



**YILANLI (MUĞLA) BÖLGESİNDE BULUNAN
MERMER YATAKLARININ UZAKTAN ALGILAMA
YÖNTEMLERİ İLE BLOK VERİMLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSAN TEZİ

Ahmet ÖREN

Danışman

Doç. Dr. Metin BAĞCI

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Mayıs 2024

Bu tez çalışması 22.FEN.BİL.25 numaralı proje ile AKÜ-BAP tarafından desteklenmiştir.

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YILANLI (MUĞLA) BÖLGESİNDE BULUNAN MERMER
YATAKLARININ UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ İLE
BLOK VERİMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ahmet ÖREN

Danışman
Doç. Dr. Metin BAĞCI

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

MAYIS/2024

TEZ ONAY SAYFASI

Ahmet ÖREN tarafından hazırlanan “Yılanlı (Muğla) Bölgesinde Bulunan Mermer Yataklarının Uzaktan Algılama Yöntemleri İle Blok Verimlerinin Değerlendirilmesi” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 24/05/2024 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. Ahmet YILDIZ
Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Üye : Prof. Dr. Şemsettin CARAN
Süleyman Demirel 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. Bekir YALÇIN
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.

24 / 05 / 2024

Ahmet ÖREN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YILANLI (MUĞLA) BÖLGESİNDE BULUNAN MERMER YATAKLARININ UZAKTAN ALGILAMA YÖTEMLERİ İLE BLOK VERİMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ahmet ÖREN

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Metin BAĞCI

Bu çalışmada Muğla İli, Yatağan İlçesi, Yılanlı Bölgesinde seçili bir mermer sahasının jeolojik, petrografik, jeokimyasal ve yapısal özelliklerinin belirlenerek üretim verimliliğinin artırılması ve üretim aşamasında oluşan pasa ve moloz miktarlarının ve alan kullanımının coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak kontrol edilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü tarafından verilen II(b) grubu örnek bir işletme ruhsatında Maden Kanunu ve ilgili yönetmelikler gereğince yapılması gerekli sondaj, ocak yarması, el numuneleri ve haritalama verileri incelenmiştir. Buna ilave olarak sahada yapısal incelemeler yapılmış, sahadan alınan mermer numunelerinin petrografik ve jeokimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu sahada yıl bazlı olarak ölçümü yapılarak haritalaması çıkarılan alanların sayısal verileri üç boyutlu çizim programları yardımı ile modellenmiş ve bu verilere istinaden üretilen blok, moloz ve pasa miktarları hesaplanıp, bu veriler üzerinden istatistiksel analizler yapılmıştır. Elde edilen veriler ışığında ilgili ruhsat sahasında gri mermerlerin yaygın olduğu, bunların egemen olarak kalsit mineralinden oluştuğu, tektonizmadan etkilenmeleri sebebiyle yoğun kırık ve çatlaklı bir yapı kazandığı anlaşılmıştır. Ayrıca ruhsat sahasındaki üretim ve diğer işletme faaliyetlerinin alansal ve miktar olarak kontrolü, ilgili işletme sahasında verimliliğin çok düşük kaldığını ve gereğinden fazla alanın kullanıldığı ortaya koymuştur. Bu çalışma uzaktan algılama uygulamalarının Ülkemizde mermer blok üretimi yapılan alanların kontrolüne, üretim ve işletme faaliyetlerinin planlanmasına ciddi katkılar sağlayacağını bir kez daha ortaya koymuştur. Madencilik faaliyetlerinin alansal ve miktarsal kontrolü aşırı doğa tahribatının önüne geçilmesi, üretim ve yatırım faaliyetlerinin daha verimli sürdürülmesi bakımından çok önemlidir.

2024, x+64 sayfa

Anahtar Kelimeler: Mermer, Yılanlı, Uzaktan Algılama, Muğla, Batı Anadolu

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

THE EVALUTION OF BLOCK EFFICIENCIES OF THE MARBLE DEPOSITS LOCATED IN YILANLI (MUĞLA) REGION BY THE REMOTE SENSING TECHNIQUES

Ahmet ÖREN

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Geology Engineering

Supervisor: Doç. Dr. Metin BAĞCI

In this study, it was aimed to determine the geological, petrographic, geochemical and structural characteristics of a selected marble field in Muğla Province, Yatağan District, Yılanlı Region, to increase production efficiency and to control the amount of waste and rubble formed during the production phase and land use using geographical information systems. In this study, drilling, pit splitting, hand samples and mapping data required to be carried out in accordance with the Mining Law and relevant regulations in a sample Group II (b) operating license issued by the General Directorate of Mining and Petroleum Affairs were examined. In addition, structural investigations were carried out in the field, and petrographic and geochemical analyzes of marble samples taken from the field were carried out. In this field, the numerical data of the areas that were measured and mapped on a yearly basis were modeled with the help of three-dimensional drawing programs, and the amounts of blocks, rubble and waste produced based on these data were calculated and statistical analyzes were made on these data. In the light of the data obtained, it has been understood that gray marbles are common in the relevant license area, that they are predominantly composed of calcite mineral, and that they have acquired an intensely fractured and fissured structure due to being affected by tectonism. In addition, the spatial and quantitative control of production and other business activities in the license area revealed that the productivity in the relevant business area remained very low and more area was used than necessary. This study has once again demonstrated that remote sensing applications will make serious contributions to the control of areas where marble block production is made in our country and the planning of production and operating activities. Spatial and quantitative control of mining activities is very important in preventing.

2024, x+64 sayfa

Keywords: Marble, Yılanlı, Remote Sensing, Muğla, West Anatolia

TEŞEKKÜR

Bu araştırmayı 22.FEN.BİL.25 AKÜ-BAP numaralı proje ile maddi olarak destekleyen Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederim. Bilimsel verileri kullanmadaki desteklerinden dolayı MAPEG çalışanlarına teşekkür ederim.

Bu araştırmanın konusu kapsamında deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu katkılardan dolayı danışman hocam Doç. Dr. Metin BAĞCI' ya ve Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakóltesi Jeoloji Mühendisliği öğretim görevlileri ve çalışanlarına teşekkür ederim.

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

Ahmet ÖREN
Afyonkarahisar 2024

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
RESİMLER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Amaç-Kapsam	1
1.2 Çalışma Alanı	1
1.2.1 İklim ve Bitki Örtüsü	1
1.2.2 Jeomorfoloji	5
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ	6
3. YÖNTEM.....	13
3.1 Arazi Çalışmaları	13
3.1.1 Saha Jeolojisi Çalışmaları	13
3.1.2 Hat Ölçümü Çalışmaları.....	13
3.1.3 İnsansız Hava Aracı (İHA) Ölçümleri	13
3.2 Laboratuvar Çalışmaları	22
3.2.1 Mineralojik ve Petrografik Analiz	23
3.2.2 Jeokimyasal Analiz	23
4. BULGULAR	24
4.1 Çalışma Alanı ve Yakın Çevresinin Genel Jeolojisi.....	24
4.2 Muğla ve Çevresindeki Mermerlerin Genel Jeolojisi	27
4.3 Çalışma Alanındaki Mermerler Üzerinde Yapılan Çalışmalar.....	29
4.3.1 Genel Jeolojik Çalışmalar	29
4.3.2 Mineralojik ve Petrografik İncelemeler	30
4.3.3 X-Işını Kırınımı (XRD) Analizi.....	36
4.3.4 Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) Analizi	42

4.4 Jeokimyasal İncelemeleri.....	43
4.5 Hat Ölçümü Çalışmaları	44
4.6 İnsansız Hava Aracı (İHA) Ölçümleri	48
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	55
6. KAYNAKLAR.....	57
ÖZGEÇMİŞ.....	64



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	Yüzde
°C	Santigrat Derece
C	Kohezyon
cm	Santimetre
cm ³	Santimetreküp
gr	Gram
kg	Kilogram
km	Kilometre
kN	Kilonewton
m	Metre
m ²	Metrekare
m ³	Metreküp
Mm	Milimetre
no	Numara
Φ	İçsel Sürtünme Açısı

Kısaltmalar

AKÜ	Afyon Kocatepe Üniversitesi
B	Batı
BGB	Batı-Güneybatı
BKB	Batı-Kuzeybatı
D	Doğu
DGD	Doğu-Güney-Doğu
DKD	Doğu-Kuzeydoğu
G	Güney
GB	Güneybatı
GD	Güneydoğu
GPS	Global Positioning System
K	Kuzey
KB	Kuzeybatı
KD	Kuzeydoğu
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MTA	Maden Tetkik Arama
MAPEG	Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü
SBM	Sayın Beyaz Mermer
SAGM	Sayın Açık Gri Mermer
SKGM	Sayın Koyu Gri Mermer
SGM	Sayın Gri Mermer
SEM	Taramalı Elektron Mikroskop
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TUAM	Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi
XRD	X Işınları Kırınımı
YÖK	Yüksek Öğretim Kuru

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Çalışma alanı yer bulduru haritası.	2
Şekil 1.2 Muğla ili aylık sıcaklık grafiği.	4
Şekil 1.3 Muğla ili yıllık yağış miktarı dağılımı.....	4
Şekil 1.4 Çalışma alanı paftasının eş yükselti eğrilerini gösterir pafta (N20B3 paftası).	5
Şekil 3.1 İHA Ölçüm Ve Sonuçlandırma Aşamaları.	17
Şekil 4.1 Batı Anadolu'nun genelleştirilmiş tektonik haritası ve Menderes Masifini çevreleyen tektonik zonlar.....	24
Şekil 4.2 Menderes Masifinde bulunan alt masifler ve örtü ve çekirdek kayaçlarının dağılımları.....	25
Şekil 4.3 Menderes Masifi'nin genel sütun kesiti.....	26
Şekil 4.4 Çalışma alanı yakın çevresinin genelleştirilmiş jeoloji haritası.	28
Şekil 4.5 Yılanlı (Muğla) Bölgesi Beyaz renkli (SBM-1) nolu örneğin polarizan mikroskop çift nikol görünümleri (A-D).	31
Şekil 4.6 Yılanlı (Muğla) Bölgesi Gri renkli (SGM-3) nolu örneğin polarizan mikroskop çift nikol görünümleri	31
Şekil 4.7 Yılanlı (Muğla) Bölgesi Açık Gri renkli (SAGM-6) nolu örneğin polarizan mikroskop görünümleri	33
Şekil 4.8 Yılanlı (Muğla) Bölgesi Koyu Gri renkli (SKGM-9) nolu örneğin polarizan mikroskop görünümleri	34
Şekil 4.9 Yılanlı (Muğla) Bölgesi Koyu Gri renkli (SKGM-5) nolu örneğin polarizan mikroskop çift nikol görünümleri.....	35
Şekil 4.10 Yılanlı (Muğla) Bölgesi mermer örneklerine ait tane boyut değişimi gösteren box plot diyagramı.	36
Şekil 4.11 Yılanlı (Muğla) Bölgesi Beyaz renkli (SBM-1) nolu örneğin XRD grafiği.	37
Şekil 4.12 Yılanlı (Muğla) Bölgesi Gri renkli (SGM-2) ve (SGM-3) nolu örneklere ait XRD grafiği.	38
Şekil 4.13 Yılanlı (Muğla) Bölgesi Açık Gri renkli (SAGM-1) ve (SAGM-4) nolu örneklere ait XRD grafiği.	39

Şekil 4.14 Yılanlı (Muğla) Bölgesi Açık Gri renkli (SAGM-6) ve (SAGM-7) nolu örneklerle ait XRD grafiği.	40
Şekil 4.15 Yılanlı (Muğla) Bölgesi Koyu Gri renkli (SKGM-3) ve (SKGM-4) nolu örneklerle ait XRD grafiği.	41
Şekil 4.16 Yılanlı Bölgesi mermer örneklerine ait Sem görüntüleri.	42
Şekil 4.17 Yılanlı Bölgesi mermer örneklerine ait Sem görüntüleri.	43



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 4.1 Yılanlı (Muğla) bölgesi mermer örneklerine ait majör oksit analiz sonuçları (%).....	44



RESİMLER DİZİNİ

	Sayfa
Resim 3.1	Arazi çalışmaları yapılan ocak alanından genel görünüm. 16
Resim 3.2	Sabit Kanatlı İHA ve İHA ölçüm sistemine göre çekilen fotoğraf. 16
Resim 3.3	Uçuş yapılması planlanan alana ait hazırlanan uçuş planına ait görsel. ... 18
Resim 3.4	Uçuş yapılan alanda zemine işaretlenen yer kontrol noktası. 18
Resim 3.5	Ölçümü yapılan zeminde bulunan sabit noktanın koordinatını GPS cihazı ile okuma işlemi. 19
Resim 3.6	Ölçüm sonucu alınan oluşturulan ortofoto görüntüsü. 20
Resim 3.7	İnce ve parlak kesit hazırlama cihazı. 22
Resim 3.8	Taş kesme cihazı. 22
Resim 3.9	İnce kesitlerin incelendiği polarizan mikroskop ve görüntülerin alındığı görüntü analiz cihazı. 22
Resim 4.1	Arazi çalışmaları yapılan ocak alanından genel görünüm. 29
Resim 4.2	Arazi çalışmaları kapsamında ocak alanında yapılan sondaj karotlarından numune alma ve karot incelemesi. 30
Resim 4.3	Karot numune alımı. 30
Resim 4.4	Arazi çalışmaları kapsamında ocak alanında bulunan aynadan kırık çatlak tespiti kapsamında yapılan çalışmalar. 45
Resim 4.5	Arazi çalışmaları kapsamında ocak aynasında yapılan hat etütü alımı. ... 46
Resim 4.6	Arazi çalışmaları kapsamında ocak aynasında yapılan hat etütü alımı çalışması. 47
Resim 4.7	Ortofotosu oluşturulan ocak alanı görüntüsü. 49
Resim 4.8	Noktalama işlemi tamamlanan ve üçgen model oluşturulan alanın sayısal görüntüsü. 49
Resim 4.9	Noktalama işlemleri neticesinde oluşturulan son durum imalat haritası. . 51
Resim 4.10	Üç boyutlu olarak ilk ve son haritaların üçgen modellerinin karşılaştırılması sonucunda oluşan A-A' kesit modeli. 51
Resim 4.11	Hesaplama yapılan A-A' kesit alanının görünümü. 52
Resim 4.12	İnceleme alanında hesaplaması yapılan B-B' görüntüsü. 53
Resim 4.13	B-B' kesitinin görüntüsü. 53

1. GİRİŞ

1.1 Amaç-Kapsam

Bu çalışma Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

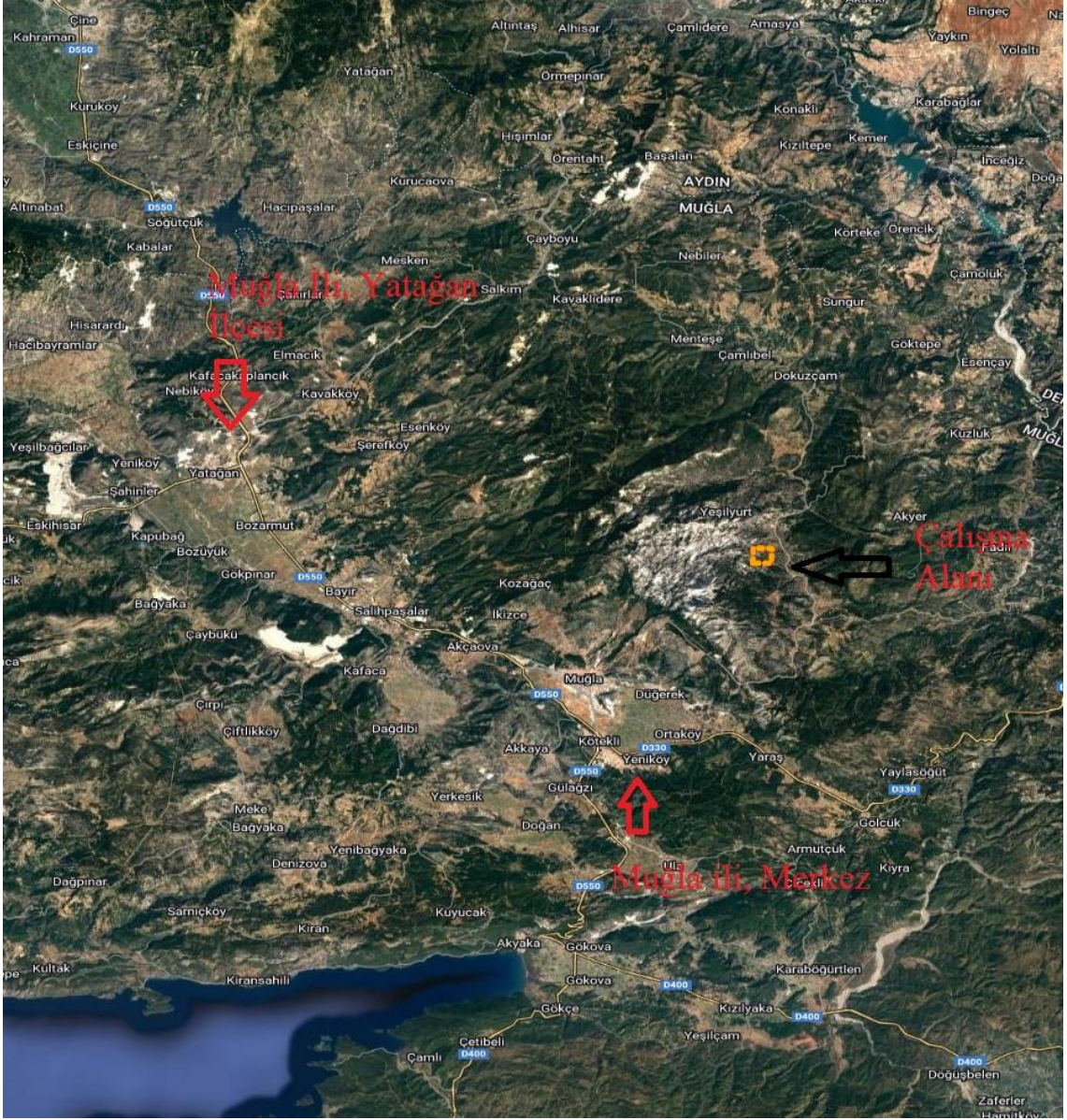
Çalışmanın amacı, Yılanlı bölgesinde (Muğla) bulunan mermer yataklarının jeolojik, petrografik, jeokimyasal ve yapısal özelliklerinin incelenmesi, mermer işletme ruhsatı alanlarda ocak açıklıklarını kullanarak coğrafi bilgi sistemleri aracılığı ile ocak modellemesini yapmak ve üretilen mermer bloğu, moloz ve çıkan pasa miktarlarını hesaplayarak, ruhsatların genel ocak verimlerini belirlemektir. Bu bağlamda söz konusu mermer ocaklarının yoğun olarak Yılanlı Bölgesinde İHA (insansız hava araçları) ile hava fotoğrafları alınmış, hava fotoğraflarının sayısallaştırma çalışmaları neticesinde üç boyutlu açık ocak modellemeleri yapılmıştır. Ruhsat sahalarında yapılan arazi çalışmalarında yapılan hat etütleri sonuçlarında elde edilen süreksizlik verilerini bu katı modele eklenmesi ile bölgede kırık çatlak sistemini çözmede yardımcı olacaktır.

1.2 Çalışma Alanı

Çalışma alanı, Ege Bölgesinde Güneybatı Anadolu'da, Muğla İl sınırları içerisinde yer almaktadır. İnceleme alanları menderes masiflerinin yüzeyletiği N20b3 paftalarının bulunduğu 97.5 km²'lik bir alanı kapsar. Çalışılan alanlar içerisinde yerleşim yeri olarak Yeşilyurt köyleri bulunmaktadır. (Şekil 1.1)

1.2.1 İklim ve Bitki Örtüsü

Muğla ilinde Akdeniz iklimi hüküm sürer. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Kıyıda içeriyeye gidildikçe kara ikliminin tesiri görülür ve ısı düşer. Kıyılarda kar yağışı görülmez. İç kısımlarda ise senede 1-2 gün kar görülebilir. Sıcaklık +43,7°C ile -12,6°C arasında seyreder. Yağış miktarı ise 180 mm ile 775 mm arasında bölgelere göre değişir.



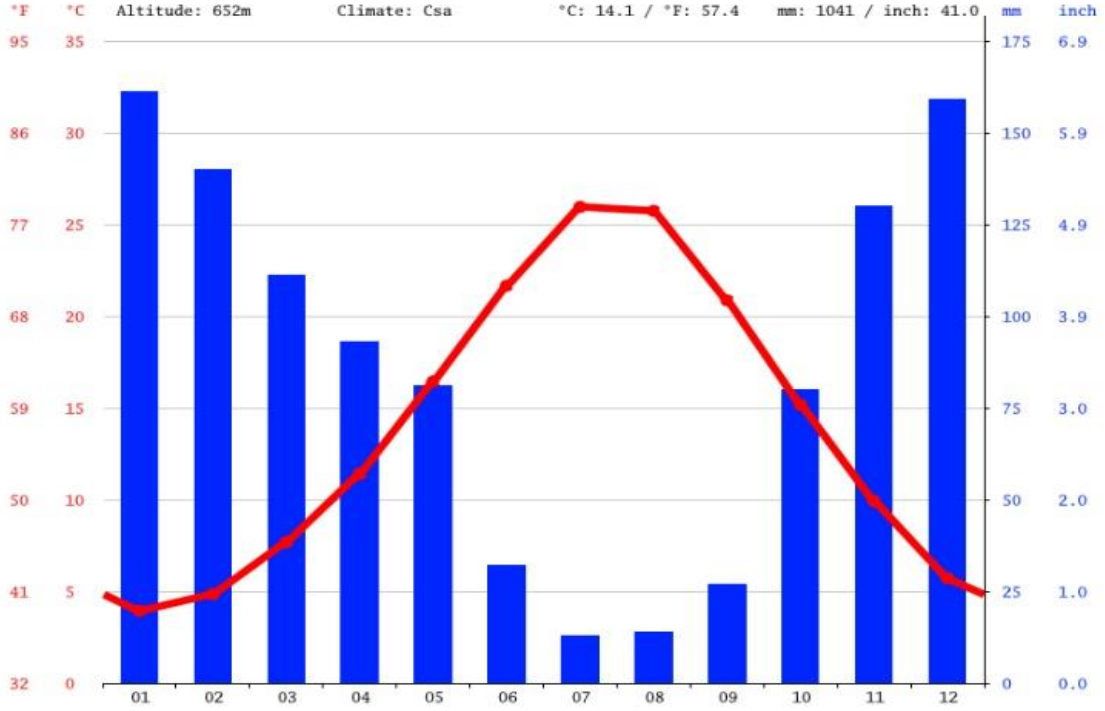
Şekil 1.1 Çalışma alanı yer bulduru haritası.

Muğla il topraklarının %75'e yakını orman ve fundalıklarla kaplıdır. Ormanlar güre ve verimlidir. Dağların büyük kısmı ormanlarla, kıyılardaki yamaçlar makilerle örtülüdür. Ormanlarda çoğunlukla kızılçam, karaçam, fıstıkçamı, sedir, ardıç ve dünyada ender bulunan kokulu ağaçlar bulunur. Vadi ve su kıyılarında çınar, söğüt ve selvi ağaçları çoktur. İl topraklarının %4,5' i çayır ve meralarla %16'sı ekili dikili alanlarla kaplıdır.

