

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KALKAN (SİMAV-KÜTAHYA) DEMİR YATAĞININ OLUŞUMUNUN  
İNCELENMESİ**

**Ayla CENGİZ**

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ANKARA  
2018**

**Her hakkı saklıdır**

## TEZ ONAYI

Ayla CENGİZ tarafından hazırlanan “**Kalkan (Simav-Kütahya) Demir Yatağının Oluşumunun İncelenmesi**” adlı tez çalışması 11.05.2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof. Dr. Taner ÜNLÜ  
Ankara Üniversitesi/Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

### Jüri Üyeleri

**Başkan :** Prof. Dr. Yurdal GENÇ  
Hacettepe Üniversitesi/Maden Yatakları-Jeokimya Anabilim Dalı

**Üye :** Prof. Dr. Taner ÜNLÜ  
Ankara Üniversitesi/Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

**Üye :** Prof. Dr. Halim MUTLU  
Ankara Üniversitesi/Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

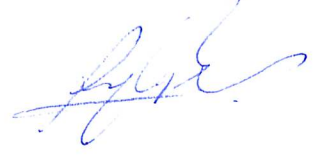
**Yukarıdaki sonucu onaylarım**

**Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN**  
**Enstitü Müdürü**

## ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tezde bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

11.05.2018



Ayla CENGİZ

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### KALKAN(SİMAV-KÜTAHYA) DEMİR YATAĞININ OLUŞUMUNUN İNCELENMESİ

Ayla CENGİZ

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimler Enstitüsü  
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Taner ÜNLÜ

Kalkan demir yatağı, Kütahya-Simav ilçesinin 11 km doğusunda yer alır. Demir cevherleşmesi, Menderes Masifi'ne ait metamorfik kayalar ile intrüzif ilişki sunan Eğrigöz granitinin dokanağında gelişmiştir. Ana cevher minerali manyetittir. Masif, bantlı ve saçınımlı olmak üzere üç farklı tipte izlenen cevherleşmenin yan kayalarla olan sınırlarında granat, epidot, piroksen ve klorit gibi skarn mineralleri izlenmektedir. Masif cevher rekristalize kireçtaşı, bantlı cevher gnays, saçınımlı cevher ise granit ve gnayslar içerisinde gelişmiştir. Mineraloji-petrografi çalışmalarında, cevher mineral parajenezinin manyetit-hematit-pirit-markazit-ilmenit-rutil-limonit şeklinde olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte cevherleşmede öncelikle bir oksit evrenin daha sonra ise sülfid evrenin geliştiği ortaya konmuştur. Cevher mikroskobisi çalışmalarında 2 tip hematit saptanmıştır. Birincisi manyetitlerin martitleşmesi ile oluşmuş ikincisi ise manyetitlerin aralarında gelişmiştir. Gnayslar içerisinde gözlenen bantlı ve saçınımlı cevherleşmenin  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  ve  $\text{Al}_2\text{O}_3$  içeriklerinin masif cevhere göre yüksek oluşu kil mineralleri ile kuvarstan oluşan bileşenlerin egemen olduğu bir ortamı işaret etmektedir. Masif cevherdeki  $\text{MgO}$ 'in yüksek olmasının nedeni skarn mineralleridir. Skarn sürecinde sülfid mineralleri cevher parajenezine katılmıştır. Kalkan demir cevherleşmesi; cevher-yan kayalar ilişkisi, alterasyon ve cevher mineralojisi, jeolojik ve jeokimyasal özellikler ve oluşum koşulları dikkate alındığında skarn tip bir yataktır. Cevherleşme ilki sedimanter, ikincisi metamorfik olmak üzere iki farklı evrede oluşmuş, Eğrigöz granitinin intrüzif etkisiyle oluşan skarn sürecinde yeniden zenginleşmiştir. Kalkan demir yatağının; jeolojik ortam, cevher yan kayalar ilişkileri, mineralojik-petrografik veriler, cevher özellikleri ve jeokimyasal parametreler göz önüne alındığında, Eğrigöz granitlerinin baskın biçimde yan kayalarda oluşturduğu skarn oluşumlarının ve/veya remobilizasyon evrelerinin izlerini taşıyan bir yatak olduğu sonucuna varılmıştır.

**Mayıs 2018, 88 sayfa**

**Anahtar kelimeler:** Simav, Kalkan Demir Yatağı, Menderes Masifi, Eğrigöz Graniti, Skarn

## ABSTRACT

Master Thesis

INVESTIGATION OF FORMATION OF KALKAN(SİMAV-KÜTAHYA) IRON DEPOSIT

Ayla CENGİZ

Ankara University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Geological Engineering  
Supervisor: Prof. Dr. Taner ÜNLÜ

Kalkan iron deposit is located 11 km east of Kütahya-Simav. The iron mineralization was developed in the Eğrigöz granite contact, which presents an intrusive relationship with the metamorphic rocks of the Menderes Massive. The main ore mineral is magnetite. There are three types of mineralization, massive, banded and disseminated. In the contact of mineralization zone shows skarn mineral such as epidote, garnet, proxene and chlorite. Massive mineralization developed at recrystallized limestone, banded mineralization at gneiss, disseminated mineralization at gneiss and granite. Mineralization paragenesis was determined by magnetite-hematite-pyrite-marcasite-ilmenite-rutile-limonite in mineralogical and petrographic studies. It has been proven that the mineralization is primarily an oxide phase followed by the sulfide phase mineralization. Two types of hematite were determined in the core microscope. The first type of hematite is formed by martitization of magnetites, the second one is submicroscopic and anhedral hematite which is infill of magnetite. The fact that the Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> contents of the banded and disseminated mineralizations observed in the gneisses are higher than those of the massive mineralization suggests that clay minerals and quartz-forming components predominate. The reason for the high MgO content in massive ore originates from the presence of skarn minerals. In addition, sulphide minerals have been added to ore paragenesis in the skarn process. Kalkan iron mineralization; ore-ore-rock relationship, alteration and ore mineralogy, geological and geochemical features and formation conditions, it is a skarn type deposit. Kalkan iron mineralization can be considered as a bearing the traces of skarn formation and / or remobilization phases dominantly formed by Eğrigöz granites.

May 2018, 88 page

**Key Words:** Simav, Kalkan Iron Deposit, Menderes Massive, Eğrigöz Granite, Skarn

## TEŞEKKÜR

Kalkan (Simav-Kütahya) Demir Yatağının Oluşumunun İncelenmesi konulu tez çalışması Sayın Prof. Dr. Taner ÜNLÜ danışmanlığında, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maden Yatakları Anabilim Dalı'nda 2015-2018 yılları arasında hazırlanmıştır.

Tez çalışmasının her aşamasında engin bilgi birikimiyle jeolojinin metodoloji ve felsefi derinliğini kavramama yardımcı olan ve beni yönlendiren ve yüreklendiren hocam Sayın Prof. Dr. Taner ÜNLÜ 'ye (Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı),

Değerli katkılarından dolayı sayın Prof. Dr. Yurdal GENÇ (Hacettepe Üniversitesi) ve Prof. Dr. Halim MUTLU'ya (Ankara Üniversitesi),

Mineralojik-Petrografi çalışmalarında yapmış olduğu yorum ve katkılarla tez çalışmama farklı bir perspektiften bakmamı sağlayan Jeoloji Yüksek Mühendisi Sayın Halide DUMANLILAR'a (MTA),

Tez çalışmalarım süresince değerli katkılarını gördüğüm Demir Export A.Ş. Genel Müdürü Sayın Ramazan YÖN nezdinde tüm Demir Export çalışanlarına,

Tez çalışmalarımın her aşamasında, maden yataklarındaki deneyim, bilgi ve birikimiyle katkılar sunan, jeolojide usta çırak ilişkisini bire bir yaşadığım Demir Export A.Ş. Maden Arama eski Müdürü Jeoloji Mühendisi Sayın Dr. Özcan DUMANLILAR'a ,

Tez çalışmalarımında bölgeye dair jeolojik gözlemlerini ve bilgilerini benle cömertçe paylaşan, çalışma disiplini ve azmini her zaman örnek aldığım birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum Demir Export A.Ş. Maden Arama Müdürü Jeoloji Mühendisi Sayın İsmail CİHAN'a,

İnceleme alanındaki jeolojik etüt ve sondajlı arama çalışmaları yöneten, jeolojik gözlemlerinden faydalandığım çalışma arkadaşım DE Maden Arama Yöneticisi Jeoloji Mühendisi Sayın Serdar Onur AVCI'ya,

Kalkan (Simav-Kütahya) Demir Projesinde arazide, laboratuvarında ve ofiste birlikte çalıştığım Demir Export A.Ş. Maden Arama Müdürlüğündeki mesai arkadaşlarım Jeoloji Mühendisi Sayın Levent TOSUN'a (ODTÜ), Jeoloji Yüksek Mühendisi Sayın Kübra Bayram'a, Jeoloji Mühendisi Sayın Fazıl Ahmet AKYOL'a (TÜMAD A.Ş.),

Tez yazımı esnasında sıklıkla görüşlerine başvurduğum Jeoloji Mühendisi Sayın Dr. Ercan KUŞÇU (MTA)'ya,

Daha çocukluk yıllarımda benim bir mühendis olmam hayalini kuran, yıllar önce kaybettiğim babam Süleyman BAL'a ve annem Selver BAL'a,

Varlığının güvenini her zaman hissettiğim eşim İsmet CENGİZ'e, varlığıyla hayatıma her yeni gün yeni anlamlar yükleyen kızım Hatice Çınar CENGİZ'e

Teşekkür etmeyi borç bilirim.

Ayla Cengiz

Mayıs, 2018

## İÇİNDEKİLER

<b>TEZ ONAYI SAYFASI</b>	
<b>ETİK .....</b>	<b>i</b>
<b>ÖZET .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>iii</b>
<b>TEŞEKKÜR .....</b>	<b>iv</b>
<b>SİMGELER DİZİNİ.....</b>	<b>ix</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ.....</b>	<b>x</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ.....</b>	<b>xii</b>
<b>GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Çalışmanın Amacı.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Çalışma Alanının Tanımı .....</b>	<b>1</b>
<b>1.3 Çalışma Alanının Coğrafik Durumu.....</b>	<b>1</b>
<b>1.MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Büro Çalışmaları.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Arazi Çalışmaları.....</b>	<b>3</b>
<b>2.3 Laboratuvar Çalışmaları .....</b>	<b>4</b>
<b>2.ÖNCEL ÇALIŞMALAR.....</b>	<b>5</b>
<b>3.JEODİNAMİK EVRİM VE BÖLGESEL JEOLJİ.....</b>	<b>12</b>
<b>4.STRATİGRAFİ.....</b>	<b>22</b>
<b>5.1 Paleozoyik Birimleri .....</b>	<b>22</b>
<b>5.1.1 Kalkan formasyonu (PEk) .....</b>	<b>22</b>
<b>5.1.2 Simav metamorfitleleri (Pzs) .....</b>	<b>22</b>
<b>5.1.3 Balıkbaşı formasyonu (Pzb).....</b>	<b>24</b>
<b>5.1.4 Sarıcasu formasyonu (Pzsa).....</b>	<b>24</b>
<b>5.1.5 Arıkaya formasyonu (Pza) .....</b>	<b>25</b>
<b>5.2 Mesozoyik Birimleri .....</b>	<b>25</b>
<b>5.2.1 Kırkbudak formasyonu (TrJk).....</b>	<b>25</b>
<b>5.2.2 Budağan kireçtaşı (Jkb) .....</b>	<b>26</b>
<b>5.2.3 Dağardı karmaşığı (Kdm) .....</b>	<b>26</b>
<b>5.3 Senozoyik Birimleri .....</b>	<b>26</b>



5.3.1 Eğrigöz graniti (Tme) .....	26
5.3.2 Taşbaşı formasyonu (Tmt) .....	27
5.3.3 Yeniköy formasyonu (Tmy) .....	27
5.3.4 Civanadağ formasyonu (Tmc) .....	27
5.3.5 Akdağ volkanitleri (Tma).....	28
5.3.6 Hisarcık formasyonu (Tmh) .....	28
5.3.7 Emet formasyonu (Tme) .....	28
5.3.8 Yeşilova formasyonu (Mye) .....	29
5.3.9 Traverten (Qtr) .....	29
5.3.10 Alüvyon (Qa) .....	29
5.YEREL JEOLJİ.....	30
6.1 Kalkan Formasyonu .....	30
6.2 Simav Metamorfitleri .....	34
6.3 Kırkbudak Formasyonu.....	35
6.4 Eğrigöz Graniti .....	35
6.5 Yeniköy Formasyonu.....	37
6.6 Civanadağ Tüfleri.....	37
6.7 Akdağ Volkanitleri .....	37
6.8 Alüvyon .....	37
6.MADEN JEOLJİSİ .....	39
7.MİNERALJİ VE PETROGRAFI .....	44
8.1 İnce Kesitler.....	44
8.1.1 Gnays.....	44
8.1.2 Granit.....	47
8.1.3 Granodiyorit porfir.....	49
8.1.4 Granat fels .....	51
8.1.5 Milonit.....	52
8.2 Cevher Mikroskobisi .....	53
8.JEOKİMYA .....	59
9.JEOİSTATİSTİK.....	71
10.TARTIŞMA VE YORUM.....	76
12.SONUÇLAR.....	78

<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>81</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>88</b>



## SİMGELER DİZİNİ

mm	Milimetre
m	Metre
km	Kilometre
ppm	Milyonda bir kısım
ppb	Milyarda bir kısım
%	Yüzde
My	Milyon yıl
ÇN	Çift Nikol
TN	Tek Nikol
Yb	Yüksek basınç
Ds	Düşük sıcaklık

### Kısaltmalar

B	Batı
D	Doğu
G	Güney
GB	Güneybatı
GD	Güneydoğu
K	Kuzey
KB	Kuzeybatı
KD	Kuzeydoğu

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 İnceleme alanının yer bulduru haritası.....	2
Şekil 4.1 Türkiye ve yakın çevresinin tektonik birlikler içindeki yeri (Okan ve Tüysüz.....)	12
Şekil 4.2 Menderes Masifi'nin bölgesel jeolojideki tektonik konumu, ortam yaşı ve koşullarını gösterir şematik kesit (Dora 2011).....	13
Şekil 4.3 Menderes Masifi'ndeki Pan-Afrikan temel ve Paleozoyik-Erken Tersiyer yaşlı .....	15
Şekil 4.4 Menderes Masifi'nin asmasiflerine ait genelleştirilmiş kaya istifleri (Dora 011) .....	16
Şekil 4.5 Menderes Masifi'nin genelleştirilmiş kaya istifi ( gn: gabro-norit, ag: anatektik granit, tg: Triyas lökokratik ortognays, pg: paragnays, s: şist ve e: ekolojit, Candan vd, 2011).....	17
Şekil 4.6 Menderes Masifi'nin genelleştirilmiş kaya istifi ( gn: gabro-norit, ag: anatektik.....)	19
Şekil 5.1 İnceleme alanı ve yakın çevresinin jeolojik dikme kesiti (Akdeniz ve Konak 1979, Okay 1981, Okay vd. 1996, Okay 2002).....	23
Şekil 6.1 Kütahya Kalkan demir cevherleşmesi yakın çevresinin jeoloji haritası (Cihan vd. yayınlanmamış).....	31
Şekil 6.2 Kalkan metamorfitleleri ve Eğrigöz graniti dokanağı, Kalkan metamorfitlelerine ait .....	32
Şekil 6.3 Granit-gnays dokanağında gelişmiş manyetit merccekleri.....	33
Şekil 6.4 Asarlıktepe'de gnayslarda gözlenen hidrotermal alterasyon .....	33
Şekil 6.5 Asarlık tepe batısında gnaysları kesen silisli, pirit saçınımlı porfirik dokulu dayklar .....	34
Şekil 6.6 Simav metamorfitlelerine ait şistlerde gözlenen şistozite düzlemleri.....	35
Şekil 6.7.a. Eğrigöz granitinin arenalaşmış kesimlerinin uzaktan görünümü, b. Eğrigöz granitinin arenalaşmış kesimlerinin yakından görünümü .....	36
Şekil 6.8 Beyazımsı boz renkli Civanadağ tüfleri ve yol yarmasında killenmiş kesimler .....	38
Şekil 6.9 İnceleme alanında Akdağ volkanitleri ve Civanadağ tüflerinin dokanağı.....	38
Şekil 7.1 Eğrigöz graniti masifi kenarları boyunca gözlenen demir oluşumları.....	40
Şekil 7.2.a. Masif manyetitinin arazi görünümü, b. Masif manyetitinin.....	41
Şekil 8.1 Sondaj karotlarındaki gnayslarda gözlenen alkali feldispat, mika, klorit ve.....	46
Şekil 8.2 Gnayslar içinde yönelme gösteren ve birikimler halinde .....	46

