

**EMİRDAĞ (AFYONKARAHİSAR) ÇEVRESİNDEKİ KİREÇTAŞLARININ
KİREÇ HAMMADDESİ OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gurbet SARIDAŞ

DANIŞMAN

Doç.Dr. Metin BAĞCI

JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

TEMMUZ 2022

Bu tez çalışması 21.FEN.BİL.33 numaralı proje ile AKÜ-BAP tarafından desteklenmiştir.

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**EMİRDAĞ (AFYONKARAHİSAR) ÇEVRESİNDEKİ KİREÇTAŞLARININ
KİREÇ HAMMADDESİ OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Gurbet SARIDAŞ

DANIŞMAN

Doç.Dr Metin BAĞCI

JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

TEMMUZ 2022

ONAY SAYFASI

Gurbet SARIDAŞ tarafından hazırlanan “Emirdağ (Afyonkarahisar) çevresindeki kireçtaşlarının kireç hammaddesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 21/07/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Metin BAĞCI

İmza

Başkan : Prof. Dr. Yaşar KİBİCİ
Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik Meslek Yüksekokulu

Üye : Prof. Dr. Ahmet YILDIZ
Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Üye : Doç. Dr. Metin BAĞCI
Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
...../...../...../ tarih ve
.....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. İbrahim EROL
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

18/08/2022

Gurbet SARIDAŞ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

EMİRDAĞ (AFYONKARAHİSAR) ÇEVRESİNDEKİ KİREÇTAŞLARININ KİREÇ HAMMADDESİ OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Gurbet SARIDAŞ

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. Metin BAĞCI

Bu tez çalışmasında, mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özellikler ve kireç anazlizleri yardımıyla Emirdağ ilçesi (Afyonkarahisar) batısındaki kireçtaşların kireç hammaddesi için kullanılabilirliği yönünden araştırılması amaçlanmıştır. Proje alanının temelini Mesozoyik ve Senozoyik birimler oluşturmaktadır. Çalışmaya konu olan kalsitik kireçtaşları ise Mesozoyik birimde yer almaktadır. Emirdağ çevresindeki kalsitik kireçtaşlarının işletildiği Alibeyce köyü, Bağlıca köyü ve Beyköy'ü seçilmiştir. Emirdağ-Alibeyce köyü arası 17 km, Bağlıca arası 18 km ve Beyköy arası 3 km'dir. İşletmesi devam eden mermer ocaklarından kayaç örnekleri alınmıştır. Örneklerle mineralojik-petrografik analizler, jeokimyasal analizler ve TS EN 459-2 standardı kullanılarak kireç analizleri yapılmıştır.

Mineralojik-petrografik özelliklerine göre; kayaç örneklerinin ana minerali kalsit minerali olup opak minerali de gözlenmiştir. Polisentetik ikizlenme ve yer yer kırık düzlemleri görülmüştür. Jeokimyasal analizlere göre; ana oksit element CaO ve MgO olup eser miktarda SiO₂, SO₃, Fe₂O₃ bileşimleri yer almaktadır. Kayaç örneklerinde yapılan iz ve nadir toprak analizine göre; nadir toprak ve iz elementin Stronsiyum olduğu görülmüştür. TS EN 459-2 standardı kullanılarak yapılan yapı kireci analizlerine göre; kayaç örneklerine kalsinasyon yapılmış ve sönmemiş kireç elde edilmiştir. Sırasıyla;

serbest CaO tayini, kızdırma kaybı testi, reaktivite tayini, renk analizi, kimyasal analiz, tane boyutu analizi uygulanmıştır. Buna göre çalışmaya konu olan Emirdağ çevresinde ki kireçtaşlarının kireç hammaddesi için kullanılabilir olduğu tesbit edilmiştir.

2022, xv+83 sayfa

Anahtar Kelimeler: Kalsitik kireçtaşı, mineralojik-petrografik, kimyasal, yapı kireci



ABSTRACT

M.Sc. Thesis

THE INVESTIGATION OF THE USABILITY OF LIMESTONES AROUND EMİRDAĞ(AFYONKARAHİSAR) AS LIME RAW MATERIAL

Gurbet SARIDAŞ

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Geological Engineering

Supervisor: Assoc.Prof. Metin BAĞCI

These theses, mineral, mineral and chemical properties and calcareous analyzes are aimed at the usability of future limestones in Emirdağ (Afyonkarahisar). Those who want to buy the project competition Mesozoic and Şenoyic. The calcitic limestones, which are the subject of the study, are located in the Mesozoic unit. Alibeyce village, Bağlıca village and Beyköy, where Emirdağ calcite limestones are mined. The distance between Emirdağ and Alibeyce village is 17 km, between Bağlıca is 18 km and Beyköy is 3 km. Rock samples were taken from the ongoing marble quarries. Mineralogical-petrographic analyzes, geochemical analyzes and TS EN 459-2 standard planning analyzes were performed on the samples.

According to the mineralogical-petrographic view; The main mineral of the rock sample is calcite and opaque mineral is also observed. Two polysynthetic glass framings. According to geochemical analysis; The main oxide element is CaO and MgO, with trace amounts of SiO₂, SO₃, Fe₂O₃ compounds. According to the trace and rare earth analysis of the rock samples; The rare earth and trace element has been shown to be Strontium. According to the building lime analyzes made in the TS EN 459-2 standard; The rock specimen is calcined old and inexorably aged. Respectively; detailed in terms of free CaO determination, glow sol test, reactivity determination, analysis, analysis, analysis, color.

It has been determined that the limestones of Emirdağ, which were written accordingly, can be used for limestone.

2022, xv+83 pages

Keywords: Calcitic limestone, mineralogical-petrographic, chemical, building lime



TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması 21.FEN.BİL.33 numaralı proje ile AKÜ-BAP tarafından desteklenmiştir. Desteği, teşvik etmesi, üzerimdeki yoğun ilgisi ve beni yönlendirmesinden dolayı tez danışman Hocam Sayın Doç. Dr. Metin BAĞCI'ya, katılarından dolayı Sayın Hocam Prof.Dr. Ahmet YILDIZ'a çok teşekkür ederim. Bitirme tezim sırasında kendisi ile çalışmak benim için büyük bir deneyim oldu. Bana kazandırdığı analitik düşünce, bilgi ve beceriler ile, hem çalışmalarım sırasında hem de günlük hayatta mükemmel bir yol gösterici olmuştur. Katkılarından dolayı öncelikle Sayın Hocam Arş. Grv. Sami Serkan İŞOĞLU ve arazi çalışmasında ve laboratuvar çalışması konusunda yardımcı olan değerli arkadaşım Nail ÇELİK'e, deneylerim sırasında bana yardımcı ve yol gösterici olan, tez çalışmamda laboratuvar desteğini esirgemeyen Adaçal Endüstriyel Mineraller A.Ş. Fabrikası Genel Müdür'ü Sayın Muharrem KAPLAN'a teşekkür ederim.

Bu araştırma boyunca maddi ve manevi desteklerinden dolayı aileme teşekkür ederim.

Gurbet SARIDAŞ

Afyonkarahisar 2022

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
RESİMLER DİZİNİ.....	xii
1.GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	1
1.2 İnceleme Alanının Konumu.....	1
1.3 Yerleşim Yeri ve Ulaşım.....	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ.....	2
2.1 Kireçtaşı	2
2.1.1 Kalsit Minerali.....	3
2.1.2 Aragonit Minerali.....	3
2.1.3 Dolomit Minerali.....	4
2.1.4 Manyezit Minerali.....	4
2.2 Kireçtaşı Oluşumu.....	4
2.3 Kireçtaşının Sınıflandırılması.....	6
2.3.1 Karbonat İçeriğine Göre Sınıflandırılması	6
2.3.2 Dokuya Göre Sınıflandırılması.....	7
2.4 Kireçtaşının Özellikleri.....	8
2.4.1 Fiziksel Özellikleri.....	8
2.4.2 Kimyasal Özellikleri.....	9
2.4.1 Mekanik Özellikleri.....	9
2.5 Kireçtaşının Kullanım Alanları.....	10
2.5.1 İnşaat ve Yapı.....	10
2.5.2 Doğal Yapı Taşı Olarak Kullanımı.....	10
2.5.3 Çimento	11

2.5.4 Kireç Üretimi.....	12
2.5.5 Metalurji.....	12
2.5.6 Cam Endüstrisi.....	13
2.5.7 Seramik Endüstrisi.....	13
2.5.8 Çevre.....	14
2.5.9 Tarım.....	14
2.5.10 Boya Sanayi.....	15
2.5.11 Şeker Sanayi.....	16
2.5.12 Kimya Sanayi.....	16
2.5.13 İlaç Sanayi.....	17
2.5.14 Kömür Ocaklarında Kullanımı.....	17
2.5.15. Diğer Endüstriyel Kullanım Alanları.....	18
2.6 Kireçtaşının Kireç Üretiminde Kullanımı.....	18
2.6.1 Kireç Üretim Prosesi.....	18
2.6.1.1 Kireç Üretim Adımları.....	19
2.6.1.2 Hammaddenin Taş Ocağından Çıkarılması.....	19
2.6.1.3 Kireçtaşının Hazırlanması ve Depolanması.....	19
2.6.1.4 Yakıtların Hazırlanması ve Depolanması.....	20
2.6.2 Fırınlr.....	20
2.6.3 Sönmemiş Kireç Üretimi.....	21
2.6.3.1 Sönmemiş Kirecin İşlenmesi ve Depolanması.....	21
2.6.3.2 Sönmemiş Kirecin Hidratasyonu ve Söndürülmesi.....	22
2.7 Türkiye Kireçtaşı Potansiyeli.....	23
2.8 Önceki Çalışmalar.....	24
3. MATERYAL VE METOD.....	27
3.1 Materyal.....	27
3.1.1 Tekpalamut Tepe-Lokasyon 1.....	29
3.1.2 Olimar Mermer Ocağı-Lokasyon 2.....	29
3.1.3 SD Mermer Ocağı-Lokasyon 3.....	29
3.1.4 BA Mermer Ocağı-Lokasyon 4.....	30
3.2 Metot.....	31
3.2.1 Numunelerin Hazırlanması.....	31

3.2.2 Mineralojik ve Petrografik Analiz.....	31
3.2.2.1 Polarizan Mikroskop Analizi.....	31
3.2.2.2 X-Işınını Kırınımı (XRD) Analizi.....	31
3.2.2.3 Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) Analiz.....	33
3.2.3 Jeokimyasal Analiz.....	34
3.2.3.1 Ana Element Analizi.....	34
3.2.3.2 İz Element Ve Nadir Toprak Analizi.....	34
3.2.3.3 İzotop Analizi.....	35
3.2.4 Teknolojik Testler.....	36
3.2.4.1 Kalsinasyon Testi (TS EN 459-2).....	36
3.2.4.2 Sönmemiş Kireçlerde Serbest CaO Tayini.....	36
3.2.4.3 Sönmemiş Kireçlerde Reaktivite Tayini.....	36
3.2.4.4 Sönmüş ve Sönmemiş Kireçlerde Kızdırma Kaybı Tayini.....	36
3.2.4.5 Sönmemiş Kireçte Ana Element Analizi.....	37
3.2.4.6 L,a,b (renk) Analizi.....	37
3.2.4.7 Tane Boyutu Analizi.....	37
4. BULGULAR.....	38
4.1 İnceleme Alanının Jeolojisi.....	38
4.1.1 Stratigrafi.....	38
4.1.1.1 Loras Formasyonu.....	38
4.1.1.2 Midos Formasyonu.....	39
4.1.1.3 Çöğürler Formasyonu.....	40
4.1.1.4 Gömü Formasyonu.....	41
4.1.1.5 Kıran Formasyonu.....	42
4.1.1.6 Alüvyon.....	42
4.2 Mineralojik- Petrografik Analizler.....	44
4.2.1 Polarizan Mikroskop İncelenmesi.....	44
4.2.2 X-Işınları Difraksiyonu (XRD) Analizi.....	50
4.2.3 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) İle İncelenmesi.....	56
4.3 Jeokimyasal İncelemeler.....	61
4.3.1 Ana Element Analizi.....	61

4.3.2 İz Ve Nadir Toprak Element Analizi.....	62
4.3.3 İzotop Analizi.....	63
4.4 Çalışma Alanındaki Kireçtaşlarının Kireç Hammaddesi Olarak İncelenmesi.....	64
4.4.1 Renk (L,a,b) Analizi.....	65
4.4.2 Kalsinasyon Testi.....	65
4.4.3 Kızdırma Kaybı Tayini.....	70
4.4.4 Sönmemiş Kireçte Serbest CaO Tayini.....	71
4.4.5 Sönmemiş Kireçte Reaktivite Tayini.....	72
4.4.6 Sönmemiş Kireçte Kimyasal Analiz.....	73
4.4.7 Tane Boyutu Analizi.....	74
4.4.8 Renk (L,a,b) Analizi.....	75
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	76
6. KAYNAKLAR.....	80
ÖZGEÇMİŞ.....	84

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

km	Kilometre
cm	Santimetre
kg	Kilogram
gr	Gram
mm	Milimetre
µm	Mikrometre
cm ³	Santimetre küp
°C	Santigrat derece
TSE	Türkiye Standartlar Enstitüsü
MgCO ₃	Magnezyum karbonat
MgO	Magnezyum oksit
CaCO ₃	Kalsiyum karbonat
CaO	Kalsiyum oksit
SiO ₂	Silisyum oksit
SrO	Stronsiyum oksit
P ₂ O ₅	Difosfor pentaoksit
SO ₃	Kükürt trioksit
K ₂ O	Potasyum oksit
Al ₂ O ₃	Alüminyum oksit
Fe ₂ O ₃	Demir oksit
Ag ₂ O	Gümüş oksit
IOI	Kızdırma kaybı

Kısaltmalar

ASK	Annular Shaft Kiln
GD	Güneydoğu
KB	Kuzeybatı
LRK	Long Rotary Kiln
MFSK	Mixed-Feed Shaft Kiln
PFRK	Parallel Flow Regenerative Kiln
PRK	Preheater Rotary Kiln
SEM	Scanning Electron Microscope
XRD	X-Işınları Difraktometresi
XRF	X-Işınları Floresans

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Dunhman sınıflaması	8
Şekil 2.2 Kireç üretiminde proses akım şeması.....	19
Şekil 2.3 Kirecin hidratasyon ve söndürülmesi işlemlerinin akım şeması.....	23
Şekil 4.1 Çalışma alanının jeoloji haritası.....	42
Şekil 4.2 Çalışma alanının KB-GD doğrultulu enine kesiti (MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, J26 paftası, 118).....	43
Şekil 4.2 Kristal tane boyutu grafiği.....	50
Şekil 4.3 BA-1 (BA mermer) kodlu örneğe ait xrd analiz sonucu.....	51
Şekil 4.4 BA-2 (BA mermer) kodlu örneğe ait xrd analiz sonucu.....	52
Şekil 4.5 BT-1 (Olimar mermer) kodlu örneğe ait xrd analiz sonucu.....	52
Şekil 4.6 BT-2 (Olimar mermer) kodlu örneğe ait xrd analiz sonucu.....	53
Şekil 4.7 BT-3 (Olimar mermer) kodlu örneğe ait xrd analiz sonucu.....	53
Şekil 4.8 BT-4 (Olimar mermer) kodlu örneğe ait xrd analiz sonucu.....	54
Şekil 4.9 SD-1 (SD mermer) kodlu örneğe ait xrd analiz sonucu.....	54
Şekil 4.10 TP-1 (Tekpalamut tepe) kodlu örneğe ait xrd analiz sonucu.....	55
Şekil 4.11 TP-2 (Tekpalamut tepe) kodlu örneğe ait xrd analiz sonucu.....	55
Şekil 4.12 TP-3 (Tekpalamut tepe) kodlu örneğe ait xrd analiz sonucu.....	56
Şekil 4.13 Referans $\delta^{18}\text{O}$ ve δ İzotop alanlarını gösteren $\delta^{13}\text{C}$ diyagramı.....	64

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Kalsiyum karbonat içeriğine göre sınıflama.....	6
Çizelge 2.2 Kireç üretiminde temel basamaklar.....	18
Çizelge 3.1 Lokasyon bilgileri.....	28
Çizelge 4.1 Örneklerin XRD yönteminde belirlenmiş kalitatif analiz sonuçları.....	51
Çizelge 4.2 Taramalı elektron mikroskop incelemesi ile mineral tane boyutları.....	57
Çizelge 4.3 Ana oksit analiz sonuçları.....	61
Çizelge 4.4 İz element ve nadir toprak analiz incelemeleri.....	62
Çizelge 4.5 Duraylı izotop oranı kütle spektroskopisi analiz sonuçları.....	63
Çizelge 4.6 Renk analiz sonuçları.....	65
Çizelge 4.7 Sönmemiş kireçte kızdırma kaybı sonuçları.....	70
Çizelge 4.8 Sönmemiş kireçte serbest CaO tayini sonuçları.....	71
Çizelge 4.9 Sönmemiş kireçte reaktivite tayini.....	72
Çizelge 4.10 Sönmemiş kireçte ana oksit analiz sonuçları.....	73
Çizelge 4.11 Sönmemiş kireçte tane boyutu analiz sonuçları.....	74
Çizelge 4.12 Sönmemiş kireçte renk analiz sonuçları.....	74
Çizelge 5.1 Çalışma alanına ait örneklerin kalsinasyon sonrası yapı kireci analiz sonuçları.....	79

RESİMLER DİZİNİ

	Sayfa
Resim 1.1 İnceleme alanının konumu.....	2
Resim 2.1 Kalsit minerali.....	3
Resim 2.2 Aragonit minerali.....	3
Resim 2.3 Dolomit minerali.....	4
Resim 2.4 Manyezit minerali.....	4
Resim 2.5 İçerisinde ki CaCO_3 oranına göre sınıflandırma.....	5
Resim 2.6 Kireçtaşı beton agregasının kullanımı.....	10
Resim 2.7 Kireçtaşı doğal yapı malzemesi olarak kullanımı.....	11
Resim 2.8 Kireçtaşı çimento olarak kullanımı.....	11
Resim 2.9 Kireçtaşı kireç üretiminde kullanımı.....	12
Resim 2.10 Kireçtaşı demir-çelik üretiminde kullanımı.....	13
Resim 2.11 Kireçtaşı cam endüstrisinde kullanımı.....	13
Resim 2.12 Kireçtaşı seramik endüstrisinde kullanımı.....	14
Resim 2.13 Kireçtaşı baca gazı arıtımında kullanımı.....	14
Resim 2.14 Kireçtaşı tarımda kullanımı.....	15
Resim 2.15 Kireçtaşı boya sanayisinde kullanımı.....	15
Resim 2.16 Kireçtaşı şeker sanayisinde kullanımı.....	16
Resim 2.17 Kireçtaşı soda yapımında kullanımı.....	17
Resim 2.18 Kireçtaşı ilaç yapımında kullanımı.....	17
Resim 2.25 Kireçtaşı işletmelerinin bölgelere dağılımı.....	23
Resim 3.1 Örnek alım noktaları.....	27
Resim 4.2 Tekpalamut Tepe tek kademeli mermer ocağı.....	29
Resim 3.3 Olimar mermer ocak görüntüsü.....	29
Resim 3.4 SD mermer ocak görüntüsü.....	30
Resim 3.5 BA mermer ocak görüntüsü.....	30
Resim 3.6 Polarizan mikroskopta görüntülerin incelenmesi.....	32
Resim 3.7 XRD analiz cihazı.....	33
Resim 3.8 Taramalı elektron mikroskop (SEM).....	33
Resim 3.9 XRF cihazı.....	34
Resim 3.10 Duraylı izotop analiz cihazı (ODTÜ MERLAB).....	35

Resim 3.11 Endüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (ICP-MS).....	35
Resim 4.1 Loras formasyonunun çalışma alanında ki genel görünümü.....	39
Resim 4.2 Midos formasyonunun çalışma alanında ki genel görünümü.....	40
Resim 4.3 Çöğürler formasyonunun çalışma alanında ki genel görünümü.....	40
Resim 4.4 BA-1 (BA mermer) kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsü (kal:kalsit).....	44
Resim 4.5 BA-2 (BA mermer) kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsü (kal:kalsit).....	45
Resim 4.6 BT-1 (Olimar mermer) kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsü (kal:kalsit).....	45
Resim 4.7 BT-2 (Olimar mermer) kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsü (kal:kalsit).....	46
Resim 4.8 BT-3 (Olimar mermer) kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsü (kal:kalsit).....	46
Resim 4.9 BT-4 (Olimar mermer) kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsü (kal:kalsit).....	47
Resim 4.10 SD-1 (SD mermer) kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsü (kal:kalsit).....	47
Resim 4.11 TP-1 (Tekpalamut tepe) kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsü (kal:kalsit).....	48
Resim 4.12 TP-2 (Tekpalamut tepe)kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsü (kal:kalsit).....	48
Resim 4.13 TP-3 (Tekpalamut tepe) kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsü (kal:kalsit).....	49
Resim 4.14 Ba-1 kodlu örneğin sem görüntüsü (kal:kalsit).....	57
Resim 4.15 Ba-2 (BA mermer) kodlu örneğin sem, b: kristal tane boyutunun ölçeklendirilmesi(kal:kalsit).....	58
Resim 4.16 a: BT-1 (Olimar mermer) kodlu örneğin sem, b: kristal tane boyutunun ölçeklendirilmesi(kal:kalsit).....	58
Resim 4.17 a:BT-2 (Olimar mermer) kodlu örneğin sem, b: kristal tane boyutunun ölçeklendirilmesi(kal:kalsit).....	58

Resim 4.18 a: BT-3 (Olimar mermer) kodlu örneğin sem, b: kristal tane boyutunun ölçeklendirilmesi(kal:kalsit).....	59
Resim 4.19 a: BT-4 (Olimar mermer) kodlu örneğin sem, b: kristal tane boyutunun ölçeklendirilmesi(kal:kalsit).....	59
Resim 4.20 a: SD-1 (SD mermer) kodlu örneğin sem, b: kristal tane boyutunun ölçeklendirilmesi(kal:kalsit).....	59
Resim 4.21 a: TP-1 (Tekpalamut tepe) kodlu örneğin sem, b: kristal tane boyutunun ölçeklendirilmesi(kal:kalsit).....	60
Resim 4.22 a: TP-2 (Tekpalamut tepe) kodlu örneğin sem, b: kristal tane boyutunun ölçeklendirilmesi(kal:kalsit).....	60
Resim 4.23 a:TP-3 (Tekpalamut tepe) kodlu örneğin sem, b: kristal tane boyutunun ölçeklendirilmesi(kal:kalsit).....	60
Resim 4.24 BA-1 (BA mermer) kodlu örneğin kalsinasyondan önce (sol resim) ve kalsinasyondan sonra (sağ resim) ki görünümü.....	66
Resim 4.25 BA-2 (BA mermer) kodlu örneğin kalsinasyondan önce (sol resim) ve kalsinasyondan sonra (sağ resim) ki görünümü.....	66
Resim 4.26 BT-1 (Olimar mermer) kodlu örneğin kalsinasyondan önce (sol resim) ve kalsinasyondan sonra (sağ resim) ki görünümü.....	66
Resim 4.27 BT-2 (Olimar mermer) kodlu örneğin kalsinasyondan önce (sol resim) ve kalsinasyondan sonra (sağ resim) ki görünümü.....	67
Resim 4.28 BT-3 (Olimar mermer) kodlu örneğin kalsinasyondan önce (sol resim) ve kalsinasyondan sonra (sağ resim) ki görünümü.....	67
Resim 4.29 BT-4 (Olimar mermer) kodlu örneğin kalsinasyondan önce (sol resim) ve kalsinasyondan sonra (sağ resim) ki görünümü.....	68
Resim 4.30 SD-1(SD mermer) kodlu örneğin kalsinasyondan önce (sol resim) ve kalsinasyondan sonra (sağ resim) ki görünümü.....	68
Resim 4.31 TP-1 (Tekpalamut tepe) kodlu örneğin kalsinasyondan önce (sol resim) ve kalsinasyondan sonra (sağ resim) ki görünümü.....	68
Resim 4.32 TP-2 (Tekpalamut tepe) kodlu örneğin kalsinasyondan önce (sol resim) ve kalsinasyondan sonra (sağ resim) ki görünümü.....	69
Resim 4.33 TP-3 (Tekpalamut tepe) kodlu örneğin kalsinasyondan önce (sol resim) ve kalsinasyondan sonra (sağ resim) ki görünümü.....	69

1. GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Çalışma Afyonkarahisar iline bağlı Emirdağ ilçesi çevresinde ki kalsitik kireçtaşlarının incelenmesi ve kireç hammaddesi için kullanılabilirliğinin araştırılması adına yapılmıştır. Tez çalışmasında öncelikle proje alanının jeolojik özellikleri saha çalışmaları yardımıyla araştırılarak, saha jeolojisi çalışmaları sırasında toplanan kayaç örnekleri üzerinde mineralojik-petrografik, kimyasal analizler ve yapı kireci analizleri yapılmıştır.

