

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



**MENDERES MASİFİYLE İLİŞKİLİ BAŞALAN (BOZDOĞAN,
AYDIN) MERMERLERİ VE DAMARLARININ MİNERALojİK,
PETROGRAfİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

DAVUT EREL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jüri Üyeleri: **Dr. Öğr. Üyesi Gökhan BÜYÜKKAHRAMAN (Tez Danışmanı)**
Prof. Dr. Şener CERYAN
Dr. Öğr. Üyesi Emre Aytuğ ÖZSOY

BALIKESİR, OCAK- 2023

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**Menderes Masifiyle ilişkili Başalan (Bozdoğan, Aydın) mermerleri ve damarlarının mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

Beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Davut EREL

ÖZET

**MENDERES MASİFİYLE İLİŞKİLİ BAŞALAN (BOZDOĞAN, AYDIN)
MERMERLERİ VE DAMARLARININ MİNERALojİK, PETROGRAfİK VE
JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
DAVUT EREL
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ GÖKHAN BÜYÜKKAHRAMAN)**

BALIKESİR, OCAK - 2023

Bu çalışmada Başalan (Bozdoğan, Aydın) civarında yer alan ve Menderes Masifiyle ilişkili Jura-Kratase yaşlı mermerler ile bunların damarlarının mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri incelenmiştir. Çalışma alanında mostra veren birimlerin tespiti için 1:25.000 ölçekli jeoloji haritası çizilmiştir. Buna göre çalışma sahasında Menderes Masifinin örtü serileri olan şistler, fillitler, mermerler ve karasal kırıntılılar olmak üzere 4 temel birim görülmektedir. Sahada yürütülen sondaj faaliyetlerinde de açıkça görüldüğü üzere bölgede mostra veren mermerleri Menderes Masifinin örtü serileri olan Permiyen yaşlı şistler üzerlemiştir. Gri ve yeşilin hemen hemen tüm tonlarında olan şistler mermer ile uyumsuz dokanaklar halinde bulunmaktadır. Başalan Köyü'nün KD yönünde masifin yüksek dereceli ürünü olan gnayslar ufak bir alanda yerel olarak mostra vermiştir. Petrografik çalışmalara göre Başalan mermerlerinin hâkim dokusu granoblastik dokudur. Bunun yanında grift ve mozaik dokular da görülmektedir. Mermerlerin mineral parajenezinde kalsit, biyotit, epidot, klorit, hornblend, kuvars ve nadiren piroksen bulunmaktadır. Kimyasal analiz sonuçlarına göre, çalışma sahasında yüzlek veren mermerler silisli mermer ile kuvarsit olmak üzere 2 ana türde mostra vermektedir. Örneklerde ateşte zayıf miktarının yüksek çıkması Başalan mermerlerinin uçucu gazlar ve su içeriği bakımından zengin olduklarının göstergesidir. Analiz edilen örnekte SiO₂ ve CaO'dan sonra en çok bulunan oksitler sırasıyla Al₂O₃ (%6,40) ve Fe₂O₃ (%5,70)'dir. MgO içeriği %3,30'da kalmıştır. Bu da Başalan mermerlerinde dolomitik katkının oldukça az olduğunu göstermektedir. Başalan mermerlerinin eser element içeriklerine bakıldığında iz elementler bakımından fakir oldukları söylenebilir. NTE içeriklerine göre Başalan silisli mermerleri kondrit değerlerine göre Ho haricinde tüm nadir toprak elementleri bakımından zenginleşmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Başalan mermerleri, Bozdoğan, Aydın, mineraloji, petrografi, jeokimya.

ABSTRACT

MINERALOGICAL, PETROGRAPHIC AND GEOCHEMICAL PROPERTIES OF THE BAŞALAN (BOZDOĞAN, AYDIN) MARBLES AND VESSELS RELATED TO THE MENDERES MASSIVE

MSC THESIS

DAVUT EREL

BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

GEOLOGICAL ENGINEERING

(SUPERVISOR: ASSIST. PROF. DR. GÖKHAN BÜYÜKKAHRAMAN)

BALIKESİR, JANUARY - 2023

In this study, the mineralogical, petrographic and geochemical properties of the Jurassic-Cretaceous aged marbles associated with the Menderes Massif and their veins located around Başalan (Bozdoğan, Aydın) were investigated. In order to determine the units outcropping in the study area, a 1:25.000 scaled geological map was drawn. Accordingly; 4 basic units, schists which are the cover series of the Menderes massif, phyllites, marbles, and terrestrial detritus are observed in the study area. As can be clearly seen in the drilling activities carried out in the field, the Permian aged schists, which are the cover series of the Menderes Massif, are overlain by the marbles outcropping in the region. Schists, which are in almost all shades of gray and green, are in incompatible contacts with marble. The gneisses, which are high grade products of the massif in the NE direction of Başalan Village, cropped out locally in a small area. According to petrographic studies, the dominant texture of Başalan marbles is granoblastic texture. In addition, intricate and mosaic textures are also seen. Mineral paragenesis of marbles includes calcite, biotite, epidote, chlorite, hornblende, quartz and rarely pyroxene. According to the results of the chemical analysis, the marbles exposed in the study area are of 2 main types, siliceous marble and quartzite. The high amount of loss of ignition in the samples indicates that Başalan marbles are rich in volatile gases and water content. After SiO₂ and CaO, the most abundant oxides in the analyzed sample are Al₂O₃ (6.40%) and Fe₂O₃ (5.70%), respectively. The MgO content remained at 3.30%. This shows that the dolomitic contribution is quite low in Başalan marbles. Considering the trace element contents of Başalan marbles, it can be said that they are poor in terms of trace elements. According to REE contents, Başalan siliceous marbles are enriched in all rare earth elements except Ho according to chondrite values.

KEYWORDS: Başalan marbles, Bozdoğan, Aydın, mineralogy, petrography, geochemistry.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	iv
TABLO LİSTESİ	vi
ÖNSÖZ	vii
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışma Alanının Coğrafik Konumu ve Özellikleri	1
1.1.1 Morfoloji	1
1.1.2 İklim ve Bitki Örtüsü	2
1.1.3 Yerleşim Merkezleri ve Ulaşım	2
1.2 Önceki Çalışmalar	4
1.3 Materyal ve Metot	6
2. BÖLGESEL JEOLJİ	7
3. ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ	15
3.1 Şistler	17
3.2 Fillitler.....	21
3.3 Başalan Mermerleri.....	23
3.4 Karasal Kırıntılılar	28
4. PETROGRAFI	30
5. JEOKİMYA	39
6. SONUÇLAR	42
7. KAYNAKLAR	43
ÖZGEÇMİŞ	46

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Çalışma alanının yer bulduru haritası (Google Maps, 2022'den değiştirilerek).....	3
Şekil 2.1: Türkiye'nin yapısal zonları, tektonik birlikleri ve Menderes Masifinin yer bulduru haritası (Okay ve Tüysüz, 1999).	7
Şekil 2.2: Başalan ve civarının fay haritası (Yerbis, 2022).....	8
Şekil 2.3: Menderes Masifinin genelleştirilmiş sütun kesiti (Alan vd. 2019'dan değiştirilerek).	10
Şekil 2.4: (a) Başalan Köyü'ndeki Menderes Masifinin örtü serileri ve (b) mermerlerin görünümü.	11
Şekil 2.5: Çalışma alanındaki alçak-orta dereceli metamorfizma ürünü şistler ve mermerlerin kantağı Şist (a), Mermer (b).....	12
Şekil 3.1: Başalan ve civarının genel jeoloji haritası.	16
Şekil 3.2: Çalışma alanının stratigrafik kolon kesiti.	17
Şekil 3.3: Başalan civarında mostra veren Paleozoik yaşlı şistlerin mostra görünümü.	18
Şekil 3.4: Örtülü ve civarında açık yol yarmasında mostra veren gri, yeşil tonlarındaki oldukça altere şistlerin görünümü.	19
Şekil 3.5: Başalan ve Örtülü civarında mostra veren gri, yeşil tonlarında metamorfizma derecesinin yükselmesi ile meydana gelen gnaysların görünümü.	20
Şekil 3.6: Şistlerin içerisinde gözlemlenen irili ufaklı karbonat mercekleri.	21
Şekil 3.7: Başalan ve civarında yer alan açık mermer işletmesinde gözlemlenen şistler ve içerisindeki mermer yataklanmasının görünümü.	22
Şekil 3.8: Paleozoik yaşlı şistlerin üzerine gelen Üst Paleozoik yaşlı ve belirgin yapraklanmalı gri ve tonlarındaki fillitlerin mostra görünümü.	23
Şekil 3.9: Menderes Masifi içerisindeki şistlerin arasında mercekler halinde bulunan mermerlerin mostra görünümü.	24
Şekil 3.10: Başalan mermerlerindeki ve bölgedeki açık maden sahalarındaki blok hacmini etkileyen oldukça kırılmalı sarı damarların görünümü.	25
Şekil 3.11: Başalan ve civarında KD-GB yönünde gözlemlenen irili ufaklı kalsit kristallerinin yakından görünümü.	26
Şekil 3.12: Başalan ve civarındaki mermerlerde gözlenen süreksizlikler.	27
Şekil 3.13: Başalan ve civarındaki açık ocak şevlerinde gözlemlenen kalsit cepleri.	27
Şekil 3.14: Tütüncüler hattında mostra veren Miyosen yaşlı karasal kırıntılılar.	28
Şekil 3.15: Tütüncüler hattında gözlemlenen Neojen yaşlı karasal kırıntılıların mostra görünümü.	29
Şekil 4.1: Çalışma sahası mermerlerinde granoblastik doku gösteren kalsit minerallerinin görünümü (4X; Ç.N.).	30
Şekil 4.2: Kalsit minerallerinin grift görünümü ve tipik hasır ikizlenmeleri (10X; Ç.N.).	31
Şekil 4.3: Başalan mermerlerindeki demir içeriğinin (sol başta), kuvars minerallerinin (ortada) ve killeşmiş matriksin görünümü (sağda) (4X; Ç.N.).	31
Şekil 4.4: Başalan mermerleri içerisindeki epidot minerallerinin çapraz nikol altındaki görünümü (4X).	32

Şekil 4.5: Yarı özşekilli epidot mineralinin düz nikoldeki (sol üstte) ve çapraz nikoldeki (sağ üstte) görünümü ile örneklerdeki epidotlardan kesitler (4X; Ç.N.).	32
Şekil 4.6: Mermerlerdeki opasitleşme ve killeşme alterasyonlarının görünümü (4X; Ç.N.).	33
Şekil 4.7: Hasır ikizli ve mozaik dokulu karbonat minerallerinin görünümü (4X; Ç.N.).	33
Şekil 4.8: (a, b) Hamurdaki epidot mineralleri, (c, d) Biyotit ve kloritlerin mikroskop görünümü (4X; Ç.N.).	34
Şekil 4.9: (a, b) Hamurdaki amfibol minerallerinin yayılımı, (c, d) biyotit-klorit dönüşümleri (4X; Ç.N.).	34
Şekil 4.10: (a, b) Tek yönde iyi dilinim gösteren biyotitler, (c, d) şistoziteye uyumlu yerleşen hornblend mineralleri (4X; Ç.N.).	35
Şekil 4.11: (a) İyi dilinimli biyotit, (b) kloritleşme, (c, d) düzgün altıgen hornblend mineralinin 4X ve 10X objektif altındaki görünümü.	35
Şekil 4.12: (a) klorit-biyotit birlikteliği, (b) hornblend fenokristalini sarmalayan kloritlerin görünümü, (c) prizmatik klorit mineralleri, (d) kayalardaki karbonatlaşmanın genel görünümü (4X; Ç.N.).	36
Şekil 4.13: (a) Metamorfizma etkisiyle kıvrımlanma gösteren biyotit (10X; Ç.N.), (b, c) sönme durumundaki biyotitler ve yeşil renkli kloritler, (d) yüksek girişim renkli özşekilsiz epidotlar (4X; Ç.N.).	36
Şekil 4.14: (a, b) Epidot mineralleri, (c) epidottan ibaret hamur içinde tamamen opaklaşmış prizmatik biyotitler, (d) klorit-biyotit birlikteliği (4X; Ç.N.).	37
Şekil 4.15: (a, c) Grift dokulu biyotitler, (b) şistoziteye uyumlu kıvrımlanmış biyotitler, (d) epidot topluluğu (4X; Ç.N.).	37
Şekil 4.16: (a) Kısmen karbonatlaşmış epidot ve hornblend birlikteliği, (b) epidotların 10X büyütmedeki görünümü, (c, d) karbonatlaşmaya başlamış kalk-şistin görünümü (4X; Ç.N.).	38
Şekil 4.17: (a, b) Epidot ve opak minerallerin bantlaşması (4X; Ç.N.).	38
Şekil 5.1: Başalan mermerlerinin kondrite göre nadir toprak element dağılımları (Normalize değerleri: Taylor ve McLennan, 1985).	41

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 5.1: Başalan mermerlerinin (%) ana oksit içerikleri.....	39
Tablo 5.2: Başalan mermerlerinin eser element içerikleri (ppm/ppb).....	40
Tablo 5.3: Başalan mermerlerinin nadir toprak element içerikleri (ppm).....	41



ÖNSÖZ

Bu çalışma, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tez çalışması olarak hazırlanmıştır. Tez kapsamında Başalan (Bozdoğan, Aydın) ve civarında mostra veren ve Menderes Masifi 'ne ait olan mermerlerin mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri açıklanmaya çalışılmıştır.

Gerek lisans öğrenimim boyunca gerekse de yüksek lisans çalışmalarım sırasında bana önderlik eden, hiçbir zaman benden maddi ve manevi desteğini esirgemeyen ve bu tezin hazırlanmasında bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Gökhan BÜYÜKKAHRAMAN'a sonsuz teşekkürü bir borç bilirim. Saha çalışmalarım da bana yardımcı olan mesleki büyüğüm Hasan Dörttepe'ye teşekkür ederim.

Çalışmalarım da mermercilik sektöründeki sürdürülebilirlik ve ekonomik bakış açılarını kavramama yardımcı olan, iş hayatımda daima arkamda duran ve bana mesleğimi sevdiiren Yaşar ÇOBAN'a minnettarım.

TARIMCI ailesinin tüm bireylerine ve değerli yol arkadaşım Meltem TARIMCI'ya müteşekkirim.

Son olarak bizlere bugünleri sunan ve bilim ışığıyla yurdumuzu aydınlatma fırsatı veren büyük önder Mustafa Kemal Atatürk'e ebediyete kadar minnettar kalacağım.

Balıkesir, 2023

Davut EREL

1. GİRİŞ

Bu çalışma, Batı Anadolu'da Aydın ili Bozdoğan ilçesi Başalan Köyü civarında mostra veren Jura-Kratese yaşlı Başalan mermerleri ve bunlara ait damarların mineralojik petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışma yaklaşık 18km²'lik bir alanda yürütülmüştür. Bölgede Menderes Masifinin ürünü olan mermer sahaları ve bunları üzerleyen örtü serileri olan şistler yaygın olarak yüzlek vermektedir. Neojen yaşlı karasal kırıntılı kayalara çalışma alanının hemen hemen her bölgesinde rastlanmaktadır. Çalışma alanı, içerdiği çok sayıda açık mermer ocağı ve üretime uygunluk amacıyla açılan yarmalar yönünden oldukça zengin bir bölgedir. Bu yönüyle yapılacak bilimsel çalışmalara rehberlik edecek niteliktedir.

Bu çalışma sayesinde ortaya konulacak veriler yardımıyla, bölgenin tamamında hâkim olan Menderes Masifi 'ne ait mermerlerden oluşan tüm sahalarla ilgili olarak literatürdeki eksiklerin giderilmesi ve ileride açılacak muhtemel mermer sahalarının mineralojik ve petrografik açıdan bilinirlik düzeyinin artmasına bağlı olarak doğrudan üretimin artmasına ve maliyetlerin düşmesine katkıda bulunulacağı düşünülmektedir.

1.1 Çalışma Alanının Coğrafik Konumu ve Özellikleri

İnceleme sahası, Aydın ili Bozdoğan ilçesine bağlı Başalan Köyü'nde yer almaktadır. Başalan Köyü konum olarak 37°32'10" Kuzey ve 28°24'48" Doğu koordinatlarında bulunmakta olup, Bozdoğan ilçe merkezine kuş uçuşu 18 km mesafededir (Şekil 1.1).

Çalışma alanı Aydın ili Bozdoğan ilçe sınırlarında bulunmasının yanı sıra Muğla ilinin Kavaklıdere ilçesine de sadece 11 km uzaklıktadır ve 1:25.000 ölçekli M20-c3 paftasında yer almaktadır.

1.1.1 Morfoloji

Başalan Köyü ve civarı büyük oranda engebeli bir topografya sunmaktadır. Çalışma sahasında Kır tepe ve Kuzulukbaşı tepe olmak üzere iki adet yükselti mevcut olup tepelerin zirve noktaları Kuzulukbaşı Tepe 1275 m; Kır tepe ise 1265 m yüksekliğe sahiptir. Kır tepe ve Kuzulukbaşı Tepe arasında ise Koca gedik tepe bulunmaktadır. Çalışma yapılan alanda rakım 1050–1275 m arasında değişmektedir.