Şekil 8.3 Gnays örneklerinde eser olarak gözlenen disten minerali .....	47
Şekil 8.4 Sondaj karotlarında gözlenen kuvars ve mafik minerallerden oluşan, eş taneli granit.....	47
Şekil 8.5 Granit içinde ezik zonların genel görünümü.....	48
Şekil 8.6 Granit içerisinde opak mineraller.....	49
Şekil 8.7. a Granodiyorit porfirin yüzlek görünümü, b Granodiyorit porfirin sondaj karotlarındaki görünümü.....	50
Şekil 8.8 Holokristalen porfirik dokulu granodiyorit porfir örneği .....	51
Şekil 8.9 Granat felslerden genel görünüm.....	52
Şekil 8.10 Milonitlerin genel görünümü .....	53
Şekil 8.11 Manyetiteli kesitlerde gözlenen martitleşmeler.....	54
Şekil 8.12 Manyetiteli örnekler aralarında pirit ve markazit .....	55
Şekil 8.13 Manyetitlerin martitleşmesi ve manyetitlerin arasında gözlenen submikroskobik .....	56
Şekil 8.14 Manyetitler arasındaki bizmutinit damarcıkları.....	57
Şekil 9.1 Kalkan demir cevherleşmesine özgü sondajlardan derlenmiş .....	69
Şekil 9.2 FeO'ya karşı SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ve K <sub>2</sub> O Harker diyagramları (FeO toplam demir oksiti ifade eder) .....	70

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 8.1 Mineralojik-petrografi çalışmalarında incelenen kesitlerin sondajlardaki dağılımı.....	45
Çizelge 8.2 Mineral parajenezi ve aşamaları .....	58
Çizelge 9.1 Masif cevherli seviyelerdeki örneklere özgü element ve oksitli bileşiklerin analiz sonuçları .....	60
Çizelge 9.2 Bantlı cevherli seviyelerdeki örneklerde element ve oksitli bileşiklerin analiz sonuçları .....	62
Çizelge 9.3 Saçınımlı cevherli seviyelerdeki örneklerde element ve oksitli bileşiklerin analiz sonuçları .....	64
Çizelge 9.4 Cevherli seviyelerdeki örneklerin element ve oksitli bileşikleri için istatistiksel verileri.....	66
Çizelge 9.5 Taze granit örneklerinin analiz sonuçları.....	68
Çizelge 10.1 Masif manyetitli örneklerde element ve oksitli bileşiklerine özgü korelasyon katsayıları .....	72
Çizelge 10.2 Bantlı manyetitli örneklerde element ve oksitli bileşiklerine özgü korelasyon katsayıları .....	73
Çizelge 10.3 Granitler içindeki saçınımlı manyetitli örneklerde element ve oksitli bileşiklerine özgü korelasyon katsayıları.....	74
Çizelge 10.4 Cevher örneklerinde birbirleriyle anlamlı korelasyon sunan element ve oksitli bileşikler .....	75

# 1. GİRİŞ

## 1.1 Çalışmanın Amacı

Bu tezin amacı, Kütahya-Simav civarında yer alan Tersiyer yaşlı Eğrigöz graniti ile Paleozoik yaşlı Simav metamorfikleri arasındaki intrüzif ilişkili dokanakta gelişmiş, çok sayıda düşük/yüksek tenörlü demir cevherleşmelerinden biri olan Kalkan demir cevherleşmesinin; bölgesel jeolojik konumu, cevherin kökeni, cevher yan kayaç ilişkisi ve cevher parajenezi üzerine veriler üretilerek, oluşum koşullarına yönelik yaklaşımlar ortaya koymaktır.

## 1.2 Çalışma Alanının Tanımı

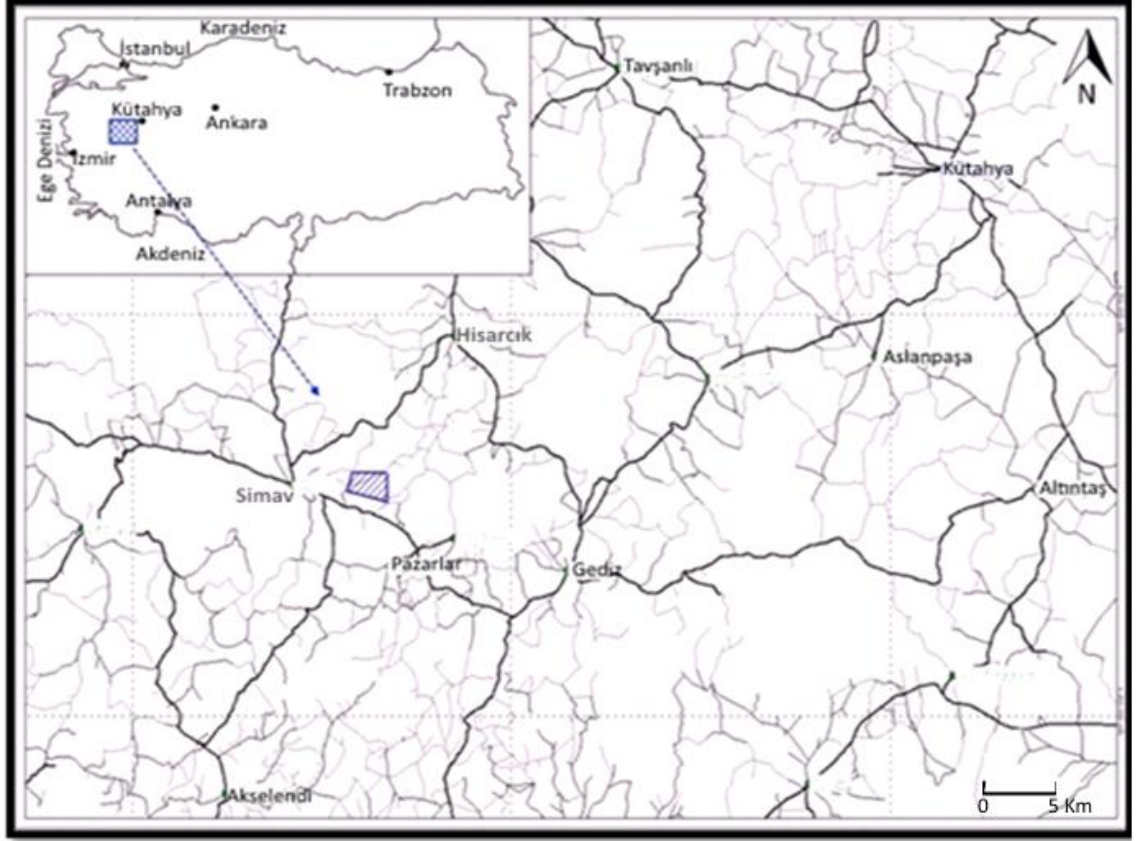
İnceleme alanı, Ege Bölgesi'nin iç kesimlerinde yer alan Simav-Gediz-Hisarçık (Kütahya) ilçeleri arasında, 1/25000 ölçekli J22d4 paftasında yer alır (Şekil1.1). Simav ilçesinin 12 km KD'sunda yer alan çalışma alanına Kütahya-Çavdarhisar-Gediz yolu üzerinden, Simav'a doğru karayolunun 10.km'sinden kuzeye ayrılan Kalkan köyü-Şenköy stabilize yolu ile ulaşım sağlanmaktadır.

## 1.3 Çalışma Alanının Coğrafik Durumu

Graben tektoniğinin egemen olduğu bölgedeki morfolojiler, yükseltiler ile çöküntü havzaları şeklinde gözlenir. İnceleme alanında ortalama yükselti 950 m civarındadır. En önemli yükseltiler Asarlık Tepe (1.089 m), Kurt Tepe (1.065 m) ve Kırkbudak Tepe (1.120 m)'dir. Tepeler, genellikle GB-KD uzanımlıdır.

İnceleme alanı içinden Kayalı, Ballık ve Çiğdemlik dereleri geçmektedir. Bu derelerden Kayalı Deresi yaz-kış su bulundurur ve GB'ya doğru akar. İnceleme alanı içinde çam ve meşe ormanı mevcut olup alüvyon ile kaplı alanlarda sulu tarım yapılmaktadır.

Çalışma alanı ve yakın çevresinde, Ege Bölgesi'nin iç kesimlerinin tipik iklimsel özellikleri gözlenmektedir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağmur-kar yağışlı geçer.



Şekil 1.1 İnceleme alanının yer bulduru haritası



## **2. MATERYAL VE YÖNTEM**

Kalkan demir cevherleşmesi 1960'lı yıllarda özel bir şirket tarafından işletilmiş ve bir miktar cevher üretilmiştir. 2012 yılında Demir Export A.Ş. uhdesine geçen sahada 2012-2014 yılları arasında jeolojik etütler ile çok sayıda sondajlı arama çalışmaları yapılmıştır.

Demir Export AŞ tarafından 50 lokasyonda yapılan toplam 3.541,7 m sondaj çalışmalarında elde edilen karotlar ve bu karotlardan elde edilen jeokimyasal, mineralojik, petrografik sonuçlar, bu tezin ana materyalini oluşturmaktadır.

Tez çalışması; arazi çalışması, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere üç farklı aşamada tamamlanmıştır.

### **2.1 Büro Çalışmaları**

Tez çalışmasının ön aşamasını oluşturan büro çalışmalarının esasını literatür araştırmaları oluşturmuştur. Bu kapsamda inceleme alanı ve yakın çevresine ilişkin rapor, makale, yayın vb. gibi dokümanlar incelenmiştir. Bu çalışmalar sonucunda derlenen dokümanlar, kronolojik ve genel özellikleri de göz önüne alınarak jeolojik, jeokimyasal, yapısal, maden jeolojisi vb. tasniflenmiş ve deneştirilmiştir.

### **2.2 Arazi Çalışmaları**

Teze altlık oluşturan arazi çalışmaları 2013-2014 yılları yaz ayları içinde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda 1/10.000 ölçekli maden jeoloji haritası hazırlanmış, demir cevheri yüzlekleri ziyaret edilerek cevher-yan kayaç ilişkilerine yönelik gözlemler yapılmıştır. Bu çalışmalarda yan kayaç ve cevherleşmeye yönelik olarak yeterli sayıda el örneği ile mineralojik petrografik örnekler alınmıştır. Bunun yanında Demir Export A.Ş. tarafından inceleme alanında yapılan sondajlı arama çalışmalarına

aktif olarak katılım sağlanmış ve sahada 50 lokasyonda yapılan toplam 3.541 metrelik sondajın jeolojik-jeoteknik loglamaları ile yoğunluk testleri yapılmıştır.

### **2.3 Laboratuvar alışmaları**

İnceleme alanında Demir Export A.ř. tarafından yapılan sondajlardan 315 adet karot örneği alınmış ve bu örnekler ALS Chemex Laboratuvarı'nda ICP-MS, XRF yöntemleri ile analiz edilmiştir.

Arazi alışlarından alınan yan kayaç ve cevher örneklerinden yapılan 35 adet ince kesit ve 15 adet parlak kesit örneklere Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji Laboratuvarı'nda hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler MTA Maden Analizleri Daire Başkanlığı Laboratuvar'ında incelenmiştir.

### 3. ÖNCEL ÇALIŞMALAR

İnceleme alanının yer aldığı Menderes Masifi civarında değişik amaçlı jeolojik çalışmalar 1800'lü yılların ortalarında başlamıştır. Bölgenin Türkiye ve Dünya'daki önemli bor havzalarından birisi olması nedeniyle temel jeoloji ve bor minerallerine yönelik çok sayıda çalışma da bulunmaktadır.

Hamilton (1840), Menderes Masifi'nin ilk jeoloji haritasını yapmıştır.

Tchichatcheff (1867), Menderes Masifi'nin yüksek dereceli metamorfik kayalar ile granitten oluştuğunu ve kuzey kenarının Marmara Denizi'nin güneyi ile sınırlandığını ifade etmiştir.

Philippson (1914-1915), Menderes Masifi için Lidya-Karya Masifi adını kullanmış ve detaylı jeolojik haritasını yapmıştır. Kristalen kayaların merkezde, mermerlerin ise kenar bölgelerinde bulunduğunu belirtir.

Parejas (1940), ilk kez Menderes Masifi tanımını kullanmıştır.

Gawlik (1956), Hisarcık'ın 1,5 km GD'sundaki ana kolemanit yatağını bulmuştur. Emet ve Hisarcık civarının 1/25.000 ölçekli jeolojik haritasını yapmış, ayrıca çalışmacı son derece sınırlı verilerle Espey ve Hamamköy kolemanit yataklarında rezervlerini saptamaya çalışmıştır.

Nebert (1960), Batı Anadolu'da linyitli Neojen havzalarının jeolojik özelliklerini incelemiştir.

Schuiling (1962), yaptığı çalışma ile Menderes Masifi'ni örtü ve çekirdek olmak üzere iki kısma ayırmış ve masifin son metamorfizmasının yaşını ise Hersiniyen olarak ifade etmiştir.

Brinkman (1967), Menderes Masifi'nin güney kenarının Gökova Körfezi'ne kadar uzandığını ifade eder.

Dürr (1975), Menderes Masifi'nin güneyinde yer alan Milas mermerlerinin rudist içerdiğini ve masifinin örtü serisine ait bu mermerlerin Geç Kratese yaşta olduğunu belirtmiştir. Bu birimlerin üstüne gelen pelajik mermerlerin ise Erken Paleosen yaşında olduğunu ifade etmiştir.

Dora (1976), Menderes Masifi'nde progresif metamorfizmaya neden olan ana metamorfik evrelerin, Alpidik evreden daha yaşlı olduğunu ifade etmişlerdir.

Akdeniz ve Konak (1979), Simav-Emet-Tavşanlı-Dursunbey-Demirci yöresinin jeolojisi adlı çalışmalarında, Menderes Masifi'nin jeolojisi ve stratigrafisine yönelik çalışmalar yapmışlardır.

Evirgen (1979), Menderes Masifi metamorfizmasına petroloji, petrokimya ve jenez açısından yaklaşımlar adlı doktora çalışmasında, metamorfizmanın 3,5-6,5 kb basınç ve 400-700 °C sıcaklık altında gerçekleştiğini ifade eder.

Tokay ve Doyuran (1979), Gediz ve dolaylarının sismotektonik özellikleri adlı çalışmalarında, Batı Anadolu'nun genel tektoniğini belirleyen D-B yönlü fayların yanısıra KB-GD ve KD-GB doğrultulu fayların da etkin olduğunu belirtmişlerdir.

Evirgen ve Ataman (1981), Menderes Masifi'nin merkez bölgesinin metamorfizmasını izogratt basınç ve sıcaklık verileri ile incelemişlerdir.

Kun ve Dora (1984), Menderes Masifi'nin örtü ve çekirdek kayalarının arasına yerleşen metavolkanitleri incelemişlerdir. Menderes Masifi'nin çekirdek kayalarının Geç Proterozoyik yaşlı Pan-Afrikan metamorfizmasıyla ilişkili olduğu vurgulanmıştır.

Baş (1986), Domaniç-Tavşanlı-Kütahya-Gediz yöresinin Tersiyer jeolojisi ve volkanitlerinin petrolojisi adlı çalışmasında, grabenlerle ilgili Batı Anadolu volkanitlerinin manto ve kabuk kökenli olarak iki grupta toplandığını belirtmiştir.

Satır ve Friedrichsen (1986), Menderes Masifi'nin tonalitik-granitik metamagmatik kayalar ile metasedimanter ve migmatitlerden alınan örneklerin izotop verilerini incelemiştir.

Dündar vd. (1986), Emet havzasındaki bor yataklarına yönelik yaptıkları çalışmalarda Neojen formasyonlarının volkanitler, klastik çökeller ve kimyasal göl çökelleri biçiminde üç ayrı fasiyesten oluştuğunu ve Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı metamorfik temel üzerine uyumsuz olarak geldiğini belirtmişlerdir.