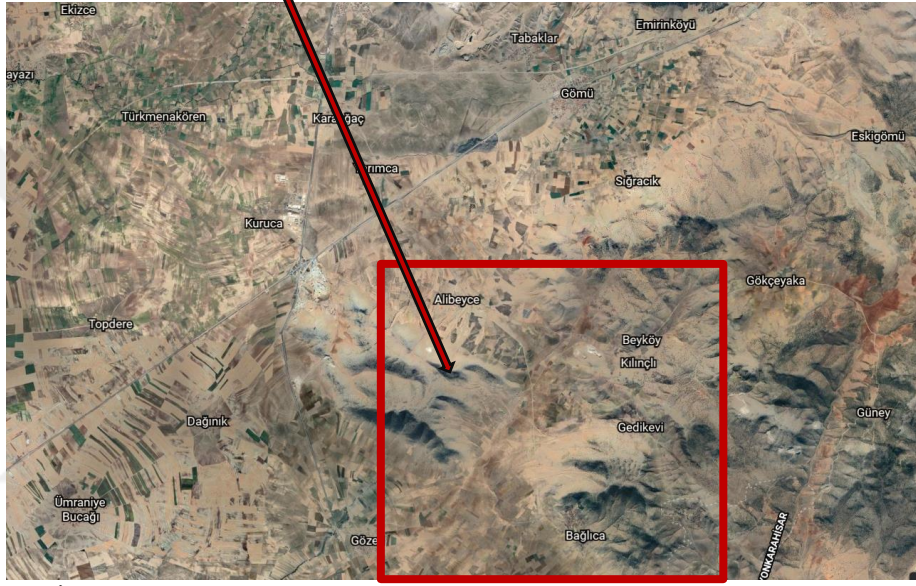
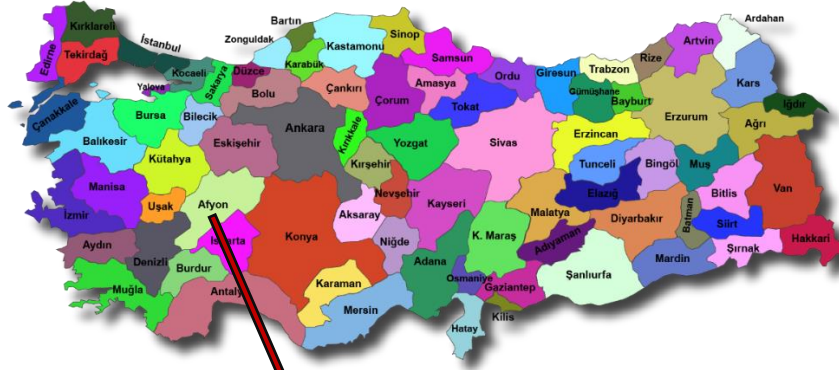
Örneklerin mineralojik-petrografik özellikler için polarizan mikroskop, x-ışınları kırınımı (XRD) ve taramalı elektron mikroskop analizleri, kimyasal özelliklerin belirlenmesi için X-ışınları floresans (XRF), duraylı izotop analizi, indüktif eşleşmiş plazma-kütle spektroskopisi (ICP-MS) analizleri ve TSE 459-2 standartına uygun yapı kireci analizleri yapılmıştır. Tüm çalışma sonuçları konuyla ilgili literatür yardımıyla yorumlanarak tez sonuç raporu yazılmıştır.

1.2 İnce Alanının Konumu

İnceleme alanı, Afyonkarahisar ilinin 63 km kuzey batısında yer almakta olup, Emirdağ ilçesine yaklaşık 10 km uzaklıktadır (Şekil 1.1). İnceleme alanına yakın yerleşim birimleri Gömü beldesi, Alibeyce köyü, Beyköy, Bağlıca köyü olup, 1/100.000 ölçekli Eskişehir J26 d4 paftasında yer almaktadır.

1.3 Yerleşim Yeri ve Ulaşım

Çalışma alanı olarak da kalsitik kireçtaşlarının işletildiği ocakların bulunduğu Emirdağ çevresinde ki Alibeyce köyü, Bağlıca köyü ve Beyköy'ü seçilmiş ve gri mermer pasaları kullanılmıştır. Emirdağ-Alibeyce köyü arası 17 km, Bağlıca arası 18 km'dir.



Resim 1.1 İnceleme alanının konumu.

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 Kireçtaşı

Kimyasal bileşiminde %90'a kadar CaCO_3 , minerolojik bileşiminde ise %90'a kadar kalsit içeren kayalara denir (DPT 2001). Kireçtaşı içerisinde kalsit, dolomit, aragonit ve manyezit mineralleri bulunur.

2.1.1 Kalsit Minerali

Kalsit karbonatlı kayaç grubunda yer alan bir mineral türüdür. Teorik olarak %56 CaO, %44 CO_2 den oluşur. Çeşitli şekillerde kristal halde bulunan (rombaeder, sklenoeder şeklinde kristallenir) camsı parlaklıkta, renksiz saydam yapıdadır. Sertliği Mohs (sertlik skalası) skalasına göre 3, yoğunluğu ise $2,6\text{-}2,7 \text{ gr/cm}^3$ aralığındadır.



Resim 2.1 Kalsit minerali.

2.1.2 Aragonit Minerali

Kimyasal formülü CaCO_3 olan aragonit, kalsit minerali ile aynı kimyasal formüle sahiptir. Aralarında ki tek fark kristal yapısıdır. Aragonitin kristal yapısı ortorombik, sertliği 3,5-4 Mohs (sertlik skalası)'dur. Aragonit 400°C 'da kalsite dönüşmektedir (Lokman 1999).



Resim 2.2 Aragonit minerali.

2.1.3 Dolomit Minerali

Kimyasal formülü $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ olan dolomit minerali, kireçtaşlarından CaO 'in yerini kısmen veya tamamen MgO 'in alması ile oluşmaktadır (Dal 2005). Sertliği 4, yoğunluğu $2,9 \text{ gr/cm}^3$ 'tür.



Resim 2.3 Dolomit minerali.

2.1.4 Manyezit Minerali

Kimyasal formülü $MgCO_3$ olan manyezit minerali teorik olarak %47 MgO'dan oluşur. Magnezit, beyaz renklidir. Özgöl ağırlığı $3-3,2 \text{ gr/cm}^3$, sertliği 3,5-5 arasında değişir. Sert ve kompleks bir mineral olup, serpantin veya benzeri kayaların alterasyon ürünüdür.



Resim 2.4 Manyezit minerali.

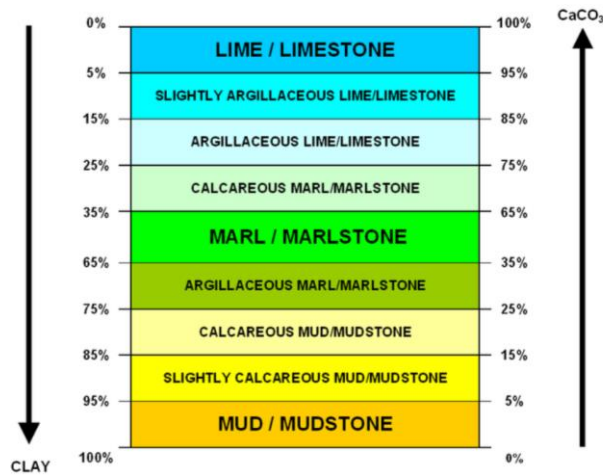
2.2 Kireçtaşı Oluşumu

Yeraltı sularında travertenler şeklinde, deniz ya da tatlı sularda ise kimyasal, organik veya mekanik çökelme sonucu kireçtaşı yatakları oluşur. Oluşum süreçlerinden de anlaşılacağı üzere kireçtaşı iki ana grupta toplanabilmektedir. Organik ve kimyasal kireçtaşları otokton, klastik kireçtaşları ise allokton olarak kabul edilmektedir. Yaygın olarak oluşan kireçtaşlarının çoğu organik, detritik ve kimyasal materyaller ihtiva etmektedir (DPT 2001).

Kireçtaşları hangi yolla oluşurlarsa oluşsun, doğada bulundukları durumları ile bileşimlerinde CaCO_3 'ün yanı sıra; MgCO_3 , kil mineralleri, demir silikat-oksit ve sülfürleri, silikat asidi (SiO_2) gibi bileşikler içerirler.

Kireçtaşları kalsiyum içeriği yüksek kireçtaşı ve magnezyum içeriği yüksek kireçtaşı olmak üzere başlıca iki sınıfa ayrılabilir. Kireçtaşlarının kalsiyum karbonat içeriğine göre sınıflandırılması Çizelge 2.1'de verilmiştir. Kireçtaşının bir sınıflama yöntemi de ortalama tane büyüklüğünün ölçü olarak alınmasıdır. Buna göre;

- Mikro taneli kireçtaşı: ebat 4 mikron'dan küçük
- İnce taneli kireçtaşı: ebat 4-50 mikron
- Orta büyüklükte kireçtaşı: ebat 50-250 mikron
- İri taneli kireçtaşı: ebat 250 mikron'dan büyük



Resim 2.5 Kireçtaşı bünyesindeki CaCO_3 oranına göre sınıflandırma (Orhan 2016).

2.3 Kireçtaşı'nın Sınıflandırılması

2.3.1 Karbonat İçeriklerine Göre Sınıflandırılması

Bunun dışında kireçtaşı'nın tekstür yapısını, ana safsızlık oranlarını (karbonlu, demirli vb.) mikro yapısını baz alan sınıflama yöntemleri de vardır. Karbonat kayaçların sınıflamasında en çok Folk (1962) ve Dunham (1962) sınıflamaları kullanılmaktadır.

Çizelge 2.1 Kalsiyum karbonat içeriğine göre sınıflama (DPT 2001).

Kayaç adı	Bileşimi
Çok yüksek kalsiyumlu kireçtaşı	En az %97 CaCO_3
Yüksek kalsiyumlu kireçtaşı	En az %95 CaCO_3
Yüksek karbonatlı kireçtaşı	En az %95 $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$
Kalsitik kireçtaşı	%5 MgCO_3
Magnezyum kireçtaşı	%5-20 MgCO_3
Dolomitik kireçtaşı	%20-40 MgCO_3
Yüksek magnezyumlu dolomit	%40-46 MgCO_3

2.2.1.1 Kireçtaşlarının Dokuya Göre Sınıflandırılması

Bu sınıflandırmaya Dunhman sınıflandırması da denmektedir. Dunhman; matriks içermeyen kayaçları grainstone (tanetaşı), hamur içeren (biomikrit) ama iri taneleri ile kontakta olan kayaçları packstone (paketlitaş) hamur içerisinde yüzer durumda taneler içeren kayaçları wackestone (waketaşı), çok az tane içeren ve tamamen mikritten oluşan kayaçları çamur taşı olarak dört temel gruba ayırmıştır.

Allokem Yüzdesi	>2/3 KARBONAT ÇAMURLU HAMUR				SPAR & KARB. ÇAMURU	>2/3 SPARIT ÇİMENTO		
	% 0-1	% 1-10	% 10-50	> % 50		KÖTÜ BOYLANMA	İYİ BOYLANMA	YUVARLAK AŞINMIŞ
Tanımlayıcı Kayaç İsimleri	MİKİRİT VE DISMİKİRİT	FOSİLLİ MİKİRİT	SEYREK BİOMİKİRİT	PAKETLİ BİOMİKİRİT	KÖTÜCE YIKANMIŞ BIOSPARİT	BOYLANMASIZ BIOSPARİT	BOYLANMIŞ BIOSPARİT	YUVARLAKLAŞMIŞ BIOSPARİT
								
Terminoloji	Mikrit ve dismikrit	Fosilli Mikrit	Biomikrit			Biosparit		
Kırıntılı kayaç karşılıkları	Kilitaşı		Kumlu Kilitaşı	Killi veya olgunlaşmamış kumtaşı	Yarı olgun kumtaşı	Olgun kumtaşı	Süper olgun kumtaşı	

Şekil 2.1 Dunhman sınıflaması (Dunhman 1962).

2.4 Kireçtaşınn Özellikleri

2.4.1 Fiziksel Özellikleri

Molekül Ağırlığı: CaCO_3 :100,09 gr, MgCO_3 :84,32 gr

Renk: Genelde gri ve beyaz renkler de görünür. Fakat içerisinde ki safsızlık oranına göre renk değişimi gerçekleşebilir.

Tekstür ve Kristal Yapısı: Tüm kireçtaşı tipleri kristal yapıda olup ebat, homojenlik ve düzen durumuna göre yoğunluk ve sertlik değerlerinde kendi aralarında farklılıklar gösterirler.

Porozite ve su emme kabiliyeti: Kireçtaşı %0,1-3, mermer %0,1-2, tebeşir %15-40, dolomit %1-10 arasında bir gözenekliliğe sahiptir. Gözenek ve organik madde oranına bağlı olan su emme kabiliyeti ise yoğunluğu yüksek bir kireçtaşı için %0,4 civarındadır.

Özgöl Ağırlık: Oda sıcaklığında kalsitin özgöl ağırlığı $2,72 \text{ gr/cm}^3$, aragonitin $2,94 \text{ gr/cm}^3$, dolomitin $2,86 \text{ gr/cm}^3$ 'tür.

Görünür Yoğunluk: 110°C 'de kurutulmuş tipik bir kireçtaşı için $1,5-2,3 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişir.

Yığın Yoğunluğu: 1,2 olan kireçtaşının yığın yoğunluğu $1,40-1,45 \text{ gr/cm}^3$ civarındadır. Malzeme inceldikçe %25'lere varan artış görülür (Kırıkoğlu 1996, Temur 2001).

Sertlik: Kireçtaşının sertliği genellikle 2-4 Mohs arasında değişir.

Mukavemet: Orta sertlik ve dirençte bir mukavemete sahiptir.

Isı İletkenliği: Kireçtaşında 130°C 'de ölçülen değer $0.0039 \text{ cal.cm/cm}^2 \text{ s.}^\circ\text{C}$ 'dir.

Erime Noktası: Tüm kireç taşları erimeden önce oksitlerine dönüşürler. CaO 'nun erime noktası 2800°C , MgO 'nun erime noktası 2570°C 'dir.

2.4.2 Kimyasal Özellikleri

Karbonatlar kimyasal olarak oksit ve hidroksitler kadar aktif olmadıklarından fiziksel özellikleri daha önemlidir.

Kimyasal Stabilité: Kireçtaşı daha yüksek sıcaklıklarda ayrışarak kalsiyum okside dönüşür (kalsinasyon). Kuvvetli asitler kireçtaşlarına etki eder.

Karbondiyoksitle Reaksiyon: Kireçtaşının çözünme oranı karbondiyoksitli sularda artar. Kireçtaşı, dönüşümlü bir reaksiyonla kalsiyum bikarbonata dönüşür.

pH değeri: Kalsitik kireçtaşlarının sudaki pH değerinin 8-9 arasındadır.

Asitlerle Reaksiyon: Kireçtaşı genellikle tüm kuvvetli asitlerle tepkimeye girer.

2.4.3 Mekanik Özellikleri

Kireçtaşlarının aşınma, eğilme ve basınç dayanımı değerleri TS EN-12372 ve TS EN-1926 standartlarına uygun olmalıdır. Kireçtaşlarının mekanik özellikleri; kayacın mineral bileşimleri yanı sıra, tane boyutu ve dokusal özellikleri ile yakından ilişkilidir. Genel olarak eğilme, basınç, ve iletkenlik değerlerinde (ses, ısı vb.) farklılık gösteren kireçtaşları, yapı malzemesi olarak seçimde bir çok alternatif sunmaktadır. Mekanik özelliklerinden dolayı farklı sertliklere sahip olan kireçtaşları sertlik değerlerine göre yapıda farklı bölümlerde farklı işlevler için kullanılabilir.

2.5 Kireçtaşı Kullanım Alanları

2.5.1 İnşaat ve Yapı

Birçok ülkede kireçtaşının ana kullanım alanı %40-70 oranıyla inşaat ve yapı sektörüdür. Kireçtaşı inşaat sektöründe beton harcında agrega (mıcır) olarak ve yol yapımında agrega/dolgu maddesi olarak kullanılır. Nüfus artışına paralel olarak bina ve yol yapımı gibi çalışmalar hız kazanmış ve dolayısıyla kireçtaşına talep artmıştır.



Resim 2.6 Kireçtaşının beton agregasının kullanımı.

2.5.2 Doğal Yapı Taşı Olarak Kullanımı

Kayaçlar belirli boyutlarda ocaktan çıkarıldıktan sonra uygulanacak projeye göre doğrudan veya işlenerek kullanılabilir. Blok boyutları bir metreden birkaç metreye kadar değişebilir. İşlenerek kullanılması genellikle mermercilik sektöründe olmakta, doğal kullanımı ise barajlarda rip-rap yapımı, liman dolgusu, dalgakıranlar, barajlarda ve şevlerde kaya dolgusu olarak karşımıza çıkmaktadır (Sevdinli 2005).



Resim 2.7 Kireçtaşı'nın doğal yapı malzemesi olarak kullanımı.

2.5.3 Çimento

Çimento, kireçtaşı, kil ve demir cevheri gibi hammaddelerin belirli bir oranda karıştırılıp, öğütülmesi ve 1400-1500 °C'ye kadar pişirilmesiyle elde edilen ana ürünün katkı maddesi katılarak öğütülmesiyle oluşan hidrolik bağlayıcı bir maddedir. Hangi amaçla üretilecek olursa olsun çimento sanayinde kullanılacak kireçtaşlarının öncelikle homojen olması, yeterli rezerv ve tenöre (%74-79 CaCO_3) sahip olması, çatlaklarda silis dolgusu olması ve metamorfizma geçirmemesi şeklinde sayılabilmektedir. Kireçtaşları, çimento sanayinde tek başına yüksek tonlara erişen önemli bir maddedir. Bu nedenle kireçtaşı üretim alanları, çimento fabrikalarının yer seçiminde etkilidir.



Resim 2.8 Kireçtaşı'nın çimento olarak kullanımı.

2.5.4 Kireç Üretimi

Sönmemiş kireç üretimi için kullanılan yıllık kireçtaşı miktarının dünyada 750 milyon tondur. Türkiye’de ise bu miktar kabaca 10 milyon ton/yıl civarında olup, toplam kireçtaşı üretiminin %4’üne karşılık gelmektedir (Çiçek 1999). Kireç endüstriyel hammaddeler içinde kullanım miktarı açısından 5. sırada olup, en çok kullanılan maddelerden biridir. 20. yüzyıl başında hızla gelişen kimya ve demir-elik endüstrisi ile kireç kullanımı çok yüksek oranlara ulaşmıştır.

Kireç üretimi için kullanılacak kireçtaşı ve dolomitin çok saf ve sağlam olması gerekir. Kireçtaşlarının kil miktarının %5’ten fazla olması durumunda kirecin dayanıklılığı azalır ve kireç renklenir.



Resim 2.9 Kireçtaşının kireç üretiminde kullanımı.

2.5.5 Metalürji

Metalürjide demir-elik üretimi ve demir dışı metallerin üretiminde, kireçtaşı veya kireç kullanılmaktadır. Demir-elik üretiminde kireçtaşı cevher hazırlama aşamasında ve pik demir üretiminde kullanılmaktadır. Özellikle, yüksek fırınlarda demir rafinasyonu için cüruflaştırıcı olarak çok miktarda kireçtaşı kullanılır. Türkiye’de bu amaçla tüketilen yıllık kireçtaşı miktarı 1 milyon ton civarındadır. Bu alandaki tüketimin toplam tüketim içindeki payı %0,45 oranına ulaşmaktadır (DPT 2001).



Resim 2.10 Kireçtaşı'nın demir-çelik üretiminde kullanımı.

2.5.6 Cam Endüstrisi

Cam endüstrisinde hem kalsiyumca zengin kireçtaşları, hem de dolomitik kireçtaşları kullanılmaktadır. Kalsiyumca zengin kireçtaşları şişe ve pencere camı yapımında, magnezyumca zengin dolomitik kireçtaşları ise bazı özel camların yapımında kullanılır. Demir oranı mümkün olduğunca düşük olmalıdır (Temur 2001).



Resim 2.11 Kireçtaşı'nın cam endüstrisinde kullanımı.

2.5.7 Seramik Endüstrisi

Karbonatlı kayalar seramik endüstrisinde çamur ve sırların bileşiminde yer alırlar. Karışık ve kalklı akçini çamurlarının mineralojik bileşimlerinde %5-20 arasında CaCO_3 kullanılır ve bu CaCO_3 çok ince öğütülmüş şekli ile mermerden/kireçtaşından alınır. Seramik sırlarında camsı yapı oluşumuna yardımcı olur ve sırların sertliğinin artırılmasında kullanılır.



Resim 2.12 Kireçtaşı'nın seramik endüstrisinde kullanımı.

2.5.8 Çevre

Granül yapıda, dar gradasyonlu (0,71–1,25 mm/1,6–2,8 mm) kireçtaşı, içme suyu filtrelemesinde kullanılır. Filtreleme sırasında kireçtaşı, asidik suları da nötralize eder. Ayrıca, 40–60 mm ebatlarında kireçtaşı agregaları ise kanalizasyon arıtma tesislerinde bakteri bertarafında kullanılır.



Resim 2.13 Kireçtaşı'nın baca gazı arıtımında kullanımı.

2.5.9 Tarım

Tarım alanında özellikle bitkilerin büyümesini sağlamak, toprağın kondisyonunu artırmak ve asitliğini ayarlamak için kireçtaşları ve dolomitten yararlanılır. Ayrıca kireçtaşı, suni gübre ve hayvan yemi üretiminde de kullanılmaktadır. Türkiye’de tarımsal alanların ıslahında kullanılan toz kireçtaşı miktarı yılda yaklaşık 30.000 ton/yıl civarındadır (DPT 2001).



Resim 2.14 Kireçtaşının tarımda kullanımı.

2.5.10 Boya Sanayi

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



Resim 2.15 Kireçtaşının boya sanayisinde kullanımı.

2.5.11 Şeker Sanayi

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



Resim 2.16 Kireçtaşının şeker sanayisinde kullanımı.

2.5.12 Kimya Sanayi

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



Resim 2.17 Kireçtaşının soda yapımında kullanımı.

2.5.13 İlaç Sanayi

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



Resim 2.18 Kireçtaşının ilaç yapımında kullanımı.

2.5.14 Kömür Ocaklarında Kullanımı

Maden kömürü ocaklarında oluşan kömür tozlarının patlama tehlikesi vardır. Eğer kömür tozları %35 oranında kireçtaşı ile karıştırılırsa patlama riski giderilmiş olur (Yakut 2001).

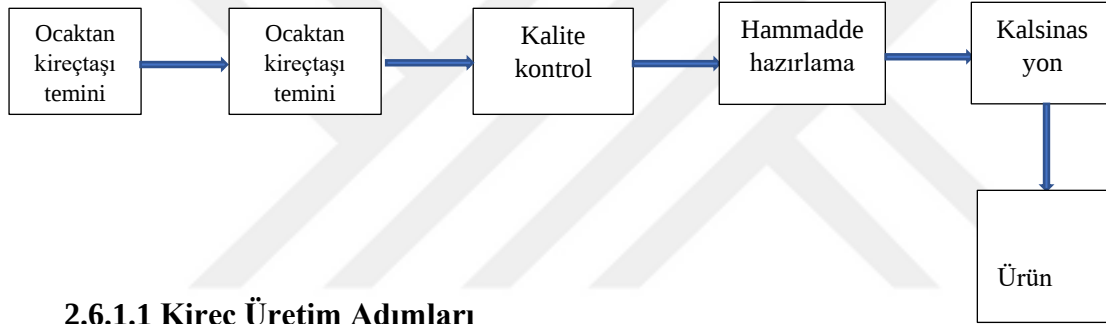
2.5.15 Diğer Endüstriyel Kullanım Alanları

Soda sanayi, lastik-plastik-kauçuk sanayi gibi sektörlerde de kireçtaşı kullanımı söz konusu olup, Türkiye’de bu sanayi dallarında tüketilen toplam kireçtaşı miktarı 1,4 milyon ton/yıl civarındadır (DPT 2001).