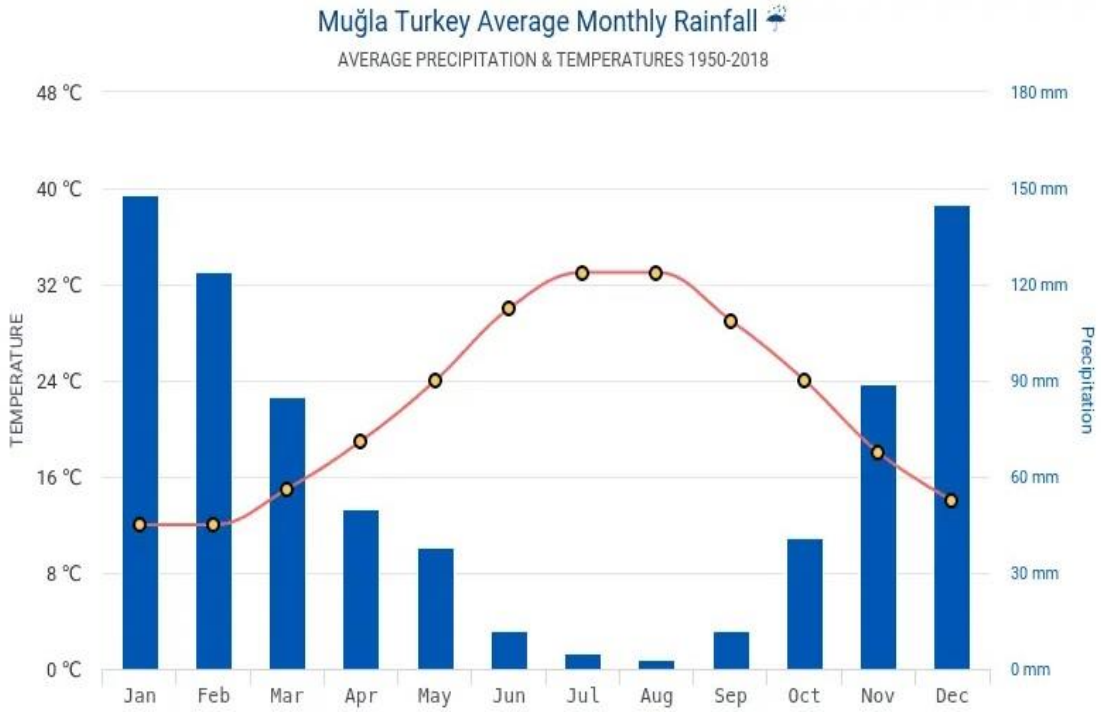
Muğla Meteoroloji İstasyonu uzun yıllar(1960-2016) gözlem kayıtlarına göre yıllık ortalama yerel basınç değeri 939,7 hPa olarak gerçekleşmiştir. Ölçülen en yüksek yerel

basınç değeri 1030,4 hPa ile Temmuz ayındadır. Ölçülen en düşük yerel basınç ise 905,4 hPa ile Ocak ayındadır. Yıllık ortalama sıcaklık ise 15,1 C'dir. Rasat sonuçlarına göre ölçülen en yüksek sıcaklık 42,1 0C'dir ve Temmuz ayında görülmüştür. En düşük sıcaklık ise -10 0C ile Ocak ayında kaydedilmiştir. Yıllık yağış miktarları ise maksimum 168,6 mm, yıllık 15 toplam yağış ortalaması ise 1190,4mm dir. Ortalama Nispi Nem ortalaması ise %63,5 civarındadır. Nem miktarının en düşük olduğu dönemler yaz ve sonbahar mevsimleridir. Ortalama Kar yağışlı günler sayısı 1,14 gün ile Ocak ayında görülmüştür. Kar örtülü günler sayısı ise yıllık ortalama en çok kar örtüsünün olduğu ay 3,88 gün ile yine Ocak ayındadır. Ortalama sisli, dolulu, kırılgılı ve orajlı günler gözlem kayıtlarına göre en yüksek ortalama dolulu gün sayısı 1,16 gün ile Şubat ayındadır.

En yüksek ortalama kırılgılı gün sayısı 4,25 ile Ocak ayındadır. En yüksek ortalama sisli gün sayısı 4,09 gün ile Aralık ayındadır. Maksimum kar kalınlığı 25 cm olarak Şubat ayında ölçülmüştür. Buharlaşma gözlem kayıtlarına göre bölgenin 1960-2016 yılları arası bülteninde en yüksek açık yüzey buharlaşması 140,3 mm olarak Ağustos ayında ölçülmüştür. Ayrıca yıllık toplam Ortalama Açık Yüzey Buharlaşması 1488,1 mm'dir. Rüzgâr verileri incelenecek olursa, Muğla Meteoroloji İstasyonu 1960-2016 yılları arası gözlem kayıtlarına göre 1. hâkim rüzgâr yönü WNW, 2.hâkim rüzgâr yönü NW, 3.hâkim rüzgâr yönü ise SE'dir. Çalışma sahası Devletin hükmü ve tasarrufu altında bulunan orman arazisinden oluşmaktadır. Proje alanı ve yakın civarında, nüfusça yoğun alanlar, kültürel, arkeolojik vb. önemi olan alanlar bulunmamaktadır. Proje sahası ve çevresinde erozyon alanları heyelan alanları, ağaçlandırılmış alanlar, ağaçlandırma alanları ile 167 sayılı Yeraltı Suları Hakkında Kanun gereğince korunması gereken akiferler yoktur. Sahanın bulunduğu alan ve yakın çevresinde peyzaj değeri yüksek yerler ve rekreasyon alanı yoktur. Ruhsat sahası ve proje alanı içinde keson, derin, artezyen vb. kuyular yoktur. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesinde yapılan araştırmalara göre jeotermal kaynak mevcut değildir.



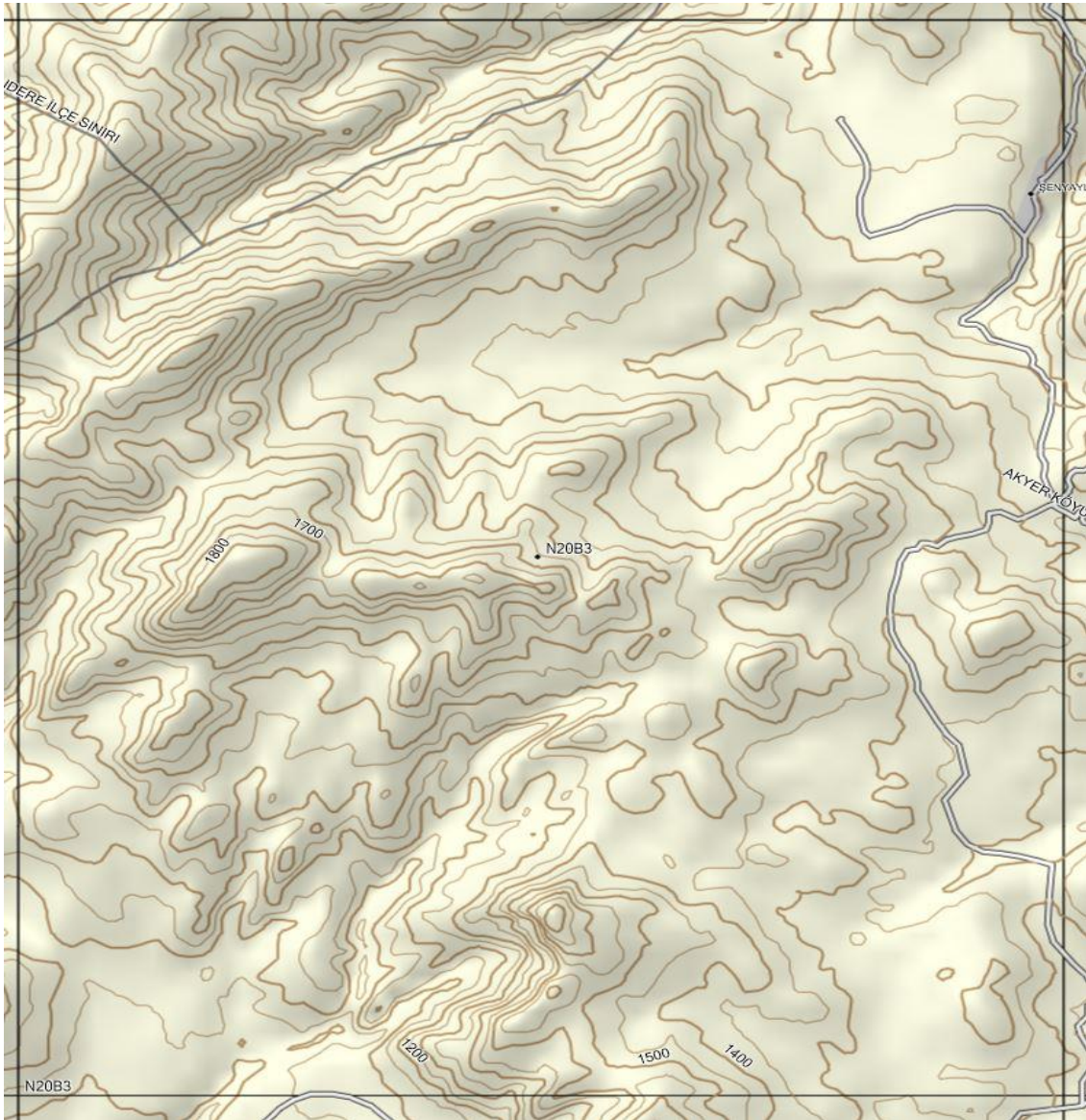
Şekil 1.2 Muğla ili aylık sıcaklık grafiği (İnt. Kyn 1).



Şekil 1.3 Muğla ili yıllık yağış miktarı dağılımı (İnt. Kyn 2).

1.2.2 Jeomorfoloji

Muğla ilinin morfolojik olarak en göze çarpan özelliklerinden başlıcaları dağlık alanlarının çok fazla olması ve bu dağlık alanlar arasında kalan bölgelerde ise farklı doğrultularda uzanan ovaların yer almaktadır. Çalışma yapılan bölge Muğla ili, Merkez ilçesi sınırları içerisinde yaklaşık 97,5 km² 'lik alanda Yılanlı Dağı (1766 m.) olarak isimlendirilen bölgedir. Çalışma alanı genel olarak topoğrafyanın yükselip alçaldığı dağlık bir alanda bulunduğundan dolayı kot farkları yer yer artmaktadır.



Şekil 1.4 Çalışma alanı paftasının eş yükselti eğrilerini gösterir pafta (N20B3 paftası).

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

İnceleme alanının içerisinde yer aldığı Menderes Masifi üzerinde günümüze kadar birçok yerli ve yabancı araştırmacı tarafından farklı amaçlarla pek çok araştırma yapılmıştır. Ancak Masif'in örtü birimlerine karşılık gelen mermerlere yönelik çalışmalar sınırlı kalmıştır. Masif'in geneline ve çalışma alanı yakın çevresine ait çalışmalar derlenerek aşağıda özet olarak sunulmuştur.

Hamilton ve Strickland (1840), Menderes Masifi boyunca K-G doğrultulu bir kesit çıkarılarak ilk gözlemleri oluşturulmuştur. Bu kesitte granit bir çekirdek ve bunun üstüne gelen mikaşitler gösterilerek inceleme yapılmıştır.

Tchihatcheff (1869), Ayrıntılı sayılabilecek bir çalışma yapmış ve bölgeyi jeolojik olarak haritalandırmıştır. Gnayslar ile mikaşitlerin bağlantılarına detaylı olarak yer vermiş ve çalışmalarını 'Asie Mineure' adlı eserinde toplamıştır.

Philippson (1910), 1910-1915 yıllarında Batı Anadolu'daki araştırmaları ile bu bölgenin jeolojik problemlerine genel olarak incelenmiş ve kendinden sonraki çalışmalara yardımcı olmuştur. Batı Anadolu'daki metamorfik serileri Menderes Masifi ' Lydisch-Karysche Masse' olarak belirttikten sonra başa Mesozoyik'e ait formasyonları, kalkerler ve plakletli kalkerler olmak üzere iki grup olarak belirlemiştir.

Önay (1949), Bu bölgedeki zımparalı kayaçları incelenmiş ve Menderes Masifi'nin kenar zonlarındaki fillatlar, killişitler ve kuvarsitler ile birlikte görülen mermerleri 'Menteşe Formasyonu' adı altında aynı stratigrafik ünite olarak belirlemiş ve Devoniyen yaşına ait olabileceğini söylemiştir.

Nebert (1956), Menderes Masifi ve çevresindeki Alp orejenezinden albitizasyon olayları incelemesinde, paragnayslar, mika-kuvars şistler, mermer ara katkılarını alt gnayslarda saptadığı ve ana metamorfik evrelerin, Alpidik evreden daha yaşlı olduğunu belirlemiştir. Kibici (1974), Muğla-Yatağan-Kediler ve Deştin yöresinde ayrıntılı jeoloji çalışması yapmış özellikle kömür amaçlı çalışmalar kapsamında Neojen ile metamorfitletlerin

sınırlarını belirlemişlerdir. Özellikle epimetamorfitler üzerinde yapılan paleontolojik çalışmalarda, metamorfizma nedeniyle deforme olmuş yarı kristalize halde, ilk kez Permo-Triyas yaşlı Fusuline Sp. Fosilini saptamıştır.

Bingöl (1976), Batı Anadolu'nun jeoteknik evrimini jeolojik, petrografik ve jeofizik verilerin ışığında değerlendirmiş, Batı Anadolu'nun Ege Adaları ve Yunanistan ile birlikte Üst Tersiyere kadar aynı jeoteknik evrimi geçirdiğini tespit etmiştir.

Kun (1976), Yatağan ve çevresinde yaptığı çalışmalarda, mermerlerin iki ayrı stratigrafik seviyede bulunduğunu söylemiştir. Bunları şistler içerisinde merccekler şeklinde bulunan ara mermerler ve senklinallerin çekirdeklerinde yer alan zımparalı mermerler olarak adlandırmıştır.

Çağlayan vd. (1980), Bafa Gölü dolaylarındaki şistlere ait yapraklanma ve kıvrım eksenlerinin paralel düzlemler oluşturduğunu ve 30^0-40^0 güneye eğimli olduğunu bildirmişlerdir. Mermerlerde çok belirgin izoklinal kıvrımların birimde kalınlaşmaya neden olduğunu belirlemişlerdir.

Konak vd. (1987), Menderes Masifi örtü kayaçlarını Kavaklıdere (Paleozoyik) ve Marçal grubu (Mesozoyik) olarak belirtirler. Likya naplarını ise Ören Ünitesi olarak tanımlamışlardır. Marçal grubundaki karbonat istifin üst seviyelerinde pelajik kireçtaşlarının kumtaşı-şeyl araldanmasından oluşan bir istife derecelendiğini, yersel olarak bazik ve ultrabazik kayaçların ise bindirme hattı boyunca dizilim gösterdiklerini belirtirler.

Çağlayan vd. (1987), Örtü şistlerin yapısal olarak daha alt kısımlarında, muskovit-kuvars şistleri granat-mika şistleri arasına girdiğini tespit etmişlerdir. Babadağ bölgesinde oluşan granat-mika şistler Üst Devoniyen-Alt Karbonifer olarak yaşlandırmışlardır. Mermerler ile şistlerin uyumsuz olarak dokanak oluşturduklarını yorumlamışlardır.

Erdoğan ve Güngör (1991;1992), Menderes Masifi'nin güney kanadı boyunca yerleşen napların yükü altında kaldığını belirtmektedir. Prekambriyen yaşlı gnays diye tanımlanan kayaçların genç orto gnays olduğunu söylemektedirler. Likya naplarının Masif'in güney

kanadından kaynaklanmış ve güneyden bindirerek gömülmeyi sağlamış olabileceği, böylece hem gömülme hemde Masif'i kuzeyden etkileyen kompresyon ile rejyonel metamorfizmanın söz konusu olabileceğine dikkat çekerler. Menderes Masifi'nin değişik bölgelerinde metamorfizma derecelerindeki gözlenen farklılıkların da yalnızca napların yüküne değil, aynı zamanda granitik magma ceplerine yakınlığına da dair bağlı olabileceğini belirtirler.

Kuşcu (1991;1992), Kestanecik ve Kozağaç (Muğla-Yatağan) çevresindeki mermer yataklarını jeolojik ve ekonomik özelliklerinin çalışmasını yapmıştır. Bu çalışmaya göre; Menderes Masifi'nin örtü şistleri içerisinde farklı düzeylerde mermerler bulunduğunu ve değişik düzeydeki mermerlerden Kavaklıdere-Kestanecik ve Kozağaç mermerlerinin farklı stratigrafik seviyede olduğunu belirtmektedir.

Yalçın (1991), Göktepe-Kavaklıdere çevresinde bulunan Menderes Masifi metamorfizmaları üzerinde yapmış olduğu çalışmalarda masife ait örtü birimlerini iç ve dış örtü birimleri olarak iki grupta incelenmiştir. İç örtü birimleri mermer mercekli çeşitli metamorfizmalar olarak adlandırılmış, mermerleri de alt ve üst düzey mermerleri olarak iki ayrı grupta incelemiştir. Dış örtü birimlerini ise, zımpara içerikli mermerler ve dolomitler olarak tanımlamıştır. Bölgedeki kayaları yaşlıdan gence; gnayslar, granat şistler, muskovit-kuars şistler, alt düzey mermerler, fillitler, üst düzey mermerler ve dolomitik mermerler olarak belirlemiştir.

Oğulcan (1992), Kestanecik mahallesi (Muğla-Kavaklıdere) çevresindeki mermerlerin jeolojisini ve mühendislik jeolojisi çalışmalarını yapmıştır. Bu yörede yer alan mermerler, düşük poroziteli ve az çatlaklı olarak değerlendirilmiştir.

Özer (1993;1994), İki tip Kretase istifinin bulunduğunu, bunlardan ilkinin tümüyle platform tipi karbonatlardan diğerinin ise detritik ve karbonatlardan oluştuğunu düşünmektedir. Bafa Gölü – Milas çevresinde yer alan platform tipi karbonatlarda; masif mermerlerin Erken Kretase'de bulunduğunu ve zımparalı mermerlerinde olasılıkla Senomaniyen'de oluştuğunu belirtmişlerdir.

Yiğit (1993), Yatağan ve çevresinde yer alan platform tipi mermerlerde Geç Kretase yaşını belirleyen rudistlere saptanmıştır. Platform tipi bu mermerlerin alttan üstte doğru, zımpara mercekli mermerler, bitümlü dolomitik mermerler, rudistli mermerler ve fosilsiz gri mermerlerden yapıldığını bildirmiştir. Geç Kampaniyen – Meastrihtiyen yaşlı kırmızı pelajik mermerlerinde geçişli bir dokanakla platform tipi mermerlerin üstünde bulunduğunu söylemektedir.

Yaşat (1994), Yatağan - Eskişehir Köyü'nün kuzeybatısındaki mermerlerin jeolojik ve mühendislik jeolojisi özelliklerini incelemiştir. İnceleme alanında yer alan mermerlerin, zımpara mercekleri içeren orta-kalın katmanlı, orta taneli ve beyazımsı renkli olduğunu vurgulamıştır.

Dora vd., (1995), İlk metamorfizmanın Kambriyen-Ordovisiyen sınırında çekirdek serisinde gerçekleştiğini belirtmektedirler. Çekirdek ve örtü birimleri arasındaki uyumsuzluğun ise, masif'in geçirdiği polimetamorfizma nedeniyle her yerde gözlenmesinin mümkün olmadığını düşünen araştırmacılar, Menderes Masif'inin, Paleosen –Geç Eosen aralığında üzerlerinden geçen okyanusal kabuk bileşenli Likya Napları nedeniyle Masif'e bugünkü görünümünü veren "Ana Metamorfizmaya" uğradığını söylerler. Ayrıca masifte gözlenen granülit ve ekolojistlere bağlı olarak ana metamorfizma 'dan önce de yüksek basınç ve sıcaklıkta bir metamorfizmanın bulunması gerektiğine dikkat çekerler.

Reilinger vd., (1997), Menderes Masifi basınç deformasyonu ile meydana geldiğini belirtmişlerdir. Yazara göre; masif Batı Anadolu'ya doğru uzanır ve dünyada sismik olarak en aktif ve hızla deforme olan bölgelerden biridir. Son zamanlarda büyük ölçekli, yaklaşık olarak K-G doğrultusunda kıtasal uzama olduğunu söylerler.

Hetzel vd., (1998), Daha yakın zamanda olmuş Pb-Pb tek zirkon yaşları granitik oluşumun Prekambriyen sonu- Kambriyen başlarında (521-572 Ma, ortalama 550 Ma: en yaşlı uyumsuz sedimentler (21±0,4 Ma;) dayalı olarak gözlü gnayslarının protolitlerinin Tersiyer yaşına ait olduğunu ileri sürmüşlerdir. Ayrıca, gözlü gnayslardan daha eski yaşların (546,2±1,2 Ma) ve onların gnayslarla ilişkilerinin masifin güneyinde

Prekambriyen şistlerinin varlığını akla getirdiği ve söz konusu önemli uyumsuzluğun şistler içinde bulunabileceği, gözlü gnays-şist dokanağı boyunca bulunamayacağı iddia edilmiştir.

Uz (1998), Ege bordo mermerlerinin Didim-Akbük ve Milas- Kalınağıl'da bulunan yayılımlarını incelemiştir. Kırmızı renkli bu mermerlerin, gri-beyaz renkli karbonatlı mermer serileri içinde merceksel veya kesikli zonlar halinde maksimum 50–100 metrelik yüzeysel genişlikler gösterdiklerini belirtmiştir.

Collins ve Robertson (1997; 1998; 1999), Menderes Masifi, Prekambriyen yaşlı gnayslı katmanlar arasına yerleşmiş kayalar (yapısal olarak Paleozoyik-Paleosen sedimentlerin üzerine uzanan yeşilşistten amfibolit fasiyesi koşullarına kadar başkalaşıma uğramış) ve Mesozoyik sedimanter seriler peridotit ve yataya yakın faylardan Likya Napları meydana gelmiştir tezini ileri sürmüşlerdir.

Oberhänslı vd., (1998), Menderes Masifi geleneksel olarak Ege'de Cycladic Masif'in doğuya doğru yandan gelen devamı olarak yorumlamışlardır. Sağlam yeşilşist kaya grubu eklentileri olan mavişistler ve eklojitler orta alt masifinde görmektedirler.

Eren (1999), Milas-Yatağan-Kavaklıdere çevresinde yer alan mermer yataklarını incelemiştir. Bölgede yer alan mermerler Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı olarak gruplandırılarak çalışılan alanda toplam 72.400.000 m³ mümkün rezervi belirlemiştir. Mermerler içinde yer yer rastlanan kuvars ve mikaların mermer üretimini olumsuz yönde etkilediğini de belirtmiştir.

Lider (1999), Kavaklıdere-Derebağ mevkiinde yer alan Tekmar mermer ocağının jeolojik ve mühendislik özelliklerini incelemiştir. Pembemsi-beyazımsı renklere olan ve genel olarak masif bir yapı sunan bu mermerlerin, Orta Triyas Sonu yaşlı olduklarını belirtmişlerdir.

Uysal (1999), Kavaklıdere-Derebağ ve çevresinin jeolojisini incelemiştir. Çalışma alanında yer alan mermerlerin, ara mermerlerin karakteristik özelliklerini taşıdığını ve

mermerlerin çevrelerinde bulunan mafik metavolkanitlerden kaynaklanan pembemsi tonlarda renklenmeler gösterdiğini belirtmektedir.

Psav (1999), Göktepe ve çevresinin jeolojisini incelemiştir. Çalışma alanında yer alan Anmasan mermer ocağının mermer jeolojisi açısından blok veriminin iyi olduğunu incelemiştir.