Günay vd. (1986), Murat Dağı-Gediz dolaylarının genel jeolojisini içeren çalışmalarında, yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş çeşitli şist ve mermerlerin, bölgede yüzeyleyen en yaşlı kaya türü topluluğu olduğunu saptamışlardır.

Helvacı (1986), Emet bölgesinde Paleozoyik yaşlı metamorfikler üzerine gelen Tersiyer yaşlı kayaların kuzey-güney doğrultulu uzanım sunan playa-göl çökellerinin yatay ve düşey yönde fasiyes değişimleri gösterdiklerini ifade etmiştir. Bunun yanında sedimanter istifleri kesen KD - GB yönlü fayların termal kaynakları oluşturduğunu ve bu kaynakların da traverten ve kükürt çökeltiğini vurgulamıştır.

Dora vd. (1990), Menderes Masifi'nin Prekambriyen'den günümüze evrimini incelemiştir.

Candan vd (1992), Menderes Masifi'nde ilk kez naplı yapıları tanımlamış ve Aydın dağlarında gözlü gnays, leptit ve şistlerden oluşan temel serisinin farklı birimlerin üzerinde yer aldığını belirtir.

Erdoğan (1992), Erdoğan ve Güngör (1992), masifteki gnaysik granitlerin ana metamorfizma esnasında sintektonik olarak yerleştiğini, bu nedenle de gözlü gnaysların Geç Kretase-Erken Eosen yaşlı granitlerden türediklerini savunurlar.

Akyol ve Akgün (1993), Batı Anadolu'daki boratlı Neojen tortullarının palinolojisi adlı çalışmalarında, kömürlü birimin yaşını Orta Miyosen olarak öngörmüşlerdir. .

Bozkurt vd. (1993) Menderes Masifi ana metamorfizmasının Erken Eosen-Erken Oligosende yeşil şist amfibolit fasiyesi koşullarında oluştuğunu ve Çine asmasifindeki gnaysların grovakların kısmi ergimesinden türemiş olduklarını vurgularlar.

Bozkurt ve Park (1994), Menderes Masifi'ni çekirdek kompleks olarak değerlendirmişler ve asidik ilksel kayaların Geç Eosen'de sintektonik olarak sokulum yaptıklarını belirtmişlerdir.

Dora vd. (1994), Menderes Masifi'ni Eğrigöz, Gördes, Ödemiş ve Çine asmasiflerine ayırarak, 1:500.000 ölçekli Jeoloji Haritasını yayımlamışlardır.

Seyitoğlu vd. (1997), Uşak - Selendi - Emet bölgesinde K-Ar ve ana-iz element analizleri ile yaptıkları çalışmaların sonucunda, Batı Anadolu'da genişleme tektonizmasının etkisiyle kabuksal kirlenmenin zamanla azaldığını belirtmişlerdir.

Helvacı ve Alonso (2000), Batı Anadolu'daki Miyosen yaşlı sedimanter istifler içindeki tuf ve killerle ardışıklı olan bor yatakları (Emet, Bigadiç, Kestelek ve Kırka) ile Arjantin'deki benzer özelliklere sahip bor yatakları (Sijes Tepesi, Loma Blanca ve Tincalayu) arasında karşılaştırmalar yapmışlardır.

Dora vd. (2001), Radyometrik verileri kullanarak Menderes Masifi'inin Pan-Afrikan Temel'e ait paragnaysların kökenine ilişkin çalışmalar yapmışlardır.

Okay (2001) Menderes Masifi'nde yaptığı çalışmada Menderes kıvrımlanmasından ve iç imbrikasyonundan sonra, Kikladik metamorfik karmaşığın büyük bir bindirme düzlemi boyunca Menderes metamorfitlerinin üzerine yerleştiğini belirtir.

Bozkurt (2004), Menderes Masifi'nde Prekambriyen yaşlı gözlü gnayslar ile masifin ana metamorfizma yaşı olan Eosen'den daha genç yaşlı lökokratik metagranitler olmak üzere iki farklı gnays türünün olduğunu belirler.

Erdoğan ve Güngör (2004), Menderes Masifi'nin devrik yatık kıvrımlanmaya uğradığı belirtmişlerdir.

Dora vd. (2005), Çine asmasifindeki gnaysların yaşının 550 My dolayında olduğunu, radyometrik verilerle ortaya konmuşlardır.

Yükünç (2007), Hisarcık civarında yaptığı çalışmalarda, Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı temel üzerine uyumsuzlukla gelen Hacibekir grubunun, alüvyon yelpazesi çökeli olan Taşbaşı formasyonu ile başladığını ve Taşbaşı formasyonunun üzerine uyumlu ve geçişli dokanak ilişkisiyle görsel Kızılbük formasyonunun geldiğini belirtmişlerdir.

Menderes Masifi'nin jeolojisine ve bor yataklarına yönelik çalışmalar dışında, özellikle metamorfik çekirdeğinin gözlendiği inceleme alanı ve yakın çevresinde (Simav ve Emet dolaylarında) baz ve değerli metallere yönelik çalışmalar da bulunmaktadır.

Gawlik (1960), Gümüş (1964) ve Erler (1979) Simav Grabeni kuzey bloğunda yer alan Karakoca kurşun-çinko yatağına yönelik çalışmalar da yapmışlardır.

Ergün (1965), Şaphane alunit yatağının etüdünü yapmıştır.

Taşkın (1978), Ahmetli köyü yakınındaki ve graben fayı üzerindeki antimuan zuhurunu incelemiştir.

Köksoy ve İleri (1979), grabenin doğu ucundaki Gediz ılıcaları ile antimuan yatakları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır.

Oygür ve Erler (2000), Simav grabeninin metalojenesi başlıklı incelemesinde, Simav grabeni üzerindeki çok sayıdaki cevherleşmenin transfer faylar üzerinde geliştiğini belirtmişlerdir.

Simav ve Emet yöresinde gözlenen Eğrigöz granitinin Menderes Masifi'ni kestiği dokanaklarda oluşan irili ufaklı demir cevherleşmelerine yönelik çalışmalar ise aşağıdaki gibidir:

Zeschke (1954), Simav bölgesinde 27 adet manyetit ve 21 adet hematit zuhurunun etüdünü yapmış, Eğrigöz granitinin doğu kesiminde daha çok manyetit skarnların, batı ve güney kesiminde ise hematit cevherleşmelerinin yer aldığını ifade etmiştir.

Aslaner (1962), bölgedeki demir cevherleşmelerinin tamamının granitlerin çevresinde yer aldığını ve Kalkan demir cevherleşmesinin bölgedeki en önemli cevherleşme olduğunu ifade eder.

Sözen (1962), Simav ve Emet arasındaki demir cevherleşmelerinin granit-metamorfik dokanaklarında yer aldığını ifade etmektedir.

Aytuğ (1967), bölgedeki demir cevherleşmelerinin potansiyeline yönelik çalışma yapmış ve en büyük zuhurun 6.500.000 ton görünür rezerve sahip olan Çatak cevherleşmesi olduğunu belirtmiştir.

İnan (1969), Kalkan demir cevherleşmesinde yaptığı çalışmada, cevherleşmenin yüksek tenörlü kısımlarının üretildiğini ifade etmiş, bölgede yapılacak sondajlı arama çalışmaları sonucunda demir potansiyelinin 400 bin tona ulaşabileceğini öngörmüştür.



Taşan vd. (1984), Kütahya Emet ve Simav'da Eğrigöz graniti çevresindeki demir zuhurlarını incelemişler ve Kalkan demir cevherleşmesinin kontak metazomatik bir oluşum olduğunu ifade etmişlerdir.

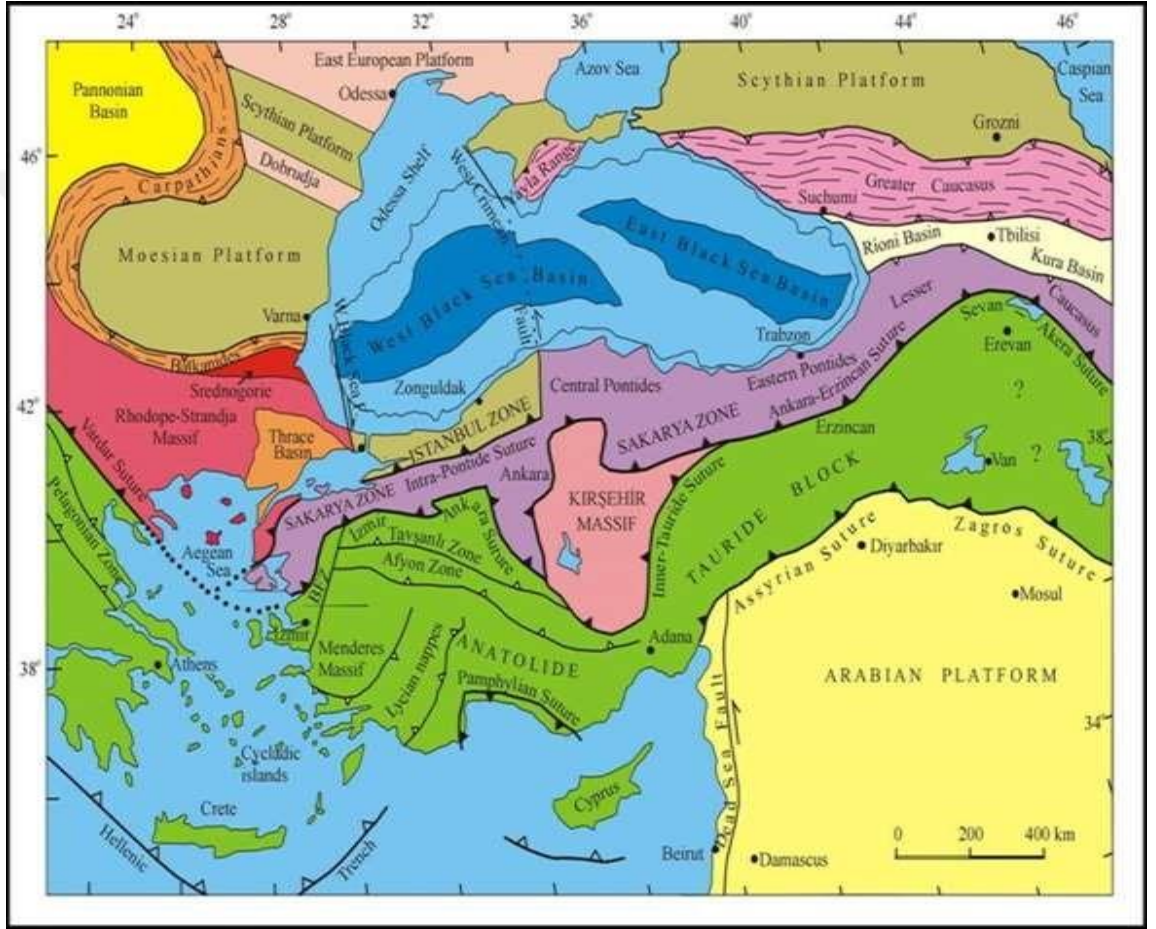
Oyman vd. (2012), Çatak ve Küreci'deki skarn tipi demir cevherleşmelerini çalışarak özelliklerini ortaya koymuşlardır.

Uğurcan (2012)'de Kalkan ve Karaağıl cevherleşmelerinin skarn tip demir cevherleşmeleri olduklarını belirtmiştir.

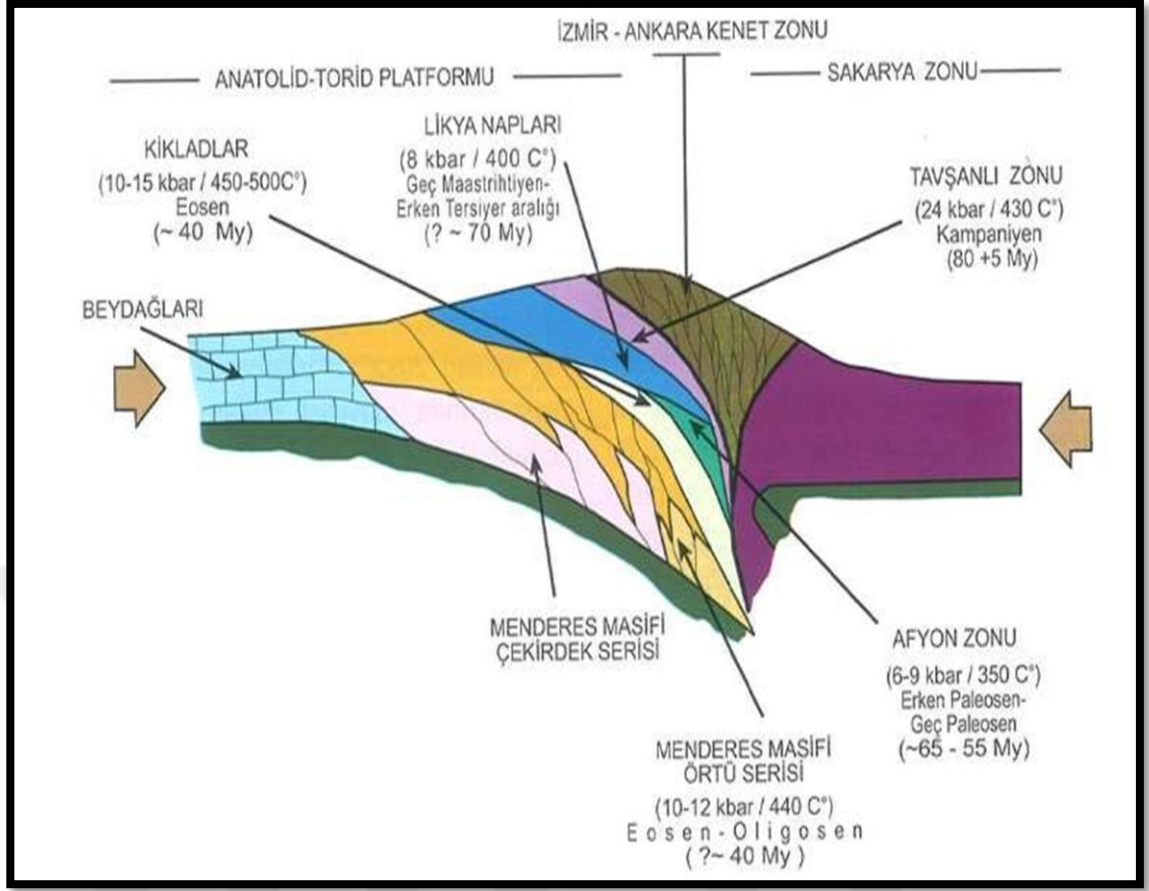


#### 4. JEODİNAMİK EVRİM VE BÖLGESEL JEOLojİ

Kalkan demir yatağının yer aldığı bölge, Menderes Masifi ile İzmir-Ankara Kenet Kuşağı arasında yer alır (Şekil 4.1). Kenet Kuşağı, Sakarya kıtası ile Anatolit-Torit Platformu arasında kalan Neotetis okyanusunun kapanması sonrasında gelişmiştir (Şengör 1981) (Şekil 4.2).



Şekil 4.1 Türkiye ve yakın çevresinin tektonik birlikler içindeki yeri (Okan ve Tüysüz 1999, Dora 2011'den değiştirilmeden alınmıştır)



Şekil 4.2 Menderes Masifi'nin bölgesel jeolojideki tektonik konumu, ortam yaşı ve koşullarını gösterir şematik kesit (Dora 2011)

Anatolit-Torid Platformu'nun en kuzey kenarını oluşturan ve Afyon Zonu metamorfizmaları üzerinde tektonik olarak ve İzmir-Ankara kenedinin güneyinde ofiyolit kütleleri altında, YB/DS metamorfizması geçirmiş volkano-sedimanter bir istif ve mavişistlerden oluşan Tavşanlı Zonu yer alır (Okay, 1984). İki bölüme ayrılan Tavşanlı Zonu'nun en alt birimini mavişistlerden oluşan Orhaneli Birliği oluşturur. Orhaneli Birliği üzerinde ise tektonik dokanaklarla genelde ofiyolitli melanj olarak bilinen Ovacık Kompleksi yer alır (Okay 1984, 1986, 2007, Okay ve Satır 2006).