2.6 Kireçtaşının Kireç Üretiminde Kullanımı

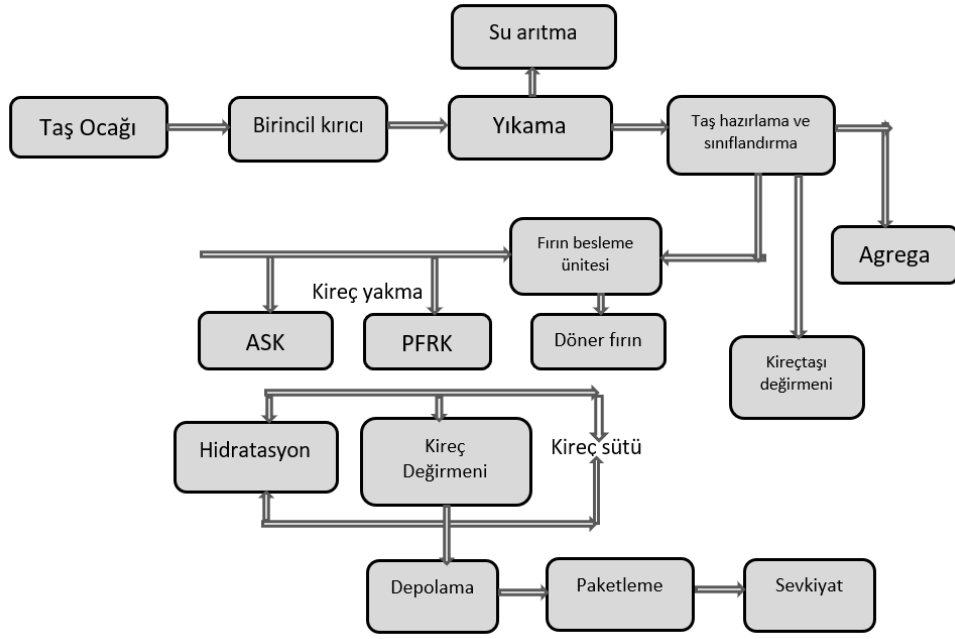
2.6.1 Kireç Üretim Prosesi

Çizelge 2.3 Kireç üretiminde temel basamaklar.



2.6.1.1 Kireç Üretim Adımları

- ☐ Hammaddenin kireç taşı ocağından çıkarılması
- ☐ Kireç taşının depolanması ve hazırlanması
- ☐ Çeşitli yakıt türlerinin depolanması ve hazırlanması
- ☐ Kireç taşının yakılması
- ☐ Sönmemiş kirecin hidratasyonu ve söndürülmesi
- ☐ Sönmemiş kirecin işlenmesi
- ☐ Kirece uygulanan diğer işlemler
- ☐ Depolama, paketleme ve sevk.



Şekil 2.2 Kireç üretiminde proses akım şeması.

2.6.1.2 Hammaddenin Taş Ocağından Çıkarılması

Hammaddeye konu olan kireçtaşı, kireçtaşı ocağından delme-patlatma yöntemi kullanılarak çıkartılır. Basamak aynaları oluşturulur. Kireçtaşının sertliği, kırık hatları, bünyesinde ki minerallerin farklılığı, kimyasal kompozisyonları gibi unsurlar patlatma verimini etkileyen parametrelerdir. Bu unsurlar dikkate alınarak patlatma yapılır. Yapılan alanda ki tüvenan kireçtaşı kamyonlara yüklenir ve ızgaralı besleyici tarafından kırılması sağlanır. İstenilen ebatlara uygun kırılan kireçtaşı eleklerden geçerek nihai ürün haline getirilir ve sevke hazırlanır.

2.6.1.3 Kireçtaşının Hazırlanması ve Depolanması

Kireç taşı eleme işleminden sonra ambarlarda veya açık hava stok sahalarında depolanır. İnce taşlar genellikle silolarda muhafaza edilir. Fırına yüklenmeden önce, kireç taşı bazı durumlarda yıkama tamburlarında veya eleklerde yıkanır. Bu yıkama işlemi, taşlar arasında tutuşma ve hava dolaşımı için yer bırakmak suretiyle yakma işlemine katkıda

bulunur, dışarıdan hava verilme gereksinimini azaltarak elektrik enerjisinden tasarruf sağlar.

2.6.1.4 Yakıtların Hazırlanması ve Depolanması

Kireç endüstrisi, enerji kullanımının çok yoğun olduğu bir endüstridir. Enerji masrafı, toplam maliyetin %30-60'ını oluşturabilir. Kireç üretiminde yakıt, kalsinasyon için gereken enerjiyi sağlar. Kireç fırınlarında farklı türlerde yakıtlar kullanılmaktadır. En yaygın olarak kullanılanlar; gaz yakıtlar (doğal gaz, kok fırını gazı), katı yakıtlar (taş kömürü, pulverize linyit ve kok kömürü), antrasit ve sıvı yakıtlardır (ağır ve/veya hafif fuel oil).

2.6.2 Fırınlar

Kireç üretiminde çok sayıda fırın tekniği mevcut olup bunların seçiminde, kireç taşının yanmadan önceki ve sonraki dayanıklılığı, mevcut yakıt çeşitleri ve ürün kalitesi gibi hususlar göz önünde bulundurulur. Birçok kireç üreticisi, iki veya daha fazla türde fırın kullanarak, farklı boyutlarda kireç taşı girdilerini işleyebilmekte ve değişik özelliklerde kireç üretebilmektedir.

Genel olarak, fırın seçiminde rol oynayan en önemli unsurlar şunlardır:

- Kireç taşının yapısı, kalitesi ve miktarı
- Kireç taşının parça boyutları
- Kireç özelliklerine dair müşteri talepleri
- Fırın kapasitesi
- Yakıtların temin edilebilirliği
- Maliyetler (yakıt, yatırım ve işletme)

Kireç üretiminde kullanılan fırın tipleri aşağıdaki gibidir:

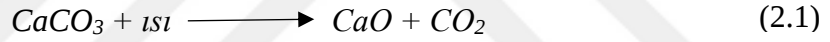
- Karışık beslemeli şaft fırın (Mixed-Feed Shaft Kiln – MFSK)
- Paralel Akımlı Rejeneratif Fırın (Parallel-Flow Regenerative Kiln – PFRK)
- Dairesel Şaft Fırınlar (Annular Shaft Kiln – ASK)
- Uzun Döner Fırınlar (Long Rotary Kiln – LRK)

- Ön ısıtıcılı döner fırınlar (Preheater Rotary Kiln- PRK)
- Çift Eğik Şaftlı Fırınlar
- Dönen Ocaklı Fırınlar

2.6.3 Sönmemiş Kireç Üretimi

Kireç, kalsiyum ve/veya magnezyum karbonatların 900 ile 1200 °C arasındaki sıcaklıklarda yakılmasıyla elde edilir. Katılaştırma (örneğin tam fırınlanmış kireç) işlemleri için, 1800 °C'a varan ısılara ulaşılması mümkündür.

Bu ısılar, karbon dioksitin serbest kalması ve ortaya çıkan kalsiyum oksitin elde edilmesi için yeterince yüksektir. Kalsiyum karbonatın ayrışmasıyla meydana gelen bu kimyasal tepkimeye genellikle 'kalsinasyon' adı verilir ve aşağıdaki şekilde ifade edilir (2.1) numaralı denklemde verilmiştir.



Sönmemiş kirecin reaktifliği, suyla girdiği tepkimenin boyutuyla ölçülür. Eğer sönmemiş kirecin su ile temasında ki sönme süresi uzuyorsa kireç kalite yönünden olumsuz etkilenir.

Sönmemiş kirecin kalitesini etkileyen başlıca unsurlar; kirecin yanma ısısı ve süresi, kireçtaşının kristal yapısı, kireçtaşının safsızlığı, kireç fırının yapısı ve kullanılan yakıtın türü kirecin kalitesini etkilemektedir.

Kirecin kalsinasyon işlemi sırasında istenilen (900°C üzeri) sıcaklığı geçmesi dahilinde aglomerasyonlar başlar, gözenekler ve gaz yolları kapanı, taş boyutu küçülür ve ağırlaşmaya başlar.

Serbest CaO oranının çok yükselmiş olmasına rağmen gözenekler kapandığından kirecin reaktivitesi düşer. Bu şekilde çok pişen kireçlere "sert kireç" denir. Kirecin kalsinasyon işlemi sırasında istenilen sıcaklığın (900°C altı) altına düşmesi halinde bol gözenekli, yüksek reaktiviteli, hafif ve söndürülmesi kolay bir kireç haline gelir.

Bu şekilde az pişmiş kireçlere "yumuşak pişmiş kireç" denir.

2.6.4 Sönmemiş Kirecin İşlenmesi ve Depolanması

Fırından çıkan sönmemiş kireç, eleme, kırma, öğütme, klasifikasyon, stoklama gibi işlemlerden geçer. Bu işlem basamaklarından geçen sönmemiş kireçler ebatlarına göre farklı isimlendirmeler alır.

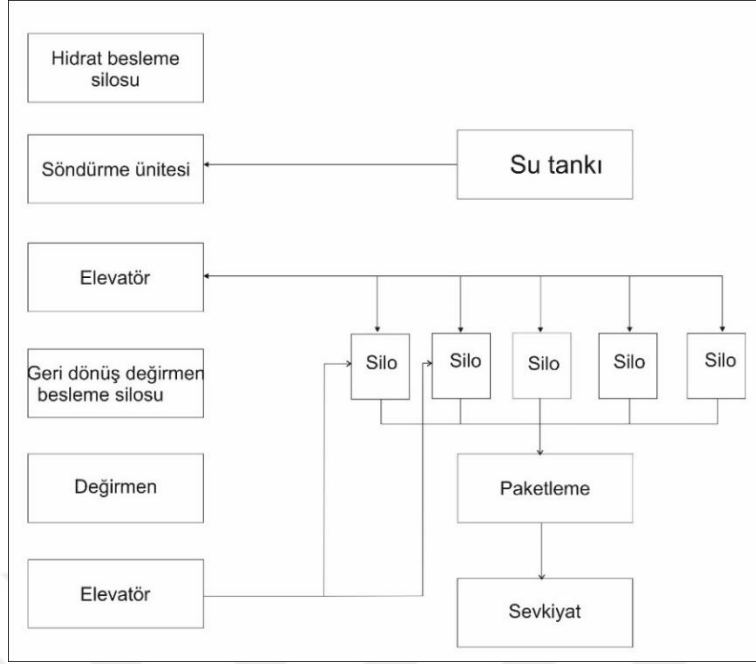
Bunlar; Kelle kireç (70-300 mm), parça kireç (6-70 mm), öğütülmüş kireç (0,15-2,4 mm), pulverize kireç (0,15-0,8 mm) ebatlarında üretimi yapılır. Kireci kırma işlemi çeneli veya çekiçli kırıcılarda yapılır.

Genellikle bilyalı değirmenler kullanılarak kireç öğütülür. Sönmemiş kireç su ile reaksiyona girme özelliği nedeniyle hava akımının en az olduğu kuru ve kapalı alanlarda depolanmalıdır. Kireçler genelde beton veya yumuşak çelikten imal edilmiş sönmemiş kireç silolarında muhafaza edilir.

2.6.5 Sönmemiş Kirecin Hidratasyonu ve Söndürülmesi

Kirecin söndürülmesi, su ile işlem görmesi yani bir hidratör içinde kalsiyum oksite su eklenmesi anlamına gelir. Eklenen suyun miktarı, sönme reaksiyonu için gereken tam oranlı miktarın yaklaşık iki katı kadardır. Fazla su konmasının amacı, aşağıda gösterilen tepkime sırasında ortaya çıkan ısıнын buharlaşma ile dengelenmesidir. Sönmüş kirecin oluşum denklemi (2.2)' de verilmiştir.

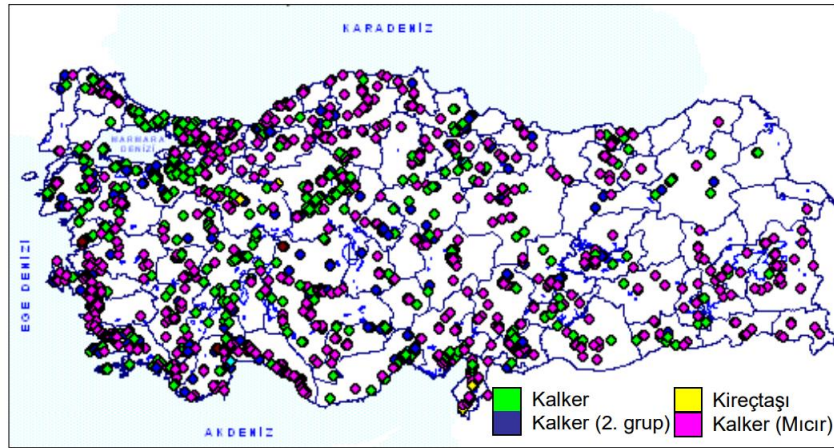




Şekil 2.3 Kirecin hidratasyon ve söndürülmesi işlemlerinin akım şeması.

2.7 Türkiye Kireçtaşı Potansiyeli

Kireçtaşı II. Grup madenler gurubunda yer alır. Ülkemiz kireçtaşı potansiyeli açısından zengin kaynaklara sahiptir.



Resim 2.25 Kireçtaşı işletmelerinin bölgelere dağılımı.

Migem'in 2020 tarihli değerlendirmesine göre II. Gruba arama ve işletme olarak toplam da 384.649.122,17 ton olarak gerçekleşmiştir.

2.8 Önceki Çalışmalar

Emirdağ bölgesi kireçtaşları ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalar jeoloji ağırlıklıdır, kireçtaşlarının endüstriyel hammadde özelliklerini belirlemeye yönelik bir çalışma daha önce yapılmamıştır. Bu konuda ve civarda yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Boztaş (2009), Burudur ili Yeşilova ilçesi Kağılcık kireçtaşlarının mermer olarak kullanılabilirliğini belirlemek amacı ile numunelere fiziko – mekanik testler yapmış ve test sonuçlarını ilgili standartlara göre yorumlamıştır.

Uz ve Bacak (2008), Beyceköy (Bilecik) kireçtaşlarının jeolojik, petrografik, fiziko mekanik özellikleri ve mermer olarak kullanılabilirliğini incelemişlerdir.

Güler (2007), Mersin ili Mut ilçesinde bulunan Sertavul yaylasında bulunan Mesazoyik yaşlı kireçtaşlarının mermer olarak kullanılabilirliğini araştırmıştır. Yapılan çalışma sonucunda bazı özellikler bakımından mermer olarak kullanılabilir iken bazı özellikler bakımından mermer olarak kullanılamayacağı ortaya koymuştur.

Toprak (2007), İzmir, Muğla ve Marmara Adası'ndan alınan mermer ve kireçtaşı numunelerinden kireç elde etmiş ve bu kireç numunelerinin yapı kirecine uygunluklarını karşılaştırmıştır.

Gökten vd. (2006), Eskişehir doğusunda Sarıkavak mevkiinden başlayarak içerisinde Mahmudiye, Çifteler ve Emirdağ yerleşimlerinin yer aldığı kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanan yaklaşık 100 km uzunluğunda ve 20 km genişliğindeki alanın neoteknik özelliklerini incelemişlerdir.

Buldu (2006), Bağcılar -Burhan (Mersin – Tarsus) kireçtaşlarının hammadde özelliklerini araştırmış, kimyasal analiz sonuçlarına göre bölgede çimento sektöründe kullanılmaya uygun 2,15 milyon ton rezerv tespit etmiştir.

Özkan (2006), Adana Salbaş civarında yüzeylemiş olan kumtaşlarının mühendislik özelliklerini belirlemiş, ekonomik olarak kullanılabilirliğini araştırmıştır. Deney sonuçları arasındaki ilişkileri istatistiksel olarak yorumlamıştır.

Atabey ve Arkadaşları (2006), Güney (Denizli) gölssel kireçtaşlarının fiziksel, teknolojik ve jeokimyasal özelliklerini tespit etmişlerdir.

Kılıç (2005), Ceyhan ve Karaisali yöresi kireçtaşlarından numune almış ve bu kireç taşlarının karakterizasyonunu yaparak klasik Eberhart tipi kireç fırınları ile Paralel akışlı Maerz fırınlarındaki kalsinasyon parametrelerini karşılaştırarak klasik Eberhart tipi kireç fırınlarına yapılması gereken iyileştirmeleri ortaya koymuştur.

Uysal vd (2003), bazı mermer türlerinin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirleyerek, inşaatlarda yapı ve kaplama malzemesi olarak kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Bu amaçla mermerlere bir dizi deneyler uygulamışlardır. Daha sonra elde ettikleri sonuçları TSE standartları ile karşılaştırmış ve mermerlerin yer döşemesi, duvar kaplaması, merdiven basamağı kullanım alanlarına uygunluğunu araştırmışlardır.

Kabasarı (2002), Dinar dolomitlerinin gübre, seramik sanayinde ve bu sayılan MgO tenörüne dayalı kullanım alanları dışında kalan boya, vinylx ve marley’de dolgu maddesi olarak kullanılabileceğini belirlemiştir. Dinar dolomitleri toplam 245.750.000 ton muhtemel rezervleri ile işletilebilir özellikte bir maden yatağıdır.

Kuşçu, Cengiz ve Bozcu (2001), Menteşe (Isparta) dolomitlerinin dead burned dolomit, demir çelik ve refrakter sanayinde, ayrıca cam ve gübre sanayinde kullanılabilecek özelliklere sahip olduğunu belirlemiştir. Menteşe kesimi dolomitleri fiziksel özellikleriyle agrega olarak kullanılabilir olup 5.694.300.000 ton muhtemel rezerve sahiptir.

Çelik ve Büyüksağış (2001), İnceleme sahasında yer alan Tabaklar-Emirdağ travertenlerinin jeolojik konumu, fiziksel ve fiziko-mekanik özelliklerini incelemiştir.

Kırkoğlu (1996), karbonatlı kayaçların kullanım alanlarını incelemiş ve kullanımı için sahip olması gereken özellikleri ortaya koymuştur.

Kahriman vd. (1996), Sivas civarında bulunan göl kalker, traverten ve mermer numunelerini alıp kalsinasyona tabi tutmuştur. Kalsinasyon sonucunda farklı hammaddelerin kalsinasyon sıcaklıklarına göre kireç olma kabiliyetlerini incelemiştir.

Metin vd. (1987), Afyon ve civarında harita alımı çalışmaları yaparak bölgenin genel jeolojisi ve metamorfizmasını açıklamışlardır. Afyon civarında yüzeylenen metamorfik kayaçları “Afyon Metamorfitleri” olarak isimlendirmişlerdir. Afyon Metamorfitlerinin yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirdiğini belirten araştırmacılar, metamorfitlerin şistler, İscehisar Mermerleri, Deliktaştepe Meta-konglomerası ve Sarıyartepe Kuvarsiti birimlerinden oluştuğunu belirterek bunların üzerine uyumsuzlukla Pliyosen yaşlı Gebeciler Formasyonunun geldiğini ifade etmişlerdir.

Uman ve Yergök (1979), Emirdağ (Afyon) yöresindeki genel jeoloji ve harita alımı çalışmaları yapmış, Emirdağ yöresinde en altta Karbonifer-Permiyen yaşta Emirdağ kireçtaşları, üzerine Triyas yaşlı Karaçaltepe formasyonunun geldiğini ifade etmiştir.

Bu bölümde, örneklerin karakterizasyonu ve hammadde özelliklerini belirlemek için yapılmış çalışmalara yer verilmiştir. Bu amaçla Emirdağ ve çevresinde ki kireçtaşlarına mineralojik-petrografik ve kimyasal analizler yapılmış, TS EN standartı kullanılarak kalsitik kireçtaşları kalsinasyon yöntemi ile kireç yapılarak yapı kireci standartlarına uygunluğu kontrol edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre kireç hammaddesi için kullanılabilirliği incelenmiştir.

İnceleme alanından 4 farklı lokasyondan örnekler alınmıştır. Örneklerin alım noktaları ile ilgili detaylar aşağıda verilmiştir.



28

Çizelge 3.1 Lokasyon bilgileri.

Örnek numarası	Lokasyon adı	Koordinatlar (UTM ED50)	Litolojik Özellikleri
BA-1	Bağlıca köyü/ Bozçal tepe/ BA mermer ocağı	332898/4338334 R:1014m	Koyu gri renkli ve yer yer kırık düzlemleri yer alır.
BA-2	Bağlıca köyü/ Bozçal tepe/ BA mermer ocağı	332878/4338393 R:1008m	Açık gri renkli yer yer kırık düzlemleri yer alır.
BT-1	Alibeyce köyü/ Sarıcakaya tepe/ Olimar mermer ocağı	337796/ 4332792 R:1209	Açık gri renklidir ve mostradan alınmıştır.
BT-2	Alibeyce köyü/ Sarıcakaya tepe/ Olimar mermer ocağı	337812/4332759 R:11202 m	Koyu gri renkli ve 1.basamaktan alınmıştır.
BT-3	Alibeyce köyü/ Sarıcakaya tepe/ Olimar mermer ocağı	337838/4332747 R:1191 m	Orta gri renkli ve 2.basamaktan alınmıştır.
BT-4	Alibeyce köyü/ Sarıcakaya tepe/ Olimar mermer ocağı	337811/4332685 R:1186	Açık gri renkli ve 3.basamaktan alınmıştır.
SD-1	Beyköyü/ Harmangediği tepe/ SD mermer ocağı	333191/4332622 R:1062	Orta gri renkli. Homojen dağılımlı olup 2.basamaktan alınmıştır.
TP-1	Alibeyce köyü/ Tekpalamut tepe/ terk edilmiş ocak	334973/ 4328720 R:1002m	Orta gri renkli, ince tane boyutuna sahip yer yer demir sıvanımları mevcuttur.
TP-2	Alibeyce köyü/ Tekpalamut tepe/ terk edilmiş ocak	334967/ 4328721 R:1005m	Açık gri renkli, ince tane boyutuna sahip yer yer demir sıvanımları mevcuttur.
TP-3	Alibeyce köyü/ Tekpalamut tepe/ terk edilmiş ocak	334986/ 4328725 R:1006m	Koyu gri renkli, ince tane boyutuna sahip yer yer demir sıvanımları mevcuttur.

3.1.1 Tekpalamut Tepe-Lokasyon 1: Alibeyce köyünde bulunan UTM ED50 335047/43228554 R:1000 m koordinatlarına sahip, Tekpalamut tepe de açılmış tek kademeli mermer ocağından TP kodlu 3 farklı noktadan örnek alınmıştır.



Resim 3.2 Tekpalamut Tepe tek kademeli mermer ocağı.

3.1.2 Olimar Mermer Ocağı-Lokasyon 2: Alibeyce köyüne bağlı, UTM ED50 337835/4332814 R:1222 m koordinatlarına sahip, Sarıcakaya tepe de açılmış, 4 basamaklı Olimar mermer ocağından BT kodlu 4 ayrı basamaktan örnek alınmıştır.



Resim 3.3 Olimar mermer ocak görüntüsü.

3.1.3 SD Mermer Ocağı-Lokasyon 3: Beyköy de bulunan Harmangediği tepe de UTM ED50 333191/4332622 R:1062 m koordinatlarına sahip, 3 basamaklı SD mermer ocağından SD kodlu 1 adet örnek alınmıştır.



Resim 3.4 SD mermer ocak görüntüsü.

3.1.4 BA Mermer Ocağı-Lokasyon 4: Bağlıca köyüne bağlı Bozçal tepe de bulunan UTM ED50 332898/4338334 R:1014m koordinatlarına sahip, 2 basamaklı BA mermer ocağından BA kodlu 2 farklı noktadan örnek alınmıştır.



Resim 3.5 BA mermer ocak görüntüsü.

3.2 Metot

3.2.1 Numunelerin Hazırlanması

Fiziksel, kimyasal ve mineralojik analizlerin yapılabilmesi için numuneler çeneli kırıcıda kırılmış ve halkalı değirmen de öğütülmüştür. Yapı kireci deneyleri için kayalar fırında pişirilmiş ve pişme sonucunda öğütülmüştür.

