkileri olmaktadır. Arazi çalışmalarımızı yaptığımız ocakta, bu etkileri azaltmak için gerekli rehabilitasyon işlemlerinin yapıldığı gözlemlenmiştir. Bunun için ağaçlandırma için fidanlar dikilmiştir ve bakımı sağlanmaktadır (Şekil 3.10). Ayrıca geri dönüşüm için ayrı kutular hazırlanarak bunların kullanılmasına dikkat edildiği görülmektedir.



Şekil 3.9. Kuzeybatı- Güneydoğu doğrultulu fay



Şekil 3.10. Rehabilitasyon için dikilen fidanlar

3.6. Fabrikada Epoksi Uygulaması

Mermerlerin doğal yapıları gereği yüzeylerinde çatlak, kırık ve çeşitli kusurları bulunabilmektedir. Özellikle iyi bir fizibilite çalışması yapılmayarak işletilmeye başlayan mermer ocaklarında bu kusurların görülmesi oldukça muhtemeldir. Bazen bu kusurlar fazla miktarlarda olabilmekte ve mermer ocağında verimli bir üretim gerçekleştirmek mümkün olmamaktadır. Ocak aşamasında sorun çıkmasa da genellikle fabrika aşamasında uygulanan işlemler sırasında mermerin sağlam olmamasından dolayı sorunlarla karşılaşılabilir.

Mermerlerdeki kusurların giderilmesi için çeşitli yöntemler mevcuttur. Bu yöntemlerin içerisinde en çok tercih edilen ise epoksi uygulamasıdır. Epoksi uygulamaları mermer bloklarına uygulanabileceği gibi mermer plakalarına da rahatlıkla uygulanabilmektedir. Epoksi uygulaması birçok noktada tercih sebebi iken olumsuz sayılabilecek özellik olarak maliyeti gösterilebilmektedir. Çünkü diğer birçok tamir malzemelerine oranlar fiyatı daha fazla olduğu bilinmektedir. Ancak kolaylıkla uygulanabilmesi ve hava koşullarına karşı daha dirençli olması tercih sebeplerinden bazılardır.

Bu tez çalışması kapsamında Saklıkent bölgesinden temin edilen mermer plakalarına İmsa mermer fabrikasında uygulanan epoksi işlemi anlatılacaktır. Ayrıca mermer plakalarına uygulanan epoksi işlemi sırasında karşılaşılan sorunlar ve bunlara yönelik önerilerde bulunulacaktır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. İmsa mermer fabrikası

Epoksi, uygulanan mermer plakasına göre reçine ve sertleştirici oranı 4/1-A/B şeklindedir. Bu oranlar 4 birim reçine ve 1 birimde sertleştirici kullanıldığını

göstermektedir. Ancak uygulanan bu epoksi oranı farklı mermer plakalarına göre değişiklik gösterebilmektedir. Yani farklı çeşit mermerlere aynı epoksi oranları uygulanmak zorunda değildir.

Epoksi uygulamasına hazırlık aşamasında genellikle ilk olarak mermer plakasını aşındırma işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu işlemin yapılmasındaki amaç yüzeye uygulanan epoksinin yeterince emilmesini sağlamaktır. Ancak bu yeterince kırık, çatlak vb. kusurların olmaması halinde yapılmaktadır. Çalışma kapsamındaki uygulaması yapılan mermer plakalarına aşındırma işlemi yapılmamaktadır. Çünkü epoksinin daha iyi emilmesini sağlayacak yüzey mermerin doğal yapısında mevcuttur.

Mermer plakasının üzerinde ve gözeneklerinde toz ve bazen de kil bulunabilmektedir. Bu tozun ve kilin yeterince temizlenmiş olması epoksi işlemine hazırlıkta oldukça önemlidir. Temizleme işlemi su ile yapılmaktadır. Bunun asıl sebebi ise suyun tüm gözeneklerin içerisine girerek tamamen temizlenmiş bir yüzey oluşturulmak istenmesidir. Ancak çalışma kapsamındaki mermer blokları sulu kesim ile plakalar haline getirildikleri için başka bir temizleme işlemine gerek duyulmamaktadır. Çünkü kesimden çıkan plakalar yeteri kadar temiz çıkmaktadır. Temizleme ya da kesilme işlemi yapılan mermer plakasının yeterince kurutulması gerekmektedir. Burada bahsedilen kurutuma yüzeyin kurutulması değil, tüm mermer plakasının kurutulmasıdır. Yeterince kurutulmayan plaklara epoksi yeteri kadar iyi nüfuz edememektedir. Kurutma işlemi tünel fırınlarda yapılmaktadır. Tünel fırında kurutulan mermer plakası çıktıktan sonra yaklaşık 40-45 °C olmaktadır (Şekil 3.12). Bu sıcaklıkta epoksi uygulaması oldukça yeterli bir sıcaklıdır.



Şekil 3.12. Epoksi hattında tünel fırına gönderilen mermer plakası

Tünel fırından çıkan mermer plakasının arka yüzeyine epoksi uygulanarak üzeri file kaplanmaktadır (Şekil 3.13). File kaplanması epoksinin daha iyi gözeneklere ulaşmasını sağlamakla birlikte, sağlamlığı ve tutuculuğu arttırdığı bilinmektedir. Epoksi uygulanan plaka son aşama olarak kürlenmek üzere katlı fırına aktarılır. Burada yaklaşık olarak iki saat kadar kürlenmiş plaka fırından çıktıktan sonra ön yüzeylerine de epoksi ve jel uygulanmaktadır. Burada kullanılan jelin rengi mermer plakası ile aynı renktedir. Ön yüzeye de uygulama işlemi yapıldıktan sonra son olarak da tünel fırına aktarılmaktadır. Buradan çıkan mermer plakası vakumlu taşıma makineleri taşınmaktadır. Fırından çıkarılan plakalar ufakta olsa darbe aldıklarında kırılmaya daha müsaittirler. Çünkü plakalar oldukça gevrek bir yapıda olmaktadır. Zayırları azaltmak adına plakaların taşınmasında insan gücü yerine özellikle vakumlu taşıma makineleri tercih edilmektedir.



Şekil 3.13. Arka yüzeye epoksi+file uygulama

Fırında kürlenmiş plakaların üzerlerine rötuş yapılamamaktadır. Ancak Antalya gibi sıcak yerlerde açık alanlarda paletler üzerinde plakalar kürlenmeye bırakılabilmektedir. Antalya’da bu işlem bahar aylarından itibaren güz dönemine kadar uygulanabilmektedir. Bu da yılın yarısında, fırına ek olarak bu şekilde epoksi uygulaması yapıldığı gözlenmektedir. Böylelikle epoksili plakaların üretimine de katkıda bulunmaktadır. Bu şekilde kürlenme işlemi yapılırsa daha sonradan belli zaman aralıklarıyla epoksinin yetersiz geldiği yerlere tekrar epoksi uygulanabilmektedir. Ayrıca epoksinin bu şekilde uygulanması daha iyi emildiğini göstermektedir.

Epoksiyi uygulamakta olan kişilerin mutlaka eldiven gözlük ve maske takmaları gerekmektedir. Çünkü epoksi, sürülmesi esnasında ortama belli miktarda ısı vermektedir. Bu ısıdan meydana gelen buhardan mutlaka korunmalıdır. Bunun içinde uygulamanın yapıldığı yerlerde mutlaka havalandırma sistemi bulundurulması gerekmektedir. Ayrıca havalandırma sisteminin yanında fabrika içerisindeki hava

sirkülasyonu da oldukça önemli bir başka özelliktir. Burada bahsedilen konulara dikkat edilmesi iş sağlığı ve güvenliği açısından oldukça önemlidir.

3.7. Laboratuvarda Örneklerin XRF'e Hazırlanması

Tez konusu olan inceleme alanından alınan mermer numunelerinin kimyasal analizinde element oksitleri belirlemek amacıyla XRF analizinin yapılmasına karar verilmiştir. Bu analizin yapılması için mermer numuneleri sayısı belirlenmiştir. Korkuteli, Saklıkent'de bulunan mermer ocağı, İmsa Mermer İnşaat Taahhüt Turizm Sanayii ve Ticaret Limited Şirketi yetkilileri ile görüşülmüştür. Gerekli görüşmeler yapıldıktan sonra analiz edilmek üzere Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Maden Yatakları ve Jeokimya laboratuvarına getirilmiştir. Ve analizler Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği bölümünde bulunan XRF cihazında yapılmıştır.

Analize hazırlanan numunelerin tümü Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Maden Yatakları ve Jeokimya laboratuvarında hazırlanmıştır. Burada sırasıyla; kırma, öğütme ve pellet hazırlama işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Kaya numunelerinin her biri jeolog çekici yardımı ile yeterli miktarlarda kırılmıştır (Şekil 3.14). Ve her bir kaya numunesi kırıldıktan sonra jeolog çekici temizlenmiştir. Bunun nedeni ise farklı örneklerin birbirlerine karışmasını önleyerek analizlerin daha sağlıklı yapılmasıdır. Temizleme işleminden sonra farklı kaya örneklerine geçilerek bu işlem tekrarlanmıştır. Kırılan mermer parçalarının karışmasını önlemek amacıyla tekrar paketlenerek üzerleri numaralandırılmıştır. Kırma işlemi esnasında maden ocağından alınan birinci kalite örneklerin kırması oldukça zor olurken ikinci kalite mermer parçaları daha kolay kırılmıştır.



Şekil 3.14. Jeolog çekici ile mermer kırma

Parçalanmış olan mermer numuneleri daha sonra öğütme işlemine hazırlanmıştır. Burada mermer parçaları temizlenmiş olan havana alınmıştır. Daha sonra da beş dakika boyunca öğütme işlemi yapılmıştır. Öğütme işleminde temizlik konusunda oldukça dikkatli davranılmıştır. Her mermer öğütme işleminden sonra jeolog çekici ve öğütme makinesi saf su ile temizlen ve ardından kompresör yardımıyla kurutularak bir sonraki mermer örneğine geçilmiştir.

Homojen hale gelene kadar öğütülmüş olan numunelerin üzerine uygun oranda borik asit eklenerek ve daha sonra da pres uygulanarak pellet haline getirilmiştir (Şekil 3.15).Yine her bir numune sonrasında pellet yapımında kullanılan tüm parçalar saf su ile yıkanmış olup daha sonra da kompresör yardımı ile kurutulmuş olup daha sonra aynı işlemler tekrarlanmıştır. Bu işlemler her bir mermer ve toprak numunesi için tekrarlanmıştır. Toplamda elde edilen pellet sayısı 60 adettir.



Şekil 3.15. Pelletlerin hazırlanması



Şekil 3.16. Pelletlerin XRF cihazına yerleştirilmesi

XRF cihazına toplamda 14 adet numune yerleştirilmiştir. İlk olarak mermer numuneleri yerleştirilip analiz edildikten sonra toprak numuneleri de aynı şekilde analiz edilmiştir (Şekil 3.16). Analizleri gerçekleştirilen numunelerin içeriğine dair veriler ve bu verilere ait spektrum değerleri elde edilmiştir. Numunelerin veri sonuçları bulgular kısmında tablolar halinde verilmektedir. Spektrum grafikleri ise eklerde sunulmaktadır.

Pellet analizleri XRF Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) tarafından TS EN ISO/IEC 17025 Standardına göre analiz edilmiştir (Çizelge 3.1). Bu dedeksiyon limitlerine göre mermerin içerisinde bulunması gereken kalsiyum oksitin alt değeri %47,49, üst değeri ise %56'dır. Silisyum oksit içeriğinin alt limiti %0,12 üst limiti ise %3,08'dir. Alüminyum oksitin alt limiti %0,01, üst limit değeri ise %1,10'dur. Demir (III) oksitin alt limiti %0,01, üst limiti ise %1,97'dir. Magnezyum oksitin alt limit değeri %0,11, üst limit değeri ise %3,63'dür (MTA 2019).

Çizelge 3.1. XRF Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) tarafından TS EN ISO/IEC 17025 Standardına göre akredite edilen analiz/test (MTA 2019)

Analiz/Test Kodu	Analiz/Test Adı		Dedeksiyon Limiti		Metot/Açıklama	
35-30-AJ-30	Doğal Taşlarda XRF Cihazıyla Kimyasal Analiz		Alt	Üst	TS EN 15309 Standardına göre yapılır. Mermer, Granit, Andezit-Bazalt numunelerine uygulanır.	
			Mermer			
			Granit			
			Andezit-Bazalt			
		CaO (Kalsiyum Oksit)	%47,49	%56,00		
			%0,09	%3,76		
			%4,92	%13,30		
		SiO ₂ (Silisyum dioksit)	%0,12	%3,08		
			%67,10	%76,95		
			%47,96	%58,84		
		Al ₂ O ₃ (Alüminyum oksit)	%0,01	%1,10		
			%10,64	%15,52		
			%14,98	%16,89		
		Fe ₂ O ₃ (Demir (III) oksit)	%0,01	%1,97		
			%0,86	%4,76		
%6,12	%14,32					
MgO (Magnezyum oksit)	%0,11	%3,63				
	%0,10	%1,79				
	%1,61	%6,56				

3.8. Jeokimyasal İstatistik

Saklıkent-Korkuteli bölgesinde bulunan mermer ocağından alınan mermer numunelerinin ve toprak numunelerinin XRF cihazında analizi gerçekleştirildikten sonra elde edilen bu jeokimyasal verilerin doğrultusunda Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği bölümünde SPSS programı kullanılarak istatistiksel metodlar ile hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda ilk olarak temel istatistik verilerinin belirlenmesi için betimsel analiz yöntemi kullanılarak mod, medyan, standart sapma, değer aralığı, maksimum, minimum ve varyans değerleri tespit edilmiştir. Daha sonra element oksitlerin birbirleri ile ilişkileri hakkında yorum yapılabilmesi için Pearson korelasyonu yapılmıştır. Majör ve minör element oksitlere göre histogram grafikleri, regresyon analizi ve kümeleme analizi metodları uygulanmıştır.

3.8.1. Betimsel İstatistik

Tez çalışması kapsamında 32 adet mermer numunesinin ve 28 adet toprak numunesinin XRF sonuçlarına göre elde edilen element oksitlerin (MgO, Cl, CaO, MnO, NiO, ZnO, Al₂O₃, SiO₂, SO₃, K₂O, TiO₂, Cr₂O₃, Fe₂O₃, As₂O₃, Br, Rb₂O, SrO, SnO₂, Sb₂O₃, BaO, HfO₂, Ta₂O₅, Ir₂O₃, P₂O₅, TeO₂, PbO, CuO, Y₂O₃, Au₂O, V₂O₅, PtO₂, Tl₂O₃, HgO, Co₂O₃, SeO₂) jeokimyasal analiz sonuçlarının aritmetik ortalaması, mod, medyan, standart sapma, varyans, değişim aralığı, minimum ve maksimum değerleri gibi merkezi eğilim ölçüleri, değişkenlik ölçüleri ve normallikten sapma ölçütleri kapsamında incelenen tanımlayıcı istatistik değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6).

İstatistik bilimi için aritmetik ortalama, incelenmekte olan veri grubundaki elemanların toplamının, veri grubundaki eleman sayısına bölünmesi ile elde edilen değerdir. Mod, Bir veri grubundaki en çok tekrar eden değere denilmektedir. Veri grubunun birden fazla modu olabilmektedir. Medyan, bir veri grubundaki elemanların küçükten büyüğe sıralandığında, veri grubunu ortadan ikiye ayıran değere denilmektedir (Aksaraylı, 2020).

Standart sapma, ölçülen değerlerin verdiği aritmetik ortalama sonucunun, ölçülmüş değerlerden çıkarılarak elde edilen sapmaların karelerinin alınması ve ölçüm sayısının 1 eksiğine bölünmesi ile çıkan sonucun karekök hesabı ile çıkarılır (Gürsakar vd., 2012). Standart sapmanın büyük olduğu zaman verilerin ortalamaya uzak bir yerde dağılım göstermekte olup, standart sapma küçük ise verilerin ortalamaya yakın bir yerde dağılım göstermektedir. Bütün değerlerin aynı olması halinde ise standart sapma sıfır olmaktadır. Varyans ise dağılımda bulunan tüm verilerin aritmetik ortalaması ile olan farklarının toplamının veri sayısına bölümüdür. Aynı zamanda standart sapmanın karesi ile de varyans değerine ulaşılabilir. Değer aralığı ise en büyük değer ile en küçük değer arasındaki farkı göstermektedir.

3.8.2. Majör ve minör element oksitlerin histogram diyagramları

Yerkürenin elementel dağılımının bilinmesi için jeokimyasal analizler yapılmaktadır. Bunun amacı ise yerküredeki minör, majör ve iz elementlerin tespit edilmesidir. Majör elementlerin yer kürede bulunma miktarları %1 den fazla olup sıklıkla kayaçların %95'inden fazlasını oluşturmaktadır. Ca, K, Si, Al, Fe, Mg, Na elementleridir ve doğada genellikle oksijen ile birlikte bulunurlar ve oksit yapısı ile tayin edilebilmektedirler. Bu elementlerin analizinde en çok tercih edilen yöntemlerden birisi de XRF analizidir. Minör elementlerin bulunma miktarları majör elementlere göre daha az miktarda bulunmaktadır. F, S, V, Zr, H, Cl, Ba, Ti, Mn, P, Sr, C ve Rb minör elementlerdir. Minör elementlerin miktarları % olarak ifade edilmekte olup ppm seviyeleri ile ifade edilmektedir (Gürtekin, 2014).

Mermer numunelerinin XRF analizleri yapıldıktan sonra elde edilen sonuçlar ile Spss programında veriler elde edilmiştir. Tespit edilen bu element oksitlerin sıklığını görsel olarak sütunlarla göstermek için histogram diyagramlarına başvurulmuştur. Histogram diyagramları genellikle bir veri grubundaki dağılımı özetmek için kullanılmaktadır.

3.8.3. Pearson korelasyon analizi

Tez kapsamında yapılan XRF analizlerinin daha iyi anlaşılması ve yorumlanması açısından Pearson korelasyon analizine başvurulmuştur. Korelasyon, birden fazla değişkenin arasındaki doğrusal ilişkiyi göstermektedir. Korelasyon uygulanırken hangi çeşit korelasyonun kullanılması gerektiği; değişkenlerin hangi ölçek düzeyinde ölçüldüğüne, değişkenlerin süreksiz ya da sürekli olmaları durumuna ve verilerin doğrusal olup olmadığına göre değişmektedir (Ozer vd., 2020). Ayrıca korelasyonların arasında doğrusal bir ilişkinin olup olmamasını da korelasyon katsayısı ile belirlenmektedir (Tarinc vd., 2019) .

Mermer ve toprak numunelerinin korelasyon ilişkisini açıklamak için Pearson korelasyon analizi uygulanmıştır. Pearson korelasyon analizi değişkenlerin arasında herhangi bir ilişki olup olmadığını, eğer varsa da bu ilişkinin yönünü ve gücünü belirleyen bir analizdir. Bu korelasyon değişkenler arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını bulunmasına yardımcı olmaktadır (Gürsakal vd., 2012). Pearson korelasyonu değişkenler arasındaki nedenselliği göstermemektedir. Bu korelasyon aynı zamanda "Pearson Çarpım Momentler Korelasyonu" olarak da isimlendirilmektedir. Korelasyon katsayısı "r" ile ifade edilmektedir. Korelasyon sayısının değeri -1 ve +1 arasında değişiklik göstermektedir. Korelasyon katsayısının +1 çıkması, değişkenler arasında güçlü pozitif bir ilişki olduğunu, -1 çıkması güçlü negatif bir ilişki olduğunu ve 0 çıkması ise değişkenler arasında doğrusal bir ilişki olmadığını göstermektedir. Korelasyon sayısının 0'a yaklaşması değişkenler arasındaki ilişkinin zayıfladığını göstermektedir (Terzi 2018). Korelasyon katsayısına göre ilişkiler (Çizelge 3.2)'de verilmektedir.

Çizelge 3.2. Korelasyon katsayısının değerine göre ilişkileri (Kalaycı,2010).

Korelasyon Katsayısı	İlişki
0.00-0.25	Çok zayıf
0.26-0.49	Zayıf
0.50-0.69	Orta
0.70-0.89	Yüksek
0.90-1.00	Çok güçlü

Korelasyon katsayısının karesine (r^2) determinasyon katsayısı (açıklanabilir varyans) denir. Açıklanabilir varyans ise değişkenlerden birinde gözlemlenen değişikliğin ne kadarının öteki değişken tarafından açıklandığını yorumlarken kullanılmaktadır (Terzi,2018).

Korelasyon katsayısı hesaplaması;

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

Şeklinde yapılmaktadır. Buradaki n örnek sayısını x_i, y_i ve i endekslenmiş ayrı örnek noktalarını, $\bar{x}$ ve $\bar{y}$ ise örneklemme araçlarını göstermektedir (Özer vd.,2019).

8.3.4. Basit regresyon analizi

İstatistik biliminin temel ilgi alanlarından birisi de regresyon analizidir. Basit regresyon analizi bağımlı bir değişken ile bağımsız değişken arasındaki ilişkinin matematiksel olarak bir denklem modeli ile açıklanmasıdır. Kurulan bu modele regresyon analizi denilmektedir. Regresyon analizinde bağımlı bir değişken ve ona etkisi olan bağımsız bir değişken veya birden fazla değişken söz konusudur. Bu analiz ekonomik, finans, araştırma ve tıp gibi bilim alanlarında da sıklıkla kullanılmaktadır. Regresyon analizinde bir olay gözlemlenip değerlendirilirken hangi olayların etkisi altında olduğu araştırılmaktadır. Bu olaylar bir veya birden fazla olabilmektedir (Terzi,2018). Regresyon analizinde determinasyon sayısının karesi “ R^2 ” belirlenmeli ve bu sonuç sonunda değerlendirme yapılmalıdır (Özer vd., 2019).

$$R^2 = \frac{n-1}{n-p} (1 - R^2)$$

n: Örnek sayısı

p: Değişkenlerin toplam miktarı

"R²" değerinin bilinmesi yapılan modelin doğruluğu hakkında bize bilgi vermektedir. Bu değer 0 ve 1 arasında değişmekte olup, 1'e ne kadar yaklaşırsa modelin doğruluk oranının o kadar yüksek olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Ayrıca basit regresyon yönteminde iki ve daha fazla değişken arasındaki ilişkinin açıklanması için matematiksel bir denklem kullanılmaktadır.

$$Y = \alpha + \beta X + \varepsilon$$

Y: Bağımlı değişken

X: Bağımsız değişken

α : sabit (y- eksenini kestiği nokta)

β : Regresyon doğrusunun eğimi

ε : Hata

Tez çalışmasında Spss programı ile basit regresyon analizi uygulanmaktadır ve model özetini gösteren ve R^2 ile yorumlaması yapılabilen analiz ile yapılan istatistik çalışmanın hata payını veren ve R^2 ile yorumu yapılabilen ANOVA analizi yapılmaktadır. Ayrıca ANOVA analizinde yorum yapılırken "sig." (anlamlılık) değerine bakılması gerekmektedir. Bu değer 0-1 arasında değişmekte olup, 0'a ne kadar yakınsa hata oranının o kadar az olduğunu sonucuna varılabilmektedir.

8.3.5. Kümeleme analizi

Çok değişkenli analiz tekniklerinden birisi de kümeleme analizidir. Bu analiz yöntemi gruplanmış olan verileri benzer özelliklerine göre gruplandırarak özet bilgi sunmaktadır (Kalaycı, 2010). Kümeleme analizinin amacı nesnelerin karakteristik özellikleri göz önünde bulundurularak gruplamaktır. Tez çalışmasında kümeleme analizi dendogram analiz metodu ile yapılmıştır. Bir kümeleme analizi olan dendogram ile, numune kodlarına göre değişkenlik gösteren jeokimyasal analiz verilerinin benzerlik ilişkileri çıkarılmaya çalışılmıştır. Bunun sonucunda ise mermer ocağının jeokimyasal içeriğine göre kaç çeşit mermer içerdiği yorumlanmıştır.

4. BULGULAR

İmsa Mermer İnş. Taah. Tur. San. Ve Tic. Ltd. Şti. tarafından Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü “Doğal Taşlar Teknolojisi Laboratuvarı’nda” yaptırılmış olan mermerlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini kapsayan değerlerin tablosu Çizelge (4.1) ve Çizelge (4.2) de verilmiştir. Fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesinde aşağıda belirtilen deneylerin Türkiye Standartlarına (Ts 6809, Ts En 1936, Ts En 13755, Ts En 1925, Ts En 14157, Ts En 14579, Ts En 1926, Ts En 12371, Ts En 12372, Ts En 14066, Ts En 12524, Ts En 14231) uygun olarak yapıldığı belirtilmiştir.

İmsa mermer tarafından yaptırılmış olan deneyler sırasıyla; sertlik, özgül ağırlık, görünür yoğunluk, açık gözeneklilik, atmosfer basıncında su emme tayini, aşınma dayanımı, kılcal etkiye bağlı su emme katsayısının tayini, basınç dayanımı, don sonrası basınç dayanımı, don sonrası kütle kaybı, yoğun yük altında bükülme dayanımı, dona karşı dayanım, termal şok sonrası yoğun yük altında bükülme dayanımı, termal şok sonrası kütle kaybı, termal şok sonrası p-dalga hızı değişimi, kayma direnci olarak sıralanabilmektedir.

4.1. Sertlik

Mermerlerin sertliklerinin bilinmesi kullanılacak makinenin seçiminden, mermerin kullanım alanının seçilmesine kadar oldukça önemli bir özelliktir. Mermerlerin içerisinde bulunan minerallerin oranları belirleyici olmaktadır. Ayrıca kristal boyutuna bağlı olarak sertlik değişmektedir. Kristal boyutunun küçük olması mermerin sertliğini arttırmaktadır (Kun 2000).

İmsa mermer ocağına ait olan Ottoman ve Perdu Cream çeşit mermerlerin sertlikleri ise mohs sertlik derecesine göre sırasıyla 3,6 ve 3,3 olarak belirtilmektedir (Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2).

4.2.Özgül Ağırlık ve Görünür Yoğunluk

Mermerlerin özgül ağırlığın artmasıyla bağlantılı olarak ekonomik değeri de artmaktadır (Akçakoca vd. 2003). Bu tez çalışmasındaki mermerlerin özgül ağırlık değerleri ise Ottoman mermerinin $2,725 \text{ g/cm}^3$, Perdu Cream mermerinin ise $2,695 \text{ g/cm}^3$ olduğu ve görünür yoğunlukların ise Ottoman mermerinde $2,656 \text{ g/cm}^3$, Perdu Cream mermerinin ise $2,511 \text{ g/cm}^3$ olduğu belirtilmektedir (Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2).

4.3.Gözeneklilik

Mermerlerin yapısında bulunan boşluklardır. Mermerlerde gözenegin fazla olması dayanıklılığı azaltarak ekonomik açıdan değer kaybetmesine neden olan bir özellik olarak kaşımıza çıkmaktadır. Ayrıca kristal boyutu da gözeneklilik değerine etki

etmekte olup iri kristalli mermerlerde porozitenin daha yüksek olduğu bilinmektedir (Öztank ve Türkmen, 2001).

Bu tez çalışmasındaki mermerlerin açık gözeneklilik değeri Ottoman da %0,906, Perdu Cream de %4,100 olup, toplam gözeneklilik değerleri ise Ottoman da %2,517, Perdu Cream mermerinde ise %6,824 olduğu belirtilmektedir (Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2).

4.4. Su Emme

Su emme miktarının fazla olması gözeneklilik çok, kırık ve çatlakların fazla olduğuna ve ayrışma miktarının da yüksek olduğunu göstermektedir (Akçakoca vd. 2003). Mermerlerin su emme özelliklerinin bilinmesi dış yapı kaplamalarında ve ıslak zeminlerde kullanılacak olmaları sebepleri ile önem teşkil etmektedir.

Atmosfer basıncında su emme Ottoman mermeri için %0,341, Perdu Cream mermerinin ise %1,636'dır. Kılcal etkiye bağlı su emme katsayıları ise Ottoman da 2,64 g/m².s^{0,5}, Perdu Creamin ise 3,41 g/m².s^{0,5} olduğu belirtilmektedir (Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2).

4.5. Aşınma Dayanımı

Mermerlerin aşınma dayanımları döşeme kaplamasında ya da merdiven basamaklarında kullanılacakları için bilinmesi gereken diğer bir parametredir. Sürünme etkisi ile oluşmakta olan aşınma kayıpları karbonat kökenli doğal taşlarda yüksek iken magmatik kökenli sert kayalarda da az olduğu bilinmektedir. Ayrıca aşınma değeri düşük olan mermerlerin ekonomik olarak değerleri de daha fazla olmaktadır (Akçakoca vd., 2003)

Aşınma dayanımı Ottoman mermerinde 9,78 cm³/50cm², Perdu Cream mermerinde ise bu değer 12,39 cm³/50cm² olduğu belirtilmektedir (Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2).

4.6. P-dalga Hızı

P-dalga hızı araziden getirilmiş olan numunelerinin laboratuvar koşullarında uygulanarak süreksizlikleri, genel dinamik özelliklerinin belirlenmesi ve kaya kütlelerinin yapısının belirlenmesinde kullanılmaktadır (Yaşar ve Erdoğan, 2003).

P-dalga hızı Ottoman mermerinde 5828 m/s iken Perdu Cream mermerinde 5685 olduğu bilinmektedir (Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2).

4.7. Basınç Dayanımı

Mermerlerin kullanılacak alanlarının belirlenmesinde basınç dayanımı önemli bir faktördür. Buna göre yapı ve kaplamalarda kullanılabilecekleri gibi süsleme,

dekorasyon amacıyla da kullanılabilirler. Basınç dayanımları belirlenen Ottoman mermerinin 106,1 MPa ve Perdu Cream mermerinin 85,3 MPa olduğu belirtilmektedir (Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2).

4.8. Don Sonrası Basınç Dayanımı ve Kütle Kaybı

Sıcaklık farklarının çok fazla olduğu yerlerde, inşaat sektöründe kullanılacak olan mermerlerin don etkisine karşı göstermiş oldukları davranış oldukça önemlidir. Kaplamada kullanılacak olan mermerin seçimi yapılırken don etkisinin mermer üzerindeki etkisinin bilinmesi ve ona göre seçim yapılması gerekmektedir.

Don sonrası basınç dayanımı Ottoman mermerinde 99,3 MPa, don sonrası yoğun yük altında bükülme dayanımı 8,7 MPa ve don sonrası kütle kaybı ise %0,026'dır. Perdu Cream mermerinin ise don sonrası basınç dayanımı 73,7 MPa, don sonrası yoğun yük altında bükülme dayanımı 5,8 MPa ve don sonrası kütle kaybı %0,031'dir (Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2).

4.9. Bükülme Dayanımı

Mermerlerin bükülme dirençlerinin artmasıyla birlikte kırılmaya karşı göstermiş oldukları dirençte artmaktadır. Ayrıca mermer plakasının boyutu, destek noktaları arasındaki mesafe ve mermerin kalınlığı da eğilme (bükülme) dayanıma göre tespit edilmektedir (Şentürk vd. 1996).

Ottoman mermerinin yoğun yük altında bükülme dayanımı 9,1 MPa, Perdu Cream mermerinin ise 6,3 MPa'dır (Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2).

4.10. Termal Şok Etkisi

Termal şok sonrası yoğun yük altında bükülme dayanımı Ottoman mermerinde 8,6 MPa, termal şok sonrası kütle kaybı %0,03 ve termal şok sonrası P-dalga hızı değişimi %1,62'dir. Perdu Cream mermerinin termal şok sonrası yoğun yük altında bükülme dayanımı 5,7 MPa, termal şok sonrası kütle kaybı %0,02 ve termal şok sonrası P-alga hızı değişimi %3,59'dur (Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2).