1.1.2 İklim ve Bitki Örtüsü

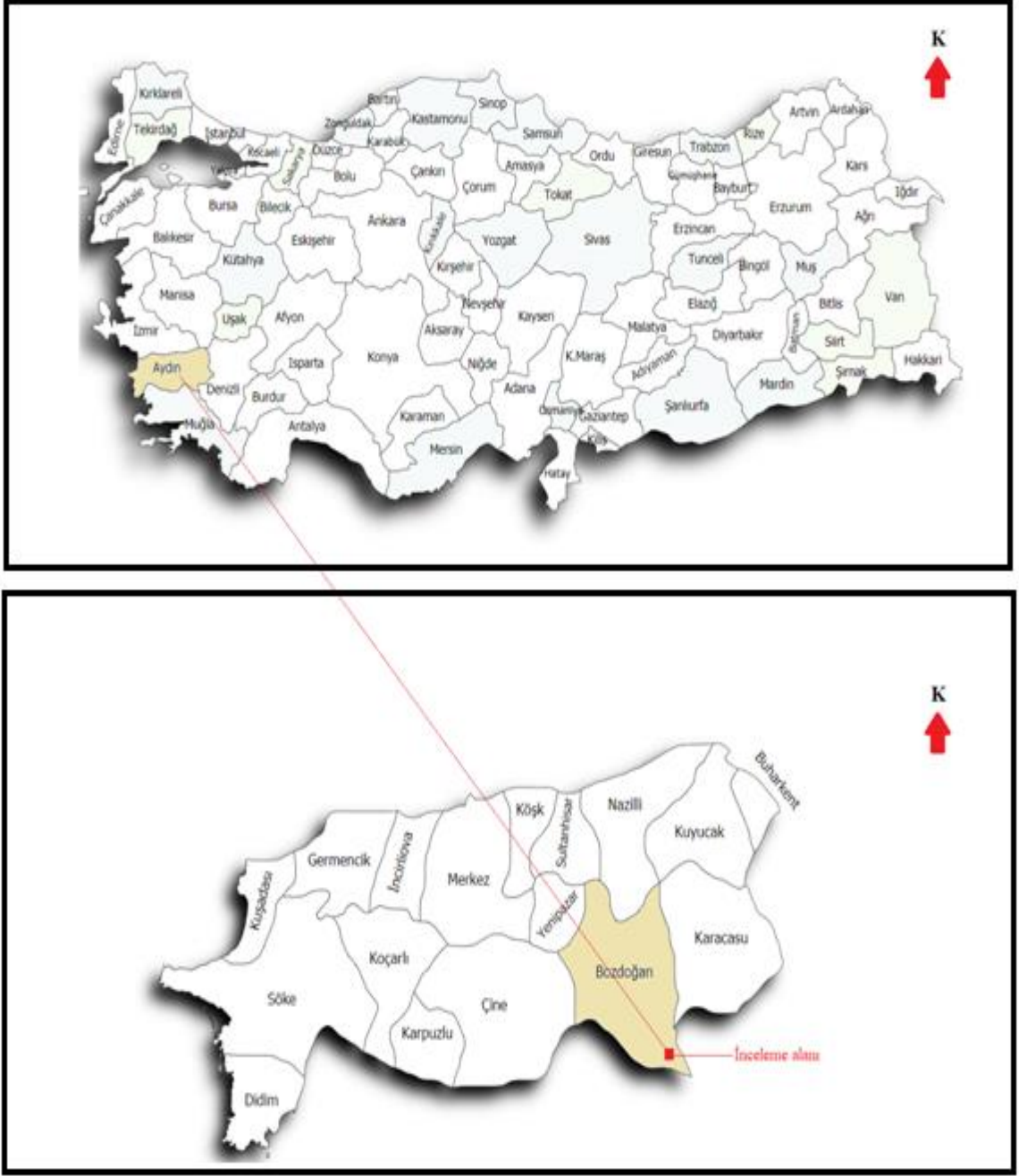
Çalışma sahası, coğrafik olarak Ege Bölgesi'nde yer almaktadır. Çalışılan alan ve civarında hâkim olan iklim ise Akdeniz iklimidir. Bölgede yazlar oldukça sıcak ve kurak geçerken kış ayları genellikle yağışlı ve ılık geçmektedir. Çalışma yapılan alan ve civarının yıllık ortalama sıcaklığı yaklaşık 16-18 °C arasında değişmektedir.

Bölgedeki arazinin büyük bir kısmı ormanlarla kaplıdır. Bölgenin geçim kaynaklarının başında mermercilik faaliyetleri gelmektedir. Başalan ve civarında birçok irili ufaklı mermer ocağı ve fabrika yer almaktadır. Fabrikalarda moloz başta olmak üzere ocaklardan gelen ham mermer ürünleri işlenmektedir.

1.1.3 Yerleşim Merkezleri ve Ulaşım

İnceleme alanı Aydın ili Bozdoğan ilçesinin güneyinde yer almaktadır. Başalan köy nüfusu 400–700 civarında ve topoğrafyaya bağlı olarak dağınık bir yapı hâkimdir. Bölgede ulaşım kara yoluyla sağlanmakta olup köy ve mezra içlerinde bağlantı yolları mevcuttur. Başalan Köyü'ne 1,1 km mesafede Muğla ili Kavaklıdere ilçesine bağlı Burnugöz Köyü, 4,4 km kuzey batısında Örentaht Köyü, 2,1 km kuzey doğusunda Örtülü Köyü yer almaktadır.

Çalışma alanına ulaşım birden farklı şekilde sağlanmaktadır. Bu yollardan en önemli olanı Yatağan ilçesi üzerinden Çayboyu Mahallesi üzerinde bulunan Bozdoğan–Yatağan yolu ile sağlanan ulaşım hattıdır. Aydın ili Bozdoğan ilçesi üzerinden ulaşım ise Sırma–Örtülü köyleri üzerinden bağlantı yolları ile sağlanmaktadır.



Şekil 1.1: Çalışma alanının yer bulduru haritası (Google Maps, 2022'den değiştirilerek).

1.2 Önceki Çalışmalar

Menderes Masifi ile ilgili birçok araştırmacı geçmişten günümüze çeşitli araştırmalarda bulunmuş ve tezler ortaya koymuştur. Masif ile ilgili yapılan ilk çalışmalar 1800'lü yıllara dayanmaktadır. Tchihatcheff (1867) ilk defa Menderes Masifinin sınırlarını yaklaşık olarak belirlemiştir. Ege Bölgesi birçok farklı medeniyete ev sahipliği yapmış olup birçok bilim adamı farklı dönemlerde farklı isimler ile bölgeyi betimlemişlerdir.

Philipson (1915), uzun araştırmalarla geçen yıllar sonunda çizdiği jeoloji haritasında günümüzdeki Menderes Masifinin bulunduğu bölgeyi "Lidya-Karya Masifi" olarak adlandırmıştır. Masif içerisinde yaptığı gözlemlerde masifin çekirdeğinin gnayslardan oluştuğunu ve gnaysları örten serilerin şist ve mermerlerden meydana geldiğini ortaya koymuştur. Menderes Masifinin isim babası ise Parejas (1940)'dır.

Schuilng (1962), yürüttüğü çalışmasında bir stratigrafik istif belirlemiş ve masifi çekirdek ve örtü olarak iki ana bölümde incelemiştir. Masifin ilk kayaçlarının sedimanter bir yapıya sahip olduğunu belirtmiş ve Hersiniyen Orojenezisi ile yakından ilgili olduğunu ifade etmiştir. Birimler arasında meydana gelen uyumsuzluğu ise Kaledoniyen Orojenezisi ile ilişkilendirmiştir.

Graciansky (1965) Ege Bölgesi'nde yer alan masifin çekirdeğinde gözlemlenen gnaysların magmatik bir kökene sahip olduğu düşüncesini ileriye sürmüştür.

Brinkmann (1967) yaptığı çalışmalarda süreksizlikleri meydana getiren napları masif içerisine dâhil etmiştir. Brinkman'a göre son metamorfizma Lias sonunda meydana gelmiştir.

İzdar (1971) ile Ataman ve Evirgen (1981) yaptığı çalışmalarda masifin zonlara ve fasiyeslere ayrılması gerektiğini belirtmişler ve sahada gözlemledikleri kayaçlardan yola çıkarak magmatik bir kökende meydana geldiğini ve yaşlarının ise Prekambriyen olduğunu ortaya koymuşlardır.

Şengör vd. (1984) Menderes Masifinin temelini meydana getiren ana kayaçların Pan-Afrikan yaşlı olduğunu ve üzerine gelen ve temeli örten serilerin ise Paleozoyik-Erken Tersiyer yaşlı olduğunu ortaya koymuştur.

Satır ve Friedrichsen (1986) gnaysların Pan-Afrikan, Paleozoyik yaşlı istifleri kesen metagranitik kayaçların yaşının ise Alt Triyas olduğunu ortaya koymuşlardır.

Eski çalışmalarda dile getirilen ifadelerde gnaysın türü hakkına birçok belirsizlik bulunmakta olup türü çoğu kaynakta farklı belirtilmektedir. Çalışmalarda çoğunlukla gözlü veya granitik olarak iki ana gnays sınıfı tasvir edilmiştir. Yeni yapılan çalışmalarda araştırmacılar ortognays ifadesine eğilmişlerdir. Yapılan Rb-Sr yaş çalışmalarının birçoğu Çine Alt masifinde bulunun ortoganysslar üzerindedir.

Hetzel ve Reishmann (1996) gnaysları meydana getiren köken kayaçların intrüzyon yaşının 546.2 ± 1.2 My olduğunu ifade etmişlerdir.

Dannat (1997) yaptığı çalışmalarda metagranitlerin yaşını 528-544 My arasında olduğunu tespit etmiştir.

Gessner (2001) yaptığı çalışmada U-Pb yöntemini kullanmış olup sokulum yapan metagranitlerin yaşını 541 ± 14 My ve 566 ± 9 My yaşlarını saptamıştır.

Araştırmacıların birçoğu Menderes Masifinin yaşının sahada elde ettikleri verilere dayanarak çok daha genç olduğunu belirtmektedirler.

Erdoğan ve Güngör (2004) gnaysik granitlerin Geç Kratese-Erknen Senozoikte meta sedimentlerin içerisine sokulum yaptığını söylemektedir.

Bozkurt (2004) tektonizmanın ürünü olan deformasyonları gözlemleyerek turmalin lökokratik metagranitlerin belirli bir zon boyunca ortognays ve şistlerin dokanaklarında kendine yer edindiğini belirlemiştir.

Dora vd. (2005) yaptıkları çalışmalar gnaysların yaşlandırılmasına yöneliktir. Yapılan arazi çalışmalarında gözlü gnaysların en yaşlı evrede meydana geldiği tezi üzerinde durmuş ve bunların diğer granitler tarafından kesildiğini tespit etmiştir. Bu gnaysların sokulum yaşı 552.1 ± 2.4 My olarak tespit etmiştir.

1.3 Materyal ve Metot

Çalışma kapsamında öncelikle 1/25.000 ölçekli Aydın M20-c3 paftası içindeki yaklaşık 18 km²'lik bir alanın jeoloji haritası oluşturulmuştur. Arazi çalışmaları sırasında Brunton 5010 Geo Transit marka jeolog pusulası ve Noyafa NF-188 marka GPS cihazı kullanılmıştır. Başalan civarında gözlenen mermerler ve Menderes Masifinin örtü serileri olan şistlerden çeşitli lokasyonlardan sistematik olarak petrografik ve kimyasal analiz amaçlı 52 adet taze kayaç örneği derlenmiştir.

Petrografik amaçlı alınan numunelerden, Dokuz Eylül Üniversitesi Torbalı Meslek Yüksek Okulu'nun ince kesit yapım laboratuvarında ince kesitler yaptırılmıştır. Bu kesitler, Balıkesir Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nün petrografi laboratuvarındaki Olymos CX31-P marka polarizan mikroskop altında incelenmiştir. Kayaç örneklerinin dokusal ve mineralojik özellikleri tespit edilmiş ve gerekli adlandırma çalışmaları titizlikle yapılmıştır.

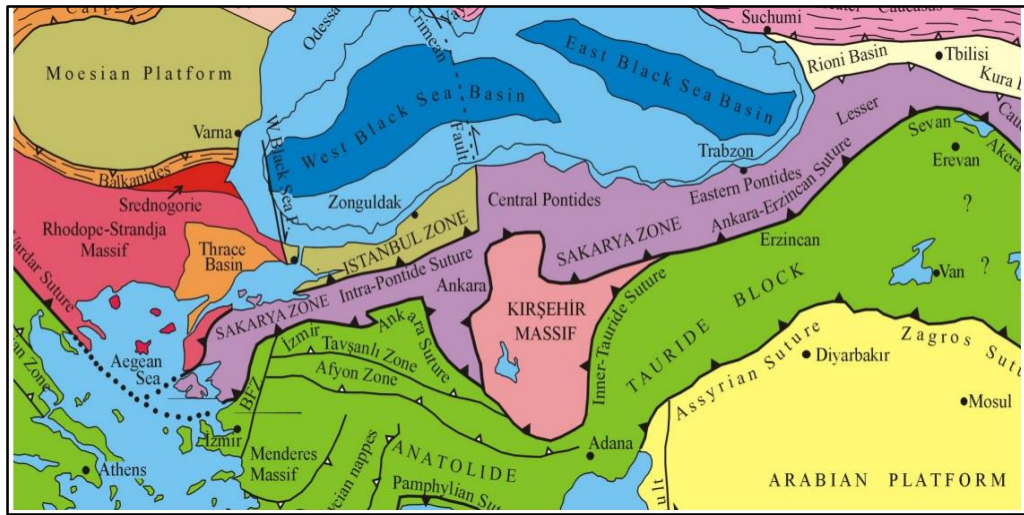
İrdelenen numunelerden derlenen 2 adet numune kimyasal analiz için MTA'ya gönderilmiş ve kimyasal analizleri yaptırılarak kayaçların ana oksit, iz ve nadir toprak element içerikleri belirlenmiştir. Ana oksit ve eser element analizinde ICP-AES, nadir toprak elementleri analizinde ise ICP-MS yöntemleri kullanılmıştır. Ana oksitler % ağırlık, eser ve nadir toprak elementleri ise ppm cinsinden ölçülmüştür. Kimyasal analiz sonuçları incelenerek çeşitli jeokimyasal diyagramlar üretilmiş, inceleme konusu kayaçların karakteri, kökeni ve paleojeolojik süreçteki tektonik ortamları hakkında yorumlara ulaşılmıştır.

2. BÖLGESEL JEOLJİ

Orojenez kavramı Yunancada dağ oluşumunu temsil eder. Konverjan levhalar olarak tasvir edilen levha hareketleri sonucunda orojenezler ve buna bağlı olarak da orojenik kuşaklar meydana gelmektedir. Masifler farklı türden kayaları ve birçok değerli madeni içinde bulunduran ve yeryüzünde çok geniş alanlar kaplayan karmaşıklardır. Türkiye'nin içinde yer aldığı Alpin Orojenik kuşağı çeşitli karmaşık yapısal ve tektonik unsurları bir arada barındıran dünyanın önem arz eden kuşaklarından. Menderes Masifi, Anadolu'nun batı kesiminde geniş yer kaplar ve Alpin Orojenik Kuşağı'nın en önemli üyelerinin başında gelmektedir.

Menderes Masifi KD-GB doğrultusunda oldukça geniş yüzlekler oluşturmakla birlikte etrafında birçok önemli zon ve Beydağı Otoktonu gibi önemli bir otoktona komşudur. Menderes Masifinin kuzeyinde Bornova Filiş Zonu ve Afyon Zonu, güneydoğusunda ise Beydağı Otoktonu mevcuttur (Şekil 2.1).

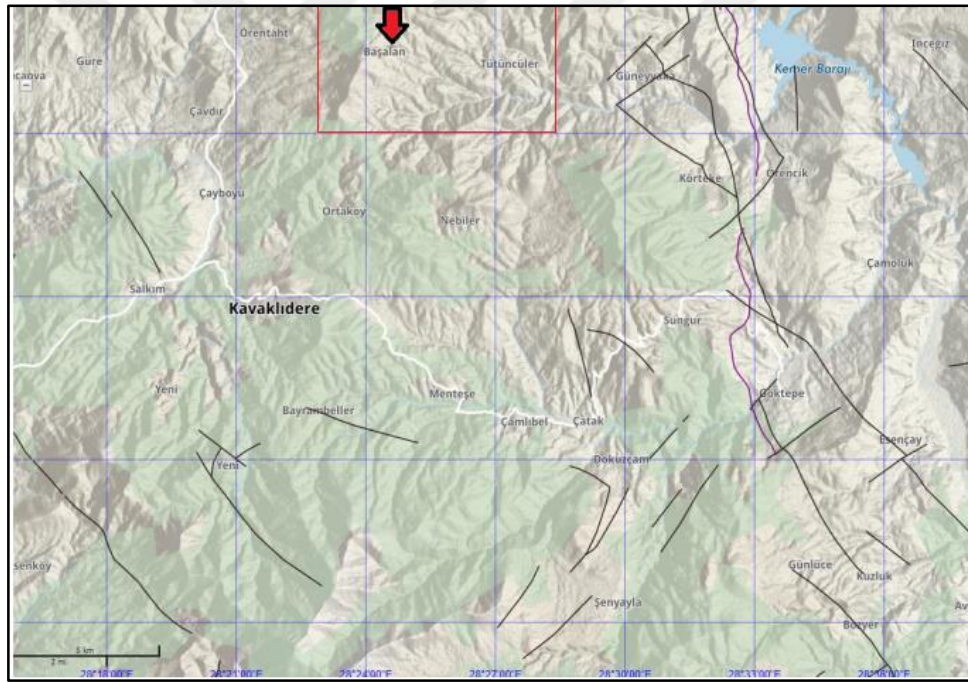
Menderes Masifi ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalar neticesinde Menderes Masifinin; Ege Denizi'nde kendine yer bulan ve Alpin orojenezinin bir sonucu olan Kikladik Masifinin bir uzantısı olduğu düşünülmektedir. (Dürr vd. 1978; Jacobshagen, 1986; Candan ve Dora, 1999).



Şekil 2.1: Türkiye'nin yapısal zonları, tektonik birlikleri ve Menderes Masifinin yer buldu haritası (Okay ve Tüysüz, 1999).