3.2.2 Mineralojik ve Petrografik Analiz

Doğal taşların mineralojik ve petrografik özellikleri, fiziksel ve mekanik davranışlarını etkileyen özelliklerinin belirlenmesi bakımından oldukça önemlidir. Doğal taşların tanımlanmasında mineral bileşenleri, dokusu ve yapılarının incelenmesinin yanında renk, damarlar, fosiller, süreksizlikler gibi özelliklerinin de bilinmesi gereklidir. Bu nedenle her kireçtaşı numunesi için mineralojik ve petrografik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla çeşitli analizler uygulanmıştır.

3.2.2.1 Polarizan Mikroskop Analizi

Polarizan mikroskop incelemesinde kullanılacak numuneler TS EN 12407 standardına uygun olarak hazırlanmıştır. Bu standarda göre, numuneler 48*20 mm ebatlarında ince kesit cihazı kullanılarak kesilmiştir. Kesilen numuneler lamel ile kaplanmıştır. Lamel ile kaplanan numuneler fırınlanarak lamele iyice sabitlenmesi sağlanmış ve korund tozu yardımı ile $(0,030 \pm 0,005)$ mm kalınlığa inceltirilmiştir. Bu şekilde kalsitik ve dolomitik kireçtaşlarına ait numunelerden ince kesit hazırlanmıştır. Hazırlanan ince kesitler Adaçal Endüstriyel Mineraller A.Ş. laboratuvarında bulunan Nikon E200 model polarizan mikroskop ile EN 12670 standardı kullanılarak tane büyüklüğü, dokusu, mineralojik bileşimi ve kayaç grubu belirlenmiştir.



Resim 3.6 Polarizan mikroskopta görüntülerin incelenmesi.

3.2.2.2 X-Işınımı Kırınımı (XRD) Analizi

Optik mikroskop çalışmalarında karbonat minerallerini birbirinden ayırmak çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Optik özellikleri birbirine benzeyen ve CaCO_3 kimyasal bileşiminde olan karbonat minerallerini tanımlayabilmek için XRD ölçümleri yapılmıştır. Kalsitik ve dolomitik kireçtaşlarının XRD yöntemi ile mineralojik özelliklerinin incelenmesi için çalışma yapılan 4 ayrı lokasyondan alınan örnekler Adaçal Endüstriyel Mineraller A.Ş. laboratuvarında halkalı değirmen kullanarak öğütülmüş ve numuneler hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (TUAM)'de Shimadzu marka XRD-6000 modelinde yapılmıştır.



Resim 3.7 XRD analiz cihazı.

3.2.2.3 Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) Analizi

Taramalı elektron mikroskobu ile mineralojik özelliklerin belirlenmesi için kalsitik ve dolomitik kireçtaşı numunelerinden parça alınarak karbonla kaplanmış ve Adaçal Endüstriyel Mineraller A.Ş.'de bulunan ZEISS marka SEM cihazı ile görüntü analizi yapılmıştır.



Resim 3.8 Taramalı elektron mikroskop (SEM).

3.2.3 Jeokimyasal Analiz

Çalışma alanından alınan örneklerin kimyasal içeriklerinin belirlenmesi için; xrf cihazı kullanılarak ana oksit analizi, ICP-MS cihazı kullanılarak iz element ve nadir toprak analizi, duraylı izotop oranı kütle spektroskopisi analizi yapılmıştır.

3.2.3.1 Ana Element Analizi

Kalsitik kireçtaşlarına kimyasal analiz yapılması için bütünü temsil edecek şekilde çalışma alanlarının farklı bölümlerinden alınan numuneler halkalı değirmen ile öğütülerek toz haline getirilmiştir. Kalsitik kireçtaşlarının kimyasal bileşimleri X-Işını Floresans (XRF) yöntemi ile tespit edilmiştir. XRF analizi Adaçal Endüstriyel Mineraller A.Ş.'ye ait Rigaku Supermini200 cihazı kullanılmıştır.



Resim 3.9 XRF cihazı (Adaçal Endüstriyel Mineraller A.Ş.).

3.2.3.2 İz Element Ve Nadir Toprak Element Analizi

ICP-MS İndüktif Eşleşmiş Plazma (ICP) ve Kütle Spektrometresi (MS) olmak üzere iki ünitenin bileşiminden oluşmuştur. Numunedeki elementler ICP'de iyonlaştırıldıktan sonra kütle spektroskopisine (MS) gönderilir ve burada kütle/yük (m/z) oranlarına göre ayrılıp ölçülür. Bu analiz için örnekler Orta Doğu Teknik Üniversitesi Merkez Laboratuvarında yapılmıştır.



Resim 3.10 İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (ICP-MS) analiz cihazı (ESOGÜ).

3.2.3.3 İzotop Analizi

İzotop analizi , izotopik imzanın , organik ve inorganik bileşikler içindeki belirli kararlı izotopların ve kimyasal elementlerin bolluğunun belirlenmesidir. İzotopik analiz jeolojik, paleontolojik ve kimyasallar için kullanılabilir. Kararlı izotop oranları, bir elementin farklı izotoplarını kütle-yük oranlarına göre ayıran kütle spektrometresi kullanılarak ölçülür. Analiz Orta Doğu Teknik Üniversitesi Merkez Laboratuvarında yapılmıştır.



Resim 3.11 Duraylı izotop analiz cihazı (ODTÜ MERLAB).

3.2.4 Teknolojik Testler

Sönmüş ve sönmemiş kireçlerin kalitesi TS EN 459-2 yapı kireci standardında belirtilen; kalsinasyon, sönmemiş kireçlerde serbest CaO (%) tayini, sönmemiş kireçlerde reaktivite tayini, sönmemiş kireçlerde kızdırma kaybı tayini, deneylere tabi tutularak belirlenmiştir. Örnekler sönmemiş kireç yönünden araştırılmıştır.

3.2.4.1 Kalsinasyon Testi

Tüvenan örnekler TS EN 459-2 standartı kullanılarak 1050°C de kül fırınında 2 saat boyunca pişirilerek kalsinasyon işlemi yapılmıştır. Kalsinasyondan sonra kireç hammaddesi için uygunluğunun tesbiti için, TS 459-2 standartına uygun şekilde kireç deneyleri yapılmıştır.

3.2.4.2 Sönmemiş Kireçlerde Serbest CaO Tayini (%)

Aktif kireç tayini TS EN 196-2 standardında belirtilen yöntem ile yapılmıştır. Deney sonucunda bulunan değerler aşağıda ki formül (3.1) belirtildiği gibi yerine koyularak aktif kireç miktarı belirlenmiştir.

$$\% CaO = 2.8 * F * \frac{S}{m} \quad (3.1)$$

S = Asit sarfıyatı (ml) F = Asitin normalitesi (N) m= Kullanılan kireç miktarı (g)

3.2.4.3 Sönmemiş Kireçlerde Reaktivite Tayini

Sönmemiş kireç numunesinin sönme sırasındaki reaktivite tayini, su ile reaksiyon sonucu oluşan sıcaklık yükselmesinin reaksiyon süresinin bir fonksiyonu olarak ölçülmesiyle yapılmıştır.

3.2.4.4 Sönmüş ve Sönmemiş Kireçlerde Kızdırma Kaybı Tayini

Bu yöntem yapı kirecinde kızdırma kaybının tayini için kullanılır. Deneye tabi tutulan malzemenin kızdırma kaybı, (1 050 ± 25) °C’de tayin edilir. Formülü (3.2)’de verilmiştir.

$$IOI = \frac{m_{11} - m_{12}}{m_{11}} * 100 \quad (3.2)$$

m_{11} : Numunenin (1 050 ± 25) °C’de kızdırma öncesi kütlesi, g

m_{12} : Numunenin (1 050 ± 25) °C’de kızdırma sonrası kütlesi, g

3.2.4.5 Sönmemiş Kireçte Ana Element Analizi

Kalsinasyon yapılmış her ayrı numune için xrf analizi yapılarak bünyesinde ki yüzdesel element analizi yapılmıştır. Böylelikle kalsinasyondan önce ve kalsinasyondan sonra analizi yapılan numuneler karşılaştırılmıştır.

3.2.4.6 Renk (L,a,b) Analizi

Datacolor Elrepho Cihazı ile DIN 5033-31992-07-00 standardı kullanılarak Numune kabına belirli toz numune ilave edilir ve cam ile yüzeyin pürüzsüzleşmesi sağlanır. Ölçüme hazır hale getirilen numune kabını uygun bir şekilde örnek tutucuya koyulur ve ışık deliği levhasının olduğu üst kısma doğru yavaş bir salınım ile yerleştirilir. L,a,b değerleri okunmuş olur.

3.2.4.7 Tane Boyutu Analizi

Mastersizer cihazı ile ISO 13320-1 standardı kullanılarak lazer ışık saçılımı prensibi ile partiküllerin boy-boy dağılımlarını ölçmektedir. Partiküllerin büyüklüğü, partiküllerden saçılan ışığın, açısal yoğunluğunun ölçümünden hesaplanır. Mavi ışık kaynağı, nanometre aralığında çözünürlük sağlar ve ölçüm aralığını 10 nm’ye kadar indirebilmektedir. Mastersizer ölçüm aralığı 10 nm - 3,5 mm’dir. Veri toplama hızı 10 kHz’dir. Sıvı içerisinde dağıtılmış katı partiküllerin, • Kolloidlerin, • Emülsiyonların boy-boy dağılımları belirlenebilir.

4. BULGULAR

4.1 Çalışma Alanının Jeolojisi

4.1.1 Stratigrafi

Bu çalışmanın ana konusunu oluşturan kireçtaşları Emirdağ (Afyonkarahisar) civarında geniş alanlarda yüzeylenmektedir.

Çalışma alanlarının etrafında Mesozoyik ve Senozoyik birimler bulunmaktadır. Çalışmaya konu olan kalsitik ve dolomitik kireçtaşları ise Mesozoyik birimde yer almaktadır. Çalışma alanının en yaşlı birimleri yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş olan Orta-Üst Triyas yaşlı Emirdağ Grubu'dur. Emirdağ grubu çalışma alanında çok geniş alanlar kaplar. Genel olarak KB-GD doğrultusunda yüzeylenen bu grubun üyeleri Emirdağlarını oluşturmaktadır. Emirdağ Grubu Karaçaltepe, Yürük Karacaören ve Koraşi formasyonlarından oluşmaktadır. Emirdağ grubu formasyonları üzerine uyumsuz olarak Kretase yaşlı "bloklu seri" gelir. Tersiyer birimleri "Gebeciler formasyonu" üyelerinden oluşmaktadır. Bu birimler Üst Miyosen-Üst Pliyosen yaşlı olup bloklu seri üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Gebeciler formasyonu üzerine 48 yine uyumsuz olarak Kuvaterner alüvyonları gelmektedir (Romieux 1942).

4.1.1.1 Loras Formasyonu: Triyas-Jura zaman diliminde çökelmiş platform karbonatları Göncüoğlu ve diğerleri tarafından loras formasyonu olarak adlandırılmıştır. İlk kez Lorasdağı kireçtaşı daha sonra da Loraş kireçtaşı olarak adlandırılan birimin adı, sadece kireçtaşlarından oluşmaması nedeniyle Loras formasyonu olarak değiştirilmiştir. Formasyon kireçtaşı, kristalize kireçtaşı ve dolomitten oluşur. Kireçtaşları gri renkli olup orta-kalın katmanlı yer yer som görünümlüdür. Dolomit ise som görünümlü ve koyu gri renklidir. Birimin tabanı alanda görülmemektedir. Ancak çalışma alanı dışında Erken Triyas yaşlı karasal çökellerden oluşmuştur.

Ardıçlı formasyonu ya da Kıyır formasyonu üzerine uyumlu ve geçişli olarak gelir. Loras formasyonu üzerinde ise yine uyumlu ve geçişli olarak Midos formasyonu yer alır. Birimin kalınlığının 200-700 m arasında değiştiği belirlenmektedir (Özcan vd. 1990).



Resim 4.1 Loras formasyonunun çalışma alanında ki genel görünümü.

4.1.1.2 Midos Formasyonu: Kretase yaşlı yarı pelajik çökellerden oluşan birim, Midostepe formasyonu olarak adlandırılmıştır. Formasyon; mikritik kireçtaşı, killi kireçtaşı, çamurtaşı, çört ve şeyllerden oluşur. Egemen kaya türü mikritik kireçtaşı ve çörttür. Kireçtaşları ince orta katmanlı olup pembe kırmızı-gri renklidir. Alt düzeyler çamurtaşı-killi kireçtaşı-mikritik kireçtaşı ardalanımı içerir. Üst düzeylerde ise kireçtaşı koyu gri renkli çört yumrulu ve çört ara düzeylidir. Midos formasyonu, Loras formasyonu üzerinde uyumlu ve geçişli olarak bulunur. Üzerinde ise yine uyumlu ve geçişli olarak Çöğürler formasyonu yer alır. Birim kalınlığı yaklaşık 150 m'dir.



Resim 4.2 Midos formasyonun çalışma alanında ki genel görünümü (krç: kireçtaşı).

4.1.1.3 Çöğürler formasyonu: Neritik ve pelajik kireçtaşı, şist, volkanit ve ultramafit blokları içeren yer yer de düzenli kayalardan oluşan birim, Göğer ve Kırıl (1973) tarafından Hatip formasyonu olarak adlandırılmıştır. Özcan ve diğerleri (1989) ise birimi, Hatip ofiyolitli karışığı olarak tanımlanmıştır. Birim Toros kuşağı boyunca yapılan 1/100.000 ölçekli jeoloji haritalarındaki Karaböğürtlen formasyonuna karşılık gelir. Formasyon genel olarak kumtaşı, şeyl, çakıltası, türbiditik kireçtaşı ile kireçtaşı-ofiyolit bloklarından oluşur. Birimin alt bölümü kumtaşı-şeyl aralanımını kapsar.

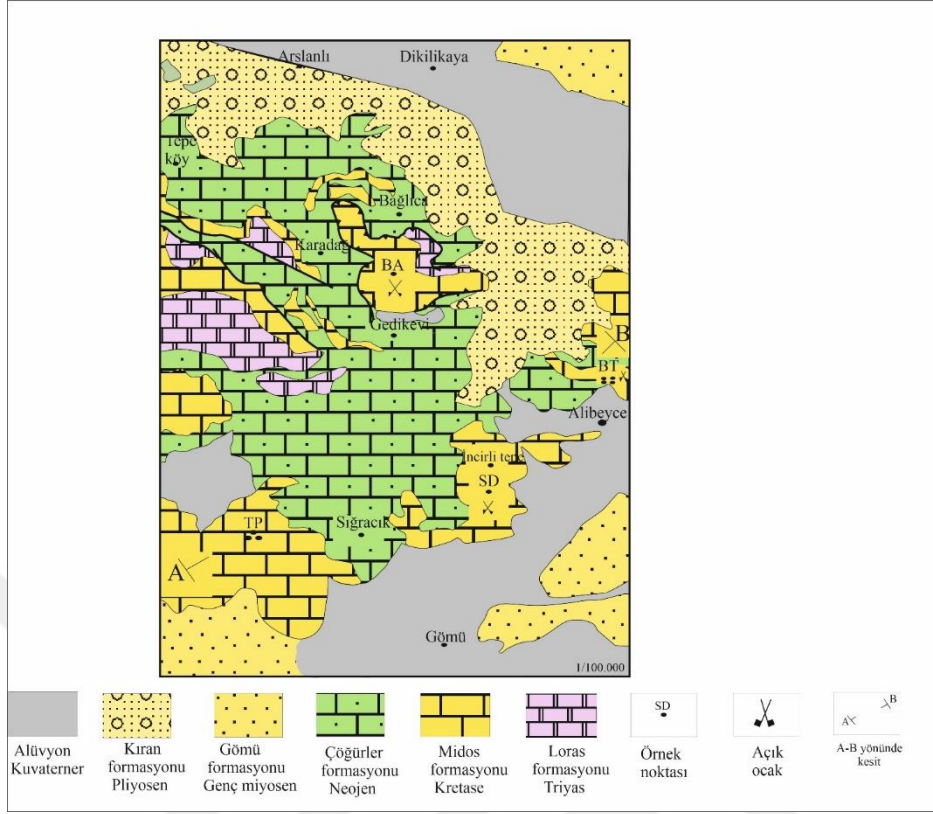


Resim 4.3 Çöğürler formasyonunun çalışma alanında ki genel görünümü.

4.1.1.4 Gömü Formasyonu: Genç miyosen yaşlı kırıntılı kayalardan oluşan Gömü formasyonu, bu çalışmada adlandırılmıştır. Formasyonun egemen kaya türü kumtaşıdır. Kumtaşları, katmanlanmanın belirgin olduğu yerlerde ince-orta koşt katmanlı yer yer küçük boyutlu teknesel çapraz katmanlanmalı, sarımsı kahve-yeşilimsi kahve-kirli beyaz renkli olup, sıkı tutturulmuştur. Ancak katmanlanmanın belirgin olmadığı yerlerde gevşek tutturulmuştur. Kumtaşları bol miktarda tüf gereci bulunur. Çakılları kumtaşı düzeylerinde bazalt çakılları içinde ara düzeyler biçiminde olup çok kökenli kum matriksli kötü boylanmalı ve gevşek tutturulmuştur. Gömü formasyonu çok küçük bir alanda Seydiler formasyonu üzerinde yer alır. Bu alt dokanak ilişkisi dışında birim Loras formasyonu üzerinde uyumsuz olarak gözlenir. Üzerine ise en üst bölümde yanal ve düşey geçişli olarak Uruş formasyonu gelir. Birim kalınlığı 150 m'dir (Türkecan vd 1991).

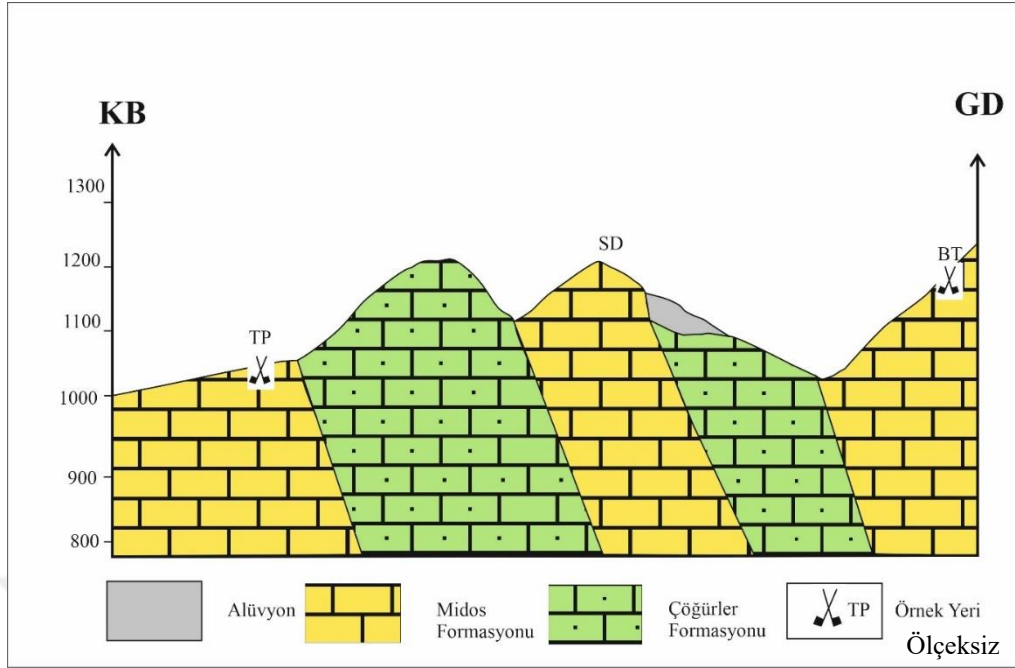
4.1.1.5 Kıran formasyonu: Bu çalışmada tanımlanan bir formasyon olan kıran formasyonu, çakıllaşlarından oluşur. Bu çakıllaşları çok kökenli, kötü boylanmış ve gevşek olup, yer yer kumlu, yer yer de killi bir matriks içerir. Çakıl olarak Midos formasyonu ve Karakaya bazaltında türemiş parçaları kapsar. Çakıllar genelde yuvarlak olup seyrek olarak köşelidir. Tane boyutu ise küçük çakıldan küçük bloğa kadar değişir. Formasyon üzerine Holosen yaşlı oluşuklar gelir. Stratigrafik konumuna göre birimin yaşı, pliyosen olarak saptanmıştır. Ancak oluşumu Pleyistosen'e dek sürmü olabilir. Formasyon yelpaze ve küçük akarsu çökellerinden oluşur.

4.1.1.6 Alüvyon: İnceleme alanında Kuvaternerin erime ve birikme şekillerine rastlanır. Karstlaşma akarsu aşındırması ve biriktirmesi ile morfolojik değişikliğe uğramıştır. Bunlar gevşek tutturulmuş veya tutturulmamış kötü boylanmış kum ve kil merccekleri, geçirimli çakıl, mil, kum karışımından oluşmuştur. Kuvaterner tatlı su, akarsu fasiyesi özelliğini yansıtmaktadır. Araştırma alanında jeolojik sıra dâhilinde ele aldığım kayalar içinde ekonomik değeri pek olmayan, demir, bakır, talk gibi madenler yanında ekonomik yönden değere sahip ve işletilebilecek nitelikte mermer yatakları da bulunmaktadır (Umman vd 1979).



Şekil 4.1 Çalışma alanının 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası (MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, J26 paftası, 118).

Jeolojik çalışma 1/100.000 ölçekli alanda yapılmıştır. 4 farklı lokasyonda örnekleme yapılmış ve örnekler Midos formasyonundan alınmıştır. Formasyonun hakim birimi kristalize kireçtaşlarıdır.



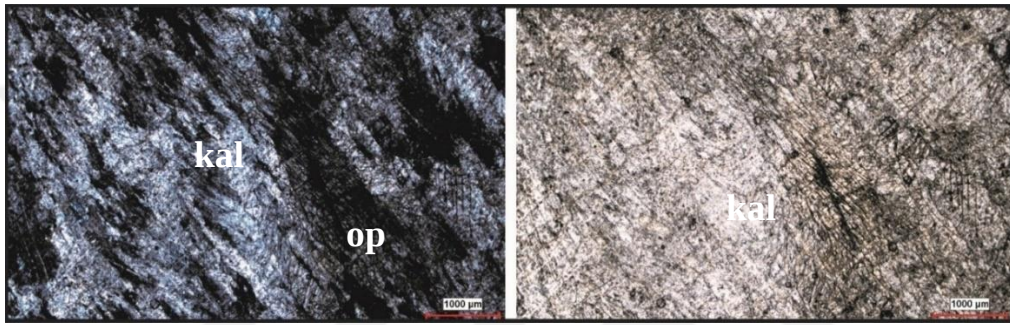
Şekil 4.2 Çalışma alanının KB-GD doğrultulu enine kesiti (MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, J26 paftası, 118).

Çalışma alanında ki en genç birim olan alüvyonun üzerine midos formasyonun hakim birimi olan kireçtaşları KB-GD doğrultu-eğimli olarak üzerlenmiştir. Midos formasyonu üzerine, çöğürler formasyonunun hakim birimi olan kumlu kireçtaşı birimi üzerlenmiştir.

4.2 Mineralojik- Petrografik İncelemeler

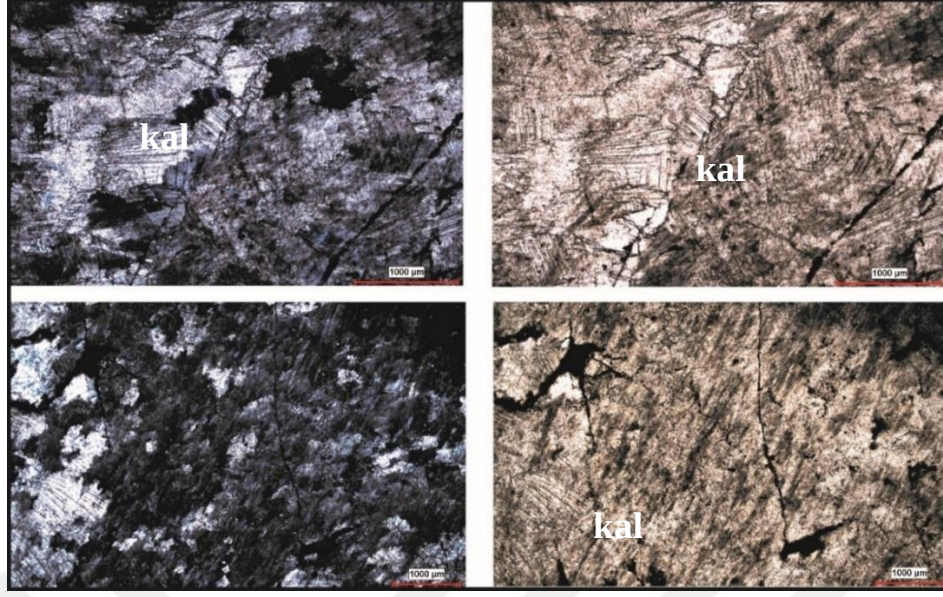
4.2.1 Polarizan Mikroskop İncelemesi

Çalışma alanından alınan örnekler üzerinde polarizan mikroskobu kullanılarak minerallerin kristal sistemi, yapısı, dokusu gibi özellikler incelenmiştir. 25-40kx büyütmeleri kullanılmıştır.