4.11. Isı İletkenliği

Farklı renk ve yapısal karakteristiği olan mermer plakaları iç veya dış yapı kaplamalarında oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sebeple mermer kaplamasının uygulanmış olduğu yapılarda ısısal özelliklerinde bilinmesi gerekmektedir (Uğur vd. 2003).

Ottoman mermerinin ısı iletkenliği 2,47 W/mK ve Perdu Cream mermerinin 2,25 W/mK'dır (Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2).

4.12. Kayma Direnci

Hastane, metro, mutfak, hamam, alışveriş merkezleri ve havaalanları gibi yerlerde zemin kaplaması olarak kullanılan mermerlerin kayma direncinin bilinmesi önemlidir. Bu doğrultuda Ottoman mermerinin kayma direnci (kuru) 45,1 srv, kayma direnci (ıslak) 5,6 srv'dir. Perdu Cream mermerinin ise kayma direnci (kuru) 34,8 srv, kaymak direnci (ıslak) 6,8 srv'dir (Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2).

Çizelge 4.1. İmsa mermer ocağı Ottoman mermerinin fizikomekanik özellikleri

Özellik	Standart	Deney Sayısı	En Küçük	En Büyük	Ortalama
Sertlik (mohs)	TS 6809	4	3,5	4,0	3,6±0,2
Özgül ağırlık (g / cm^3)	TS EN 1936	4	2,704	2,739	2,725±0,018
Görünür yoğunluk (g / cm^3)	TS EN 1936	6	2,634	2,672	2,656±0,014
Açık gözeneklilik (%)	TS EN 1936	6	0,718	1,110	0,906±0,142
Atmosfer basıncında su emme tayini (%)	TS EN 13755	6	0,269	0,421	0,341±0,055
Toplam gözeneklilik (%)	TS EN 1936	-	-	-	2,517
Kılcal etkiye bağlı su emme katsayısının tayini ($g / m^2 \cdot s^{0,5}$)	TS EN 1925	4	1,37	3,37	2,64±1,10
Aşınma dayanımı (Method-B/Böhme) ($cm^3 / 50cm^2$)	TS EN 14157	4	9,18	10,78	9,78±0,87
P- dalga hızı (m/s)	TS EN 14579	6	5806	5870	5828 ± 26
Basınç dayanımı (MPa)	TS EN 1926	6	99,8	112,4	106,1±5,2
Don sonrası basınç dayanımı (12 döngü) (MPa)	TS EN 12371	6	85,1	111,1	99,3±9,6
Don sonrası kütle kaybı (-) (%)	TS EN 12371	6	0,006	0,067	0,026±0,020
Yoğun yük altında bükülme dayanımı (MPa)	TS EN 12372	6	6,9	11,1	9,1±1,7
Don sonrası yoğun yük altında bükülme dayanımı (12 döngü) (MPa)	TS EN 12371	6	5,3	10,3	8,7±1,7
Dona karşı dayanım (-) (%)	TS EN 12371	-	-	-	4,4

Çizelge 4.1. İmsa mermer ocağı Ottoman mermerinin fizikomekanik özellikleri (devamı)

Özellik	Standart	Deney Sayısı	En Küçük	En Büyük	Ortalama
Termal şok sonrası yoğun yük altında büküme dayanımı (20 döngü) (MPa)	TS EN 14066	6	5,0	11,2	8,6±2,2
Termal şok sonrası kütle kaybı (-) (%)	TS EN 14066	6	0,01	0,04	0,03±0,01
Termal şok sonrası P-dalga hızı değişimi (-) (%)	TS EN 14066	6	0,4	3,21	1,62±1,30
Su buharı direnç faktörü (kuru) ($\mu - \text{değeri}$)	TS EN 12524	-	-	-	267
Isı iletkenliği- Isıl direnç (W/mK)	TS EN 12524	-	-	-	2,47
Kayma direnci (kuru) (SRV)	TS EN 14231	5	41,4	48,5	45,1±2,5
Kayma direnci (ıslak) (SRV)	TS EN 14231	5	5,2	6,6	5,6±0,5

Çizelge 4.2. İmsa mermer ocağı Perdu Cream mermerinin fizikomekanik özellikleri

Özellik	Standart	Deney Sayısı	En Küçük	En Büyük	Ortalama
Sertlik (mohs)	TS 6809	4	3,0	3,5	3,3±0,3
Özgül ağırlık (g / cm^3)	TS EN 1936	4	2,681	2,721	2,695±0,023
Görünür yoğunluk (g/cm^3)	TS EN 1936	6	2,470	2,537	2,511±0,029
Açık gözeneklilik (%)	TS EN 1936	6	3,185	5,131	4,100±0,368
Atmosfer basıncında su emme tayini (%)	TS EN 13755	6	1,256	2,077	1,636±0,368
Toplam gözeneklilik (%)	TS EN 1936	-	-	-	6,824
Kılcal etkiye bağlı su emme katsayısının tayini ($g / m^2 \cdot s^{0,5}$)	TS EN 1925	4	2,73	4,78	3,41±0,93

Çizelge 4.2. İmsa mermer ocağı Perdu Cream mermerinin fizikomekanik özellikleri (devamı)

Özellik	Standart	Deney Sayısı	En Küçük	En Büyük	Ortalama
Aşınma dayanımı (Method-B/ Böhme) ($cm^3 / 50cm^2$)	TS EN 14157	4	11,85	13,11	12,39±0,65
P- dalga hızı (m/s)	TS EN 14579	6	5537	5749	5685±77
Basınç dayanımı (MPa)	TS EN 1926	6	74,6	93,2	85,3±6,8
Don sonrası basınç dayanımı (12 döngü) (MPa)	TS EN 12371	6	56,0	103,7	73,7±15,6
Don sonrası kütle kaybı (-) (%)	TS EN 12371	6	0,003	0,062	0,031±0,023
Yoğun yük altında bükülme dayanımı (MPa)	TS EN 12372	6	5,8	7,2	6,3±0,6
Don sonrası yoğun yük altında bükülme dayanımı (12 döngü) (MPa)	TS EN 12371	6	5,2	6,8	5,8±
Dona karşı dayanım (-) (%)	TS EN 12371	-	-	-	7,9
Termal şok sonrası yoğun yük altında büküme dayanımı (20 döngü) (MPa)	TS EN 14066	6	5,2	6,1	5,7±0,4
Termal şok sonrası kütle kaybı (-) (%)	TS EN 14066	6	0,01	0,03	0,02±0,01
Termal şok sonrası P- dalga hızı değişimi (-) (%)	TS EN 14066	6	0,95	5,99	3,59±2,24
Su buharı direnç faktörü (kuru) ($\mu - değeri$)	TS EN 12524	-	-	-	231
Isı iletkenliği- Isıl direnç (W/mK)	TS EN 12524	-	-	-	2,25
Kayma direnci (kuru) (SRV)	TS EN 14231	5	32,7	37,9	34,8±2,1
Kayma direnci (ıslak) (SRV)	TS EN 14231	5	5,4	9,1	6,8±1,5

4.13. X-ışınları Floresans Spektrofotometresi

Korkuteli, Saklıkent bölgesindeki İmsa mermer ocağında yapılan çalışmalar sonucu, mermer ocağının belirli yerlerinde alınan numunelerin XRF analizleri yapılmak üzere Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Bölümü Maden Yatakları laboratuvarında pelletler haline getirildikten sonra yine Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Bölümü Xrf Laboratuvarına getirilerek burada analizleri tarafımızdan yapılmıştır. TS EN standartlarına uygun olarak mermer ve toprak numunelerinin içerisinde bulunan bileşimler tespit edilmiştir. Mermer örneklerine ait XRF değerleri (Çizelge 4.3)'de, toprak numunelerine ait XRF değerleri ise (Çizelge 4.4)'de ppm değerlerinde verilmiştir.

XRF analizleri yapılırken tüm mermer ve toprak numunelerinde aynı standartların kullanılmış olup büyük bir titizlik ve özen gösterilmiştir. 32 adet mermer numunesi ile 28 adet toprak numunesi yani toplamda 60 adet numunenin analizi tarafımızdan gerçekleştirilmiştir. XRF analizinde; MgO, Al₂O₃, SiO₂, SO₃, Cl, K₂O, CaO, TiO₂, Cr₂O₃, MnO, PbO, SrO, Br, Ta₂O₅, ve Au₂O gibi daha birçok bileşik ve elementlerin analizleri yapılmıştır.

Çizelge 4.3. Mermer numunelerinin XRF analizleri

Numune Adları	SK1a-1/K-1.1	SK1b-1/K-1.1	SK2a-1/K-1.2	SK2b-1/K-1.2	SK3a-1/K-2.1	SK3b-1/K-2.1	SK4a-1/K-2.2	SK4b-1/K-2.2	SK5a-2/K-1
MgO	123000	5450	13000	5620	5260	24100	16900	5230	7060
Al ₂ O ₃	33600	1230	3310	1470	1250	9350	5760	1050	1610
SiO ₂	619000	1390	10300	1830	1430	19900	11800	1000	2970
SO ₃	637	357	392	372	388	1000	711	446	427
Cl	1590	123	216	125	161	65.2	101	187	165
K ₂ O	60300	220	203	180	179	2090	1150	258	200
CaO	30700	990000	970000	988000	989000	929000	955000	990000	985000
TiO ₂	4540		81.6			536	270		
Cr ₂ O ₃	183		22.2			69.0	47.7		149
MnO	438	89.1	92.6	78.0	94.6	154	110	87.7	99.2
Fe ₂ O ₃	34000	220	818	248	388	2320	1730	155	677
NiO	24.8								
ZnO	23200	41.5	37.8	40.3	40.4	62.6	56.1	41.1	41.6
As ₂ O ₃	5.31						8.56		
Br	9930								
Rb ₂ O	156					13.9	12.6		
SrO	10300	250	251	302	320	329	279	284	282
SnO ₂	20300	55.1	71.1	65.8	77.6	60.4	72.3	82.6	71.6
Sb ₂ O ₃	4620								
BaO	22400								
HfO ₂	133								
Ta ₂ O ₅	70.6		21.1	15.9				32.0	17.6
Ir ₂ O ₃	38.7								12.0
P ₂ O ₅		251	252	749	778	9830	4840	213	218
TeO ₂		26.1		33.7	25.0				
PbO		10.7				13.8	19.7		19.8
CuO			25.7	19.1	29.0	33.5	31.7	19.0	24.3
Y ₂ O ₃		13.2	34.1	39.3	37.7	97.3	93.4		33.1
Au ₂ O				13.1	10.9				
V ₂ O ₅						60.8			

Çizelge 4.3. Mermer numunelerinin XRF analizleri (devamı)

Formül/ Numune Adları	SK5b- 2/K-1	SK6a- 2/K-2	SK6b- 2/K-2	SK7a2/ Fay Boşluğu	SK7b-2/ Fay Boşluğu	SK8a- 3-/K-1	SK8b- 3-/K-1	SK9a- 3/K-2	SK9b- 3/K-2
MgO	5190	7790	5030	5770	5620	5740	6430	7140	7030
Al ₂ O ₃	916	1710	948	1220	1170	1090	930	1270	4830
SiO ₂	713	3770	762	1770	1270	1200	1050	2080	9400
SO ₃	316	357	280	323	343	419	362	341	387
Cl	148	211	109	150	141	221	146	253	112
K ₂ O	177	230	155	223	252	226	219	263	937
CaO	991000	984000	991000	989000	990000	990000	989000	987000	973000
TiO ₂									119
Cr ₂ O ₃		18.0		27.7					32.1
MnO	73.2	99.6	108		95.6	125		97.0	46.4
Fe ₂ O ₃	156	463	160	376	283	213	162	306	1140
ZnO	41.6	39.2	35.8	45.7	38.3	41.3	42.5	49.5	47.4
As ₂ O ₃				4.40					
SrO	254	237	220	216	261	255	267	257	647
SnO ₂	83.8	68.5		69.6	82.5	69.8	71.9	77.3	82.2
HfO ₂					26.1				
Ta ₂ O ₅						40.9		19.8	
P ₂ O ₅	209	217	228	202	260	244	228	240	1510
TeO ₂	30.4		31.5		43.3	18.9	25.8		
PbO				13.3			13.4	7.75	
CuO	31.4	26.6	30.7	37.4	24.5	29.3	29.5	28.7	27.3
Y ₂ O ₃	35.0	12.9	10.1	12.0	32.8	11.1	33.0	9.75	44.8
Au ₂ O	6.15								
PtO ₂								16.8	
Tl ₂ O ₃								11.0	

Çizelge 4.3. Mermer numunelerinin XRF analizleri (devamı)

Numune Adları	SK10a-3/K-1	SK10b-3/K-1	SK11a-3/K-2	SK11b-3/K-2	SK12a-4/K-2	SK12b-4/K-2	SK13a-4/K-2.1	SK13b-4/K-2.1	SK14a-4/K-2.2
MgO	7940	6420	8300	5130	5340	6650	9020	7010	7430
Al₂O₃	5580	1190	1740	1600	1680	948	1350	1000	1270
SiO₂	11100	1280	3880	2600	2780	693	2380	782	1590
SO₃	427	367	439	377	408	364	551	526	444
Cl	70.2	138	117	154	123	120	215	482	157
K₂O	1080	225	234	312	336	162	213	306	211
CaO	969000	989000	983000	987000	986000	990000	984000	988000	987000
TiO₂	142								
Cr₂O₃	55.7								
MnO	59.0	123	57.7	57.1	91.9	83.0	97.1	88.9	67.2
Fe₂O₃	1340	279	562	428	428	181	790	204	262
NiO									
ZnO	59.6	45.2	41.4	50.0	45.3	51.5	56.9	55.4	52.8
Rb₂O	10.1							3.26	
SrO	607	256	262	1060	1040	266	358	290	275
SnO₂		70.5	72.5	70.4	74.2	70.8		72.1	55.2
HfO₂							38.8		
Ta₂O₅							36.6		
P₂O₅	1830	257	248	957	881	247	230	292	299
TeO₂				25.0			34.8		
PbO	13.1			14.0			32.8		13.1
CuO	24.7	32.5	26.0	27.7	32.1	33.9	20.7	28.4	27.2
Y₂O₃	43.8	11.9	36.3	37.0	14.2	11.9		11.6	35.4
V₂O₅	33.8								
PtO₂					17.4				
HgO							10.7		

Çizelge 4.3. Mermer numunelerinin XRF analizleri (devamı)

Numune Adları	SK14b-4/K-2.2	SK15a-4/Fay Boşluğu	SK15b-4/Fay Boşluğu	SK16a-4/Fay Boşluğu	SK16b-4/Fay Boşluğu
MgO	21600	6190	5580	6780	6090
Al₂O₃	5090	1160	861	1170	938
SiO₂	9790	1260	563	1360	874
SO₃	4250	433	322	434	373
Cl	206	127	137	121	186
K₂O	1320	241	200	191	191
CaO	947000	989000	991000	988000	990000
TiO₂	150				
Cr₂O₃	21.6				
MnO		90.2	106	73.5	85.0
Fe₂O₃	7800	362	199	265	177
ZnO	119	45.2	49.2	47.3	45.5
As₂O₃	15.4				
Rb₂O	11.1				
SrO	363	256	244	278	262
SnO₂	67.7	85.0	70.1	54.4	80.6
Ta₂O₅			37.9		
P₂O₅	1670	239	211	276	254
TeO₂			27.2		
PbO	16.5				
CuO	58.9	39.0	24.2	27.1	30.3
Y₂O₃	51.9	9.13	9.82	34.5	10.2
V₂O₅	69.8				
Co₂O₃	47.6				
SeO₂	8.80				

Çizelge 4.4. Toprak numunelerinin XRF analizleri

Formül/Numune Adları	TPR-1a	TPR-1b	TPR-1c	TPR-1d	TPR-2a	TPR-2b	TPR-2c	TPR-2d	TPR-3a	TPR-3b
MgO	32200	32900	32000	32300	74200	71000	74400	74100	123000	122000
Al ₂ O ₃	109000	110000	107000	110000	161000	163000	162000	162000	84800	89400
SiO ₂	313000	315000	306000	311000	493000	497000	492000	493000	269000	280000
P ₂ O ₅	636	658	654	734	1220	1220	1210	1190	919	824
SO ₃	475	484	478	537	593	542	605	588	1580	1480
Cl	66.5	50.5	59.6	132	86.4	76.8	113	93.2	222	203
K ₂ O	21200	20300	20200	22000	45600	45900	45400	45300	16000	17000
CaO	476000	472000	484000	475000	162000	158000	161000	161000	469000	451000
TiO ₂	6000	5870	6280	6070	7710	7730	7670	7560	4810	4830
V ₂ O ₅			86.8							
Cr ₂ O ₃	80.6	75.4	68.7	86.5	93.1	101	109	93.4	48.5	85.7
MnO	518	537	527	498	552	542	562	544	722	697
Fe ₂ O ₃	38700	39900	39000	39200	51200	52400	53000	51200	28200	30000
Co ₂ O ₃	234	210	177	190	208	223	220	209	198	154
NiO		33.3	35.1	31.7	38	39.2	44.4	39.1		28.7
CuO	38	41.9	45.1	42.3	53.1	50.9	57.8	56.2	37.1	33.6
ZnO	101	101	99.6	103	119	118	125	117	87.3	89.3
Ga ₂ O ₃	23.2	21.4	26.1	24.9	32.6	30.8	31.4	29	9.98	19.2
As ₂ O ₃	16.4	15.5	15.8	13.6	9.08	10.6	10.5	9.54	13	13.5
Rb ₂ O	87.9	90.9	94	91.5	147	151	153	146	69.2	71.8
SrO	182	206	202	213	100	97.3	102	95.8	274	259
Y ₂ O ₃	25.3	24.2	23.7	22.4	34.1	34.9	35.7	35.3	26.5	28
Nb ₂ O ₅		22			29	27.1	32.4	29.4		
SnO ₂	52.2	54.6	62.3	52.5	49	41.7	45	43.4	59.5	51.8
BaO	195	182	181	207	234	219	259	232	105	137
HgO				7.22						
Tl ₂ O ₃				9.38	4.4			4.4		
Ta ₂ O ₅		20.4							15.6	
PbO	21.3	19.9	19.8	20	18	16.9	15.2	16.5	19.4	20.6
ThO ₂	14.4	13.8	15.4	13.7	20.7	20.8	20.7	18.9		12.8
U ₃ O ₈		6.8								7.02
TeO ₂								19.1	26.6	20.1
Ir ₂ O ₃									10.9	
In ₂ O ₂							8.35			

Çizelge 4.4. Toprak numunelerinin XRF analizleri (devamı)

Formül/Numune Adları	TPR-3c	TPR-3d	TPR-4a	TPR-4b	TPR-4c	TPR-4d	TPR-5a	TPR-5b	TPR-5c	TPR-5d
MgO	125000	125000	23700	23300	23000	23300	69000	66100	62500	63200
Al ₂ O ₃	82900	83200	201000	202000	200000	201000	160000	164000	167000	166000
SiO ₂	263000	265000	469000	470000	467000	468000	480000	492000	504000	502000
P ₂ O ₅	913	928	2390	2340	2390	2350	1170	1190	1220	1220
SO ₃	1600	1610	975	961	937	941	483	477	500	446
Cl	224	210	84.6	87	51.7	56.1	78.5	77.9	79.4	75.2
K ₂ O	15200	15700	16300	17500	16700	167000	44500	45400	46800	47200
CaO	476000	473000	179000	176000	180000	181000	178000	162000	148000	148000
TiO ₂	4240	4260	14500	13700	14700	14600	7630	7770	7820	7750
V ₂ O ₅		58.2								
Cr ₂ O ₃	58.2	49.3	411	432	398	411	104	107	105	99.7
MnO	747	717	2030	2150	2060	1950	491	512	491	525
Fe ₂ O ₃	28100	28200	87700	87800	88900	86200	56000	57200	58500	60700
Co ₂ O ₃	128	150	344	326	353	339	222	231	209	222
NiO	28.9	25.7	257	260	264	247	38.7	37.9	39.8	40.1
CuO	39.7	34.1	63.9	61.9	81.5	68.7	43	41.4	39.2	43.3
ZnO	84	90.9	184	177	184	183	112	114	117	119
Ga ₂ O ₃	17.1	19.2	29.5	27.3	37.7	31.6	29.6	29.5	31.7	30.6
As ₂ O ₃	15	14.9	15	17.8	17.1	13.6	6.83	5.64	4.79	6.96
Rb ₂ O	69.8	67.1	100	99.2	102	98.7	146	152	149	157
SrO	273	270	257	264	245	259	118	114	115	122
Y ₂ O ₃	28.5	27.5	81.4	80.4	76.6	76.7	31.6	32.3	31.2	32.6
Nb ₂ O ₅			60.8	71	49.2	60.3	30.4	23	32.8	
SnO ₂	65.3	59.7	43.1	46.8	40.4	45.3	41.2	41.7	41	40.7
BaO			331	427	429	472	284	278	272	270
HgO						7.75				
Tl ₂ O ₃							4.95	5.01	4.04	
Ta ₂ O ₅			26	29.1		23.2				
PbO	20.1	19.4	36.5	35.2	36.6	35.7	13.9	16.4	14.3	15.1
ThO ₂	12.4	12.7	24.5	25.6	25.4	24.8	18.8	18.3	18.2	19.1
TeO ₂	27				15.3		15.6	15.6		
Au ₂ O	9.4			6.55			4.78	5.94		8.09
Br			2.59		2.8	2.73				
HfO ₂			23.2	27.1	15.1	21				
WO ₃					22.1					

Çizelge 4.4. Toprak numunelerinin XRF analizleri (devamı)

Formül/Numune Adları	TPR-6a	TPR-6b	TPR-6c	TPR-6d	TPR-7a	TPR-7b	TPR-7c	TPR-7d
MgO	73100	73700	69700	74700	14200	13300	13100	13500
Al ₂ O ₃	159000	158000	162000	156000	688000	66200	66900	66600
SiO ₂	482000	482000	491000	474000	155000	148000	149000	149000
P ₂ O ₅	1150	1030	1170	1170	799	753	771	791
SO ₃	508	474	459	529	690	684	709	713
Cl	93.2	97	90.4	115	61.2	62.1	82.3	68.9
K ₂ O	43900	43200	44400	42500	5010	4580	4590	4810
CaO	169000	171000	161000	181000	7040000	715000	713000	714000
TiO ₂	7590	7520	7700	7490	5650	6180	5700	5450
Cr ₂ O ₃	97.9	83.9	98.2	94.3	155	128	161	162
MnO	568	556	562	595	930	969	906	973
Fe ₂ O ₃	59500	59600	57900	59700	43200	41100	428000	42200
Co ₂ O ₃	235	246	210	216	245	226	243	258
NiO	36.9	45.9	38.7	37.4	162	164	167	172
CuO	44.5	40.5	42	37.8	69.9	49.9	63	58.8
ZnO	117	115	118	120	127	126	129	117
Ga ₂ O ₃	30.6	27.5	29.2	25	20.8	16.7	13.6	11.8
As ₂ O ₃	6.3	6.9	5.57	7.97	7.94	7.05	7.41	7.15
Rb ₂ O	150	154	152	152	45.4	45.4	46.3	44.1
SrO	115	121	112	120	197	193	199	193
Y ₂ O ₃	31.6	32.3	32.6	32.6	39.8	37.0	40.8	39.8
Nb ₂ O ₅	31	20	25.2					
SnO ₂	40.5	40.9	42.6	38.6	65	54.9	55.2	66.1
BaO	266	271	265	270		145	141	
Tl ₂ O ₃			4.84					
Ta ₂ O ₅		18.5		26.6		21.1	22.5	23.9
PbO	17.4	15.5	16.4	14.8	22.9	22	21.4	20.3
ThO ₂	17.8	18.8	17.1	18.7	12.8	16	17.1	16.1
TeO ₂					31.2		25.2	29.3
Ir ₂ O ₃							12.3	12.8
Au ₂ O		6.85						
Br					9.3	10.6	10.7	10.7
WO ₃					27.9			
In ₂ O ₃	9.8							
SeO ₂					4.56			
Bi ₂ O ₃					8.21			

4.14. Jeokimyasal Analizin İstatistiksel Değerlendirilmesi

4.13.1. Betimsel analiz

Tez çalışması kapsamında 32 adet mermer numunesinden ve 28 adet toprak numunesinden elde edilen MgO, Cl, CaO, MnO, NiO, ZnO, Al₂O₃, SiO₂, SO₃, K₂O, TiO₂, Cr₂O₃, Fe₂O₃, As₂O₃, Br, Rb₂O, SrO, SnO₂, Sb₂O₃, BaO, HfO₂, Ta₂O₅, Ir₂O₃, P₂O₅, TeO₂, PbO, CuO, Y₂O₃, Au₂O, V₂O₅, PtO₂, Tl₂O₃, HgO, Co₂O₃, SeO₂ element ve bileşiklerine ait jeokimyasal analiz sonuçlarının aritmetik ortalaması, mod, medyan, standart sapma, varyans, değer aralığı, minimum ve maksimum değerleri gibi temel istatistik özellikleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6).

Çizelge 4.5. Mermer numunelerinin jeokimyasal sonuçlara göre betimsel istatistik değerleri

Ad	Art. Ort.	Medyan	Mod	Std. Sap.	Varyans	Değ.A ra.	Min.	Mak.	Toplam
MgO	11588,8	6540	5620	20839,2	4,3E+08	117970	5030	123000	370840
Al ₂ O ₃	3071,59	1260	948,00 ^a	5898,58	3,5E+07	32739	861	33600	98291
SiO ₂	22892,7	1680	563,00 ^a	108869	1,2E+10	618437	563	619000	732567
SO ₃	549,156	390	357,00 ^a	689,132	474903	3970	280	4250	17573
Cl	205,544	147	123	262,998	69167,9	1524,8	65,2	1590	6577,4
K ₂ O	2271,38	225,5	191,00 ^a	10598	1,1E+08	60145	155	60300	72684
CaO	952459	988000	990000	168800	2,8E+10	960300	30700	991000	3E+07
TiO ₂	182,456	0	0	802,617	644193	4540	0	4540	5838,6
Cr ₂ O ₃	4139,98	0	0	13017,4	1,7E+08	44039	0	44039	132480
MnO	92,7375	89,65	0	71,6579	5134,86	438	0	438	2967,6
Fe ₂ O ₃	1784,13	334	428	6038,35	3,6E+07	33845	155	34000	57092
NiO	1377,09	0	0	7790,02	6,1E+07	44067	0	44067	44067
ZnO	772,094	45,4	41,60 ^a	4092,65	1,7E+07	23164,2	35,8	23200	24707
As ₂ O ₃	2835,94	0	0	8885,09	7,9E+07	43936	0	43936	90750
Br	310,313	0	0	1755,39	3081403	9930	0	9930	9930

Çizelge 4.5. Mermer numunelerinin jeokimyasal sonuçlara göre betimsel istatistik değerleri (devamı)

Ad	Art. Ort.	Medyan	Mod	Std. Sap.	Varyans	Değ.A ra.	Min.	Mak.	Toplam
Rb₂O	6937,5	0	0	16369,3	2,7E+08	46082	0	46082	222000
SrO	657,12 5	271	256,00 ^a	1771,74	3139078	10084	216	10300	21028
SnO₂	697,05	70,95	0	3577,2	1,3E+07	20300	0	20300	22305,6
Sb₂O₃	144,37 5	0	0	816,708	667013	4620	0	4620	4620
BaO	700	0	0	3959,8	1,6E+07	22400	0	22400	22400
HfO₂	1375,8 7	0	0	7751,78	6E+07	43856	0	43856	44027,8
Ta₂O₅	5506,8	0	0	14782	2,2E+08	44089	0	44089	176219
Ir₂O₃	1,5844	0	0	7,09694	50,367	38,7	0	38,7	50,7
P₂O₅	886,25	251,5	228	1862,14	3467574	9830	0	9830	28360
TeO₂	8249,9	0	0	17435,3	3E+08	44092	0	44092	263999
PbO	13227, 6	0	0	20125,1	4,1E+08	44062	0	44062	423284
CuO	26115, 7	43886,5	0	21923,8	4,8E+08	44043	0	44043	835703
Y₂O₃	15488, 5	44,3	0	20562,5	4,2E+08	44086	0	44086	495632
Au₂O	4065,0 9	0	0	12843,9	1,6E+08	44084	0	44084	130083
V₂O₅	5,1375	0	0	16,912	286,017	69,8	0	69,8	164,4
PtO₂	2749,9 1	0	0	10820,8	1,2E+08	44059	0	44059	87997
Tl₂O₃	0,3438	0	0	1,94454	3,781	11	0	11	11
HgO	1375,6 9	0	0	7782,06	6,1E+07	44022	0	44022	44022
Co₂O₃	1,4875	0	0	8,41457	70,805	47,6	0	47,6	47,6
SeO₂	919,81 3	0	0	5203,25	2,7E+07	29434	0	29434	29434

Çizelge 4.6. Toprak numunelerinin jeokimyasal sonuçlara göre betimsel istatistik değerleri

Ad	Art. Ort.	Medya n	Mod	Std. Sap.	Varyans	Değ. Ara.	Min.	Mak.	Toplam
MgO	57767,857 1	64650	23300,00 ^a	35868,009 62	128651411 4	111900	13100	125000	1617500
Al₂O₃	157428,57 14	159500	162000	112965,17 28	127611302 65	621800	66200	688000	4408000
SiO₂	381392,85 71	468500	149000,0 0 ^a	130124,82 31	169324695 77	356000	14800 0	504000	1067900 0
P₂O₅	1178,9286	1160	1220	533,8061	284948,958	1754	636	2390	33010
SO₃	752,0714	590,5	446,00 ^a	375,71137	141159,032	1164	446	1610	21058
Cl	99,9107	83,45	93,2	51,41946	2643,961	173,5	50,5	224	2797,5
K₂O	33006,785 7	21600	45400	30690,594 17	941912570, 8	162420	4580	167000	924190
CaO	558357,14 29	180500	161000	1285157,2 96	1,65163E+ 12	689200 0	14800 0	704000 0	1563400 0
TiO₂	7670,7143	7540	4240,00 ^a	3017,5080 8	9105355,02 6	10460	4240	14700	214780
V₂O₅	5,1786	0	0	19,40846	376,688	86,8	0	86,8	145
Cr₂O₃	142,7643	98,95	411	115,87327	13426,614	383,5	48,5	432	3997,4
MnO	836,8214	565	491,00 ^a	525,17327	275806,967	1659	491	2150	23431
Fe₂O₃	66189,285 7	52700	28200,00 ^a	73114,326 2	534570469 6	399900	28100	428000	1853300
Co₂O₃	229,5	222	209,00 ^a	54,8935	3013,296	225	128	353	6426
NiO	84,0179	38,9	,00 ^a	86,48528	7479,704	264	0	264	2352,5
CuO	49,2536	43,9	33,60 ^a	12,35033	152,531	47,9	33,6	81,5	1379,1

Çizelge 4.6. . Toprak numunelerinin jeokimyasal sonuçlara göre betimsel istatistik değerleri (devamı)

Ad	Art. Ort.	Medyan	Mod	Std. Sap.	Varyans	Değ. Ara.	Min.	Mak.	Toplam
ZnO	121,2179	117	117	28,09522	789,342	100	84	184	3394,1
Ga₂O₃	25,2707	27,4	19,20 ^a	6,97362	48,631	27,72	9,98	37,7	707,58
As₂O₃	10,7654	10,02	13,60 ^a	4,1402	17,141	13,01	4,79	17,8	301,43
Rb₂O	108,2964	99,6	152	40,89494	1672,396	112,9	44,1	157	3032,3
SrO	179,2179	193	115,00 ^a	65,72468	4319,733	178,2	95,8	274	5018,1
Y₂O₃	38,4071	32,6	32,6	17,45895	304,815	59	22,4	81,4	1075,4
Nb₂O₅	19,4143	21	0	21,72158	471,827	71	0	71	543,6
SnO₂	49,3214	46,05	41,7	8,83957	78,138	27,5	38,6	66,1	1381
BaO	216,8571	233	0	124,00499	15377,238	472	0	472	6072
HgO	0,5346	0	0	1,96438	3,859	7,75	0	7,75	14,97
Tl₂O₃	1,3221	0	0	2,48781	6,189	9,38	0	9,38	37,02
Ta₂O₅	8,1036	0	0	11,31101	127,939	29,1	0	29,1	226,9
PbO	20,7679	19,6	16,40 ^a	6,8006	46,248	22,7	13,9	36,6	581,5
ThO₂	17,3357	18	12,80 ^a	5,15552	26,579	25,6	0	25,6	485,4
U₃O₈	0,4936	0	0	1,8125	3,285	7,02	0	7,02	13,82
TeO₂	8,0357	0	0	11,52312	132,782	31,2	0	31,2	225
Ir₂O₃	1,2857	0	0	3,78914	14,358	12,8	0	12,8	36
Au₂O	1,4861	0	0	2,98099	8,886	9,4	0	9,4	41,61
Br	1,765	0	0	3,66467	13,43	10,7	0	10,7	49,42

Çizelge 4.6. . Toprak numunelerinin jeokimyasal sonuçlara göre betimsel istatistik değerleri (devamı)

Ad	Art. Ort.	Medyan	Mod	Std. Sap.	Varyans	Değ. Ara.	Min.	Mak.	Toplam
HfO ₂	3,0857	0	0	7,87649	62,039	27,1	0	27,1	86,4
WO ₃	1,7857	0	0	6,60397	43,612	27,9	0	27,9	50
In ₂ O ₃	0,6482	0	0	2,38822	5,704	9,8	0	9,8	18,15
SeO ₂	0,1629	0	0	0,86176	0,743	4,56	0	4,56	4,56
Bi ₂ O ₃	0,2932	0	0	1,55154	2,407	8,21	0	8,21	8,21

4.13.2. Majör ve minör element oksitlerin histogram diyagramları

Yerkürenin elementel dağılımının bilinmesi için jeokimyasal analizler yapılmaktadır. Bunun amacı ise yerküredeki minör, majör ve iz elementlerin tespit edilmesidir. Majör elementlerin yer kürede bulunma miktarları %1 den fazla olup sıklıkla kayaların %95'inden fazlasını oluşturmaktadır. Ca, K, Si, Al, Fe, Mg, Na elementleridir ve doğada genellikle oksijen ile birlikte bulunurlar ve oksit yapısı ile tayin edilebilmektedirler. Bu elementlerin analizinde en çok tercih edilen yöntemlerden birisi de XRF analizidir. Minör elementlerin bulunma miktarları majör elementlere göre daha az miktarda bulunmaktadır. F, S, V, Zr, H, Cl, Ba, Ti, Mn, P, Sr, C ve Rb minör elementlerdir. Minör elementlerin miktarları % olarak ifade edilmekte olup ppm seviyeleri ile ifade edilmektedir (Gürtekin, 2014).