Tavşanlı Zonun güneyinde, düşük dereceli yeşilşist fasiyesinde metamorfizma geçiren Paleozoyik Mesozoyik yaşlı sedimanter bir istiftan oluşan Afyon Zonu bulunur (Şekil 4.2) (Akdeniz ve Konak 1979, Okay 1984, Özcan vd. 1989). Ofiyolitler ve Ovacık Birliği tektonik olarak Afyon Zonu üzerinde yer alır. Permo-Karbonifer yaşlı klastik

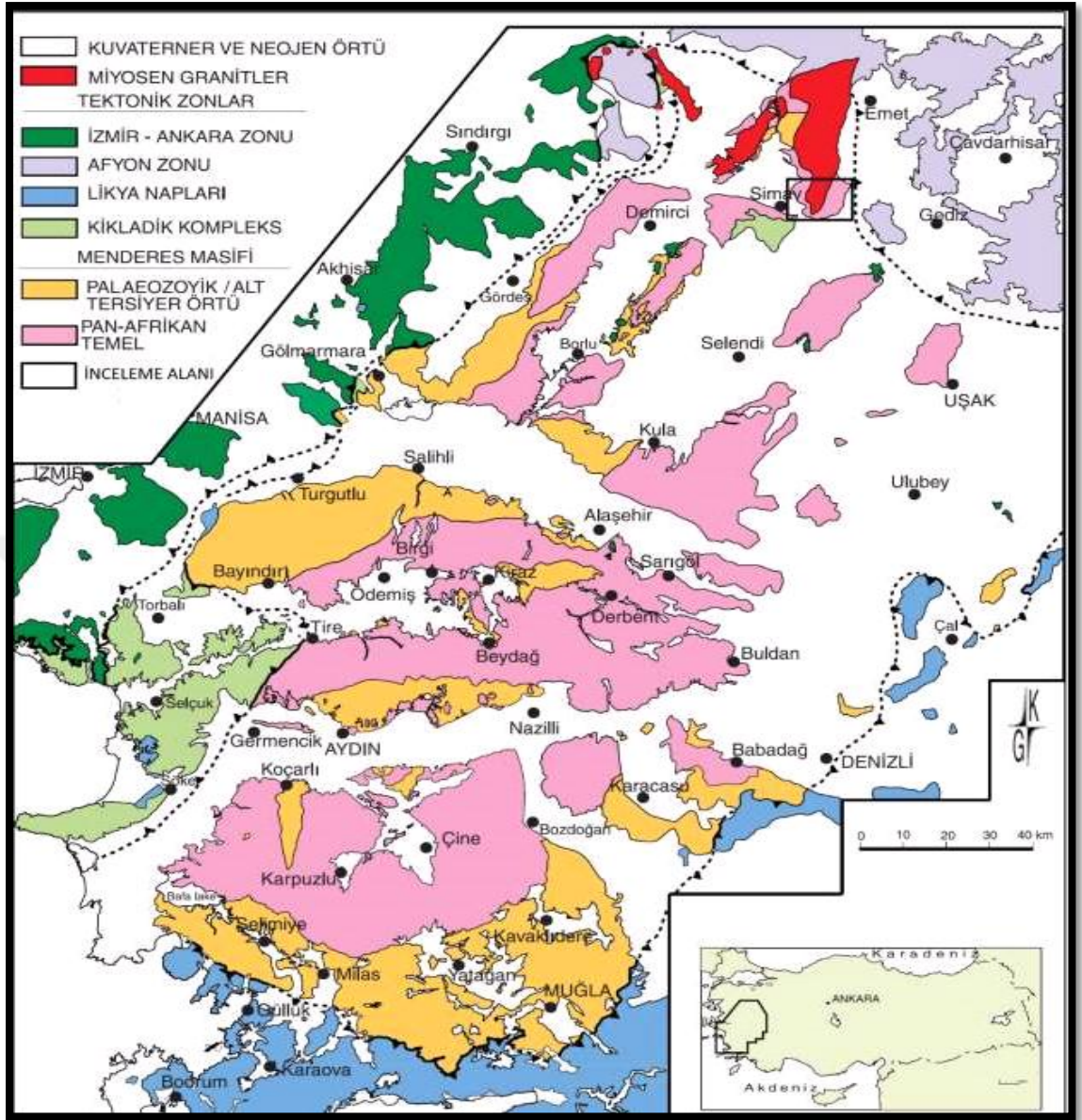
kayaçlar, kireçtaşı ve az miktardaki tuf, Afyon Zonu'nun en alt kısımlarını oluşturur (Okay vd. 1996). Deforme olmuş ve metamorfizmaya uğramış istif, Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı kumtaşı-denizel kireçtaşları ile uyumsuz olarak üzerlenir. Bornova Fliş Zonu 50-90 km genişliğinde, Üst Meastrityen-Paleosen yaşlı yoğun deformasyon geçirmiş kırıntılı (grovak ve şeyl) bir hamur içinde yer alan değişik kayaç ve dilimlerinden oluşur. Bu blok ve dilimler Bornova Fliş Zonu'nun batı kesimlerinde daha çok tektonize Mesozoyik yaşlı kireçtaşı olistolitlerinden, doğu kesiminde ise ofiyolitli melanj (bazalt, radyolaryalı çört ve seyrek serpantinit) litolojilerinden meydana gelmektedir (Erdoğan 1990, Erdoğan vd. 1990, Okay ve Siyako 1993, Okay ve Tüysüz 1999).

Bornova Fliş Zonu, Eosen sonrası gelişen normal faylar boyunca Menderes Masifi ile dokanak halindedir (Okay vd. 1996).

Anatolit-Torid bloğunun en güneyinde yer alan Likya Napları birbirinden farklı ortam koşullarında gelişmiş ve birbiri üzerinde binmiş şekilde allokton konumlu Geç Paleozoyik-Erken Tersiyer yaşlı sedimanter istifler ve ofiyolit dilimleri ile temsil edilmektedir (Collins ve Robertson 1997, Okay 1989, Şenel 2007).

Menderes Masifi'ni tektonik olarak üzerleyen Likya Napları, Geç Kretase-Miyosen sırasında Anatolit-Torid Platformu'nun kuzey kenarından güneye yerleşmişlerdir (Collins ve Robertson 1997, Şenel 2007).

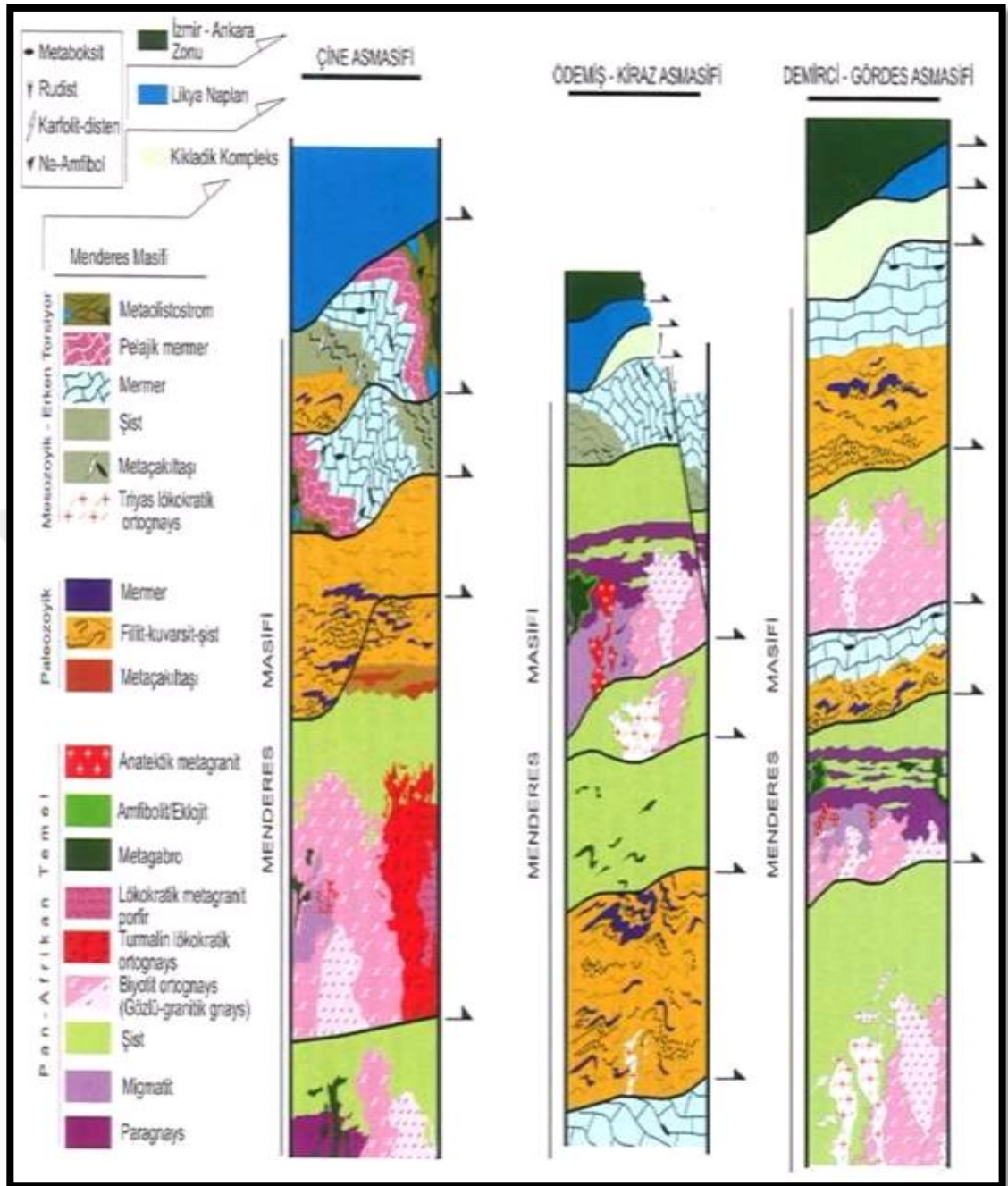
Batı Anadolu'da 200x300 km'lik bir alanı kapsayan Menderes Masifi, KD-GB uzanımlı oval biçimli görünümüyle, ülkemizin en önemli kabuksal segmentidir. Masifin KB kenarı İzmir Ankara Kenet Kuşağı'nın ofiyolitik kaya birimleri ile Güney kenarı ise Torid-Anatolid bloğuna ait Likya Napları ile üzerlenir/sınırlanır. Batı uzantısı Ege Denizi'ndeki Kiklad adalarında gözlenir. Masifin doğu kenarı ise kalın bir Neojen örtünün altında kaybolur (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Menderes Masif'indeki Pan-Afrikan temel ve Paleozoyik-Erken Tersiyer yaşlı örtü serilerinin dağılımını ve masifi sınırlayan tektonik zonları gösteren geliştirilmiş jeoloji haritası (Candan vd. 2011)

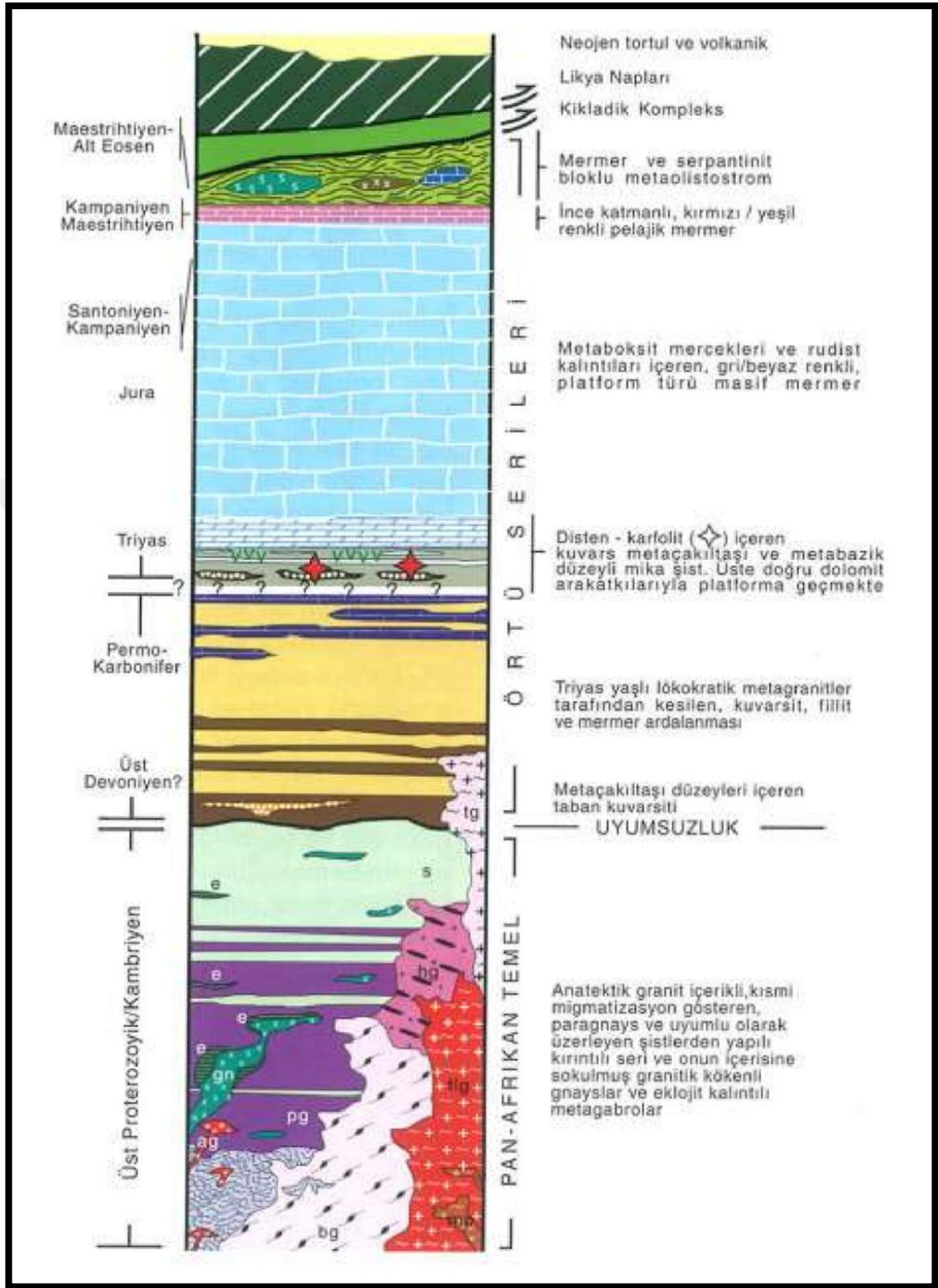
Menderes Masifi DB uzanımlı ve günümüzde aktifliğini sürdüren Büyük Menderes, Küçük Menderes, Gediz ve Simav graben sistemleriyle üç aşamaya bölünmüştür. Bu aşamalara ait geliştirilmiş kaya istifleri şekil 4.4'de verilmiştir. Aşamasıflar, Dora vd. (1992) tarafından, güneyden kuzeye doğru 1. Çine, 2. Ödemiş-Kiraz ve 3. Demirci-Gördes aşamasıfları olarak tanımlanmıştır. Kalkan demir yatağının yer aldığı bölge Demirci-Gördes aşamasıfları içinde yer alır.





Şekil 4.4 Menderes Masifi'nin asmasiflerine ait genelleştirilmiş kaya istifleri (Dora 011)

Candan vd. (2011), Menderes Masifi'nin genelleştirilmiş stratigrafik istifini iki bölümde incelemiştir. Bunlar; 1. Geç Neoproterozoyik yaşlı Pan-Afrikan temel ve 2. Paleozoyik –Erken Tersiyer yaşlı örtü serileridir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Menderes Masifi'nin genelleştirilmiş kaya istifi (Candan vd. 2011)

gn: gabro-norit, ag: anatektik granit, tg: Triyas lökokratik ortognays, pg: paragnays, s: şist ve e: ekolojit,

Geç Neoproterozoyik yaşı Pan-Afrikan Temel'in tabanı, ince paragnayslar ve şist ardalı olup üste doğru tümüyle şistlere geçiş gösterir. Pan-Afrikan Temel'in zirkon yaşı 592-3.239 My aralığında değişmektedir (Dora vd. 2005). Dora (2009)'ya göre Pan-Afrikan Temeli oluşturan bu kırıntılı serinin Geç Paleozoyikte Gondvana kıtasının kuzey yamacına bakan pasif kıta kenarında çökeldiği varsayılmaktadır.