Ring vd., (1999), Menderes Masifi geleneksel olarak Ege'de Cycladic Masif'in doğuya doğru yandan gelen devamı olarak yorumlanmıştır. Çoktan beri devam etmekte veya geçerli olan varsayım her iki masifin litolojik görünüşlerine dayanır ki daha yaşlı kristal çekirdek yapısal olarak, çekirdeğe doğru artan metamorfik derece ile Paleozoyik-Mesozoyik örtü serisi tarafından yorumlanır. Araştırmacılar bu iki masifin ilişkili olmayacağı söylenmiştir.

Okay (2000), Menderes masifinde, yapısal olarak daha yüksek kısımlarında sergilenen yaşlı ve daha yüksek metamorfik türü kayalarla orta alt masifin stratigrafik ve metamorfik değişimlerinin görüldüğü Aydın Dağlarından kanıtlar sunmaktadır.

Bozkurt (2000), Yaptığı çalışmada doğuda Umurlu ve batıda Germencik arasında, Büyük Menderes Grabeni'nin kuzey kıyısında Orta- Alt masifin güney hattı boyunca gözlenen yapıları tanımlamakta ve toplanan kinematik verileri anlatmaktadır. Orada, bütün bir kubbe şeklinde K-KD yönlü uzanan ana hatların Orta-Alt masifi karakterize ettiğini söyler.

Bozkurt ve Park (2001), Gözlü gnaysların protolitleri kalsiyum-alkali, peraluminli, S-tipi, iki-mika löko-granitleri taşıyan turmalin olduğunu söylerler. Araştırmacılar gözlü gnaysların protolitlerinin Tersiyer granitoid kayalar olduğunu ve yerel olarak yapısal biçimiyle örtü şistlerin üzerine uzanma ile boşlukların veya tabakaların arasına girmeye zorlanmış bir kaya özelliğini koruyan ilişkiler sergilediğine işaret etmişlerdir.

Rimmele vd., (2003), Yazar, çalışmasında Menderes Masifi'nin güneyinde Magnesiokarpolit-kyanit birliklerinin Mesozoyik yaşlı üst seride bulunmalarıyla ilgili

olarak ilk kez üzerinde önemle durmuştur. Basınç parajenezleri geliştiğini ileri sürmüşlerdir. Bu birimlerin tektono-metamorfik evrimi için kuvvetli kanıtlar sunmuşlardır.



3. YÖNTEM

3.1 Arazi Çalışmaları

3.1.1 Saha Jeolojisi Çalışmaları

Muğla ili, Merkez ilçesi, Yılanlı Bölgesi dahilinde bulunan S:200903745 ruhsat numaralı II(b) mermer işletme ruhsatlı sahada jeolojik gözlemler, mineralojik, petrografik ve jeokimyasal analizler için numune alımı yapılmıştır. Alınan bu veriler Netcad promine çizim programı yardımı ile halihazır harita üzerine işlenmiş ve mevcut ocak alanında jeolojik harita üzerine lokasyonlar oturtulmuştur. Arazi çalışması sırasında ruhsat sahibi tarafından yapılan yaklaşık 300 metre sondaj karotlarında gözlemler yapılmıştır. Arazi çalışmaları sırasında sondaj lokasyonları GPS cihazı yardımıyla alınarak arazi defterine kaydedilmiştir. Arazi çalışmaları sırasında fotoğraflar çekilerek arşivlenmiştir.

3.1.2 Hat Ölçümü Çalışmaları

Muğla ili, Merkez ilçesi, Yılanlı Bölgesi dahilinde bulunan S:200903745 ruhsat numaralı II (b) mermer işletme ruhsatlı sahada ocak alanında tez çalışmasının daha hassas ilerlemesi açısından iki ayrı lokasyonda hat etütü çalışması yapılmıştır. Yapılan hat etütü çalışmasında toplamda 120 metrelik alanda kırık ve çatlakların incelenmesi için ölçüm alınmıştır. Alınan bu veriler Netcad promine çizim programı yardımı ile halihazır harita üzerine işlenmiş Yapılan hat etütü çalışmaları dips çizim programı yardımı ile modellenmiştir. Yapılan hesaplama ve bilgisayar çıktılarına tartışma ve sonuç kısmında yer verilecektir.

3.1.3 İnsansız Hava Aracı (İHA) Ölçümleri

İHA'lar günümüzde fotogrametrik veri inşasında çeşitli alanlarda paydaşlara denetleme, gözetleme ve analize tabi tutma imkânı sunan mühim bir veri kaynağı olup güncel verilere hızlı bir şekilde ayrıca ekonomik ve kolay ulaşılabilirlik imkanı sunmasından ötürü haritacılık, inşaat, çevre, jeoloji ve maden mühendisliği dallarında ve bu dalları

ilgilendiren iş sektörlerinde ciddi faydalar sağlayan bir teknolojidir (Mukhamediev ve Ark., 2021; Luo ve Ark., 2019). İHA'ların hayatımıza girişi 1. Dünya Savaşı yıllarına kadar dayanmakta olup başlarda askeri amaçlara hizmet eden bir kullanım imkânı bulsa da sunduğu çalışma avantajları ve insansız olarak uçabilme özelliği sayesinde sivil ve akademik çalışma alanlarında kullanıcılara esin kaynağı olmuştur (Akan, 2014).

İHA'lar günümüzde fotogrametriye entegre olabilmiş ve son derece kapsamlı bir kullanım imkânına sahip hava fotogrametrisi aracı niteliği taşırlar (Gençerk, 2016). İHA ve otopilot sistemleri, yüksek kalite dijital kameralar ve minyatür Global Positioning System (GPS) ile entegre edildiğinde ultra yüksek çözünürlüklü görüntüleri toplamak için mükemmel bir araç niteliğine kavuşur (Colomina ve Molina, 2014). Gerçek Zamanlı Kinematik (GZK) konumlandırma sistemleri mevcut bulunan İHA'lar sayesinde görüntülere daha hassas bir konum bilgisi tanımlanabilmektedir. Bu sayede amaçlanan fotogrametrik çalışmaların doğruluğu neredeyse yersel ölçme yöntemleri ile elde edilen sonuçlara yaklaşmaktadır. Araziye önceden tesis edilen ve konumları yersel ölçme yöntemleri ile tespit edilen Yer Kontrol Noktalarının (YKN) yardımı ile yüksek konumsal doğruluklu ortofoto, Sayısal Arazi Modeli (SAM), Sayısal Yüzey Modeli (SYM) verileri elde edilebilmektedir (Avcı, 2020; Özcan, 2017). Kullanıcıyı tehlikeye atmadan yüksek riskli ve erişilemez alanlara erişim kolaylığı ve klasik yöntemlere kıyasla daha az insan gücü gerektirmesi, zaman ve maliyet avantajları İHA yönteminin popülerliğinde etkin rol oynamaktadır (Melo ve ark., 2017).

Dünya genelinde madencilik uygulamaları genel olarak yeraltı madenciliği ve açık ocak madenciliği olmak üzere iki çeşit işletme yöntemi ile yapılmaktadır. Ülkemiz maden potansiyeli açısından zengin bir ülke olup, hem yeraltı hem yerüstü (açık ocak) madenciliği yapılan maden çeşitliliği olan bir bölgedir. Bu nedenle dünya madencilik sektöründe kullanılan teknolojiyi coğrafyamızda takip etmektedir. Özellikle açık ocak madencilik üretim safhalarına geçmeden evvel fizibilite çalışmalarında kullanılmak üzere halihazır harita yada topografik harita önem arz etmektedir. Çünkü üretim yapılması düşünülen bölgeye ait konum bilgileri, yer yüzeyinde bulunan yapılar, topografik unsurlar ve diğer bölgesel faktörler madencilik operasyonunda mali açıdan önem arz etmesinden dolayı incelenmektedir. Dolayısı ile bölgenin son durumunu gösterir halihazır haritalar

günümüz teknolojisinde önem kazanmıştır. Gelişen teknoloji ışığında her konuda çığır aşan insansız hava araçları yer bilimleri açısından da önem arz etmektedir. Özellikle insansız hava araçları yardımı ile alınan yüksek çözünürlüklü hava fotoğrafları özellikli bilgisayar programları ile istenilen formata dönüştürülüp, bu veriler ile gerek maden işletmesi yapılacak alanın görünür rezerv hesabının yapılması, büyük ölçekte açılması planlanan açık ocak işletmelerinin ocak tasarımlarının yapılması ve açık ocaklarda gelişen deformasyonun belirli periyotlarda takibinin yapılması gibi operasyonlarda kullanılmaktadır.

Bu çalışmada halihazırda faaliyette olan mermer ocaklarında belirli periyotlarda insansız hava araçları teknolojisini kullanarak yapılan ölçüm verilerini kullanarak üretilen mermer rezervinin kalitesi ve verimi hakkında değerlendirme yapılacaktır. İnsansız hava araçları ile gerçekleştirilen sistematik uçuşlar sonucunda alınan veriler fotogrametrik yazılımlar ile işlenip üç boyutlu olarak değerlendirme yapılabilecek formata dönüştürülmüştür.

İHA teknolojisinin çalışma prensibini ele alacak olursak, İHA otonom ve yarı otonom uçuş prensipleri barındıran uzaktan kumanda sistemleri ile pilot olmadan kontrol edilebilme yeteneğine sahip ve sürekli bir şekilde hedef alanın 3B koordinat bilgisini elde edip hassas ve tekrarlı ölçümler yapabilme özelliği ile ulaşılması güç çalışma alanlarında kullanıcılara önemli kullanım kolaylığı sunan sivil ve ticari olarak işlev gören hava araçlarıdır (Zhenning ve ark. 2021; Niethammer ve ark., 2010; Eisenbeiß, 2009). İHA'lar, fotogrametrik haritalama süreçlerinde, kişilere denetleme, gözetleme ve analiz çalışmaları için imkân tanıyan mühim bir veri kaynağıdır. İHA tabanlı uzaktan algılama sistemi, gün geçtikçe daha modüler ve minyatür bir şekil alırken akıllı bir gelişim süreci yaşamaktadır (Chen ve ark., 2015). Bu yöntemle elde edilen veriler, klasik yersel ölçme, hava fotoğrafı ve uydu görüntülerine kıyasla daha hızlı, maliyetli ve yenilikçi olması yönüyle avantajlıdır (Menteşeoğlu ve İnan, 2016). İnsansız hava araçları dünya genelinde askeri ve sivil kullanım olarak iki şekilde kategorize edilmiştir. Askeri İHA'lar ülkelerin savunma, saldırı ve gözetleme görevlerini yapan belirli merkezlerden yönetilen yerli ya da yabancı teknoloji ile üretilmiş hava araçlarıdır. Sivil kullanımda olan İHA'lar ise dünya genelinde tarımsal kullanımda (büyük ölçekte İHA'lar gübreleme, tarım alanlarının ve mahsulün takibi gibi), orman bölgelerinde (sık ormanlık alanlarda yangın takibi kaçak kesimleri önleme amaçlı), doğal afetlerde özellikle yer yüzeyinde görülen

fayların takibi heyelan bölgelerinde kayma yüzeylerinin ölçümü madencilik alanlarında açık ocaklarda ocak basamaklarının takibi ve deformasyon ölçümü gibi birbirinden farklı çalışma alanlarında kullanıldığı görülmektedir.

İHA'lar İHA Sistemleri Uluslararası Kurumu (UVS) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre kendi ağırlıklarına göre, uçuş yüksekliklerine göre, menzil kapasitelerine göre ve havada kalma sürelerine göre dört ana başlıkta toplanmıştır. Buna göre;

- * İHA-0: azami kalkış ağırlığı 500 gr. ila 4 kg arası
- * İHA-1: azami kalkış ağırlığı 4 kg ila 25 kg arası
- * İHA-2: azami kalkış ağırlığı 25 kg ila 150 kg arası
- * İHA-3: azami kalkış ağırlığı 150 kg ve üstü olarak sınıflandırılmaya tabii tutulmuştur.

İHA'lar, uçuş yetenekleri bakımından sabit ve döner kanatlı olarak sınıflandırılmaktadır. (Şekil 3.1; 3.2). Büyük hatların ve bölgelerin haritalama işlemleri sırasında özellikle sabit kanatlı İHA'lar daha küçük alan taramalarında havada kalma süresi daha az olan döner kanatlı İHA'lar kullanılmaktadır.



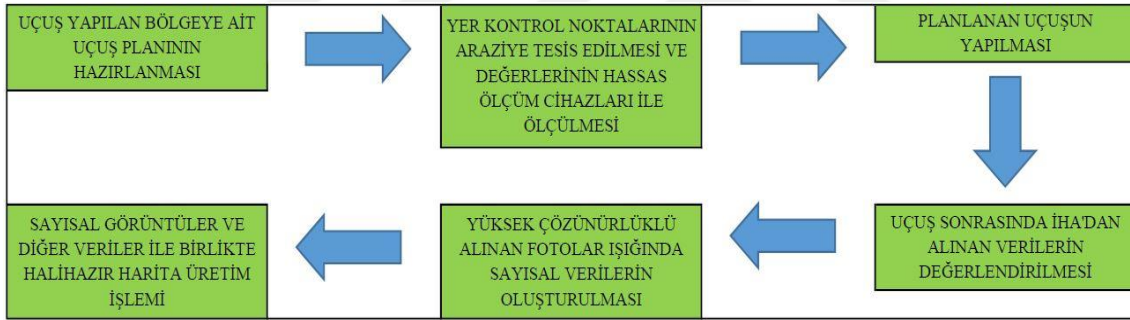
Resim 3.1 Arazi çalışmaları yapılan ocak alanından genel görünüm.



Resim 3.2 Sabit Kanatlı İHA ve İHA ölçüm sistemine göre çekilen fotoğraf.

İHA'ların çalışma prensibini ele alacak olursak, güncel teknoloji ile birlikte hava fotogrametrisi yöntemi ile çalışmaktadır. Hava fotogrametrisi, kullanılan uçak yada uçuş yapılan araca monte edilen yüksek çözünürlüklü kamera ile uçuş planlanan bölgede kameralar sayesinde analog yada dijital görüntüler elde edilir. Uçuş yapılması planlanan alan için öncelikli olarak belirlenen uçuş planındaki güzergahta İHA uçuşunu gerçekleştirip, daha önceden belirlenen birbirine bindirme oranları ile art arda yüksek çözünürlüklü fotoğraflar çekilir.

Harita Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği dahilinde kanunen İHA ehliyeti olan yetkin kişiler uçuşa yasak olmayan bölgelerde İHA kullanabilmektedir. Bununla birlikte İHA verilerinden maksimum fayda sağlanabilmesi açısından yenilenen teknoloji ışığında belirli ölçüm standartları oluşmuştur. Şekil 3.1 deki şemada da görüleceği üzere uçuş işlemi bu aşamalara göre gerçekleştirilmekte ve sonuçları sayısal ortama aktarılmaktadır .



Şekil 3.1 İHA Ölçüm Ve Sonuçlandırma Aşamaları.

İHA ile uçuş yapılması planlanan bölgede öncelikli olarak Sivil Havacılık Genel Müdürlüğünden izin alınması gerekmektedir. İzin aşamalarından sonra uçuş yapılan bölgede hava şartlarının (kar yağışı, sis ve rüzgâr gibi etmenler) uygun olduğu ve güneş ışınlarının daha verimli olduğu zamanda hedef bölgede arazi şartlarına göre İHA ile görüş mesafeleri de dikkate alınarak uçuş planı yapılır (Resim 3.3). Özellikle uçuş yapılacak olan zaman diliminin iyi seçilmesi önemlidir. Çünkü İHA'nın aldığı hava fotoğrafları güneş ışığının eğik olarak geldiği bir zamana denk gelirse (gün batımı gibi) alınacak olan fotolarda gölgeli yani net olmayan kalitede fotoğraflar ortaya çıkmaktadır. Ayrıca uçuş yapılan bölgedeki arazi topografyası ve İHA'da bulunan kamera kalitesinde dikkate alınarak uçuş yüksekliği uygun bir irtifa seçilmelidir.

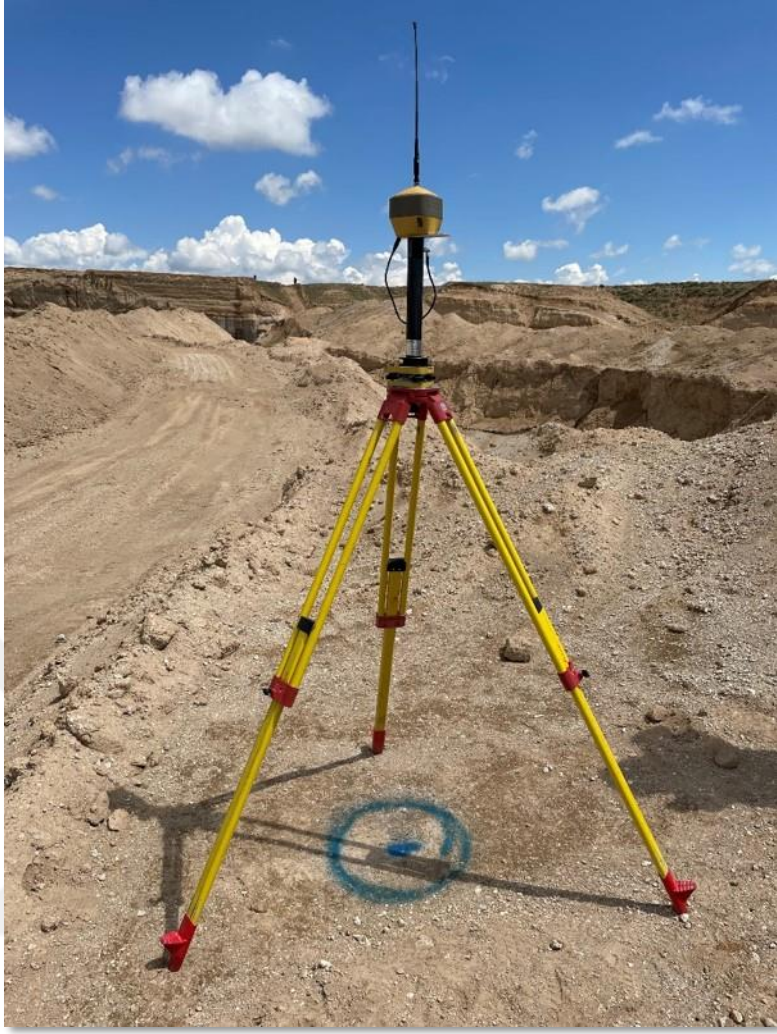
Uçuş irtifası seçilirken seçilen yükseklik ne kadar yüksek seçilirse görüntü kalitesi bozulması muhtemel olup, mümkün olduğu kadar alçak uçuşması durumunda ise alınacak olan ortofoto verileri daha yüksek çözünürlüklü olacaktır. İHA ile yapılan ölçümlerde hassas ölçüm cihazları ile koordinatları (X,Y ve Z eksenlerinde) belirlenen, İHA verilerine koordinatlı olarak temel referans noktası olan, uçuş yapılacak olan bölgeye homojen olarak dağılımı yapıp uçuştan önce tesis edilen noktalara yer kontrol noktaları (YKN) adı verilmektedir (Resim 3.4; 3.5). Uçuş bölgesine YKN'ler ne kadar hassas olarak konumlandırılırsa uçuş sonrasında yapılacak olan sayısallaştırma işleminde oluşacak olan harita verisinin hassasiyeti artmaktadır.



Resim 3.3 Uçuş yapılması planlanan alana ait hazırlanan uçuş planına ait görsel.



Resim 3.4 Uçuş yapılan alanda zemine işaretlenen yer kontrol noktası.



Resim 3.5 Ölçümü yapılan zeminde bulunan sabit noktanın koordinatını GPS cihazı ile okuma işlemi.

Uçuş sağlıklı bir şekilde yapıldıktan sonra elde edilen hava fotoğrafları ofis ortamında yüksek özellikli bilgisayarlar yardımı ile değerlendirilir. Bunun için Netcad, Pix4d, Agisoft gibi yazılımlar kullanılır.

Yukarıda bahsedilen programlar vasıtası ile oluşturulan sayısal modelden maden işletmelerine ait birçok önemli analiz, hesap ve takip çalışmaları ortaya çıkmaktadır. Bu veriler ile oluşturulan üç boyutlu model ile maden işletmesinde kazı dolgu ve hak ediş hesapları, işletme verimliliği ve iş sağlığı güvenliği açısından genel ocak eğimi, basamak yüksekliği ve genişliği hassas bir şekilde sağlanması yapılacak bir şekilde hesaplanmaktadır. Ayrıca büyük ölçekli maden işletmelerinde örneğin 40-50 kademeli

açık ocak işletmelerinde oluşacak olan herhangi bir deformasyon ocak alanı düşünüldüğü vakit büyük çapta bir heyelana, toprak kaymasına sebebiyet verebilmektedir. Bunun önüne geçilebilmesi açısından da belirli periyotlarda hassas uçuşlar yardımı ile deformasyon lokasyonları ve kayma miktarları ölçülebilmekte ve izlenebilmektedir.

Uçuş yapılan bölgeye ait veriler derlendiği vakit, ilk olarak uçuştan elde edilen veriler agisoft metashape gibi fonksiyonel bilgisayar destekli çizim programlarına aktarılır. Fotoğraf koordinatları ile yer kontrol noktaları farklı datumda olduğundan dolayı fotoğraf koordinatları yer kontrol sistemi koordinat sistemine dönüştürülür. Veriler üzerinde koordinat sistemi düzenlenmesi yapıldıktan sonra uçuş bölgesinde ölçümü yapılan tüm yer kontrol noktalarının bindirmeli olarak çekilen fotoğraflar üzerinden eşlenmeleri yapılır. Daha sonra ise fotoğrafların birleştirme işlemi yapılır (Resim 3.6). Bu aşama kullanılan yazılım programı ve bilgisayarın özelliklerine göre uzun saatler sürebilmektedir. Hedef bölgenin proses işlemi bittikten sonra çıktı olarak koordinatlı ortofoto, nokta bulutu gibi veriler oluşmaktadır. Bu verileri kullanarak oluşturulan haritalarda üç boyutlu model, kazı dolgu hesapları gibi işlemler hassas bir şekilde yapılabilmektedir.



Resim 3.6 Ölçüm sonucu alınan oluşturulan ortofoto görüntüsü.

Arazi çalışması esnasında haritalama için seçilen alanda DJI Phontom 4 Pro V2.0 model inansız hava aracı kullanılmıştır. Cihazın teknik özelliklerinden bahsedecek olur isek; cihaz faydalı yükleri ile birlikte toplamda 1,388 gram ağırlığında olup maksimum tek batarya ile 30 dakika uçuş gücüne sahip ve yaklaşık 6'000 metre yüksekliğe çıkabilmektedir. Modelde, 20 MP, 1inç CMOS sensörlü dâhili kamera bulunmaktadır. f/2.8- f/11 açıklığa sahip diyafram ve 8-1/2000 sn. mekanik deklanşör ve 8-1/8000 elektronik deklanşör hızına sahiptir. Ayrıca katlanmış boyutları 290 x 290 x 196 mm; yataydaki max hızı 12 m/sn, max düşey hızı ise 3 m/sn'dir (Phung ve ark., 2022; Fidancı ve Karabörk, 2019; Makineci, 2020; Url-2,)

Phantom 4 Pro, yalnızca ileri ve aşağı bakan sensörlere sahip diğer dronların aksine, gelişmiş bir engel önleme sistemine sahiptir. Bu sensörler çoğunlukla drone görüş alanı dışında olduğunda devreye girer. İleri ve aşağı taraftaki bu sensörler, drone'un optimum iniş için manevra yapmasına da yardımcı olur. Bu sensörler ayrıca geri veya sınırlı görüş alanına sahip bir tarafa uçarken çarpma riskini büyük ölçüde en aza indirir. Sensörler, iç mekânda uçarken her zaman daha iyi kontrol ve denge avantajı sağlar (Priyanshu, 2019)

Sayısal verilerin çözümü esnasında birçok modelleme programından faydalanılmıştır. Agisoft Metashape, uçuşta elde edilen fotoğrafların 3B modellenmesiyle nokta bulutunu, SAM, SYM ve ortofoto oluşturması için kullanılan bir yazılımdır. Yazılım aracılığıyla, yüksek çözünürlükte ortofoto ve detaylı SYM ile poligonal model elde edilir. Bu yazılımın en büyük artısı fotoğraf limiti olmadan ekleme yaparak 3B modellemeyi gerçekleştirme ve anlık olarak kullanıcıya müdahale ve değişiklik yapabilme imkanı sağlamasıdır (Erişti ve ark., 2020).