Mermer numunelerinin XRF analizleri yapıldıktan sonra elde edilen sonuçlar ile SPSS programında veriler elde edilmiştir. Tespit edilen bu element oksitlerin sıklığını görsel olarak sütunlarla göstermek için histogram diyagramlarına başvurulmuştur. Histogram diyagramları genellikle bir veri grubundaki dağılımı özetlemek için kullanılmaktadır. Histogram diyagramları tez içerisinde ekler kısmında verilmektedir.

4.13.3. Pearson korelasyonu

Saklıkent-Korkuteli bölgesindeki mermer numuneleri arasındaki ilişkiyi göstermek için jeolojik çalışmalarda da sıklıkla tercih edilen Pearson korelasyon analizi yapılmıştır. Mermer numunelerinin analiz yorumlamaları yapılırken pozitif ve negatif korelasyonu açıklamak yerinde olacaktır. Pozitif korelasyon değişken değerlerinin aynı anda atma veya azalma göstermesidir. Negatif korelasyon ise değişkenlerin birisi artarken diğeri azalması şeklinde açıklanabilmektedir. Açıklanan bilgiler ve yapılan analizlerin sonuçlarına göre yorumlamalar yapılmıştır. Mermer numunelerine ait yapılan analizler Çizelge (4.7)'da verilmektedir. Çizelge de bulunan sarı hücreler pozitif

korelasyon ilişkisini göstermekte olup yeşiller ise negatif korelasyon ilişkisinin belirtmektedir.

Çizelge (4.7) göz önüne alındığında mermer numuneleri için yapılacak yorumlamalar aşağıdaki şekildedir:

1. Al_2O_3 ve MgO arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
2. SiO_2 ile MgO , Al_2O_3 arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
3. Cl ile MgO , Al_2O_3 , SiO_2 arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
4. K_2O ile MgO , Al_2O_3 , SiO_2 , Cl arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
5. CaO ile MgO , Al_2O_3 , SiO_2 , Cl ve K_2O arasında yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
6. TiO_2 ile MgO , Al_2O_3 , SiO_2 , SO_3 , Cl ve K_2O arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi varken, TiO_2 ile CaO arasında yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi bulunmaktadır.
7. MnO ile MgO , Al_2O_3 , SiO_2 , SO_3 , Cl , K_2O , TiO_2 arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. MnO ile CaO arasında yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
8. Fe_2O_3 ile MgO , Al_2O_3 , SiO_2 , SO_3 , Cl , K_2O , TiO_2 , MnO arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. Fe_2O_3 ile CaO arasında yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
9. ZnO ile MgO , SiO_2 , Cl , K_2O , TiO_2 , MnO , Fe_2O_3 , NiO arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. ZnO ile CaO arasında yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
10. As_2O_3 ile SO_3 arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
11. Br ile MgO , Al_2O_3 , SiO_2 , Cl , K_2O , TiO_2 , MnO , Fe_2O_3 , NiO , ZnO arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. Br ve CaO arasında yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.

12. SrO ile MgO, Al₂O₃, SiO₂, Cl, K₂O, TiO₂, MnO, Fe₂O₃, NiO, ZnO, Br arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. SrO ile CaO arasında yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
13. SnO₂ ile MgO, Al₂O₃, SiO₂, Cl, K₂O, TiO₂, MnO, Fe₂O₃, NiO, ZnO, Br, SrO arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. SnO₂ ile CaO arasında yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
14. Sb₂O₃ ile MgO, Al₂O₃, SiO₂, Cl, K₂O, TiO₂, MnO, Fe₂O₃, NiO, ZnO, Br, SrO, SnO₂ arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. Sb₂O₃ ile CaO arasında yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
15. BaO ile MgO, Al₂O₃, SiO₂, Cl, K₂O, TiO₂, MnO, Fe₂O₃, NiO, ZnO, Br, SrO, SnO₂, Sb₂O₃ arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. BaO ile CaO arasında yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
16. Ir₂O₃ ile Al₂O₃, SiO₂, K₂O, TiO₂, MnO, NiO, ZnO, Br, SrO, SnO₂, Sb₂O₃, BaO arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
17. V₂O₅ ile SO₃, Rb₂O arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
18. Co₂O₃ ile SO₃, As₂O₃ arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
19. SeO₂ ile SO₃, As₂O₃, Co₂O₃ arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.

Çizelge 4.7. Mermer numunelerinden elde edilen XRF değerlerinin Pearson korelasyonu

	MgO	Al2O3	SiO2	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	Cr2O3	MnO	Fe2O3	ZnO	As2O3	Br	Rb2O	SrO	SnO2	Sb2O3	BaO	HfO2	Ta2O5	H2O3	P2O5	TeO2	PbO	CuO	Y2O3	Au2O	V2O5	PtO2	Ti2O3	HgO	Ca2O3	SeO2	
MgO	1																																		
Al2O3		1																																	
SiO2			1																																
SO3				1																															
Cl					1																														
K2O						1																													
CaO							1																												
TiO2								1																											
Cr2O3									1																										
MnO										1																									
Fe2O3											1																								
ZnO												1																							
As2O3													1																						
Br														1																					
Rb2O															1																				
SrO																1																			
SnO2																	1																		
Sb2O3																		1																	
BaO																			1																
HfO2																				1															
Ta2O5																					1														
H2O3																						1													
P2O5																							1												
TeO2																								1											
PbO																									1										
CuO																										1									
Y2O3																											1								
Au2O																												1							
V2O5																													1						
PtO2																														1					
Ti2O3																															1				
HgO																																1			
Ca2O3																																	1		
SeO2																																			1

cik yüksek dereden negatif gücü korayolan

cik yüksek dereden positif gücü korayolan

çok yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon

Saklıkent-Korkuteli bölgesindeki mermer ocağından alınan 28 adet toprak numunesinin arasındaki ilişkiyi göstermek için Pearson korelasyon analizi yapılmıştır (Çizelge 4.8). Çizelge de bulunan sarı hücreler pozitif korelasyon ilişkisini göstermekte olup yeşiller ise negatif korelasyon ilişkisinin belirtmektedir. Mavi renk hücreler yüksek negatif güçlü korelasyon ilişkisini belirtmekte olup kahverengi hücreler ise yüksek pozitif güçlü korelasyonu belirtmektedir.

Çizelge (4.8) göz önüne alındığında toprak numuneleri için yapılacak yorumlar aşağıdaki gibidir :

1. P_2O_5 ile SiO_2 arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
2. SO_3 ile MgO arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
3. Cl ile SO_3 , MgO arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
4. K_2O ile SiO_2 arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. K_2O ile P_2O_5 arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
5. CaO ile Al_2O_3 arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır CaO ile SiO_2 arasında yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
6. TiO_2 ile SiO_2 , P_2O_5 arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. TiO_2 ile MgO arasında çok yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. TiO_2 ile Cl arasında yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
7. Cr_2O_3 ile P_2O_5 , TiO_2 arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. Cr_2O_3 ile MgO arasında çok yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
8. MnO ile Cr_2O_3 , P_2O_5 , TiO_2 arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. MnO ile MgO arasında yüksek negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
9. Co_2O_3 ile MgO , Cl arasında çok yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. Co_2O_3 ile P_2O_5 , TiO_2 , Cr_2O_3 , MnO arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.

10. NiO ile P_2O_5 , TiO_2 , Cr_2O_3 , MnO, Co_2O_3 arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. NiO ile Cl arasında yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. NiO ile MgO arasında çok yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
11. CuO ile P_2O_5 , TiO_2 , Cr_2O_3 , MnO, Co_2O_3 , NiO arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. CuO ile Al_2O_3 arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. CuO ile MgO, Cl arasında çok yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
12. ZnO ile MgO arasında çok yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. ZnO ile P_2O_5 , TiO_2 , Cr_2O_3 , MnO, Co_2O_3 , NiO, CuO arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
13. Ga_2O_3 ile SiO_2 , P_2O_5 , K_2O , TiO_2 , ZnO arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. Ga_2O_3 ile Co_2O_3 arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. Ga_2O_3 ile Cl, SO_3 arasında yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
14. As_2O_3 ile SO_3 , MnO arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
15. Rb_2O ile SiO_2 , Ga_2O_3 arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. Rb_2O ile K_2O arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. Rb_2O ile CaO, As_2O_3 arasında yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
16. SrO ile SiO_2 , arasında çok yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. SrO ile SO_3 , MnO, As_2O_3 arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. SrO ile Cl, NiO, Cr_2O_3 arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
17. Y_2O_3 ile P_2O_5 , TiO_2 , Cr_2O_3 , MnO, Co_2O_3 , NiO, CuO, ZnO arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. Y_2O_3 ile SrO arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. Y_2O_3 ile MgO arasında yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
18. Nb_2O_5 ile SiO_2 , P_2O_5 , TiO_2 , Cr_2O_3 , MnO, Co_2O_3 , NiO, CuO, ZnO, Ga_2O_3 , Y_2O_3 arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. Nb_2O_5 ile K_2O , Rb_2O arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
19. SnO_2 ile SrO arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. SnO_2 ile SiO_2 , P_2O_5 , TiO_2 , Ga_2O_3 , Rb_2O , Nb_2O_5 arasında çok yüksek

dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. SnO_2 ile SO_3 , CaO arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. SnO_2 ile K_2O , Co_2O_3 , ZnO arasında yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.

20. BaO ile SiO_2 , P_2O_5 , K_2O , TiO_2 , Cr_2O_3 , Co_2O_3 , ZnO , Ga_2O_3 , Rb_2O , Y_2O_3 , Nb_2O_5 arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. BaO ile SnO_2 arasında çok yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. BaO ile MnO , NiO arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. BaO ile Cl , CaO arasında yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
21. HgO ile K_2O arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
22. Ta_2O_5 ile MnO , Cr_2O_3 , Co_2O_3 , NiO , arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. Ta_2O_5 ile PbO , Ir_2O_3 , Br arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. Ta_2O_5 ile MgO , Ti_2O_3 arasında yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
23. PbO ile P_2O_5 , TiO_2 , Cr_2O_3 , MnO , Co_2O_3 , NiO , CuO , SrO , Y_2O_3 , Nb_2O_5 , As_2O_3 arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. PbO ile BaO , Ta_2O_5 arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. PbO ile Rb_2O arasında yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
24. ThO_2 ile SiO_2 , P_2O_5 , TiO_2 , Cr_2O_3 , MnO , Co_2O_3 , NiO , CuO , ZnO , Ga_2O_3 , Y_2O_3 , Nb_2O_5 , BaO arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. ThO_2 ile MgO , SO_3 arasında yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. ThO_2 ile Cl , SnO_2 arasında çok yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. ThO_2 ile K_2O , Nb_2O_5 , PbO arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
25. TeO_2 ile SnO_2 arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. TeO_2 ile SO_3 , CaO arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. TeO_2 ile SiO_2 , Ga_2O_3 , Rb_2O , BaO arasında çok yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. TeO_2 ile ThO_2 arasında yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
26. Ir_2O_3 ile Fe_2O_3 , TeO_2 arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. Ir_2O_3 ile SnO_2 , Ta_2O_5 arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. Ir_2O_3 ile SiO_2 , Ga_2O_3 , Rb_2O arasında çok yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. Ir_2O_3 ile BaO , ThO_2 arasında yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.

27. Br ile CaO, CuO, NiO, Ir₂O₃ arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. Br ile Fe₂O₃, SnO₂, Ta₂O₅, TeO₂ arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. Br ile MgO, Ga₂O₃, Rb₂O arasında yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
28. HfO₂ ile P₂O₅, TiO₂, Cr₂O₃, MnO, Co₂O₃, NiO, ZnO, As₂O₃, SrO, Y₂O₃, Nb₂O₅, BaO, Ta₂O₅, PbO, ThO₂ arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. HfO₂ ile CuO arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. HfO₂ ile MgO arasında yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
29. WO₃ ile Al₂O₃, CaO, CuO arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. WO₃ ile NiO, TeO₂ arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
30. SeO₂ ile Al₂O₃, CaO arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. SeO₂ ile Br, TeO₂ arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. SeO₂ ile WO₃ arasında çok yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.
31. Bi₂O₃ ile Al₂O₃, CaO arasında çok yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. Bi₂O₃ ile Br, TeO₂ arasında yüksek dereceden pozitif güçlü korelasyon ilişkisi vardır. Bi₂O₃ ile WO₃, SeO₂ arasında çok yüksek dereceden negatif güçlü korelasyon ilişkisi vardır.

Çizelge 4.8. Toprak numunelerinden elde edilen XRF değerlerinin Pearson korelasyonu

	Br	CaO	CuO	Fe ₂ O ₃	Ir ₂ O ₃	MgO	NiO	P ₂ O ₅	Rb ₂ O	SeO ₂	SrO	Ta ₂ O ₅	Tb ₂ O ₃	TeO ₂	ThO ₂	TiO ₂	VO ₂	WO ₃	Y ₂ O ₃	ZnO
Br	1																			
CaO	0.98	1																		
CuO	0.95	0.92	1																	
Fe ₂ O ₃	0.92	0.88	0.85	1																
Ir ₂ O ₃	0.95	0.92	0.88	0.85	1															
MgO	-0.92	-0.88	-0.85	-0.82	-0.78	1														
NiO	0.92	0.88	0.85	0.82	0.78	0.92	1													
P ₂ O ₅	0.92	0.88	0.85	0.82	0.78	0.92	0.92	1												
Rb ₂ O	-0.92	-0.88	-0.85	-0.82	-0.78	-0.92	-0.92	-0.92	1											
SeO ₂	0.92	0.88	0.85	0.82	0.78	0.92	0.92	0.92	0.92	1										
SrO	0.92	0.88	0.85	0.82	0.78	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	1									
Ta ₂ O ₅	0.92	0.88	0.85	0.82	0.78	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	1								
Tb ₂ O ₃	0.92	0.88	0.85	0.82	0.78	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	1							
TeO ₂	0.92	0.88	0.85	0.82	0.78	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	1						
ThO ₂	0.92	0.88	0.85	0.82	0.78	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	1					
TiO ₂	0.92	0.88	0.85	0.82	0.78	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	1				
VO ₂	0.92	0.88	0.85	0.82	0.78	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	1			
WO ₃	0.92	0.88	0.85	0.82	0.78	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	1		
Y ₂ O ₃	0.92	0.88	0.85	0.82	0.78	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	1	
ZnO	0.92	0.88	0.85	0.82	0.78	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	1

4.13.4. Regresyon analizi

Model summuray çizelgesi birbirleri ile ilişkisi olan element oksitleri açıklamada kullanılmaktadır. Burada bağımlı değişken olarak CaO tercih edilmektedir. Bunun asıl sebebi ise CaO'nun mermerlerin oluşumunda büyük rol oynamasıdır. Açıklanabilir varyans değerinin sonucu ise yapılmış olan modellemenin ne kadar doğru olduğunu göstermektedir (Kalaycı 2010). Çizelge (4.9)'da açıklanabilir varyans değerinin 1,000 çıkması, CaO'nun diğer element oksitlerle açıklanmasının ne kadar doğru olacağını göstermektedir. Bu çizelgeye göre CaO element oksitinin %100'ünü SeO_2 , Cl, V_2O_5 , MnO, Ir_2O_3 , Al_2O_3 , SrO, Fe_2O_3 , TiO_2 , Sb_2O_3 ile açıklanabilmektedir.

Çizelge 4.9. Mermer numunelerinin Model Summuray sonucu

Model Summary ^b				
Model	R	Açıklanabilir Varyans (R^2)	Kabul Edilen Varyans (R^2)	Standart Hata
1	1,000 ^a	1,000	1,000	1953,75255
a. Bağımsız değişken: SeO_2 , Cl, V_2O_5 , MnO, Ir_2O_3 , Al_2O_3 , SrO, Sb_2O_3 , TiO_2 , Fe_2O_3				
b. Bağımlı değişken: CaO				

Çizelge (4.10)'da gösterilmekte olan ANOVA çizelgesi yapılmış olan istatistiğin doğruluk oranını biz göstermektedir. Kısacası CaO ile diğer element oksitlerin açıklanmasındaki hata oranını göstermektedir. Burada dikkat edilmesi değer Significant kısmındaki elde edilen değerdir. 0 ve 1 arasında değişmekte olan bu değer, yapılmış olan analiz sonucunda 0 değerini aldığı görülmektedir. Significant değeri yapılmış olan modelin hata oranını göstermektedir (Kalaycı 2010). Bu değerde bize yapılmış olan modelin doğruluğunu ve istatistiksel açıdan açıklanabilir olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.10. Mermer numunelerine ait ANOVA sonucu

ANOVA ^a						
Model		Karelerin Toplam	df	Karelerin Aritmetik ortalaması	F	Sig.
1	Regresyon	883212777058,254	10	88321277705,825	23138,022	0
	Artık	80160129,246	21	3817149,012		
	Toplam	883292937187,500	31			
a. Bağımsız değişken: SeO_2 , Cl, V_2O_5 , MnO, Ir_2O_3 , Al_2O_3 , SrO, Sb_2O_3 , TiO_2 , Fe_2O_3						
b. Bağımlı değişken: CaO						

Çizelge (4.11)'de toprak numunelerinin regresyon analizinde elde edilen model summuray çizelgesi incelendiğinde CaO element oksitinin %100'ünün Bi_2O_3 , Y_2O_3 , Ir_2O_3 , Rb_2O , ThO_2 , SO_3 , Ti_2O_3 , K_2O , Fe_2O_3 , As_2O_3 , Ta_2O_5 , Br, WO_3 , TeO_2 , Nb_2O_5 , SnO_2 , CuO , BaO , Cl, SrO , PbO , Co_2O_3 , MgO , Ga_2O_3 , NiO , ZnO , P_2O_5 ile açıklanabilmektedir.

Çizelge 4.11. Toprak numunelerine ait Model Summuray sonucu

Model Summary ^b				
Model	R	Açıklanabilir Varyans (R^2)	Kabul Edilen Varyans (R^2)	Standart Hata
1	1,000 ^a	1,000	.	.
a. Bağımsız değişken: Bi_2O_3 , Y_2O_3 , Ir_2O_3 , Rb_2O , ThO_2 , SO_3 , Ti_2O_3 , K_2O , Fe_2O_3 , As_2O_3 , Ta_2O_5 , Br, WO_3 , TeO_2 , Nb_2O_5 , SnO_2 , CuO , BaO , Cl, SrO , PbO , Co_2O_3 , MgO , Ga_2O_3 , NiO , ZnO , P_2O_5				
b. Bağımlı değişken: CaO				

Çizelge (4.12)'de toprak numunelerine ait ANOVA sonucu verilmektedir. Burada significant değeri 0 olup, yapılan modelin doğruluğunu ve istatistiksel açıdan ise açıklanabilir olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.12. Toprak numunelerine ait ANOVA sonucu

ANOVA ^a						
Model		Karelerin Toplamı	df	Karelerin Aritmetik Ortalaması	F	Sig.
1	Regresyon	445939904285 71,430	27	165162927513 2,275	.	0
	Artık	,000	0	.		
	Toplam	445939904285 71,430	27			
a. Bağımlı değişken: CaO						
b. Bağımsız değişken: Bi ₂ O ₃ , Y ₂ O ₃ , Ir ₂ O ₃ , Rb ₂ O, ThO ₂ , SO ₃ , Ti ₂ O ₃ , K ₂ O, Fe ₂ O ₃ , As ₂ O ₃ , Ta ₂ O ₅ , Br, WO ₃ , TeO ₂ , Nb ₂ O ₅ , SnO ₂ , CuO, BaO, Cl, SrO, PbO, Co ₂ O ₃ , MgO, Ga ₂ O ₃ , NiO, ZnO, P ₂ O ₅						

4.13.5. Kümeleme analizi

Dendogram analiz metoduyla Saklıkent-Korkuteli bölgesinden derlenen mermer numunelerinin kimyasal içeriklerinin sınıflaması yapılmış olup, 2 gruba ayrılmıştır (Çizelge 4.13).

1.Grup:

- SK1b-1/K-1.1
- SK2a-1/K-1.2
- SK2b-1/K-1.2
- SK3a-1/K-2.1
- SK3b-1/K-2.1
- SK4a-1/K-2.2
- SK4b-1/K-2.2
- SK5a-2/K-1
- SK5b-2/K-1
- SK6a-2/K-2
- SK6b-2/K-2
- SK7a-2/Fay B.
- SK7b-2/Fay B.
- SK8a-3-/K-1
- SK8b-3-/K-1
- SK9a-3/K-2
- SK9b-3/K-2
- SK10a-3/K-1
- SK10b-3/K-1
- SK11a-3/K-2
- SK11b-3/K-2
- SK12a-4/K-2
- SK12b-4/K-2
- SK13a-4/K-2.1
- SK13b-4/K-2.1
- SK14a-4/K-2.2
- SK14b-4/K-2.2
- SK15a-4/Fay B.
- SK15b-4/Fay B.
- SK16a-4/Fay B.
- SK16b-4/Fay B.

2.Grup

- SK1a-1/K-1.1
- SK14a-4/K-2.2

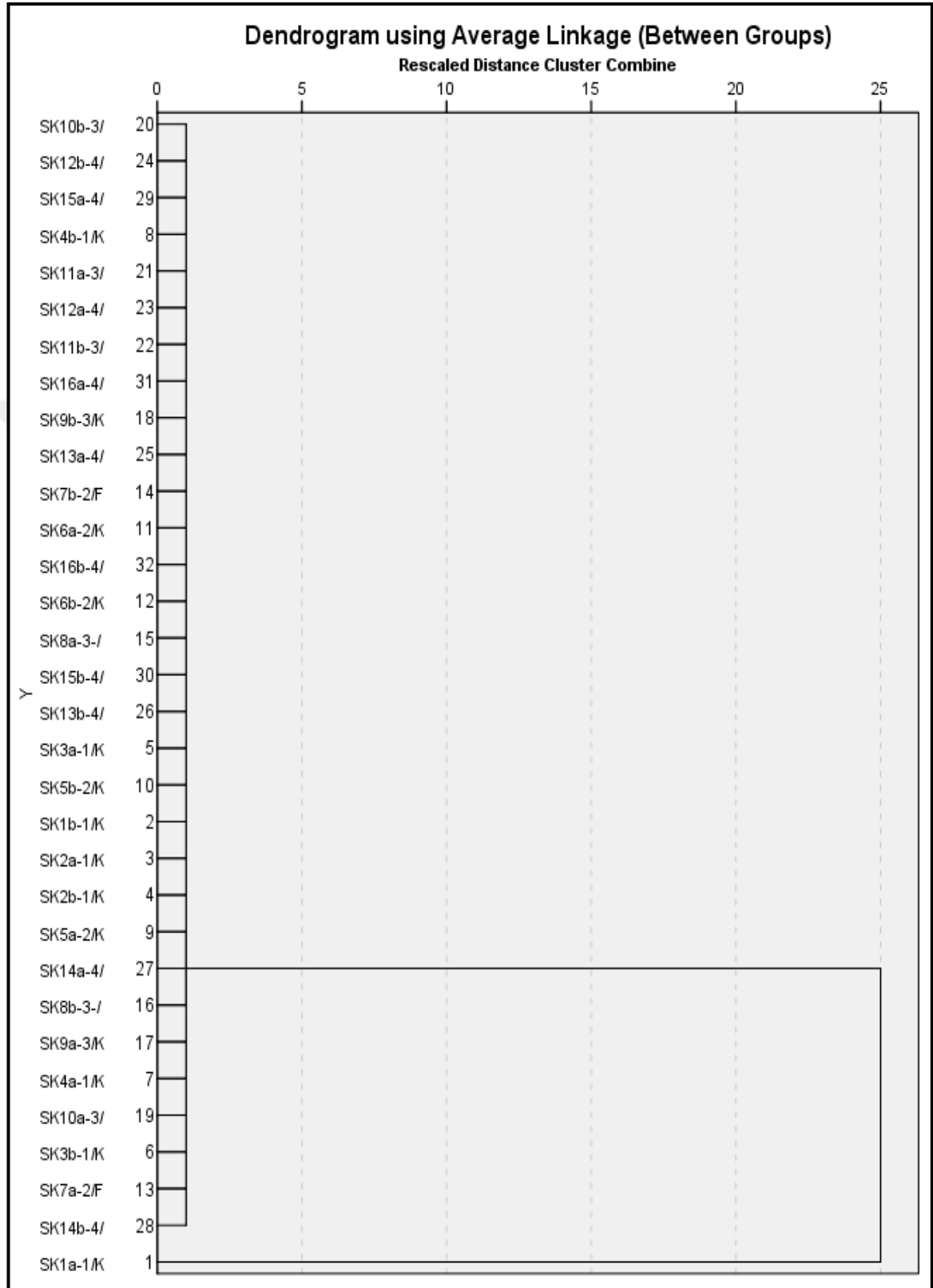
Saklıkent-Korkuteli bölgesindeki mermer ocağından alınan toprak numunelerinin kimyasal içeriklerinin sınıflaması da yine dendogram analiz metoduyla elde edilmişti ve 2 gruba ayrılmıştır (Çizelge 4.14).

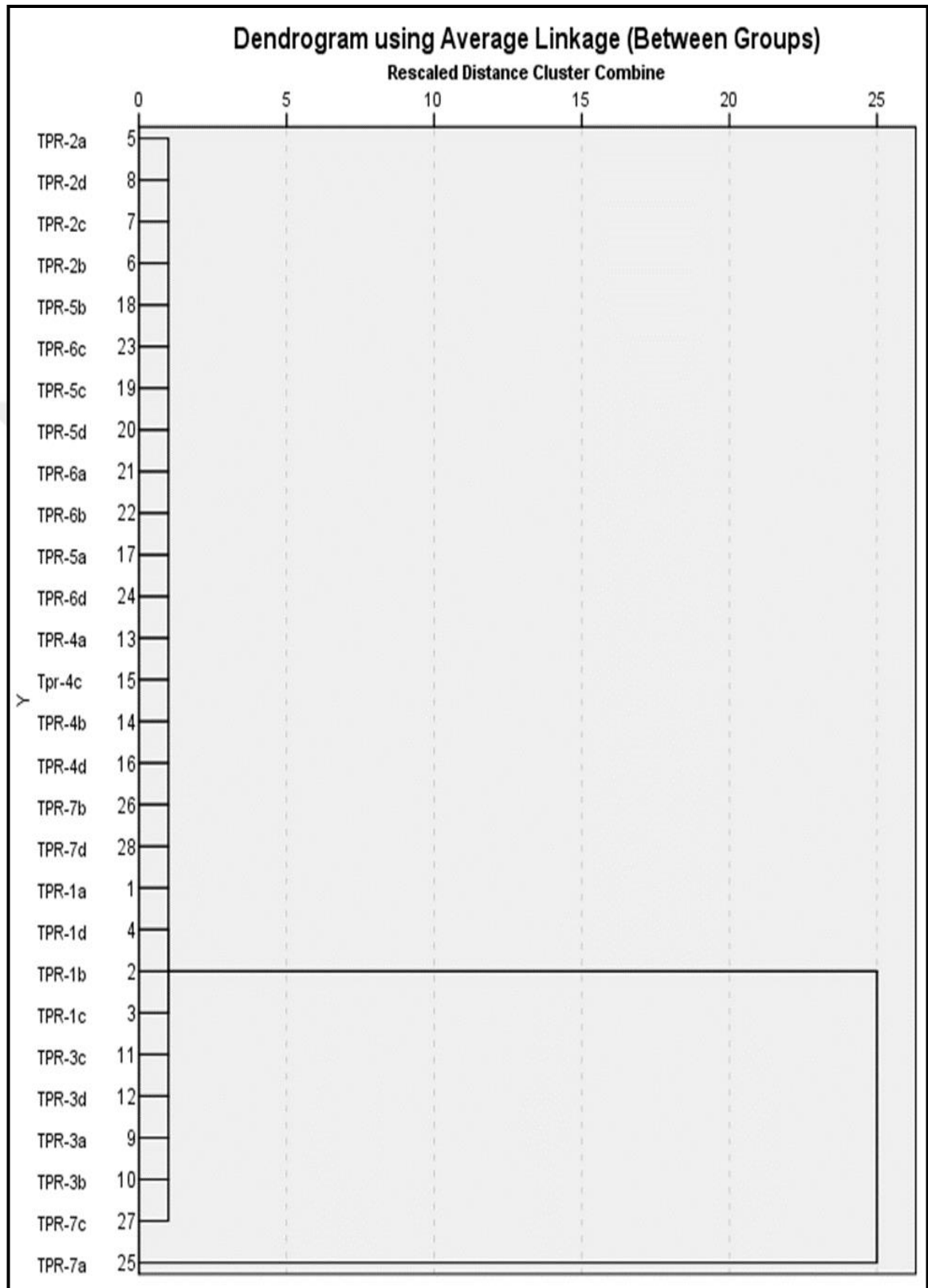
1.Grup

- TPR-1a
- TPR-1b
- TPR-1c
- TPR-1d
- TPR-2a
- TPR-2b
- TPR-2c
- TPR-2d
- TPR-3a
- TPR-3b
- TPR-3c
- TPR-3d
- TPR-4a
- TPR-4b
- TPR-4c
- TPR-4d
- TPR-5a
- TPR-5b
- TPR-5c
- TPR-5d
- TPR-6a
- TPR-6b

2.Grup

- TPR-6c
- TPR-6d
- TPR-7b
- TPR-7c
- TPR-7d
- TPR-1b
- TPR-7a

Çizelge 4.13. Saklıkent-Korkuteli bölgesi mermer numunelerine ait dendrogram çizelgesi

Çizelge 4.14. Saklıkent-Korkuteli bölgesi toprak numunelerine ait dendogram çizelgesi

4.15.Epoksi İşlemi Sırasında Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri

Mermer plakalarına epoksi uygulama işlemi oldukça kolay bir işlem gibi görünse de büyük bir titizlik isteyen bir uygulamadır. Epoksinin iyi uygulanmaması hemen belli olabileceği gibi üzerinden zaman geçtikten sonrada belli olabilmektedir. Satışı gerçekleştirilen mermer plakalarının bu sebepten dolayı geri dönüşü yapılırsa firma tarafına ekonomik zarar olarak yansıyabilmektedir. Bu hatalar fabrika içerisindeki çalışmalar sonucunda da gözlenebilmektedir. Ancak bu şekilde olan epoksi hatalarında da yine bir kayıp söz konusudur. Çünkü hem mermer plakaları hem de kullanılan malzeme ziyan olmaktadır.