Menderes Masifinin güney kanadında bulunan çalışma alanında birçok lokasyonda tektonizma etkisi kendini göstermektedir. Nap terimi bulunduğu lokasyondan farklı bölgelere hareket etmiş olan kaya kütlelerini temsil etmektedir. Likya Napları olarak adlandırılan tektonik birim Menderes Masifinin en önemli unsurlarındandır. Bölgede işletilen maden sahalarında ise geçmişten günümüze kadar meydana gelen tektonik hareketliliğin açtığı izlerin üretime yön verdiği görülmektedir.

Çalışma alanının kuzey kanadında KD-GB uzantılı Büyük Menderes Grabeni bulunmaktadır. Bozdoğan Grabeni, Büyük Menderes Grabenine verev olarak yerleşmiştir. Bozdoğan Grabeni üzerinde yapılmış olan diğer çalışmalarda grabenin eteklerinin yer yer faylar ile kesildiği gözlemlenmektedir (Şengör 1987, Saroğlu vd. 1987, Patron 1992); (Şekil 2.2).



Şekil 2.2: Başalan ve civarının fay haritası (Yerbis, 2022).

Menderes Masifinde daha önce yapılan çalışmalarda ve elde edilen bulgular sonucunda, Masifi meydana getiren kayalarda Pan–Afrikan yaşlı bir temelin var olduğu gözlemlenmiştir. Alpin Orojenezinin bir sonucu olan Menderes Masifini oluşturan temel kayalar birden fazla metamorfizmadan etkilenmişlerdir. Masifin temelinin meydana getiren

paragnyaslarda masifin birçok farklı noktasında migmatitleşme gözlemlenmektedir (Dora vd. 1995).

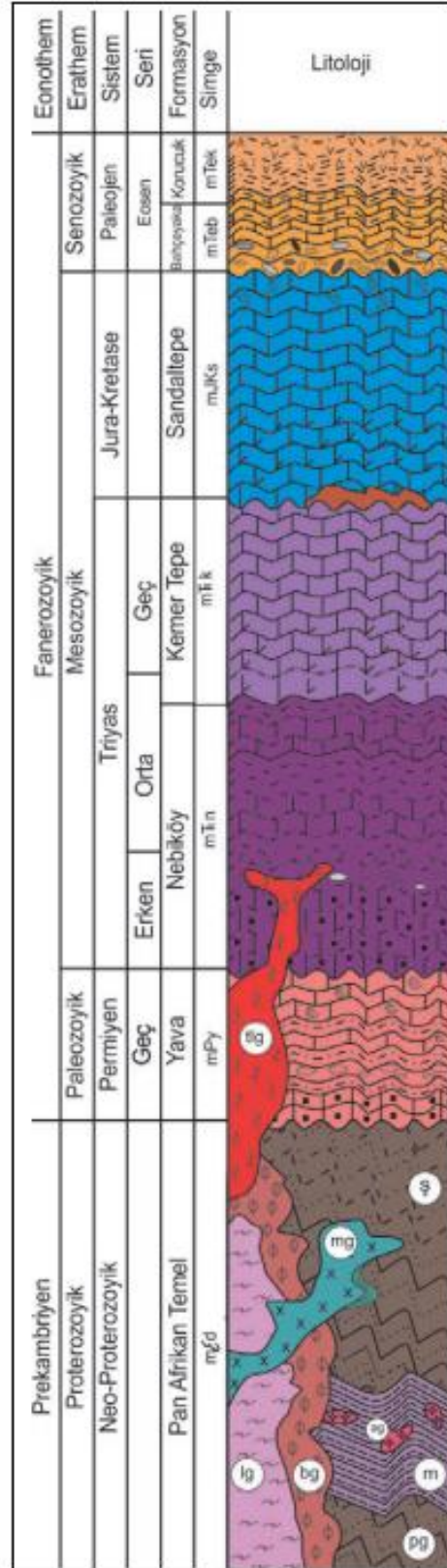
Masifi temsil eden gnaysların üzerinde yapılan radyometrik yaş tayini çalışmalarından biri ise Rb/Sr yaş tayinidir. Yapılan radyometrik çalışmalarında elde edilen veriler ışığında gnaysların yaşı 490 ± 90 m.y, 520 ± 10 m.y ve 529 milyon yıl olarak saptanmıştır. Masifi içerisindeki temeli meydana getiren gnaysların yaşını veren bu değer aynı zamanda ilk metamorfizma süregeldiği zaman aralığı vermektedir. Duraylı izotop değerleri ise %14,6 (Schuilling 1973, Dora, 1975, Satır ve Friedrichsen 1986).

Masif içerisinde azımsanmayacak yer kaplayan ve önem arz eden gnaysların, Proterozoyik ve Kambriyen geç dönemlerindeki kırıntılı sedimanların metamorfizması sonucu meydana geldiği tahmin edilmektedir.

Menderes Masifinin temeli oluşturan bir diğer önemli kayaçlar ise metavolkanitlerdir. Metavolkanitlerin alt masiflerde yapılan araştırmalarda gnaysları üzerlediği ve metamorfizma sürecinde etkilendiği bilinmektedir.

Geç Proterozoyik dönemde temeli meydana getiren daha sonradan metamorfizmaya uğramış geniş yayılım sunan oldukça parçalı metasedimentler, ilksel kayaçlar olarak bölgede çökelmiştir (Koralay vd. 2003).

Menderes Masifini meydana getiren temel üzerine çoğunlukla uyumsuz olan ve Paleozoyik–Erken Tersiyer yaşlı olduğu düşünülen, temeli üzerleyen örtü serileri olarak da adlandırılan iki belirgin sınıfta tasnif edilen kayaçlar gelmektedir Dora vd. (1995). Masifin temeli üzerine çökelen kayaçlar Paleozoyik ve Mesozoik-Alt Tersiyer yaşlıdır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3: Menderes Masifinin geliştirilmiş sütun kesiti (Alan vd. 2019'dan değiştirilerek).



Şekil 2.4: (a) Başalan Köyü'ndeki Menderes Masifinin örtü serileri ve (b) mermerlerin görünümü.

Menderes Masifi içerisinde birçok farklı metamorfik sürecin izlerine rastlanmaktadır. Progresif metamorfizma masifte önemli ölçüde rol oynamıştır. Menderes Masifinin güney kesiminde bulunan sahada sıklıkla gözlenen ve ekonomik öneme haiz mermerler ile gerek kontak halinde bulunan gerekse de belirli bir hat boyunca mostra veren şistler masifin dış kabuğunu meydana getirmektedir (Şekil 2.4 ve Şekil 2.5).

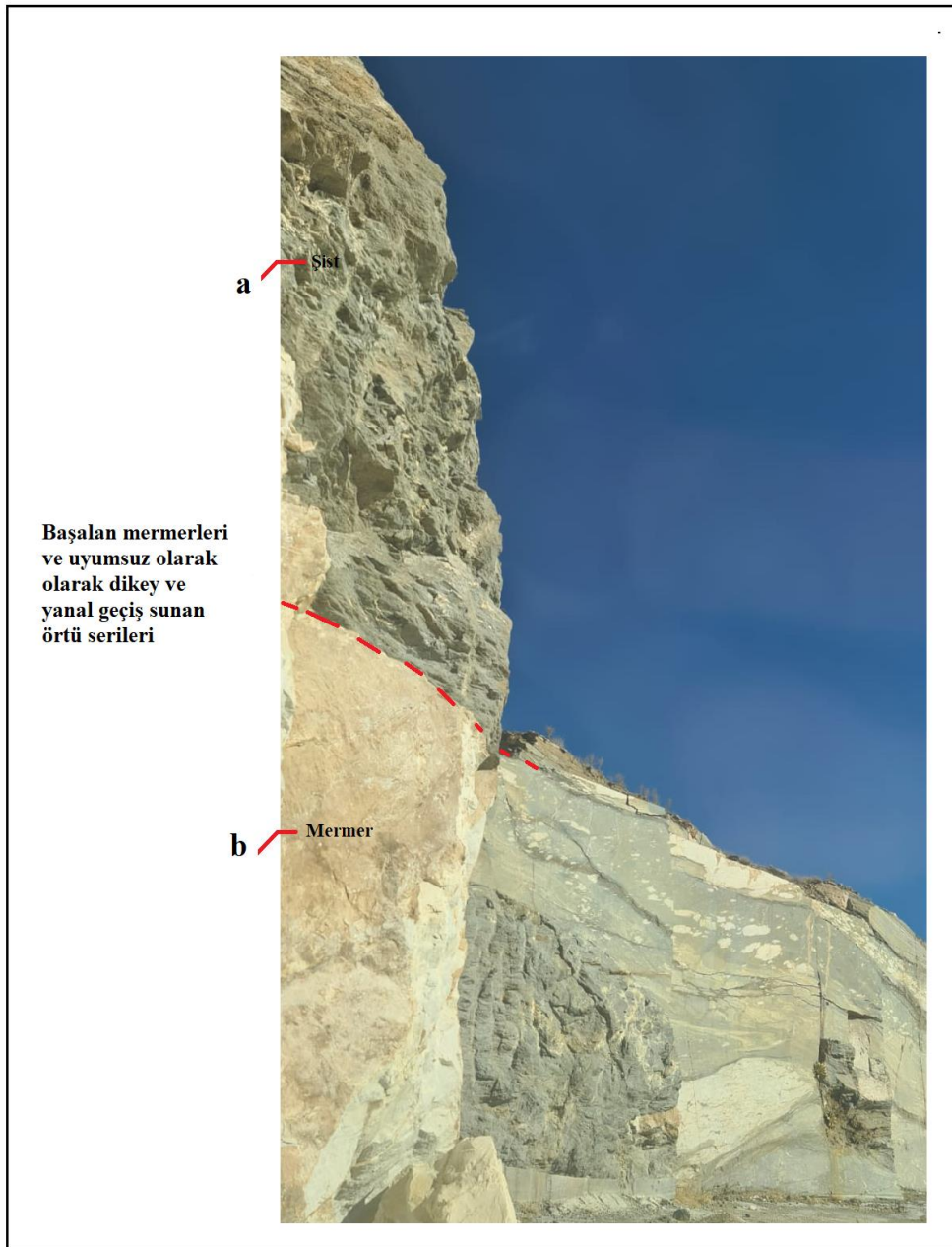
Masif içerisinde metamorfik sürecin parçası olan klorotoid, muskovit, biyotit gibi indeks minerallere çok sık rastlanmaktadır. Menderes Masifi birden çok alt masife ayrılmıştır. Bu alt masiflerin belirlenmesinde grabenlerin etkisi büyüktür. Alt masifler sırasıyla Büyük Menderes, Küçük Menderes, Gediz ve Simav alt masifleridir (Dora, 1975). Başalan bölgesinin kuzeyinde bulunan Çine masifinde görülmekte olan yeşil şistler bölgede geniş yüzlekler vermektedir.

Yeşil şistler düşük metamorfizmanın bir ürünüdür. Alt fasiyeslerin hemen hemen hepsinde klorit mineraline rastlanmaktadır. Benzer şekilde, Ödemiş alt masifine bakıldığında Çine masifine benzer koşullar hâkimdir.

Ödemiş ve Çine alt masiflerinde gözlemlenen benzer koşullar çalışma alanı içerisinde Başalan şistlerinde aktif olarak gözlenmektedir. Alçak dereceli metamorfik zon bu alt masiflerde şistler ve fillitler ile temsil edilmektedir. Çalışma bölgesinde bulunan fillitlerde

granat, muskovit, kloritoid ve stavrolit mineralleri gözlenmekte olup, hemen hemen her yönde bu minerallere rastlamak mümkündür.

Fillitler Kavaklıdere hattına doğru gidildikçe yoğunlaşmakla birlikte oldukça altere bir vaziyete bürünürler. Bölgedeki mermer ve şistler ile yer yer uyumlu fakat çoğunlukla da uyumsuz dokanaklar halinde gözlemlenmektedirler. Fillit ve şistler Örtülü ve Tütüncüler bölgelerinde gri renklerde kilometrelerce yüzlek vermektedirler.



Şekil 2.5: Çalışma alanındaki alçak-orta dereceli metamorfizma ürünü şistler ve mermerlerin kontağı Şist (a), Mermer (b).

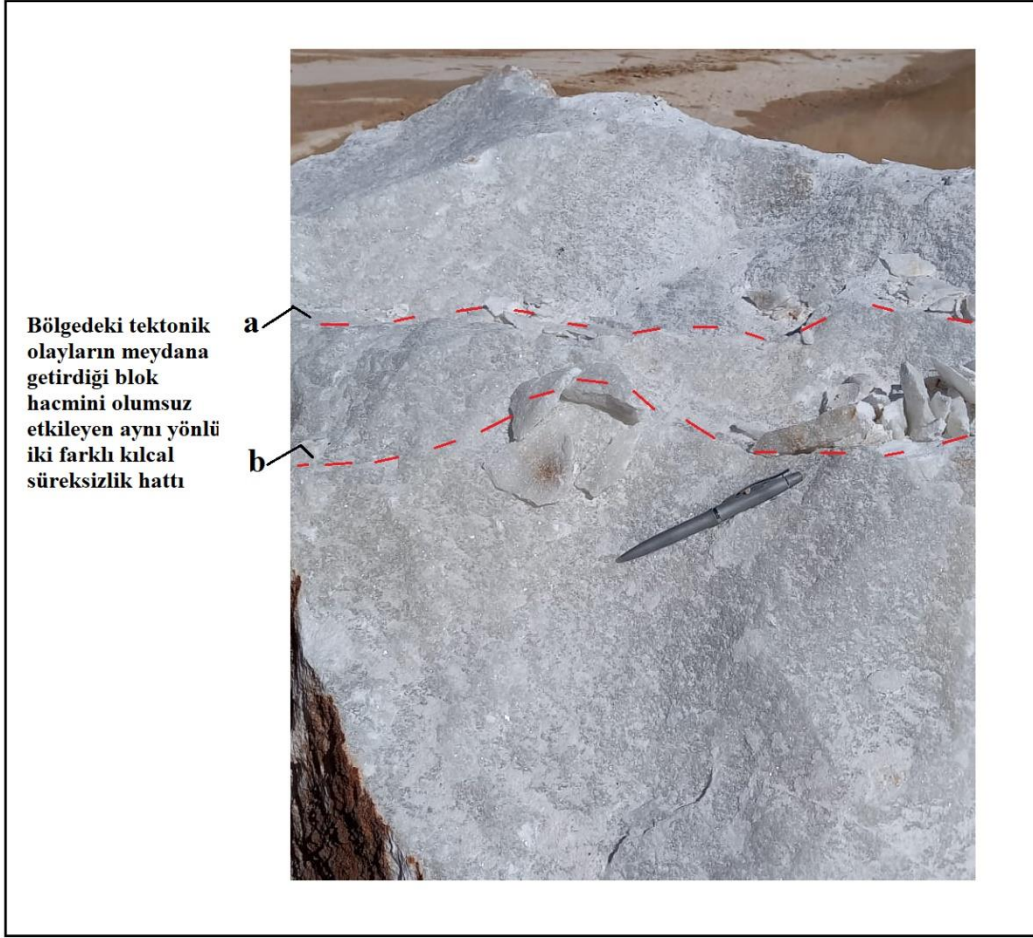
Menderes Masifinin güney kanadında yer alan Milas-Yatağan-Kavaklıdere lokasyonları ülkemizin ve bölgenin önemli mermer sahalarına ev sahipliği yapmaktadır. Bu sahalar gerek mineralojik yapıları gerekse oluşum koşulları yönünden birbirine benzemektedir.

Bölgeyi temsil eden stratigrafik seviyelerin sınıflandırılmasında mermer damarlarının ve bu damarların mineralojik ve petrografik özellikleri büyük önem arz etmektedir. Kavaklıdere–Yatağan hattı boyunca masifin örtü serileri olan şistler hemen hemen her sahada mermerler ile kontak içerisinde dir.

Göktepe–Kestanecik-Kavaklıdere lokasyonları bölgenin önemli mermer sahalarına sahiptir. Bölgede siyah, beyaz, gri ve tonlarında renk ihtiva eden birçok mermer damarı bulunmaktadır. Siyah ve tonlarında görülen mermerler genellikle Muğla'nın Göktepe bölgesinde geniş yüzeyler sunmuştur. Bölgede bulunan kılcal süreksizlikler hemen hemen irili ufaklı tüm kayaçlarda gözlenmekte olup, bunlar belirli bir düzen içinde olmayan yer yer metrelerce uzanan düzlemler şeklinde görülmektedirler (Şekil 2.6).

Kavaklıdere hattında Başalan Köyü civarında zuhur eden mermerler daha çok beyaz renkli olup, bölgedeki tektonizmaya bağlı olarak gerek makaslama çatlaklı gerekse de kılcal çatlaklara sahiptir. Tektonizmanın başlıca nedeni olan Likya Napları ve lokal faylar bölgede hemen hemen tüm bulunduğu sahalarda verimi düşürmüş olup, işletilebilirliği en alt seviyeye çekmiştir.

Bölgedeki beyaz renkli ince-orta taneli mermerler Başalan-Derebağ-Örentaht hattında bulunan, yer yer dolomitik sahaları içerisinde barındırmaktadır. Dolomitik sahalar işletilebilirlik yönünden zımparalı seviyelere göre daha ekonomik olmakla beraber işletmeciler açısından başlıca tercih sebebidir.



Şekil 2.6: Başalan civarında yüzlek veren mostradan alınan taze örnekte gözlemlenen kristal doku içerisindeki iki farklı kılcak süreksizlik (a, b).