Açık ve kapalı (yeraltı) maden işletmeciliğinin tüm operasyonlarında kullanılan netcad işletmelere ait verileri diğer yazılımlara göre daha fonksiyonel olarak çıktı haline getirebilmektedir. Özellikle netcad promine modülü açık ve kapalı maden işletmeciliğinde kullanıcının tüm taleplerini karşılamakta olup, ocak tasarımı, sondaj verileri ile birlikte metal madenciliğinde görünür rezervi ortaya koyma işlemleri gibi fonksiyonel durumlarda hata payı çok düşük olarak işlem vermektedir.

3.2 Laboratuvar alışmaları

Mermer yatağının mineralojik bileşimi ve tane boyutu analizini yapmak için mineralojik-petrografik analizler yapılmıştır. Mineralojik analizler için ince kesitler MTA Genel Müdürlüğünde hazırlanmıştır (Resim 3.7; 3.8).. İnce kesitleri yapılan örneklerin mikroskobik incelemeleri Afyon Kocatepe Üniversitesi Yer Bilimleri Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir (Resim 3.9).



Resim 3.7 İnce ve parlak kesit hazırlama cihazı.



Resim 3.8 Taş kesme cihazı.



Resim 3.9 İnce kesitlerin incelendiği polarizan mikroskop ve görüntülerin alındığı görüntü analiz cihazı.

3.2.1 Mineralojik ve Petrografik Analiz

Bölgede yapılan büro, arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen veriler ışığında sahadan örnekler alınmıştır. Alınan örneklerin mineralojik analizleri Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından yapılmıştır.

Muğla ili, Merkez ilçesi, Yılanlı Bölgesi dahilinde bulunan S:200903745 ruhsat numaralı II(b) mermer işletme ruhsatlı sahadan alınan örnekler jeomühendislik özelliklerin belirlenmesi amacıyla Afyon Kocatepe Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Zemin Mekaniği Laboratuvarı'na getirilmiştir. Çalışma alanından alınan örneklerden 11 adet seçilerek bu örneklerin kimyasal analizleri yapılmıştır.

Alınan örneklerin mineralojik analizleri x-ışını kırınımı (XRD) yöntemiyle belirlenmiştir. XRD analizleri Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde Shimadzu marka XRD-6000 model XRD cihazı kullanılarak yapılmıştır. XRD analizleri tüm kaya ve kil boyutu çalışmaları olmak üzere iki aşamada yürütülmüştür. Tüm kaya XRD analizler için örnekler -100µm tane boyutundaki öğütülmüş örnekler kullanılmıştır. Örnekler 2°/dk'da taranarak 2°-70° (2θ) goniometre kırınım açısı aralığında 2000 cps (intensity) pik yoğunluğunda analiz edilmiştir.

3.2.2 Jeokimyasal Analiz

Tez çalışması kapsamında jeokimyasal çalışmalar ve mineralojik çalışmalar için 4 farklı mermer örneği analiz edilmesi hedeflenmiştir. Çalışma alanından alınan mermer örnekleri 4 farklı seriyi temsil eden Sayın İnşaat firması iştiraklerinden Mabella mermer ocağından alınmıştır. Beyaz, Gri, Açık Gri ve Koyu Gri renkli mermer örneklerinden alınan örnekler üzerinde AKU DAL merkezinde bulunan Rigaku marka XRF cihazında örneklerin sadece majör oksit analiz değerleri belirlenmiştir.

4. BULGULAR

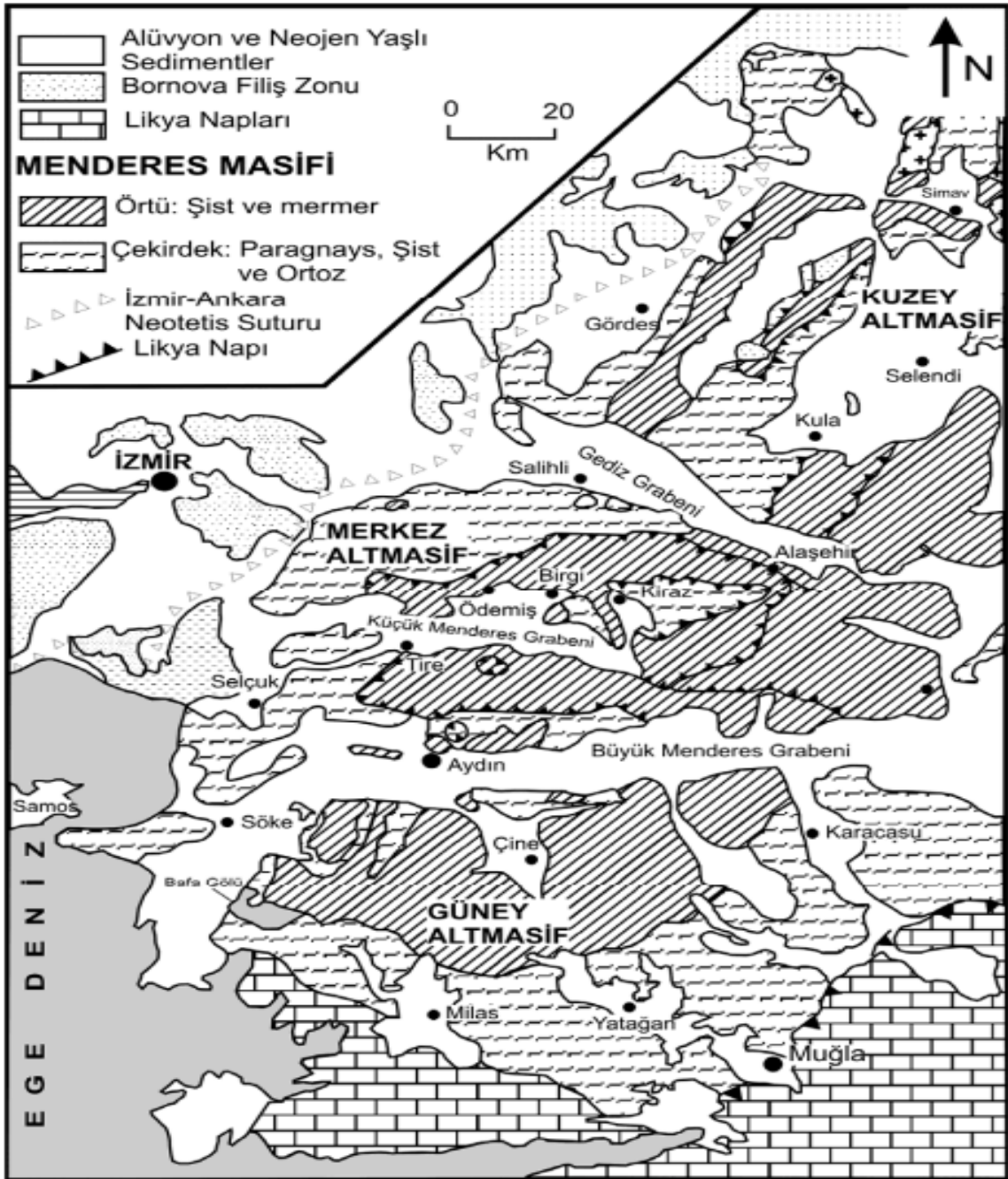
4.1 Çalışma Alanı ve Yakın Çevresinin Genel Jeolojisi

Çalışma alanımızın içerisinde yer aldığı Menderes Masifi, Ülkemizin batısında yaklaşık olarak (300*200 km) genişliğinde olup KD-GB yönünde oluşum göstermektedir. Menderes Masifi'nin kuzeybatısında Bornova Filiş Zonu, Kuzeydoğusunda Afyon Zonu ve Likya Napları bulunmaktadır (Şekil 4.1). Menderes Masifi tektonik olarak İzmir-Ankara Neotetis Zonu'nun napları ile üzeri örtülmüş vaziyette bulunmaktadır.

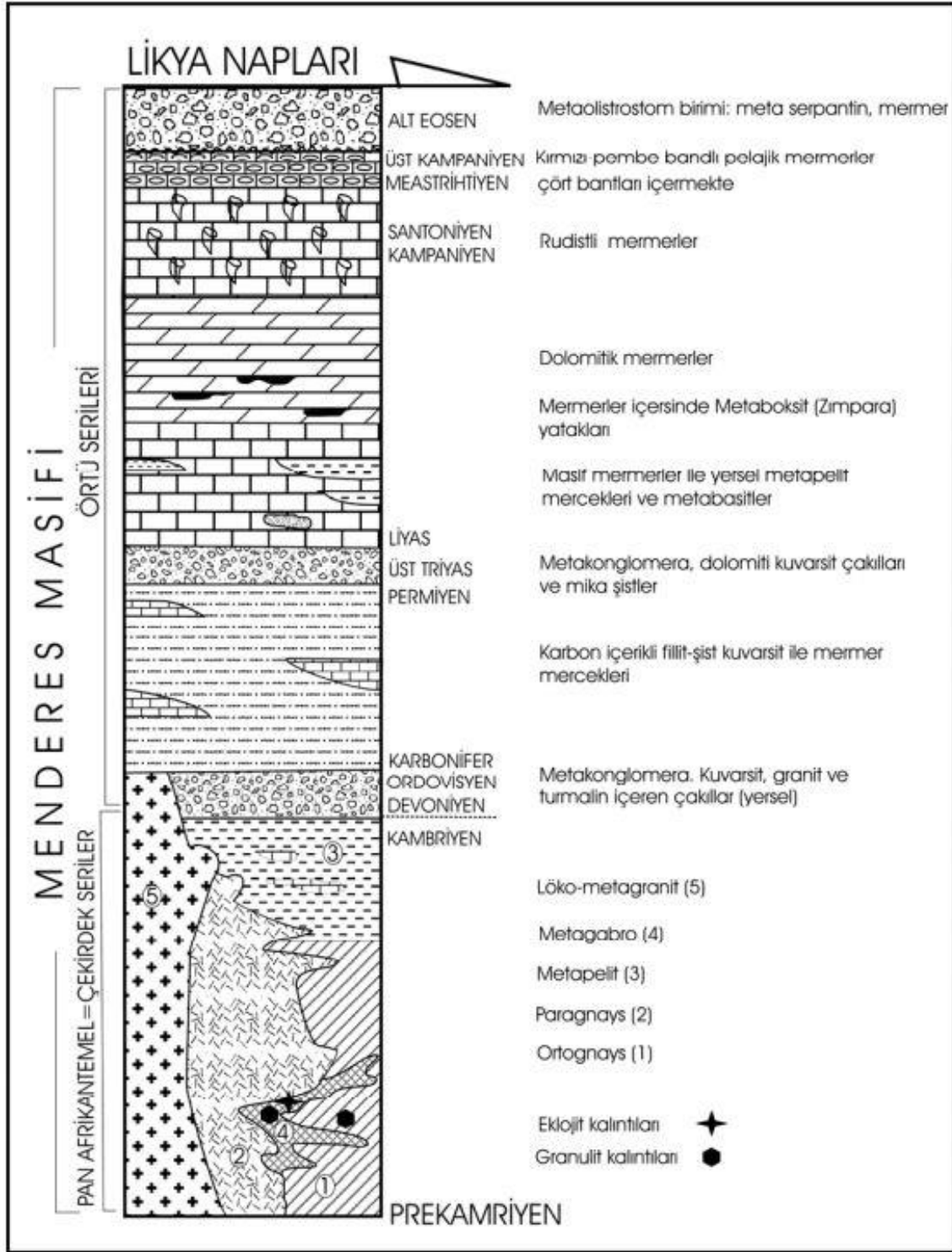
Menderes Masifi kuzey, merkez ve güney alt masifler olmak üzere üç bölümden oluşur (Şekil 4.2). Menderes Masifinin genel kayaç topluluğu gnays çekirdek, gnays çekirdeği örten Paleozoyik yaşlı örtü şistler ve her ikisini örten Mesozoyik - Senozoyik yaşlı mermerlerden oluşur (Dürr, 1975; Şengör vd., 1984) (Şekil 4.3).



Şekil 4.1 Batı Anadolu'nun genelleştirilmiş tektonik haritası ve Menderes Masifini çevreleyen tektonik zonlar (Okay ve diğerleri 1999).



Şekil 4.2 Menderes Masifinde bulunan alt masifler ve örtü ve çekirdek kayaların dağılımları (Candan vd., 2000).



Şekil 4.3 Menderes Masifi'nin genel sütun kesiti (Dora vd., 2001).

Masifin çekirdeği, çekirdek kayalar, gözlü gnayslar, metagranitler, paragnayslar ve metagabrolarla eklojit kalıntılardan oluşur (Şengör vd., 1984b; Satır ve Friedrichsen, 1986; Candan, 1995; 1996; Candan vd., 1998; 2000; Oberhänsli vd., 1997; 1998). Örtü

birimler ise genel olarak çeşitli mikaşist ve kuvarsitler ile farklı renklerde mermer kayaçlarından oluşmaktadır. Bu genel ayrımla birlikte Menderes Masifi farklı yaş ve farklı fasiyelerde oluşmuş pek metamorfik kayaçları kapsar. Bunlar sırasıyla ;

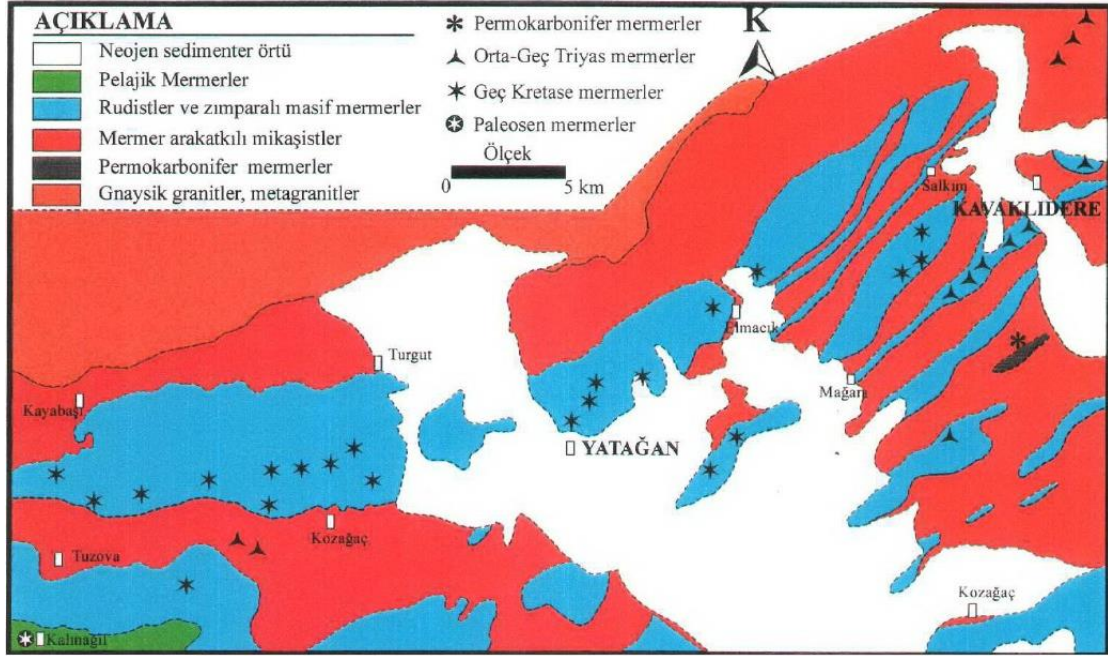
- Prekambriyen yaşlı yeşilşist–amfibolit fasiyesi, eklojit- granulit fasiyesi kayaçları
- Triyas yaşlı yeşilşist –mavişist ve eklojit-fasiyesi kayaçları
- Jura yaşlı yeşilşist fasiyesi kayaçları
- Kretase yaşlı mavişist – eklojit fasiyesi kayaçları
- Kretase yaşlı yeşilşist- amfibolit fasiyesi kayaçları
- Paleosen-Eosen yaşlı yeşilşist amfibolit fasiyesi kayaçları
- Oligosen yaşlı amfibolit fasiyesi kayaçlarıdır.

Menderes Masifi pek çok dönemde tekrarlayan metamorfizmanın etkisinde kalmıştır. Eski mineral kalıntıları, farklı şistozite ve lineasyon doğrultuları farklı evrelerde kümelenen radyometrik yaşlar ve Masifin farklı dönemlerde metamorfizmanın etkisinde kalmış olduğuna yorumlanır. Menderes Masifinin yapısını inceleyecek olur isek en dış zarfını mermerler ve onların altında bulunan alçak dereceli metamorfik şistlerin oluşturduğunu görürüz. Mermer yapılarının içerisinde metamorfik koşulları belirleyici anahtar minerallerin olmamasına karşın yer bulunan zımpara mercekleri içinde saptanan 420° C'lik diaspor/korundyum izogradı metamorfizma koşulları hakkında bilgi vermektedir. Menderes Masifinin tüm Asmasıflerinde yüksek dereceli metamorfik zon gnayslarda temsil edilmektedir. Masifin içerisinde gnays ve metavolkanitlerde migmatizasyona uğramış kesimler boldur. Menderes Masifinin yüksek dereceli metamorfik zonlarında sıcaklığın 600° ile 650° C' ye ulaştığı yorumlanmıştır

4.2 Muğla ve Çevresindeki Mermerlerin Genel Jeolojisi

Muğla ve yakın çevresinde temeli Prekambriyen yaşlı gnayslar oluşturmaktadır. Gnaysların üzerine uyumsuz olarak örtü şistler gelmektedir. Şistlerin üzerine ise yine uyumsuz olarak mermerler gelir. Tersiyer (Neojen) yaşlı konglomera-kumtaşı-kiltaşı-marn-linyit serisinden oluşan kayaçlar metamorfik birimleri uyumsuz dokanakla üzerler (Şekil 4.4). Menderes Masifinin güney kesiminde (Muğla bölgesinde) örtü serisi içinde oldukça geniş mermer yatakları bulunmaktadır. Muğla bölgesinde mermer üretiminin

yapıldığı bölgeler mermerlerin renk, doku ve stratigrafik seviyelerine göre dört bölgeye ayrılmışlardır. (Konak vd., 1987; Kun vd., 1998; Yavuz vd., 2005a, 2005b; Bağcı, 2006; Bağcı vd., 2008).



Şekil 4.4 Çalışma alanı yakın çevresinin genelleştirilmiş jeoloji haritası.

Bu bölgeler sırasıyla Permo Karbonifer yaşlı Kavaklıdere mermerleri, Triyas yaşlı Yatağan mermerleri, Kretase yaşlı Kozagaç mermerleri ve Paleosen yaşlı Kalınağıl mermerleri olarak sıralanmaktadır. Kavaklıdere, Yatağan ve Kozagaç mermerleri Menderes Masifinin örtü şistleri içerisinde birbirlerine göre farklı stratigrafik düzeylerde bulunur (Bağcı, 2017). Kavaklıdere (Göktepe) mermerleri; Muğla bölgesinde beyaz mermer blok üretiminin yapıldığı seviyeler olup, Menderes Masifi'nin örtü serileri içerisinde geniş mercekler şeklinde yayılım sunmaktadır. Bu formasyon örtü mermer seviyesinin en alt kesimini oluşturmaktadır. Üstte beyaz mermerlerle temsil edilen formasyonun en altında siyah mermer ve fillitler bulunmaktadır (Bağcı, 2017). Kozagaç mermerlerin kalınlığı yaklaşık 2 km'ye kadar ulaşır Dürr vd., 1978; Güngör, 1998. Kozagaç mermerlerinin taban kesimlerinde metaboksit, korund ve diyaspore oluşumları yaygın olarak gözlenir (Yalçın, 1987). Kalınağıl mermerleri çoğunlukla kırmızı ve bordonun değişik tonlarında gözlenmekle birlikte bazı seviyelerde ise koyu gri ve açık

yeşil renkler sunmaktadır. (Bağcı, 2017). Ege bordo, Rosa Laguna gibi mermer çeşitleri bu formasyondan üretilmektedir.

4.3 Çalışma Alanındaki Mermerler Üzerinde Yapılan Çalışmalar

4.3.1 Genel Jeolojik Çalışmalar

Çalışma alanında genel olarak mermerler yayılım sunmaktadır. Bunlar Yatağan Mermerlerine ait seviyelerdir. Mesozoik yaşlı mermerlerden oluşmuştur. Mermerler ince taneli, mavimsi beyaz, beyaz açık ve koyu duman rengindedir. Genel olarak belirgin ince orta tabakalanmalı, bazen masiftirler. Pembemsi beyaz renkli, ince belirgin tabakalı seviyeler içermektedir. Çalışma alanı olarak Muğla ili, Merkez ilçesi, Yılanlı Bölgesi dahilinde bulunan S:200903745 ruhsat numaralı II(b) grubu mermer işletme ruhsatlı saha seçilmiştir. Yapılan incelemelerde ruhsat sahasında yapının yoğun kırıklı ve çatlaklı olduğu ve yer yer dokunun bozulduğu gözlenmiştir (Resim 4.1; 4.2). Bu görünümü ile mermer ocağında üretim çok düşük seviyelerde kalmıştır. Beyan edilen ve ön görülen üretim % 4 civarındadır. Mevcut blok fiyatları da dikkate alındığında mermer ocak işletmesi faaliyetlerini ekonomik olarak yürütememektedir.

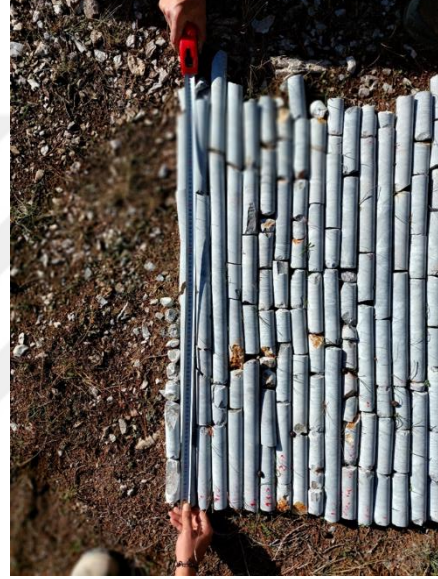


Resim 4.1 Arazi çalışmaları yapılan ocak alanından genel görünüm.

Sahadan alınan veriler Netcad promine çizim programı yardımı ile halihazır harita üzerine işlenmiş ve mevcut ocak alanında jeolojik harita üzerinde lokasyonları oturtulmuştur. Arazi çalışması sırasında ruhsat sahibi tarafından yapılan yaklaşık 300 metre sondaj karotlarında gözlemler yapılmıştır (Resim 4.2; 4.3). Karotlarda yapılan incelemelerden daha alt seviyelerde yer yer ekonomik üretime imkân verecek mermer seviyelerine olduğuna yorumuna varılmıştır. Ancak gelecekteki yatırım planlamasında blok üretimini düşürecek yoğun kırık çatlak sistemlerinin varlığını dikkate almak gerekmektedir.