Bu bölümde mermer plakalarına epoksi uygulamalarında karşılaşılan sorunlar ve sorunlara yönelik çözüm önerileri sunulacaktır.

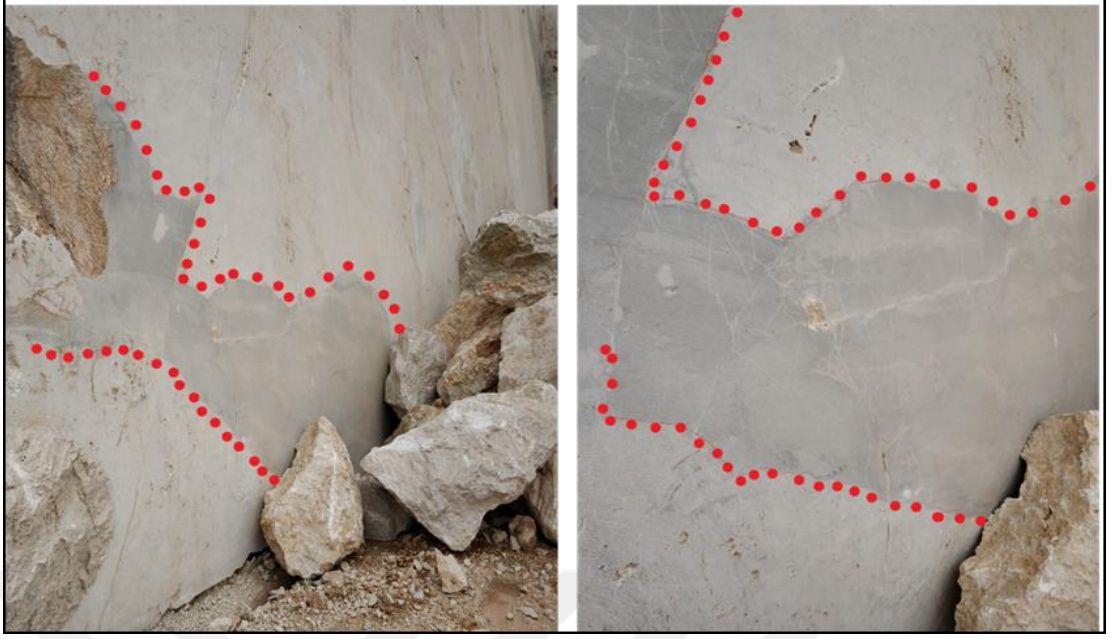
- Mermer plakalarına epoksi işlemi uygulanabilmesi için genellikle aşındırma işlemi yapılmaktadır. Bunun temel sebebi ise epoksi maddesinin mermer yüzeyindeki gözeneklerden ve kılcal boşluklardan derine nüfus etmesinin sağlamaktır. Günümüzde birçok mermer plakası bu yüzeye doğası gereği sahip olduğu için bu işlem yapılmamaktadır. Ancak istenilen şekilde bir yüzey söz konusu olmadığında bu işlemin yapılması önerilmektedir. Çünkü epoksinin daha iyi uygulanmasını ve mermer plakasının sağlamlığını arttıracaktır.
- Su içeriği fazla olan mermer plakasına epoksi istenilen şekilde uygulanamamakta ve yeterli verim alınamamaktadır. Mermer plakasının %80 oranında su içeriğinin azaltılmış olması gerekmektedir. Mermer plakasının temizlendikten sonra kurutuma işleminin çok iyi yapılması gerekmektedir.
- Mermer plakasının gözeneklerinde kil ve toz parçaları bulunması halinde cila işlemi yapılırken kabarmalara sebep olabilmektedir. Bunun önüne geçmek ise epoksi uygulamasından önce mermer plakasının yeterince temizlenip kurutulmasıyla mümkündür.
- Mermer plakasının kurutulması oldukça önemli bir işlemdir. Burada bahsetmekte olduğumuz kurutma, yüzeysel bir kurutuma olmayıp mermer plakasında bulunan kılcal gözeneklerinde kurutulmasıdır. Öyle ki, iyi kurutulmayan bir mermer plakası epoksi maddesi ile tam olarak etkileşime girememektedir. Bu şekilde uygulanan bir epoksi işlemi cila uygulanırken kabarmalara sebebiyet vermektedir. Bunun önüne ise genellikle kurutuma işlemini iyi yapılarak geçilebilmektedir.
- Mermer plakasının arka yüzeyine sağlamlığı arttırması açısından epoksi uygulamasının üzerine genellikle file yapıştırılmaktadır. Ancak filenin doğru seçilmediği durumlarda yapışma gerçekleşmemektedir. Bu yüzden file seçimi yapılırken mermer plakasının ve epoksi maddesinin özellikleri yeterince iyi bilinerek ona göre file uygulanmalıdır.

- Mermer fabrikasında kullanılan teknolojik makineler ve kullanılan epoksi miktarının günlük olarak değişimi az miktarlarda olmaktadır. Aynı üretim koşullarına sahip bir fabrikada günlük olarak daha fazla miktarda epoksi uygulaması yapılmış mermer plakası üretiliyorsa dikkat edilmelidir. Bunun sebebi kurutma süresi azalmış ya da istenilen şekilde ve özende epoksi uygulaması yapılmıyor olabileceğini gösterebilmektedir.
- Epoksinin son kullanma tarihi ne dikkat edilmelidir. Son kullanma tarihi geçmiş olan epoksinin kullanılmaması önerilir. Bunun temele sebebi ise epoksinin kimyasal bir madde olmasıdır. Son kullanma tarihi geçen bir epoksi kullanılabilir durumda gözükse bile istenilen verimde bir uygulama gerçekleştirmeyebilir.
- Mermer plakasına epoksi uygulayan işçilerin de değiştirilmemesi önerilmektedir. Çünkü epoksi genellikle işçiler aracılığıyla mermer plakasına uygulandığı için uygulama her işçiye göre farklılık gösterebilmektedir.

Yukarıda verilmiş olan sorun ve öneriler dışında her fabrikanın ocaktan çıkarmış olduğu mermerin özelliklerini iyi bilmesi gerekmektedir. Çünkü epoksi maddesi uygulandığı mermere göre değişebilmektedir. Buradaki değişiklikten kasıt epoksi maddesinin sertleştirici ve reçine oranlarıdır. Ayrıca her fabrikada epoksi uygulayan işçilerin yeterli teknik bilgiye sahip olması gerekmektedir. Aynı zamanda fabrikadan sorumlu olan baş mühendisin de bu uygulamaları detaylı olarak bilmesi önerilmektedir. Bunun sebebi ise herhangi bir durumda epoksi uygulayan personelin olmadığı takdirde epoksi hattının işleyişinin durmasının önüne geçilebilmektedir. Böylelikle fabrika işleyişindeki tam kapasite üretimde aksama ve ekonomik kayıp söz konusu olmaz.

4.16. Mermer Ocağı ve Fabrika İncelemeleri

Saklıkent-Korkuteli bölgesindeki mermer ocağında olan çalışmalarındaki gözlemlere göre daha dağdan kesilip alınmadan yüzeylerde bazı çatlakların bulunduğu görülmektedir. Bu çatlaklar çok büyük olmamakla birlikte iyileştirilebilir durumda olması sebebiyle blok alma işlemlerine devam edilmekte ve daha sonra fabrika aşamasında epoksi ile sağlamlaştırılmaktadır. Mermer bloklarının genelinde açık bej rengi hakimken bazı yerlerinde yeşil tonları görülmektedir. Ancak bu yeşil tonlarda bulunan kısımlar, dağdan blok alma işlemi gerçekleştirilirken düşme esnasında çoğu kez parçalandığı görülmektedir (Şekil 4.1). Bu sebepten dolayı da genellikle yeşil kısımları bulunan blokların verimliliğini azaltmaktadır. Kimyasal analizlerin yapılması için numune alımı gerçekleştirilirken bu ton farklılıklarının bulunduğu mermerlere dikkat edilerek onlardan da gerekli sayıda numune alımı gerçekleştirilmiştir. Ve ikinci kalite adı altında analizleri yapılmıştır. Ayrıca mermerlerin üzerinde bazı küçük çaplı boşlukların olduğu görülürken bu boşlukların bulunması blok alımını herhangi bir şekilde etkilememektedir (Şekil 4.2). Bu boşluklar daha sonra fabrika çalışmaları esnasında tamiri gerçekleştirilebilecek kusurlardır.



Şekil 4.1. Mermer üzerindeki renk farklılıkları



Şekil 4.2. Mermer bloğu üzerindeki küçük boşluklar ve kılcal çatlaklar

Mermer ocağının genel incelemesi yapılırken kanal açma deliklerinin olduğunu görülmektedir. Bu kanalların açılmasının sebebi ise elmas telli kesim yönteminin kullanılmasında gerekli olmasıdır. Açılan kanalın tam dikey konumda olup elmas telli kesim yöntemine uygun olarak yapıldığı söylenebilmektedir.

Mermer ocağından getirilen bloklar, fabrikaya getirilmeden önce düzgün ve verimli olarak düzeltilmeye çalışılsa da bazı boklarda boşluk ve çatlakları bünyesinde

bulundurmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli husus blok verimliliğidir. Blok verimliliğini, plaka verimliliği olarakta açıklayabilmekteyiz. Örneğin bir bloktan ne kadar çok plaka alınabilirse, zaiyat o kadar az ve blok verimliliği o kadar iyidir denebilmektedir. Plaka elde edilmesi sırasında verimin fazla olması için mermer bloğu kesim makinesine yerleştirilirken boşluk ve çatlaklar dikkate alınarak en çok plaka hangi yönde çıkıyorsa o yönde yerleştirilmesi en doğrusu olacaktır. Kesim işleminden sonra plaka haline getirilen mermerlerde boşluk ve kırık çatlaklar bulunabilmektedir (Şekil 4.3). Bunun gibi kusurların giderilmesi için ise fabrikada jel,epoksi ya da farklı kimyasallar kullanılarak tamir işlemi uygulanarak boşluklar doldurularak, kırıkların sağlamlığı arttırılmaktadır.



Şekil 4.3. Mermer plakasında bulunan boşluklar

Mermer plakalarının üzerinde bulunan boşlukların doldurulmasında dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta ise renktir. Tercih edilen doldurma maddesinin renginin mermerin rengine uygun olması gerekmektedir. Böylelikle tamiri yapılan mermer plakası farklı renklere sahip olmayacaktır. Bu şekilde pazarlama açısından oldukça önemli bir kriter olan homojen renk isteği de sağlanmış olacaktır. Kırık ve çatlaklar içinse, genellikle epoksi maddesi kullanılarak sağlamlık arttırılmaktadır.

5. TARTIŞMA

Tez çalışması kapsamında Antalya ili, Korkuteli ilçesi, Saklıkent mevkiinde bulunan mermer ocağında arazi çalışmaları ve Antalya Organize Sanayi bölgesinde bulunan mermer fabrikasında ise epoksi çalışmalar yapılmıştır. Mermer ocağı çalışma alanı Alakırçay grubuna ait ve Tekirova ofiyolitlerine ait kaya birimlerden oluşmaktadır. Bu sebeple farklı litolojik, stratigrafik ve yapısal özellikler göstermektedir.

Mermer ocağında yapılan çalışmalarda üretimin yapılmakta olduğu ve üretimin durdurulmuş olduğu ya da bitmiş olduğu alanlar incelenerek buralardan numuneler alınarak gerekli analiz sonuçlarının elde edilmesi üretimin yapıldığı alan ve durdurulduğu alan arasındaki farkı ortaya koymaktadır. Genellikle üretimin durdurulduğu alanın heyelan bölgesini yakını olduğu ve blok alma işlemi sırasında çok fazla parçalanma olan alanlar ve renk farklılıklarının bulunduğu alanlar olduğu sonucuna varılmıştır. Türkiye’de mermer ocaklarında rehabilitasyonun mecburi olması üzerine mermer ocağındaki üretimin durduğu ya da bittiği alanlarda yapılan rehabilitasyon çalışmaları kapsamında yapılan ağaçlandırma çalışmalarının yapıldığı belirtilmektedir. Ayrıca mermer ocağı içerisindeki atıklarında geri dönüşüm kutuları bulundurularak ayrı ayrı atılması ile çevrenin korunması açısından önemli olduğu belirtilmektedir.

Tez çalışması kapsamında Saklıkent mevkiinden çıkarılmakta olan iki çeşit mermer olan Ottoman ve Perdu Cream çeşit mermere ait fizikomekanik değerler paylaşılmaktadır. Ayrıca gerekli görülen bazı fizikomekanik özelliklerin Türkiye standartlarına göre yorumlaması yapılmaktadır. Buradaki yorumlamanın faydası Antalya bölgesinde bulunan mermerler hakkında daha fazla bilgi sahibi olunarak gelecekteki çalışmalara bir katkı sağlamaktadır. Fizikomekanik olarak yorumlaması yapılan özellikler ise sırasıyla; su emme, özgül ağırlık, porozite, don sonrası ağırlık kaybı, basınç dayanımı, eğilme (bükülme) dayanımı, aşınma dayanımı, don sonrası basınç dayanımıdır. Bu değerlerin yorumlaması ocaktan elde edilen iki çeşit mermer için de yapılmaktadır. Bu fizikomekanik değerlerin yorumlanmasının yapılması bahsi geçen mermer çeşitlerinin kullanım alanlarının belirlenmesine yardımcı olacak niteliktedir. Yorumlaması yapılmayan bazı değerler ise bölgede yapılacak olan yeni çalışmalarda bölgedeki mermerin fizikomekanik özelliklerinin hakkında bilgi sahibi olunması açısından önemlidir.

Önceki yapılan çalışmalar incelendiğinde Antalya ili, Finike ilçesinde yapılmış olan bir çalışmada ise Limra mermerleri incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucu özgül ağırlık değeri $2,6 \text{ gr/cm}^3$, görünür porozite değeri %11,3 , birim hacim kütle değeri $2,2 \text{ gr/cm}^3$, don sonrası ağırlık kaybı %2, basınç dayanım değeri 395 kgf/cm^2 , don sonrası basınç azalma değeri 399 kgf/cm^2 ’dir (Erol 2008). Tüm bu değerler T.S 1910 kaplama olarak kullanılan doğal taşlara göre ve T.S 2513 doğal yapı taşları standartlarına göre

değerlendirilmiştir. Antalya ili, Elmalı bölgesinde yapılmış olan bir başka mermer ocağı çalışmasında ise açık gözeneklilik değeri %3,16, tek eksenli basınç dayanımı 159,88 MPa ve 156,92 MPa, atmosfer basıncı altında su emme değeri %1,57 ve %1,38, don sonrası basınç dayanım değeri 110,71 MPa ve 138.18 MPa'dır (Aydın 2019). Yine bu değerlerin yorumlaması da T.S 1910 kaplama olarak kullanılan doğal taşlara göre ve T.S 2513 doğal yapı taşları standartlarına göre değerlendirilmiştir.

Mermer ocağındaki arazi çalışmalarında elde edilen mermer numuneleri ve toprak numunelerinin ise kimyasal özelliklerini belirlemek üzere XRF analizi yapılarak bünyelerinde bulunan element oksitlerin sayısal değerleri belirlenmiştir. Elde edilen bu değerler mermer açısından önem arz eden element oksitlere göre yorumlanmıştır. Yine toprak numunelerinden elde edilen kimyasal analiz sonuçları da buna göre yorumlanmıştır. Saklıkent mevkiinde bulunan çalışma sahasından elde edilen element oksitlerin değerlerinin tez çalışmasında bulunması, bu civarda yapılacak olan maden çalışmaları, ziraat çalışmaları ve daha birçok bilimsel çalışmaya katkı sağlaması açısından önemlidir.

Ülkemiz mermer çeşitliliği açısından oldukça zengindir. Bu çeşitli mermerlerin ülkemize ekonomik olarak katkısı bulunmaktadır. Mermerin doğal yapısı göz önüne alındığında yapısında çatlak ve kırıklar gibi kusurların bulunması da oldukça doğaldır. Ancak bu kırık ve çatlaklar mermerin değerinin azalmasına sebep olurken bazı durumlarda ise tamamen çöp olarak ayrılmaktaydı. Ülkemizde mermer sektörünün gelişmesi ve teknolojinin ilerlemesi ile birlikte, geçmişte kırık ve çatlaklarından dolayı ekonomik olarak değersiz görülen mermer blokları ve mermer plakaları uzun yıllardır çeşitli kimyasallar ile kullanılabilir duruma getirilebilmektedir. Kullanılan bu kimyasallardan en başında epoksi gelmektedir. Sertleştirici ve reçineden oluşan epoksi maddesi mermer yüzeyine ve kırık çatlaklara nüfuz ederek buradaki kusurların giderilmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca mermerin sağlamlığını arttırarak daha uzun ömürlü kullanımına destek olmaktadır. Ayrıca önemli ölçüde mermer zayıtını da azaltmaktadır. Bahsedilen zayıtın azaltılması ülkemizde mermer sektörünün de önemli gelişmeler elde ettiğini göstermektedir. Tez çalışması kapsamında araştırılan bir konu da mermer plakalarına epoksi uygulamasıdır. Ve dikkat edilmesi gereken bazı hususlar verilmektedir. Epoksi uygulaması genellikle aynı şekillerde yapıldığı için bu çalışmada verilen öneriler tüm çalışmalar açısından önemli olmaktadır. Ve epoksi uygulaması sırasında karşılaşılan bazı sorunlar hakkında fikir sahibi olunmasını sağlayacaktır.

XRF analiz yöntemiyle tespit edilen jeokimyasal verilerin jeositatiksel yorumlaması yapılmıştır. Bilimsel bir çalışma da belirli bir özelliği tespit edebilmek için çoklu regresyon analizleri önemlidir. ANOVA analizi de çok tercih edilen bir regresyon analizidir. ANOVA analizi yapılmış olan istatistiksel modellemenin hata oranını vermektedir. Kümeleme analizi ile de numunelerin kimyasal içeriklerinin sınıflaması açısından önemlidir. Ayrıca tez içerisinde bulunan Pearson korelasyonu element oksitlerin birbirlerine bağlı olarak değişiklikleri hakkında bilgi vermektedir. Majör ve

minör element oksitlere ait histogram diyagramları verilmektedir. Tez çalışması içerisinde yapılmış olan jeostatiksel çalışmalarında, bölgedeki yapılacak diğer çalışmalara yardımcı olacak ve bilgi birikimi olacak niteliktedir.



6. SONUÇLAR

Antalya ili Korkuteli ilçesi Saklıkent bölgesinde bulunan İmsa Mermer Ocağından, 32 adet mermer numunesi ile 28 adet toprak numunesi alınarak her numune de XRF analizi yapılmıştır. Analizi gerçekleştirilen numuneler için gerekli standartlarda dikkate alınarak yorumlanmıştır.

Ayrıca İmsa Mermer fabrikasından ottoman ve perdu cream mermer çeşitlerinin fiziksel ve mekanik özellikleri temin edilmiş olup, kullanım alanları hakkında Türkiye standartlarına uygun olarak aşağıdaki yorumlar yapılmıştır.

- TS 1910'göre kaplama olarak kullanılan doğal taşların sahip olması gereken su emme değeri %0,75 'den küçük olmalıdır. Ottoman çeşit mermerde bu değer %0,34 iken Perdu Cream çeşit mermerde %1,64'dür. Standart göz önüne alındığında Ottoman çeşit mermer kaplama olarak kullanıma uygunken Perdu Cream çeşit bu standardın şartını karşılamadığı görülmektedir.
- TS 1910'göre kaplama olarak kullanılan doğal taşların sahip olması gereken özgül ağırlık değeri 2,55 gr/cm³'den fazla olmalıdır. Ottoman mermerinin özgül ağırlık değeri 2,73 gr/cm³ olup, Perdu Cream mermerinin özgül ağırlık değeri ise 2,60 gr/cm³'dür. Her iki mermer çeşidinin de istenilen özgül ağırlık standardını karşıladığı görülmektedir.
- TS 1910'a göre kaplama olarak kullanılan doğal taşların sahip olması gereken porozite değeri %2'den küçük olmalıdır. Ottoman çeşit mermerin porozite değeri %2,52 olup Perdu Cream çeşit mermerin ise %6,82'dir. Her iki mermerin de porozite değerlerinin standardı karşılamadığı görülmektedir.
- TS 1910'a göre kaplama olarak kullanılan doğal taşların sahip olması gereken don sonrası ağırlık kaybı değeri %5'den küçük olmalıdır. Ottoman çeşit mermerin don sonrası ağırlık kaybı değeri %0,026 olup, Perdu Cream mermerinde ise bu değer %0,031'dir. Her iki mermer çeşidinin de standart dahilinde olduğu görülmektedir.
- TS 1910'a göre kaplama olarak kullanılan doğal taşların sahip olması gereken basınç dayanım değeri 50 MPa'dan daha büyük olmalıdır. Ottoman mermerinin basınç dayanım değeri 106,1 MPa, Perdu Cream mermerinin ise 85,3 MPa'dır. Her iki çeşit mermerinde standart dahilinde olduğu görülmektedir.
- TS 1910'a göre kaplama olarak kullanılan doğal taşların sahip olması gereken eğilme dayanım değeri 5 MPa'dan büyük olmalıdır. Ottoman mermerinin eğilme dayanım değeri 9,1 MPa, Perdu Cream mermerinin değeri ise 6,3 MPa'dır. Her iki mermer çeşidinin de standart dahilinde olduğu görülmektedir.
- TS 1910'a göre kaplama olarak kullanılan doğal taşların sahip olması gereken aşınma dayanımının 15 cm³/50cm²'den daha az olmalıdır. Ottoman mermerinin aşınma dayanımı 9,78 cm³/50cm², Perdu Cream mermerinin ise 12,39

$\text{cm}^3/50\text{cm}^2$ 'dir. Her iki mermerin aşınma dayanım değerleri de standartlar dahilinde olduğu söylenebilir.

- TS 10449'a göre doğal yapı taşı olarak kullanılabilir olan mermerlerin atmosfer basıncında su emme miktarı %0,4'den küçük olmalıdır. Ottoman mermerinin atmosfer basıncı altındaki su emme miktarı %0,34 iken Perdu Cream mermerinde bu değer %1,64'dür. Ottoman mermeri TS 10449'da istenilen standardı sağlarken, Perdu Cream çeşit mermer bu standardın üzerinde kalmaktadır.
- TS 10449'a göre merdiven basamağı, döşeme kaplaması ve yer döşemesi gibi alanlarda kullanılacak olan mermerlerin basınç dayanımları 50 MPa'dan büyük, duvar kaplamalarında kullanılacak olan mermerlerin ise 30 MPa'dan büyük olması istenmektedir. Ottoman mermerinin basınç dayanımı 106,1 MPa, Perdu Cream mermerinin ise 85,3 MPa'dır. Her iki mermer çeşidinin de merdiven basamağı, döşeme kaplaması, yer döşemesi ve duvar kaplamalarında kullanılmak için TS 10449'da belirtilen basınç dayanım standardını karşıladığı görülmektedir.
- TS 10449'a göre doğal yapı taşı olarak kullanılabilir olan mermerlerin eğilme dayanım değerleri 6 MPa'dan büyük olmalıdır. Ottoman mermerinin eğilme dayanımı 9,1 MPa, Perdu Cream çeşit mermerinin ise 6,3 MPa'dır. Her iki mermer çeşidinin de TS 10449 standardını karşıladığı görülmektedir.
- TS 10449'a göre doğal yapı taşı olarak kullanılabilir olan mermerlerin don sonrası kaybının %1'den küçük olması istenmektedir. Ottoman mermerinin don kaybı %0,026 iken Perdu Cream çeşit mermerin ise %0,031'dir. Her iki mermer çeşidinin de belirtilen standardı karşıladığı görülmektedir.
- TS 10449'a göre doğal yapı taşı olarak kullanılacak olan mermerlerin don sonrası basınç dayanımlarının 30 MPa'dan büyük olması istenmektedir. Ottoman mermerinin don sonrası basınç dayanım değeri 99,3 MPa olup Perdu Cream mermeri ise 73,7 MPa'dır. Her iki çeşit mermerinde basınç dayanım değerlerinin 30 MPa değerinden fazla olduğu görülmektedir.
- TS 10449'a göre doğal yapı taşı olarak kullanılacak olan mermerlerin aşınma değerleri döşeme kaplaması, merdiven basamağı gibi zeminlerde kullanım için $15 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$ 'den, duvar kaplamasında kullanımları için $25 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$ den küçük olmalıdır. Ottoman mermerinin aşınma değeri $9,78 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$ iken Perdu Cream mermerinin aşınma değeri $12,39 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$ 'dir. Her iki mermer çeşidi de zemin ve duvarlarda kullanım için standart değerleri dahilindedir.

Epoksi uygulamasında ise;

- Mermer plakasının yapısının yeterince iyi bilinmesi gerektiği,
- Mermer plakasının durumuna göre aşındırma işleminin yapılmasının,

- Mermer plakasının yeterince kurutulması ve su içeriğinin en aza düşürülmesi gerektiği,
- Epoksi sonrası uygulanan file seçiminde doğru file seçiminin önemli olduğu,
- Epoksinin son kullanma tarihinin geçtikten sonra kullanılmaması gerektiği,
- Epoksi hatlarında çalışan işçilerin sıklıkla değişim göstermemesi gerektiği,
- Aynı üretim koşullarında, günlük olarak aynı sayıda plaka üretilmesinin gerektiği sonuçlarına varılmıştır.

Jeokimyasal analizler sonucu elde edilen jeostatiksel sonuçlara göre mermer için önemli olan bazı element oksitlerin değişimleri için aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

- Al_2O_3 'ün artması ile MgO miktarı artmaktadır.,
- SiO_2 'nin artması ile MgO, Al_2O_3 miktarı artmaktadır.,
- K_2O 'nun artmasıyla MgO, Al_2O_3 , SiO_2 , Cl miktarları artmaktadır.
- CaO 'nun artması ile MgO, Al_2O_3 , SiO_2 , Cl ve K_2O miktarları artmaktadır.
- TiO_2 artması ile MgO, Al_2O_3 , SiO_2 , SO_3 , Cl ve K_2O miktarları artmaktadır.
- Fe_2O_3 miktarının artması ile MgO, Al_2O_3 , SiO_2 , SO_3 , Cl, K_2O , TiO_2 , MnO miktarı artarken CaO miktarı azalmaktadır.

Jeokimyasal analizler sonucu elde edilen jeostatiksel sonuçlara göre toprak için önemli olan bazı element oksitlerin değişimleri için aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

- P_2O_5 artması ile SiO_2 miktarı artmaktadır.
- SO_3 artması ile MgO miktarı artmaktadır.
- Cl artması ile SO_3 ve MgO miktarı artmaktadır.
- CaO artması ile Al_2O_3 miktarı artmakta olup ancak CaO 'nun artması ile SiO_2 miktarı azalmaktadır.
- K_2O artması ile SiO_2 miktarı artmaktadır.
- TiO_2 artması ile SiO_2 ve P_2O_5 miktarının da artmakta olup ancak TiO_2 artarken MgO miktarı azalmaktadır.
- MnO artarken Cr_2O_3 , P_2O_5 , TiO_2 miktarının artmakta olup ancak MnO miktarı artarken MgO miktarı azalmaktadır.

7. KAYNAKLAR

- Acar, H. 2003. Doğal Taşlarda Çatlak Tamir ve Gözenek Dolgu Sistemleri . Türkiye IV. Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı, ss. 415-434, Afyon.
- Akay, E., Uysal Ş., Poisson A., Cravatte J. ve Müller C. 1985. Antalya Neojen Havzasının Stratigrafisi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, ss. 105-119, Ankara.
- Akçakoca, H., Uysal, Ö. ve Topal, İ. 2003. Mermerlerin Kalite Kontrol Süreci Açısından Tekno-Mekanik Özelliklerinin Önemi. Türkiye IV Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı, ss. 476-495, Afyon.
- Akbulut, A. 1980. Eğridir Gölü Güneyinde Çandır (Sütçüler,Isparta) Yöresindeki Batı Torosların Jeolojisi.Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara.
- Aksaraylı, M. Tanımlayıcı İstatistikler. http://www.mehmetaksarayli.com/istatistik/b3_merkeziegilim_uzun.pdf [Son erişim tarihi: 2020, 04 12]
- Aydal, D. 2015. X-Işınları Floresans Spektrometresi (XRF). Jeokimya Uygulama Notları.Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü,Ankara.
- Aydın, B. 2019. Elmalı (Antalya) Bölgesi Mermer Ocaklarının Jeolojisi, Teknolojik Özellikler ve Rehabilitasyon, Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Antalya.
- Başığit, M., Bayram, O. ve Tunçdemir, H. 2014. An Application of Epoxy and Polyurethane on Various Marbles to Enhance Cuttability. ISRM Bölge Sempozyumu, Vigo,İspanya.
- Collins, A.S. and A. H. F. Robertson. 2003. Kinematic Evidence For Late Mesozoic–Miocene Emplacement Of The Lycian Allochthon Over The Western Anatolide Belt, SW Turkey. Geological Journal, ss. 1-16.
- Charif, A. 1983. Structural Behaviour of Reinforced Concrete Beams Strengthened by Epoxy-Bonded Steel Plates. Sheffield University Department of Civil and Structural Engineering.
- Çetin, F. 2001. Gözenek ve Çatlak Tamir Uygulama Örnekleri ve Bu Uygulamaların İşletmelere Getirdiği İlave Kazançlar. Türkiye III. Mermer Sempozyumu Bildirileri Kitabı, ss. 445-449, Afyon.
- Çetin, T. 2003. Türkiye Mermer Potansiyeli, Üretimi ve İhracatı. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi:3, ss. 243-256, Ankara.