Pan-Afrikan Temelin en yaşı kaya birimleri düzenli ve kesiksiz bir seri oluşturan metakırıntılardan oluşmaktadır. Bu kaya birimi Pan-Afrikan orojenezinin değişik evrelerinde sokulum yapmış granit ve gabroyik bileşimli kayalar tarafından kesilmektedir.

Yaklaşık 8 km kalınlığa sahip istif alttan üste doğru paragnayslar ve şistler olmak üzere iki birime ayrılır. Paragnayslar masifin genelinde yaygın bir biçimde migmatitleşme göstermektedir.

Şist ve paragnays birimleri, bazik dayk ve damarlar tarafından kesilmekte olup granitin çepçepi boyunca eklojit ve amfibolitlere dönüşmüşlerdir.

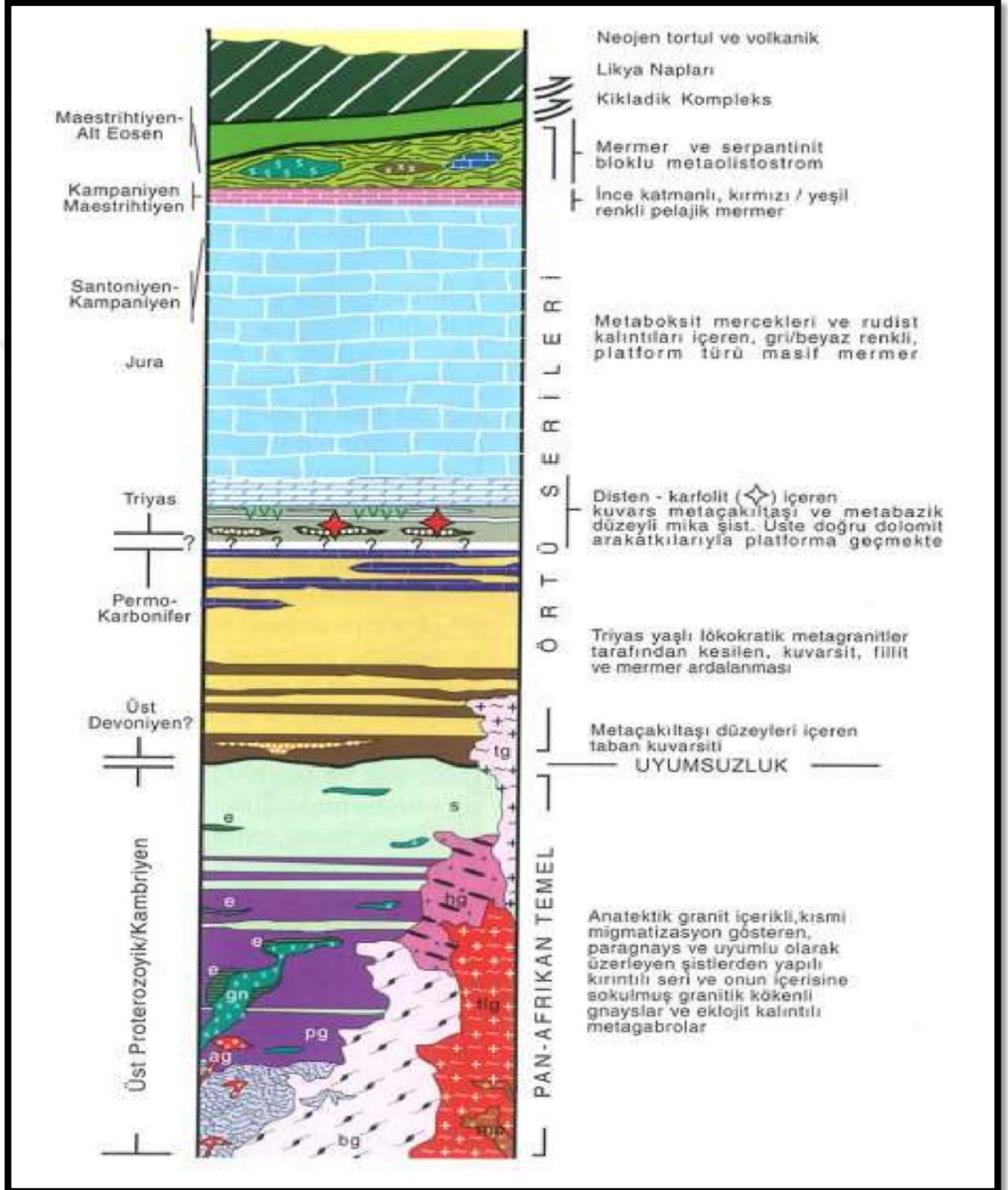
Granit bileşimli pülütönlardan oluşan ortognayslar Pan-Afrikan Temel'e ait en yaygın kaya türlerinden birini oluşturmaktadır. Prekambriyen-Kambriyen yaşı bir asidik magmatizmayı tanımlayan bu ortognays türleri Pan-Afrikan Temelin en yaşı kayaları olan metakırıntılı seri ile belirgin intrüzif dokanak ilişkileri sunmaktadır (Candan vd. 2011).

Pan-Afrikan Temel, Paleozoyik örtü birimleri ile uyumsuz bir dokanakla üzerlenir. Bu örtü birimlerinin temelini Pan-Afrikan Temelden türemiş çakıltaşları oluşturmaktadır. Bu birimler kuvarso-feldispatik minerallerce zengin metagranitler tarafından kesilmektedir.

Pan-Afrikan Temel, Paleozoyik örtü birimleri ile uyumsuz bir dokanakla üzerlenir. Bu örtü birimlerinin temelini Pan-Afrikan Temelden türemiş çakıltaşları oluşturmaktadır.



Bu birimler kuvarso-feldispatik minerallerce zengin metagranitler tarafından kesilmektedir.



Şekil 4.6 Menderes Masifi'nin genelleştirilmiş kaya istifi (Candan vd. 2011)

gn: gabro-norit, ag: anatektigranit, tg: Triyas lökokratik ortognays, pg: paragnays, s: şist ve e: eklojit,

Örtü serisinin Mesozoyik istifleri çakıldaş kanal dolguları ve bazik katkılar içeren mikaşistlerle başlar. Geç Triyas yaşlı bu birimlerin Paleozoyik yaşlı örtüyle olan ilişkileri tektoniktir. Bu birim kalın platform türü karbonatlar tarafından üzerlenmektedir. Geç Triyas-Erken Jura yaşlı bu karbonatlar içerisinde metaboksit düzeyleri izlenir. Geç Kampaniyen-Geç Maestritiyen yaşlı kırmızı renkli pelajik mermerler bu birimlerin üzerlerine gelirler. Menderes Masifi'nin en üst birimini ise Orta Paleosen Erken-Orta Eosen yaşlı Kazıklı formasyonu oluşturmaktadır. Güncel bulgular Menderes Masifi'nin Temelini şekillendiren ana metamorfik etkinin Pan-Afrikan orojenezi ile ilişkili olduğunu, Alpin metamorfizmasının ise bu temel üzerinde sınırlı geri dönüşümlere yol açtığını düşündürmektedir. Petrolojik, petrografik ve jeokronolojik veriler temelin çok evreli metamorfik evriminin sırasıyla granulit, eklojit ve üst amfibolit fasiyesi koşullarında gerçekleştiğini göstermektedir (Candan vd. 2011).

Jeolojik ve jeokronolojik veriler Menderes Masifi'nde; a) Pan-Afrikan, b) Triyas ve c) Miyosen yaşlı 3 asidik magmatik aktivitenin varlığını göstermektedir (Koralay vd. 2011). Pan-Afrikan ortognaysların ilksel kayalarını oluşturan asidik magmatikler dokusal bileşimlerine göre biyotit ortognays, turmalin lökokratik ortognays ve amfibol ortognays olmak üzere 3 ana türe ayrılmaktadır. Bu ortognaysların ilksel granitleri birbirleriyle ve çevre kayaları oluşturan Geç Proterozoyik yaşlı metaklastiklerle belirgin intrüzif dokanak ilişkileri sunmaktadır. Radyometrik yaş tayinlerine göre biyotit ortognays 550-570 My, turmalin lökokratik ortognays 541-547 My ve amfibol ortognays 531 My yaşlarındadır. Bu radyometrik veriler masifteki farklı ortognays türlerinin Geç Proterozoyik yaşlı aynı bir magmatik asidik aktivitenin ayrılaşma ürünleri olduklarını göstermektedir. Triyas yaşlı lökokratik ortognayslar ise Menderes Masifi'ndeki ikinci etkin magmatik aktiviteyi oluşturmaktadır. Bu ortognaysların ilksel kayalarının tipik kalk-alkalin karakterli S tipi granitler olduğu belirtilmiştir. Bu kayalardan 227-246 My arasında değişen yaşlar elde edilmiştir. Bu yaşlar ortognaysların ilksel granitlerinin Orta Triyas'daki yerleşim yaşı olarak yorumlanmaktadır (Koralay vd. 2011).

Menderes Masifi'nin üçüncü magmatik evresi ise Miyosen yaşlı Eğrigöz Graniti ile temsil edilmektedir.

Menderes Masifi'nin ana metamorfizma evresi Likya Napları ve ofiyolit dilimlerinin yerleşimi ile eşzamanlı gömülme rejimi sonucunda oluştuğu düşünülmektedir (Dilek ve Whitney 2000). Menderes Masifi ve granit intrüzyonlarının soğuma yaşları esas alındığında, en geç Oligosen-Erken Miyosen'de (25-21 My) başlamıştır (Işık vd. 2003, Bozkurt ve Satır 2000). Batı ve kuzeybatı Anadolu'da değişik yaş ve bileşimdeki magmatik kayalar yaygın olarak izlenmektedir. Delaloye ve Bingöl (2000) bu bölgedeki granit bileşimli kayaları yaşlarına göre 2 gruba ayırmışlardır. Batıda Ege Denizi, kuzeyde Marmara Denizi-İzmit-Ankara hattı ile sınırlanan ve yarı derinlik asidik-ortaç bileşimli Kretase-Geç Miyosen yaşlı genç granitler kuzeyden güneye doğru gençleşen altı kuşak halinde izlenmektedir (Ercan ve Türkecan, 1984; Delaloye ve Bingöl, 2000). Kalk-alkalen volkanik yay veya çarpışma sonrası (post-collision) ortamda oluşmuş olan genç granitler Karakaya Kompleksi, İzmir-Ankara Zonu ve Menderes Masifi'ni kesmektedir.

Batı Anadolu'da, Tersiyer başlarında (olasılıkla Paleosen'de) Menderes Masifi'nin yükselmesi ile Simav grabeninin kırık sistemleri gelişmeye başlarken, granit intrüzyonları da yerleşimlerini sürdürmüştür. Bunu çeşitli yersel küçük havzalarda karasal Neojen çökellerin depolanması izlemiştir. Miyosenden başlayarak gelişen volkanizmanın etkinliği bölgede geniş alanlarda yayılım gösterir ve çökel birimlerle yanal geçişlidir. Miyosen'den Alt Kuvaterner'e dek süren volkanizma birkaç aşamalıdır (Ercan 1983).

Kalkan demir yatağının yer aldığı geniş bölgede Tersiyer geniş bir alanı kapsayan granitik intrüzyonlar ile başlar. Simav yöresinde Eğrigöz ve Akdağ plütonları metamorfite beliren olarak etkilemişler ve dokanaklarında skarn zonları oluşmuştur. Graben boyunca Öreğler, Gediz Ilıcaları ve Pınarbaşı plütonitleri yer alır (Ercan vd. 1982). Kuvaterner'de Menderes Masifi'nin yükselimi devam etmiş, yer değiştiren akarsu yataklarında alüvyonlar birikmiştir. Graben fayları boyunca yükselen bazaltik lavlar eski alüvyonlar üzerine akmıştır (Ercan 1983).

## 5. STRATİGRAFI

İnceleme alanını da içine alan bölgenin stratigrafik istifi şekil 5.1'de verilmiştir. Menderes Masifi'ne ait Prekambriyen-Paleozoik yaş aralığındaki kayaçlar ile Mesozoyik-Senozoik yaşlı kaya birimlerin gözlendiği çalışma alanı ve yakın çevresindeki kaya birimleri ve formasyon adlandırmalarında ve özelliklerinin sunumunda Akdeniz ve Konak (1979)'dan yararlanılmıştır.

### 5.1 Paleozoyik Birimleri

#### 5.1.1 Kalkan formasyonu (PEk)













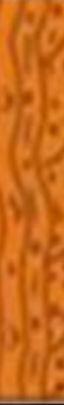






Bölgede bulunan en yaşlı birim Menderes Masifi'nin çekirdeğini oluşturan Prekambriyen yaşlı Kalkan metamorfitleleridir. Makroskopik olarak gri, beyaz-gri, gri kahverengi, gri kırmızımsı kahverengi, gri-yeşil, siyah ve kahverengi renklerde gözlenir. Tipik gnaysik doku özelliği göstermekte olup üst seviyelerinde beyaz renkli iri kristalli mermerleri içermektedir.

Almandin-amfibolit fasiyesinde metamorfizmaya uğramış bu metamorfitlelerin kaya türü; kuvars, plajiyoklas, ortoklas, biyotit, stavrolit, bazen disten, epidot, turmalin, granat, muskovit ve ikincil olarak zirkon, apatit, sfen ve opak mineral içeriğine sahip migmatit, gnays ve mermerlerden oluşur (Akdeniz ve Konak 1979). Formasyonun metamorfizma yaşının bilinmemesine rağmen, üzerinde yer alan Simav metamorfitleleri nedeniyle Prekamriyen yaşlı olduğu kabul edilmektedir.

#### 5.1.2 Simav metamorfitleleri (Pzs)

Yeşil şist fasiyesindeki metamorfitlelerden oluşmuş kaya topluluğu Simav metamorfitleleri olarak tanımlanmış olup biyotit-muskovit şist, muskovit-kuvars şist, granatlı şist, biyotitli muskovit-klorit şist, bazik şistler, metadünit, serpantinit, amfibolit, kuvarsit ve kloritli kalk şist ile mermer bant ve mercleklerinden oluşur (Akdeniz ve Konak, 1979).



ÜST SİSTEM	SİSTEM/ERİ	ALT SİSTEM	FORMASYON/ÜYE	SİMGE	KAYATÜRÜ	KAYATÜRÜ AÇIKLAMASI
SENOZOLİK	KRETASE	PLİYOSEN	ALÜVYON	Qa		Tutturulmamış çakıl, kum, silt.
			TRAVERTEN	Qt		Uyumsuzluk Kiriil beyaz renkli, bol boşluklu, kırılğan, yer yer gevşek tutturulmuş traverten.
SENOZOLİK	NEOJEN	MİYOSEN	EMET	Tme		Beyaz ve gri-yeşil renkli killi kireçtaşı, marn, kireçtaşı.
			HİSARCIK	Tph		Gri, kiriil mavi renkli silttaşı, marn.
			AKDAĞ	Tmd		Siyah, koyu gri renkli, bol gözenekli bazalt.
				Tma		Kiriil beyaz renkli riyolit, dasiti riyodasit, andezit.
			CIVANADAĞ	Tmc		Kiriil beyaz renkli, yer yer kireçtaşı ve marn mercerleri içeren, riyolitik-dasidik-andezitik tüf, ignimbirit ve yerel aglomera.
			YENİKÖY	Tmy		Beyaz renkli riyolitik, riyodasitik, andezitik tüf.
				Tmy		Kahverengimsi, sarı renkli, tabanda çakıtaşı içeren, yer yer laminalı şeyl ara düzeyli kumtaşı-silttaşı ardalanması.
			TAŞBAŞI	Tmt		Kırmızı, şarabi ve kahve renkli, çakıtaşı, kumtaşı, çamurtaşı, tüf ve tüfit.
			EĞRİGÖZ	Tme		Uyumsuzluk Gri renkli, holokristalen, yer yer küresel ayrışmalı, yersel granodiyorit karakterli, apilit damarları ile kesilmiş.
			MESOZOYİK	TRİYAS-JURA-KREATSE		DAĞARDI KARMAŞIĞI
BUDAĞAN	JKb					Açık gri, bej renkli, çok kırıklı ve çatlaklı, ince-orta-kalın katmanlı, mikritik kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı.
KIRKBUĞAK	JKç					Gri, beyaz renkli, alttı kalın katmanlı ve yer yer dolomitik ve üstte ince katmanlı çörtü kireçtaşı.
	TrJk					Kızıl, kahve ve yeşil renkli, ince-orta yapraklanmalı, çok düşük metamorfik, kristalize kireçtaşı mercekli, çakıtaşı, kumtaşı ve silttaşı.
PALEOZOYİK			ARIKAYA	Pza		Beyaz, pembe, gri renkli, kristalize sert kırılğan, bol eklemli, ince orta katmanlı kireçtaşı.
			SARICAŞU	Pzb		Zeytin yeşili, gri, krem, kahverenkli, orta-iyi yapraklanmalı, yer yer kalkıştı görünümü, kristalize kireçtaşı mercekli ve bazik volkanik ara katkılı, kuvarsit, kuvars-albit-serizit şist, kuvars-albit-klorit şist, kuvars-albit-muskovit, kuvars-şist.
			BALIKBAŞI	Pzb		Beyaz, gri renkli kristalize, şekerimsi dokulu, sert kırılğan, karstik erime boşluklu, orta-kalın katmanlı, rekristalize kireçtaşı.
			SİDLAV METAMORFİK	Pza		Yeşil renkli, şist dokulu, orta-ötü yapraklanmalı, orta derecede metamorfik, kahverengi-boz renkli, belirgin şisti dokulu, iyi yapraklanmalı, kıvrımlı kuvarsit, kuvars-muskovit şist, kuvars-muskovit-biyotit şist, biyotit şist ve granat şist.
PREKAMBRYEN			KALKAN	Pek		Kalkan Demir Cevherleşmesi Koyu krem, kahve, kızıl renkli, yüksek derecede metamorfik, yer yer kısmi ergime gösteren migmatitik gnays, migmatit, üst kısmında beyaz renkli, şekerimsi dokulu mermer.