Resim 4.2 Arazi çalışmaları kapsamında ocak alanında yapılan sondaj karotlarından numune alma ve karot incelemesi.

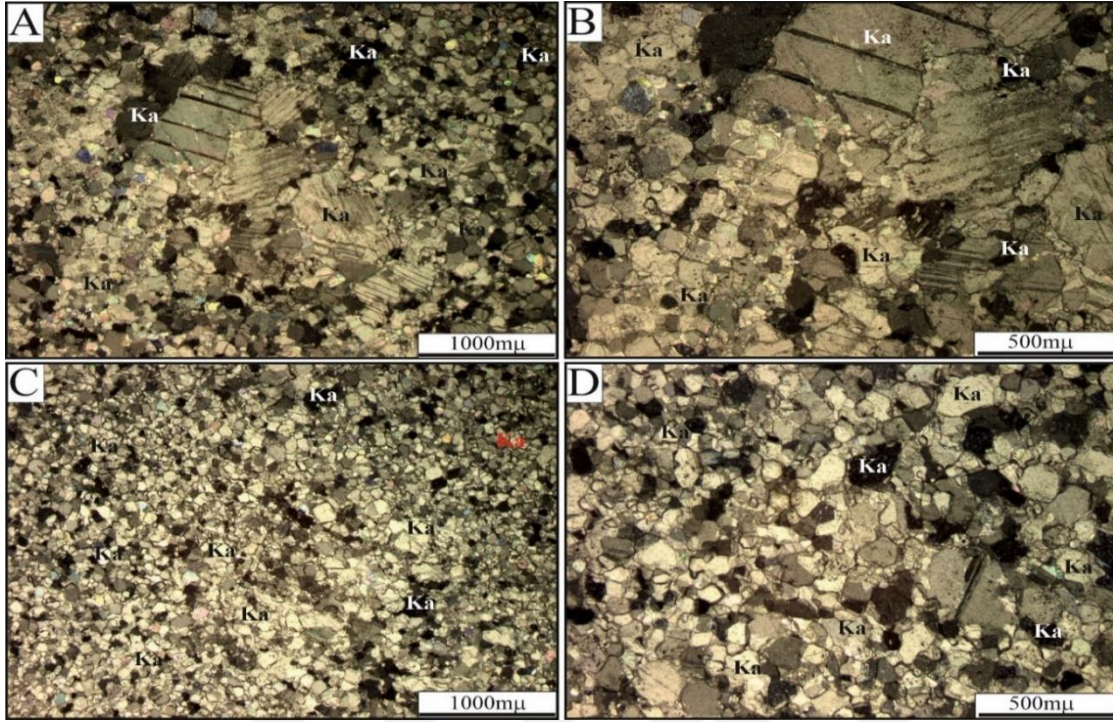


Resim 4.3 Karot numune alımı.

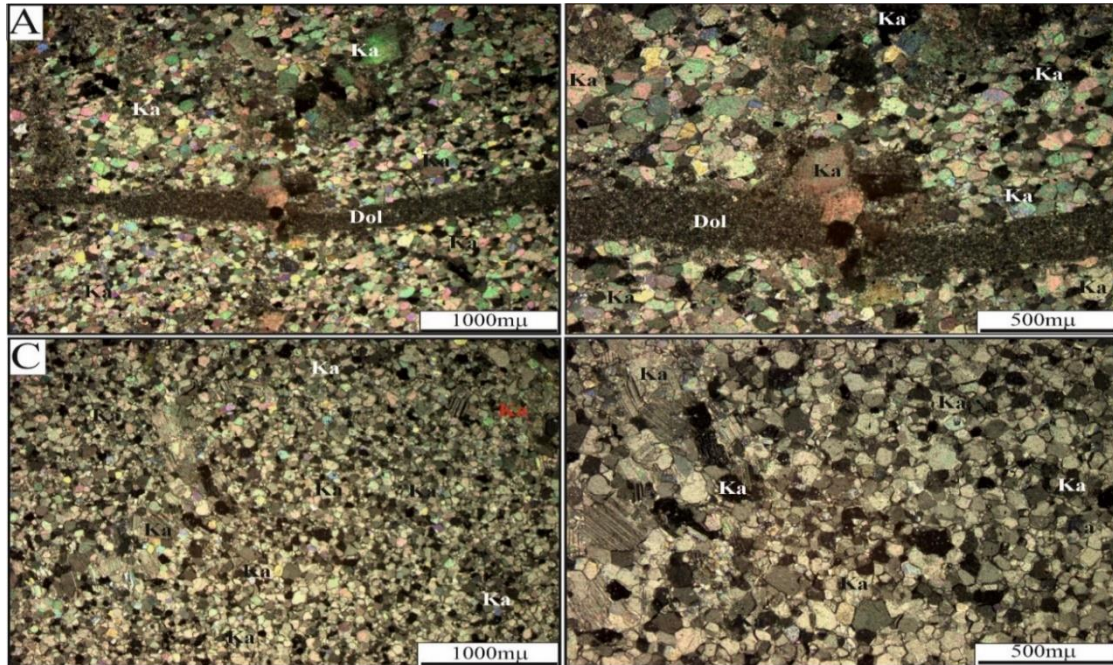
4.3.2 Minerolojik ve Petrografik İncelemeler

Yılanlı (Muğla) bölgesi mermer yataklarını içeren bu çalışmada bölgedeki en büyük işletme olan Sayın İnşaat'a ait Mabelle Mermer sahasında çalışmalar yürütülmüştür. Mermer sahasında yapılan saha çalışmaları sonuçlarına göre mermerler renk ve dokusal özelliklerine göre 4 gruba ayrılmıştır. Bunlar sırasıyla Beyaz renkli mermerler (SBM), Gri renkli mermerler (SGM), açık gri renkli mermerler (SAGM) ve koyu gri renkli mermerler (SKGM) şeklinde sınıflandırılmıştır (Şekil 4.5; 4.6; 4.7; . Tüm mermer örnekleri üzerinde yapılan polarizan mikroskop incelemeleri neticesinde mermer örneklerinin ana mineral bileşenin kalsit minerallerinin olduğu bunu yanında daha az oranda ise opak mineral (karbon kalıntısı) ve dolomit minerallerini içerdikleri belirlenmiştir. Beyaz renkli (SBM-1) kodlu örneğin

polarizan mikroskop görüntüsüne göre; kalsit kristalleri genellikle ince taneli homojen dağılımlı, yer yer iri tanelerin girdiği seviyelerde heterojen dağılımlıdır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Yılanlı (Muğla) Bölgesi Beyaz renkli (SBM-1) nolu örneğin polarizan mikroskop çift nikol görüntüleri (A-D).

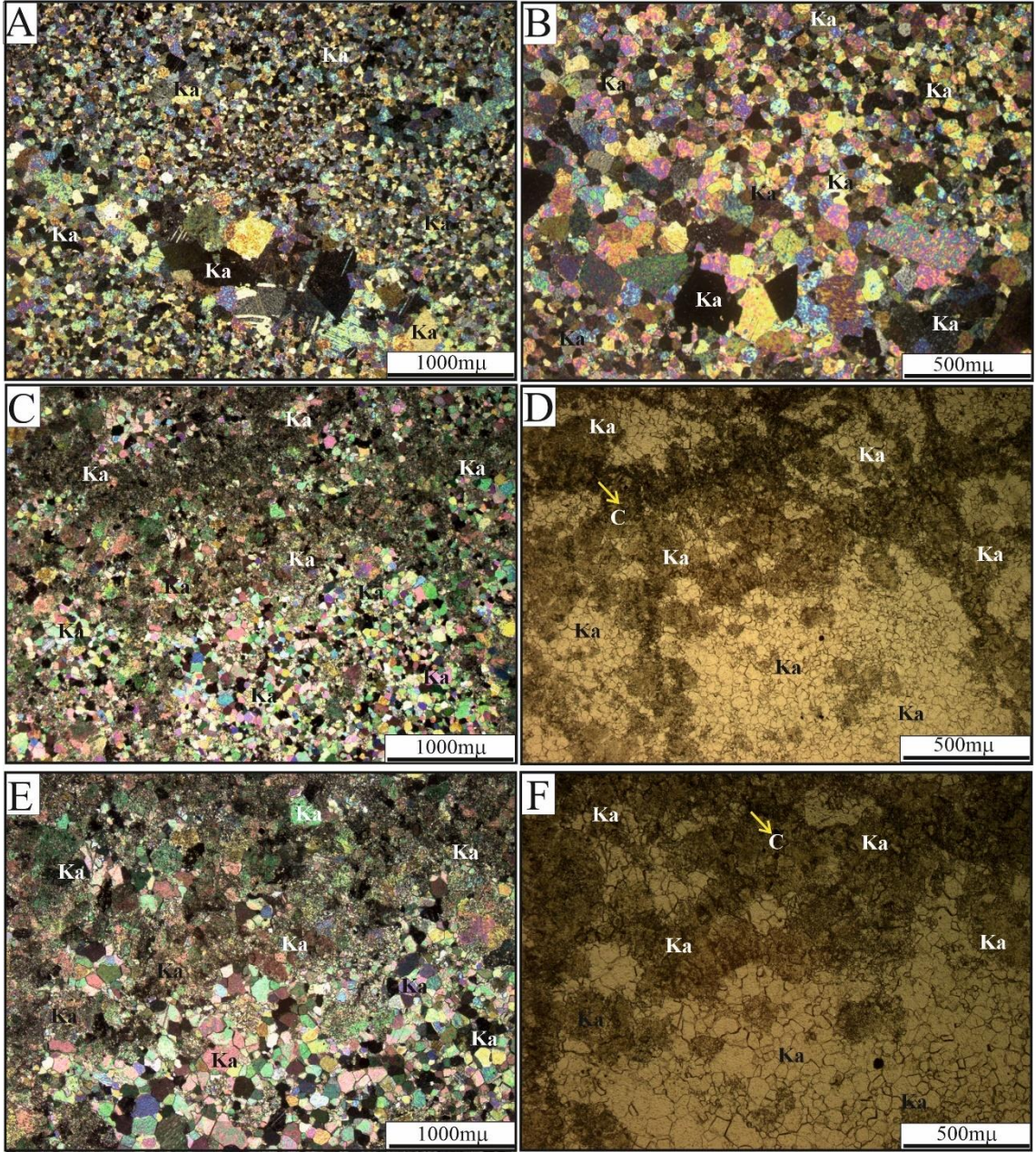


Şekil 4.6 Yılanlı (Muğla) Bölgesi Gri renkli (SGM-3) nolu örneğin polarizan mikroskop çift nikol görüntüleri (A, B), Gri renkli (SGM-2) nolu örneğin polarizan mikroskop çift nikol görüntüleri (C, D).

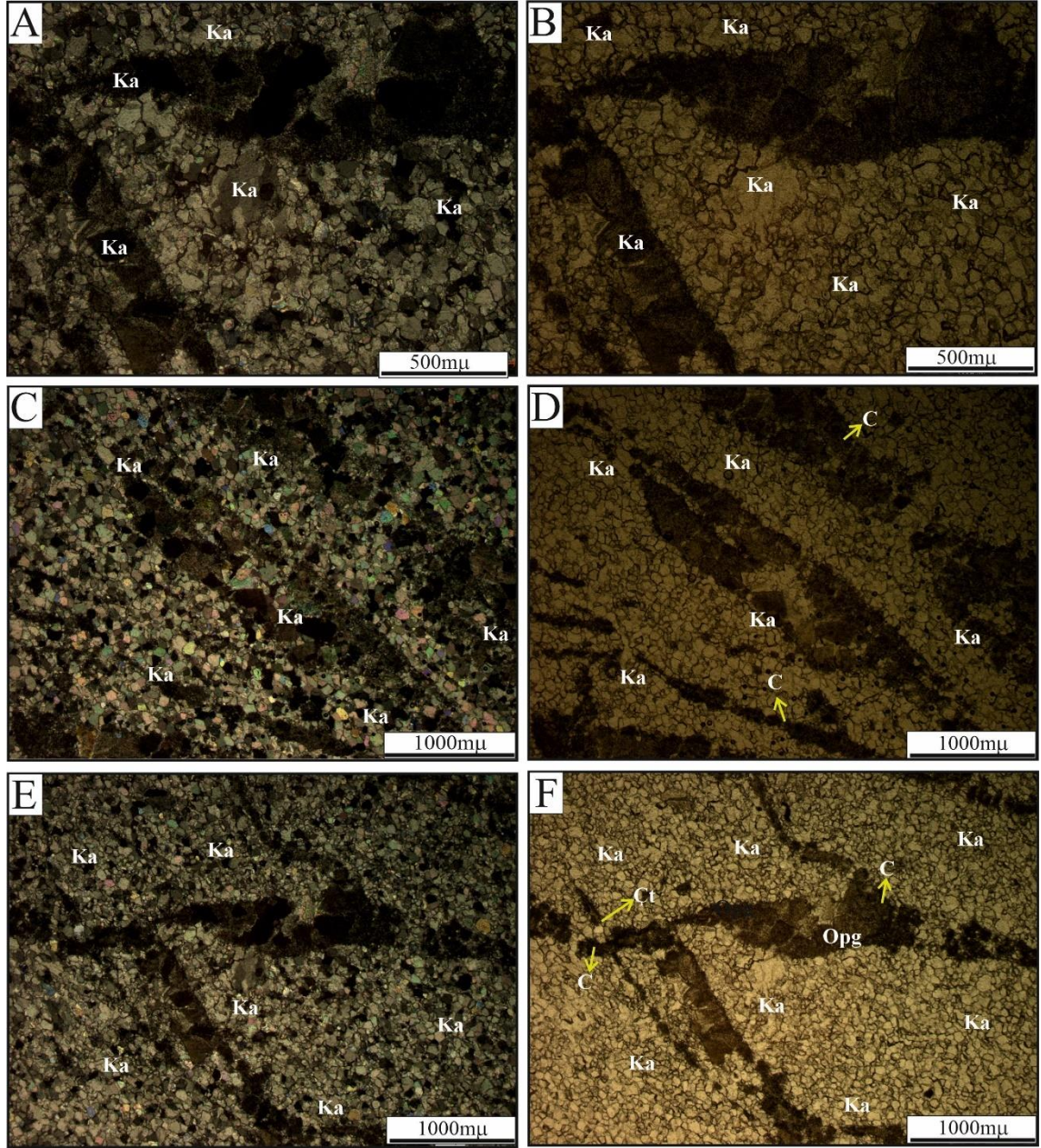
Yılanlı (Muğla) bölgesi gri renkli mermerlerin ince kesit incelemeleri sonucunda yer yer özellikle SGM-3 nolu örneklerde mikro çatlakların içerisinde dolomit minerallerini varlığı tespit edilmiştir (Şekil 4.6 A,B). Ayrıca gri renkli mermerlerin tane boyut dağılımları incelendiğinde daha homojen kalsit tanelerinin varlığı belirlenmiştir (Şekil 4.6 C,D). Muhtemelen tane boyut dağılımının büyük oranda farklılık göstermesi özellikle bu mermerlerin cilalama işlemlerinde olumsuzluk yaratmaktadır.

Açık gri renkli mermerlerde (SAGM) ise gri renkli mermerlere göre iri kalsit tanelerinin dağılımları belirgin bir artış görülmektedir (Şekil 4.7 A-B). Ayrıca makro örneklerde renklerin koyulaştığı gri ve koyu gri bölümlerin ince kesit görünümünde kalsit kristal tanelerini arasında çok ince taneli kristal sınırları belirgin olmayan opaklaşmış alanların varlığı belirlenmiştir (Şekil 4.7 C, D, E, F). Bu alanlar karbon kalıntıları olarak yorumlanmıştır. Bu durum çalışma lanındaki mermerlerin gri renklerinin içerdikleri karbon kalıntılarından kaynaklandığını işaretler.

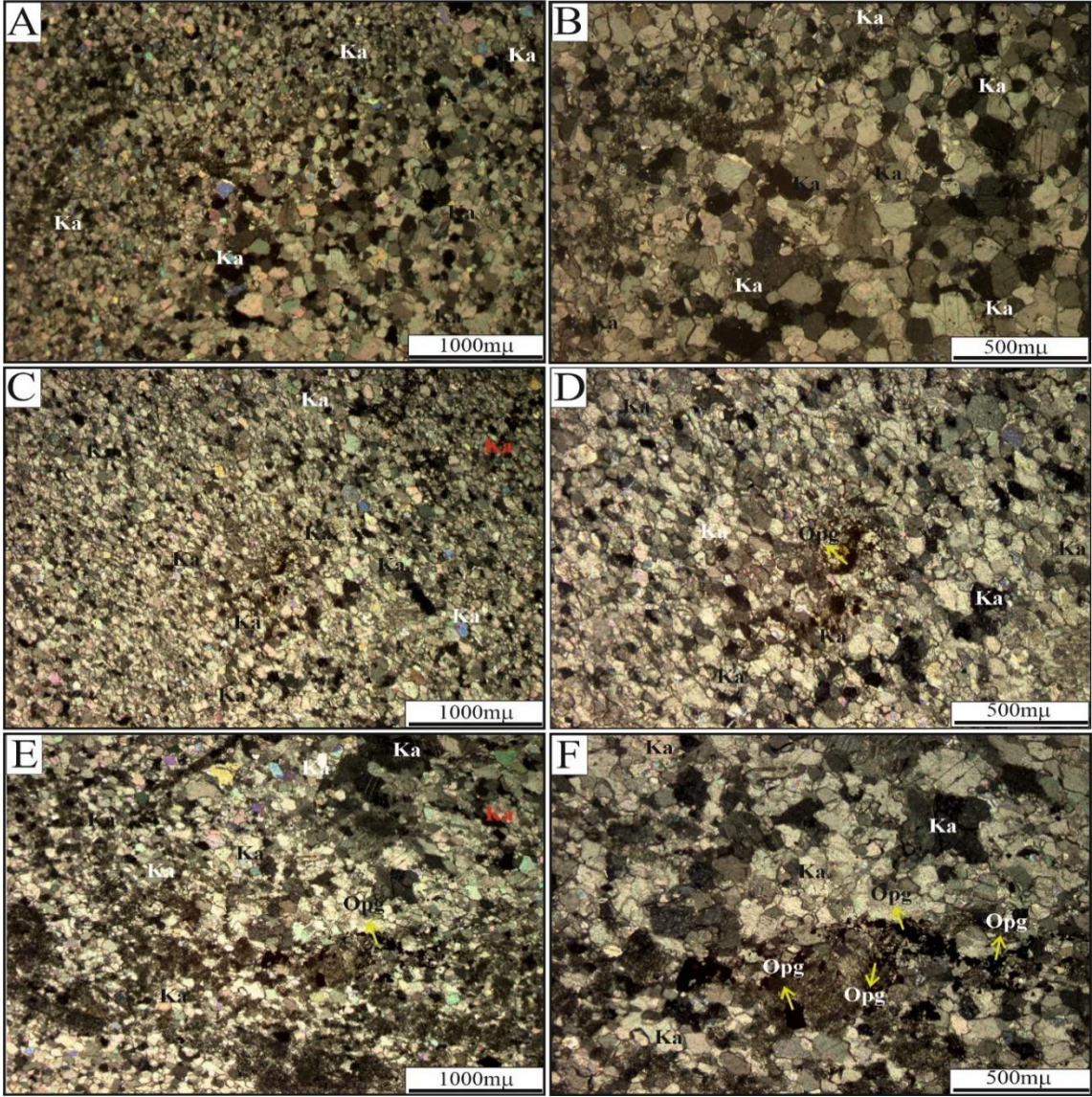
Koyu gri renkli (SKGM) mermerlerin petrografik özellikleri incelendiğinde mermerlerin bileşimlerinde opak minerallerin varlığı daha belirgin tespit edilmiştir (Şekil 4.8. A-F, 4.9 A-F). Opak mineraller özellikle kalsit tanelerinin mikro çatlakları içerisine yerleşmişlerdir. Tüm mermer örneklerinde ölçümü yapılan tane boyutu ölçüm sonuçları şekil 4.10 da verilmiştir. Buna göre mermer örneklerinin tane boyut dağılımlarının gri-koyu gri renkli mermerlerde diğerlerine göre yer yer daha büyük olduğu görülmüştür.



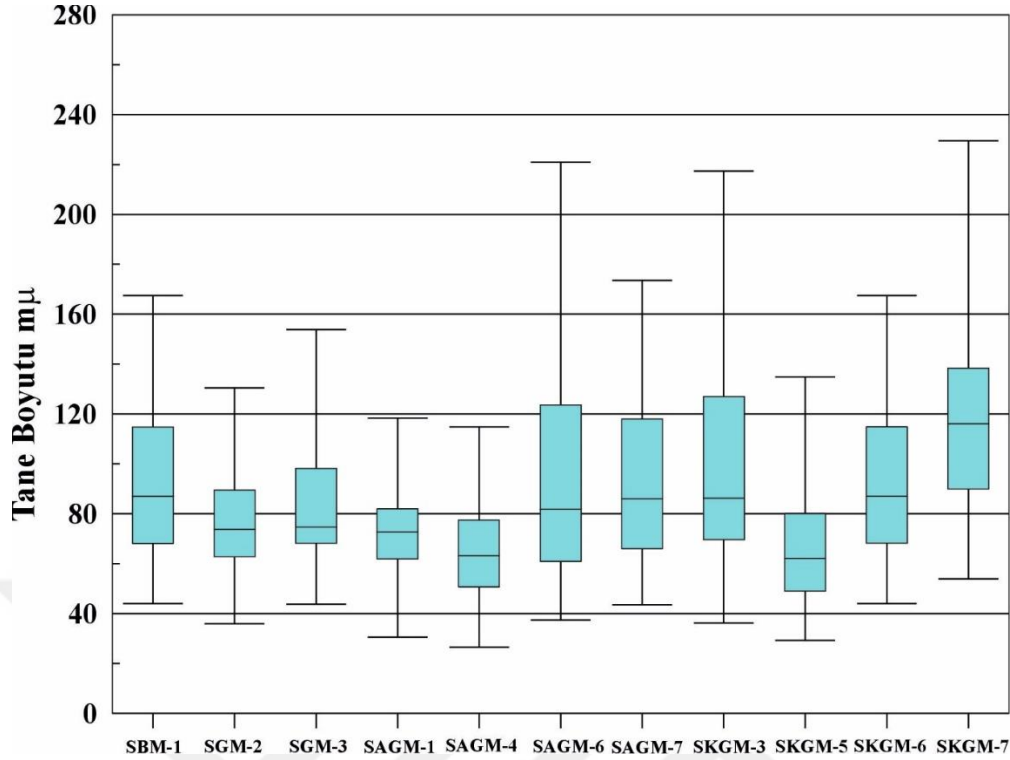
Şekil 4.7 Yılanlı (Muğla) Bölgesi Açık Gri renkli (SAGM-6) nolu örneğin polarizan mikroskop görüntüleri (A, B), Gri renkli (SAGM-4) nolu örneğin polarizan mikroskop görüntüleri (C, D, E, F). C, E çift nikol, D, F tek nikol görüntüleridir.



Şekil 4.8 Yılanlı (Muğla) Bölgesi Koyu Gri renkli (SKGM-9) nolu örneğin polarizan mikroskop görüntüleri (A-B), Yılanlı (Muğla) Bölgesi Koyu Gri renkli (SKGM-3) nolu örneğin polarizan mikroskop görüntüleri (C,D), Yılanlı (Muğla) Bölgesi Koyu Gri renkli (SKGM-4) nolu örneğin polarizan mikroskop görüntüleri (E-F). A, C, E çift nikol, B, D, F tek nikol görüntüleridir.