- Dağ, A., Cevheroğlu, S. ve Ayhan, M. 2008. Evaluation of Filling Methods Applied to Some Marbles from Diyarbakir Region of Turkey. Asian Journal of Chemistry, ss. 2733-2740.
- Davis, W.R. and Broug R. 1972. Ultrasonic techniques in ceramic research and testing. Ultrasonics.
- Demirtaşlı, E. 1977. Toros Kuşağının Batı Kesimindeki Olistolitler ve Ofiyolitik Melanj,Çeşitli Nap Varsayımlarının Tartışılması. VI. Ege Bölgeleri Jeoloji Kolokyumu Bildiri Özetleri,İzmir.
- Ediz, İ. G. 2002. Mermer ve Taş Ocağı İşletmeiliği Ders Notları. Dumlupınar Üniversitesi,Kütahya.
- Efe, T., Akbay, D., Demirbağ, S. ve Şengün, N. 2007. Bej Mermerlerde Epoksi Uygulamasının Atmosferik Şartlar Altında Kayacın Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklere Etkisi. 8. Uluslar arası Mermer ve Doğaltaş Kongresi,Afyon
- Erol, A. 2008. Finike Yöresi (Batu Toroslar) Limra Mermerlerinin Jeolojisi ve Ekonomik Potansiyeli, Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İzmir.
- Gökdemir, F. 2010. Mermer Blok, Plaka ve Striplerine Uygulanan Kimyasal Dolgu Güçlendirme Yöntemlerinin Verimliliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,Maden Mühendisliği Anabilim Dalı,Diyarbakır.
- Gürsakal, N., Oğuzlar, A. ve Gürsakal, S. 2012. Betimsel istatistik: İstatistik I. Dora Basım Yayın Dağıtım.
- Gürtekin, G. 2014. Mineraloji ve Petrografi Çalışmalarının Madencilikteki Önemi ve MTA Laboratuvarlarının Bugünü. MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni, ss. 11-19, Ankara.
- Juteau, T. 1975. Les ophiolites des nappes d' Antalya (Taurides occdentales, Turguie):Petrologie d'un fragment de l 'ancienne croute-oceangue tethysience. France:Nancy University.
- Kahraman, B. ve Köse, H. 1999. Kaya Mekaniği. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları:77, D.E.Ü Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi,İzmir.
- Kalafatçıoğlu, A. 1972. Antalya Körfezi Batı Kesiminin Jeolojisi. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi,İstanbul.

- Kalafatçıoğlu, A. 1973. Antalya Körfezi Batı Kısımının Jeolojisi. Maden Tektik Arama Dergisi, Ankara.
- Kalaycı, Ş. 2010. SPSS Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. Asil Yayıncılık.
- Karaca, Z. 2003. Mermer Blok Kalite Kontrolü. Türkiye IV Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı, ss. 497-503, Afyon.
- Kulaksız, S. 2017. Doğal Taş Yataklarının Jeolojisi-Petrografisi ve Aranması. Doğal Taş (Mermer) Maden İşletmeciliği ve İşleme Teknolojileri, s. 8, TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Ankara.
- Kun, N. 2000. Mermer Jeolojisi ve Teknolojisi. İzmir.
- Kurtçu, H. 2010. Babadat (Sivrihisar-Eskişehir) Kireçtaşlarının Jeolojik ve Fizikomekanik Özellikleri ile Mermer Olarak Değerlendirme Olanakları. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Adana.
- Marcoux, J. 1977. Geological sections of the Antalya region. VI. Colloquim on the geology of Aegean regions. İzmir.
- MTA. 2019. Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi. Maden Tektik Arama: <https://www.mta.gov.tr/ucetli-isler/liste/test-ve-analizler/Sayfalar/3Jeokimya/xrf.html> [Son erişim tarihi: 12.02.2020]
- Moix, P., Gorican S. and Morcoux J. 2009. First evidence of Campanian radiolarians in Turkey and implications for the tectonic setting of the Upper Antalya Nappes.
- Onargan, T. ve Köse H. 1997. Mermer Teknolojisi. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları:220, Maden Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, İzmir.
- Onur, A. ve Bakraç S. 1997. Mermer Bloklarında Mevcut Çatlak ve Kırıkların Pundit Cihazı ile Tespiti. Türkiye Madencilik Kongresi, Çukurova Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Adana.
- Önder, F. 1984. Antalya'nın Güneyindeki Trias Kayalarının Konodont Biyostratigrafisi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni:27, ss. 27-81, Ankara.
- Özer, O., Yalçın, F., Tarıncı, O. K. ve Yalçın, M.G. 2020. Investigation Suitability of Marbles to Standards with Inequality Expressions and Statistical Approach Using Some Physical and Mechanical Properties. Journal of Inequalities and Applications.
- Özgül, N. 1976. Toroslar'ın Bazı Temel Jeoloji Özellikleri. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni:19, ss. 578, Ankara.

- Öztank, N. ve (Bacakoğlu) Türkmen F. 2001. Mermer-Kireçtaşı ve Konglomeraların Yapılarda Kullanımını Denetleyen Parametreler. Türkiye III. Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s. 123-131, Afyon.
- Öztekin, L. 2007. Mermerlerde Uygulanan Kimyasallar, Epoksi Polyester Uygulanmış Mermerlerde Çekme ve Eğilme Dayanım-Sıcaklık İlişkisi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Poisson, A. 1977. Recnerçhes geologue dans les Taurides Occidentales (Turquie). These Universite Paris Sud, Paris, France.
- Robertson, A. H. F. and Woodcock, N. H. 1981. Alakir çay Group, Antalya Complex, SW Turkey: A Deformed Mesozoic Carbonate Margin. Sedimentary Geology:30, pp. 95-131.
- Sarısık, A ve Şentürk, A. 2003. Doğaltaş Tamirinde Epoxy, Polyester, Mastik Dolgulu ve Çimentolu Dolguların Uygulama Kriterleri. Türkiye IV Mermer Sempozyumu Bildirileri Kitabı, ss. 533-565, Afyon.
- Şenel, M. 1980. Teke Torosları Güneydoğusunun Jeolojisi Finike-Kumluca-Kemer (Antalya). Maden Tektik Arama Raporu, Ankara.
- Şenel, M. 1986. Tahtalı Dağ (Antalya) ve Dolayının Jeolojisi. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Şenel, M., Gedik, İ., Dalkılıç, H., Serdaroğlu M., Bilgin A.Z., Uğuz M. F., Bölükbaşı S., Korucu M. ve Özgül N. 1996. Isparta Büklümü Doğusunda, Otokton ve Allohton Birimlerin Stratigrafisi (Batı Toroslar). Maden Tektik Arama Dergisi: 118, ss. 111-160, Ankara.
- Şentürk, A., Gündüz, L., Tosun, Y. İ. ve Sarıışık, A. 1996. Mermer Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Isparta.
- Talks, M. 2018. Comparison Of Elemental Analysis Techniques – Events Advantages Of Xrf In Comparison With Icp And Aas. <https://www.materials-talks.com/blog/2018/02/01/comparison-of-elemental-analysis-techniques-advantages-of-xrf-in-comparison-with-icp-and-aas/> [Son erişim tarihi 18.02.2020]
- Tarınç, O. K., Ozer, O., Aydın, B. ve Yalçın, M.G. 2019. Comparison of physical-mechanical properties of Clova and Lyca marbles in Akçay (Antalya) region by using independent-samples T-test statistics. International Conference of Pure & Applied Mathematics and Related Areas. Paris, FRANSA.

- Terzi, Y. 2018. Temel İstatistik II Ders Notları. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümü, Samsun.
- T.S.E., 1977. TS 1910 Kaplama Olarak Kullanılan Doğal Taşlar, Ankara.
- T.S.E. 1992. TS 10449 Mermer – Kalsiyum Karbonata Esaslı – Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan, Ankara.
- Uğur, İ., Demirbağ, S. ve Şengün, N. 2003. Mermer Türlerinin Isı İletkenliği Üzerine Teknik Bir Araştırma. Türkiye IV. Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı, ss. 173-187, Afyon.
- Yaşar, E. ve Erdoğan, Y. 2003. Yapı-Kaplama Kayalarının P Dalga Hızı ile Fizikomekanik Özellikleri Arasındaki İlişkilerin İstatiksel Analizi. Türkiye IV Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı, ss. 353-362, Afyon.

8. EKLER

EK 1. İmsa mermer sahasından alınan numunelerin XRF spektrum grafikleri

Ek 1a. Sk1a ve Sk1b numunesinin XRF spektrum grafikleri

Ek 1b. Sk2a ve Sk2b numunesinin XRF spektrum grafikleri

Ek 1c. Sk3a ve Sk3b numunesinin XRF spektrum grafikleri

Ek 1d. Sk4a ve Sk4b numunesinin XRF spektrum grafikleri

Ek1e. Sk5a ve Sk5b numunesinin XRF spektrum grafikleri

Ek1f. Sk6a ve Sk6b numunesinin XRF spektrum grafikleri

Ek1g. Sk7a ve Sk7b numunesinin XRF spektrum grafikleri

Ek1h. Sk8a ve Sk8b numunesinin XRF spektrum grafikleri

Ek1i. Sk9a ve Sk9b numunesinin XRF spektrum grafikleri

Ek1j. Sk10a ve Sk10b numunesinin XRF spektrum grafikleri

Ek1k. Sk11a ve Sk11b numunesinin XRF spektrum grafikleri

Ek1l. Sk12a ve Sk12b numunesinin XRF spektrum grafikleri

Ek1m. Sk13a ve Sk13b numunesinin XRF spektrum grafikleri

Ek1n. Sk14a ve Sk14b numunesinin XRF spektrum grafikleri

Ek1o. Sk15a ve Sk15b numunesinin XRF spektrum grafikleri

Ek1p. Sk16a ve Sk16b numunesinin XRF spektrum grafikleri

Ek1r. Tpr1a, Tpr1b, Tpr1c ve Tpr1d numunelerinin XRF spektrum grafikleri

Ek1s. Tpr2a, Tpr2b, Tpr2c ve Tpr2d numunelerinin XRF spektrum grafikleri

Ek1t. Tpr3a, Tpr3b, Tpr3c ve Tpr3d numunelerinin XRF spektrum grafikleri

Ek1u. Tpr4a, Tpr4b, Tpr4c ve Tpr4d numunelerinin XRF spektrum grafikleri

Ek1v. Tpr5a, Tpr5b, Tpr5c ve Tpr5d numunelerinin XRF spektrum grafikleri

Ek1y. Tpr6a, Tpr6b, Tpr6c ve Tpr6d numunelerinin XRF spektrum grafikleri

Ek1z. Tpr7a, Tpr7b, Tpr7c ve Tpr7d numunelerinin XRF spektrum grafikleri

Ek 2. Majör ve minör element oksitlere ait histogram diyagramları

Ek2a. MgO'nun histogram diyagramı

Ek2b. Al₂O₃'ün histogram diyagramı

Ek2c. SiO₂'nin histogram diyagramı

Ek2d. SO₃'ün histogram diyagramı

Ek2e. Cl'nin histogram diyagramı

Ek2f. K₂O'nun histogram diyagramı

Ek2g. CaO'nun histogram diyagramı

Ek2h. TiO₂'nin histogram diyagramı

Ek2i. Cr₂O₃'ün histogram diyagramı

Ek2j. MnO'nun histogram diyagramı

Ek2k. Fe₂O₃'ün histogram diyagramı

Ek2l. NiO'nun histogram diyagramı

Ek2m. ZnO'nun histogram diyagramı

Ek2n. As₂O₃'ün histogram diyagramı

Ek2o. Br'nin histogram diyagramı

Ek2p. Rb₂O'nun histogram diyagramı

Ek2r. SrO'nun histogram diyagramı

Ek2s. SnO₂'nin histogram diyagramı

Ek2t. Sb₂O₃'ün histogram diyagramı

Ek2u. BaO'nun histogram diyagramı

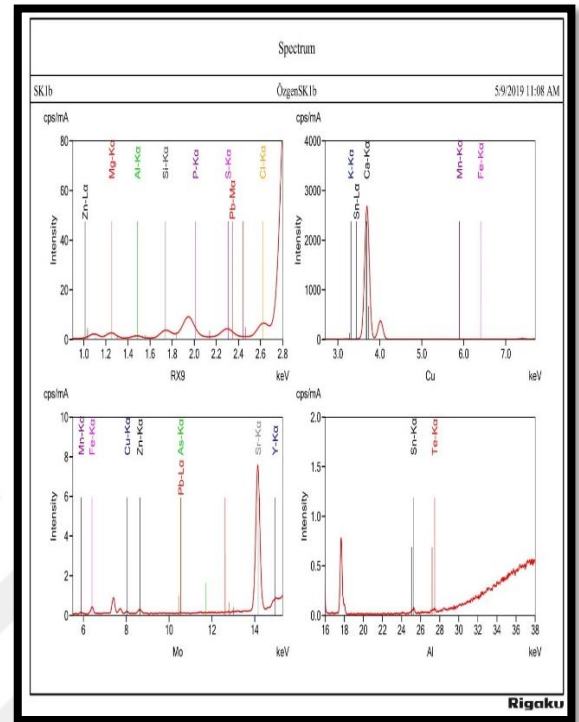
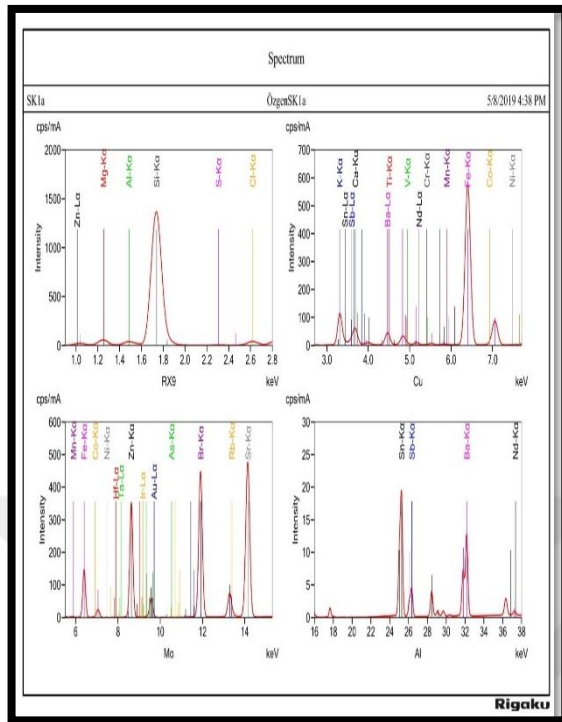
Ek2v. HfO₂'nin histogram diyagramı

Ek2y. Ta₂O₅'in histogram diyagramı

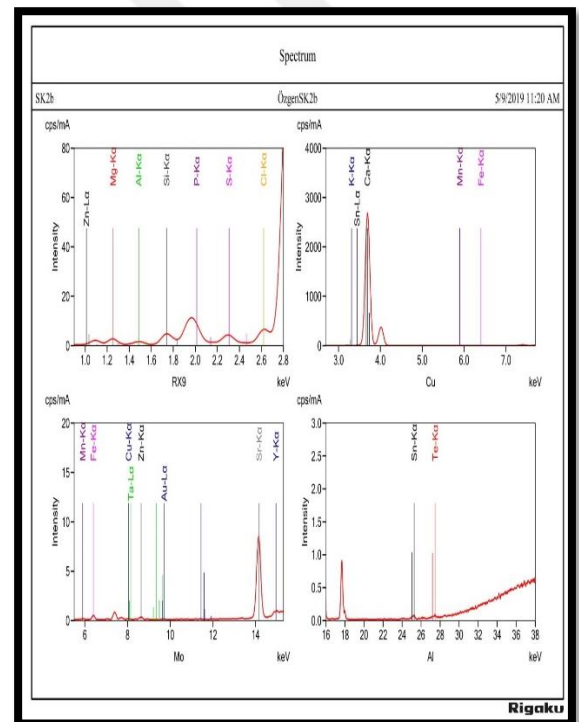
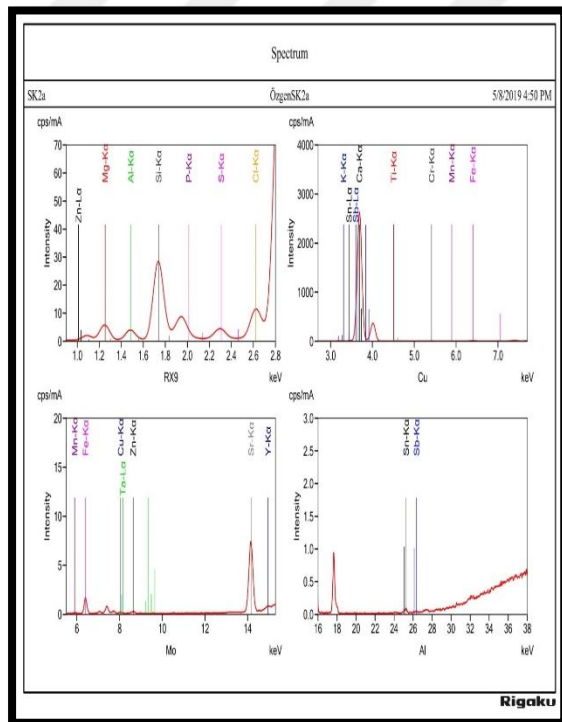
Ek2z. Ir₂O₃'ün histogram diyagramı

- Ek2a1.** P_2O_5 'in histogram diyagramı
- Ek2b1.** TeO_2 'nin histogram diyagramı
- Ek2c1.** PbO 'nun histogram diyagramı
- Ek2d1.** CuO 'nun histogram diyagramı
- Ek2e1.** Y_2O_3 'ün histogram diyagramı
- Ek2f1.** Au_2O 'nun histogram diyagramı
- Ek2g1.** V_2O_5 'in histogram diyagramı
- Ek2h1.** Tl_2O_3 'ün histogram diyagramı
- Ek2i1.** HgO 'nun histogram diyagramı
- Ek2j1.** Co_2O_3 'ün histogram diyagramı
- Ek2k1.** SeO_2 'nin histogram diyagramı

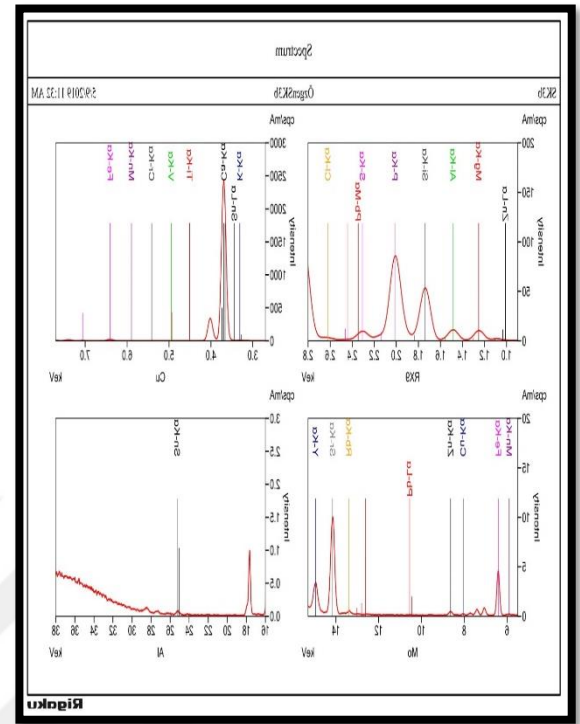
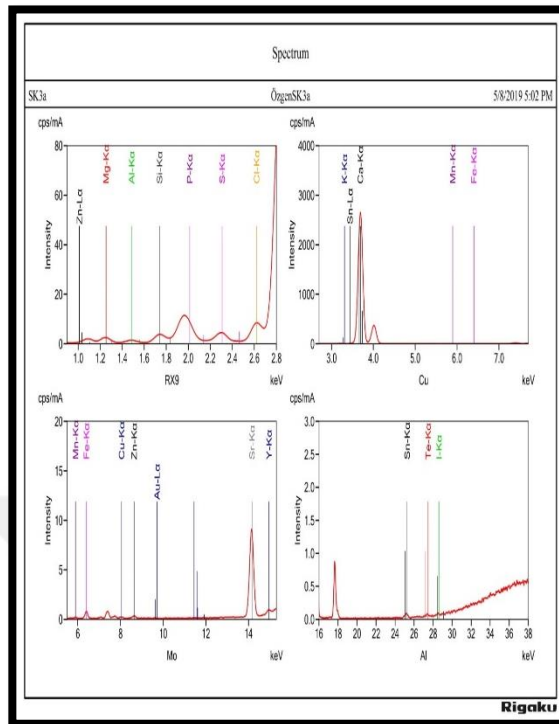
Ek 1a.



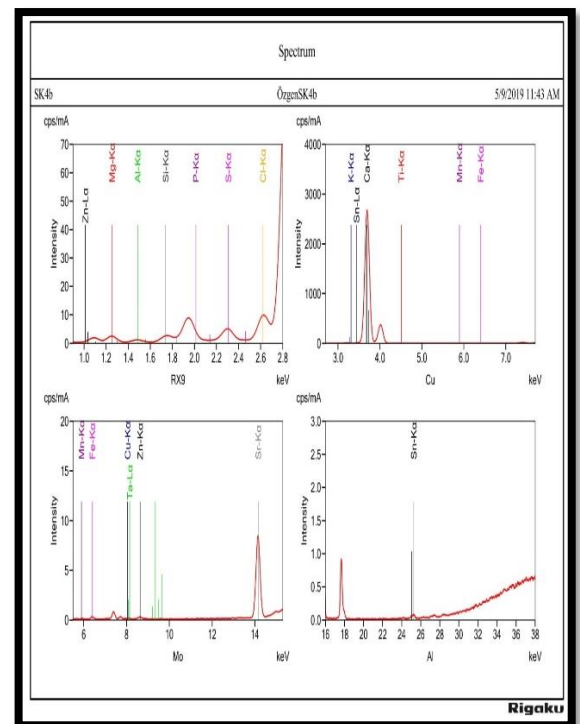
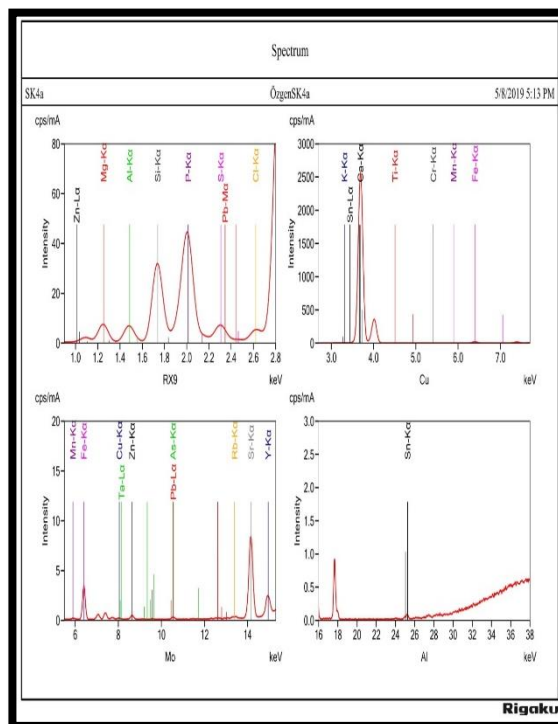
Ek1b.



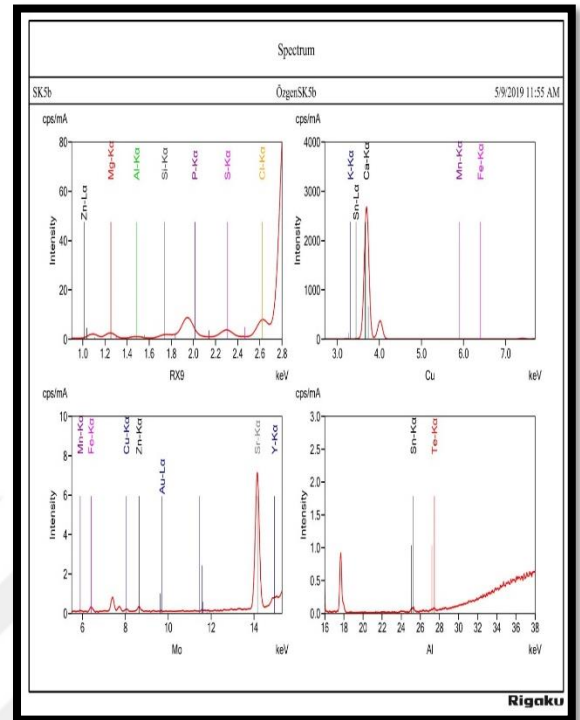
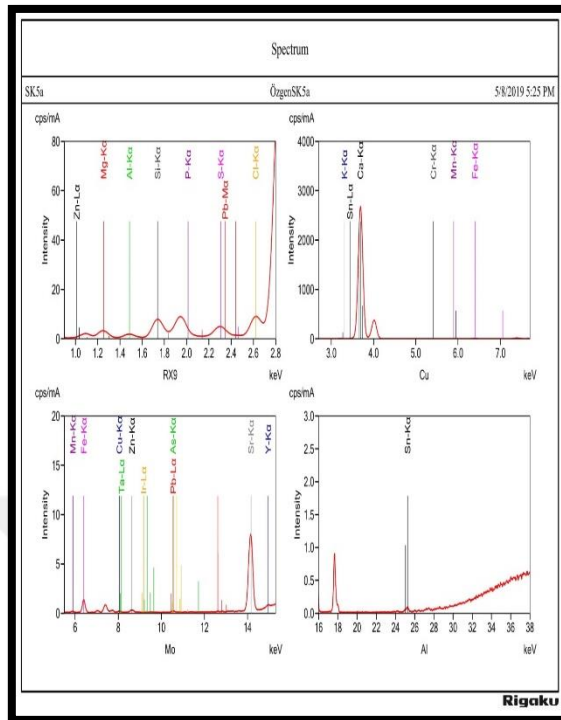
Ek1c.



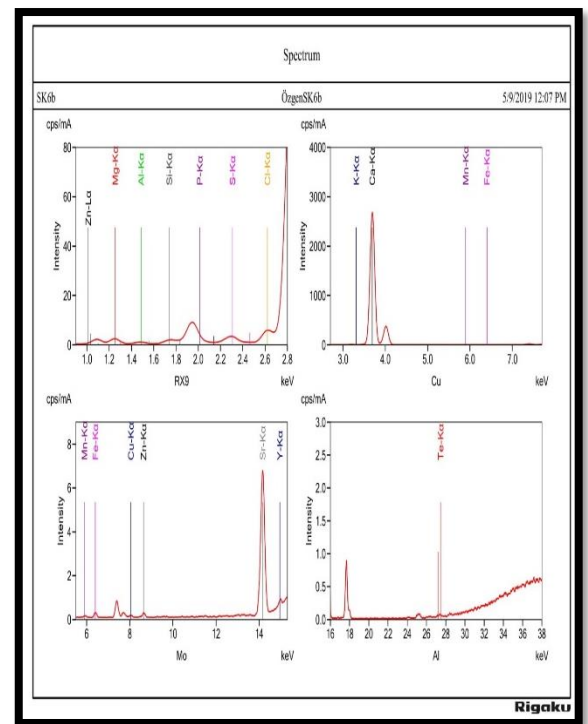
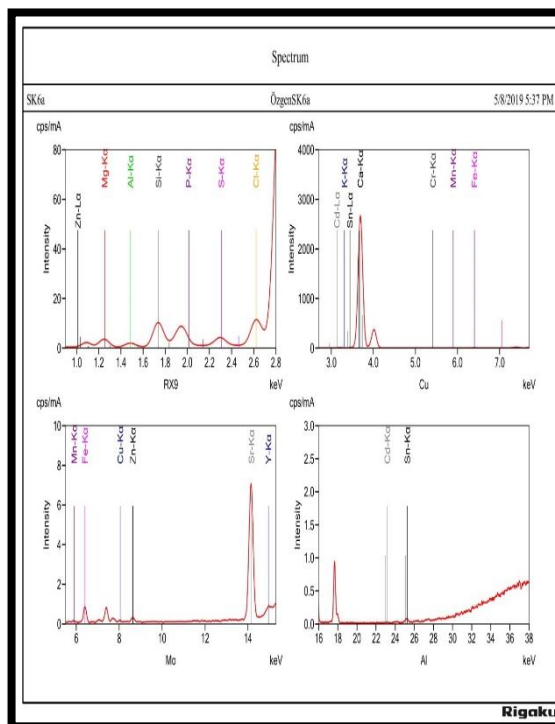
Ek1d.



Ek1e.



Ek1f.