Şekil 5.1 İnceleme alanı ve yakın çevresinin jeolojik dikme kesiti (Akdeniz ve Konak 1979, Okay 1981, Okay vd. 1996, Okay, 2002)

Simav metamorfitleti altındaki Kalkan formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Üste doğru birim içindeki karbonat oranı artarak düşey yönde Balıkbaşı formasyonuna geçer. Birimde yaş bulgusu yoktur. Ancak bölgesel stratigrafik ilişkilere göre Alt-Orta Paleozoik yaşı önerilmiştir (Akdeniz ve Konak 1979).

### **5.1.3 Balıkbaşı formasyonu (Pzb)**

Rekristalize kireçtaşıdan oluşan birim inceleme alanının dışında izlenmektedir. Koyu ve açık gri, beyaz renkli, şeker dokulu, sert, kırılğan ve yer yer dolomitleşmiştir. Katmanlanmalı, laminalı ve çoğunlukla kıvrımlıdır. Yer yer kırıntılı kökenli ince şist mercekleri içerir (Akdeniz ve Konak 1979 ).

Altta Simav metamorfitletlerinin karbonatlı seviyeleri ile geçişli olan birim Sarıcasu formasyonu tarafından uyumsuz olarak üzerlenir. Rekristalizasyonla ilksel özelliklerini yitirmiş birimin neritik ortamda çökeldiği yorumlanmış ve stratigrafik konumuna göre Erken-Orta Paleozoyik yaşta olarak tanımlanmıştır (Akdeniz ve Konak 1979).

### **5.1.4 Sarıcasu formasyonu (Pzsa)**

Yeşil şist fasiyesinin kuvars-albit-muskovit-klorit alt fasiyesi ve kısmen kuvars-albit-epidot-biyotit alt fasiyesi mineral parajenezlerinde metamorfizma geçirmiş kayalardan oluşan birim inceleme alanının dışında yüzlek verir. Birimde petrografik olarak ayırtlanabilen kaya türleri muskovit-kuvars-albit şist, muskovit-klorit-kalsit-kuvars şist, klorit-kuvars şist, kuvars-albit-serisit şist, talk şist, metakonglomera ile fillit ve kuvarsitlerdir. Yanal ve düşey geçişler sunan bu litolojiler değişik boyutlarda kristalize kireçtaşı mercekleri ile tuf ve diyabaz türü kayaçları da içerir.

Altta Balıkbaşı kireçtaşı üzerinde yer alan Sarıcasu formasyonu, üzerine gelen Arıkaya formasyonu ile geçişlidir. Triyas yaşlı Kırkbudak formasyonu iki birimi de uyumsuzlukla örter ve tabanında iki formasyonun da çakıllarını bulundurur. Birimde yaş bulgusu yoktur. Ancak kendisini üzerleyen Orta-Geç Triyas yaşlı birimlerin

tabanındaki çakılları bulundurması nedeniyle birimin Geç Paleozoyik-Erken Triyas yaşlı olduğu önerilmiştir (Akdeniz ve Konak 1979).

### **5.1.5 Arıkaya formasyonu (Pza)**

Arıkaya formasyonu inceleme alanının dışında gözlenmektedir. Formasyondaki kireçtaşları beyaz, pembemsi, açık gri renklerde, kristalize, yer yer dolomitleşmiş, yer yer breşik dokulu, çoğunlukla sert, kırılğan ve düzensiz kırılmalıdır. Orta-kalın katmanlı, seyrek laminalı, kıvrımlı ve bol çatlaklı, yoğun karstik boşlukludur. Birimin kalınlığının 100-200 m olduğu önerilmiştir (Akdeniz ve Konak 1979).

Altta Sarıcasu formasyonu ile geçişli olan birim üstte Kırkbudak formasyonunun taban çakıltası tarafından uyumsuz olarak üzerlenir. Birimde doğrudan yaş bulgusu yoktur. Stratigrafik konumu ve araştırma alanı çevresindeki Permian fosilli kireçtaşlarına litolojik benzerliği nedeniyle olasılıkla Permian yaşında olduğu önerilmiştir (Akdeniz ve Konak 1979).

## **5.2 Mesozoyik Birimleri**

### **5.2.1 Kırkbudak formasyonu (TrJk)**

Arıkaya formasyonunu uyumsuz olarak üzerleyen Kırkbudak formasyonu üst seviyelerde Budağan kireçtaşı ile yanal ve düşey geçişlidir. Arıkaya formasyonunun Orta Triyas-Erken Liyas yaşlı olduğu yorumlanmıştır (Akdeniz ve Konak, 1979). Birimin tabanındaki çakıltaları alüvyal yelpaze, çapraz katmanlı kaba kumtaşı, konglomera mercikleri, silttaşı ve kilttaşları ise olası menderesli akarsu ortamını yansıtır. Üste doğru görülen kumtaşı-silttaşı ardalanması delta ve bunlarla ardalanmalı algli kireçtaşı mercikleri sığ şelf çökellerini temsil eder.

### **5.2.2 Budağan kireçtaşı (Jkb)**

Altta silttaşı-şeyl-kireçtaşı ardalanmasıyla başlar, üstte doğru dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşından oluşur. Sığ deniz ortamında gelişmiş karbonatlarla temsil edilen birim, fosil içeriğine göre birimin Üst Triyas-Maestrihtiyen zaman aralığında çökeldiği düşünülmektedir (Akdeniz ve Konak 1979).

### **5.2.3 Dağardı karmaşığı (Kdm)**

Birim çamurtaşı, radyolarit, kireçtaşı, tüfit ve peridotit kütlelerinin düzensiz karışımı şeklindedir. Kendisinden yaşlı tüm birimleri tektonik olarak örter ve Budağan kireçtaşının dilimleri tektonik olarak melanjin içine yerleşmiştir (Konak, 1982). Dağardı melanji, Eosen yaşlı çökeller tarafından uyumsuzlukla örtülür. Dağardı melanjinin yerleşim yaşı Üst Kretase ile Eosen arasındadır (Akdeniz 1980).

## **5.3 Senozoyik Birimleri**

### **5.3.1 Eğrigöz graniti (Tme)**

Eğrigöz graniti inceleme alanında temeli oluşturan Paleozoyik-Triyas-Jura-Kretase yaşlı tüm kaya topluluklarını keser.

Eğrigöz graniti, Miyosen yaşlı Taşbaşı formasyonu tarafından açısız uyumsuzlukla örtülür. Birimden alınan U-Pb zirkon yaşı  $19.4 \pm 4.4$  My'dir. Hasözbek vd. (2010)'e göre, Eğrigöz granitinin yaşı Erken Miyosen'dir. Aynı araştırmacılara göre, Nd-Sr izotop sistematikleri değerleri ile iz ve nadir toprak element bileşimleri, Eğrigöz granitinin kısmi kabuk ergimesiyle oluştuğunu göstermiştir.



### **5.3.2 Taşbaşı formasyonu (Tmt)**

Tutturulmamış kaba detritikler ve kumtaşlarından oluşan birimdeki egemen litoloji, birbiri ile yanal ve düşey geçişli çakıltası ve kumtaşlarıdır.

Taşbaşı formasyonunun kalınlığı lokaliteye bağlı farklılıklar sunar. Farklı havzalarda kalınlığı 150-325 m arasında değişir (Akdeniz ve Konak, 1979; Baş, 1983). Birim kendisinden yaşlı temel kaya toplulukları üzerinde açısız uyumsuzlukla yer alır. Bölgesel olarak Neojen istiflerinin tabanında yer alması nedeniyle ve üstte geçişli olduğu Yeniköy formasyonundan elde edilen radyometrik yaşlara göre değerlendirildiğinde Taşbaşı formasyonunun Erken Miyosen yaşta olduğu yorumlanmıştır.

### **5.3.3 Yeniköy formasyonu (Tmy)**

Yeniköy formasyonu başlıca örgülü ve menderesli akarsu, delta ve göl ortamlarında çökelmiştir (Leflef 1980). Kumtaşı kiltası ve marnlardan oluşmakta olup linyit ara seviyeli ve yer yer tuf merceklidir.

Altında Taşbaşı formasyonun izlenmediği alanlarda Yeniköy formasyonu kendinden yaşlı tüm birimlerin üzerinde uyumsuz olarak yer alır.

Hisarcık ve Emet formasyonları birimi uyumlu olarak üzerlemektedir. Formasyon Civanadağ formasyonu ile yanal ve düşey geçişli, Akdağ vokanitleri ile eş yaşlıdır. Erken-Orta Miyosen yaşlıdır (Seyitoğlu, 1997). Yeniköy formasyonu ile ilişkili volkanik kayalar radyometrik verilere göre Erken Miyosen olarak yaşlandırılmıştır (Purvis ve Robertson 2004, 2005).

### **5.3.4 Civanadağ formasyonu (Tmc)**

Civanadağ formasyonu; asidik karakterli patlamalı bir volkanik etkinlik sonucu oluşmuş detritik mercekli piroklastiklerden oluşur. Civanadağ formasyonundaki tüfler alt

seviyelerde Yeniköy formasyonu ile yanal geçişlidir. Birimde Akdağ volkanitlerinin asidik lavları ile eş yaşıdır. Üstte ise Hisarcık ve Emet formasyonları ile yanal ve düşey geçişlidir. Araştırma alanı çevresinde Civanadağ formasyonu ile denestirilebilen volkanitlerden Erken-Orta Miyosen yaşları elde edilmiştir (Seyitoğlu 1997 ve Purvis ve Robertson 2004, 2005).

### **5.3.5 Akdağ volkanitleri (Tma)**

Akdeniz ve Konak (1979)'a tarafından Kuvaterner yaşta olduğu önerilen Naşa bazaltında Orta Geç Miyosen (15,2-15,8 My) (Ercan vd. 1996) yaşı elde edilmiştir. Bu yaş bulguları Akdağ volkanitlerinin bölgede Erken Miyosen sonlarından Geç Miyosen'e kadar etkin bir volkanizmanın sonucunda oluştuklarını açıklar. Kayaçların petrolojik özellikleri ilk evrede püskürtülmüş Civanadağ tüfleri ve Akdağ volkanitlerindeki asidik lavların, üst kabuğun kısmi ergimesi ile gelişen kalk alkale nitelikli magmadan, ikinci evreyi oluşturan andezitik ve bazaltik ortaç lavların ise alt kabuktaki ergime ile oluşan magmanın üst kabuk malzemesiyle karışması sonucunda gelişen volkanizmayla yüzeylendiğine işaret etmektedir (Ercan vd. 1996).

### **5.3.6 Hisarcık formasyonu (Tmh)**

Gösel ortamda depolanmış birim, tabanındaki Yeniköy formasyonu üzerine uyumlu olarak gelir. Üstte ise Emet formasyonu ile düşey geçişlidir. Birime Erken Pliyosen yaşı verilmiştir (Akdeniz ve Konak 1979). Hisarcık yöresinde birim en altta yeşil marnlarla başlar. İstif ince-orta kalın katmanlı olup kıltaşı, marn, kolemanitli kireçtaşı, tüf, tüfit, kolemanitli marn ve kireçtaşı ardalanmasından oluşur.

### **5.3.7 Emet formasyonu (Tme)**

Marn ve kireçtaşından oluşan Emet formasyonu için Erken-Orta Pliyosen yaşı önerilmiştir (Akdeniz ve Konak, 1979). Birimi kesen ve kireçtaşları arasında izlenen

lavlarının eşleniği olan volkanitlerden (Naşa bazaltı) elde edilen yaşlara göre (Ercan vd. 1996) Emet formasyonunun Orta-Geç Miyosen yaşta olduğu söylenebilmektedir.

### **5.3.8 Yeşilova formasyonu (Mye)**

Yeşilova formasyonu başlıca kırmızı renkli, kalın katmanlı, orta-kaba çakıllı konglomera ve kalın katmanlı çamurtaşlarından meydana gelir. Yeniköy ve Emet formasyonlarının üzerine uyumlu olarak gelir. Emet formasyonu ile yanal girikliği nedeniyle, Yeşilova formasyonunun üzerinde Emet formasyonunun bulunduğu kesimler de vardır.

### **5.3.9 Traverten (Qtr)**

Taze yüzeyi kirli sarı, bozmuş yüzeyleri grimsi ve kirli beyaz renkli olup aşırı gözenekli, boşluklu ve gevşek tutturulmuştur. Hamamköy çevresinde oluşumu günümüzde de sürdürmektedir.

### **5.3.10 Alüvyon (Qa)**

Akarsu vadileri boyunca ve Simav ovası tabanında izlenen tutturulmamış güncel çökellerdir. Simav ovasında, kuzeyde Mustafa Kemalpaşa Çayı ve doğuda Emet Çayı vadi tabanlarında yaygın olarak izlenir. Adı geçen vadi tabanlarındaki güncel akarsu yatak çökelleri ve bunlarla girik alüvyon yelpazesi çökellerinden oluşur. Tektonik bir havza olan Simav ovasında bataklık ve alüvyon yelpazesi çökelleri yaygındır.

## 6. YEREL JEOLJİ

Tez kapsamında Kalkan demir cevherleşmesinin içinde yer aldığı yaklaşık 18 km<sup>2</sup>'lik bir alanın 1/10.000 ölçekli jeoloji haritası yapılmış olup bu haritada daha önceki bölümde anlatılmış bulunan kaya birimlerinin litolojik dokanakları ile yapısal unsurlar, alterasyon ve cevherleşmelere ilişkin özellikler haritalanmıştır (Şekil 6.1).