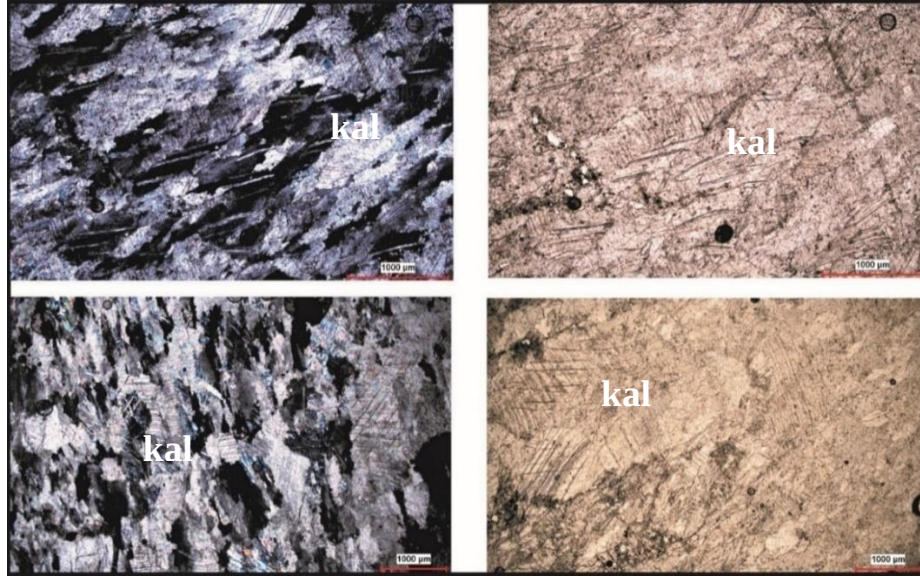
Resim 4.4 BA-1 (BA mermer) kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsü (kal:kalsit, op:opak).

Ba-1 kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsüne göre; kalsit kristal tanelerinde yönelme olduğu görülmüş, yer yer opak mineraller yer almıştır. Kristal tane boyutu 150-600 µm arasında olduğundan ince-orta taneli kireçtaşları içerisinde yer almaktadır.



Resim 4.5 Ba-2 (BA mermer) kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsü (kal:kalsit).

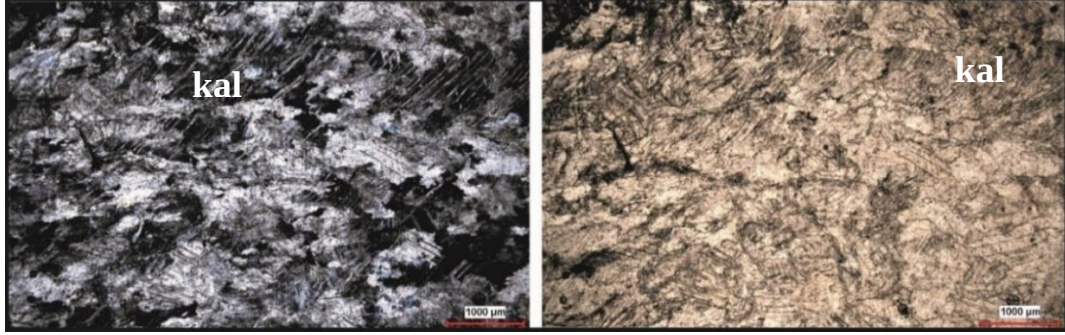
Ba-2 kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsüne göre; kalsit kristal tanelerinde yönelme olduğu görülmüştür. Kristal tane boyutu 110-560 µm arasında olduğundan ince-orta taneli kireçtaşları içerisinde yer almaktadır.



Resim 4.6 BT-1 (Olimar mermer) kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsü (kal:kalsit).

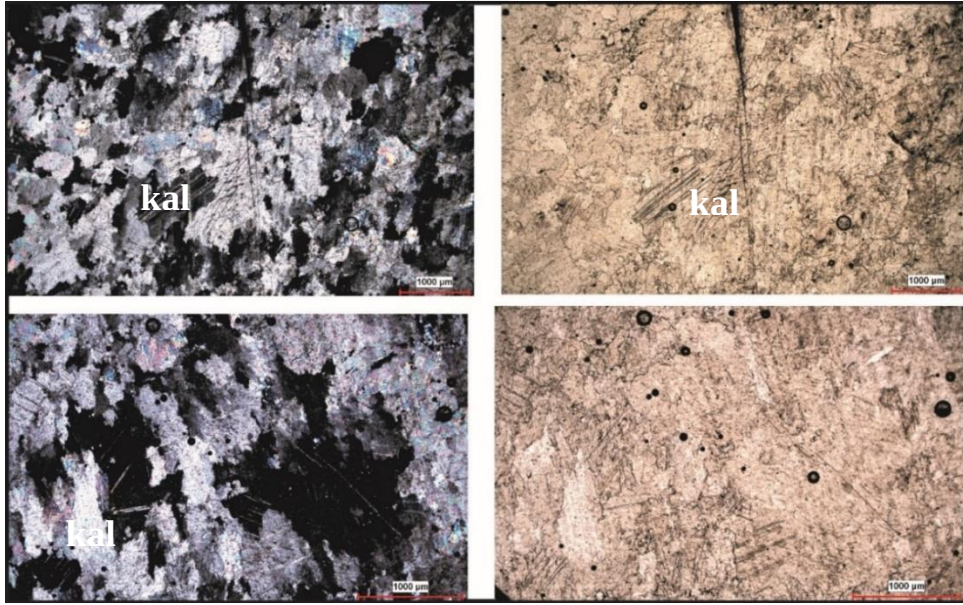
Bt-1 kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsüne göre; kalsit kristal tanelerinde yönelme olduğu görülmüştür. Kalsit minerallerinde polisintetik ikizlenme görülmüştür.

Kristal tane boyutu 40-400 μm arasında olduğundan ince-orta taneli kireçtaşları içerisinde yer almaktadır.



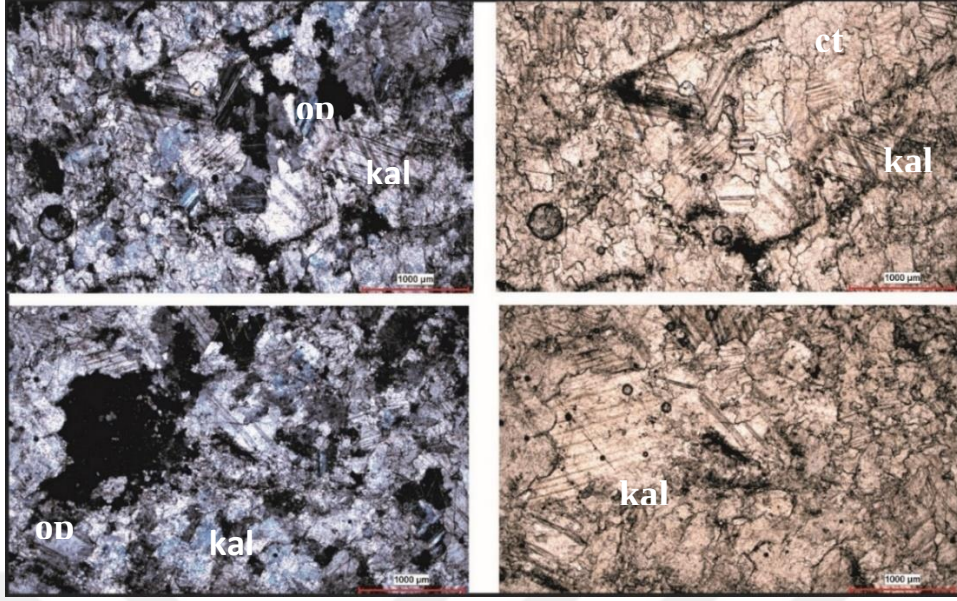
Resim 4.7 BT-2 (Olimar mermer) kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsü (kal:kalsit).

Bt-2 kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsüne göre; Kalsit minerallerinde polisentetik ikizlenme görülmüştür. Kristal tane boyutu 100-700 μm arasında olduğundan ince-orta taneli kireçtaşları içerisinde yer almaktadır.



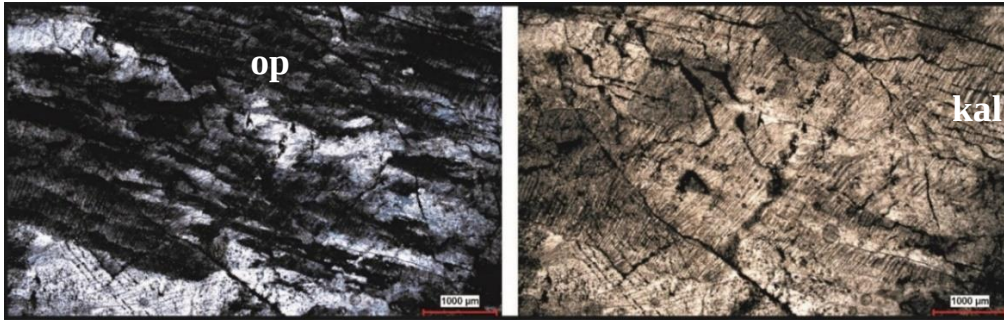
Resim 4.8 BT-3 (Olimar mermer) kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsü (kal:kalsit).

Bt-3 kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsüne göre; Kalsit minerallerinde polisentetik ikizlenme görülmüştür. Kristal tane boyutu 70-300 μm arasında olduğundan ince-orta taneli kireçtaşları içerisinde yer almaktadır.



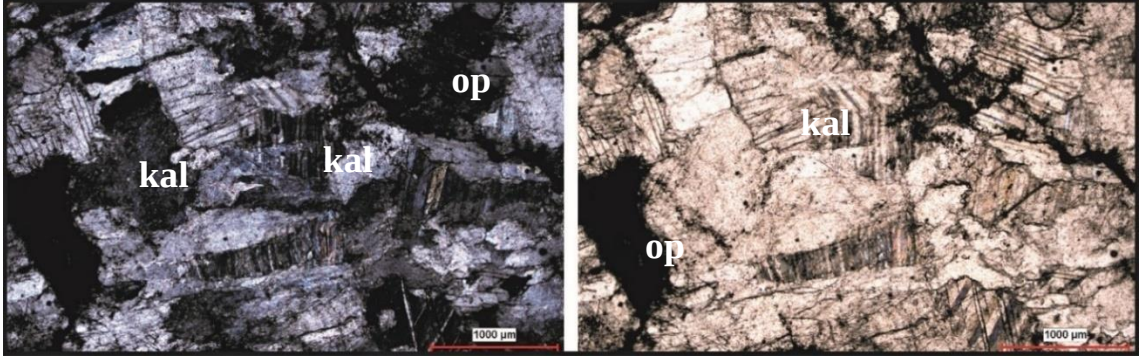
Resim 4.9 BT-4 (Olimar mermer) kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsü (kal:kalsit, op:opak, çt:çatlak).

Bt-4 kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsüne göre; Kalsit minerallerinde polisentetik ikizlenme görülmüş, yer yer opak mineralleri gözlenmiştir. Yer yer kırık çatlak düzlemleri yer almıştır. Kristal tane boyutu 90-300 µm arasında olduğundan ince-orta taneli kireçtaşları içerisinde yer almaktadır.



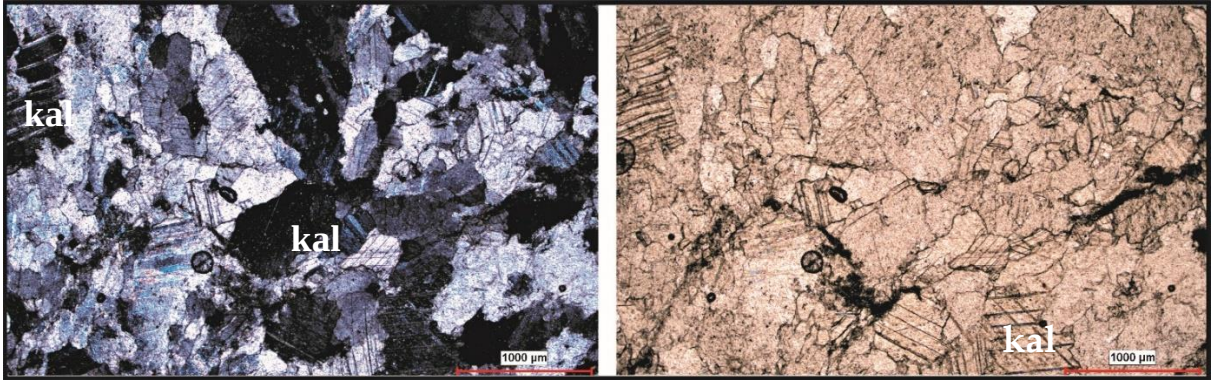
Resim 4.10 SD-1 (SD mermer) kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsü (kal:kalsit, op:opak).

Sd-1 kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsüne göre; Kalsit minerallerinde sönme görülmüş, yer yer opak mineralleri yer almıştır. Kristal tanelerinde yönlenme görülmüş ve iri boyutta kalsit mineralleri ile sıvanmıştır. Kristal tane boyutu 90-300 µm arasında olduğundan ince-orta taneli kireçtaşları içerisinde yer almaktadır.



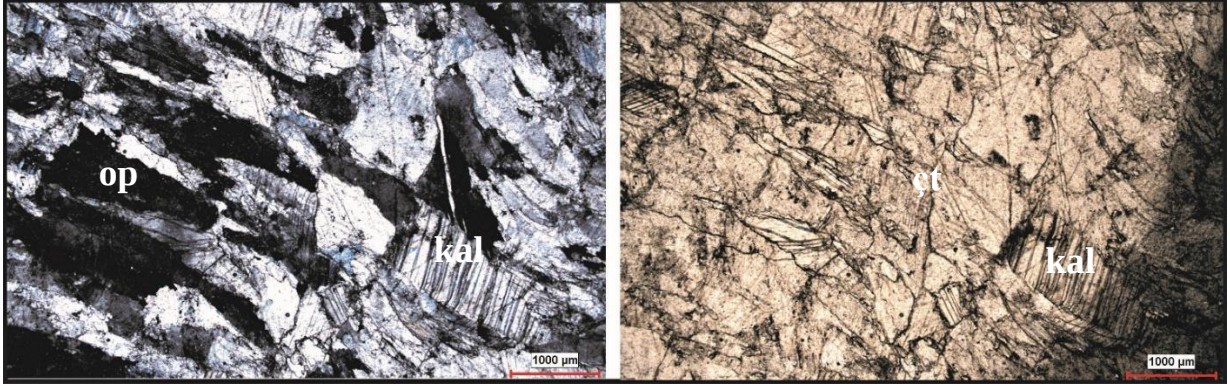
Resim 4.11 TP-1 (Tekpalamut tepe) kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsü (kal:kalsit, op:opak).

Tp-1 kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsüne göre; Kalsit minerallerinde sönme ve polisentetik ikizlenme görülmüş yer yer opak mineralleri gözlenmiştir. Kristal tane boyutu 90-300 µm arasında olduğundan ince-orta taneli kireçtaşları içerisinde yer almaktadır.



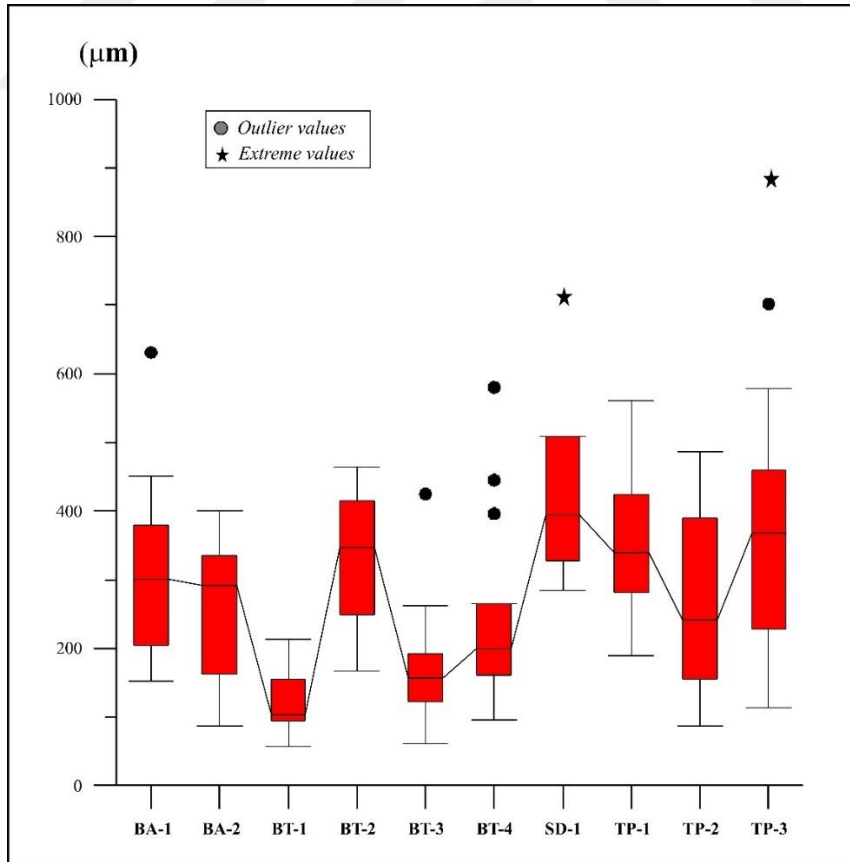
Resim 4.12 TP-2 (Tekpalamut tepe) kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsü (kal:kalsit).

Tp-2 kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsüne göre; Kalsit minerallerinde sönme ve polisentetik ikizlenme görülmüştür. Kristal tane boyutu 100-500 µm arasında olduğundan ince-orta taneli kireçtaşları içerisinde yer almaktadır.



Resim 4.13 TP-3 (Tekpalamut tepe) kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsü (kal:kalsit, op:opak, çt:çatlak).

TP-3 kodlu örneğin polarizan mikroskop görüntüsüne göre; Kalsit minerallerinde sönme ve polisentetik ikizlenme görülmüş yer yer opak mineralleri gözlenmiştir. Yer yer çatlak kırık çatlak düzlemleri gözlenmiştir. Kristal tane boyutu 70-1000 µm arasında olduğundan ince-orta taneli kireçtaşları içerisinde yer almaktadır.



Şekil 4.3 Kristal tane boyutu grafiği.

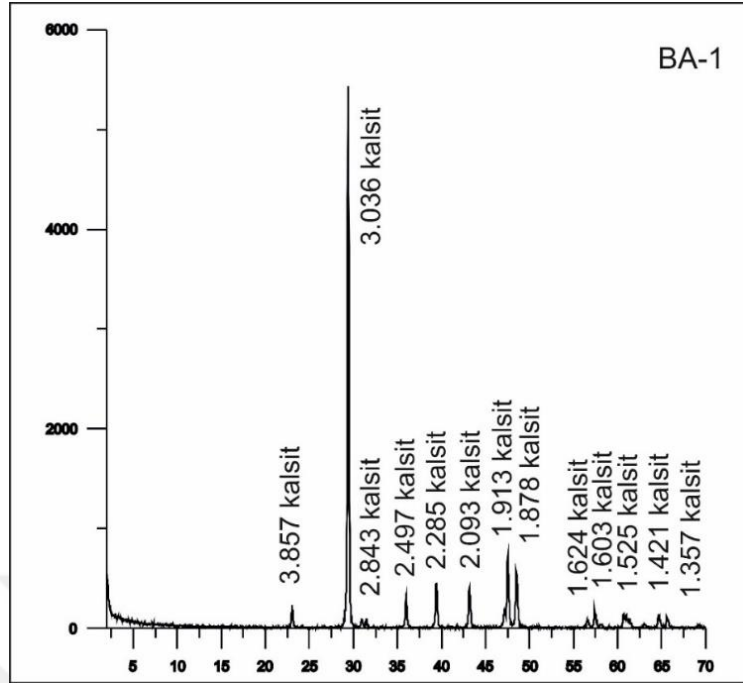
Örneklerin ortalama kristal tane boyutları kullanılarak oluşturulan grafiğe göre; kristal tane boyutları aynı boyutlar da olduğu ayrı bir değerin olmadığı anlaşılmıştır.

4.2.2 X-Işınları Difraktometresi (XRD) İncelemeleri

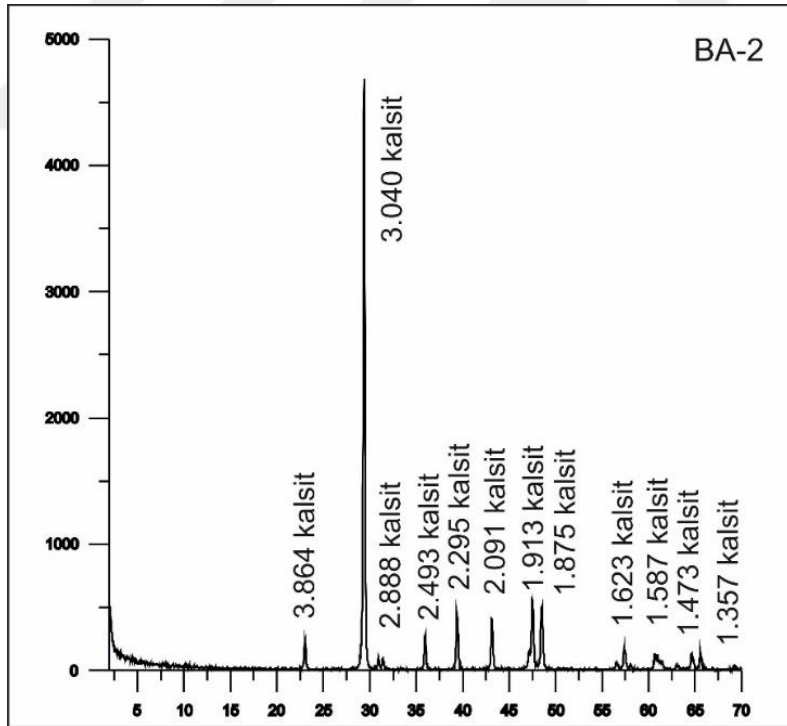
Çalışma alanından alınan örneklerin mineral tayini için x-ışınları difraktometresi (XRD) yöntemi kullanılarak 10 örnek üzerinde kalitatif analiz yapılmıştır. Analiz sonucuna göre pik veren ana mineralin kalsit olduğu saptanmış olup çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Örneklerin XRD yönteminde belirlenmiş kalitatif analiz sonuçları.