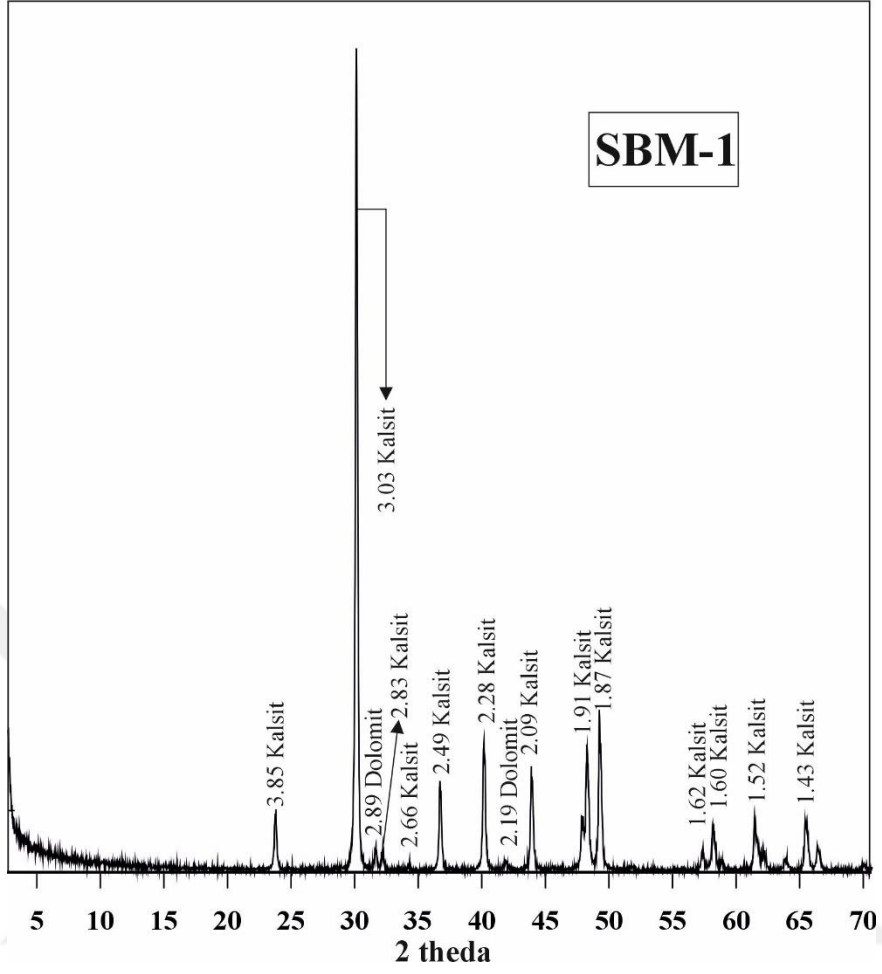
Şekil 4.9 Yılanlı (Muğla) Bölgesi Koyu Gri renkli (SKGM-5) nolu örneğin polarizan mikroskop çift nikol görüntüleri (A,B), Yılanlı (Muğla) Bölgesi Koyu Gri renkli (SKGM-3) nolu örneğin polarizan mikroskop çift nikol görüntüleri (C,D), Yılanlı (Muğla) Bölgesi Koyu Gri renkli (SKGM-4) nolu örneğin polarizan mikroskop çift nikol görüntüleri (E,F)



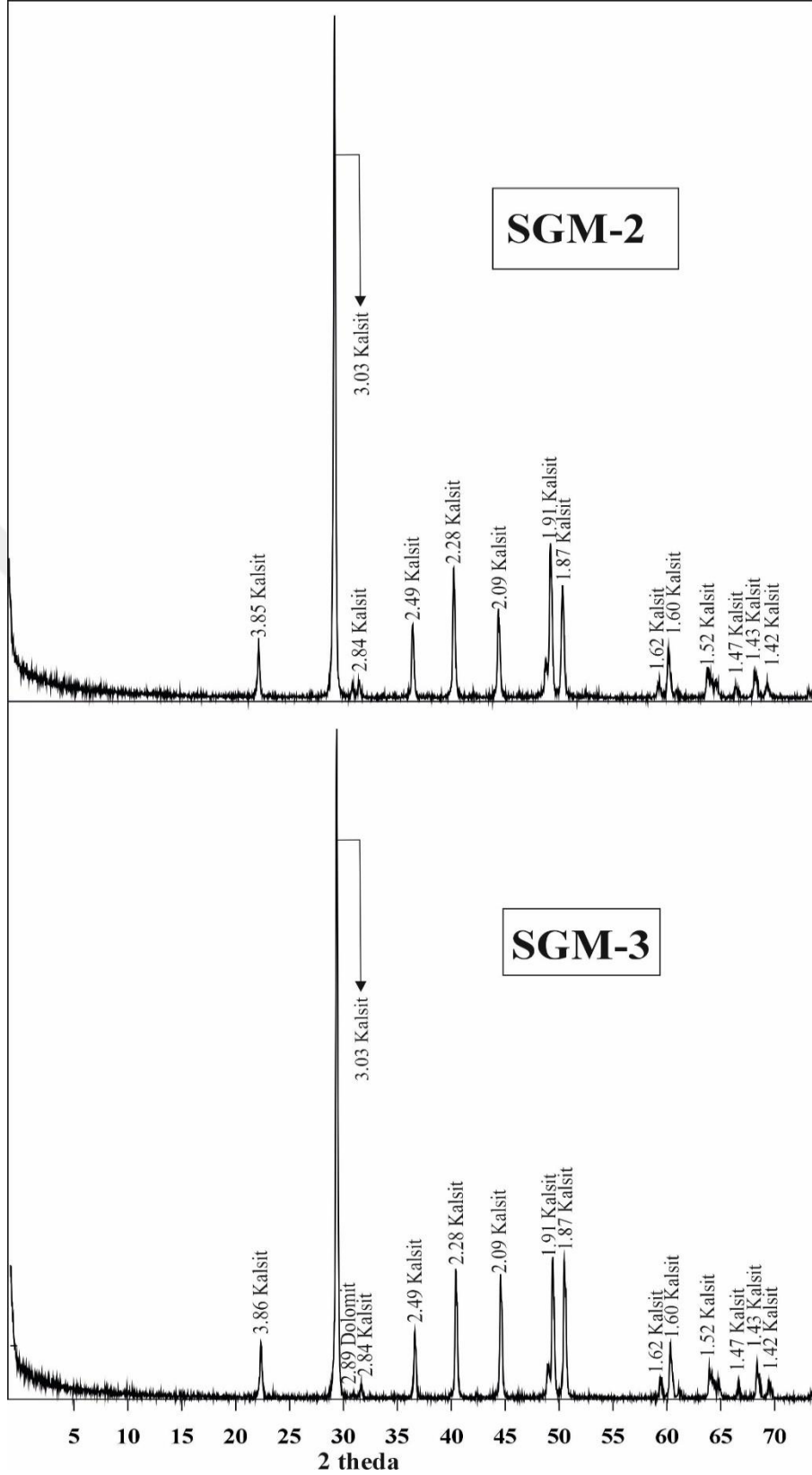
Şekil 4.10 Yılanlı (Muğla) Bölgesi mermer örneklerine ait tane boyut değişimi gösteren box plot diyagramı.

4.3.3 X-Işını Kırınımı (XRD) Analizi

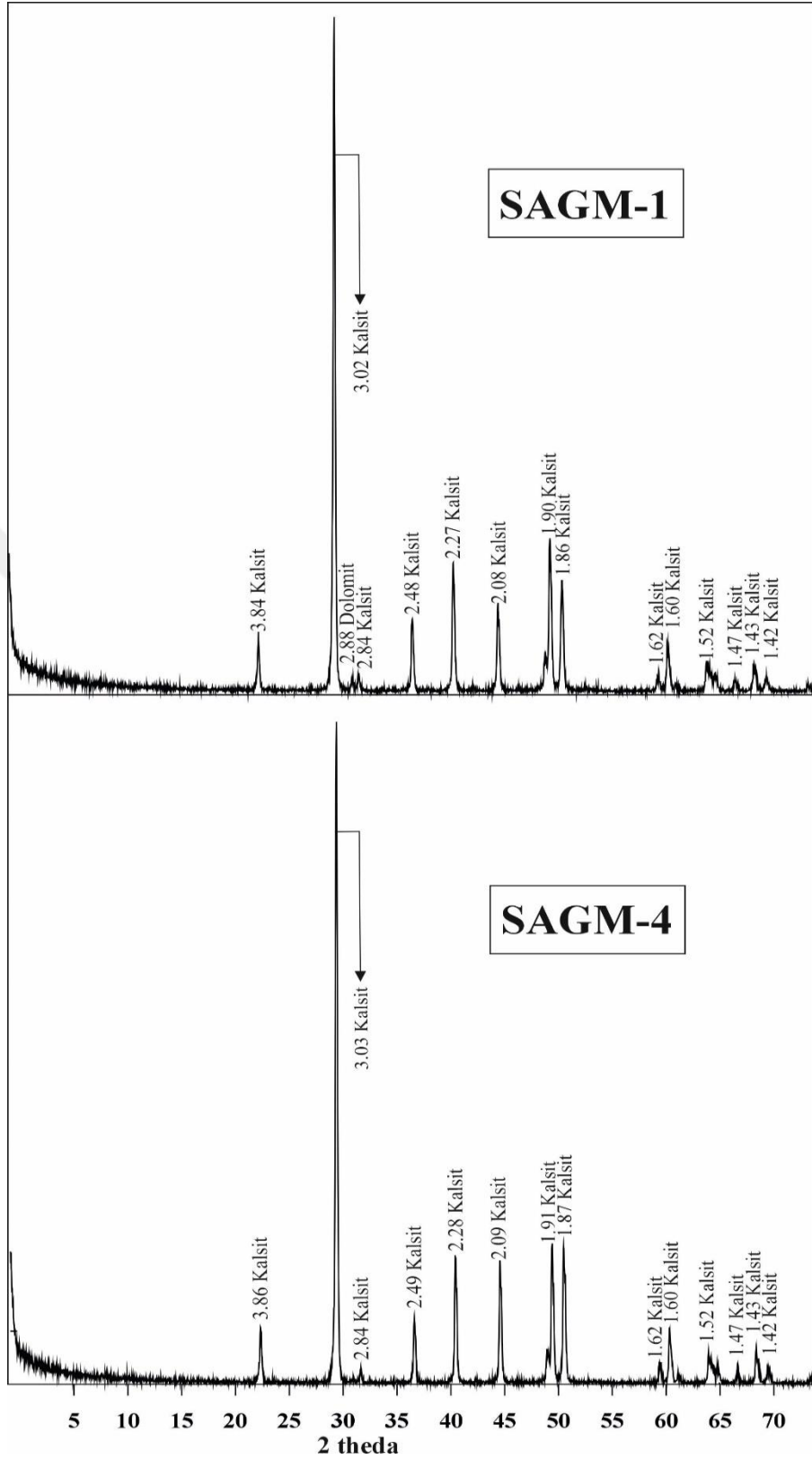
Çalışma kapsamında incelenen Yılanlı (Muğla) bölgesi mermer örnekleri üzerinde x-ışını kırınımı (XRD) çekimi yapılmıştır. XRD analiz yöntemi ile mermer örneklerinin mineral bileşimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanından alınan örneklerin mineral tayini için x-ışınları kırınımı (XRD) yöntemi kullanılarak 10 örnek üzerinde kalitatif analiz yapılmıştır. Bu kapsamda saha çalışmaları sırasında bölgeden derlenen mermerler beyaz, gri açık gri ve koyu gri renkli mermerler olmak üzere 4 farklı gruba ayrılmıştır. Tüm mermerleri temsil edecek şekilde her seriden örnekler yaklaşık 100mμ boyutunda öğütülerek numune hazırlanmıştır. Hazır hale getirilen mermer örnekleri Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (AKU TUAM)'da Shimadzu marka XRD-6000 model XRD cihazıyla 2° ve 70° arasında çekimleri yapılmıştır. XRD çekimleri sonuçlarına göre mermerlerini ana bileşenlerinin kalsit minerali olduğu belirlenmiştir. Çok az örnekte de az oranda dolomit minerali tespit edilmiştir. XRD çekim sonuçları aşağıda verilmiştir (Şekil 4.11-4.16).



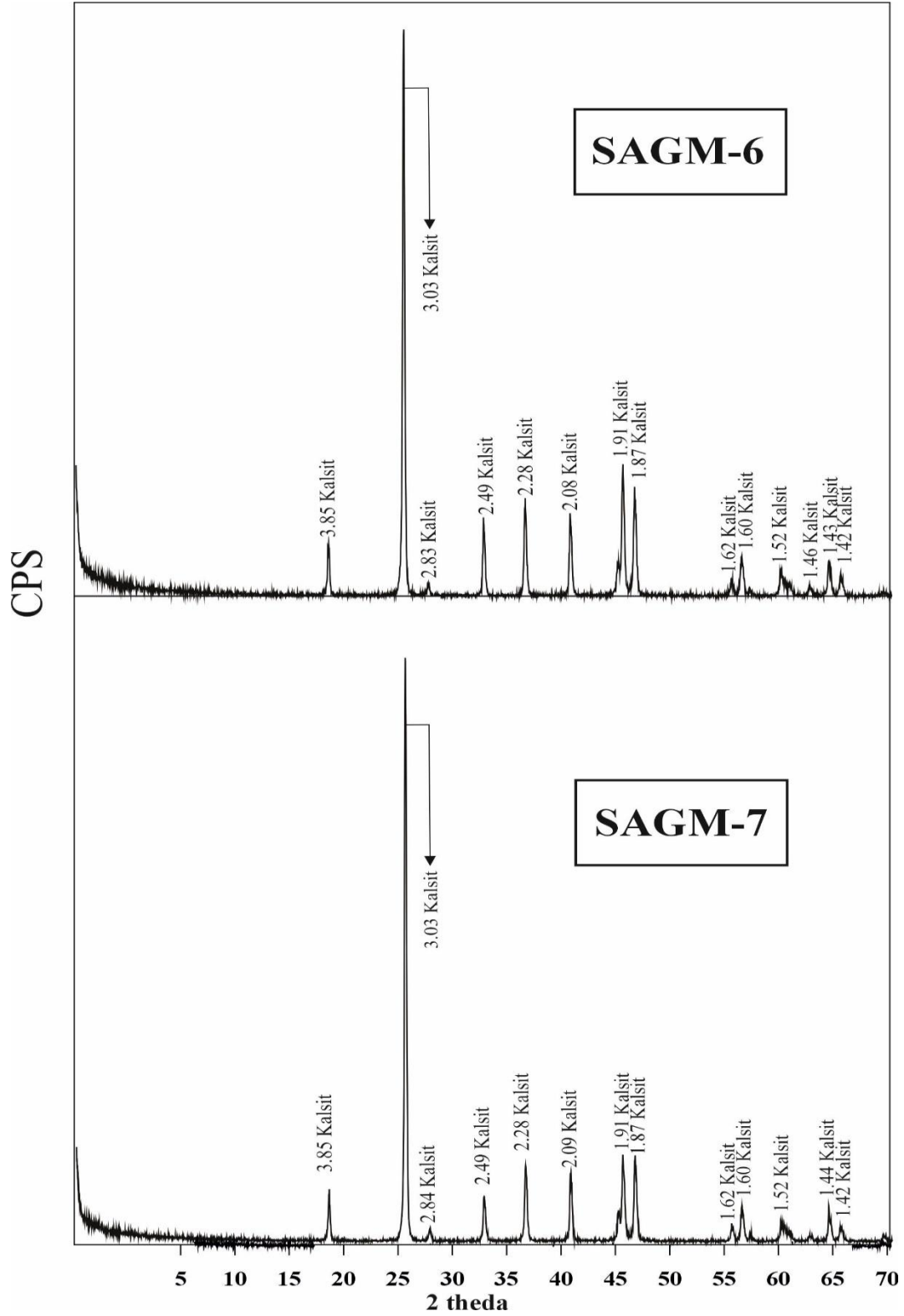
Şekil 4.11 Yılanlı (Muğla) Bölgesi Beyaz renkli (SBM-1) nolu örneğin XRD grafiği.



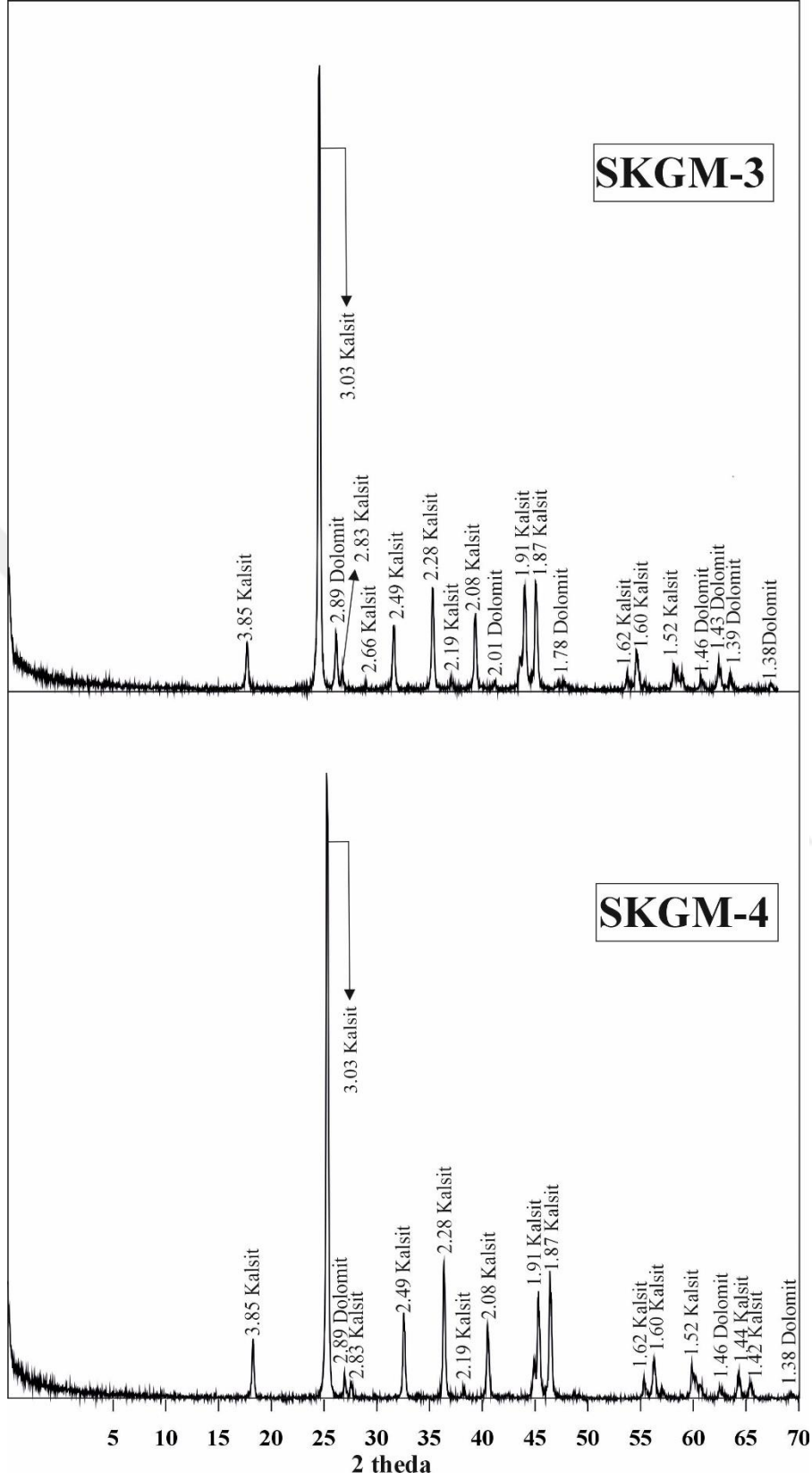
Şekil 4.12 Yılanlı (Muğla) Bölgesi Gri renkli (SGM-2) ve (SGM-3) nolu örneklere ait XRD grafiği.



Şekil 4.13 Yılanlı (Muğla) Bölgesi Açık Gri renkli (SAGM-1) ve (SAGM-4) nolu örneklerle ait XRD grafiği.



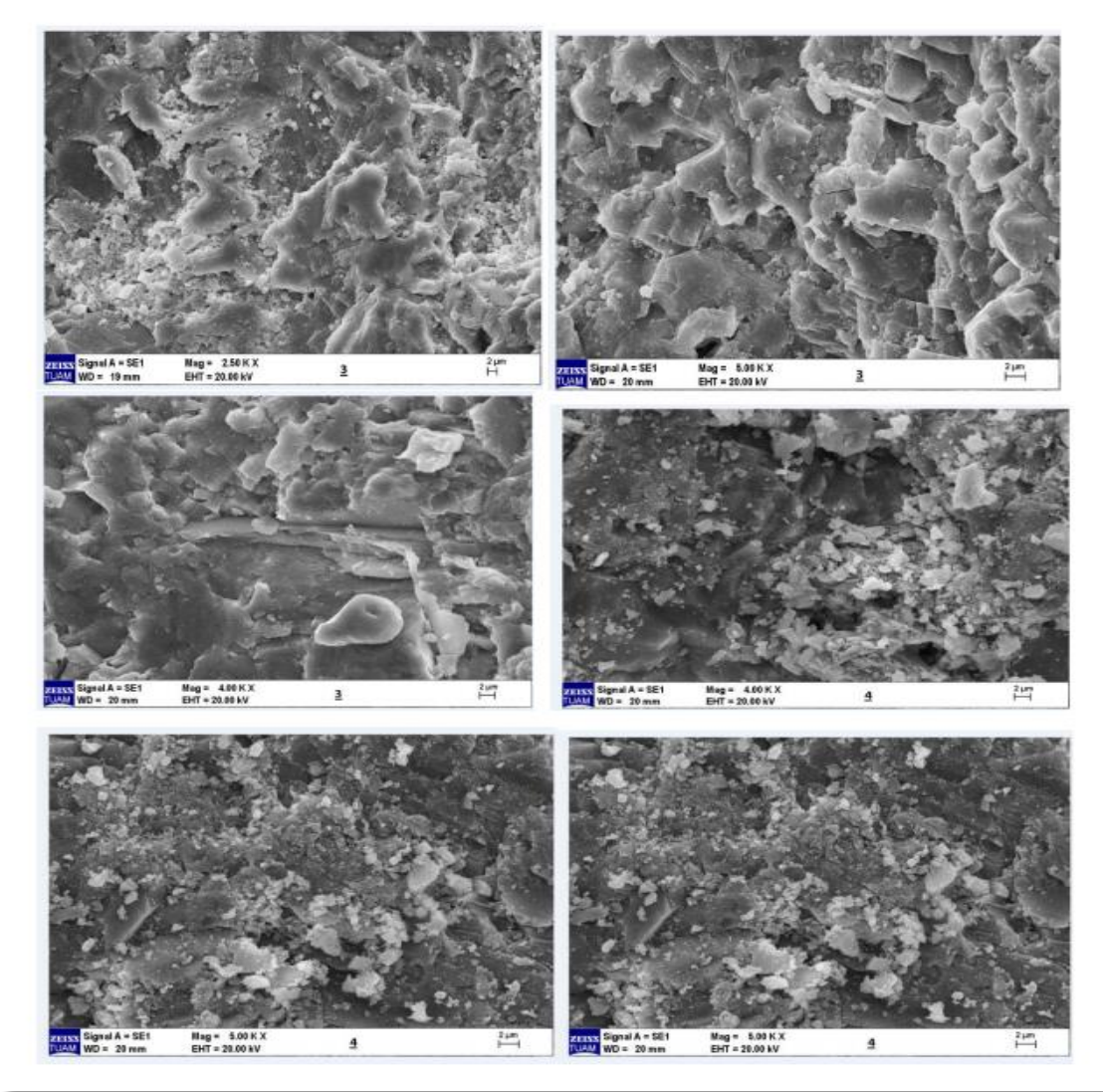
Şekil 4.14 Yılanlı (Muğla) Bölgesi Açık Gri renkli (SAGM-6) ve (SAGM-7) nolu örneklere ait XRD grafiği.