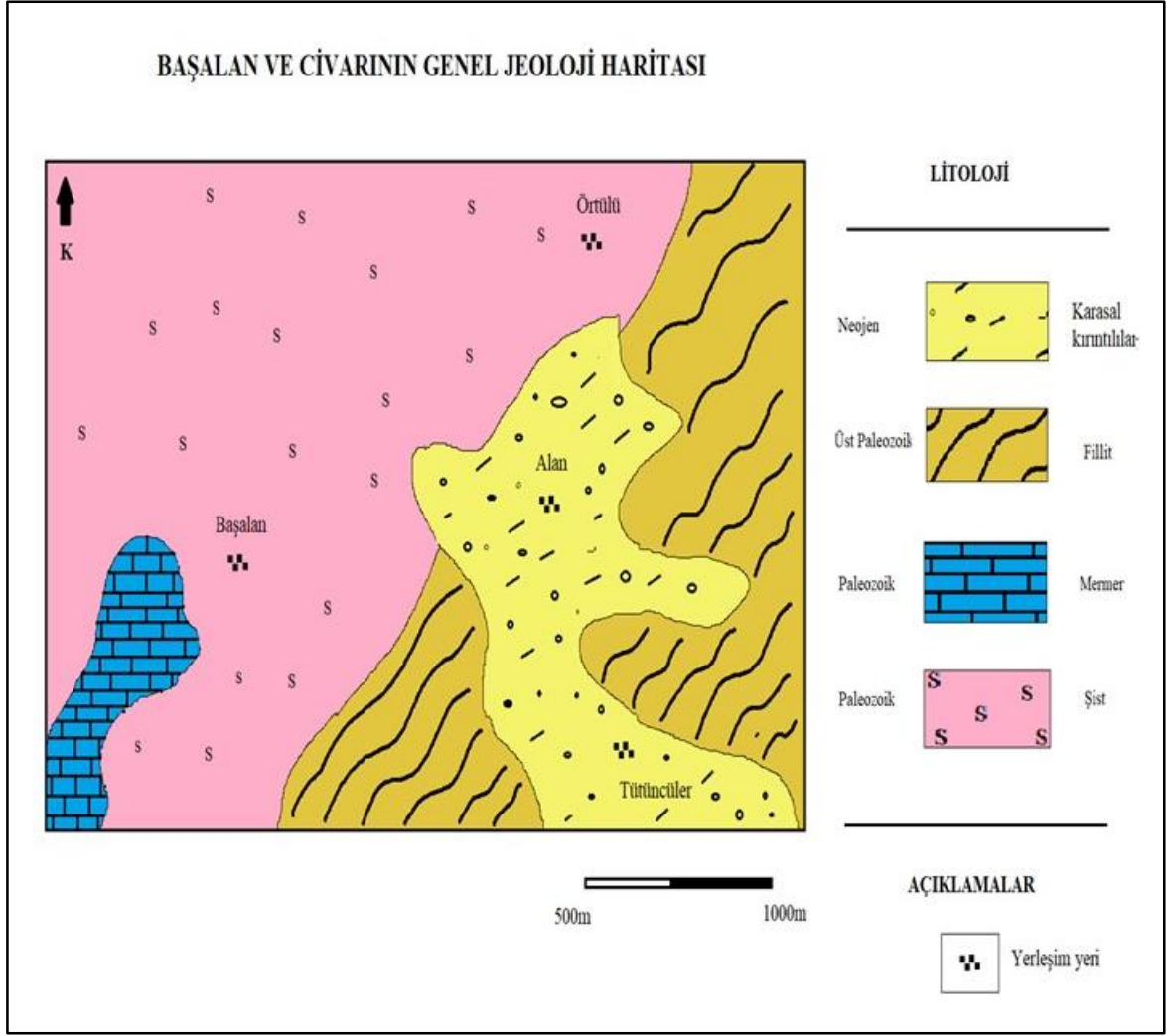
3. ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ

Başalan Köyü, Menderes masifinin güney yamacında yer almakta olup daha çok düşük ve orta dereceli metamorfizma etkisinde kalmıştır. Bu metamorfizma ürünü olan kayaçlar sahanın bütününde mostra vermektedir. Kavaklıdere-Bozdoğan hattı önemli mermer sahalarına ev sahipliği yapmaktadır. Gözlem yapılan sahada Menderes masifinin örtü serileri olan şistler, mermerler, fillitler ve kırıntılılar olmak üzere dört ana birim mostra vermektedir (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2).

Şistler genellikle gri-grinin değişik tonları, kahverengi, yeşil-gri renkleriyle belirgindir. Çalışma alanındaki şistler çok iyi şistozite düzlemleri sunmaktadır. Şistozite düzlemlerinin doğrultuları KD-GB yönlüdür. Şistlerin ve mermerlerin yaşı Paleozoik olmakla birlikte bu birimler çalışma alanı boyunca belirgin bir şekilde gözlenmektedir.

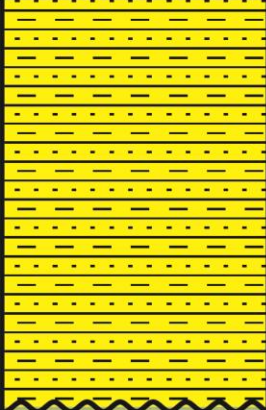
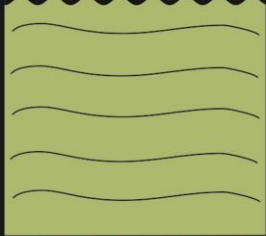
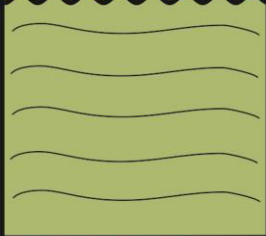
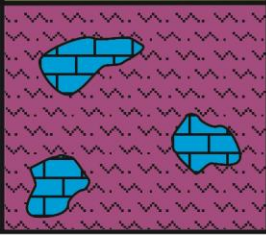
Bölgedeki mermerler sahanın tamamında şistlerin arasında mercek şeklinde yerleşmiş ve kalınlıkları değişken nitelikte olmakla birlikte 100-150m kalınlığındadır. Mermerlerin renkleri beyaz, grimsi beyaz tonlarındadır ve bol miktarda sarı damar ve süreksizlik içermektedir. Çalışma alanında bulunan mermer ve şistlerde birçok irili ufaklı süreksizlik gözlemlenmektedir. Bölgedeki küçük çaplı süreksizlikler çizgisellik arz etmemektedir. Karstik boşluklar sahanın tümünde yaygın olarak gözlenmektedir. Süreksizliklerin içerisinde kalsit cepleri yer almakta ve yer yer ince hatlar halinde aragonitleşme emareleri gözlemlenmektedir.

Alan hattından Tütüncüler istikametince uzanan Miyosen yaşlı kırıntılılar sahada Üst Paleozoik yaşlı fillitlerin üzerine uyumsuz şekilde konumlanmıştır. Özellikle Tütüncüler hattında gözle görülür şekilde incelmektedir. Bölgenin kuzey doğusunda bulunan karasal kırıntılılar çatlak ve kırık hatlarına dolgu yaptığı izlenmektedir.



Şekil 3.1: Başalan ve civarının genel jeoloji haritası.

Sahada KD-GB yönlü 1,5 km uzunluğunda ve yaklaşık 500 metre eninde bir alanda gözlenen mermerler GB'ye doğru başka sahalarda uzanmaktadır. Şistler içerisinde şistozite yönüne uygun olarak yerleşen mermerler kendi içinde de bir kırık sistemi oluşturmuştur. Çalışılan sahada D-B yönlü eğim atımlı bir fayla kırılmış olan mermer yatağının buna bağlı olarak gelişen eklem sistemleriyle şekillenmiş olduğu görülmektedir.

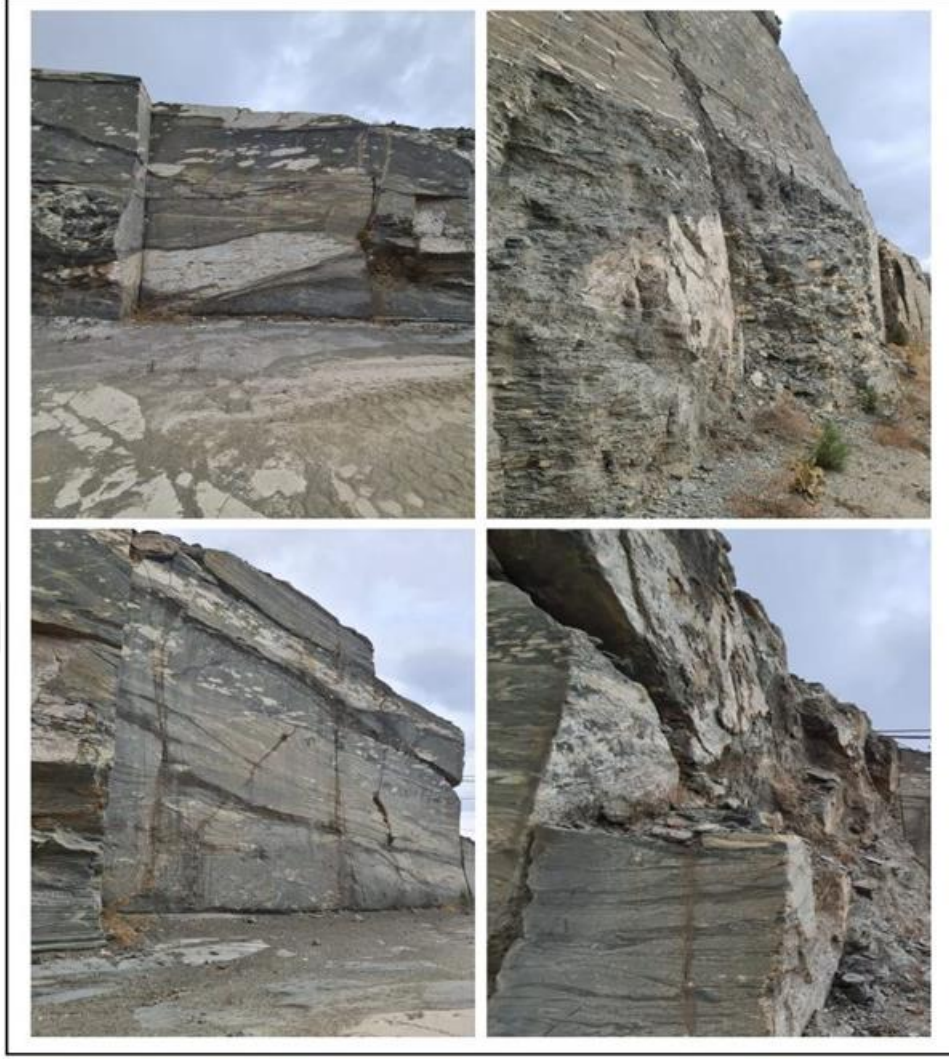
ÜST SİSTEM	SERİ	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
SENOZOYİK	MIYÖSEN		Karasal kırıntılı kayalar (Kumtaşı, kiltası, çamurtaşı)
			Fillit
PALEOZOYİK	ÜST		Fillit
	ALT - ORTA		Şist

Şekil 3.2: Çalışma alanının stratigrafik kolon kesiti.

3.1 Şistler

Şistler genel olarak bileşenleri makroskobik olarak tanımlanabilen yapraksı mineralleri ihtiva eden ve bu minerallerinin birbirine hemen hemen paralel dizildiği kayalardır. Şistler kayacın tane boyutuna bakarak yorumlamak doğru değildir tasnif için içerdiği mineral topluluğuna bakılmalıdır.

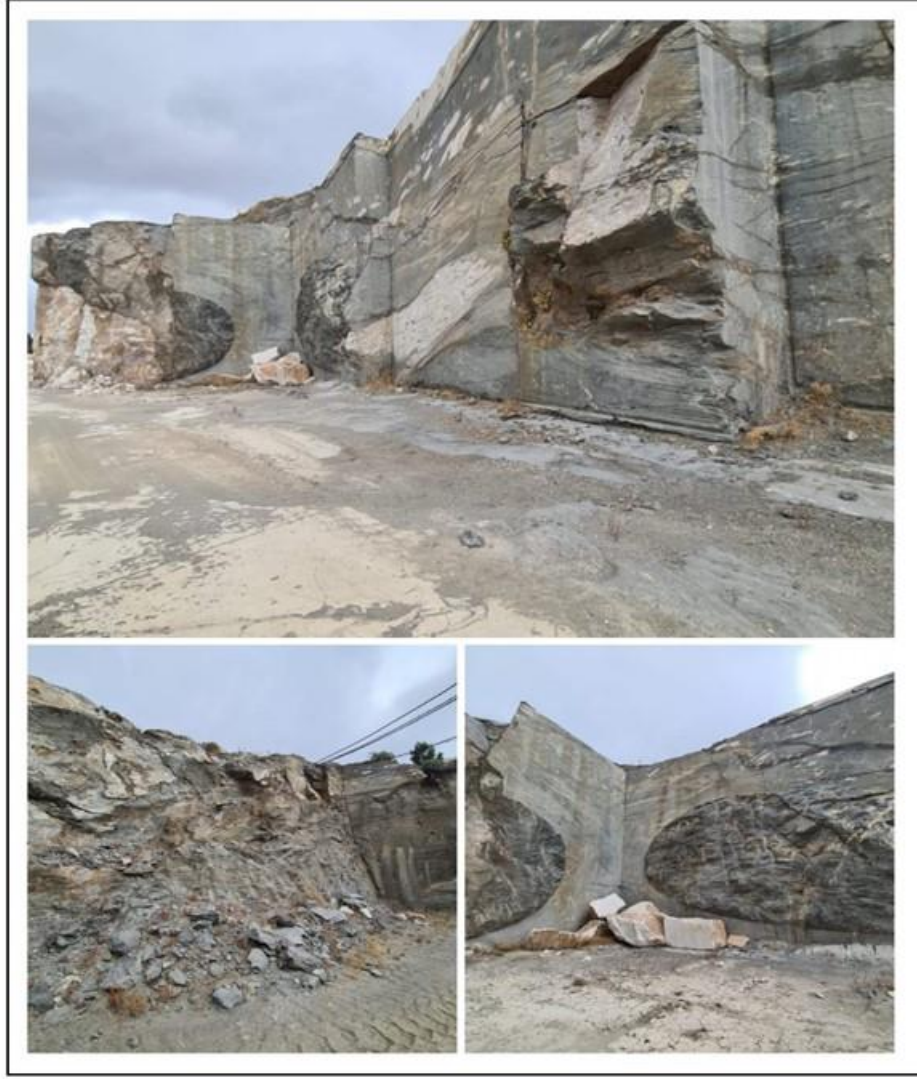
Menderes Masifinin örtü seriler olan şistler Başalan civarında sahanın K-G yönünde geniş alanlarda yüzey vermektedir. Şistlerin yaşı Paleozoik olup içerisinde mercerler halinde Mermerler gözlemlenmektedir. Şistlerin rengi gri, yeşil ve tonlarında olup oldukça altere olup yol yarmaları ve oluşturulan ocak şevlerinde açıkça izlenmektedir. Şistlerin tabanına sahanın hiçbir yerinde rastlanmamaktadır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3: Başalan civarında mostra veren Paleozoik yaşlı şistlerin mostra görünümü.

Başalan'ın kuzey doğusunda yer alan Örtülü ve civarında şistlerin yapılan saha çalışmalarında oldukça altere olduğu mostralarda gözlemlenmiştir. Şistlerde grinin hemen hemen tüm tonları izlenmektedir. Şistlerde meydana gelen ve tektonizmanın etkisi olan süreksizlikler şistlerle uyumlu bir şekilde değildir. Süreksizliklerin sıklığı ve oldukça altere oluşu Örtülü civarındaki şistlerin işletilemez olduğunun bir kanıtıdır.

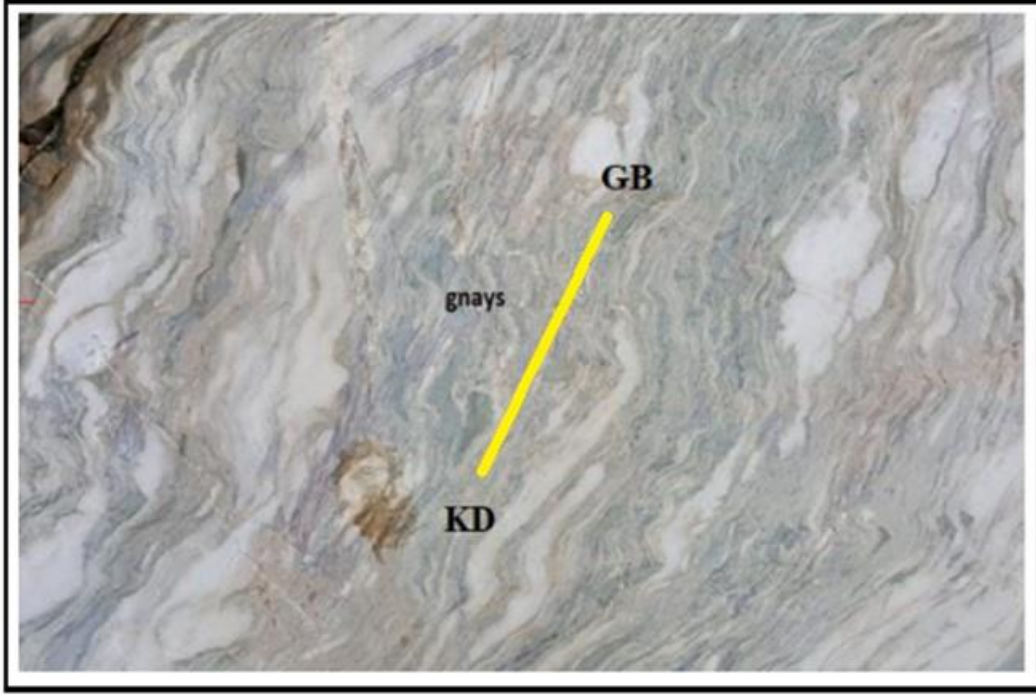
Başalan civarında ve sahanın tümünde gözlemlendiği gibi Örtülü civarında da mermerler şistlerin arasında merccekler halinde bulunmaktadır. Bölgedeki birçok açılan mermer sahası şistlerin içerisindeki merccek halindeki mermer mostralarda açılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: Örtülü ve civarında açık yol yarmasında mostra veren gri, yeşil tonlarındaki oldukça altere şistlerin görünümü.