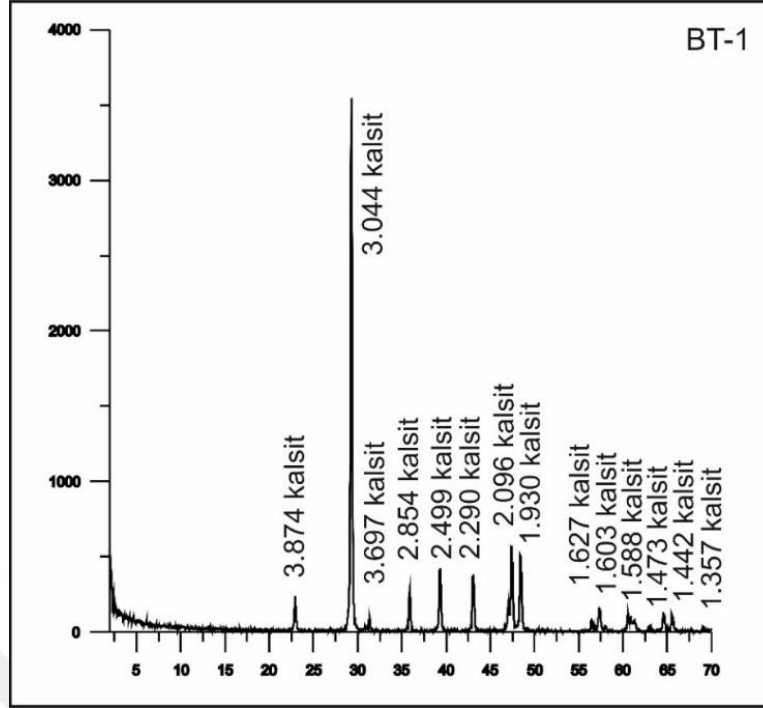
Örnek numarası	Kalsit
BA-1	+
BA-2	+
BT-1	+
BT-2	+
BT-3	+
BT-4	+
SD-1	+
TP-1	+
TP-2	+
TP-3	+



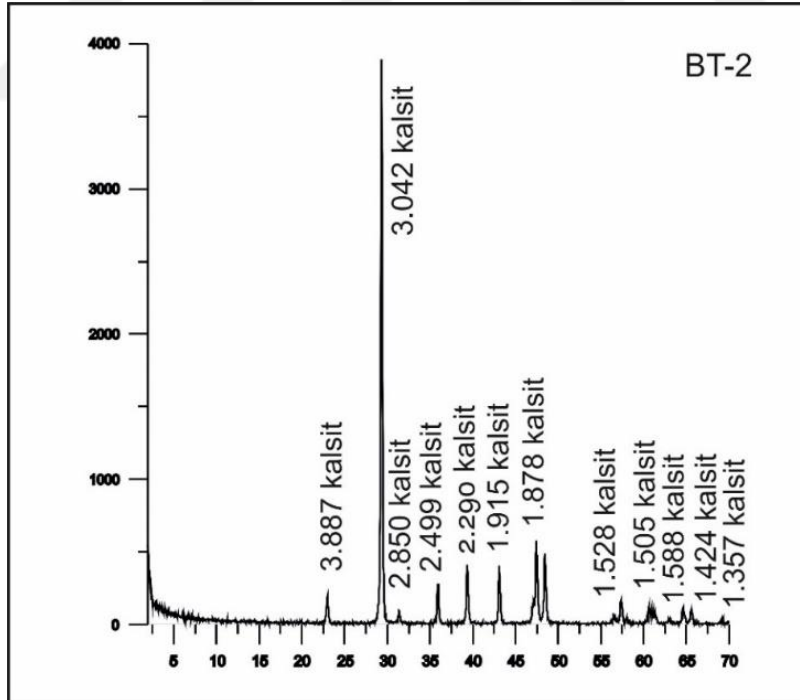
Şekil 4.4 BA-1 (BA mermer) kodlu örneğe ait xrd analiz sonucu.



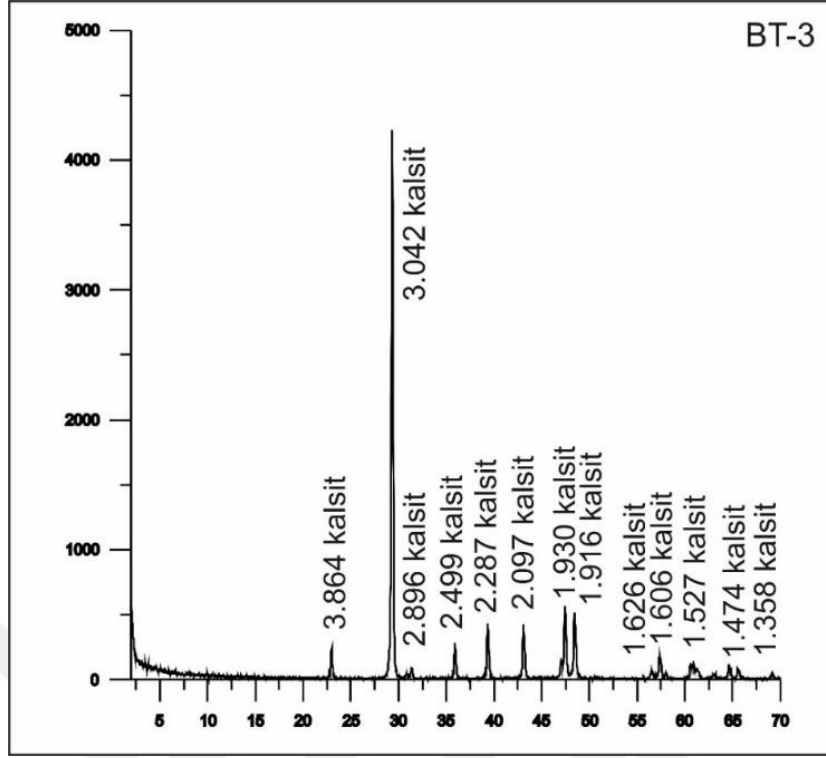
Şekil 4.5 BA-2 (BA mermer) kodlu örneğe ait xrd analiz sonucu.



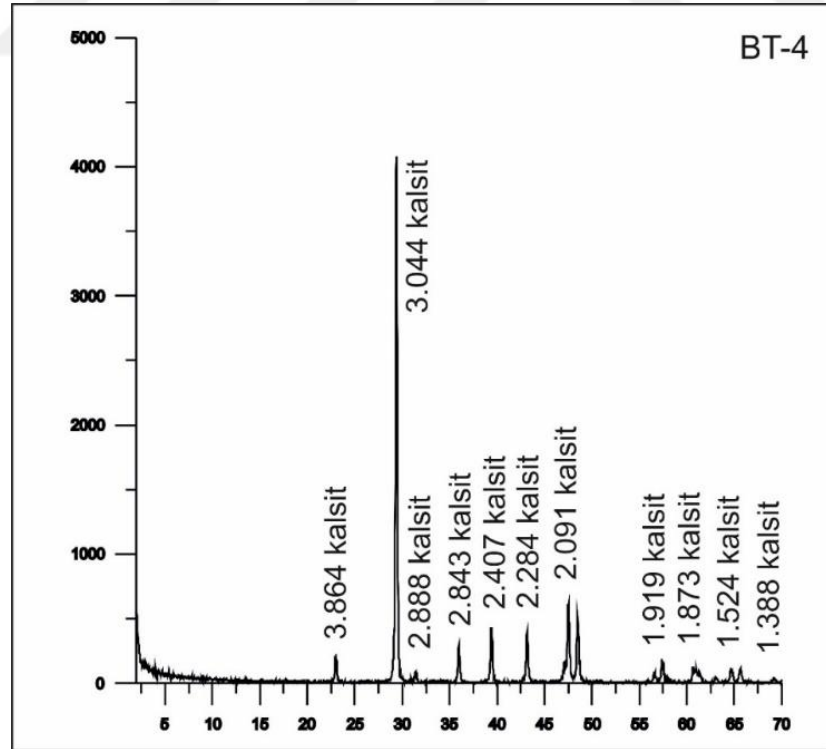
Şekil 4.6 BT-1 (Olimar mermer) kodlu örneğe ait xrd analiz sonucu.



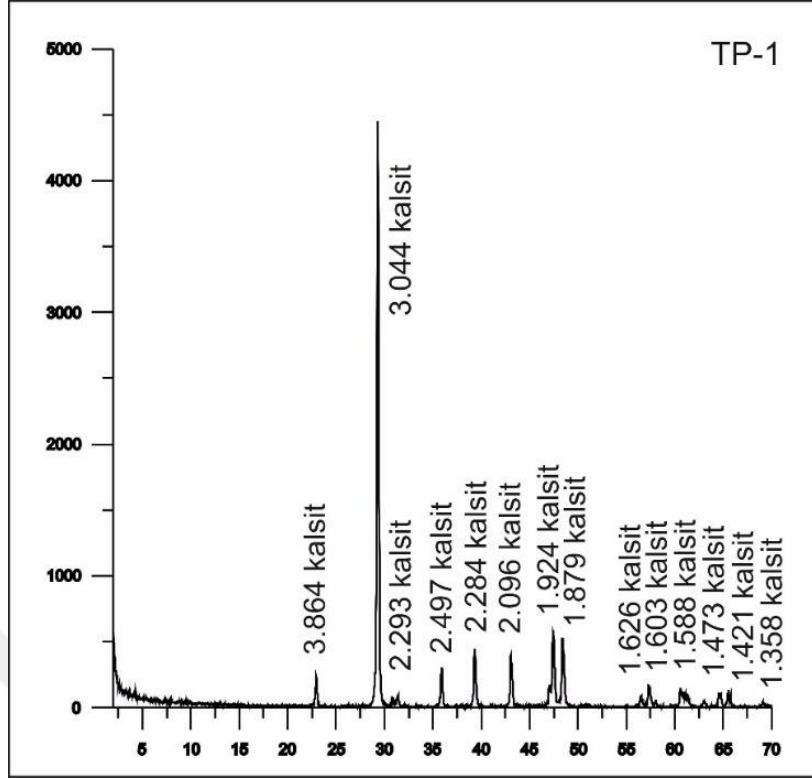
Şekil 4.7 BT-2 (Olimar mermer) kodlu örneğe ait xrd analiz sonucu.



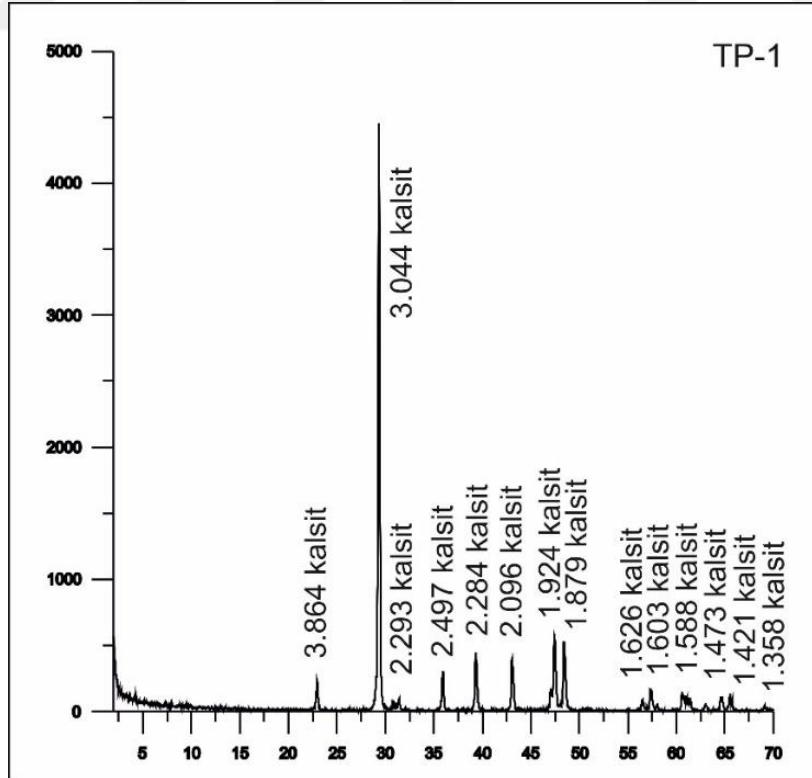
Şekil 4.8 BT-3 (Olimar mermer) kodlu örneğe ait xrd analiz sonucu.



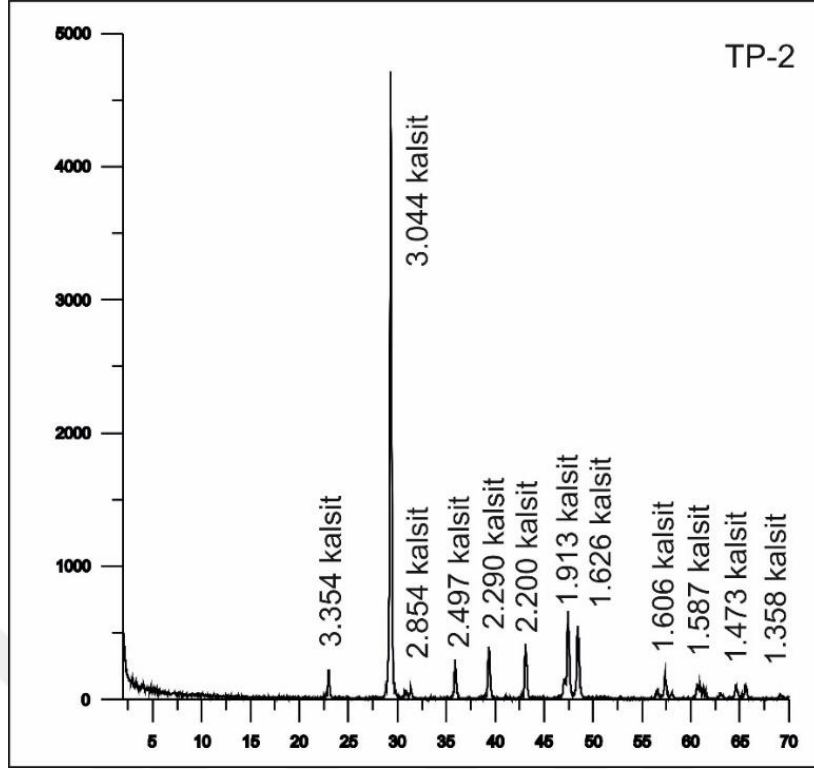
Şekil 4.9 BT-4 (Olimar mermer) kodlu örneğe ait xrd analiz sonucu.



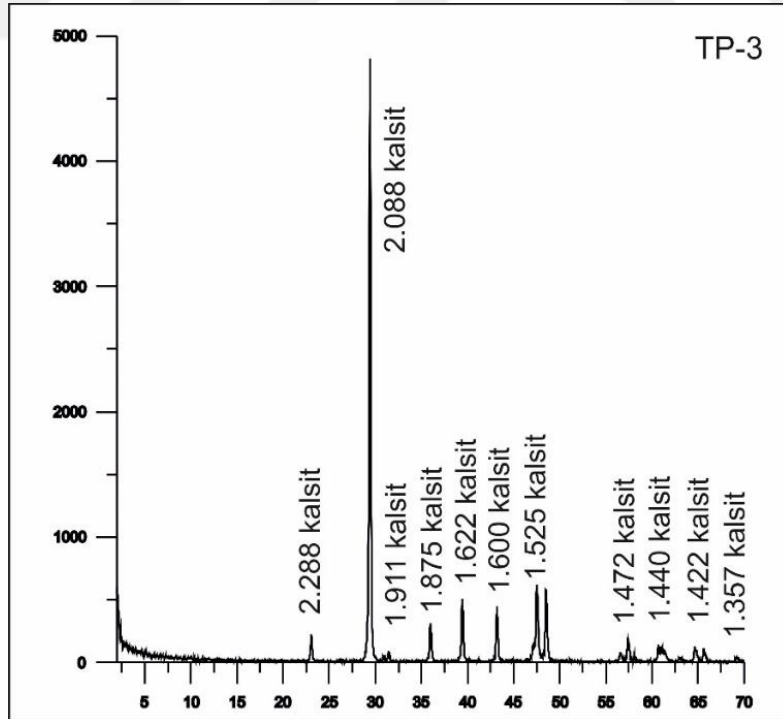
Şekil 4.10 SD-1 (SD mermer) kodlu örneğe ait xrd analiz sonucu.



Şekil 4.11 TP-1 (Tekpalamut Tepe) kodlu örneğe ait xrd analiz sonucu.



Şekil 4.12 TP-2 (Tekpalamut Tepe) kodlu örneğe ait xrd analiz sonucu.



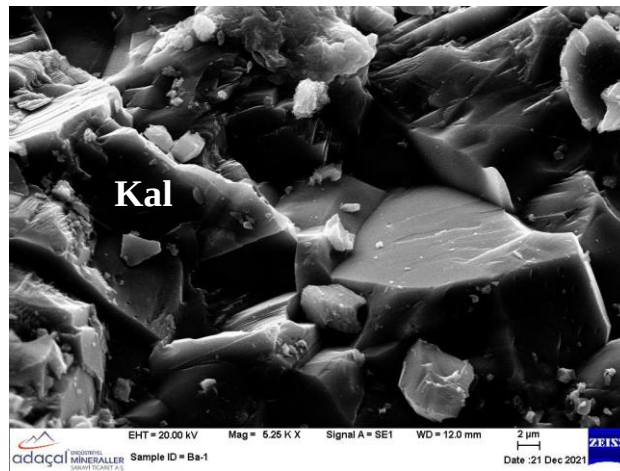
Şekil 4.13 TP-3 (Tekpalamut Tepe) kodlu örneğe ait xrd analiz sonucu.

4.2.3 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) İle İncelenmesi

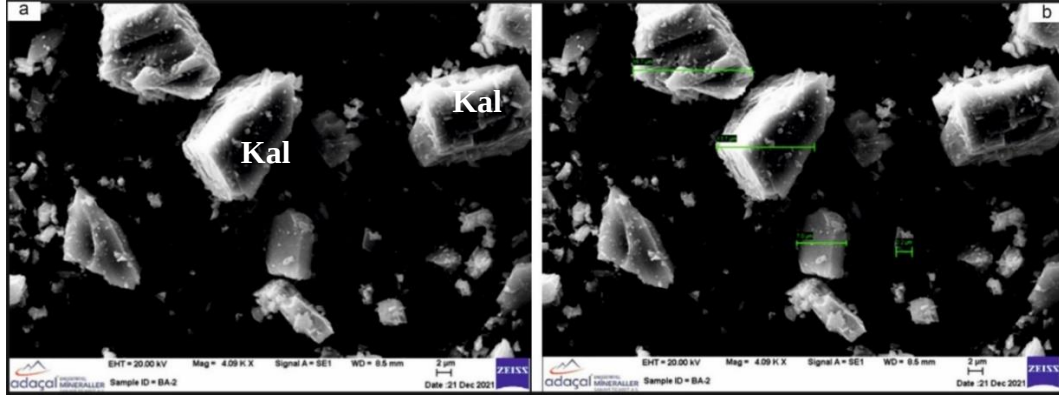
Çalışma alanında ki örneklerin, ikincil mineral oluşumlarının morfolojik özelliklerinin belirlenmesi adına taramalı elektron mikroskopta incelemeleri ve kristal taneler üzerinde tane boyutu ölçümü yapılmıştır. Ana kristalin kalsit olduğu gözlenmiş olup çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Taramalı elektron mikroskop incelemesi ile mineral tane boyutları.

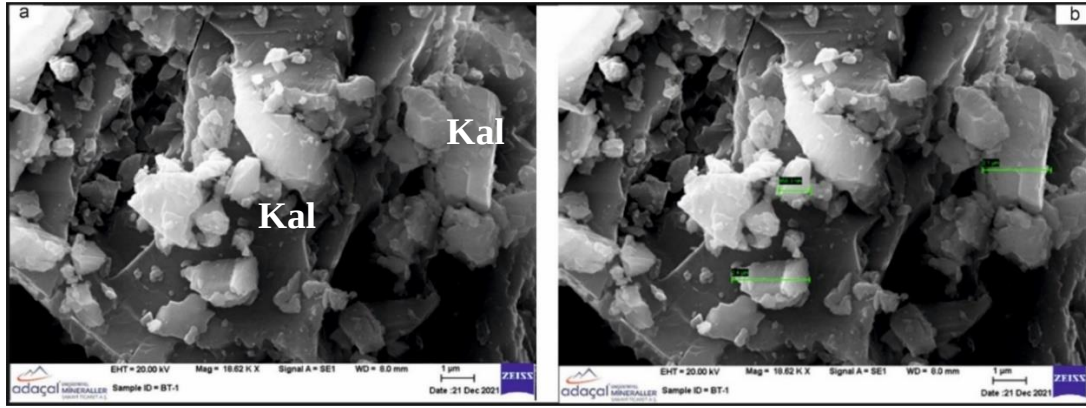
Örnek numarası	Kalsit	Tane boyutu
BA-1	+	5-10 μm
BA-2	+	2-16 μm
BT-1	+	958 nm-2,4 μm
BT-2	+	613,2 nm-1,6 μm
BT-3	+	1-4 μm
BT-4	+	1-4 μm
SD-1	+	1,4-10,3 μm
TP-1	+	5,2-45 μm
TP-2	+	5,2-45 μm
TP-3	+	868 nm-10 μm



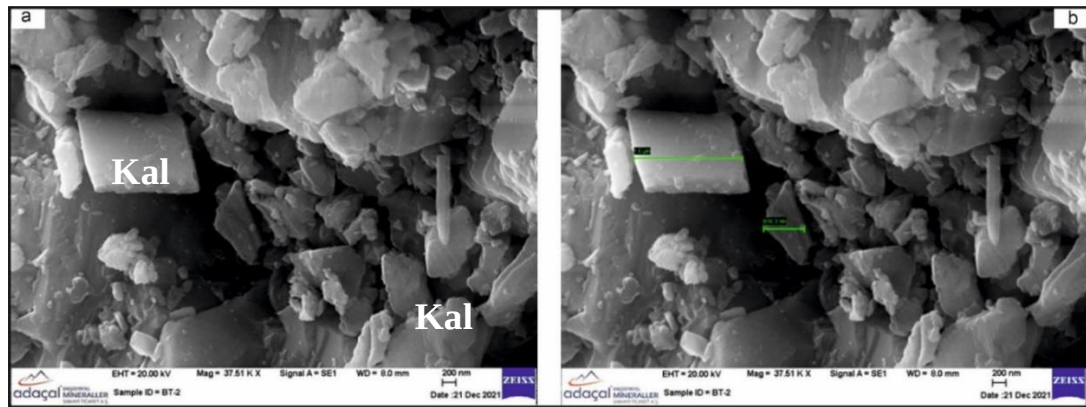
Resim 4.14 Ba-1 (BA mermer) kodlu örneğin sem görüntüsü (kal:kalsit).



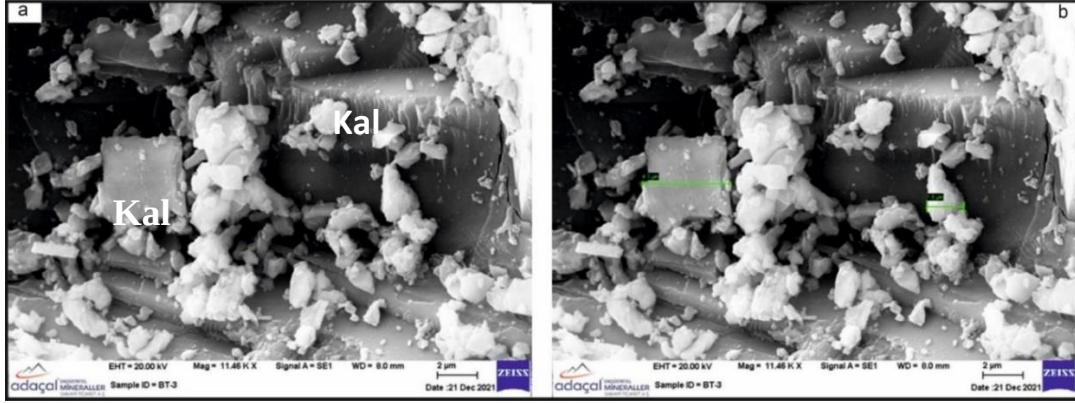
Resim 4.15 a: Ba-2 (BA mermer) kodlu örneğin sem, b: kristal tane boyutunun ölçklendirilmesi (kal:kalsit).



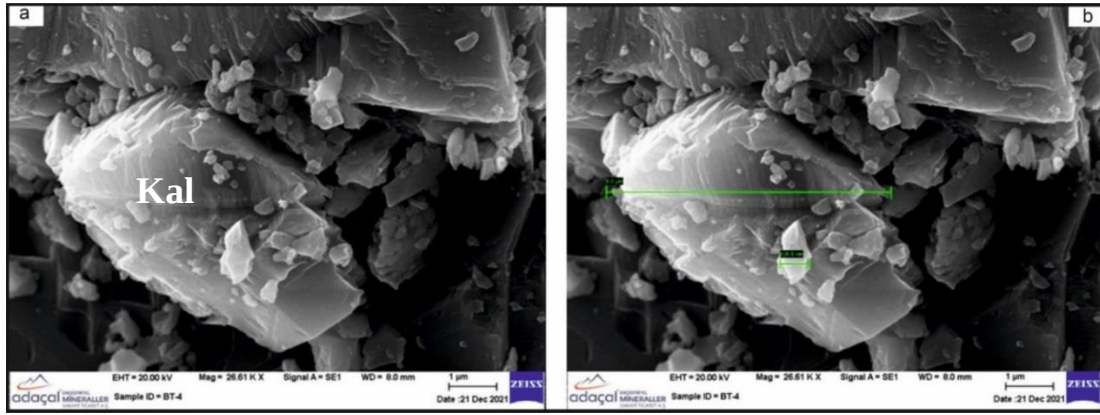
Resim 4.16 a: BT-1 (Olimar mermer) kodlu örneğin sem, b: kristal tane boyutunun ölçklendirilmesi (kal:kalsit).