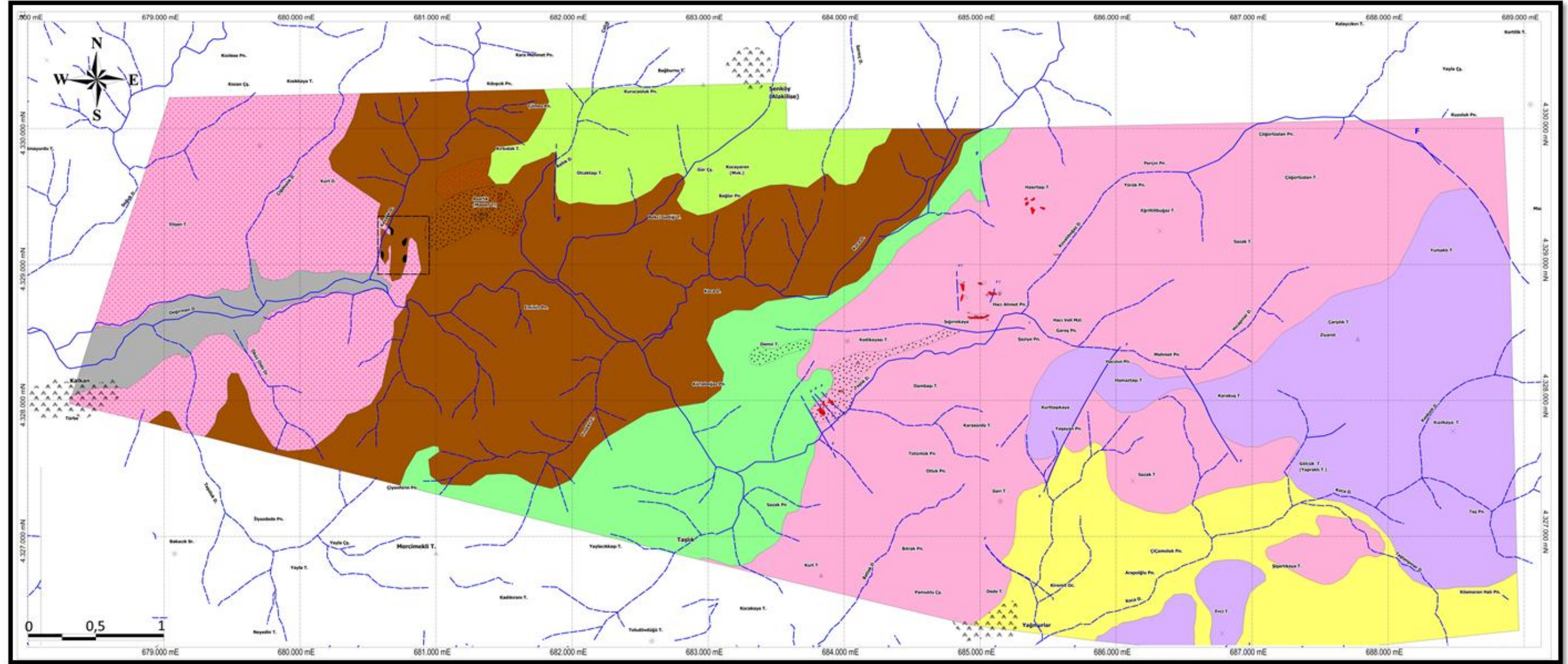
Jeolojik harita alımı yapılan alanda Menderes Masifi'nin temelini oluşturan Prekambriyen yaşlı metamorfitle, Mesozoyik yaşlı sedimanter kayalar ile Tersiyer yaşlı volkanitler ayrılanmıştır.

### 6.1 Kalkan Formasyonu

İnceleme alanının batısında Eğrigöz graniti ile dokanak oluşturan Kalkan metamorfitlelerine ait gnayslar, yeşilimsi siyahımsı ve kahverengimsi renklerde izlenen gnayslarla temsil edilirler (Şekil 6.2).

Makroskopik el örneklerinde kuvars ve feldispatlar açık renkli minerelleri, mika ve kloritler ise koyu renkli minerelleri oluştururlar. Mika ve hornblendler yer yer levhamsı ve uzamış şekilli olarak gözlenirler. Koyu ve açık renkli minerellerin oluşturduğu bantlaşmalar olağandır. Kırık ve çatlaklarında demir oksit boyamaları mevcut olup granitle olan dokanaklarında granat, epidot ve klorit gibi skarn mineralleri izlenir. Geniş alanlarda yüzlek veren gnayslar en iyi olarak inceleme alanında Kayalık dere içinde gözlenirler.

Kayalık dere içinde felsik ve mafik minerallerin oluşturduğu bantlı yapılar ve granit dokanaklarında gelişmiş birkaç metre boyutlarında masif manyetit mercekleri izlenmektedir (Şekil 6.3).



### Litoloji

	Alüvyon
	Akdağ Volkanitleri
	Civandağ Tüfleri
	Yeniköy Formasyonu
	Eğrigöz Graniti
	Kırkbudak Formasyonu
	Simav Metamorfitleri
	Kalkan Formasyonu

### Alretasyon

	Silisleşme
	Killeşme (Limonit ve Hematit)
	Silis Döküntüleri

### Semboller

	Breşleşme
	Tabaka konumu
	Fay
	Pirit
	Galenit
	Hematit
	Spekülarit
	Mangan
	Manyetit Mercikleri
	Detay İnceleme Alanı (Cevherli Zon)

Şekil 6.1 Kütahya Kalkan demir cevherleşmesi yakın çevresinin jeoloji haritası ( Cihan vd. yayınlanmamış)



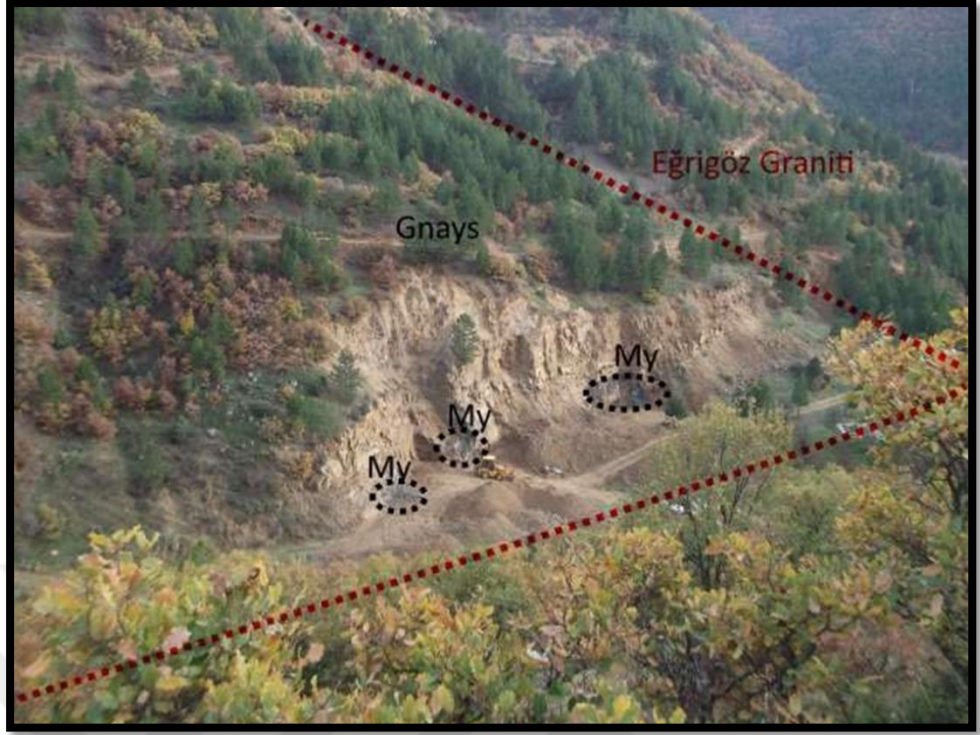


Şekil 6.2 Kalkan metamorfileri ve Eğrigöz graniti dokanağı, Kalkan metamorfilerine ait kahverengimsi gnayslar (Kayalık dere bakış kuzey doğuya)

İnceleme alanında gözlenen gnayslar yer yer limonitleşme hemeatitleşme, silisleşme, breşleşme ve piritleşme ile temsil edilen hidrotermal alterasyona uğramış olarak gözlenirler (Şekil 6.4).

En tipik olarak Asarlık tepenin batısında yol yarmasında gözlenen bu alterasyonlar, Şenköy yolu üzerinde gnaysları keser şekilde gözlenen ve boyutları nedeniyle (0.5-1m kalınlıkta ve uzanımları gözlenemiyor) 1/10.000 ölçekli jeoloji haritada gösterilememiş silisleşmiş ve pirit saçınımlı porfirik dayklarla ilintilendirilmiştir (Şekil 6.5).





Şekil 6.3 Granit-gnays dokanağında gelişmiş manyetit merccekleri  
(My: Manyetit, Kayalık dere içi, bakış D'ya, kesikli kırmızı çizgi gnays /granit dokanağıdır)



Şekil 6.4 Asarlıktepe'de gnayslarda gözlenen hidrotermal alterasyon



Şekil 6.5 Asarlık tepe batısında gnaysları kesen silisli, pirit saçınımlı porfirik dokulu dayklar

## 6.2 Simav Metamorfileri

Harita alanının güneyinde Taşlık köyü ve civarında geniş yüzlekler veren ve inceleme alanındaki metamorfilerin üst seviyelerini oluşturan Paleozoik yaşlı Simav metamorfilerine ait şistler, yeşilimsi ve siyahımsı gri renklerde olup belirgin bir yapraklanmaya sahiptir. Şistozite yönleri genellikle  $K45^{\circ}D/20^{\circ}KB$ 'dir (Şekil 6.6). Demir tepe civarında yaygın bir arjilik (killşeme, hematitleşme ve limonitleşme) alterasyona uğramışlardır. Koca derenin doğu yamaçlarında Kalkan metamorfileri ile olan dokanakları çok net izlenmektedir. Kalkan metamorfileri ile dokanak olan Simav metamorfilerinin doğu sınırı Civanadağ tüfleri tarafından örtülmüştür.





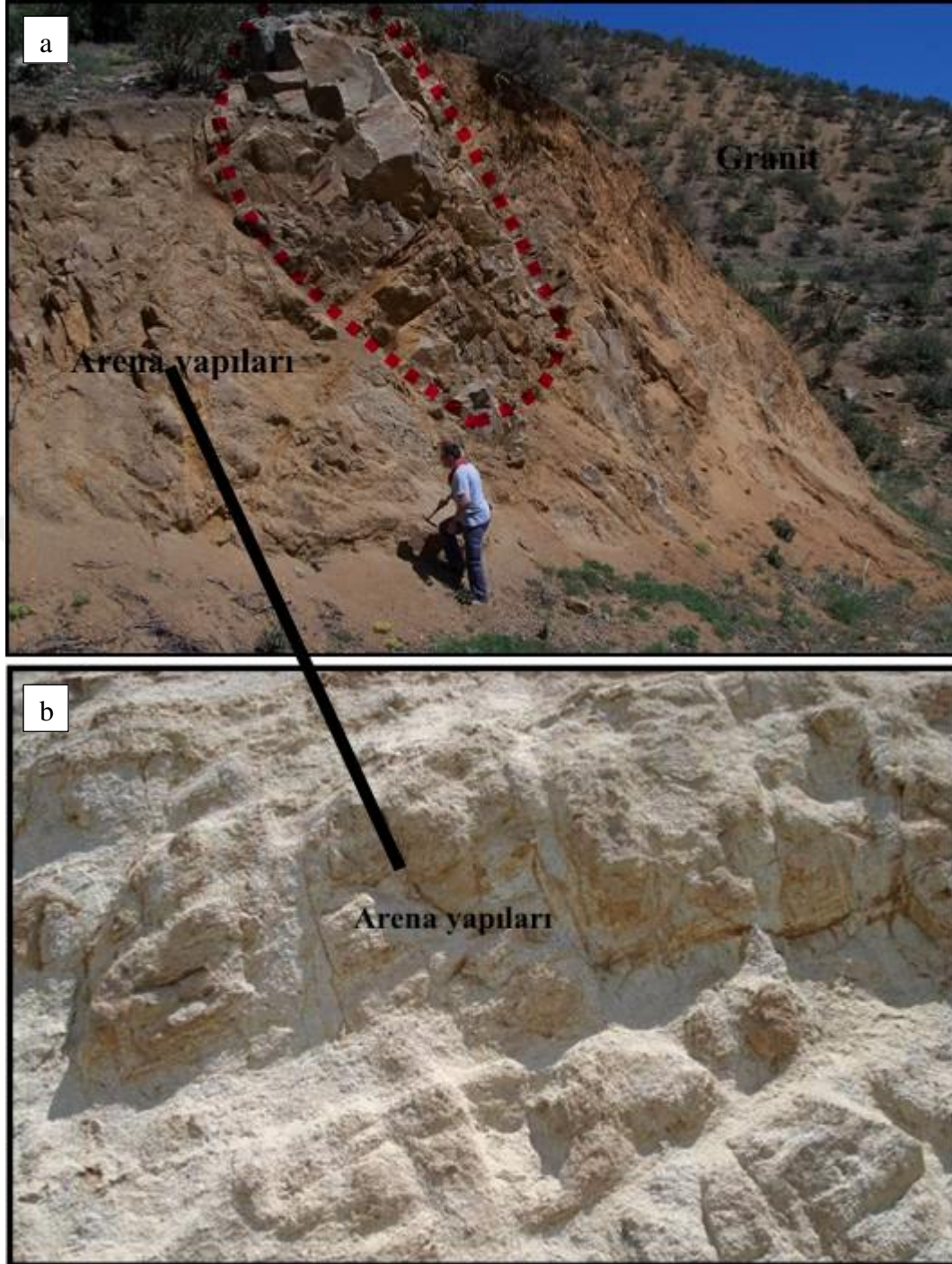
Şekil 6.6 Simav metamorfitlelerine ait şistlerde gözlenen şistozite düzlemleri  
(Taşlık köyü, bakış KB'ya)

### 6.3 Kırkbudak Formasyonu

Haritalanan alan içinde Asarlık tepenin 500 m KD'sunda Şenköy yolu üzerinde gözlenen Kırkbudak formasyonu, gri-boz renkli görünümlü olup çakıltaşı, kumtaşı, siltaşı, kiltası ve killi kireçtaşı ardalması olarak izlenir. Gnayslarla olan dokanakları faylı olup ezik breşik görünümlüdür.

### 6.4 Eğrigöz Graniti

Haritalama alanının batısında geniş alanlarda yüzlek veren ve gnayslarla intrüzif dokanaklı olarak izlenen Eğrigöz graniti; arenalaşmış, apilit damarları ile kesilmiş ve yer yer çuval yapıları sunarlar (Şekil 6.7.a, b).



Şekil 6.7.a. Eğrigöz granitinin arenalaşmış kesimlerinin uzaktan görünümü, b. Eğrigöz granitinin arenalaşmış kesimlerinin yakından görünümü

(Kayalık dere girişi, B'ya bakış)

Arazide grimsi pembemsi renklere gözlenen granitler tam kristalli ve eş taneli dokuya sahiptirler. K-feldispat ve kuvars hâkim ana mineraller olup mafik mineral olarak hornblend ve mika mineralleri içerirler.

## **6.5 Yeniköy Formasyonu**

Yeni köy formasyonu kumtaşı, kiltası ve marnlardan oluşan sedimanter bir istif olup en iyi olarak haritalama alanının GD'sunda yer alan Yağmurlar köyü ve Kocadere içinde gözlenirler. Kumtaşı, kiltası ve marnlardan oluşan Yeniköy formasyonunun alt dokanakları sahada gözlenemezken, batı sınırında Civanadağ ve kuzey sınırında ise Akdağ volkanitleri tarafından üzerlenirler.

## **6.6 Civanadağ Tüfleri**

Harita alanının doğusunda geniş alanlarda yüzlek veren Civanadağ tüfleri beyazımsı boz renkli piroklastiklerden oluşmaktadır (Şekil 6.8). İnceleme alanında en iyi olarak gözlendiği yer Taşlık dere ve yamaçlarıdır ve Hacıahmet pınarı yöresi arasında gözlenen kesimlerde KB konumlu fayların etkiyle hidrotermal alterasyona uğrayarak breşleşmişler, killeşmiş, silisleşmişler, piritleşmişler ve hematitleşmişlerdir.

## **6.7 Akdağ Volkanitleri**

İnceleme alanının D'sunda Kızılkaya tepe, Karakuş tepe, Çarşılık tepe civarlarında yüzlek verirler. Andezitik, dasitik ve bazaltik lavlardan oluşan Akdağ volkanitlerinin kuzey sınırı Civanadağ tüflerini örtmektedir (Şekil 6.9).

## **6.8 Alüvyon**

İnceleme alanının batısında yer alan Kalkan köyünün KD'sunda Değirmen dere boyunca gözlenen alüvyonlar çalışma alanındaki en genç birimdir.