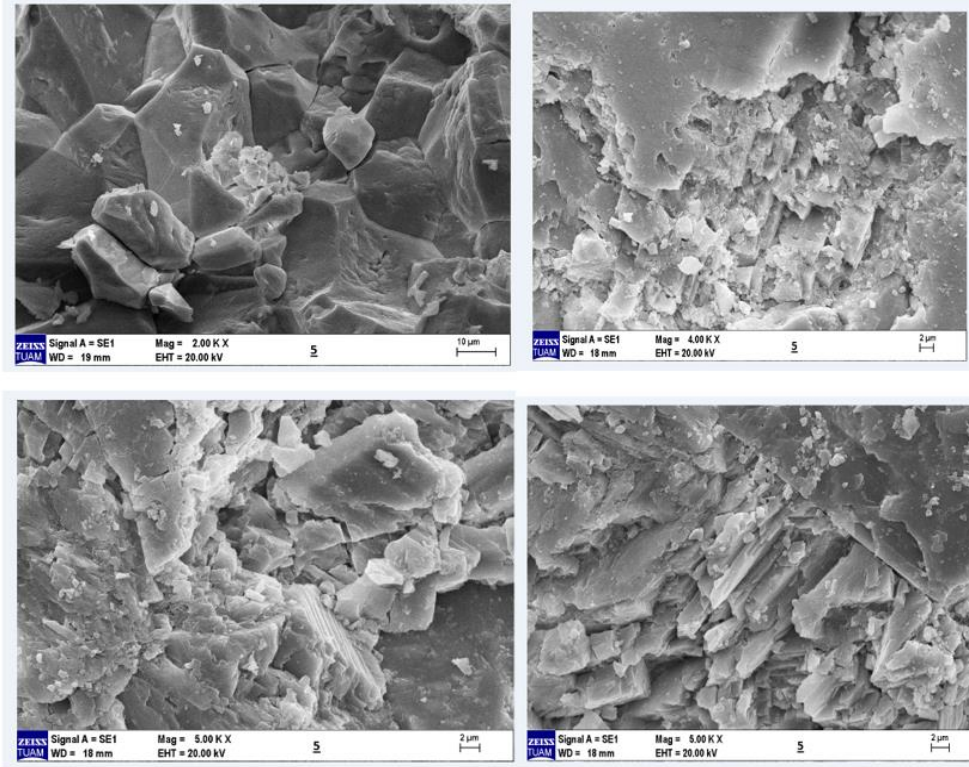
Şekil 4.15 Yılanlı (Muğla) Bölgesi Koyu Gri renkli (SKGM-3) ve (SKGM-4) nolu örneklerle ait XRD grafiği.

4.3.4 Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) Analizi

Taramalı elektron mikroskobu yüksek çözünürlük özelliği ile birlikte EDX özelliği kullanılarak bilinmeyen organik veya inorganik malzemenin kimyasal özellikleri hakkında bilgi verebilmektedir. Özellikle yer bilimleri alanında tahribat yaratmadan yüzey taraması ile bünye içine girmiş element veya minerallerin kimyasal özelliklerinin belirlenebilmesinde etkili bir yöntem olarak kullanılabilir. Çalışma alanından alınan örneklerde SEM analizi yapılmış olup, yapılan analizler neticesinde mermerlerin kristal morfolojileri hakkında bilgi sahibi olunmuştur (Şekil 4.16; 4.17).



Şekil 4.16 Yılanlı Bölgesi mermer örneklerine ait Sem görüntüleri.



Şekil 4.17 Yılanlı Bölgesi mermer örneklerine ait Sem görüntüleri.

4.4 Jeokimyasal İncelemeleri

Bu çalışma da jeokimyasal çalışmalar ve mineralojik çalışmalar için 4 farklı mermer örneği analiz edilmiştir. Mermer örnekleri Yılanlı (Muğla) bölgesinde çıkarılan ve 4 farklı seriyi temsil eden Sayın İnşaat firması iştiraklerinden Mabella mermer ocağından alınmıştır. Beyaz, Gri Açık Gri ve Koyu Gri renkli mermer örneklerinden alınan örnekler üzerinde AKU DAL merkezinde bulunan Rigaku marka XRF cihazında örneklerin sadece majör oksit analiz değerleri belirlenmiş olup, elde edilen sonuçlar sırasıyla Çizelge 4.1,'de verilmiştir.

Yılanlı (Muğla) bölgesinde mermerlerinin kimyasal içerikleri incelendiğinde CaO değerinin beklendiği gibi diğer ana oksit değerlerini çok üzerinde olduğu görülmektedir. CaO %wt 51.34-CaO %wt 55.98 arasında değişmektedir. Özellikle Açık gri renkli mermerlerin CaO değerleri diğer mermer çeşitlerine göre daha yüksek olduğu

gözlenmektedir. CaO %wt 55.58-CaO %wt 55.98 arasında değişmektedir. MgO değerleri dışındaki SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, Na₂O K₂O ve P₂O₅ değerlerinin %1 in altında olduğu görülmektedir. MgO değerleri ise MgO %wt 0.36 ile MgO %wt 3.74 arasında değişim göstermektedir.

Çizelge 4.1 Yılanlı (Muğla) bölgesi mermer örneklerine ait majör oksit analiz sonuçları (%).

	SBM-1	SGM-2	SGM-3	SAGM-1	SAGM-4	SAGM-6	SAGM-7	SKGM-3	SKGM-4	SKGM-5
SiO₂	0.143	0.091	0.114	0.082	0.041	0.094	0.066	0.605	0.061	0.091
Al₂O₃	0.035	0.026	0.039	0.014	0.018	0.037	0.018	0.374	0.021	0.028
Fe₂O₃	0.025	0.022	0.024	0.015	0.02	0.017	0.037	0.145	0.022	0.022
MgO	1.475	1.146	1.018	0.783	0.468	0.332	3.744	0.361	0.852	0.848
CaO	54.030	54.690	54.368	55.726	55.986	55.558	51.344	55.239	55.281	55.766
5Na₂O	0.015	0.017	0.024	0	0.006	0.01	0	0.004	0.016	0
K₂O	0.005	0.004	0.005	0	0	0.003	0.002	0.053	0.003	0.002
P₂O₅	0.004	0.002	0	0.002	0.002	0.004	0.002	0.018	0.002	0.002
A.Z.	44.231	43.953	44.358	43.354	43.426	43.918	44.750	43.118	43.705	43.195
TOP	99.73	99.78	99.74	99.08	99.41	99.47	99.83	98.35	98.98	98.96

4.5 Hat Ölçümü Çalışmaları

Hat etüdü yöntemi arazide kaya kütlelerinin süreksizlik karakterizasyonunu anlamak için kullanılan başlıca yöntemlerden birisidir. Muğla ili, Merkez ilçesi, Yılanlı Bölgesi dahilinde bulunan S:200903745 ruhsat numaralı II (b) mermer işletme ruhsatlı sahada ocak alanında tez çalışmasının daha hassas ilerlemesi açısından iki ayrı lokasyonda hat etüdü çalışması yapılmıştır (Resim 4.4 ; 4.5 ; 4.6). Bu kapsamda toplamda 120 metrelik hat etüdü çalışması yapılmış olup, topografyadaki kaya kütlelerinin kırık çatlak yapısı araştırılması yapılmıştır. Hat etüdü çalışmasının temelinde çelik şerit metrenin kaya mostrası yüzeylerine konumlandırılarak, çelik şerit metre ile kesişen süreksizlik özelliklerinin belirlenmesi prensibine dayanmaktadır.



Resim 4.4 Arazi çalışmaları kapsamında ocak alanında bulunan aynadan kırık çatlak tespiti kapsamında yapılan çalışmalar.



Resim 4.5 Arazi çalışmaları kapsamında ocak aynasında yapılan hat etütü alımı.



Resim 4.6 Arazi çalışmaları kapsamında ocak aynasında yapılan hat etütü alımı çalışması.

Çalışma alanında yapılan hat etütü kapsamında süreksizlik karakterizasyonu çıkarılmaya çalışılmıştır. Süreksizlik karakterizasyonu kapsamında , yönelim, aralık, devamlılık, pürüzlülük, ayrışma, açıklık, süreksizlik dolgusu ve dalgalılık özellikleri ISRM (2007)'ye

göre ölçümü yapılmıştır. Arazide süreksizlik ölçümleri Bruston pusulası kullanılarak süreksizlik yönelimine göre ideal yüzeylerden ölçüm alınmaya çalışılmıştır. Alınan bu veriler hesaplama kapsamında İHa ile alımı yapılan ocak alanında üst üste çakıştırılmış olup, yapılan hacim hesabında kıyaslama yapılmıştır. Alınan bu veriler Netcad promine çizim programı yardımı ile halihazır harita üzerine işlenmiş Yapılan hat etütü çalışmaları dips çizim programı yardımı ile modellenmiştir. Yapılan hesaplama ve bilgisayar çıktılarına tartışma ve sonuç kısmında yer verilmiştir.

4.6 İnsansız Hava Aracı (İHA) Ölçümleri

Bu çalışma kapsamında inceleme alanında ocak verimini ve alan kullanımını belirlemek adına İHA ile farklı zamanlarda iki adet alım yapılmıştır. Bu uçuş verilerinin proses işlemi ve sonrasında sayısal olarak hacim hesabı yapılmıştır. Yapılan hacim hesabına göre ölçüm yapılan yılda ocak alanında yapılan üretim miktarları belli olduğundan kıyaslama yapılarak yıl boyunca mermer ocağının verimi hesaplanmıştır.

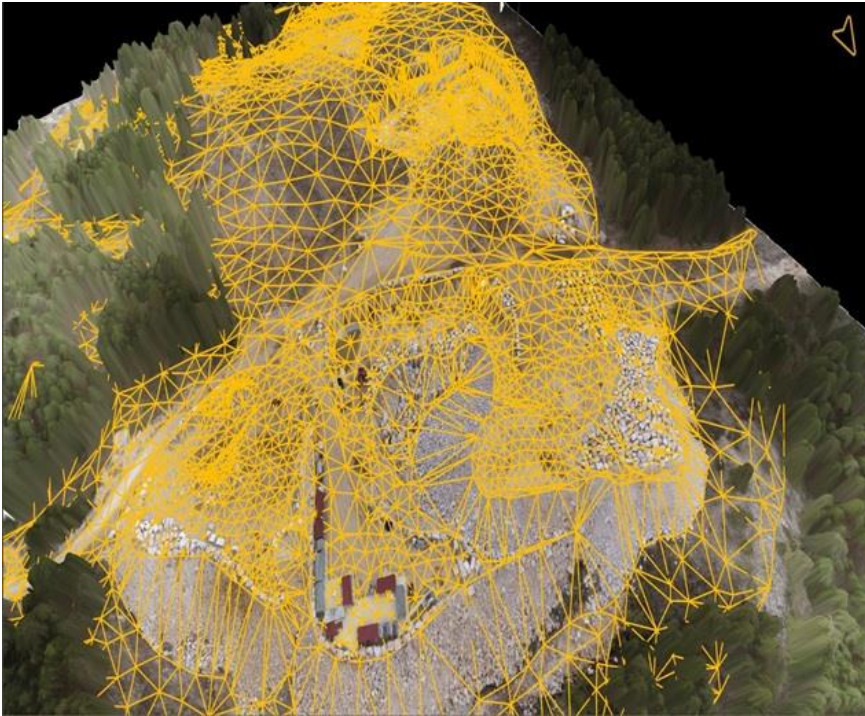
İlk aşamada ölçüm sonrasında uçuş planına göre İHA tarafından çekilen ortofotoları çözümlene işlemi yapılmıştır (Resim 4.7). Bu çözümlene işlemi fotoğrafların kalitesi çok yüksek olduğundan dolayı yaklaşık bir gün sürmektedir. Bu çözümlene işlemi agisoft programında yapılmış ve fotoğrafların hatasız olarak bindirme yöntemi ile birleştirilmesi sağlanmıştır. Elde edilen alım yapılan bölgenin ortofosu Virtual Surveyor programında açılıp ocak alanı içerisinde yaklaşık beşer metre ara ile nokta atılmıştır. Bu kadar sık nokta atılmasının sebebi bir sonraki aşamada oluşturulacak olan üçgen modelin daha hassas bir topografya sunması ve hata payını minimuma indirmek içindir.

Resim 4.7’de görüleceği üzere ortofosu oluşturulan alanda ölçüm esnasında koordinatlandırma yapılan yer kontrol noktalarının (YKN) işaretlenip sayısal koordinatları ve kotları YKN’lere işaretlenmiştir. Bu aşamadan sonra alımı yapılan her bir ayrıntıya otomatik nokta at menüsü ile nokta atılmış olup ocak alanımız tamamen sayısallaşmıştır. Sayısal hale çevrilen haritada model oluşturabilmek için noktalama yapılan bölgeye netcad programında üçgen model oluşturulmuştur (Resim 4.8). Bu üçgen

modelde hata veren üçgenler üçgen döndür menüsü ile düzeltilmiş ve ortalama topografya oluşturulmuştur.



Resim 4.7 Ortofotosu oluşturulan ocak alanı görüntüsü.



Resim 4.8 Noktalama işlemi tamamlanan ve üçgen model oluşturulan alanın sayısal görüntüsü.

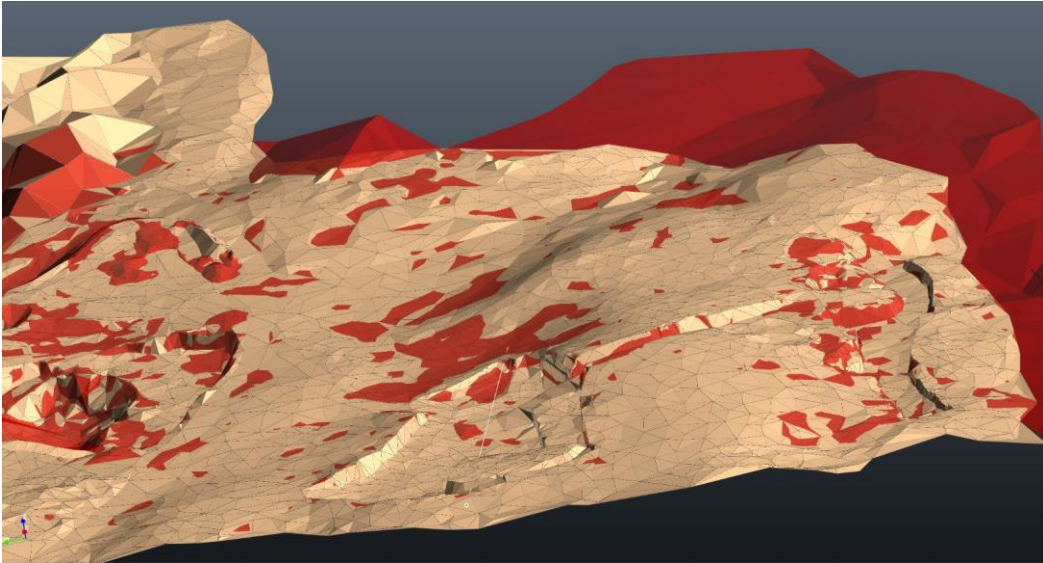
Resim 4.8’de görüleceği üzere sarı çizgiler ile görülen ve alımı yapılan bölgede oluşan alan sayısal olarak oluşan bölgenin güncel topografyasıdır. Hacim hesaplama esnasında hesaplama yapılan programın türü önemli olmaksızın üçgen modelin hatasız olması gerekmektedir. Çünkü üçgen modelde model, noktaların z değerlerine göre oluştuğundan dolayı noktalarda hata yok ise model düzgün bir şekilde modellenmektedir. Eğer nokta koordinat değerlerinde azda olsa hata olur ise oluşan üçgen model hatalı olacak ve bozuk üçgen oluşacaktır. Bozuk üçgen oluştuğu vakit topografya hatalı oluşacak böylece hesaplama yapılan alanda yapılan hacim/m³ hesabı hatalı olacaktır. Bu hata özellikle hakediş yapılan işletmelerde maddi olarak sorunlara sebebiyet verebilmektedir. Yol şantiyelerinde noktaların z değerlerinde bir hata yapılması durumunda planlanan yol güzergahında kaymalara ve gereksiz noksanlıklara sebebiyet verebilmekte, baraj inşaatlarında doğal zemin halihazır haritalama işletmelerinde yapılabilecek bir hata ise baraj gövdesi yapımında katlanarak büyüyebilir ve çözümü çok zor olan sorunlara sebebiyet verebilmektedir. İnceleme alanında birer yıl ara ile yapılan ölçümler neticesinde iki ayrı son durum imalat haritası oluşturulmuştur. Hacim hesabı yapılabilmesi için ilk önce alımı ve haritalaması yapılan eski tarihli imalat haritasında hesaplama alanı belirleyip bu bölgede mermer şevlerinin doğrultusu boyunca ve mermer ocağını içerisine alacak şekilde hesaplama güzergahı belirleyip en kesit oluşturulması gerekmektedir. Bu konuda özellikle hesaplama alanı olarak seçilen bölgenin iki ayrı imalat haritasında da aynı alan olarak seçilmesi gerekmektedir. Çünkü enkesitler kullanılarak hesaplama yapılacağından dolayı hesaplama alanları farklı bölgeler olması halinde hesaplamalar yanlış olabilmektedir. Resim 4.9 ’da görüleceği üzere belirlenen hesaplama alanında hesap güzergahı oluşturulmuş ve en kesitler çizilmiştir. Çizilen en kesitler neticesinde iki ayrı kesit oluşturulmuştur. Çizim programlarının mantığına göre eski tarihli olan kesit alanından güncel olarak çizimi yapılan kesit alanının farkı alınması gerekmektedir. Bu şekilde yapılan hacim hesabı doğru olmakta ve hesaplama sonucunda ‘kazı’ hesabı çıkmaktadır. Eğer yeni tarihli kesit alanından eski tarihli alan çıkarılırsa hesaplama sonucunda çıktısı alınan veriler ‘dolgu’ olarak çıkmaktadır. Maden imalatlarında ocak alanından çıkan cevherin yada malzemenin hesaplanması için kazı hesabının yapılması gerekmektedir.

Hesaplama yapılabilen programlar içerisinde genel olarak kullanılan netcad programı yardımı ile hacim hesabı yapılmıştır. Yapılan hacim hesabına göre çıktısı alınan veriler

m³ cinsinden değer vermektedir. Ocak alanında İHA ile uçuş yapılan tarihten en son uçuş yapılan tarihe kadar ruhsat alanından yapılan üretim miktarları göz önünde bulundurulduğu vakit ocak alanının 2023 yılında çalışılan alanlarda ki genel ocak verimi yaklaşık olarak %4.5 olarak bulunmuştur. Ocak alanında geriye kalan %95.5'lik yapılan kazı pasaya ayrıldığı görülmüştür. Öte yandan üçgen modelleri oluşturulan alanlarda netcad /netpromine modülünde üç boyutlu olarak modellemeler yapılmıştır (Resim 4.10).



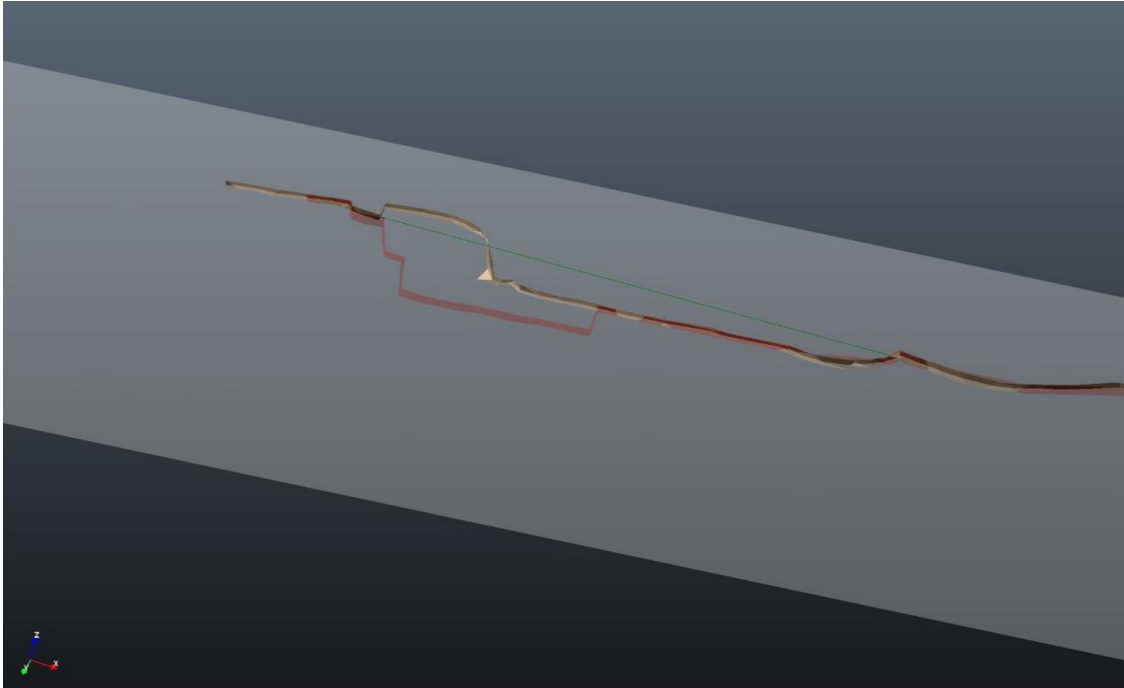
Resim 4.9 Noktalama işlemleri neticesinde oluşturulan son durum imalat haritası.



Resim 4.10 üç boyutlu olarak ilk ve son haritaların üçgen modellerinin çakıştırılması sonucunda oluşan A-A' kesit modeli.

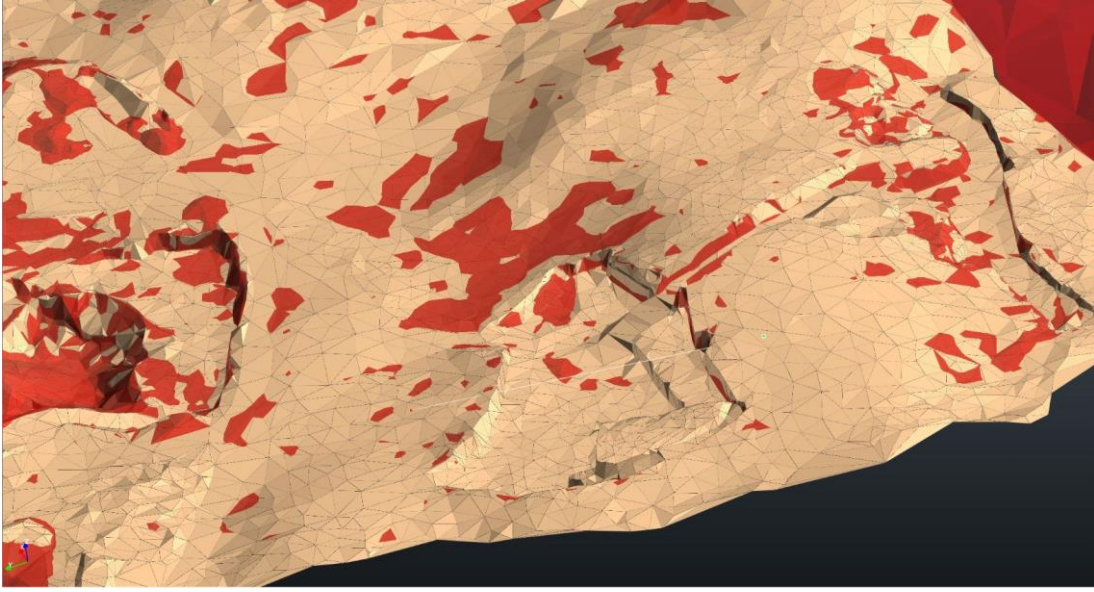
Resim 4.10'da görüleceği üzere hesaplama alanında (güzergah çizgisinin geçtiği görülen ocakta) ilk ve son modeller üst üste çakıştırılmıştır. Çakıştırma neticesinde hesaplaması yapılan kazı alanı daha net olarak görülebilmektedir. Resim 4. 10'da ocak alanında geniş ölçekte fotoğraf alındığından dolayı ocak olmayan bölgelerde yer yer dolgu alanları görülmektedir. Bu bölgelerde çalışma olmadığından dolayı hesaplama dahil edilmemiş olup, yıl boyunca ocak alanından çıkan ve işlenemeyen atık malzemenin ruhsatın pasa alanında stok edildiği ve bu bölgede hacim artışı görülmektedir.