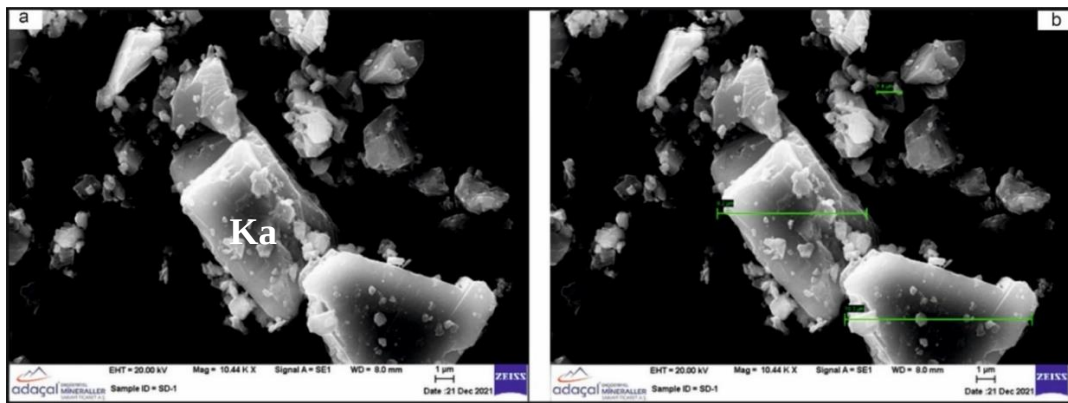
Resim 4.17 a: BT-2 (Olimar mermer) kodlu örneğin sem, b: kristal tane boyutunun ölçklendirilmesi (kal:kalsit).



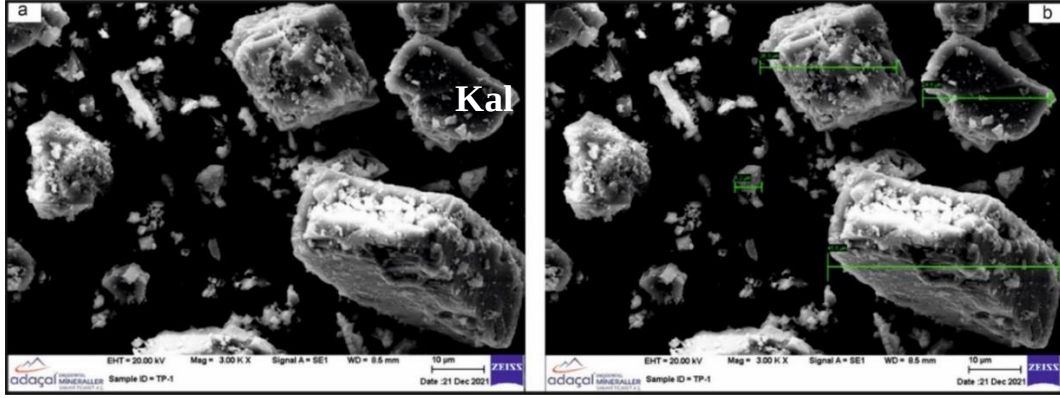
Resim 4.18 a: BT-3 (Olimar mermer) kodlu örneğin sem, b: kristal tane boyutunun ölçeklendirilmesi (kal:kalsit).



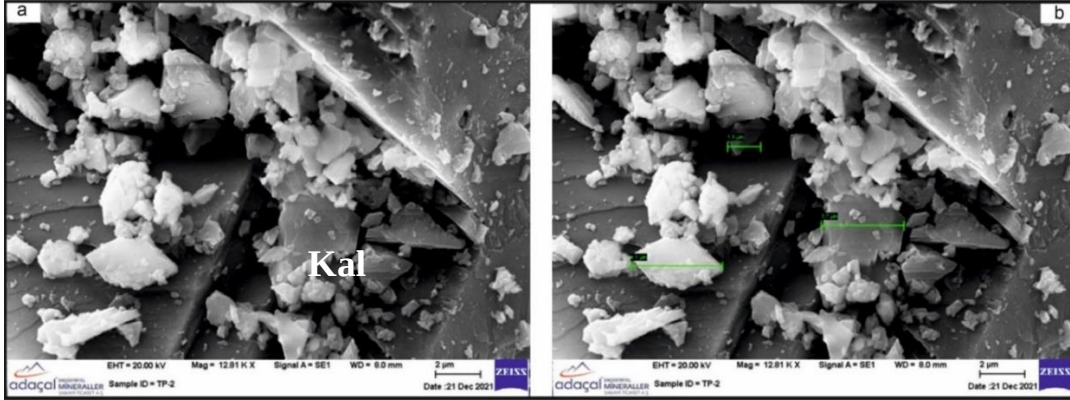
Resim 4.19 a: BT-4 (Olimar mermer) kodlu örneğin sem, b: kristal tane boyutunun ölçeklendirilmesi (kal:kalsit).



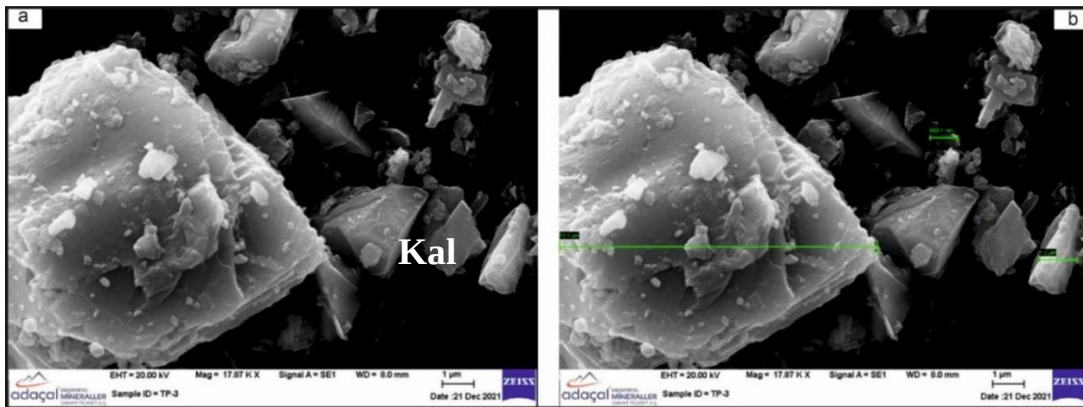
Resim 4.20 a: SD-1 (SD mermer) kodlu örneğin sem, b: kristal tane boyutunun ölçeklendirilmesi (kal:kalsit).



Resim 4.21 a: TP-1 (Tekpalamut tepe) kodlu örneğin sem, b: kristal tane boyutunun ölçklendirilmesi (kal:kalsit).



Resim 4.22 a: TP-2 (Tekpalamut tepe) kodlu örneğin sem, b: kristal tane boyutunun ölçklendirilmesi (kal:kalsit).



Resim 4.23 a: TP-3 (Tekpalamut tepe) kodlu örneğin sem, b: kristal tane boyutunun ölçklendirilmesi (kal:kalsit).

4.3 Jeokimyasal İncelemeler

Çalışma alanından alınan örnekler üzerinde; xrf yöntemi kullanılarak ana element analizi, $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ saptamak için duraylı izotop oranı kütle spektroskopisi analizi, iz element ve nadir toprak analiz incelemeleri yapılarak kimyasal analiz yapılmıştır.

4.3.1 Ana Element Analizi

Örnekler 1050°C’de 2 saat boyunca pişmeden önce kimyasal analiz işlemi yapılmıştır. Kalsinasyon sonrası xrf cihazı ile ana element tayini yapılmıştır.

Çizelge 4.3 Ana element analiz sonuçları.

Kalsinasyondan Önce										
Örnek No	CaO	MgO	SiO ₂	SrO	P ₂ O ₅	SO ₃	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	A.Z
BA-1	56.1	0.17	0.12	0.02	0.04	0.03	0.02	0.03	0.03	43.5
BA-2	56.2	0.17	0.11	0.02	0.05	0.03	0.03	0.04	0.03	43.3
BT-1	54.2	0.14	0.13	0.04	0.06	0.01	0.02	0	0.03	46
BT-2	56.4	0.07	0.11	0.04	0.08	0.03	0.02	0.03	0.03	43.2
BT-3	55.4	0.18	0.19	0.4	0.05	0.25	0.01	0.03	0.04	43.4
BT-4	56	0.07	0.04	0.03	0.03	0.01	0.01	0	0.01	44
SD-1	56.2	0.39	0.12	0.04	0.08	0.04	0.03	0	0.04	43.4
TP-1	56.1	0.06	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0	0.02	43.6
TP-2	56	0.12	0.06	0.04	0.05	0.02	0.02	0	0.02	43
TP-3	56.3	0.12	0.08	0.06	0.06	0.04	0.04	0	0.03	43.2

Analiz sonucuna göre örneklerin bünyesinde ki CaO miktarları ortalama %54-56, MgO miktarları ortalama %0,1-0,4, SiO₂ miktarları ortalama %0-0,01, SO₃ miktarları ortalama %0-0,1 arasında olduğu görülmüştür.

4.3.2 İz Ve Nadir Toprak Element Analizi

Örnekler üzerinde yapılan ICP analizine göre; nadir toprak değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmüştür. Yalnızca Stronsiyum elementinin yüksek olduğu ve 100-400 ppm arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Bu durum örneklerin bünyesinde ki Ca yüzdesinin yüksek olmasından kaynaklıdır.

Çizelge 4.4 İz element ve nadir toprak element sonuçları.

Tayin Sınırı	BA-1	BA-2	BT-1	BT-2	BT-3	BT-4	SD-1	TP-1	TP-2	TP-3	
Nadir Toprak	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
La	0.01	0.6	0.7	1.06	1.04	0.71	1.71	0.54	0.09	0.10	0.15
Ce	0.01	0.3	0.32	0.16	0.40	0.16	0.44	0.21	0.050	0.08	0.060
Pr	0.01	0.097	0.097	0.19	0.18	0.12	0.26	0.078	*	*	0.021
Nd	0.01	0.44	0.44	0.87	0.79	0.52	1.18	0.33	0.035	0.04	0.075
Sm	0.01	0.11	0.09	0.2	0.17	0.10	0.23	0.080	*	*	*
Eu	0.001	0.024	0.025	0.042	0.039	0.024	0.064	*	*	*	
Gd	0.01	0.13	0.14	0.25	0.22	0.13	0.28	0.10	*	*	0.033
Tb	0.002	0.017	0.018	0.030	0.030	0.017	0.045	*	*	*	*
Dy	0.01	0.14	0.14	0.23	0.26	0.14	0.34	0.12	*	*	0.030
Ho	0.002	0.03	0.018	0.048	0.057	0.030	0.075	0.026	*	*	0.33
Er	0.001	0.1	0.13	0.14	0.18	0.090	0.24	0.081	*	0.019	0.024
Tm	0.001	0.013	0.031	0.017	0.025	0.010	0.032	0.011	*	*	*
Yb	0.004	0.082	0.1	0.11	0.17	0.67	0.23	0.088	*	0.018	0.019
Lu	0.001	0.013	0.012	0.017	0.027	*	0.036	*	*	*	*
İz element											
Y	0.01	1.45	1.44	1.86	2.60	1.23	3.30	1.42	0.18	0.30	0.41
Sr	0.05	137	139	324	389	341	276.0	193	144	145	150
Ba	0.01	2.8	2.8	2.0	3.90	3.20	1.52	4.50	1.18	0.52	0.78
Cd	0.05	*	*	*	0.35	*	*	*	*	*	*
Pb	0.03	*	*	*	1.82	*	*	*	*	*	*
U	0.004	*	*	0.14	0.17	0.19	0.21	0.093	0.091	0.097	0.15
Zr	0.1	*	0.43	*	0.40	*	*	*	*	*	*

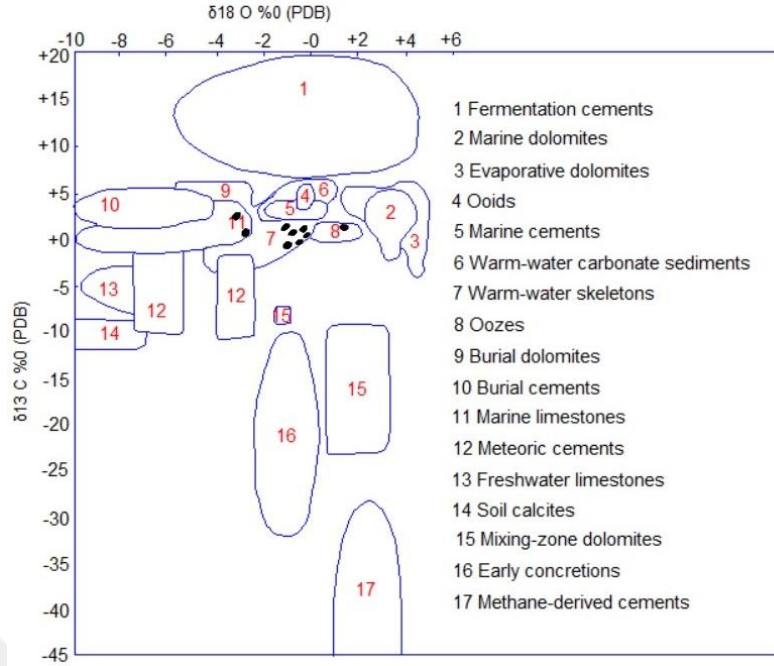
4.3.3 İzotop Analizi

$\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ izotop analizine göre oluşturulan diyagramda her bir örneğe ait karbon ve oksijen kesişim noktaları baz alınmıştır. Bu kesişim noktalarının 7,8 ve 11 nolu bölgelere karşılık geldiği görülmüştür. Örneklerin büyük bir kısmının 7 numaralı bölgede olması kireçtaşı örneklerinin kısmen ılıman denizel ortamında oluştuğu anlamına gelmektedir.

Çizelge 4.5 Duraylı izotop oranı kütle spektroskopisi analiz sonuçları.

Örnek numarası	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$ vs VPDB	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$ vs V
BA-1	2.95	-0.06
BA-2	2.61	-1.59
BT-1	2.68	-1.66
BT-2	2.56	-2.64
BT-3	2.82	-1.54
BT-4	2.58	-0.56
SD-1	3.41	-2.92
TP-1	1.85	-0.45
TP-2	1.67	-0.55
TP-3	1.72	-0.34

Örneklere yapılan izotop analizine göre; $\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$ vs VPDB değeri %1,72-3,41 arasında değişmektedir. $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$ vs VPDB değeri % (-0,06)-(-2,92) arasında değişmektedir.



Şekil 4.13 Referans $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ İzotop alanlarını gösteren $\delta^{13}\text{C}$ diyagramı (karbonat bileşenleri, tortular, kireçtaşları için, dolomitler ve betonlar içindir. Örneklerin $\delta^{18}\text{O}$ değerleri negatif yüklü olması nedeniyle bu şemaya dahil edilmiştir) (Petrography and Stable Isotope Geochemistry of the Cretaceous El Abra Limestones (Actopan), Mexico: Implication on Diagenesis).

4.4 Çalışma Alanındaki Kireçtaşlarının Kireç Hammaddesi Olarak İncelenmesi

Kalsitik kireçtaşlarının kireç hammaddesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması adına TS EN 459-2 standartı esas alınarak kireç deneyleri yapılmıştır. Örneklerin bir kısmı kırma-öğütme işlemlerinden geçerek toz haline getirilmiş ve toz örneklerden renk (L,a,b) analizi yapılmıştır. Kayaç örnekleri 1050°C'de 2 saat boyunca kalsinasyon yapılmıştır. Kalsinasyonu yapılan örneklerle sırasıyla; sönmemiş kireçlerde kızdırma kaybı deneyi, sönmemiş kireçlerde serbest CaO(%) deneyi, sönmemiş kireçlerde reaktivite deneyi, sönmemiş kireçlerde ana oksit tayini, sönmemiş kireçlerde renk (L,a,b) analizi ve sönmemiş kireçlerde tane boyutu analizi yapılmıştır.

4.4.1 Renk (L,a,b) Analizi

Çizelge 4.6 Renk analiz sonuçları

Örnek Numarası	L	a	b
SD-1	93.35	0.1	0.93
BT-1	93.33	0.3	2.16
BT-2	93.4	0.06	0.76
BT-3	92.21	0.07	0.58
BT-4	94.92	0.06	1.45
TP-1	92.27	-0.02	0.4
TP-2	92.83	-0.03	0.5
TP-3	93.56	0	0.76
BA-1	92.71	0.04	1.37
BA-2	92.39	0.03	1.63

Öğütülmüş tüvenan örnekler üzerinde renk analizi yapılmış olup sonuçlar çizelge 4.6’da verilmiştir. Sonuçlara göre örneklerin L(beyaz) 92-94, a(kırmızı-yeşil) 0,03-0,06, b(sar-mavi) değerlerinin 0,9-2,16 arasında değişmekte olduğu görülmüştür. Kireç hammaddesi için b değerinin düşük olması uygun bir durumdur.

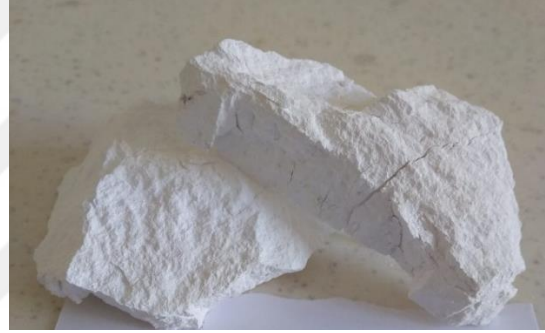
4.4.2 Kalsinasyon Testi

Tüvenan örnekler üzerinde 1050°C de kül fırınında 2 saat boyunca pişirilerek ısıl işlem uygulanmış ve sönmemiş kireç elde edilmiştir. Buna göre BA-1, BA-2, BT-1, BT-2, BT-4, TP-1, TP-2 ve TP-3 kodlu örnekler tam pişmiş olup CaO’ya tamamen dönüşmüştür. BT-2 ve SD-1 kodlu örnekler orta derece de pişmiş olup CaO’ya dönüşümünde çekirdekli kalmıştır. Bu durum kirecin CO₂ miktarını arttırmakta ve kireç kalitesini olumsuz etkilemektedir.



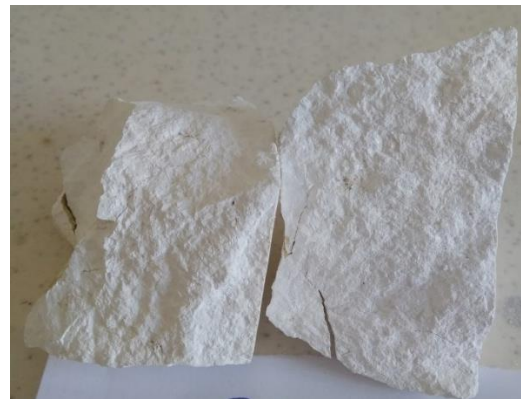
Resim 4.24 BA-1 (BA mermer) kodlu örneğin kalsinasyondan önce (sol resim) ve kalsinasyondan sonra (sağ resim) ki görünümü.

Kalsinasyon sonucunda örnek tam pişmiş olup kırılması kolaydır.



Resim 4.25 BA-2 (BA mermer) kodlu örneğin kalsinasyondan önce (sol resim) ve kalsinasyondan sonra (sağ resim) ki görünümü.

Kalsinasyon sonucunda örnek tam pişmiş olup kırılması kolaydır.



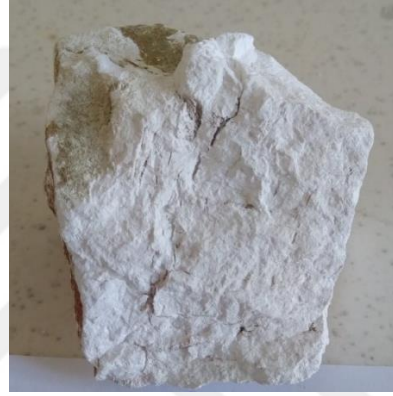
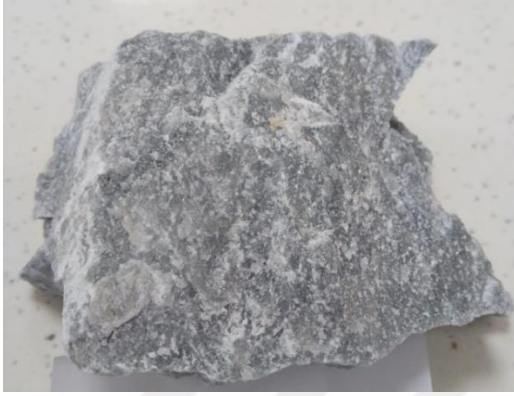
Resim 4.26 BT-1 (Olimar mermer) kodlu örneğin kalsinasyondan önce (sol resim) ve kalsinasyondan sonra (sağ resim) ki görünümü.

Kalsinasyon sonucunda örnek tam pişmiş olup kırılması kolaydır.



Resim 4.27 BT-2 (Olimar mermer) kodlu örneğin kalsinasyondan önce (sol resim) ve kalsinasyondan sonra (sağ resim) ki görünümü.

Kalsinasyon sonucunda örnek tam pişmiş olup kırılması kolaydır.



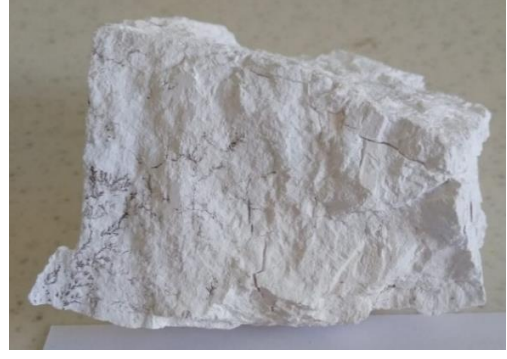
Resim 4.28 BT-3 (Olimar mermer) kodlu örneğin kalsinasyondan önce (sol resim) ve kalsinasyondan sonra (sağ resim) ki görünümü.

Kalsinasyon sonucunda örnek orta derecede pişmiştir.



Resim 4.29 BT-4 (Olimar mermer) kodlu örneğin kalsinasyondan önce (sol resim) ve kalsinasyondan sonra (sağ resim) ki görünümü.

Kalsinasyon sonucunda örnek tam pişmiş olup kırılması kolaydır.



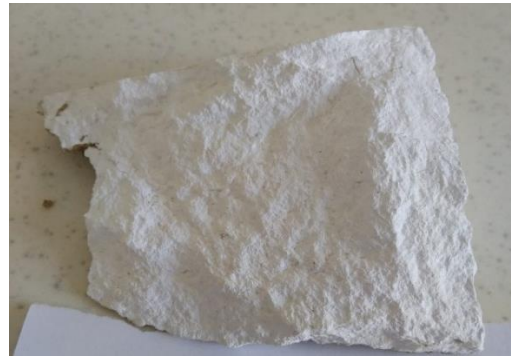
Resim 4.30 SD-1 (SD mermer) kodlu örneğin kalsinasyondan önce (sol resim) ve kalsinasyondan sonra (sağ resim) ki görünümü.

Kalsinasyon sonucunda örnek orta derecede pişmiştir.



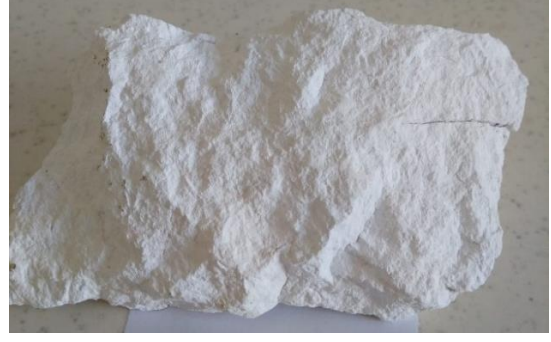
Resim 4.31 TP-1 (Tekpalamur tepe) kodlu örneğin kalsinasyondan önce (sol resim) ve kalsinasyondan sonra (sağ resim) ki görünümü.