Gnayslar yüksek dereceli metamorfizmanın etkisinde meydana gelen kayalardır. Bu kayalar kuvars, feldspat, mika ve amfibol gibi mineralleri bol miktarda içermektedir. Çalışma alanındaki şistler metamorfizma derecesinin artması ile yer yer gnayslara geçiş gözlemlenmektedir.

Sahada yüzey veren gnayslar gri, yeşil ve tonlarında olup birkaç dar alanda mostra vermiştir. Gnayslar KD-GB yönünde tektonizma etkisinde kalmıştır. Örtülü ve civarında gözlemlenen şistler Başalan ve civarında mostra veren şistlere oranla renk olarak daha koyu renktedirler ve KD-GB yönünde uğradıkları tektonizma etkisi ile oldukça alteredirler. Tütüncüler, Alan ve civarında gnayslara ait bir mostraya rastlanmamaktadır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5: Başalan ve Örtülü civarında mostra veren gri, yeşil tonlarında metamorfizma derecesinin yükselmesi ile meydana gelen gnaysların görünümü.

Menderes Masifinin örtü serileri olan şistlerin içerisinde yer yer farklı çaplarda karbonat mercekleri gözlemlenmektedir (Şekil 3.6). Karbonat mercekleri süreksizlikler ile uyumsuz şekilde bölgede mostra vermektedir. Bölgedeki KD-GB yönlü tektonizmanın etkisi karbonat merceklerinde açıkça izlenmektedir. Başalan ve civarında açılan mermer sahalarında üretim için oluşturulan kademelerdeki şevlerde yüzey veren ve tektonizma etkisinde kalan mercekler oldukça net bir şekilde tespit edilmektedir.

Başalan ve civarında açılan tüm mermer sahalarında üst kotlarda şistler ve altında, şistlerin içerisinde mercekler halinde yerleşmiş olan mermer mercekleri, bölgedeki hemen hemen tüm açık maden işletmelerinde açıkça mostralarda izlenmektedir (Şekil 3.7). Başalan'dan KD yönüne doğru gidildikçe şistlerin rengi yeşil tonlarında olup, alterasyon derecelerinin de giderek arttığı görülmektedir.



Şekil 3.6: Şistlerin içerisinde gözlemlenen irili ufaklı karbonat mercekleri.

3.2 Fillitler

Başalan ve civarında düşük dereceli metamorfizmanın bir ürünü olan fillitler çalışma alanın KD yönünde geniş alanlarda mostra vermektedir. Bölgede yüzlek veren fillitlerin yaşı Üst Paleozoiktir. Fillitler grinin hemen hemen tüm tonlarındadır ve oldukça belirgin yapraklanmalara sahiptirler. Çalışma alanın kuzeyine gidildikçe fillitlerin oldukça altere olduğu ve tektonizmanın etkileri gözlemlenmektedir (Şekil 3.8).



Şekil 3.7: Başalan ve civarında yer alan açık mermer işletmesinde gözlemlenen şistler ve içerisindeki mermer yataklanmasının görünümü.

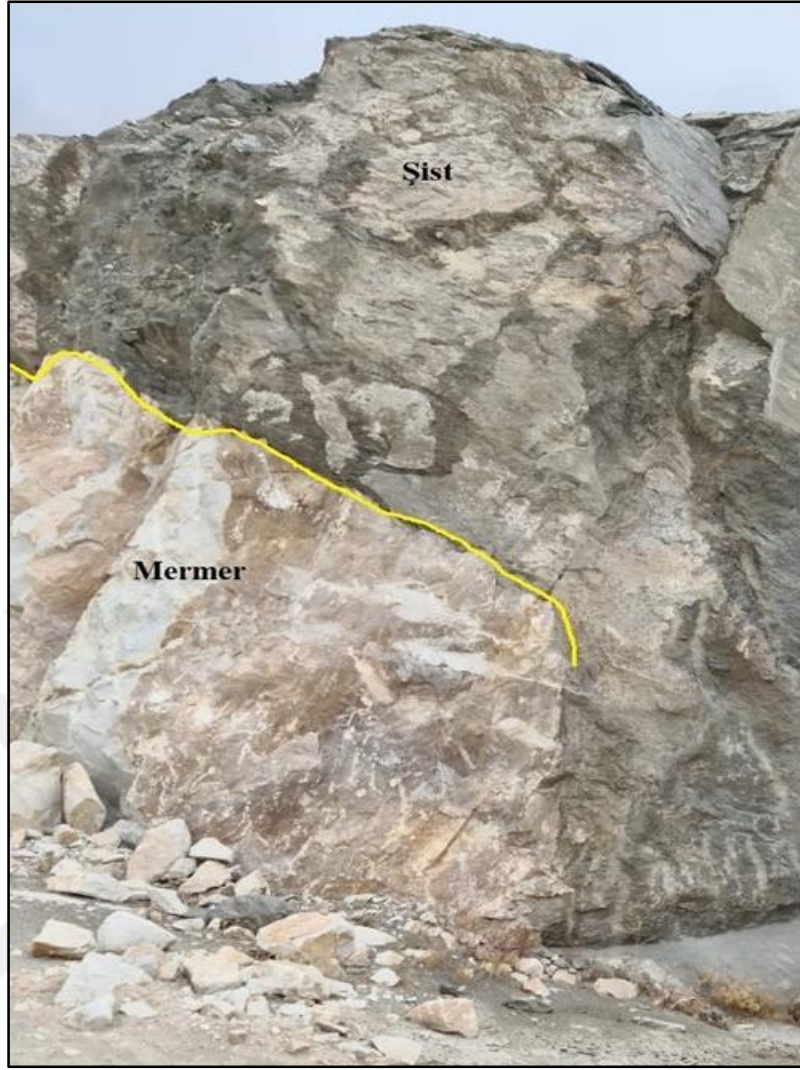


Şekil 3.8: Paleozoik yaşlı şistlerin üzerine gelen Üst Paleozoik yaşlı ve belirgin yapraklanmalı gri ve tonlarındaki fillitlerin mostra görünümü.

3.3 Başalan Mermerleri

Başalan mermerleri Menderes Masifinin içerisinde merccekler halinde yer almaktadır. Çalışma alanında bulunan mermerlerin yaşı Paleozoik olup tahmini kalınlıkları 100-150m arasındadır. Mermerler çalışma alanında KD-GB yönünde mostra vermektedir. Arazi çalışmalarda mermer-şist sınırları ve alterasyonlar tüm sahada oldukça belirgin bir şekilde gözlemlenmektedir (Şekil 3.9).

Başalan mermerleri renk olarak beyaz olmasının yanı sıra ince-orta taneli bir yapıya sahiptirler. Arazi çalışmalarında mermerlerin homojeniteyi bozan sarı damarlar ihtiva ettiği belirlenmiştir ve bu damarlar bölgenin tamamında gözlemlenmektedir (Şekil 3.10). Bahsi geçen sarı damarlar blok verimini düşüren süreksizliklerle uyumsuz şekilde gelişmektedir. Sarı damarlar açılan mermer sahalarında üretilen blokların verimini düşürmektedir.



Şekil 3.9: Menderes Masifi içerisindeki şistlerin arasında mercekler halinde bulunan mermerlerin mostra görünümü.

Çalışma alanı olan Başalan ve civarında her mostrada kalsit kristallerine rastlanmaktadır (Şekil 3.11). Kalsit kristalleri blok hacmini etkileyen en önemli parametrelerdendir. Kalsit mineralleri sahanın KD-GB hattı boyunca mostra vermiş olup sahadaki mermerlerin kırılgenliğini arttırmıştır. Çalışma alanında Başalan yerleşkesinden uzaklaştıkça kalsit kristallerinin boyutları küçülmekte ve devamında sahada gözlemlenememektedir.

Başalan ve civarında yapılan saha çalışmalarında süreksizliklerin mostralarda geniş yer bulduğu bir veya birden çok süreksizlik takımı oluşturduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.12). Bölgedeki mermer sahalarında blok üretimini etkileyen en önemli parametrelerden biri süreksizliklerdir. Başalan lokasyonundaki mermer sahalarında üretilen hemen hemen tüm

materyallerde süreksizliklere rastlanmakta olup üretim esnasında ebatlanarak kütlede ayrılmaktadır. Süreksizliklerin örümcek ağı görünümünde süreksizlik takım ve sistemlerini meydana getirmekte bu sistemlerin aralarındaki mesafe oldukça değişkendir. Bölgede üretim aynalarında yer yer makaslama çatlakları ve baklava şeklinde görsel sunan bu süreksizlik yer yer kalsit ceplerine ev sahipliği yapmaktadır (Şekil 3.13).



Şekil 3.10: Başalan mermerlerindeki ve bölgedeki açık maden sahalarındaki blok hacmini etkileyen oldukça kırılğan sarı damarların görünümü.

Sahada yürütülen çalışmalarda gözlemlenen süreksizlikler ve açık maden işletmelerinin şevlerinde ve pasa sahalarında yer alan kaya blokları üzerinde yapılan gözlemler neticesinde, kayaç içerisinde ince-orta kalsit kristallerinden ihtiva edildiği belirlenmiş değişik boyutlarda kalsit ceplerinin yer yer bloklarda ve kayalarda yer aldığı belirlenmiştir. Beyaz ve gri renklerinde gözlenen kalsit cepleri beyaz mermerler ile benzer renklerde olması nedeniyle, ocak şev aynalarında çıplak gözle ayırt edilmesi bazen mümkün olamamakta ancak mermer

ocağı içerisinde üretilmiş olan kaya blokları üzerinde yapılan detay incelemelerde, çok sayıdaki kaya bloğunun içerisinde, farklı boyutlardaki kalsit ceplerinin varlığı tespit edilmiştir.

Kayacın içerisinde değişik boyutlarda bulunan kalsit cepleri mermerlerin renk ve desen homojenitesini bozmaktadırlar. İri kalsit kristallerinden oluşan bu zonlar üretimi yapılan mermere oranla çok daha kırılgan ve düşük durabilededir. Bu anlamda, belirgin bir stratigrafik kontrolü olmayan bu kalsit cepleri üretilen mermer blokları içerisinde bulunduğunda, o bloğun değerlendirilmesi ya mümkün olamamakta ya da bu bloktan üretilen levha ve plaka üretim verimliliği ciddi oranlarda düşmektedir. Aydın yöresinde değişik mermer sahalarında da gözlenebilen iri kalsit kristalinden oluşan kalsit cepleri gözlemlenmektedir.



şekil 3.11: Başalan ve civarında KD-GB yönünde gözlemlenen irili ufaklı kalsit kristallerinin yakından görünümleri.



Şekil 3.12: Başalan ve civarındaki mermerlerde gözlenen süreksizlikler.



Şekil 3.13: Başalan ve civarındaki açık ocak şevlerinde gözlemlenen kalsit cepleri.

3.4 Karasal Kırıntılılar

Kırıntılı kayaçlar tanım itibariyle belirli bir bölgeden kaynaktan kopan ve bölgeden çeşitli yollar ile sahadan dışarıya taşınan ve belirli bir alanda biriken kayaçlardır. Bir sahada karasal kırıntılıların gözlemlenmesi ve ortamda çökelişi için ortama dışarıdan malzeme gelmesi gerekmektedir. Kırıntılı çökelişini etkileyen ana faktörlerin başında kaynak alandaki kayaçların mineralojisi, tektonik olaylar, iklim gelmektedir. Başalan ve civarında yapılan saha çalışmalarında KD-GD yönünde Alan ve Tütüncüler hattında Üst Paleozoik yaşlı fillitleri uyumsuz olarak üzerleyen Miyosen yaşlı karasal kırıntılılar (kumtaşı, kiltası, çamurtaşı) tespit edilmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14: Tütüncüler hattında mostra veren Miyosen yaşlı karasal kırıntılılar.

Tütüncüler hattının kuzeyinde bulunan Alan ve civarında da Miyosen yaşlı karasal kırıntılılar sahanın hemen hemen tümünde geniş mostralara vermektedir. Bölgedeki bulunan

düşük dereceli metamorfizmanın ürünü olan fillitlerin üzerine Tütüncülerde olduğu gibi uyumsuz olarak gelmiştir. Kumtaşları ince-orta taneli olup yer yer tane boyutu artmaktadır. Kilttaşları ve çamurtaşları renk itibari ile sarı, kahverengi ve tonlarındadır (Şekil 3.15).



Şekil 3.15: Tütüncüler hattında gözlemlenen Neojen yaşlı karasal kırıntılıların mostra görünümü.

4. PETROGRAFİ

Çalışma sahasından derlenen örneklerden yaptırılan ince kesitler petrografik analiz amaçlı polarizan mikroskop altında incelenmiş ve bu kesitlerin kayaçların karakterlerini en iyi yansıttığı düşünülen noktalarından fotoğraflar çekilerek kaydedilmiştir. Örneklerin tümü mineralojik bileşim ve dokusal karakter açısından mermer tanımına uygundur. Buna göre, örneklerin hâkim dokusu granoblastik ve mozaik dokudur (Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4).

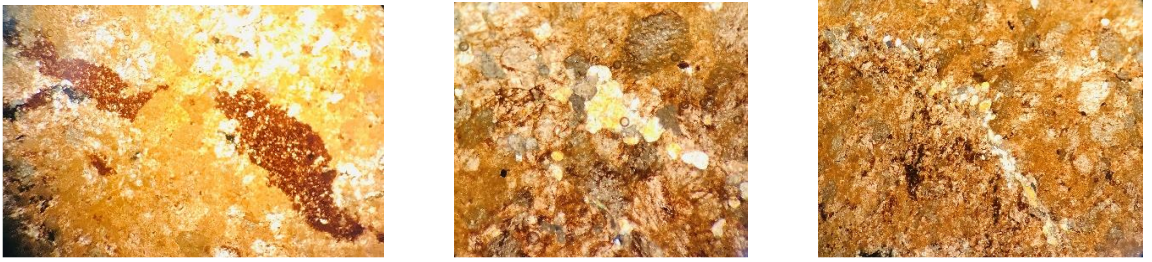
Mineraller genellikle metamorfizma etkisiyle içe içe geçmiş ve grift biçimdedir. Mineral parajenezinde baskın minerali kalsit ve dolomit gibi karbonat mineralleri oluşturmaktadır. Ayrıca kayaç çatlaklarında da ikincil karbonat minerallerinin varlığı dikkat çekmektedir (Şekil 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9). Genellikle kalsitlerin hasır ikizleri belirgin durumda olup, menevişlenmeleri seçilebilmektedir. Bazı örneklerde yoğun demir içeriği göze çarpmaktadır. Bazı örneklerde az da olsa özşekilsiz kuvars kristallerinin varlığı göze çarpmaktadır. Ancak kalsit haricinde örneklerde en sık rastlanan mineral epidottur. Epidotlar birinci nikolde renksiz, yüksek optik engebeli ve yarı özşekilli; ikinci nikolde ise çingene pembesi, mor, pastel yeşil, turkuvaz gibi yüksek girişim renklerinde olup mineral sınırlarında gökkuşağı haleleriyle tipiktirler (Şekil 4.10, 4.11, 4.12, 4.13). Örneklerdeki yüksek epidot içeriği mermerlerin metamorfizma derecesinin orta-yüksek olduğunu göstermektedir. Az sayıdaki örnek ise çok ince taneli sparitik karakterli mikro kalsit kristallerinin yayılım gösterdiği bir matriksten ibaret görünmektedir. Bu örneklerde opasitleşme ve killeşme gibi alterasyon türlerinin varlığı dikkat çekicidir ve bunlar yapı malzemesi olarak kullanılan mermerlerde istenmeyen özelliklerdendir (Şekil 4.14, 4.15, 4.16, 4.17).



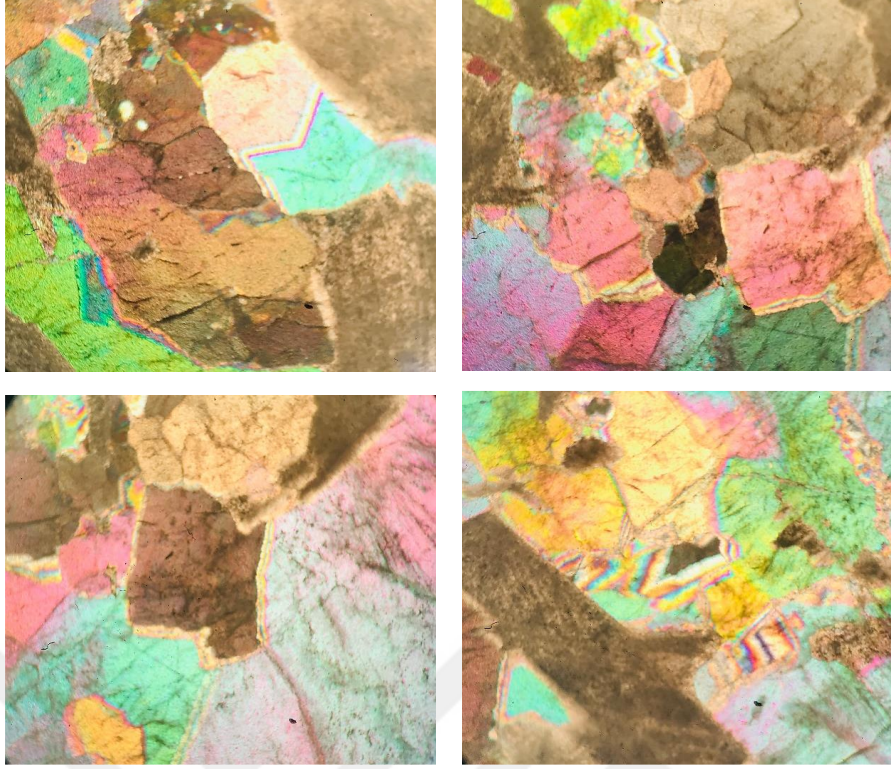
Şekil 4.1: Çalışma sahası mermerlerinde granoblastik doku gösteren kalsit minerallerinin görünümü (4X; Ç.N.).