SK.7a

5/8/2019 5:48 PM

Spectrum

cps/mA

Intensity

keV

keV

cps/mA

Intensity

keV

keV

cps/mA

Intensity

keV

keV

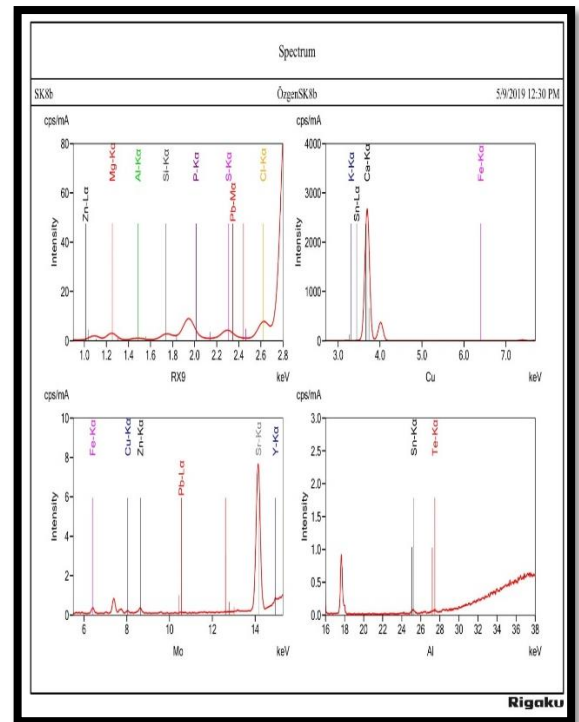
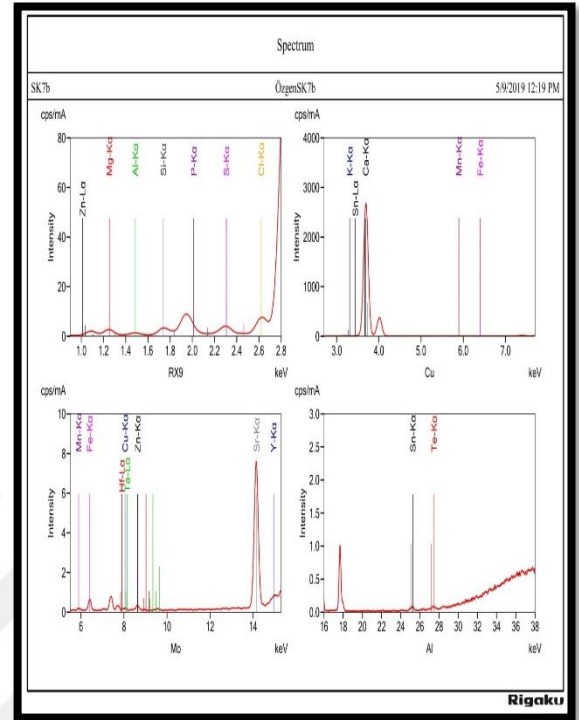
cps/mA

Intensity

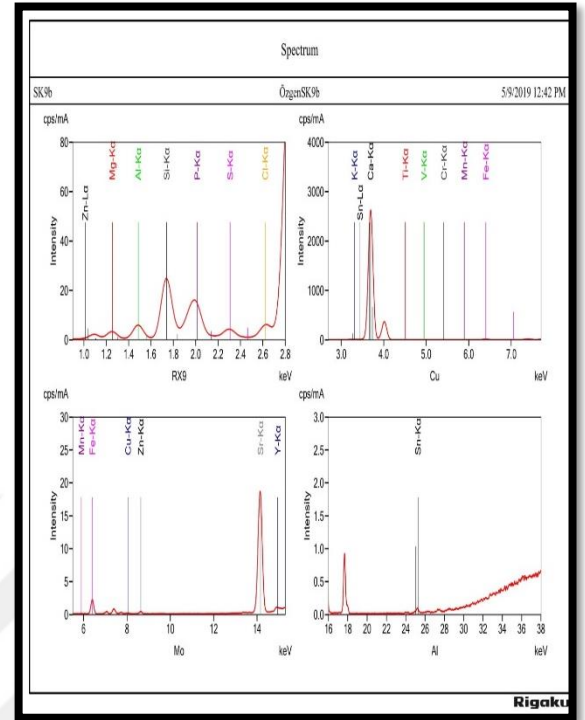
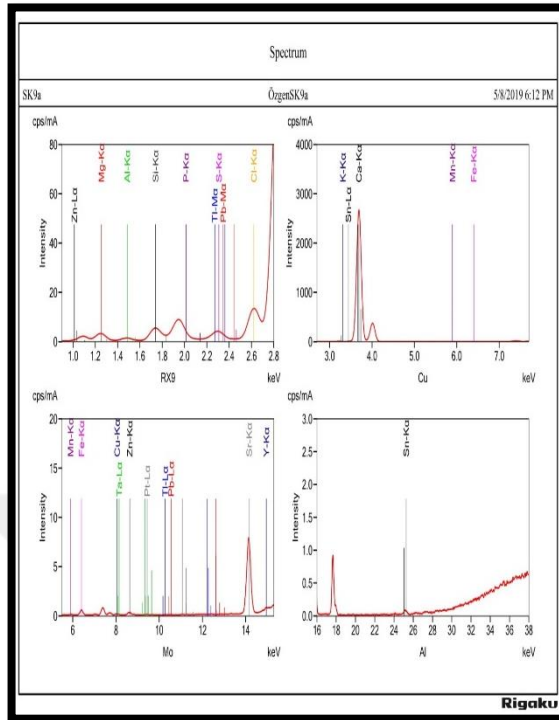
keV

keV

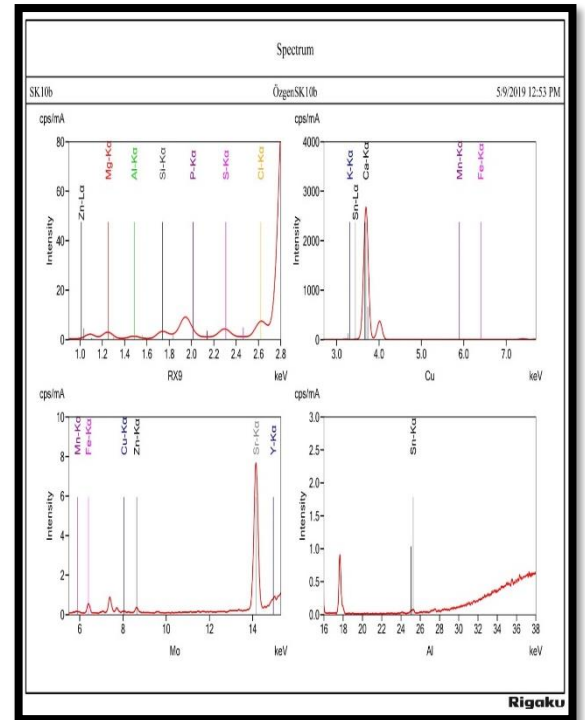
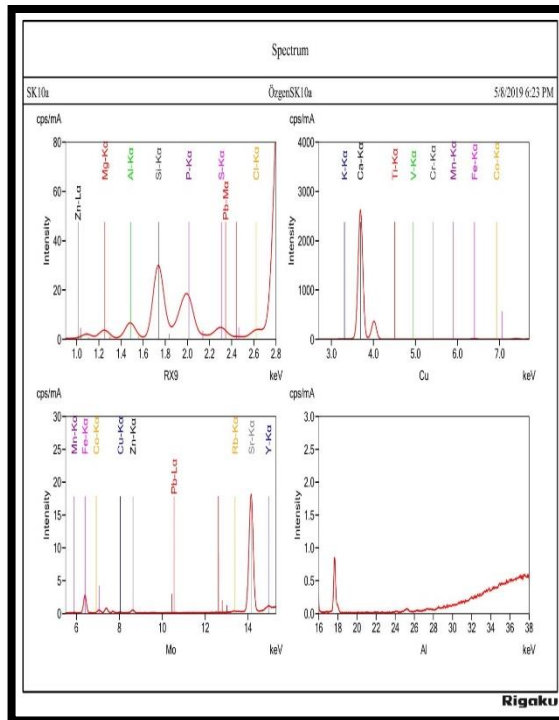
Rigaku



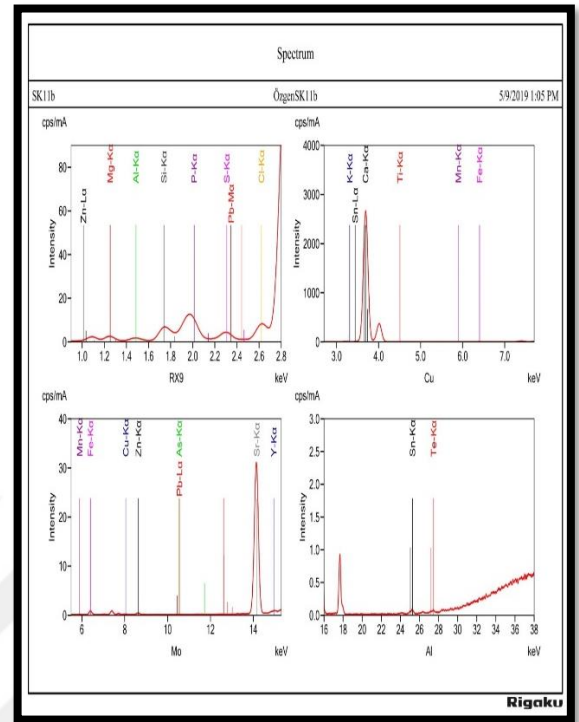
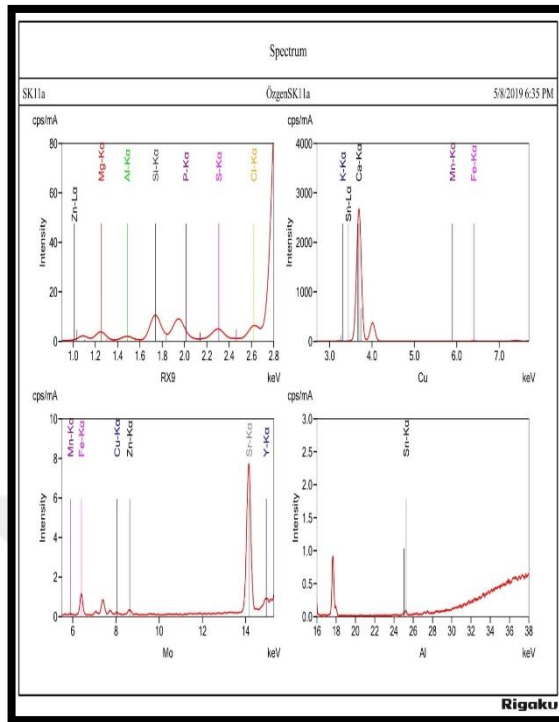
Ek1i.



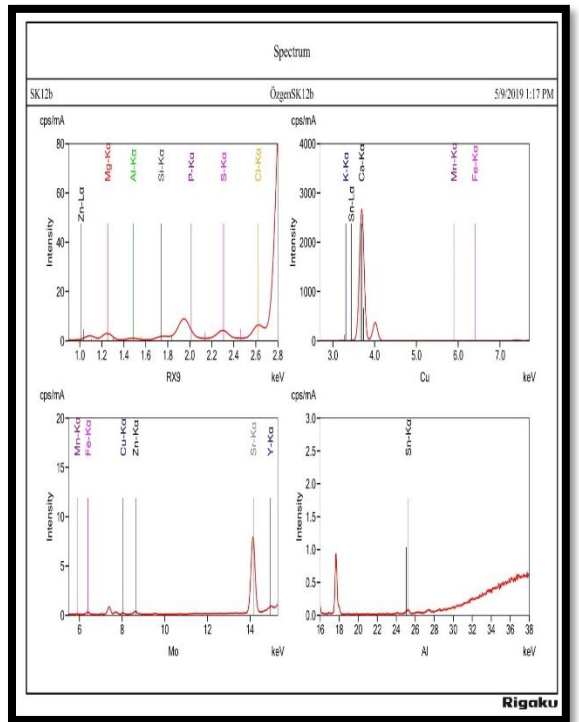
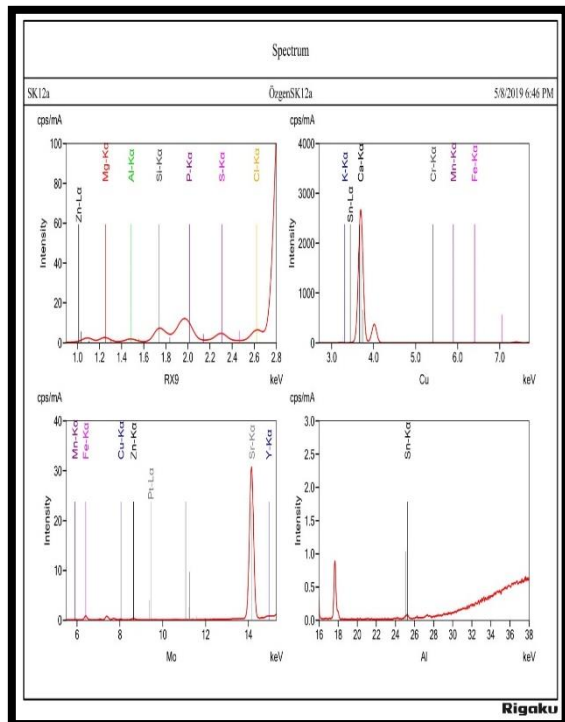
Ek1j.



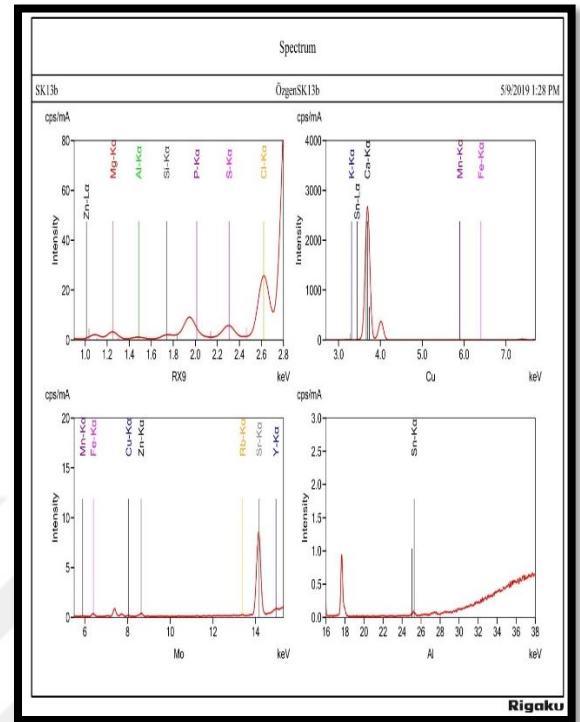
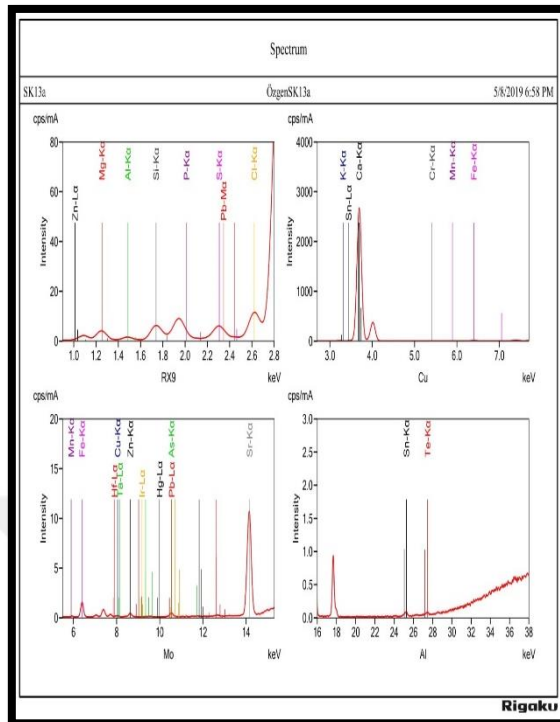
Ek1k.



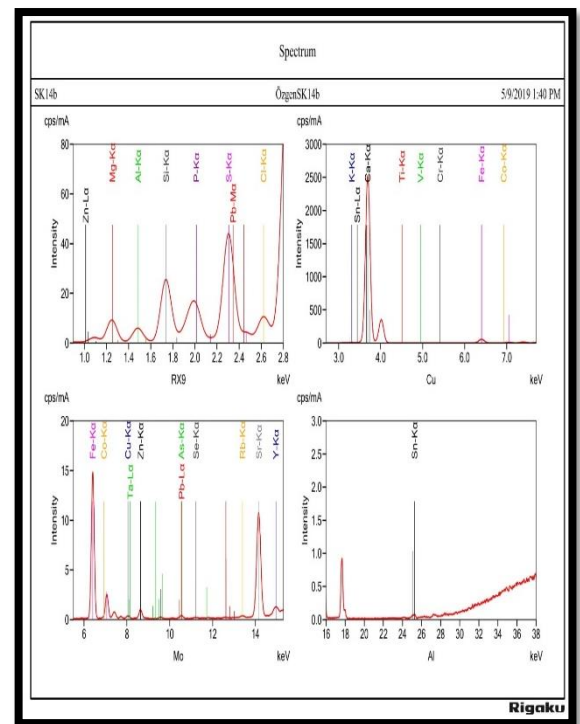
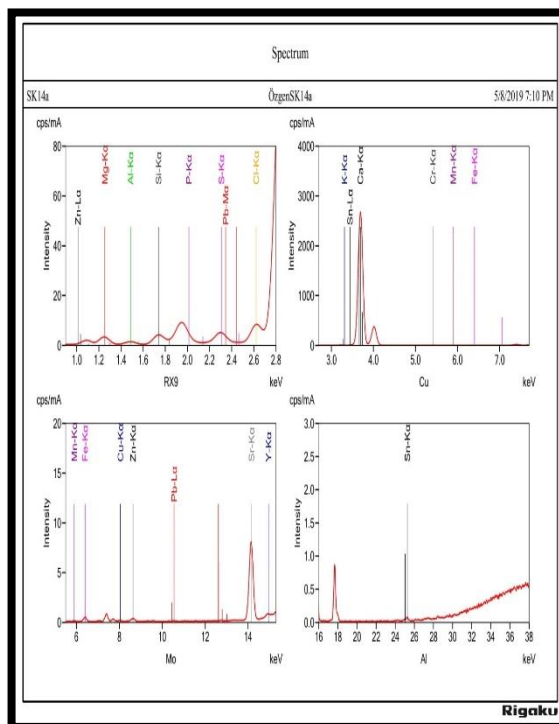
Ek1l.



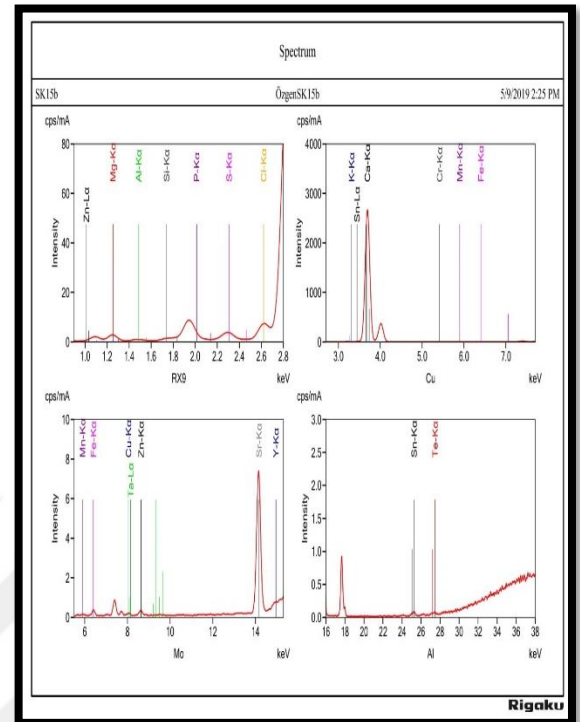
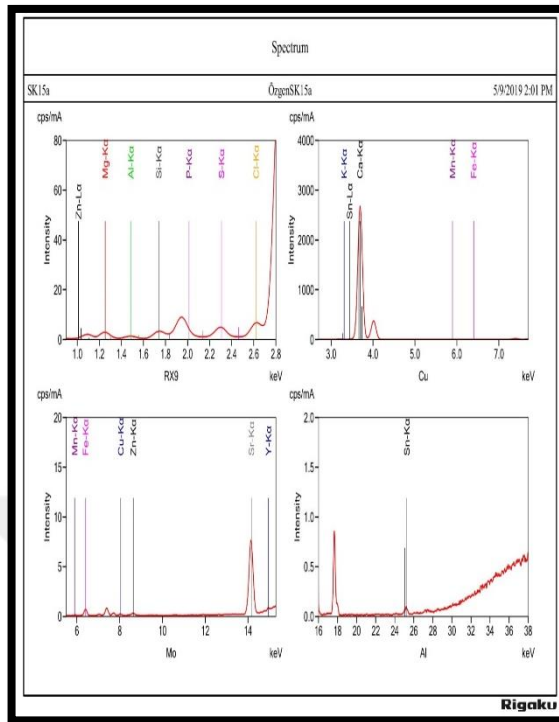
Ek1m.



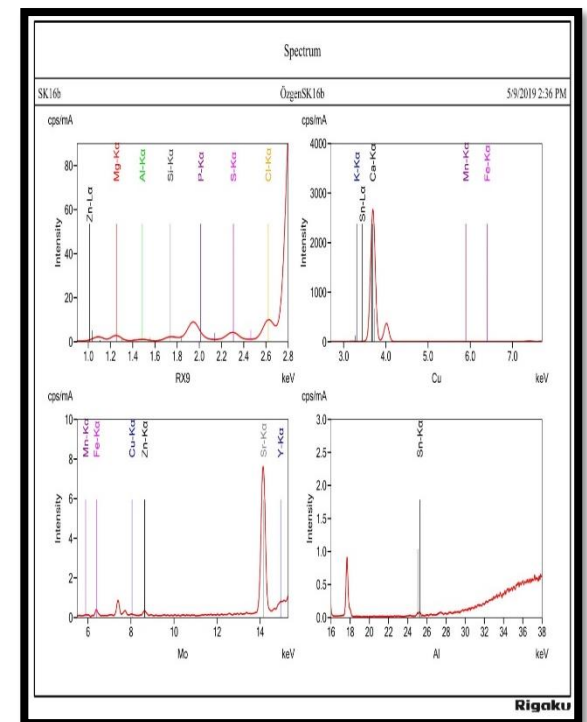
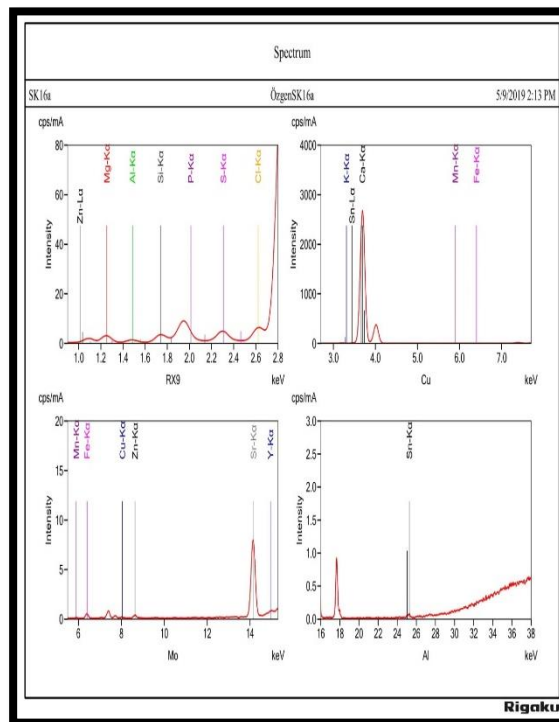
Ek1n.



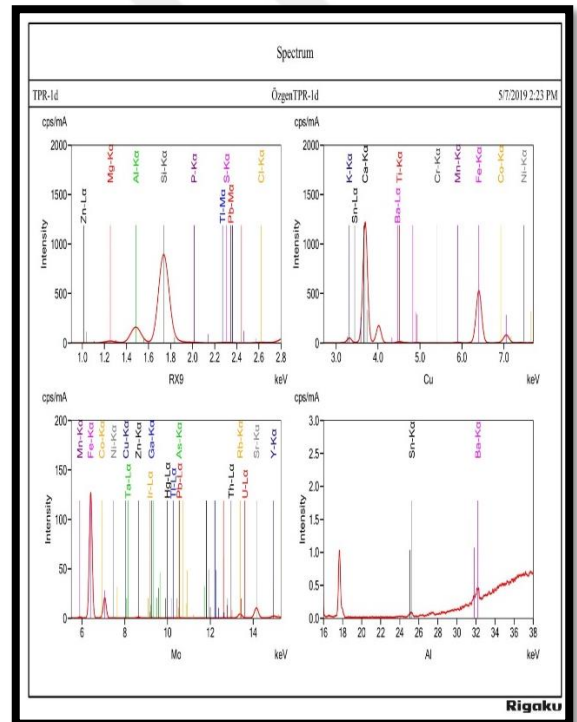
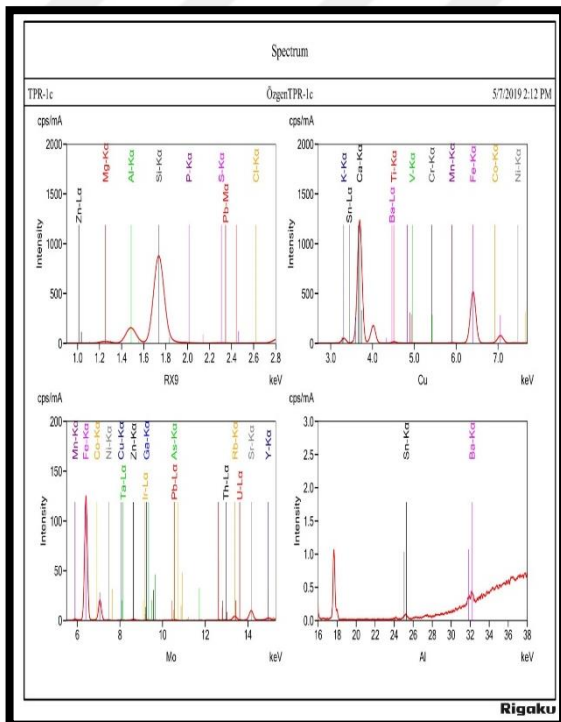
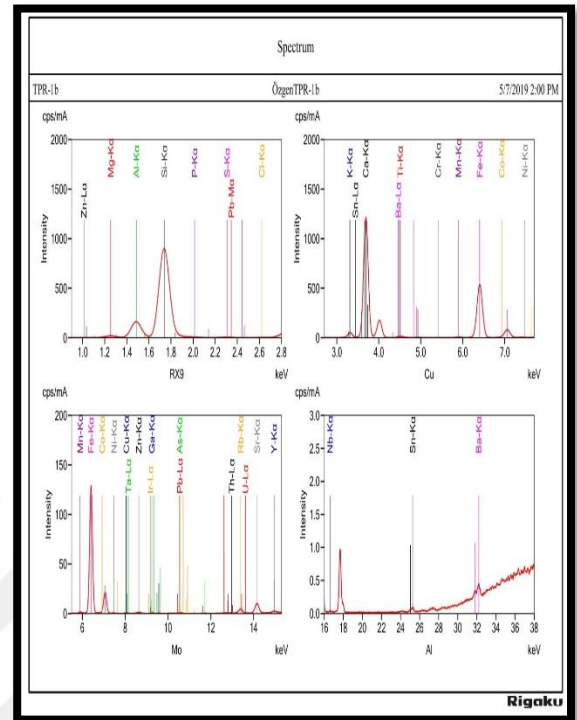
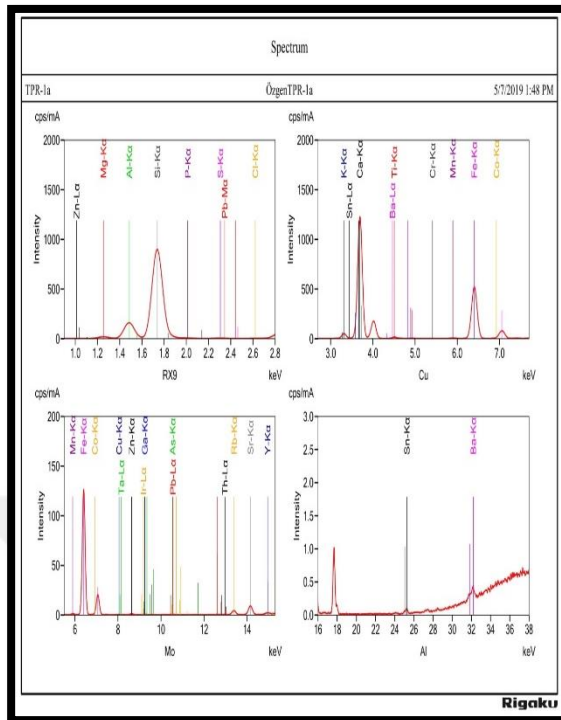
Ek1o.



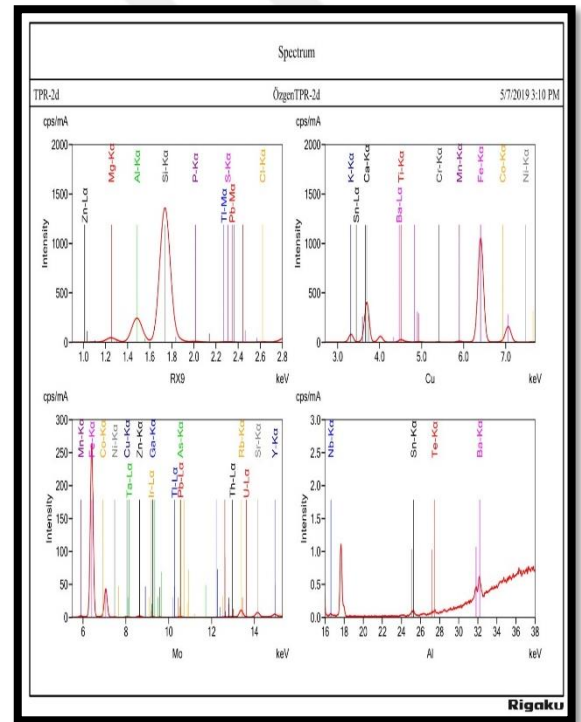
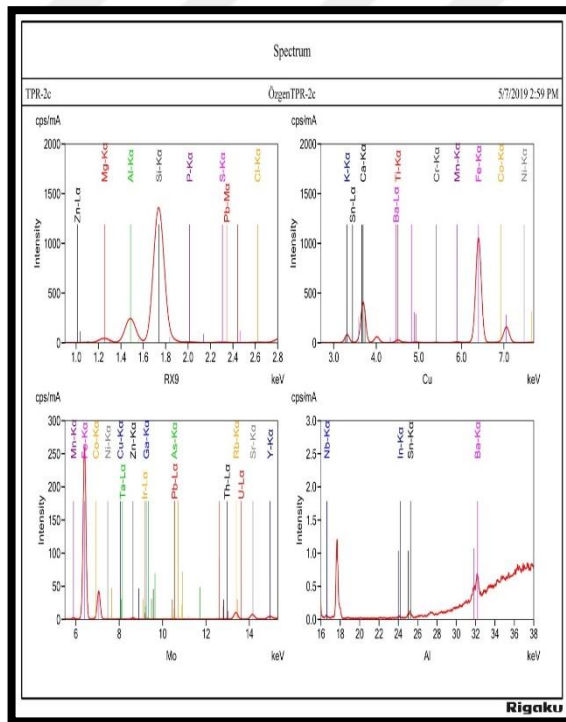
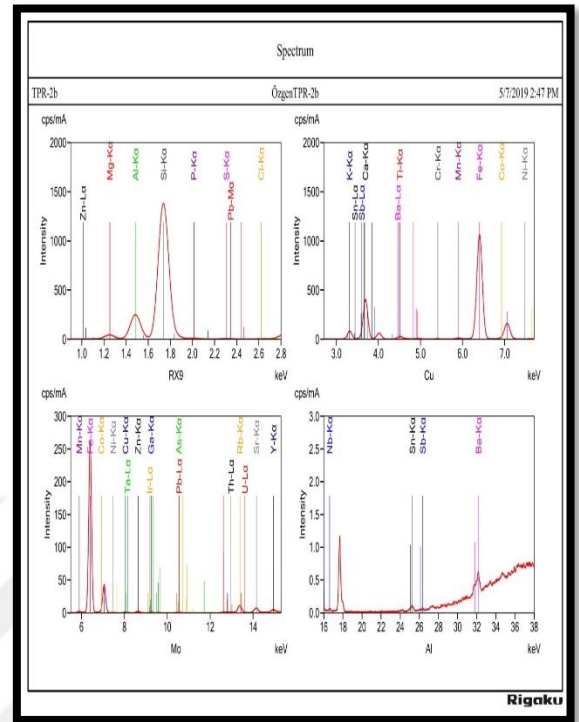
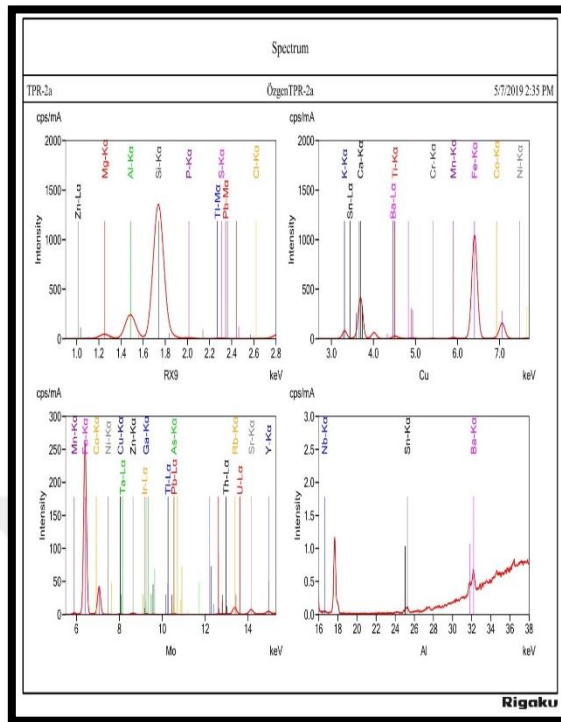
Ek1p.