Resim 4.11 de yanal olarak görülen A-A' kesit alanında görüleceği üzere yeşil çizgi olarak görülen kısım A-A' kesiti, sarı olarak görülen kısım ocak alanındaki dolgu alanı, ve kırmızı olarak kot olarak altta kalan kısım ise kazılan ve en son ölçümü yapılan alana ait kısımdır. A-A' kesitin de yapılan hacim hesabı neticesinde az bir miktar dolgu (sarı bölge) çıksada kazı hesabı üç boyutlu modelde de görüleceği üzere daha fazla çıkmıştır. Ocak alanında yıl boyunca iki kademe olduğu görülmektedir. Hesaplanan hacim hesabının sağlaması netpromine modülünde ocak modellemesi neticesinde de kontrol edilmektedir. Bu gölgede yapılan kazı işlemi neticesinde çıkan kullanılmayan pasalar pasa alanına aktarılmıştır. Böylece bu bölgede kazı olduğu görülmektedir.

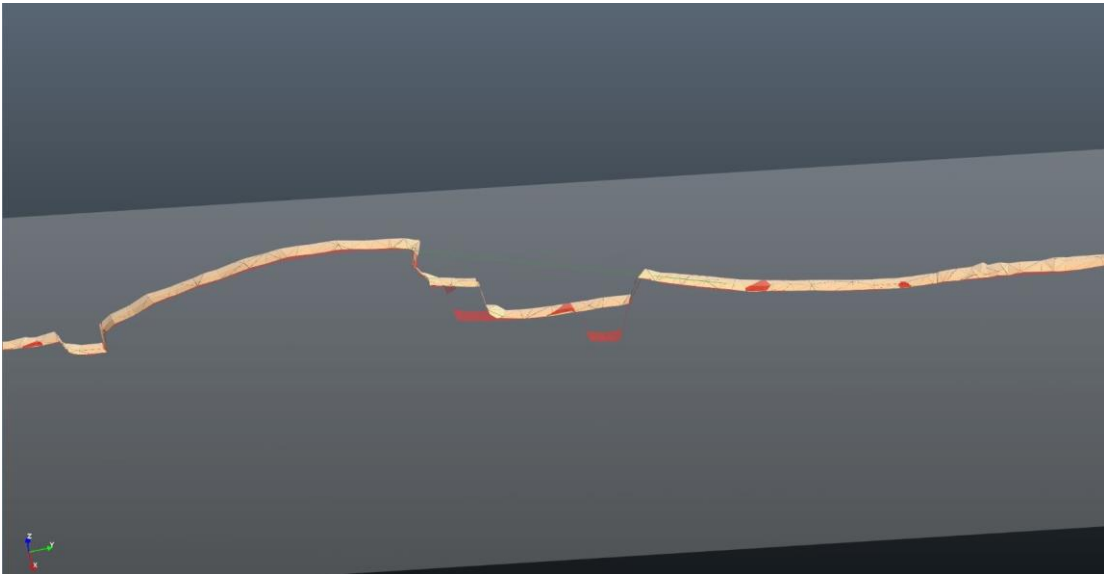


Resim 4.11 Hesaplama yapılan A-A' kesit alanının görünümü.

Yapılan hesaplama işleminin sağlaması olması açısından ocak alanından ikinci bir kesit geçirilmiştir (Resim 4.12). B-B' kesitinin geçirildiği alanda ayrı bir hesaplama işlemide yapılmıştır. Burada yapılan modelleme neticesinde yıl bazlı oluşan kazı işlemi görülebilmektedir (Resim 4.13). B-B' kesiti olarak görülen alanda görüleceği üzere ilk İHA ile alımı yapılırken dahi yanal olarak kot farkının olduğu görülmüştür. Yıl boyunca yapılan kazı işlemi neticesinde bu bölgede de malzeme alımı gerçekleşmiş ve daha aşağı kotlara inildiği görülmüştür.



Resim 4.12 İnceleme alanında hesaplaması yapılan B-B' görüntüsü.



Resim 4.13 B-B' kesitinin görüntüsü.

Ancak ocak alanında doğu-batı doğrultusunda daha az kazı işlemi yapıldığı, kuzey-güney doğrultusunda ise daha fazla kazı yapıldığı anlaşılmıştır. Modelleme verileri görölen şekillerde de anlaşılacağı üzere ruhsat alanında bazı ufak çapta kazı işlemleri yapıyor gibi görölsede uygun topografya ve malzeme kalitesinden dolayı bu bölgelerin kapatıldığı ve yer yer dolgu olarak modellendiği görölmektedir.



5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Menderes Masifi stratigrafik olarak tabandan tavana doğru gnays çekirdek ile gnays çekirdeği örten Paleozoyik yaşlı örtü şistler ve bunların her ikisini örten Mesozoyik - Senozoyik yaşlı mermerlerden oluştuğu bilinmektedir. Ege Bölgesinde Güneybatı Anadolu'da, Muğla İl sınırları içerisinde yer alan inceleme alanında Menderes Masifinin örtü serisine ait mermerler yayılım sunmaktadır. Çalışılan alanı ve yakın çevresi mermer işletmeciliği açısından henüz bakir olarak nitelendirilebilecek bir bölgedir.

İnceleme alanında yapılan arazi çalışması kapsamında Sayın Prefabrik İnş. San. ve Tic. A.Ş. tarafından 12 adet lokasyonda yapılan yaklaşık 300 metre uzunluğunda karotlu sondaj verileri değerlendirilmiştir. Karotlardan elde edilen sonuç çalışma alanındaki mermerlerin renk olarak nispeten homojen olduğu fakat yapısal olarak yoğun kırıklar içerdiği için blok veriminin nispeten düşük seviyelerde olacağıdır.

Sahadan alınan mermer örnekleri üzerinde yapılan kimyasal analiz, X-Işını Kırınımı (XRD), Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) ve polarizan mikroskop incelemeleri, mermerlerin egemen olarak kalsit mineralinden oluştuğunu, dolomit içeriklerinin çok az olduğunu ve nispeten yaygın karbon kalıntıları içerdiklerini ortaya koymuştur. Gri renkli mermerlerin içerdikleri organik kalıntılardan dolayı mermerlerin renklerinin gri ve grinin farklı tonları açıkve koyu gri renklenmenin bu durumdan kaynaklandığı belirlenmiştir.

Çalışma alanındaki mermerlerin tane boyut dağılımları incelendiğinde genellikle ince taneli kalsit tanelerinden oluştuğu, daha az olarak orta taneli kalsitler içerdiği belirlenmiştir. Buna göre mermer örneklerinin tane boyut dağılımlarının küçük olduğu görülmüştür. Tane boyut dağılımının küçük oranda farklılık göstermesi özellikle bu mermerlerin cilalama işlemlerinde pozitif katkı sağlayacaktır.

Çalışma alanında mermer ocak işletmesinin yapıldığı alanda hat etüdü çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalardan inceleme alanındaki mermerler üzerinde kırık ve çatlak sistemlerinin oldukça yoğun geliştiği ve buna bağlı olarak mermer blok veriminin düşük seviyelerde kaldığı anlaşılmıştır. Bununla birlikte elde edilen blokların birim değerinin

nispeten düşük olması da inceleme alanındaki faaliyetlerin ekonomik olarak sürdürülememesine neden olmuştur.

Son yıllarda İHA lar ile maden ruhsat sahalarında alan kullanımının ve verimliliğin denetlenmesi yaygınlaşan bir uygulamadır. Çünkü yıl bazlı olarak ruhsat alanında çalışma lokasyonları belirli olan yerlerde üretim ve pasa miktarları kayıt altına alınarak ocak verimleri ortaya konulabilmektedir. İnceleme alanınının yer aldığı S:200903745 sayılı II (b) grubu mermer sahasındaki ocak işletme alanlarında 2022 ve 2023 yıllarında iki adet İHA ile haritalama yapılmıştır. İHA tarafından çekilen yüksek çözünürlüklü ortofotolar proses yapıp modellemeler oluşturulmuştur. Bu yapılan iki ayrı üç boyutlu model sayesinde hacim/m³ hesabı yapılmıştır. 2022 ve 2023 yılında yapılan uçuş verilerine göre ortaya çıkan imalat haritalarında yapılan hacim hesabına göre ocak alanında %4.5 verimle kazı yapıldığı ve yaklaşık %95.5'luk kütlenin pasa olarak stoklandığı hesaplanmıştır. Bu çalışma ocak işletme faaliyetinden çıkan atık malzemenin ruhsat alanı içerisinde stok edildiği lokasyonların ve bu pasa alanlarındaki hacimsel olarak artışların kayıt altına alınmasında imkan sağlamıştır.

6. KAYNAKLAR

- Akan, S. Bayram, İ. Çam, Y. Kacar, H. 2014, İnsansız Hava Araçlarının Sivil havacılıkta Kullanımı. (Bitirme Tezi). Erciyes Üniversitesi, Sivil Havacılık Yüksekokulu, Kayseri.
- Akat U, Öztürk Z, Öztürk E M, Çağlayan A, 1975, Menderes Masifi Güneyi SW Toros Kuşağı İlişkisi Ön Rapor MTA Raporları Rapor No: 3104, Ankara.
- Akkök, R., 1981, Menderes Massifinin Gnayslarında ve Şistlerinde Metamorfizma Koşulları, Alaşehir, Manisa, Türkiye Jeoloji Bülteni 24: 9-19, Ankara.
- Avcı, H. 2020, “Engelibeli Arazilerde İnsansız Hava Araçları İle Üç Boyutlu Veri Üretiminde Doğruluk Araştırması”, (Yüksek Lisans Tezi), Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Avşar Ö., Kurtuluş B., Kaçaroğlu F., Kuşcu G., Gürsu S. 2012, Muğla'nın Jeotermal Kaynakları ve Doğal Mineralli Sularının Envanteri Muğla Üniversitesi 71-103.
- Bağcı, M, 2006, Kalınağıl-Kozağaç (Muğla) Yöresi Mermerlerinin Jeolojisi, Mineralojisi ve Maden Ekonomisi Açısından Değerlendirilmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi Yayınlanmamış, 242s, Isparta.
- Bağcı M, Yıldız A, Dumlupınar İ, Arıtan E, Kibici Y., 2008, Kozağaç- Kavaklıdere (Muğla) yöresinde bulunan mermer yataklarının jeolojik, mineralojik, ve jeokimyasal özellikleri yardımıyla oluşum koşullarının belirlenmesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri AKÜ BAP Proje No:06 İSCMYO.01.
- Bağcı M, Kibici Y, Yıldız A, Akıncı Ö. 2010, Petrographical and geochemical investigation of the Triassic marbles associated with Menderes massif metamorphics, Kavaklıdere, Muğla, SW Turkey. Journal of Geochemical Exploration 107: 39-55.
- Bağcı, M., Karataş, M. 2017, Muğla bölgesi mermer sektörünün swot analiz araştırması. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17(2), 736-752.

- Bingöl, E., 1974, 1/2500, 000 ölçekli Türkiye metamorfizma haritası ve bazı metamorfik kuşakların jeotektonik evrimi üzerine tartışmalar. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 83, 178-184.
- Bozkurt, E., 2000a, Origin of N-S extensional tectonic i westren Anatolia (Turkey): evidence from the Büyük Menderes Graben. In Bozkurt, E., Winchester, JA., Piper JDA(eds) Tectonics and magmatism in Turkey and surrounding area. Geol Soc Lond Spec Publ 173: 385-403.
- Bozkurt, E., Park, RG., 2001, Discussion on the evolution of the Southern Menderes Massif in SW Turkey as revealed by zirkon dating. J Geol Soc Lond 158:393-395.
- Candan, O., Dora, OÖ., 1998, Granulite, eclogite and blueschists relics in the Menderes Massif: An approach to Pan_African and Tertiary metamorphic evolution. TJK Bül. 41:1-35.
- Çağlayan, MA., Öztürk, Z., Sav, H., Akat, U., 1980, Menderes Masifi güneyine ait bulgular ve yapısal yorum. Jeoloji Müh. Türkiye 10:9-19.
- Chen, J., Li, K., Chang K., Sofia, G., Tarolli P. 2015, Open-pit mining geomorphic feature characterization. Int J Appl Earth Obs 42:76–86.
- Collins, AS., Robertson, AHF., 1997, The Lycian Melange, southwest Turkey: an emplaced accretionary complex. Geology. 25: 255-258.
- Collins, AS., Robertson, AHF., 1998, Processes of late Cretaceous to late Miocene episodic thrust sheet translation in the Lycian Taurides, SW Turkey. J Geol Lond 155:759-772.
- Collins, AS., Robertson, AHF., 1999, Evolution of the Lycian allochthon, westren Turkey, as a north-facing late Palaeozoic- Mesozoic rift and passive continental margin. Geol J 34: 107-138.
- Colomina, I., ve Molina, P., 2014, Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 92, 79-97.

- Dora, O.O., Candan, O., Durr, S., Oberhänsli, R., 1995, New evidence on the geotectonic evolution of the Menderes Massif. In Pişkin, Ö., Ergün, M., Savaşın, MY., Tarcan, G., (eds)IESCA Proc, pp 53-72.
- Durr, S., 1975, Über Alter und geotektonische Stellung des Menderes– Kristallins /SW-Anatolien und seine Aequivalente in der mittleren Aegaeis. PhD Thesis, Univ. Marburg/Lahn, Germany. 106 pp.
- Dürr, St., Altherr, R., Keller, J., Okrusch, M., Seidel, E., 1978, The median Aegan crystalline belt: stratigraphy, structure, metamorphism and magmatism. In: Closs, H., Roeder, DR., Schmidt, K., (eds) Alps, Apennines, Hellenides. Schwizerbart, Stuttgart, pp 455-477.
- Eisenbeiss, H. 2009, UAV Photogrammetry, (Doktora Tezi), Eidgenössische Technische Hochschule Zürich.
- Erdoğan, B and Güngör, T., 1992, Menderes Masifi'nin kuzey kanadının stratigrafisi ve tektonik evrimi (Stratigraphy and tectonic evolution of the northern Margin of the Menderes Massif). Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, 4, 9-34.p
- Eren, B., 1999, Milas-Yatağan-Kavaklıdere (Muğla) dolaylarındaki mermer yatakları. 1. Batı Anadolu Hammadde Kaynakları Sempozyumu, 36-45, İzmir.
- Erişti, Ö., Semiz, N., Akbal, V. & Çelik D., 2019, Yersel Fotogrametri Bahar Dönemi Ödevi, <http://avesis.ktu.edu.tr/> [Erişim tarihi: 16.12.2020].
- Gençerk E., 2016, İnsanız Hava Aracı Fotogrametrisi Uygulaması ile İnşaat Projesi İmalat Durumunun Araştırılması. (Yüksek lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Programı, İstanbul.
- Göncüoğlu, MC., Erler, A., Toprak, V., Yalınız, K., Olgun, E., Rojay, B., 1992, Orta Anadolu Masifi'nin Batı Bölümünün Jeolojisi, Bölüm 2: Orta Kesimi. TPOA Rapor No:3155.
- Güngör, T., 1998, Stratigraphy and tectonic evolution of the Menderes Massif in the Söke-Selçuk region. Third Int Turkish Geol Symp Abstr, p 284.
- Hamilton, WJ., Strickland, HE., 1841, On the geology of the western parts of Asia minor. Trans Geol Soc Lond 2: 1-40.

- Hetzel, R., Romer, R.L., Candan, O., Passchier C.W., 1998, Geology of the Bozdağ area. Central Menderes Massif, SW Turkey: Pa-African basement and Alpine deformation. *Geol Rundsch* 87: 394-406.
- Kahveci M., Can N. 2017, İnsan Hava Araçları: Tarihçesi, Tanımı, Dünyada ve Türkiye’deki Yasal Durumu Selçuk Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi.
- Ketin, İ., 1966, Tectonic Units of Anatolia (Asia Minor). MTA Rapor No: 6622-34
- Kibici, Y., 1974, Muğla-Yatağan-Kediler-Akgedik-Deştin yöresinin jeolojisi, K.T.Ü. Yerbilimleri Fakültesi Jeoloji Bölümü “yüksek lisans tezi” (yayınlanmamış) Trabzon.
- Konak, N., Akdeniz, N., Öztürk, E.M., 1987, Geology of the South of Menderes Massif. Correlation of Variscan and Pre-Variscan Events of the Alpine Mediterranean Mountain Belt, Field Meeting. IGCP Project No. 5. Min. Res. Expl. Inst. Turkey Pub., pp. 42–53.
- Kun, N., Candan, O., Dora, O.Ö., 1988, Kiraz Birgi yöresinde (Ödemiş-Menderes Masifi) metevolkanitlerin (Leptitlerin) varlığı (in Turkish with English Abstr) *Geol Soc Turkey Bull.* 31: 21-28.
- Kurttaş T., Tezcan T., 2012, Gökova-Azmaç (Muğla) Karst Kaynaklarında Tuzlu Su Karisiminin Olusum Ve Dinamisinin Durayli Izotop Ve Karisim Hücreleri Modelleme Teknikleriyle Belirlenmesi Tübitak Araştırma Projesi 10-38.
- Kuşcu, M., 1991, Muğla-Yatağan yöresi mermer yatakları, *Metal-Maden* cilt 2, sayı 3, s.41-44,
- Kuşcu, M., 1992, Kestanecik ve Kozağaç (Yatağan- Muğla) mermer yataklarının jeolojik ve ekonomik özellikleri, *Jeoloji Mühendisliği*, s.42, 23-36, Ankara
- Luo, C., Miao, W., Ullah, H., McClean, S., Parr, G., Min, G. 2019, Unmanned Aerial Vehicles for Disaster Management, pp. 83–107.
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), 2010, N20B3 Paftası 1/25.000 Ölçekli Jeoloji Haritası.

- Melo, D., Costa, D B., Álvares, J S., Irizarry, J. 2017, Applicability Of Unmanned Aerial System (UAS) For Safety Inspection On Construction Sites, Safety Science, 98, 174–185.
- Menteşoğlu, B E. & İnan, M., 2016, İnsansız Hava Araçlarının (İHA) Ormancılık Uygulamalarında Kullanımı. VI. Uzaktan Algılama ve CBS Sempozyumu (UZALCBS 2016) (pp.316-324). Adana, Turkey.
- Mukhamediev, R. I., Symagulov, A., Kuchin, Y., Zaitseva, E., Bekbotayeva, A., Yakunin, K., & Tabynbaeva, L. 2021, Review of Some Applications of Unmanned Aerial Vehicles Technology in the Resource-Rich Country. Applied Sciences, 11(21), 10171.
- Nebert, K. ve Ronner, F., 1956, Menderes Masifi içinde ve çerçevesinde alpidik albitizasyon olayları. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 48, 83-97.
- Niethammer, U., Rothmund, S., James, M. R., Travelletti, J. ve Joswig, M., 2010, UAV-based remote sensing of landslides. International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 38(Part 5), 496-501.
- Oberhansli R, Monie P, Candan O, Warkus FC, Partzsch JH, Dora OÖ (1998), The age of blueschist metamorphism in the Mesozoic cover series of the menderes Masif. Schwei Mineral Petrogr Mitt 78: 309-316
- Okay, Aİ., 2000, Stratigraphic and metamorphic inversion in the central Menderes Massif : a new structural model. Int J Earth Sci. DOI 10.1007/s005310000098 (this issue).
- Önay, TS., 1949, Über die Smirgelgesteie SW- Anatoliens. Schweiz Min Petr Mitt 29: 359-484.
- Özcan, O., 2017, İnsansız Hava Aracı (İHA) ile Farklı Yüksekliklerden Üretilen Sayısal Yüzey Modellerinin (SYM) Doğruluk Analizi. Mühendislik ve Yer Bilimleri Dergisi, 2:1, 1-7.
- Özer, S. 1993, Upper Cretaceous rudists from the Menderes Masif. Bulletin of the Geological Society of Greece (Proceedings of the 6th Congress of the Geological Society of Greece, 1990) 28 (3), 55-73.

- Özer, S., 1994, Menderes Masifi'ndeki Kretase platformunun stratigrafisi ve paleocoğrafyas : Türkiye 10. Petrol Kongresi, Ankara, Bildiriler, 91.
- Philippson, A., 1910-1915, Reisenund forschungen imwestlichen Kleinasian. Pet Geogr Mitt Erg Hefte, Gotha 167, 172,177, 180, 183,6 sheets, 1/300 000.
- Priyanshu, R. 2019, "Use Of Drones In An Underground Mine For Geotechnical Monitoring", (Master Thesis), The University Of Arizona Department of Mining and Geological Engineering. Arizona.
- Rimmelé, G., Oberhänsli, R., Goffe, B., Jolivet, L., Candan, O. and Çetinkaplan, M., 2003, First evidence of high-pressure metamorphism in the "cover series" of the southern Menderes Massif: Tectonic and metamorphic implications for the evolution of SW Turkey. Lithos, 71, 19-46.
- Sengör, A.M.C., Yılmaz, Y., Sungurlu, O., 1984a, Tectonic of thr Mediterranean Cimmerids. Nature and evulation of thewestern termination of paleo-Tethys. In Tanrıverdi A. 2022, Yerüstü Madencilik Operasyonlarında İHA Tabanlı Fotogrametrik Haritalama Süreçleri Konya Teknik Üniversitesi Harita Mühendisliği Anabilim Dalı Y.L.Tezi
- Yakupoğlu T., Bayhan E. 2017, Yatağan Havzasındaki (Muğla / GB Türkiye) Neojen Yaşlı Sedimanter Kayaçların Sedimantolojik ve Petrografik Özellikleri Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.
- Yalçın, Ü., 1987, Petrologie und Geochemie der Metabauxite SW -Anatoliens. PhD Thesis, Univ Bochum.
- Yavuz AB, Turk N, Koca MY, 2005a, Geological parameters affecting the marble production in the quarries along the southern flank of the Menderes massif, in SW Turkey. Engineering Geology 80: 214-241.
- Yavuz AB, Turk N, Koca MY, 2005b, Material properties of the Menderes Massif marbles from SW Turkey. Engineering Geology 82: 91-106.
- Zhenning, Su., Jian, Jiao., Tao, Lin., Dandan, Jiang., Shuai, Zhou., 2021, İntegrated development of aeromagnetic system based on uav platform and its application in mineral resources exploration, IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 660 012103.

İnternet Kaynakları

- 1- <https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/mugla/mugla-179/>, 20.05.2024
- 2- <https://hikersbay.com/climate-conditions/turkey/mugla/mugla-iklim-kosullarinda.html?lang=tr>, 20.05.2024



ÖZGEÇMİŞ