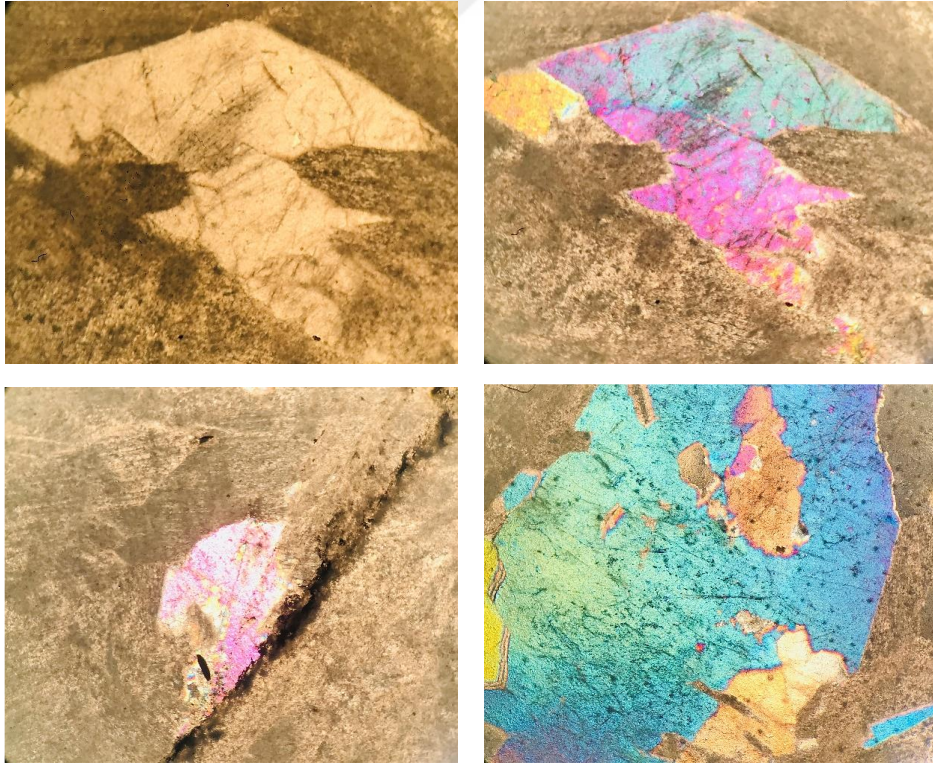
Şekil 4.2: Kalsit minerallerinin grift görünümleri ve tipik hasır ikizlenmeleri (10X; Ç.N.).



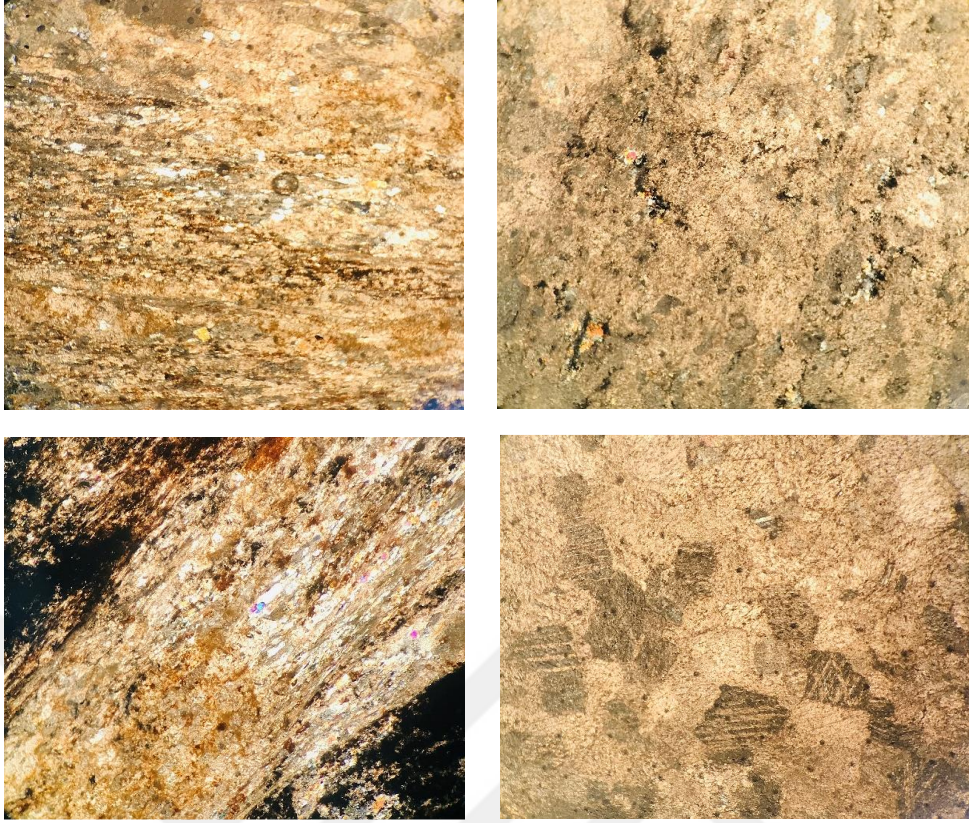
Şekil 4.3: Başalan mermerlerindeki demir içeriğinin (sol başta), kuvars minerallerinin (ortada) ve killeşmiş matriksin görünümü (sağda) (4X; Ç.N.).



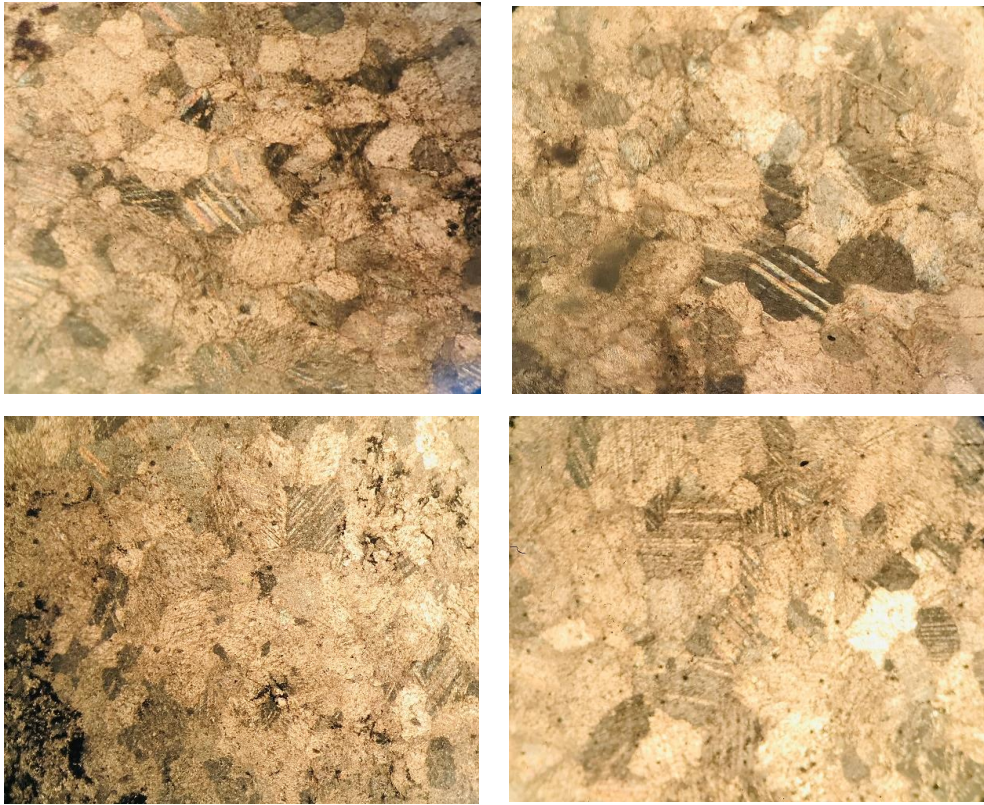
Şekil 4.4: Başalan mermerleri içerisindeki epidot minerallerinin çapraz nikol altındaki görünümleri (4X).



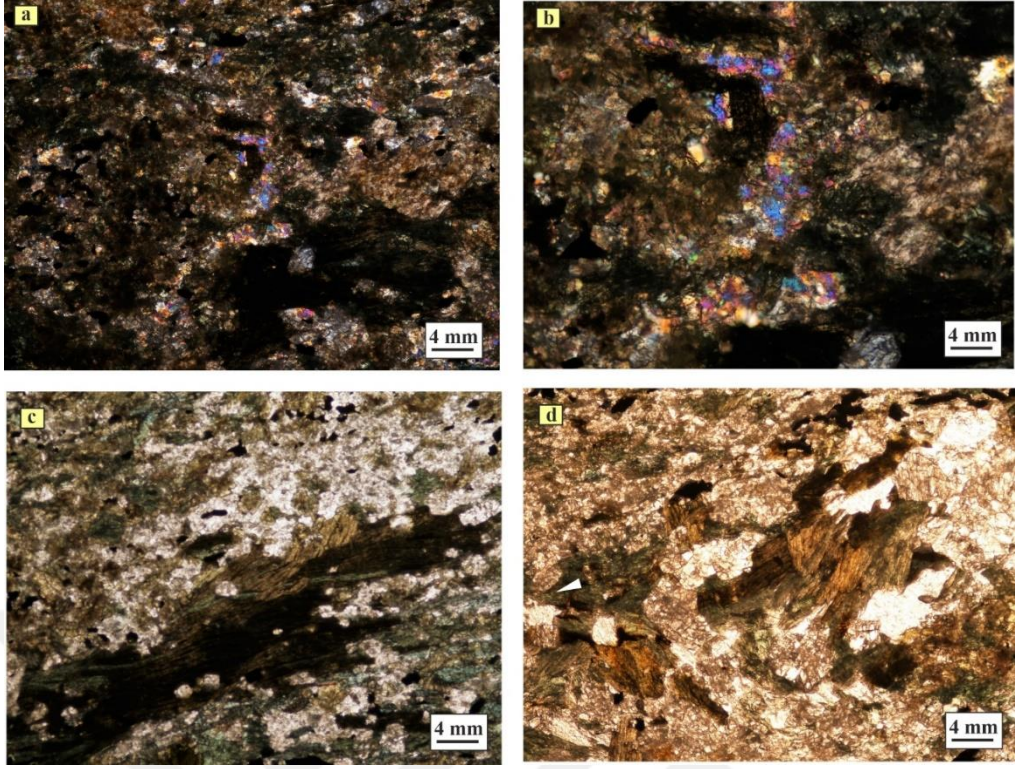
Şekil 4.5: Yarı özşekilli epidot mineralinin düz nikoldeki (sol üstte) ve çapraz nikoldeki (sağ üstte) görünümü ile örneklerdeki epidotlardan kesitler (4X; Ç.N.).



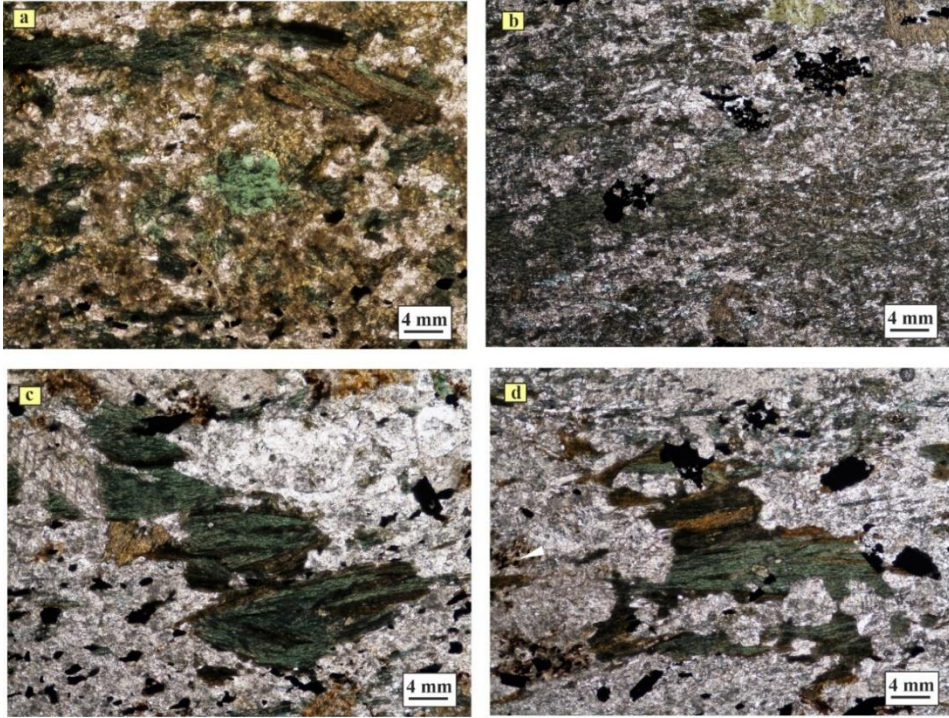
Şekil 4.6: Mermerlerdeki opasitleşme ve killeşme alterasyonlarının görünümü (4X; Ç.N.).



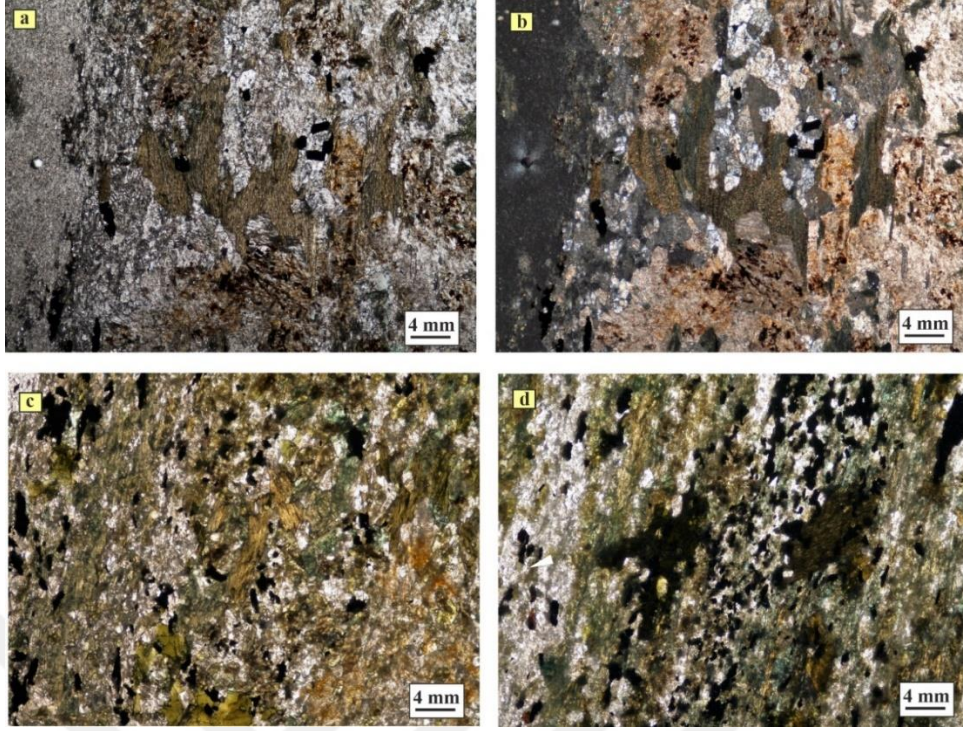
Şekil 4.7: Hasır ikizli ve mozaik dokulu karbonat minerallerinin görünümü (4X; Ç.N.).



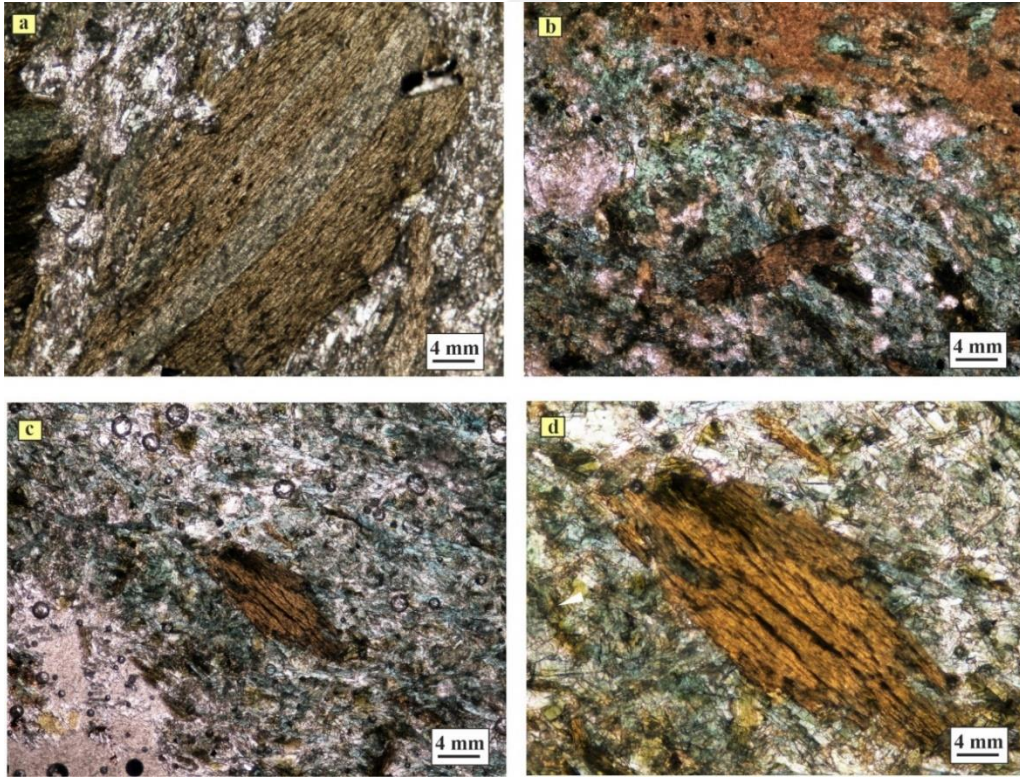
Şekil 4.8: (a, b) Hamurdaki epidot mineralleri, (c, d) Biyotit ve kloritlerin mikroskop görünümü (4X; Ç.N.).