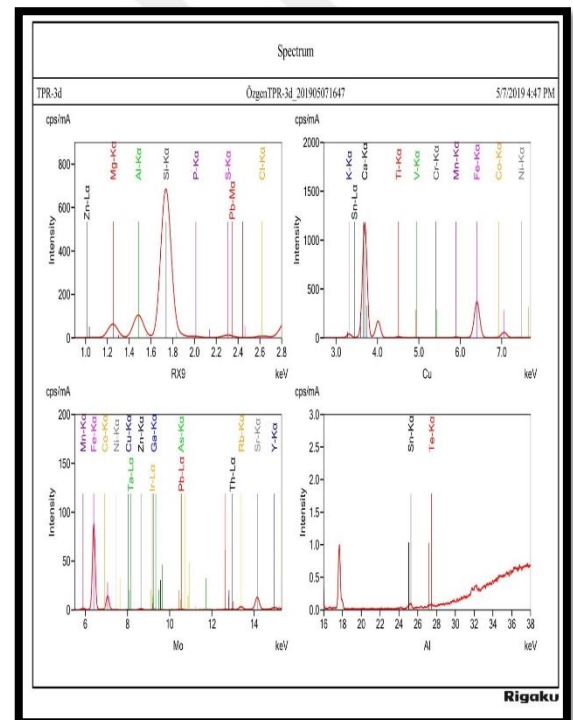
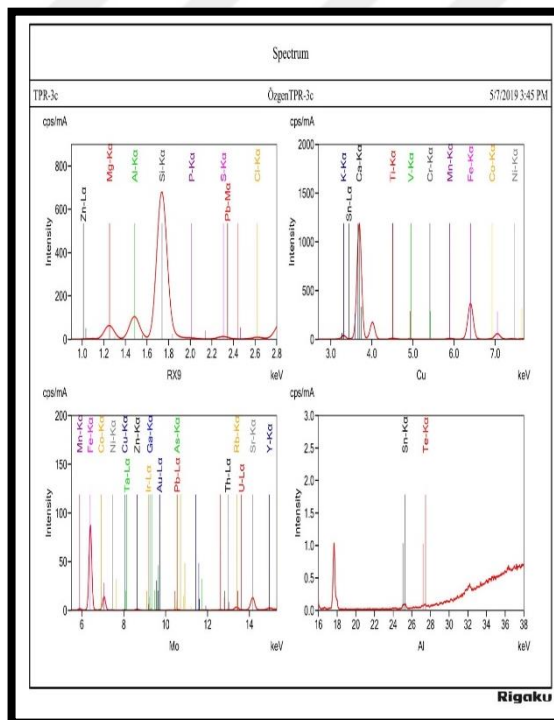
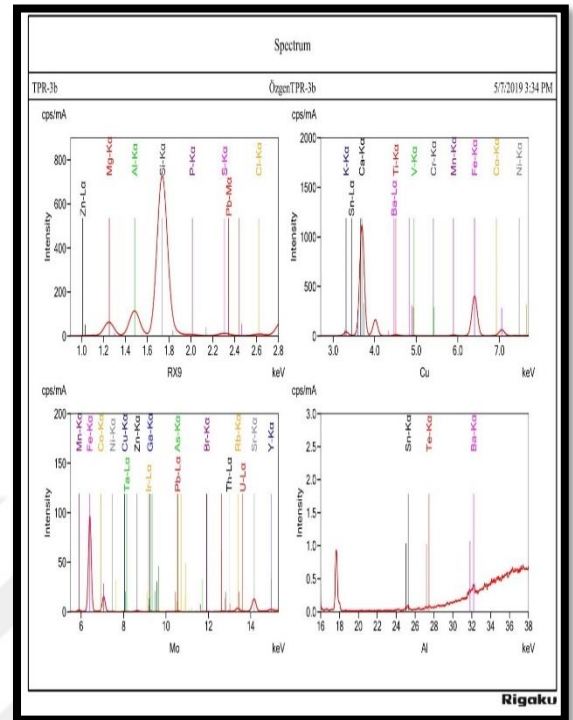
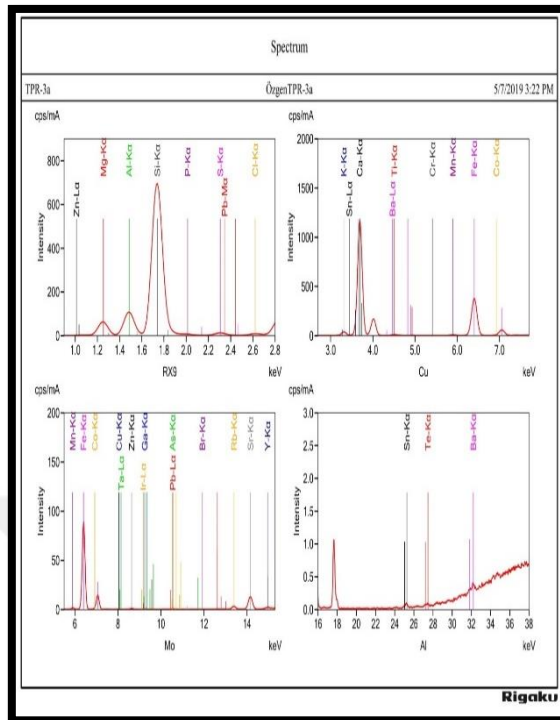
Ek1r.



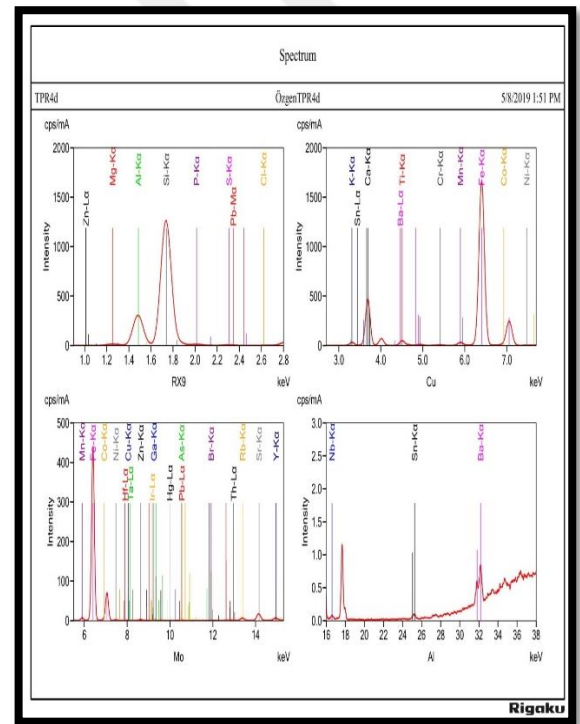
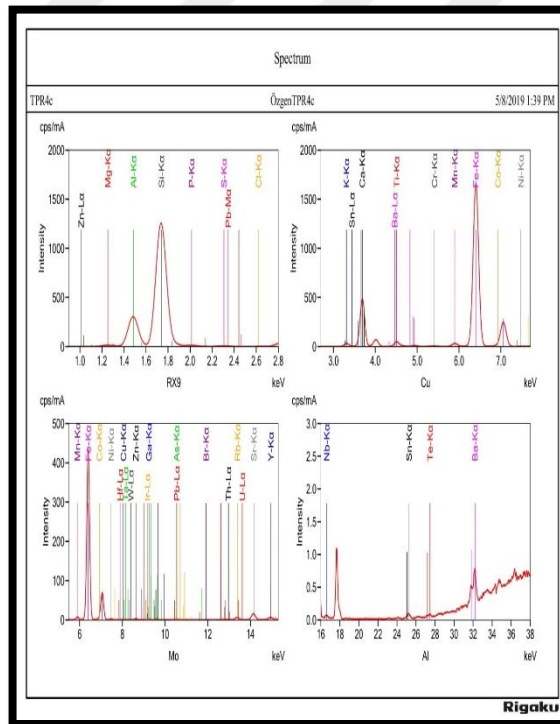
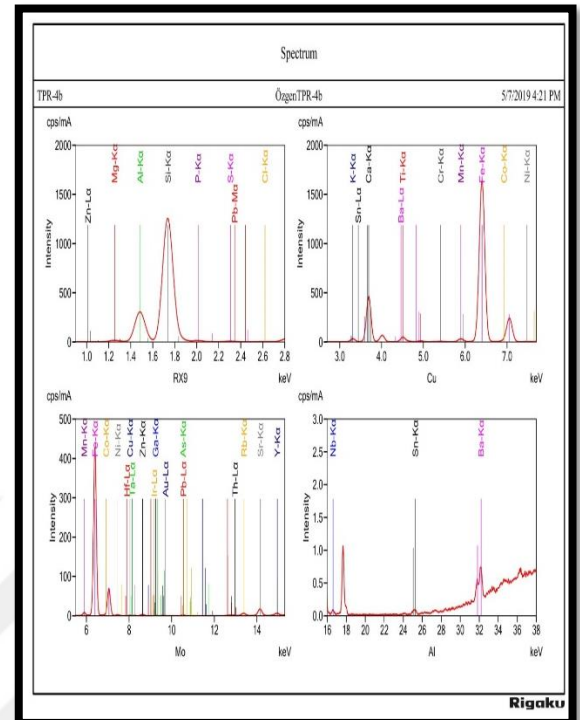
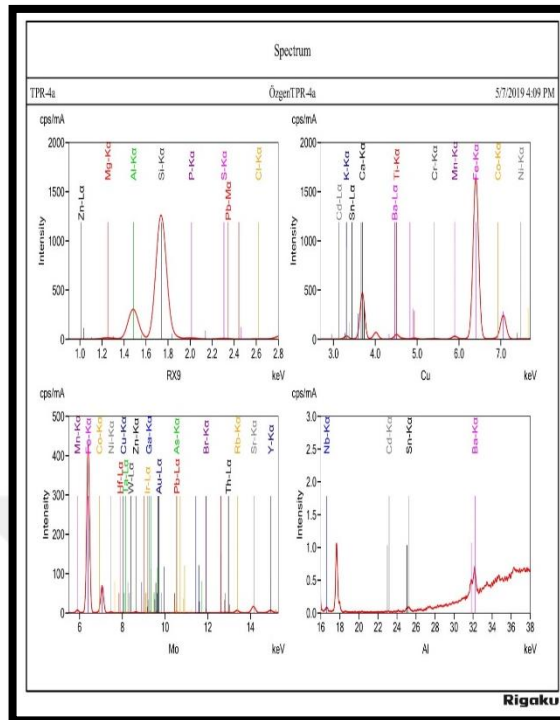
Ek1s.



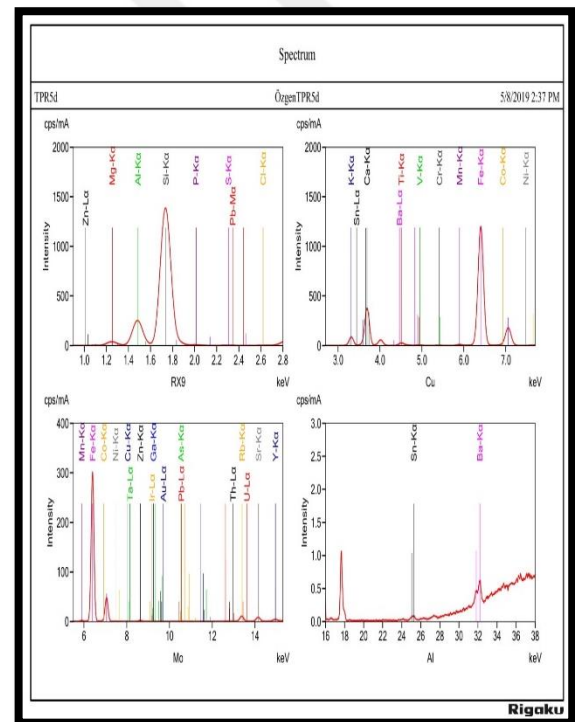
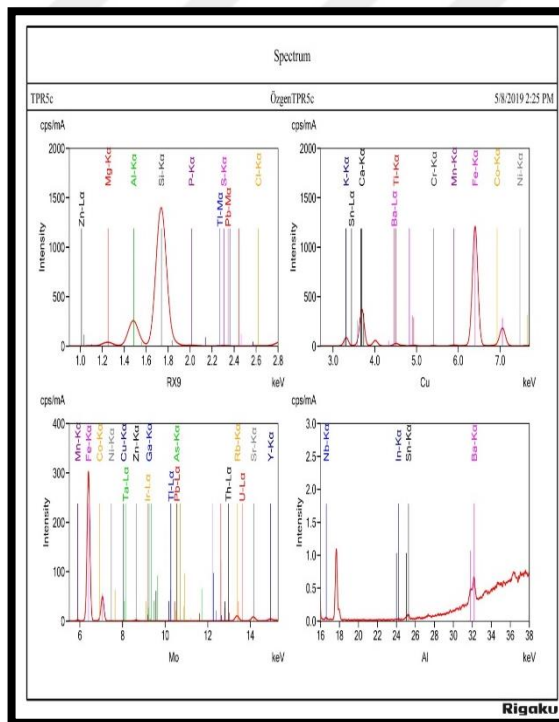
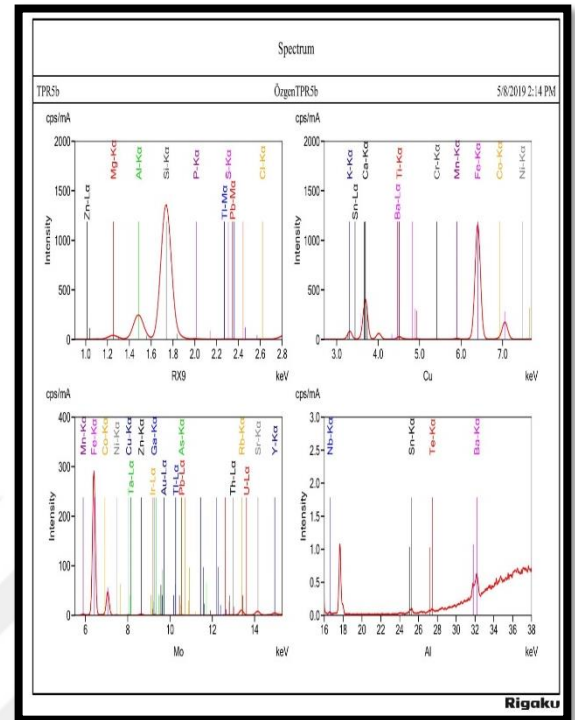
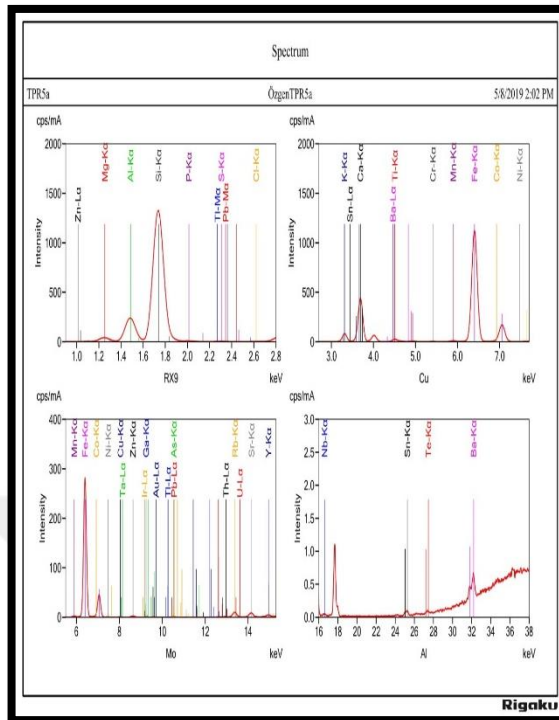
Ek1t.



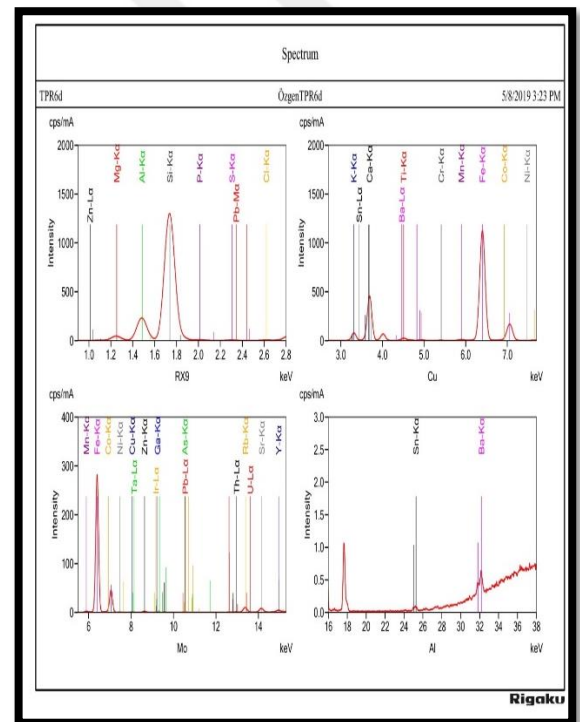
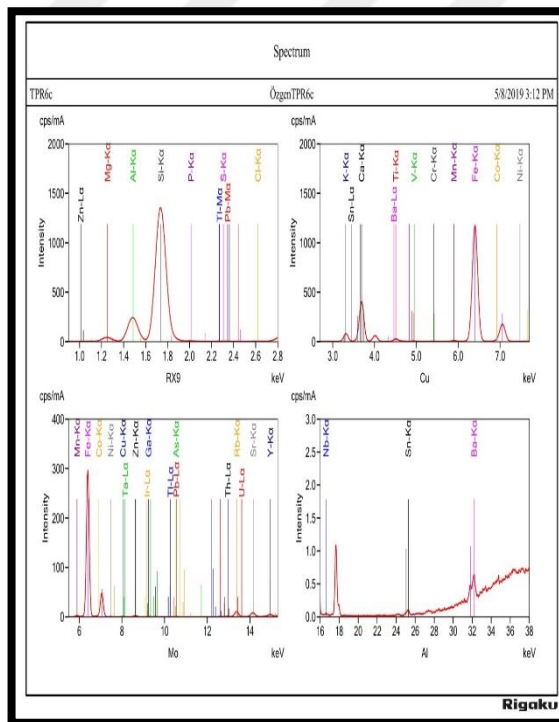
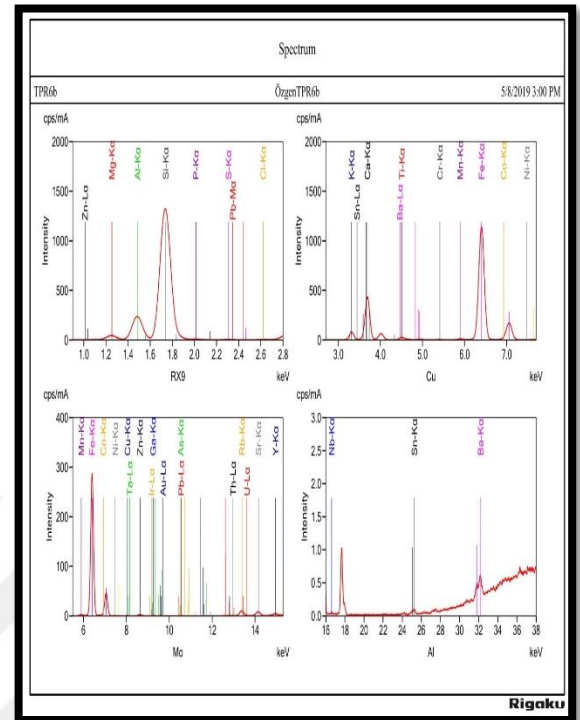
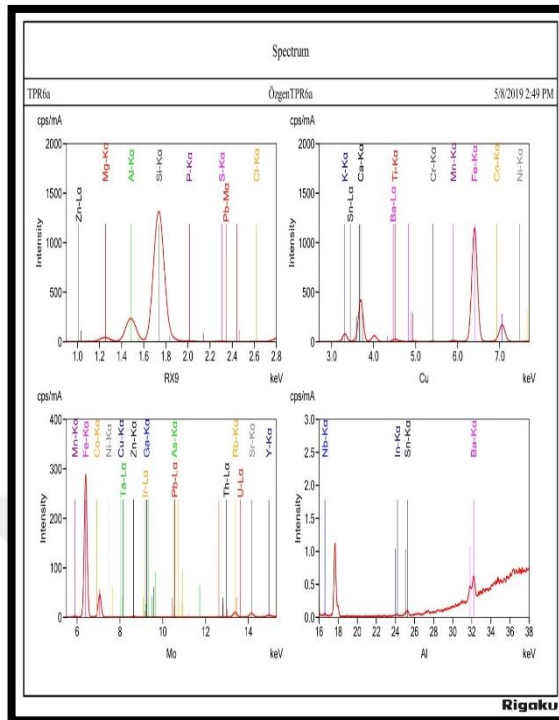
Ek 1u.



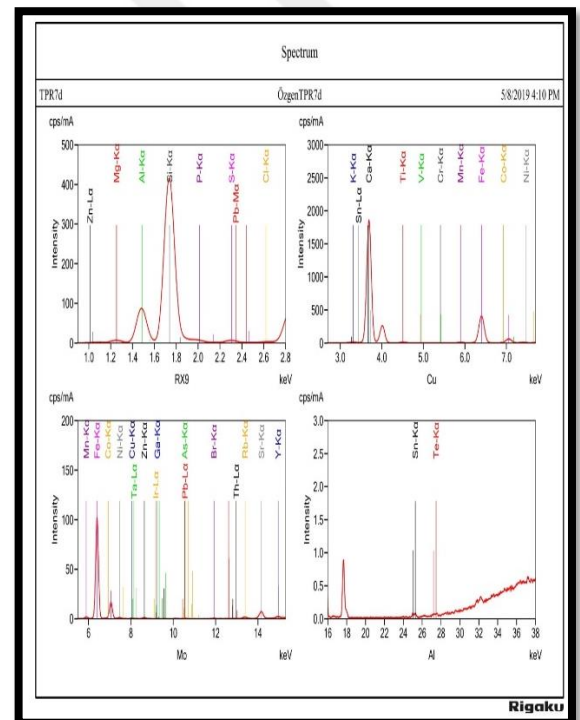
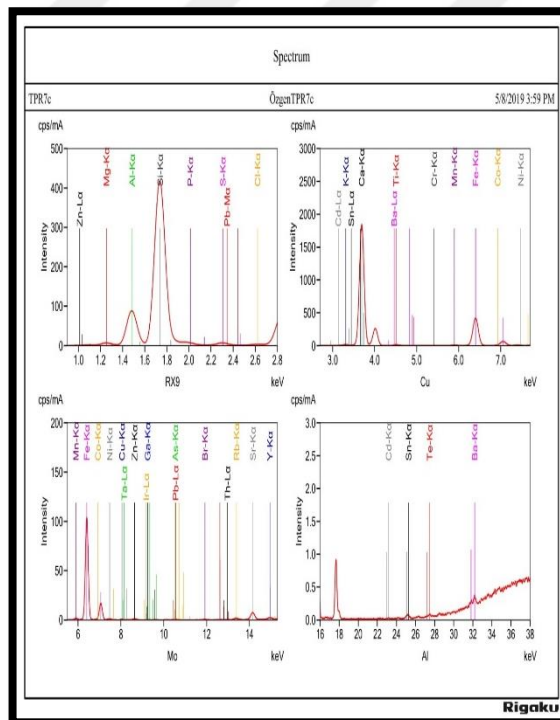
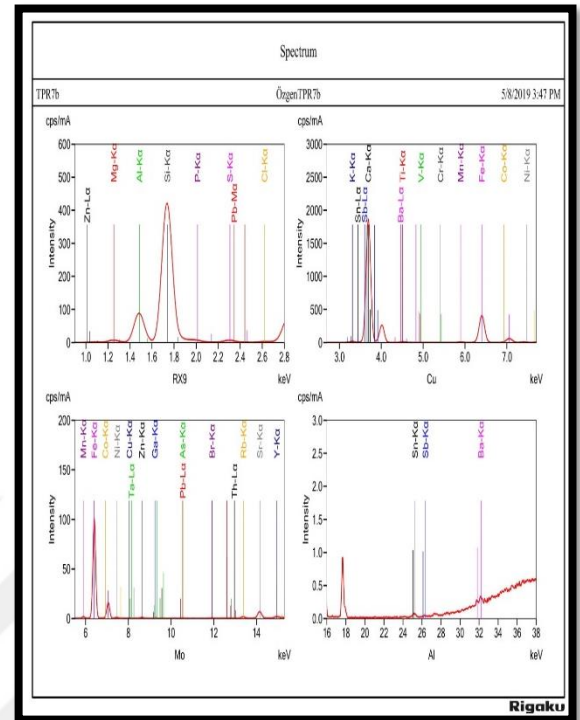
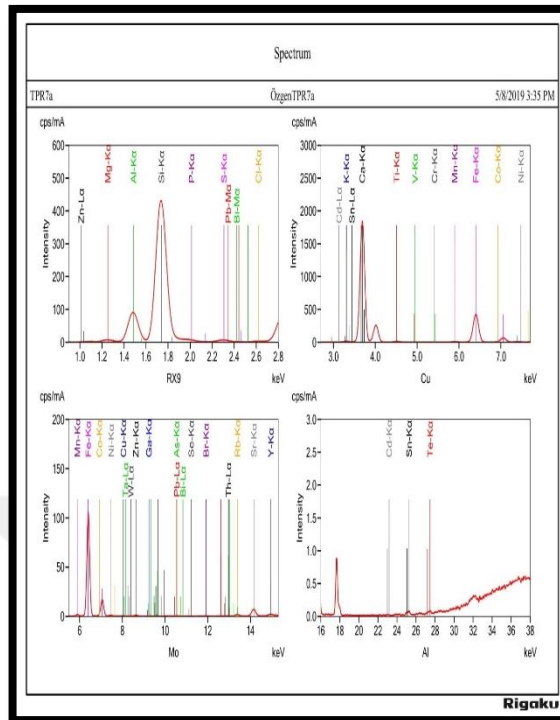
Ek 1v.



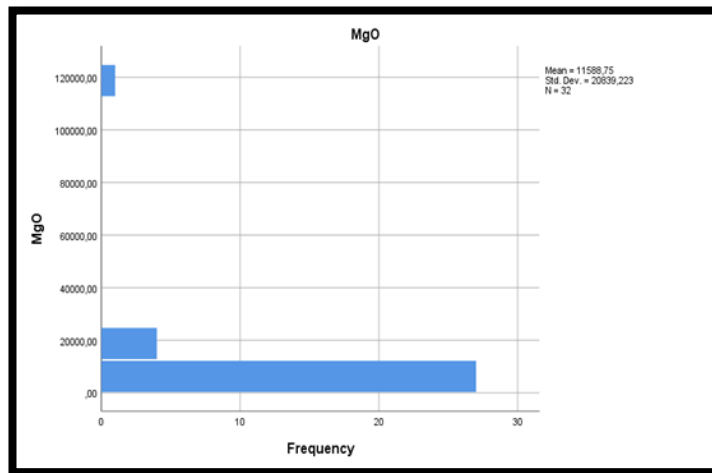
Ek 1y.



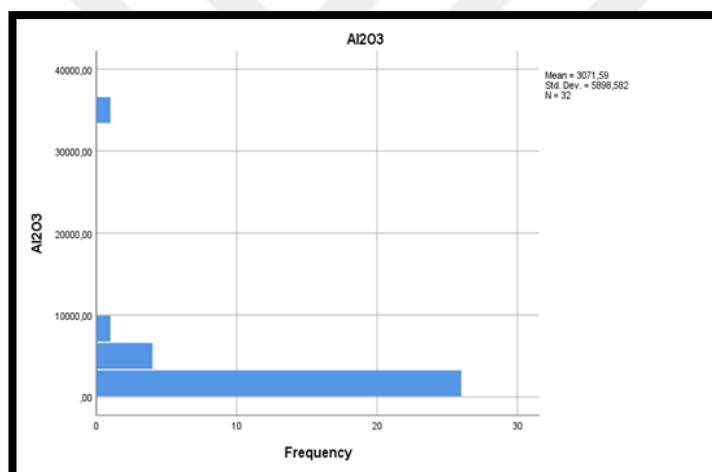
Ek 1z.



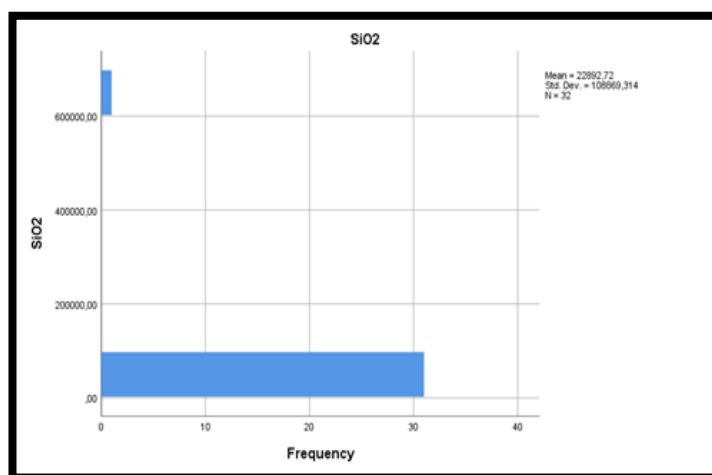
Ek 2a.



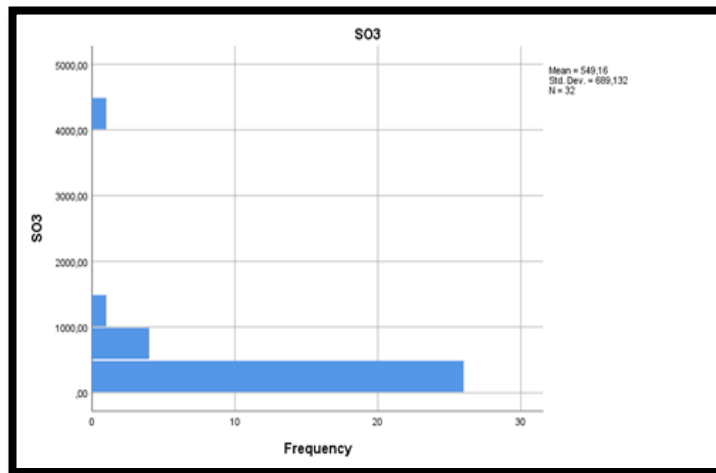
Ek 2b.



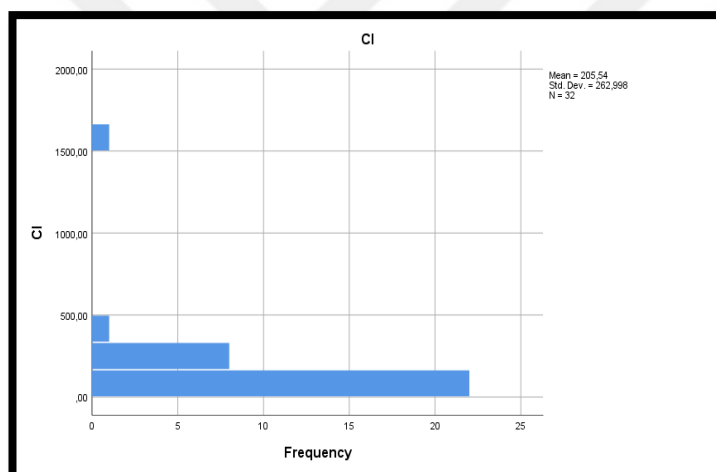
Ek 2c.