Kalsinasyon sonucunda örnek tam pişmiş olup kırılması kolaydır.



Resim 4.32 TP-2 (Tekpalamut tepe) kodlu örneğin kalsinasyondan önce (sol resim) ve kalsinasyondan sonra (sağ resim) ki görünümü.

Kalsinasyon sonucunda örnek tam pişmiş olup kırılması kolaydır.



Resim 4.33 TP-3 (Tekpalamut tepe) kodlu örneğin kalsinasyondan önce (sol resim) ve kalsinasyondan sonra (sağ resim) ki görünümü.

Kalsinasyon sonucunda örnek tam pişmiş olup kırılması kolaydır.

4.4.3 Kızdırma Kaybı Tayini

Çizelge 4.7 Sönmemiş kireçte kızdırma kaybı sonuçları.

Örnek numarası	A.Z(%)
BA-1	2.7
BA-2	1.33
BT-1	1.68
BT-2	1.56
BT-3	0.43
BT-4	0.4
SD-1	15.1
TP-1	1.17
TP-2	0.23
TP-3	0.84

Kalsinasyonu yapılmış örneklerin kızdırma kaybı sonuçlarına göre; sönmemiş kireçte pişmeyen CaCO_3 yüzdesinin 0,4-2,7 arasında değiştiği görülmüştür. Bu değerler kirecin pişme derecesine göre bakıldığında uygun değerlerdir. SD-1 kodlu örneğin kızdırma kaybı %15,1 tam pişme olmamasından kaynaklıdır.

4.4.4 Sönmemiş Kireçte Serbest CaO Tayini

Çizelge 4.8 Sönmemiş kireçte serbest CaO tayini sonuçları.

Örnek Numarası	Serbest CaO
BA-1	87.22
BA-2	88.31
BT-1	57.21
BT-2	88.88
BT-3	88.49
BT-4	87.42
SD-1	60.19
TP-1	85.59
TP-2	87.27
TP-3	88.18

Örnekleri kalsinasyon yaparak sönmemiş kireç elde edilmiştir. Sönmemiş kireçte bünyesinde ki serbest CaO miktarını öğrenmek için yapılan analiz sonucu çizelge 4.8’de verilmiştir. Sonuçlara göre; CaO yüzdesinin %85-88 arasında değiştiği ve buna bağlı olarak kireç hammaddesi için uygun kalite de olduğu tesbit edilmiştir. BT-1 ve SD-1 kodlu örneklerin CaO yüzdesinin düşük olması kızıdırma kayıplarının CO₂ miktarının yüksek olmasından kaynaklıdır.

4.4.5 Sönmemiş Kireçte Reaktivite Tayini

Çizelge 4.9 Sönmemiş kireçte reaktivite tayini.

Örnek numarası	t60(sn)
BA-1	59 sn
BA-2	23 sn
BT-1	sönmedi
BT-2	22 sn
BT-3	28 sn
BT-4	30 sn
SD-1	sönmedi
TP-1	18 sn
TP-2	17 sn
TP-3	20 sn

Sönmemiş kireç örneklerinde yapılan reaktivite deneyine göre; sönme süreleri 60° C’de 10-60 sn arasında değişmektedir. Kireç hammaddesi için örneklerin sönme süreleri uygundur. BT-1 ve SD-1 kodlu örneklerin serbest CaO yüzdesinin düşük olması, reaktivite sürelerini de olumsuz yönden etkilediği için örnekler de sönme işlemi gerçekleşmemiştir.

4.4.6 Sönmemiş Kireçte Kimyasal Analiz

Çizelge 4.10 Sönmemiş kireçte kimyasal analiz sonuçları.

Örnek Numarası	CaO	MgO	SiO ₂	SrO	P ₂ O ₅	SO ₃	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	A.Z
BA-1	96.1	0.81	0.12	0.05	0.12	0.04	0.05	0.03	0.03	2.7
BA-2	97.6	0.61	0.14	0.03	0.08	0.04	0.05	0.03	0.04	1.33
BT-1	95.02	0.24	0.13	0.06	0.14	0.03	0.04	0.03	0.05	1.68
BT-2	94.8	0.21	0.12	0.07	0.12	0.04	0.05	0.03	0.05	1.56
BT-3	98.6	0.57	0.16	0.03	0.09	0.04	0.04	0.05	0.04	0.43
BT-4	99	0.17	0.14	0.06	0.06	0.06	0.03	0	0.4	0.4
SD-1	84.2	0.34	0.13	0.05	0.62	0.04	0.04	0.03	0.35	15.1
TP-1	97.8	0.55	0.23	0.03	0	0.04	0.07	0.04	0.06	1.17
TP-2	98.6	0.24	0.46	0.03	0.08	0.03	0.08	0.07	0.21	0.23
TP-3	98.42	0.45	0.32	0.03	0.07	0.04	0.07	0.06	0.27	0.84

1050° C’de kalsinasyonu yapılmış örnekler xrf cihazı ile ana oksit analizine tabii tutulmuştur. Sönmemiş kireçte ki yüzde CaO miktarı %80-100 arasındadır. Bünyesinde %0,1-0,8 arasında MgO, eser miktarda diğer bileşikler yer almaktadır. CaO yüzde oranının yüksek olması kalsiyum kireci olarak kullanımında uygun olduğunu göstermektedir.

4.4.7 Tane Boyutu Analizi

Çizelge 4.11 Sönmemiş kireçte tane boyutu analiz sonuçları.

Örnek Numarası	d _(0.10)	d _(0.50)	d _(0.90)	d _(0.97)	d _(0.98)
BA-1	6.84	32.6	106.38	158.04	173.77
BT-1	2.5	23.25	98.49	146.23	159.52
SD-1	3.58	30.92	110.93	162.78	176.68
TP-1	0.55	9.52	34.3	69.35	86.13

Sönmemiş kireç örneklerinde yapılan tane boyutu analizine göre; d(0.10)'da ki tane boyutunun 0-7 μm , d(0.97)'da ki tane boyutunun ise 80-180 μm arasında olduğu görülmüştür. Sonuçların sönmemiş kireç tane boyutuna göre uygun olduğu düşünülmektedir.

4.4.8 Renk Analizi (L,a,b)

Çizelge 4.12 Sönmemiş kireçte renk analiz sonuçları.

Örnek Numarası	L	a	b
SD-1	96.53	0.15	1.41
BT-1	96.47	0.15	1.96
BT-2	96.09	-0.06	1.09
BT-3	97.06	0.22	1.9
BT-4	97.06	0.13	1.82
TP-1	97.36	-0.01	1.83
TP-2	92.94	0.02	4.41
TP-3	98.28	-0.01	1.17
BA-1	97.93	-0.02	1.06
BA-2	97.3	0.13	1.88

Örnekler, 1050° C’de 2 saat boyunca kalsinasyon yapıldıktan sonra renk (L, a, b) analizi yapılmıştır. Analiz sonucuna göre; L(beyaz) 90-98, a(kırmızı-yeşil) 0,01-0,2, b(sarı-mavi) değerini 1-2 arasında olduğu görülmüştür. TP-2 kodlu örneğin b değerinin yüksek olması kireç hammaddesi için kullanılması yönünden olumsuzdur fakat bünyesinde ki serbest CaO yüzdesinin yüksek olması ve reaktivite değerinin düşük olması yönünde kireç hammaddesi için uygun olduğunu göstermektedir.



5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında Emirdağ (Afyonkarahisar) kireçtaşlarının hammadde özellikleri belirlenmiştir. Bu özelliklerin belirlenmesiyle, kalsitik kireçtaşlarının kireç hammaddesi için uygulanabilirliği incelenmiştir. Kalsitik kireçtaşlarının kireç hammaddesi yönünden kullanılması için standartlara göre testler yapılmış ve test sonuçlarının standartlara uygunluğu kontrol edilmiştir. Farklı lokasyonlardan alınan örnekleri kalsinasyon yaparak yapı kireci standardına uygunluğu araştırılmıştır.

Kalsitik kireçtaşlarına yapılan mineralojik ve petrografik analizler sonucunda esas mineralin kalsit olduğu, kristal tane boyutunun ortalama ince-orta taneli kireçtaşları içerisinde yer aldığı görülmüştür.

Kalsitik kireçtaşlarına yapılan kimyasal analiz türlerinden olan ana oksit analizine göre; CaO oranı ortalama %53-56, MgO oranı ortalama %0,1-0,4, SiO₂ oranı ortalama %0-0,1, SO₃ oranı ortalama %0-0,1 olarak bulunmuştur. Kalsitik kireçtaşlarının kireç hammaddesi olarak kullanılabilmesi için TS 459-1nolu kireç imalinde kullanılan kireçtaşı standardına göre CaCO₃ en az %90, MgO en çok %5, SiO₂ en çok %2,5, Al₂O₃ + Fe₂O₃ en çok %1,5 olması gerekmektedir.

Kalsitik kireçtaşlarına yapılan kimyasal analiz türlerinden olan Duraylı İzotop analizine göre; $\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$ vs VPDB değeri %1,72-3,41 arasında değişmektedir. $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$ vs VPDB değeri % (-0,06)-(-2,92) arasında değişmekte olduğu tesbit edilmiştir. $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ izotop analizine göre oluşturulan diyagramda her bir örneğe ait karbon ve oksijen kesişim noktaları baz alınmıştır. Bu kesişim noktalarının 7,8 ve 11 nolu bölgelere karşılık geldiği görülmüştür. Örneklerin büyük bir kısmının 7 numaralı bölgede olması kireçtaşı örneklerinin kısmen ılıman denizel ortamında oluştuğu anlamına gelmektedir.

Kalsitik kireçtaşlarına yapılan kimyasal analiz türlerinden olan ICP-MS analizine göre; nadir toprak değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmüştür. Yalnızca Stronsiyum elementinin yüksek olduğu ve 100-400 ppm arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Bu durum örneklerin bünyesinde ki Ca yüzdesinin yüksek olmasından kaynaklı olduğu tesbit edilmiştir. Kimyasal analizler sonucunda kalsitik kireçtaşlarının kireç hammaddesi olarak kullanılabilir özellikte olduğu tespit edilmiştir.

Kalsitik kireçtaşlarının kireç hammaddesi için kullanılabilirliğinin araştırılması için yapılan analiz sonuçlarına göre; kireçtaşının kireç için kullanılmasında ki en önemli parametre renk analizidir. Kalsinasyondan önce örnekler kırılıp öğütülmüştür. Toz örnekler de yapılan renk analize göre; ortalama L(beyazlık) değeri 92-94, a(kırmızı-yeşillik) değeri 0,03-0,06, b(sarılık) değeri 0,9-2,16 arasındadır. Renk değerleri kireç yapımı için uygun olduğu tesbit edilmiştir.

Kayaç halinde olan örnekler kül fırının da 1050°C’de 2 saat boyunca kalsinasyon işlemine tabii tutulmuştur. 2 saatin sonucunda örnekler ortalama orta-tam pişme gerçekleştirmiş olup sönmemiş kireç elde edilmiştir. Sönmemiş kireçte pişmeyen CaCO₃ yüzdesinin 0,4-2,7 arasında değiştiği görülmüştür. Bu değerler kirecin pişme derecesine göre bakıldığında uygun değerlerdir. SD-1 kodlu örneğin kızdırma kaybı %15,1 tam pişme olmamasından kaynaklı olduğu tesbit edilmiştir.

Sönmemiş kireçte kimyasal analiz türlerinden olan ana oksit analizi yapılmış ve içerisinde ki yüzde oksit miktarları saptanmıştır. Buna göre örneklerin CaO miktarı %80-100, MgO miktarı %0,1-0,8, SO₃ miktarı %0,03-0,06, SiO₂ miktarı %0,1-0,5, Fe₂O₃ miktarı %0-0,07 arasında değişmektedir. Kaliteli bir kireçte SO₃ miktarı %2’den düşük, CaO miktarı %80’den yüksek olmalıdır. Örnekler yapı kireci standartlarını karşılamaktadır.

Sönmemiş kireçte bünyesinde ki serbest CaO miktarını öğrenmek için yapılan analiz sonucuna göre; CaO yüzdesinin %85-88 arasında değiştiği ve buna bağlı olarak kireç hammaddesi için uygun kalite de olduğu tesbit edilmiştir. BT-1 ve SD-1 kodlu örneklerin CaO yüzdesinin düşük olması kızdırma kayıplarının CO₂ miktarının yüksek olmasından kaynaklı olduğu anlaşılmıştır.

Sönmemiş kireç örneklerinde yapılan reaktivite deneyine göre; sönme süreleri 60°C’de 10-60 sn arasında değişmektedir. Kireç hammaddesi için örneklerin sönme süreleri uygundur. Fakat BT-1 ve SD-1 kodlu örneklerin serbest CaO yüzdesinin düşük olması, reaktivite sürelerini de olumsuz yönden etkilediği için örnekler sönme işlemini gerçekleştirememiştir. Örneklerin sönmemesi, kireç hammaddesi için uygunsuzluğa neden olmaktadır.

Sönmemiş kireçte yapılan tane boyutu analizine göre; Sönmemiş kireç örneklerinde yapılan tane boyutu analizine göre; d (0.10)’da ki tane boyutunun 0-7 µm, d(0.97)’da ki

tane boyutunun ise 80-180 µm arasında olduğu görülmüştür. Sonuçların sönmemiş kireç tane boyutuna göre uygun olduğu düşünülmektedir.

Örnekler, 1050° C’de 2 saat boyunca kalsinasyon yapıldıktan sonra renk (L, a, b) analizi yapılmıştır. Analiz sonucuna göre; L(beyaz) 90-98, a(kırmızı-yeşil) 0,01-0,2, b(sarı-mavi) değerini 1-2 arasında olduğu görülmüştür. TP-2 kodlu örneğin b değerinin yüksek olması kireç hammaddesi için kullanılması yönünden olumsuzdur fakat bünyesinde ki serbest CaO yüzdesinin yüksek olması ve reaktivite değerinin düşük olması yönünde kireç hammaddesi için uygun olduğunu göstermektedir. Kireç deneylerine ait yapılan tüm sonuçlar çizelge 5.1’de verilmiştir.

Turan, Ç., “Akarca Köyü (Hatay) Kireçtaşlarının Hammadde Özelliklerinin Belirlenmesi Ve Kalsinasyon Davranışının”,2010, Adana, başlıklı çalışma da konu olan Akarca köyünden alınan kireçtaşı örnekleri üzerinde yapılan kireç analizlerinde, örneklerin kirece dönüşüm çalışmaları, açık renkli kireçtaşlarının uygun kalsinasyon koşullarında tamamen CaO’ya dönüştüğünü ve kireç üretimi için uygun olduğunu, koyu renkli kireçtaşının ise bünyesinde bulunan safsızlıklar nedeni ile kirece tam olarak dönüşemediğini sonucu görülmüştür. Emirdağ kireçtaşlarında ise kalsinasyon süreci kirecin rengini etkilemeksizin orta-açık ve koyu gri renkli kireçtaşlarında tamamen CaO’ya dönüştüğü görülmüştür.

Türksoy, V., “Emirdağ Kireçtaşlarının Hammadde Özelliklerinin İncelenmesi”,2010 başlıklı çalışmada konu olan Emirdağ kireçtaşları üzerinde yapı kireci deneyleri yapılmıştır. Kalsitik kireçtaşlarına yapılan incelemeler sonucunda alınan örneklerden elde edilen sönmüş ve sönmemiş kirecin yapı kireci olarak kullanılabilir olduğu anlaşılmıştır.

Çalışmaya konu olan örneklerin TS EN 45-2 standardı göz önünde bulundurarak yapılan deney sonuçlarına göre kireç hammaddesi için kullanılabilir olduğu tesbit edilmiştir. Yalnızca SD-1 kodlu örneğin karbondioksit miktarının yüksek olması ve buna bağlı olarak CaO yüzdesinin düşük olması yapı kireci üretiminde sorun teşkil edebileceği düşünülmektedir.

Çizelge 5.1 Çalışma alanına ait örneklerin Kalsinasyon sonrası yapı kirecianaliz sonuçları

Örnek numarası	Ana Oksit Tayini					Reaktivite (t60)	Tane Boyutu					Renk Tayini			
	CaO (%)	MgO(%)	SO3	A.Z (%)	Serbest CaO(%)		d (0.10)	d (0.50)	d (0.90)	d (0.97)	d (0.98)	L	a	b	
BA-1	96.1	0.81	0.04	2.7	87.22	59 sn		6.84	32.6	106.38	158	173.77	96.53	0.15	1.41
BA-2	97.6	0.61	0.04	1.33	88.31	23 sn							96.47	0.15	1.96
BT-1	95.02	0.24	0.03	1.68	57.21	sönmedi		2.5	23.25	98.49	146.2	159.52	96.09	0.06	1.09
BT-2	94.8	0.21	0.04	1.56	88.88	22 sn							97.06	0.22	1.9
BT-3	98.6	0.57	0.04	0.43	88.49	28 sn							97.06	0.13	1.82
BT-4	99	0.17	0.06	0.4	87.42	30 sn							97.36	0.01	1.83
SD-1	84.2	0.34	0.04	15.1	60.19	sönmedi		3.58	30.92	110.93	162.8	176.68	92.94	0.02	4.41
TP-1	97.8	0.55	0.04	1.17	85.59	18 sn		0.55	9.52	34.3	69.35	86.13	98.28	0.01	1.17
TP-2	98.6	0.24	0.03	0.23	87.27	17 sn							97.93	0.02	1.06
TP-3	98.42	0.45	0.04	0.84	88.18	20 sn							97.3	0.13	1.88

6. KAYNAKLAR

- Anıl M, Kılıç Ö, Güven S, 2001, İnşaat ve Sanayi Hammaddesi Olarak Kireç Bülteni, Mmo Adana Şubesi, 2, 4-9.
- Anlı Ş, 1994, Erdemir de Kullanılan Kireçtaşları ve Kirecin Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi, Kalite Metalürji Başmüdürlüğü, 2-4.
- Arısoy C F, Mumcu A, Şeşen M K, 2003, Sinter Üretiminde Bazik Oksijen Fırını (BOF) Cürufunun Kullanılmasının Etkileri, Metalurji Dergisi, 133, 60-66, Ankara.
- Arslan M, Demir İ, 2005, Kırşehir Yöresi Kırmataş Agregalarının Mühendislik Özellikleri, Gazi Üniversitesi. Müh. Mim. Fak. Der. Gazi Üniversitesi, 20, 3, 112-123, Ankara.
- Atabey E, Güncüoğlu M C, Topal T, Alptekin C, 2006, Güney İlçesi (Denizli) Batısındaki Görsel Kireçtaşlarının Fiziksel, Jeokimyasal ve Teknolojik Özellikleri, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 30, 27-38, Jeoloji Mühendisleri Odası, Ankara.
- Bayat H B, 2001, Bayat (Atabey – Isparta) Kireçtaşlarının Mermer Olarak Kullanılabilirliği ve Ekonomik Potansiyeli, Türkiye III. Mermer Sempozyumu, 417-430, Afyonkarahisar.
- Bektaş U, Gürkan B, Şenel Ö, 2003, (Bilecik) Görsel Kökenli Tüflerinde Zeolit Oluşumunun Mineralojik-Petrografik İncelemesi, S. D.Ü 20. Yıl Jeoloji Semp. Bild. Kitabı.
- Bilgiç M, 2001, Magnezyanın ve Çelik Yapım Refrakterlerinin Geleceğine Kısa Bir Bakışı, TMMO Metalurji Dergisi, 127, 43-48, Ankara.
- Büyüksağış İ, Yavuz M, 2001, Tabaklar-Emirdağ Travertenlerinin Jeolojik Konumu, Fiziksel Ve Fiziko-Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi, 7, 30, Afyon.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2009 Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017, Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik.
- Çiçek T, 199,9 Kireç ve Kullanımı 3. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir.

- DPT, 1996, Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu, Seramik-Refrakter-Cam Hammaddeleri Çalışma Grubu Raporu, 2.
- DPT, 2001, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Alçı-Kireç-Kum-Çakıl-Mıcır-Boya Toprakları-Tuğla Kiremit) Çalışma Grubu Raporu, 2615-ÖİK 626, Ankara.
- Frauke S, Ioanna K, Bianca M S, Serge R, Luis D S, 2013, Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide, JRC Reference Reports, Industrial Emissions Directi, Spain.
- Folk R L, 1959, Practical Petrographic Classification of Limestones American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 43, 1-38.
- George P O, Gutiérrez A S, Martínez J B C, Vandecasteele C, Cleaner Production In A Small Lime Factory By Means Of Process Control, Journal Of Cleaner Production, 18, 1171-1176.
- Gökten E, Selçuk A, 2012, Neotectonic Characteristics of the İnönü-Eskişehir Fault System in the Kaymaz (Eskişehir) Region: Infl uence on the Development of the Mahmudiye-Çifteler-Emirdağ Basin 21, Ankara.
- Grout, F F, 1932, Petrography and Petrology, Mc Graww Hill Company, 2005 Klasik Eberhart Tipi Kireç Fırınları ile Paralel Akışlı Maerz Fırınlarındaki Kalsinasyon Parametrelerinin Karşılaştırılması ve Çukurova Bölgesi Kireçtaşları Üzerine Uygulamalar, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 171, Adana, 92.
- Haner B, 2004, Batı Karadeniz Havzası Endüstriyel Hammadde Kaynaklarının Değerlendirilmesi 5. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 42-47, İzmir.
- John S, Madhavaraju J, 2011, Petrography and Stable Isotope Geochemistry of the Cretaceous El Abra Limestones (Actopan), Mexico: Implication on Diagenesis 77, 349-359.
- Kabasari S, 2002, Dazkırı-Dinar (Afyonkarahisar) Arasında Kalan Dolomit Zuhurlarının Maden Jeolojisi ve Ekonomik Potansiyeli Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel

Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Isparta, 62.

Kraus E H, 1959, Mineralogy and Introduction to the Study of Minerals and Crystals, New York, 325-351.

Kurt C, 2010, Dolomit Cevherinin Kalsinasyon Karakteristiklerinin Belirlenmesi, Adana.

MİGEM, 2009, Maden İşleri Genel Müdürlüğü Verileri, Ankara.

Önem Y, 1996, Sanayi Madenleri Tanımlar, Doğada Bulunuşları Dünya ve Türkiye Rezervleri Yıllık Üretimleri İhraç ve İthal Miktarları Kozan Ofset, Ankara.

Sakız U, 2001, Kayaçların Mekanik ve Delinebilirlik Özellikleri ile Öğütülebilirliği Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi, 8, 2, Zonguldak.

Serdar B, 2009, Yeşilova-Kağılcık Kireçtaşlarının Mermer Olarak Değerlendirilmesi Çü.Müh.Mim.Fak.Dergisi, 24, Adana.

Tolluoğlu Ü, Erkan Y, Yavaş F, 1997 Afyon Metasedimanter Grubunun Mesozoyik Öncesi Metamorfik Evrimi, 40, 1-1, Afyon.

Turan Ç, 2010, Akarca Köyü (Hatay) Kireçtaşlarının Hammadde Özelliklerinin Belirlenmesi Ve Kalsinasyon Davranışının İncelenmesi, Adana.

Tutuş M, 2007, Çukurova Yöresinde Bulunan Bazı Mermerlere Ait Fiziko-Mekanik Özelliklerin İstatistiksel Analizi, Adana.

Türksoy V, 2010, Emirdağ Kireçtaşlarının Hammadde Özelliklerinin İncelenmesi, Afyonkarahisar.

TS EN 196-7, 2010, Çimento Deney Yöntemleri- Bölüm 7: Çimentodan numune alma ve hazırlama metodları ,2.

TS EN 197-1-A3, 2010 Çimento – Bölüm 1: Genel Çimentolar, 5.

TS EN 459 – 1, 2005 Yapı kireci – Bölüm1: Tarifler özellikler ve uygunluk kriterleri, 2.

TS EN 459-2, 2005 Yapı kireci – Bölüm2: Deney metodları,1.

TS EN 459-3, 2002 Yapı kireci – Bölüm 3: Uygunluk,1.

Yılmaz H, Safel R, 2004, Mermer Sektörü, Türkiye Vakıflar Bankası T.A.O. İktisadi Araştırmalar ve Mevzuat Yönetmeliği Sektör Araştırmaları.