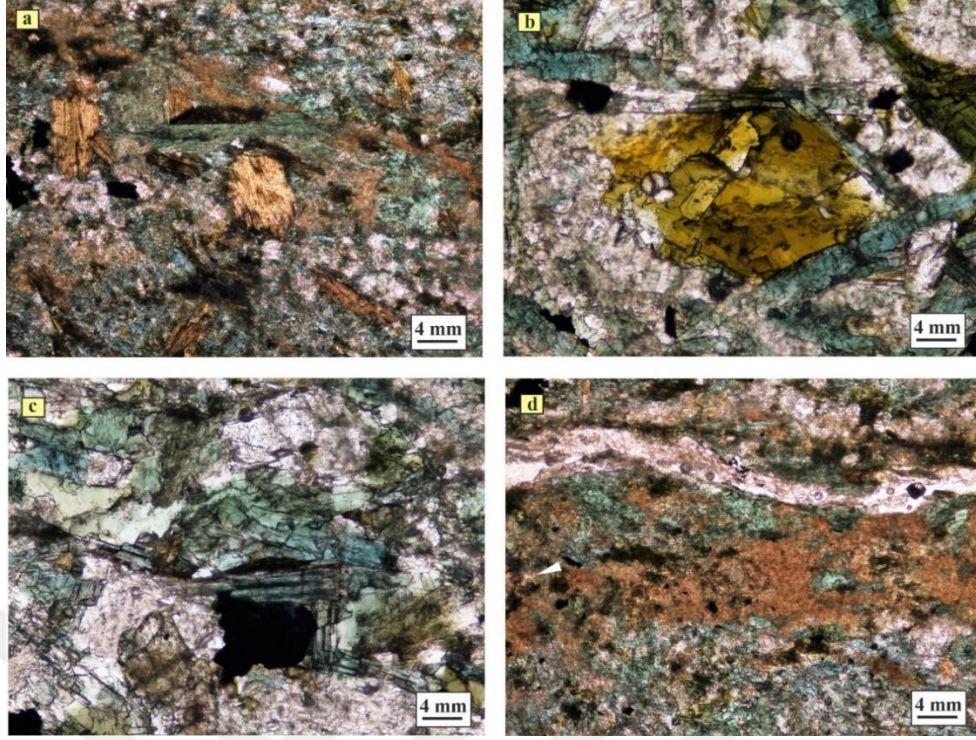
Şekil 4.9: (a, b) Hamurdaki amfibol minerallerinin yayılımı, (c, d) biyotit-klorit dönüşümleri (4X; Ç.N.).



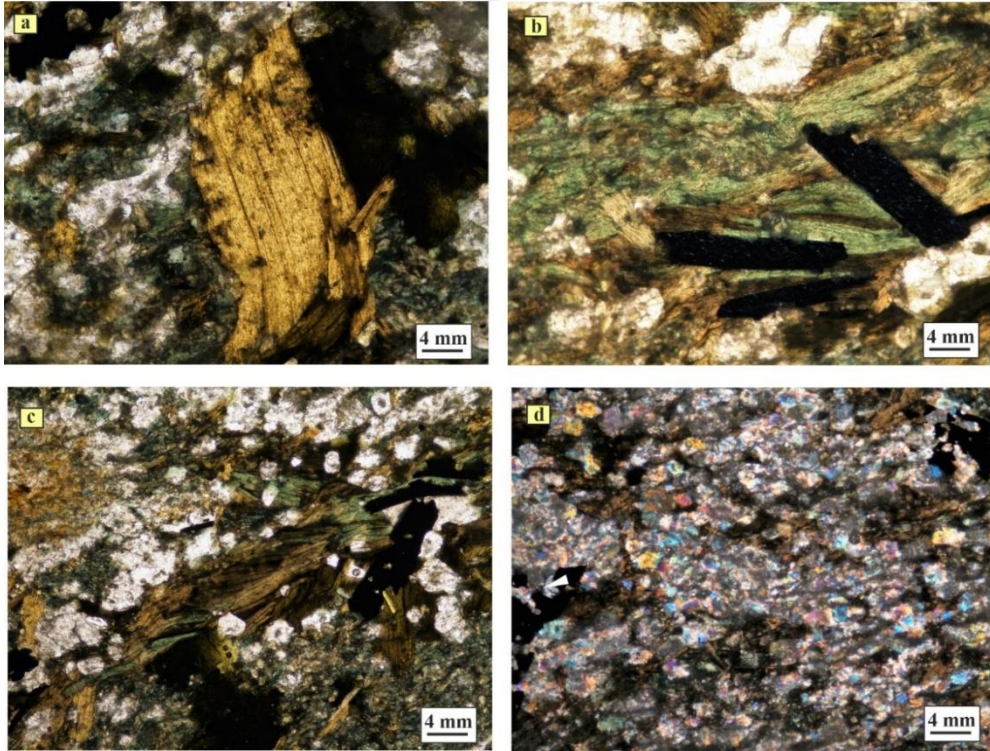
Şekil 4.10: (a, b) Tek yönde iyi dilinim gösteren biyotitler, (c, d) şistoziteye uyumlu yerleşen hornblend mineralleri (4X; Ç.N.).



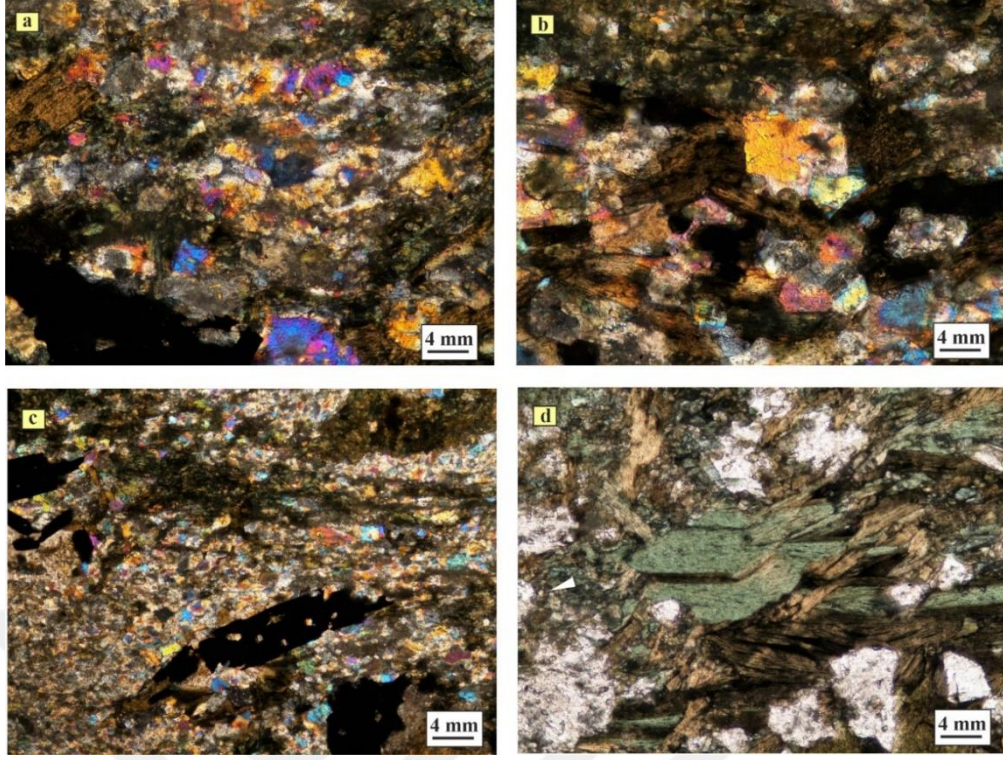
Şekil 4.11: (a) İyi dilinimli biyotit, (b) kloritleşme, (c, d) düzgün altıgen hornblend mineralinin 4X ve 10X objektif altındaki görünümü.



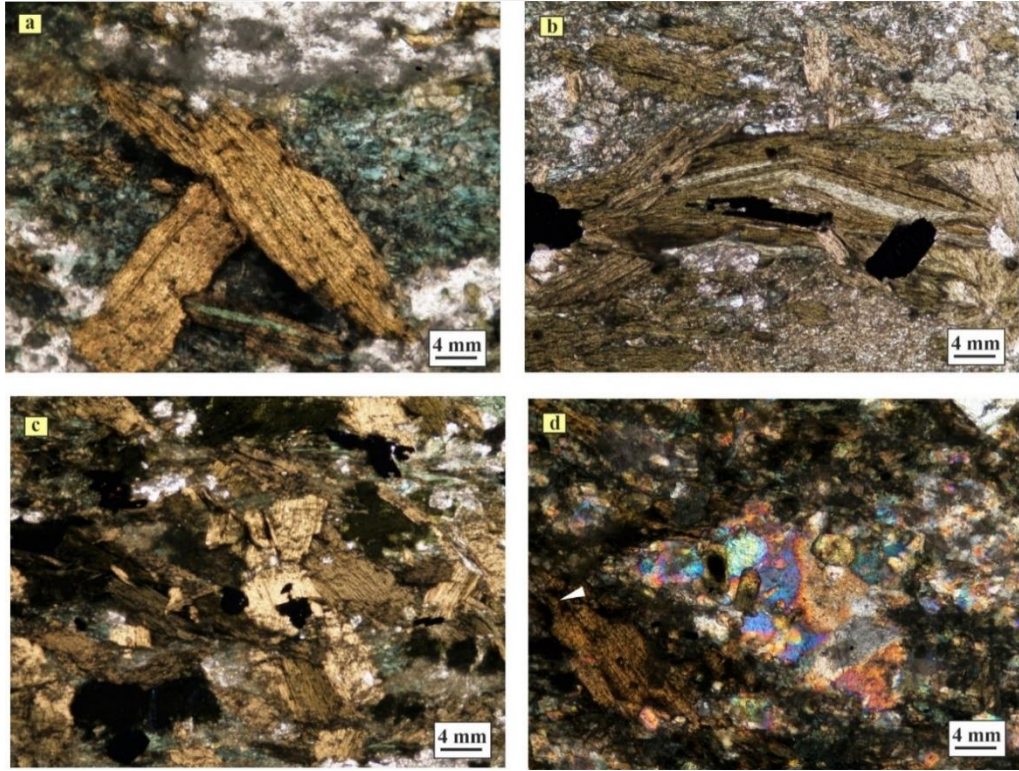
Şekil 4.12: (a) klorit-biyotit birlikteliği, (b) hornblend fenokristalini sarmalayan kloritlerin görünümü, (c) prizmatik klorit mineralleri, (d) kayalardaki karbonatlaşmanın genel görünümü (4X; Ç.N.).



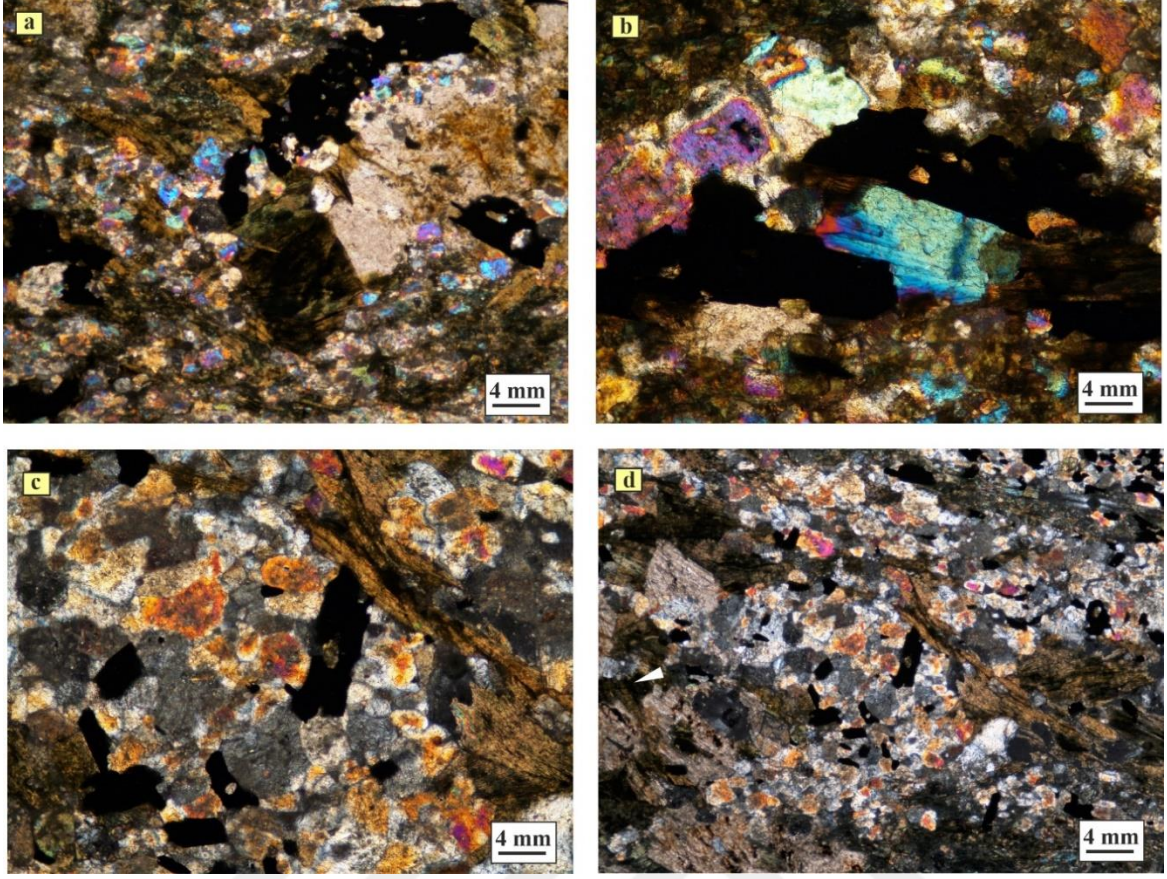
Şekil 4.13: (a) Metamorfizma etkisiyle kıvrımlanma gösteren biyotit (10X; Ç.N.), (b, c) sönme durumundaki biyotitler ve yeşil renkli kloritler, (d) yüksek girişim renkli özşekilsiz epidotlar (4X; Ç.N.).



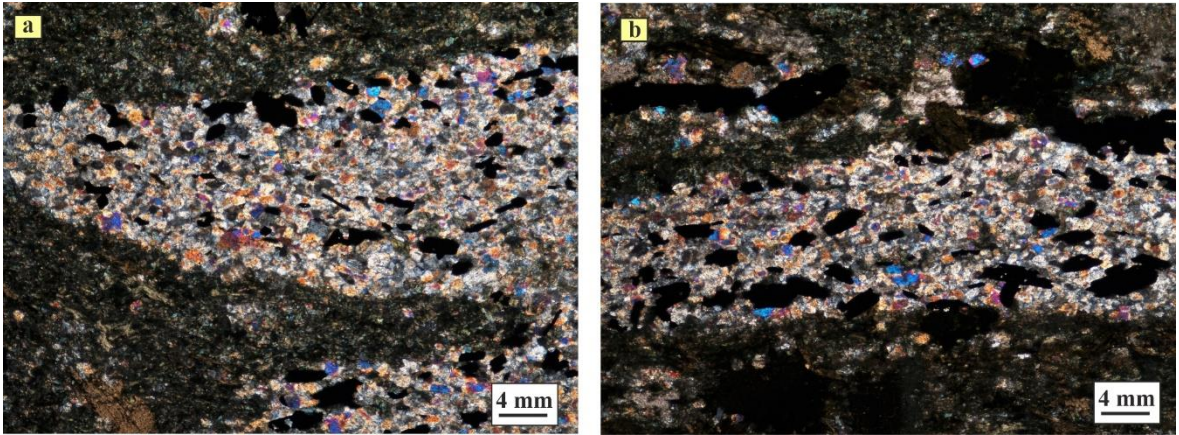
Şekil 4.14: (a, b) Epidot mineralleri, (c) epidottan ibaret hamur içinde tamamen opaklaşmış prizmatik biyotitler, (d) klorit-biyotit birlikteliği (4X; Ç.N.).



Şekil 4.15: (a, c) Grift dokulu biyotitler, (b) şistoziteye uyumlu kıvrımlanmış biyotitler, (d) epidot topluluğu (4X; Ç.N.).



Şekil 4.16: (a) Kısmen karbonatlaşmış epidot ve hornblend birlikteliği, (b) epidotların 10X büyütmedeki görünümü, (c, d) karbonatlaşmaya başlamış kalk-şistin görünümü (4X; Ç.N.).



Şekil 4.17: (a, b) Epidot ve opak minerallerin bantlaşması (4X; Ç.N.).