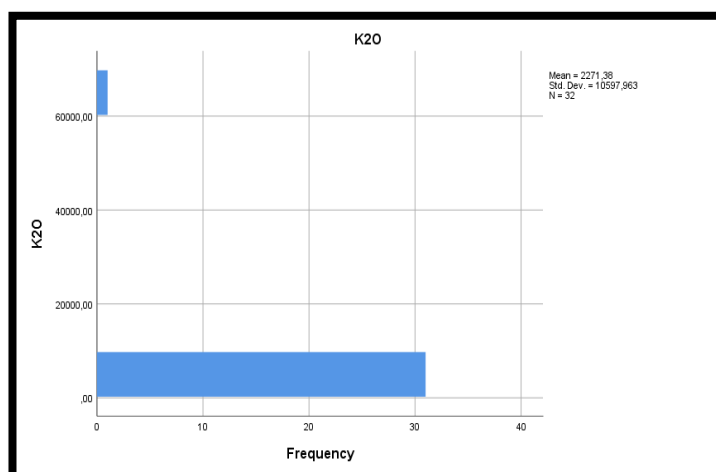
Ek 2d.



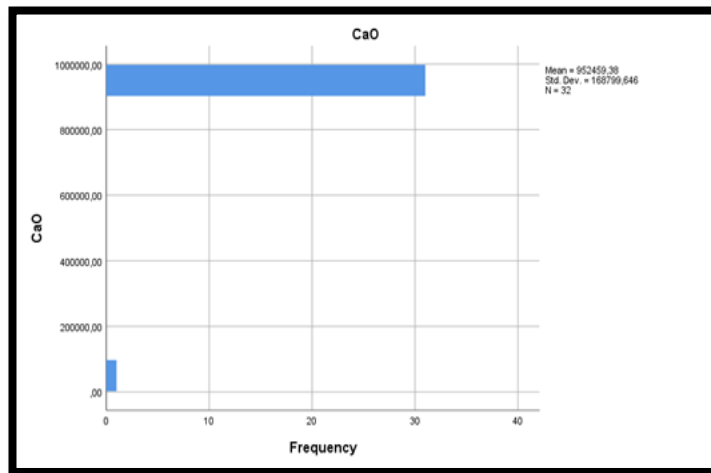
Ek 2e.



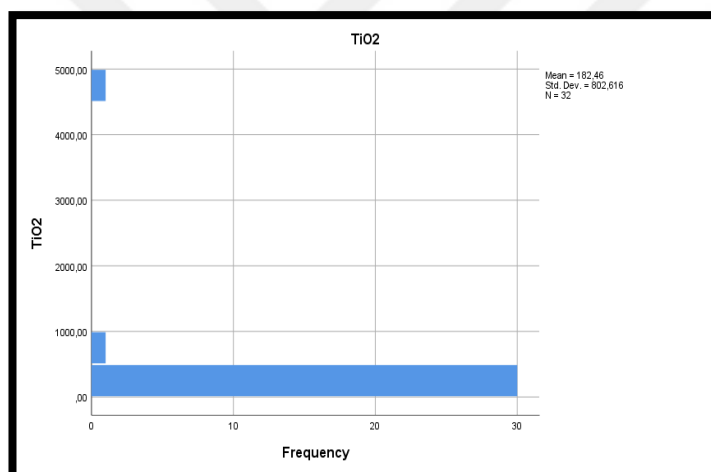
Ek 2f.



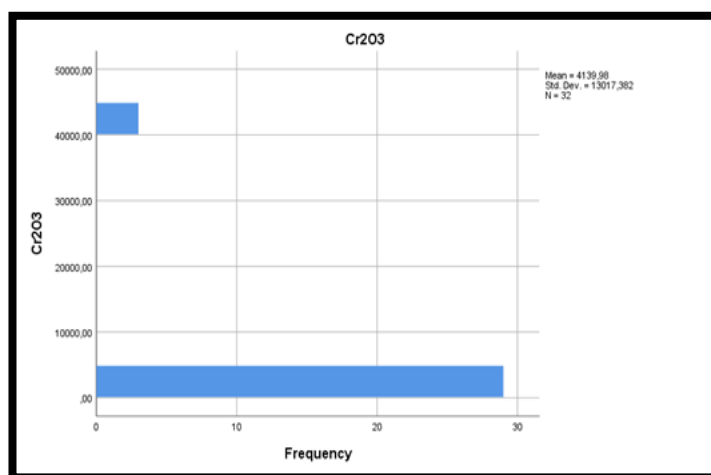
Ek 2g.



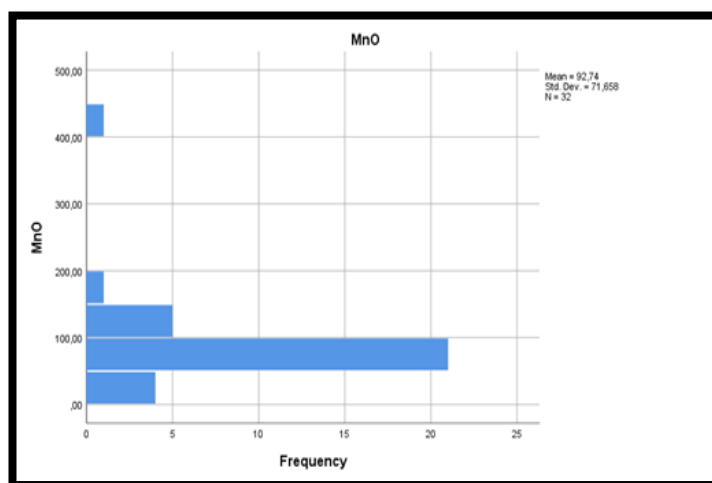
Ek 2h.



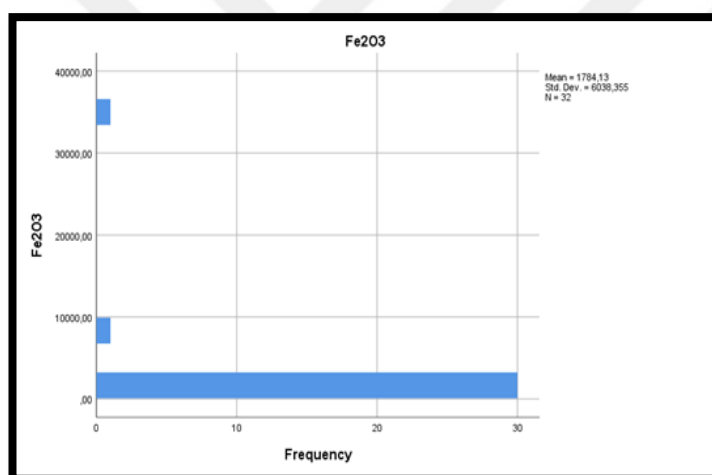
Ek 2i.



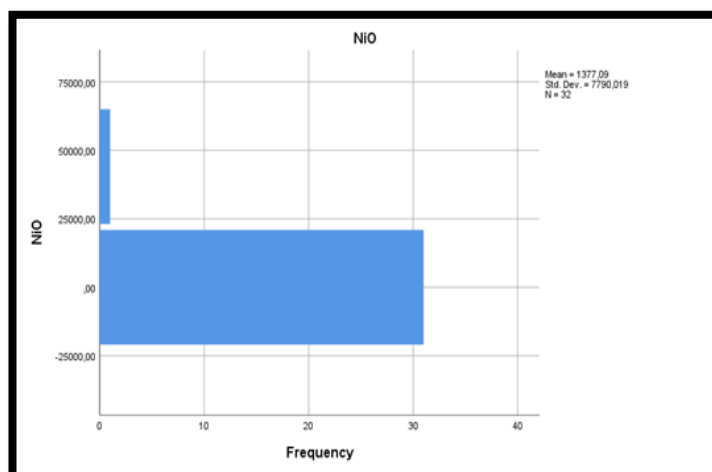
Ek 2j.



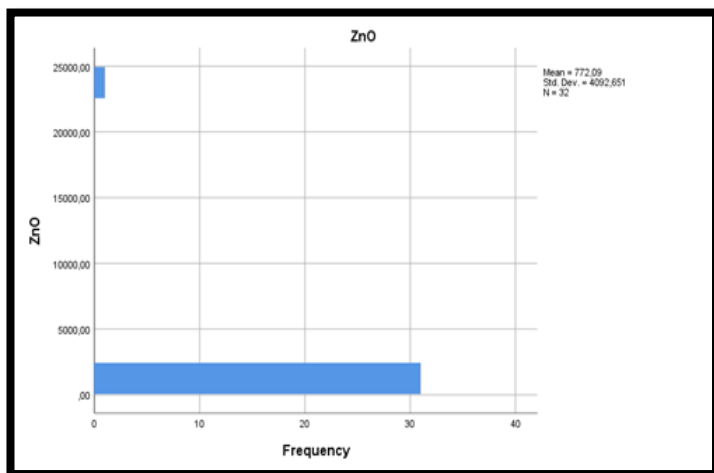
Ek 2k.



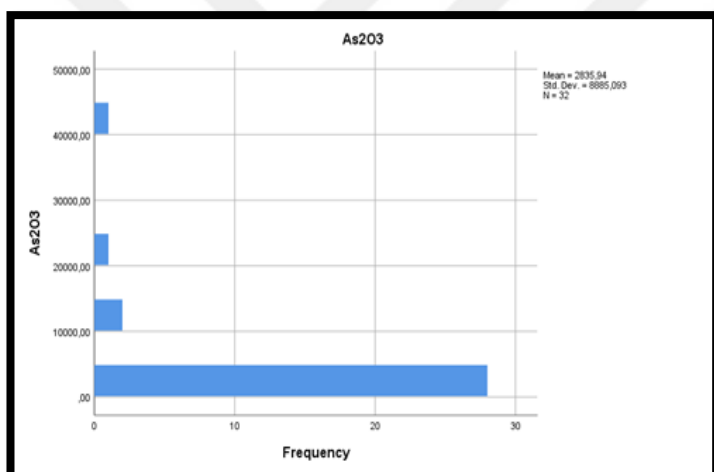
Ek 2l.



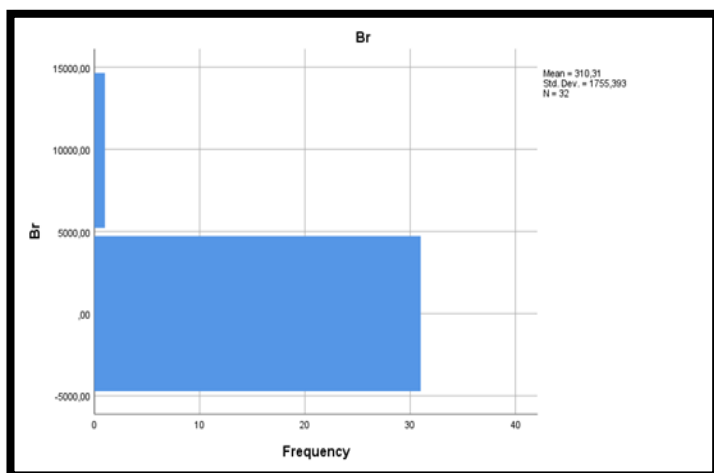
Ek 2m.



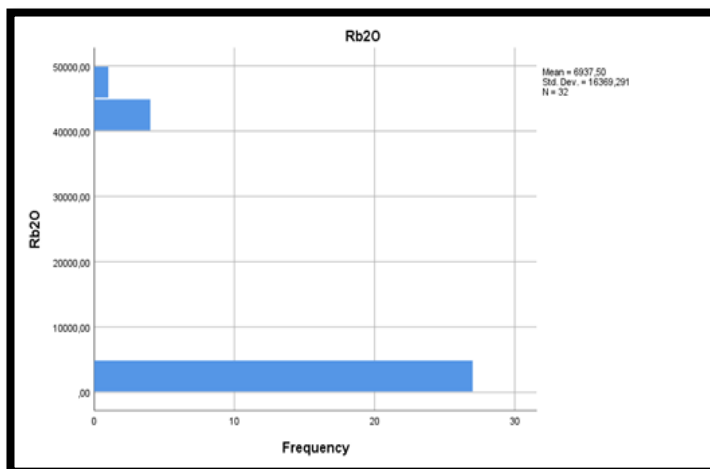
Ek 2n.



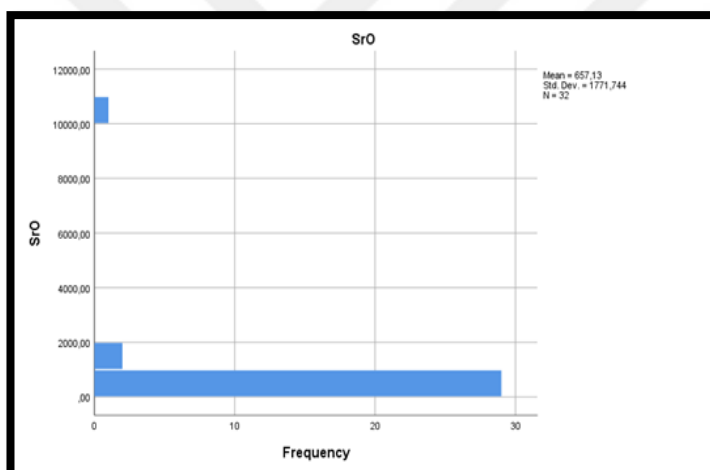
Ek 2o.



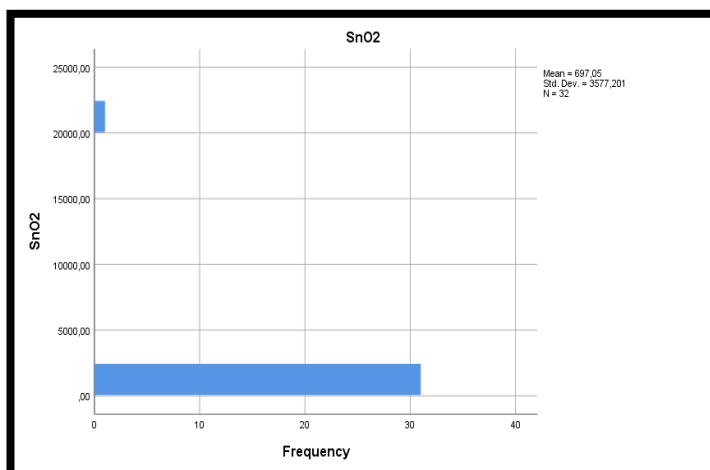
Ek 2p.



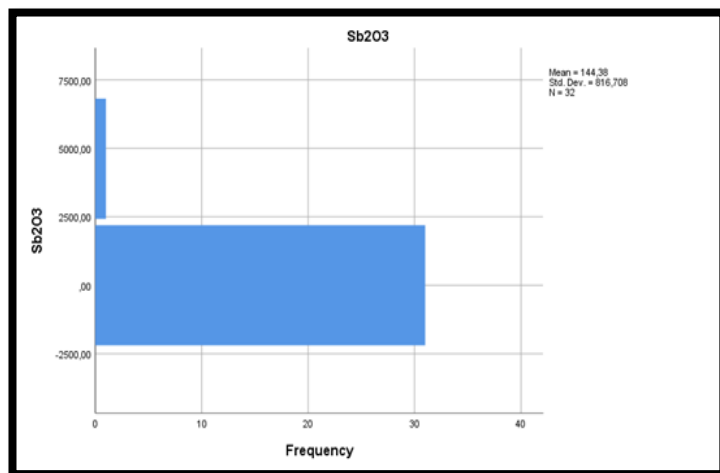
Ek 2r.



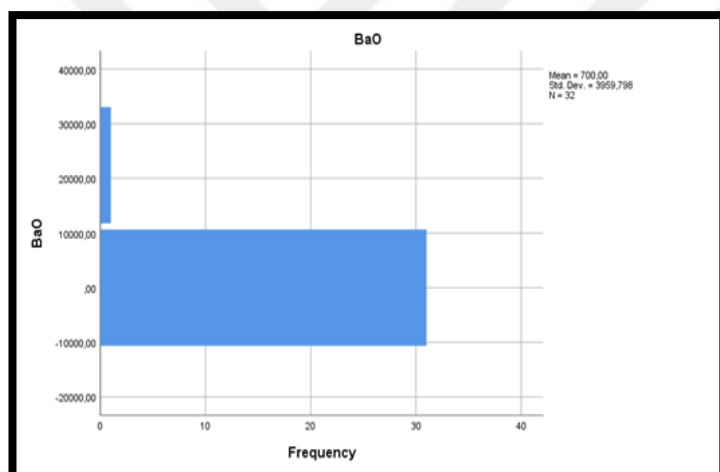
Ek 2s.



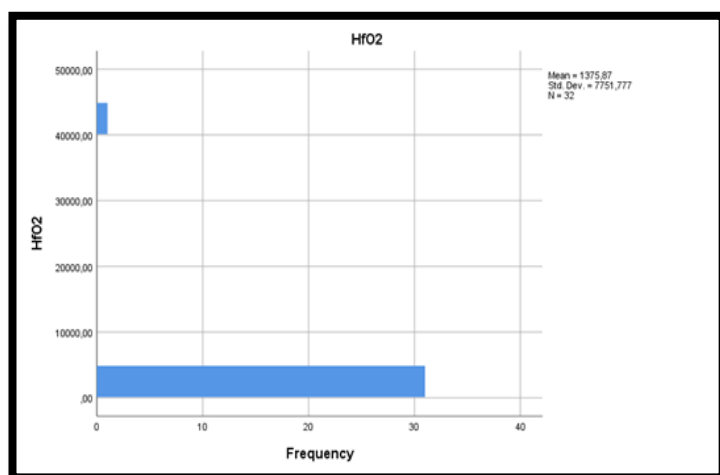
Ek 2t.



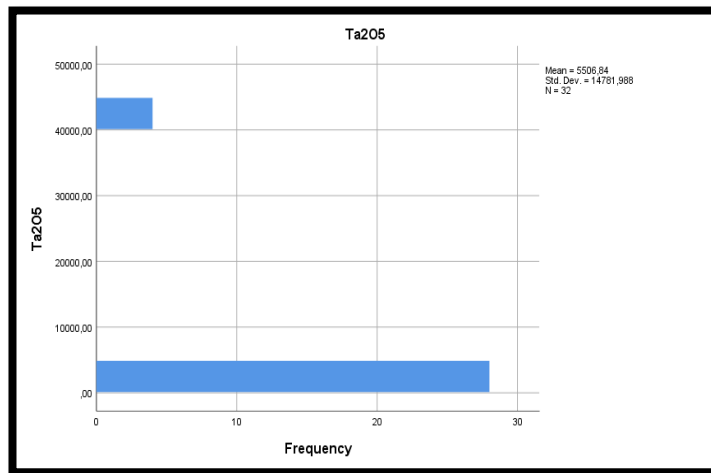
Ek 2u.



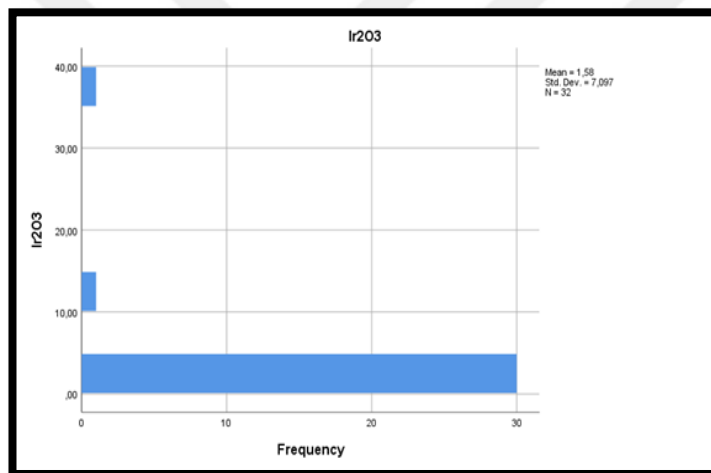
Ek 2v.



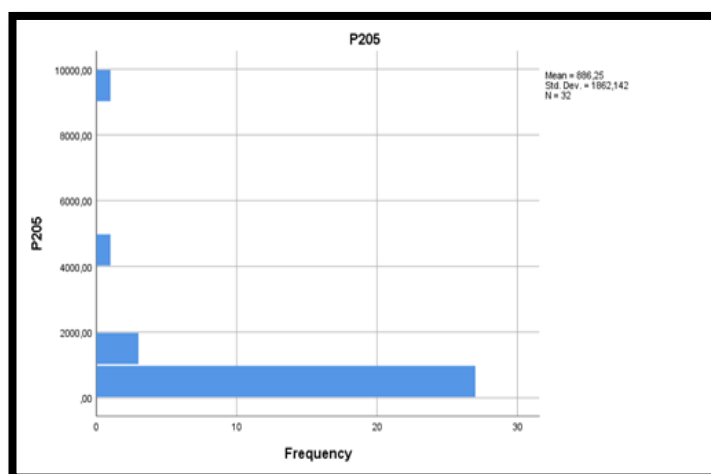
Ek 2y.



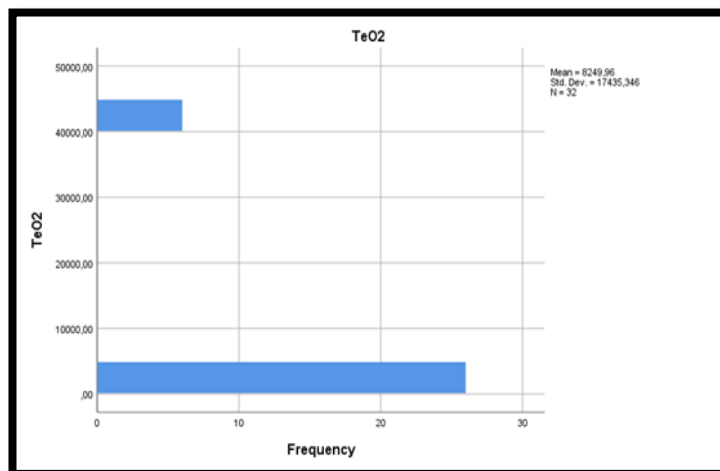
Ek 2z.



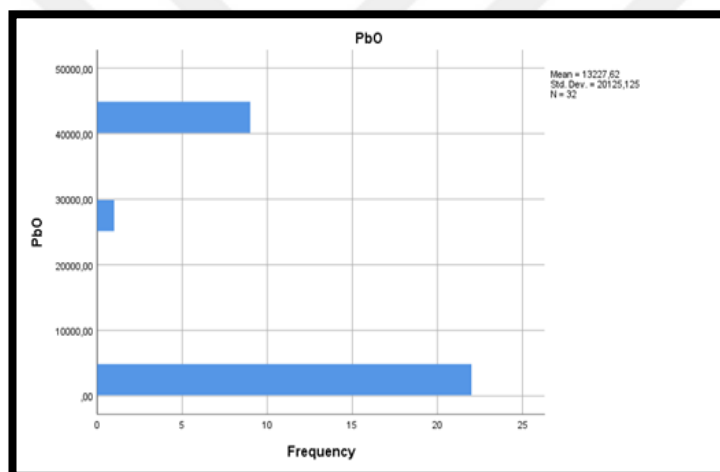
Ek 2a1.



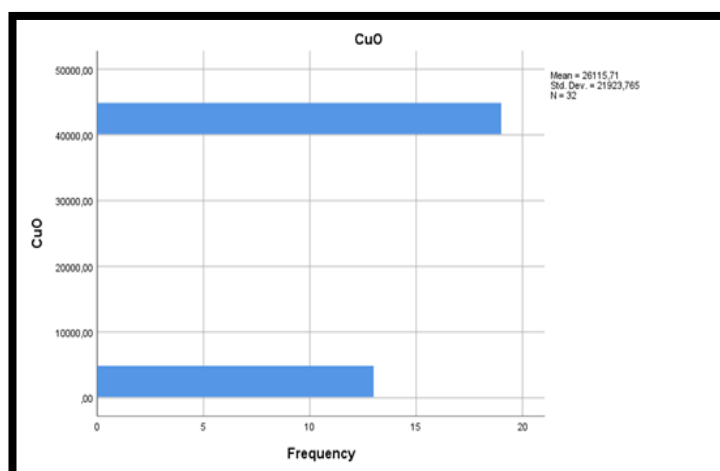
Ek 2b1.



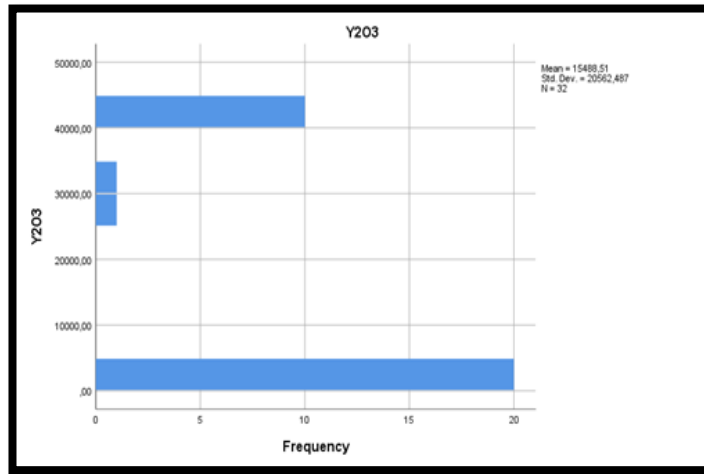
Ek 2c1.



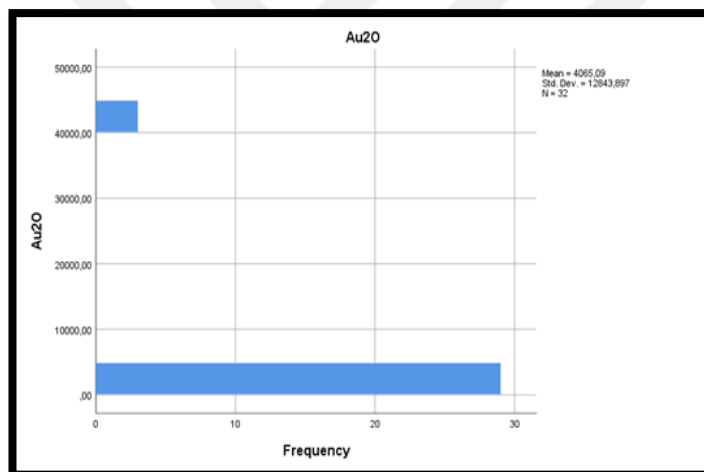
Ek 2d1.



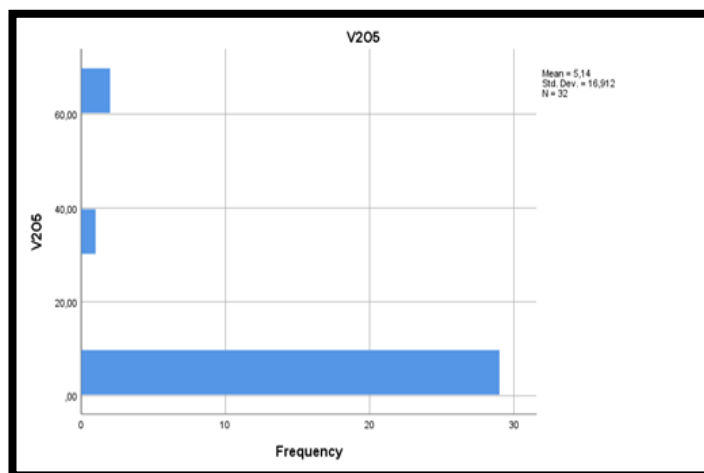
Ek 2e1.



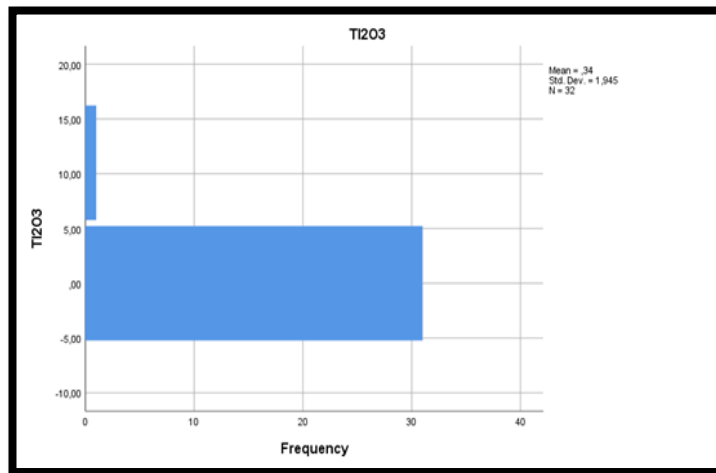
Ek 2f1.



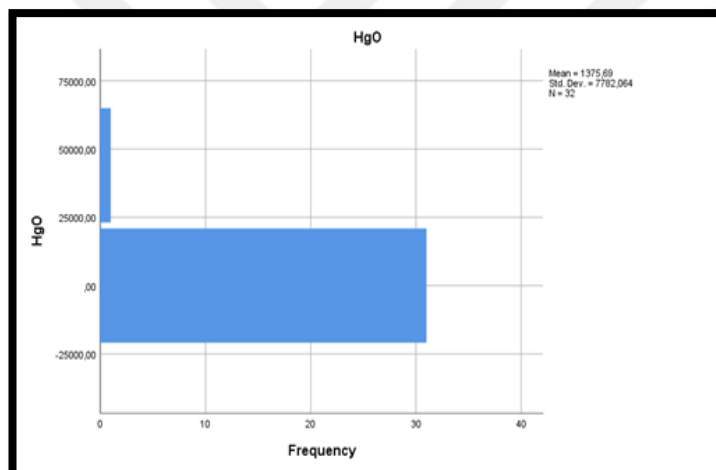
Ek 2g1.



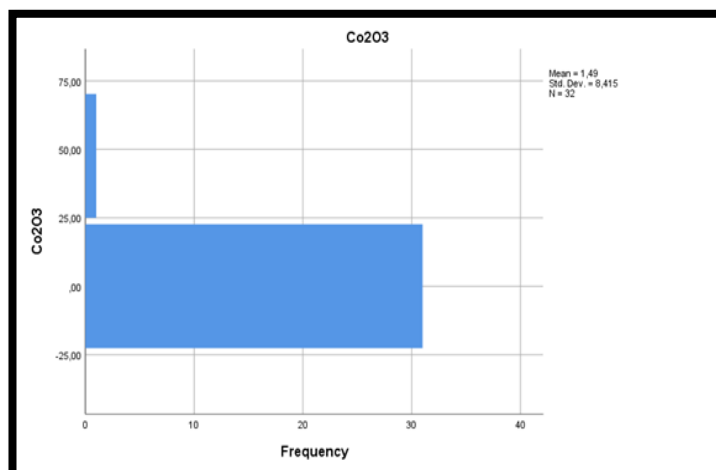
Ek 2h1.



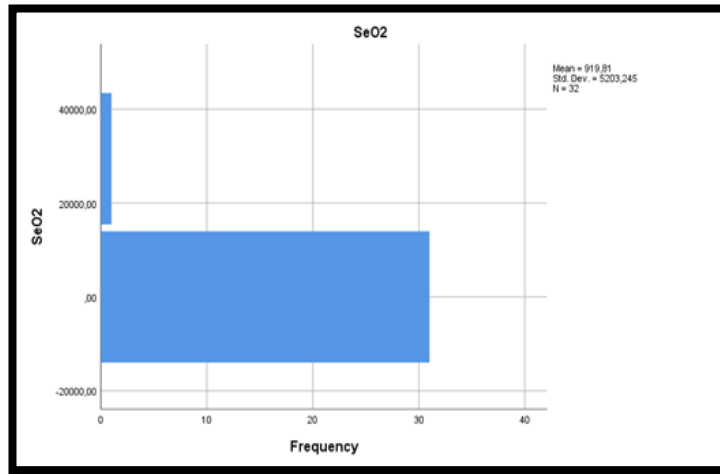
Ek 2i1.



Ek 2j1.



Ek 2k1.



ÖZGEÇMİŞ

ÖZGEN KUBAT
ozgenkubat@gmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

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