5. JEOKİMYA

Çalışma sahasındaki mermer ocağından sistematik olarak derlenen numunelerden jeokimyasal bileşimi ortaya çıkarma amaçlı 2 adet örnek Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi'ne gönderilerek atomik absorpsiyon cihazı kullanılmak suretiyle kimyasal analize tabi tutulmuştur. Analiz sonuçlarını gösteren tablolar aşağıda verilmiştir. D2 örneğinde SiO₂ içeriği %22,60; CaO içeriği ise %33,70 olarak tespit edilmiştir (Tablo 5.1). Bu rakamlar örneğin silis derecesinin de oldukça yüksek olduğunu göstermektedir. Buna göre örnek; silisli mermer olarak adlandırılabilir. D3 örneği ise ocaktaki diğer örneklerden dış görünümde ve makro incelemede çok daha sert olması nedeniyle yani tamamen farklı görünümü nedeniyle araştırılmak istenmiştir. Bu örneğin SiO₂ içeriği %98,40 olarak tespit edilmiştir. Bu da örneğin kuvarsit olduğunu ortaya koymaktadır. D2 örneğinde ateşte zayıt miktarının %25,05 çıkması Başalan mermerlerinin uçucu gazlar ve su içeriği bakımından zengin olduklarının göstergesidir. Analiz edilen örnekte SiO₂ ve CaO'dan sonra en çok bulunan oksitler sırasıyla Al₂O₃ (%6,40) ve Fe₂O₃ (%5,70)'dir. MgO içeriği %3,30'da kalmıştır. Bu da Başalan mermerlerinde dolomitik katkının oldukça az olduğunu göstermektedir. Arazi çalışmaları da bunu doğrulamaktadır.

Tablo 5.1: Başalan mermerlerinin (%) ana oksit içerikleri.

	D2	D3
SiO ₂	22,60	98,40
Al ₂ O ₃	6,40	0,20
Fe ₂ O ₃	5,70	0,40
MgO	3,30	0,10
CaO	33,70	0,40
Na ₂ O	0,40	<0,1
K ₂ O	1,40	<0,1
TiO ₂	1,00	<0,1
P ₂ O ₅	0,20	<0,1
MnO	0,10	<0,1
A.Z	25,05	0,45

Başalan mermerlerinin eser element içeriklerine bakıldığında D3 örneğinde yani kuvarsitte kayda değer neredeyse hiçbir element tespit edilememiştir veya dedeksiyon limitlerinin altında kalmıştır. Bu durum bu örneğin iz elementler bakımından oldukça fakir olduğunu ortaya koymaktadır (Tablo 5.2). D2 örneğinde ise Co (38,90 ppm), Nb (19,60 ppm), Rb (29,30 ppm), Sr (229,20 ppm), Ba (113,70 ppm) ve Cr (122,20 ppm) oranlarıyla dikkat

çekmekteyse de bu örneğin de iz elementler bakımından zengin olduğu söylenemez. Sonuç olarak Başalan mermerleri iz elementler bakımından fakir mermerlerdir.

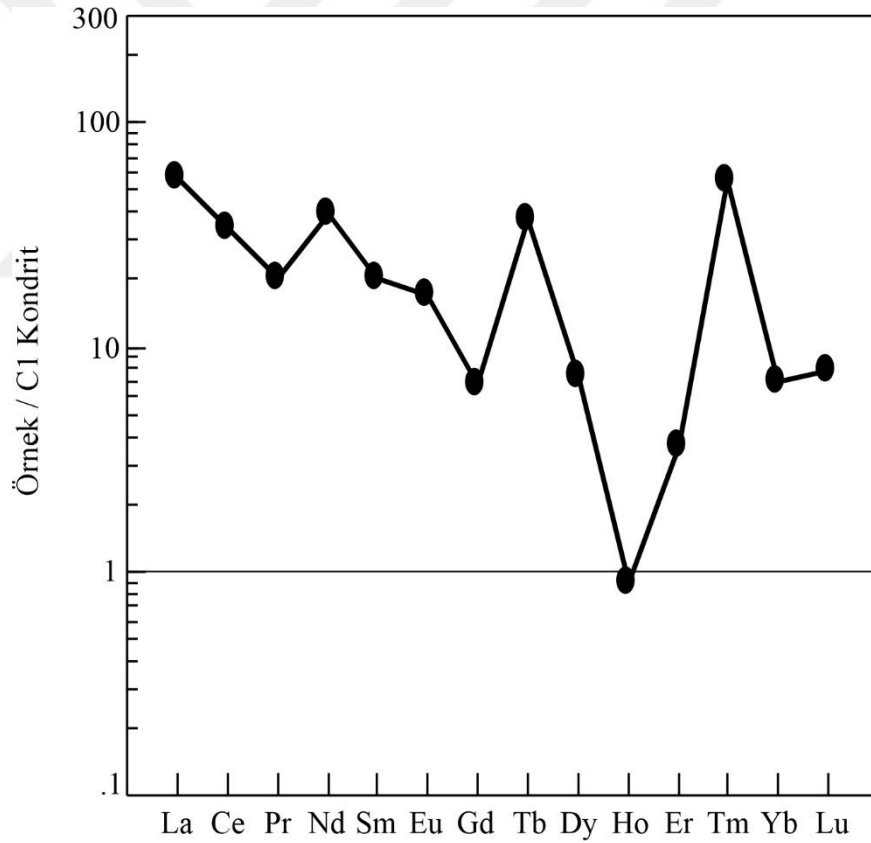
Tablo 5.2: Başalan mermerlerinin eser element içerikleri (ppm/ppb).

	D2	D3
Be	0,70	<0,1
Co	38,90	<0,1
Cs	1,40	<0,1
Ga	13,90	0,30
Ge	3,70	3,10
Hf	<0,1	0,50
In	<0,1	<0,1
Nb	19,60	0,50
Rb	29,30	7,90
Sr	229,20	3,80
Ta	<0,1	<0,1
Th	1,70	<0,1
U	3,90	0,70
V	125,60	4,50
Ba	113,70	4,60
Cr	122,20	88,10
Zr	76,50	22,50
Y	11,70	0,30
Mo	1,40	6,80
Cu	84,30	5,20
Pb	1,80	4,90
Ni	78,50	9,60
As	9,20	7,80
Cd	9,10	0,80
Sb	9,90	4,70
Bi	0,90	1,00
Tl	<0,1	<0,1
Sc	10,40	<0,1

Başalan mermerlerinin nadir toprak element içerikleri (NTE) ise Tablo 5.3’de verilmiştir. Buna göre silisli D3 örneğindeki NTE içerikleri La (0,6 ppm), Nd (0,5 ppm) ve Tb (0,1 ppm) dışında dedeksiyon limitlerinin altında kalmıştır. Yani bu örnek NTE bakımından oldukça fakirdir. Ocaktaki gerçek mermeri karakterize eden D2 örneğinde ise La (13,6 ppm), Nd (18,4 ppm), Ce (20,6 ppm) ve Sm (3,1 ppm) içerikleri dikkat çekmektedir. D2 örneğine ait kondrite göre normalize edilmiş NTE dağılım diyagramı Şekil 5.1’de verilmiştir.

Tablo 5.3: Başalan mermerlerinin nadir toprak element içerikleri (ppm).

	D2	D3
La	13,60	0,60
Ce	20,6	<0,1
Pr	1,90	<0,1
Nd	18,40	0,50
Sm	3,10	<0,1
Eu	1,00	<0,1
Gd	1,40	<0,1
Tb	1,40	0,10
Dy	1,90	<0,1
Ho	<0,1	<0,1
Er	0,60	<0,1
Tm	1,40	<0,1
Yb	1,20	<0,1
Lu	0,20	<0,1



Şekil 5.1: Başalan mermerlerinin kondrite göre nadir toprak element dağılımları (Normalize değerleri: Taylor ve McLennan, 1985).

Buna göre D2 örneği kondrit değerlerine göre Ho haricinde tüm nadir toprak elementleri bakımından zenginleşmiştir.

6. SONUÇLAR

Bu çalışmada Ege Bölgesi'nde yer alan Başalan (Bozdoğan, Aydın) ve civarında mostra veren Jura-Kratase yaşlı mermerler ve bunlara ait damarların petrografik ve jeokimyasal özellikleri incelenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir.

Çalışma sahasının 1:25.000 ölçekli jeolojik haritası incelendiğinde 4 temel birimin mostra verdiği görülmektedir. Bu birimler Mendere Masifinin örtü serileri olan şistler, fillitler, Başalan mermerleri ve Neojen yaşlı karasal kırıntılılardır.

Petrografik incelemelere göre, Başalan mermerlerinin hâkim dokusu granoblastik dokudur. Bunun yanında grift ve mozaik dokular da görülmektedir. Mermerlerin mineral parajenezinde kalsit, biyotit, epidot, klorit, hornblend, kuvars ve nadiren piroksen bulunmaktadır. Örnekler genellikle taze kalmış ve alterasyondan etkilenmemişlerdir. Mermerlerin damarlarından alınan örneklerde şistozite düzlemleri belirgin olup, biyotit-klorit dönüşümleri yaygın olarak izlenmektedir. Örnekler mermer, kalk-şist ve çeşitli bileşimli şistler olarak adlandırılmışlardır.

Kimyasal analiz sonuçlarına göre, çalışma sahasında yüzlek veren mermerler D2 örneğinin temsil ettiği silisli mermer ile D3 örneğinin temsil ettiği kuvarsit olmak üzere 2 ana türde mostra vermektedir. D2 örneğinde SiO₂ içeriği %22,60; CaO içeriği ise %33,70 olarak tespit edilmiştir. D2 örneğinde ateşte zayıf miktarının %25,05 çıkması Başalan mermerlerinin uçucu gazlar ve su içeriği bakımından zengin olduklarının göstergesidir.

Analiz edilen örnekte SiO₂ ve CaO'dan sonra en çok bulunan oksitler sırasıyla Al₂O₃ (%6,40) ve Fe₂O₃ (%5,70)'dir. MgO içeriği %3,30'da kalmıştır. Bu da Başalan mermerlerinde dolomitik katkının oldukça az olduğunu göstermektedir.

Başalan mermerlerinin eser element içeriklerine bakıldığında iz elementler bakımından fakir oldukları söylenebilir. NTE içeriklerine göre Başalan silisli mermerleri kondrit değerlerine göre Ho haricinde tüm nadir toprak elementleri bakımından zenginleşmiştir.

7. KAYNAKLAR

- Alan, İ., Keskin, H., Böke, N., Altun, İ., Balcı, V., Elibol, H., Demirbağ, H., Bakırhan, B., Arman, S., Soyakıl, M., Hanılçı, N., Çelik, Ö.F. ve Candan, O. (2019). Menderes Masifi'nin tektono-stratigrafik özellikleri projesi kapsamında elde edilen son bulgular. *MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni*, 28, 41-48.
- Bozkurt, E. (2004). Granitoid rocks of the southern Menderes Massif: field evidence for Tertiary magmatism in an extensional shear zone. *International Journal of Earth Sciences*, 93, 52-71.
- Brinkmann (1967). Scien. Rep. of the Fac. of Scien. No.43, Aegean University, İzmir.
- Candan, O., Dora, O.Ö., Oberhänsli, R., Çetinkaplan, M., Partzsch, J.H. and Dürr, S. (1999). Tertiary high-pressure / low temperature metamorphism in the Northwest part of the Menderes Massif and correlation with the Cycladic complex, Greece. *Geological Bulletin of Turkey*, 41/1, 1-14.
- Dannat, C. (1997). Geochemie, Geochronologie und Nd-Sr-Isotopie der granitoiden Kerngneise des Menderes Massivs, SW-Türkei. Dissertation, Universität Mainz.
- Divarcı, H., Erk D.G. ve Oray, H.E. (2015). Muğla İli Kavaklıdere İlçesi Başalan Köyü Sınırları İçerisinde Yeralan Sahanın Blok Mermer İşletilebilirlik Değerlendirme Raporu. Ege Su Yer Bilimleri Ltd. Şti. Raporu.
- Dora, O.Ö., Candan, O., Kaya, O., Koralay, E. ve Akal, C. (2005). Menderes Masifi Çine Masifi'ndeki Koçarlı – Bafa – Yatağan – Karacasu arasında uzanan gnays / şist dokanağının niteliği: Jeolojik, tektonik, petrografik ve jeokronolojik bir yaklaşım. YDABÇAG – 101Y132 nolu TÜBİTAK projesi, 197s.
- Dora, O.Ö. (1975). Menderes Masifi'nde alkali feldspatların yapısal durumları ve bunların petrojenetik yorumlarda kullanılması [Structural interpretation of alkali feldspars in the Menderes Massif and their usage in petrogenetic interpretation]. *Geological Society of Turkey Bulletin* 24, 91–94.
- Dora, O.Ö., Candan, O., Dürr, S. and Oberhanslı, R. (1995). New evidence on the geotectonic evolution of the Menderes Massif. In: *Proceedings of International Earth Sciences Colloquium on the Aegean Region*, İzmir, Turkey 1, 53–72
- Dürr, S., Alther, R., Keller, J., Okrusch, M. and Seidel, E. (1978). The median Aegean crystalline belt: Stratigraphy, structure, metamorphism, magmatism. In: Closs, H.,

- Roeder, D.R. & Schmidt, E. (eds), Alps, Apennines, Hellenides, Schweizerbart, Stuttgart, 445–477.
- Erdoğan, B. and Güngör, T. (2004). The problem of the core – cover boundary of the menderes Masif and an emplacement mechanism for regionally extensive gneissic granite, Western Anatolia Turkey. *Turkish Journal of Earth Science*, 13, 15-36.
- Evirgen, M. ve Ataman, G. (1981). Menderes Masifinin merkezi bölgesinin metamorfizmasının incelenmesi, izograd, basınç ve sıcaklık. *Yerbilimleri*, 7 (7) , 15-26.
- Gessner, K., Ring, U., Johnson, C., Hetzel, R., Passchier, C. W. and Güngör, T. (2001a). An active bivergent rolling-hinge detachment systemral Menderes metamorphic core complex in western Turkey. *Geological Sociaty of Americal Bulletin*, 29, 7, 611-614.
- Google, Google Maps. Erişim: 20 Ekim 2022. “<https://www.google.com/maps>”.
- Graciansky, P. (1965b). Menderes Masifi'nin güney kıyısı boyunca (Türkiye'nin GB'sı) görülen metamorfizma hakkında açıklamalar. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 64, 8-22.
- Hetzel, R. and Reischmann, T. (1996). Intrusion age of Pan-African augen gneisses in the southern Menderes Massif and the age of cooling after Alpine ductile extensional deformation. *Geological Magazine*, 133, 5, 565–572.
- İzdar, E. (1971). Introduction to geology and metamorphism of the Menderes Massif of western Turkey. *Petroleum Explo. Soc. of Libya*, 495-500.
- Jacobshagen, V. (1986). Geologie von Griechenland. Berlin: Gebrüder Borntraeger.
- Koralay, E., Dora, Ö., Candan, O., Chen, F. ve Satır, M. (2003). Menderes masifindeki paragnayların ilksel çökelme yaşına tek zirkon Pb/Pb evaporasyon jeokronolojisi yöntemi ile yaklaşım. 56. *Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri özleri*, 64-65.
- Okay, A.İ. and Tüysüz, O. (1999). Tethyan sutures of northern Turkey. In: Durand, B., Jolivet, L., Horvath, F., Seranne, M. (Eds.), The Mediterranean Basins. Tertiary extension within the Alpine Orogen. *Geological Society*, London, Special Publication, 156, 475-515.
- Parejas, E. (1940). La tectonique transversale de la Turquie. *Revue de la Faculte des Sciences de l'Universite d'Istanbul*. - Serie B, tome V, fasc. 3-4, (1940).
- Paton, S. (1992). Active normal faulting, drainage patterns and sedimentation in SW Turkey. *Journal of Geological Society*, London 149: 1031–1044.
- Philippson. A. (1915). *Ergänzungsheft Nr. 180*, Gotha, 1914; *Schlussheft: Nr. 183*, Gotha.

- Satır, M. and Friedrichsen H. (1986). The origin and evolution of the Menderes Massif, W-Turkey: A rubidium/ strontium and oxygen isotope study. *Geologische Rundschau* 75, 703–714.
- Schuiling, R.D. (1962). On petrology, age and structure of the Menderes migmatite complex (SW -Turkey). *Bulletin of the Mineral Research and exploration*, 58, 71-84.
- Schuiling, R.D. (1973). Active role of continents in tectonic evolution, geothermal modals. In: De Jong K.A. And R. Scholten (Eds): *Gravity and tectonics*. New York, 37–47.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Boray, A. (1987). Türkiye'nin Diri Fayları ve Depremsellikleri, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü*, Rapor No:8174, 394 s.
- Şengör, A.M.C., Satır, M. and Akkök, R. (1984). Timing of tectonic events in the Menderes Massif, western Turkey. Implications for tectonic evolution and evidence for Pan-African basement in Turkey. *Tectonics*, 3/7, 693-707.
- Şengör, A.M.C. (1987). Cross - faults and differential stretching of hanging walls in regions of low - angle normal faulting: examples from western Turkey, in Coward, M.P., Dewey, J.F., and Hancock, P., eds., *Continental extensional tectonics: Geological Society*, London, Special Publication, 28, 575 – 589.
- Tchihatcheff, P.D. (1867). *Asie Mineure, Description Physique de cette contree, quatrième partie, Géologie I*, Paris.
- Yerbis, T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Erişim: 12 Aralık 2022. “<https://yerbis.gov.tr/Anasayfa/Index>”.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Davut EREL

Doğum tarihi ve yeri :

e-posta :

Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Tezsiz Yüksek Lisans	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği	2021
Lisans	Balıkesir Üniversitesi / Jeoloji Mühendisliği	2018
Lise	Malcılar Anadolu Lisesi	2010