Şekil 6.8 Beyazımsı boz renkli Civanadağ tüfleri ve yol yarmasında killenmiş kesimler (Taşlık dere-Kedikayası tepe arası)



Şekil 6.9 İnceleme alanında Akdağ volkanitleri ve Civanadağ tüflerinin dokanağı

## 7. MADEN JEOLJİSİ

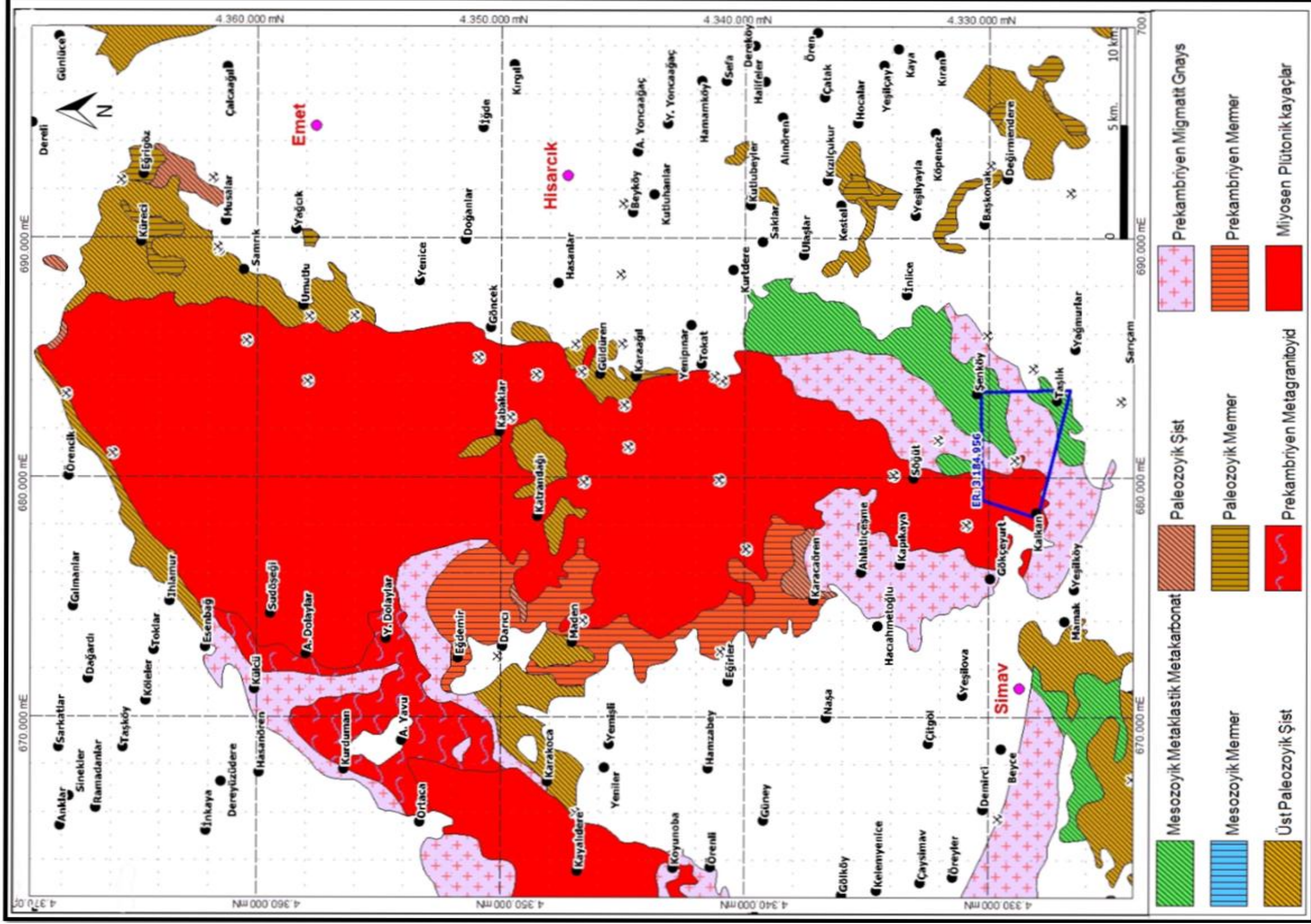
Çalışma sahasının içinde bulunduğu Kütahya ili Emet ve Simav ilçeleri arasında çok sayıda demir oluşumunun varlığı bilinmektedir. İrili ufaklı bu oluşumların bir kısmı Menderes Masifi'nin kuzey batısında yüzeyleyen Oligo-Miyosen yaşlı Eğrigöz granitinin daha çok doğu sınırı boyunca 50 km<sup>2</sup>'lik bir alan içerisinde bulunmaktadır (Taşan vd.,1984). Bölgede yer alan başlıca demir oluşumları; Çatak, Küreci, Samrık, Azant, Göncek, Sopalı, Güldüren, Karaağıl, Kalkan, Gölcük, Rahimler, Elmalıyayla, Gavurderesi, Katrandağı, Kayaaltı, Alaslıalan ve Seklikderesi köyleri çevresinde izlenmekte olup bu köylerin isimleri ile anılmaktadır (Şekil 7.1).

Kalkan demir cevherleşmesi Menderes Masifi'ne ait metamorfik kayalar ile intrüzif bir ilişki sunan Eğrigöz granitinin güney dokanağında gelişmiştir (Akdeniz ve Konak, 1979).

K10°D/25°KB konumlu olarak 400 m'lik bir uzanım sunan cevherleşmenin sondajlarda kesildiği derinliklere bağlı olarak iki ayrı seviyeden oluştuğu belirlenmiştir. Bunlardan üstte olan birinci seviyedeki cevherleşmenin kalınlığının 3 ile 10 m arasında değiştiği altta olan ikinci seviyedeki cevherleşmenin kalınlığının ise 1 ile 5 m arasında değiştiği görülmektedir. Arazi gözlemleri ve sondaj karotlarından derlenen kayaç örnekleri üzerinde yapılan cevher mikroskobisi çalışmaları sonucunda, esas cevher mineralinin manyetit ve daha az oranda hematitten oluştuğu saptanmıştır. Cevherleşme masif, bantlı ve saçınımlı olmak üzere üç farklı biçimde izlenmektedir.

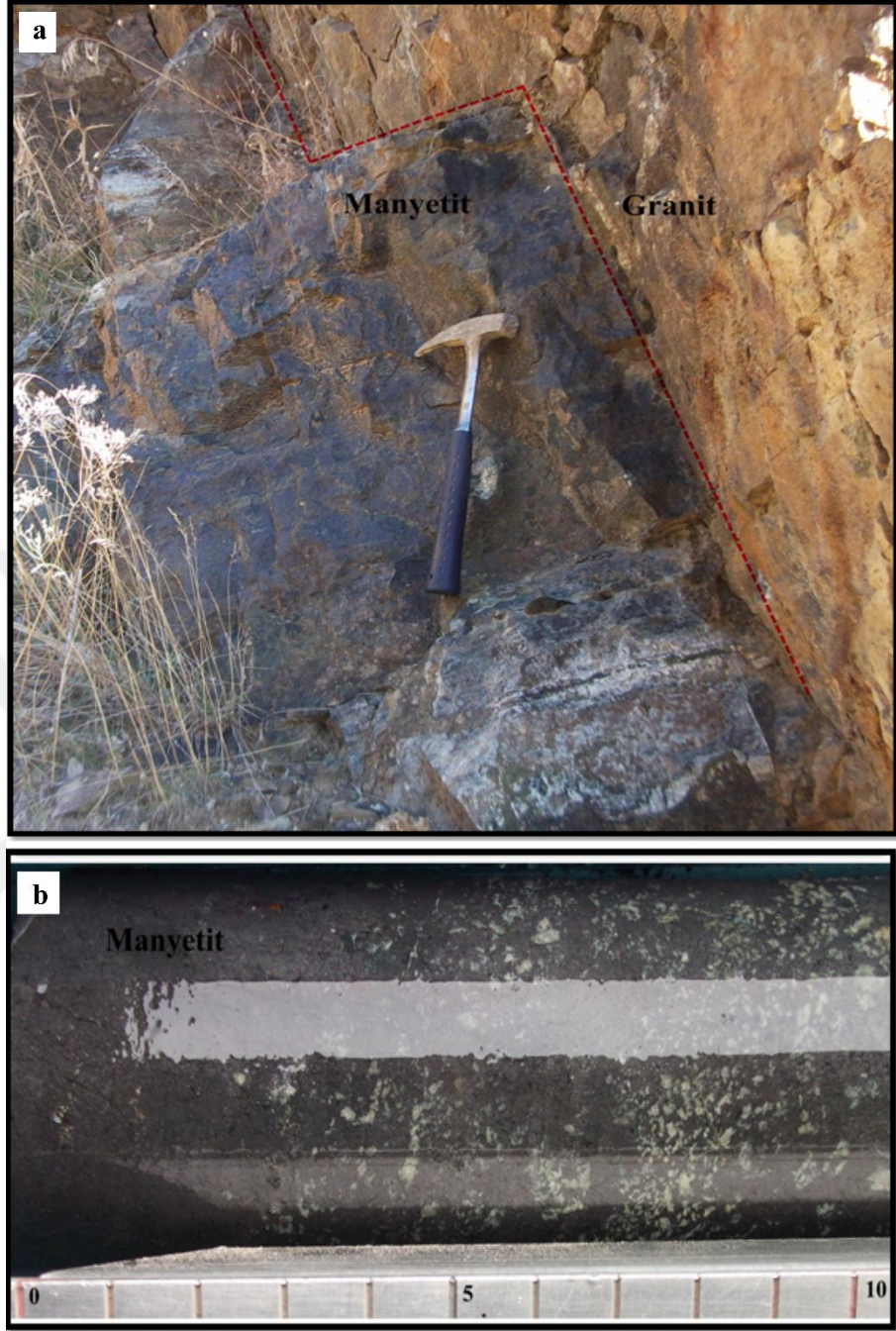
Masif demir cevherlemesine granit/gnays dokanakları ile ve ekzoskarn olarak gnays birimi içinde rastlanmaktadır (Şekil 7.2.a,b.). Skarnlaşmanın, gnays içindeki rekrystalize karbonat mercek ve bantlarının, cevher taşıyan akışkan tarafından ornatılması sonucunda geliştiği düşünülmektedir. Skarn zonun ana bileşenlerini granat, epidot, karbonat mineralleri ve kloritleşmiş piroksenler oluşturmaktadır.





Şekil 7.1 Eğrigöz graniti masifi kenarları boyunca gözlenen demir oluşumları (MTA tarafından hazırlanan 1/500.000 ölçekli jeoloji haritası baz alınarak hazırlanmıştır)





Şekil 7.2.a. Masif manyetitin arazi görünümü, b. Masif manyetitin sondaj karotlarındaki görünümü

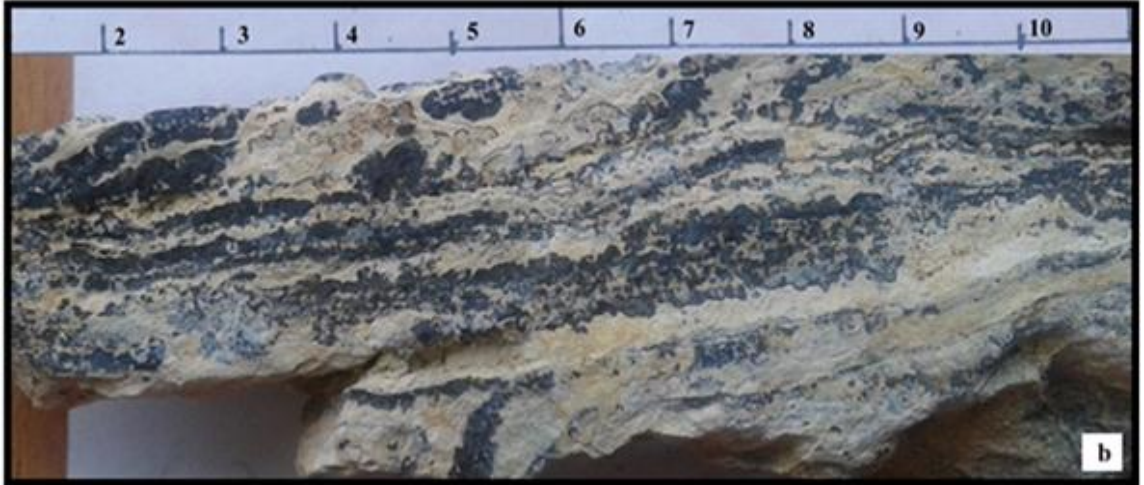
Skarn ve ilişkili olduğu düşünülen cevher bantları gnaysların foliasyona düzlemlerine paralellik sunmaktadır. Ayrıca arazi gözlemlerinde cevher bantlarının, gnayslarda gözlenen kıvrımlara benzer geliştiği görülmüştür; bu gözlemler sinsedimanter süreçlerden sonra gnays ve manyetitlerin birlikte metamorfizmaya uğramış olabileceğini

düşündürmektedir (Şekil 7.3.a,b). Bu durumda kireçtaşlarındaki sedimanter yapıların ve metamorfit kayalardaki zayıf yüzeylerin skarn oluşumu ile cevherleşmenin kaynağı olan hidrotermal akışkanlarına kanallar oluşturduğu düşünülmektedir. Bunun sonucunda gnaysın içinde gözlenen cevher bantları foliasyona düzlemleri ile paralellik sunmaktadır. Bantlı cevhere gnaysların içinde, saçınımlı cevher ise hem gnays hem de granit içinde değişik yoğunluklarda rastlanmaktadır.

Farklı iki seviyeden oluşan her iki cevherleşmenin alt ve üst sınırlarında skarn tipi cevherleşmelerde karakteristik olarak gözlenen granat, epidot ve klorit mineralleri oluşumları gözlenir.







Şekil 7.3.a.b İnceleme alanından alınan örneklerdeki manyetit bantları

## **8. MİNERALOJİ VE PETROGRAFI**

Tez çalışmasına altlık oluşturan mineralojik-petrografik çalışmalar, Demir Export A.Ş. tarafından sahada yapılan 50 adet sondajın makroskobik olarak incelenmesi esnasında derlenen örneklerin incelenmesi biçiminde gerçekleştirilmiştir (Çizelge 8.1).

Örnek seçiminde arazi gözlemleri temel alınarak litolojik farklılıklar, cevher/yan kayaç ilişkileri, alterasyon, cevher tipi ve yapısal unsurlar dikkate alınmıştır. Bu kriterler eşliğinde karotlardan derlenen örneklerin mineralojik- petrografik tayinleri için 35 ince kesit ve 15 parlatma kesiti hazırlanmış ve bu kesitler MTA da incelenmişlerdir.

İnce kesit ve parlatma örneklerinin hazırlanması ve mikroskop altında incelenmesi mineralojik-petrografik çalışmalarının esassını oluşturmaktadır.

### **8.1 İnce Kesitler**

İnce kesit örneklerinin mineralojik-petrografik tayinleri sonucunda çalışma alanında gnays, granit, granodiyorit porfir, granat fels ve milonit olmak üzere 5 farklı kayaç grubu ayırtlanmıştır.

#### **8.1.1 Gnays**

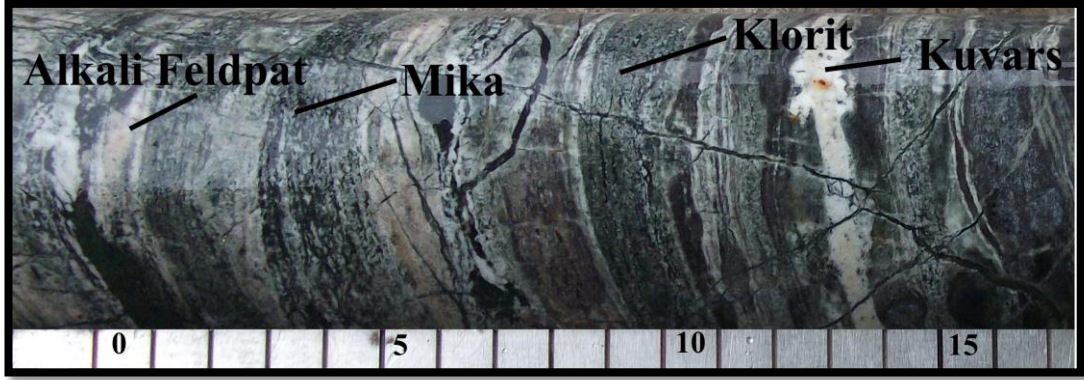
Sondaj karotlarında, siyahımsı, yeşilimsi renklere gözlenirler. Felsik ve mafik minerallerde bantlanmalar ve yönlendirmeler karakteristik olup kuvars ve karbonat bantlarına da sıkça rastlanmaktadır (Şekil 8.1).

Gnayslarda yapılan mikroskobik çalışmalar sonucunda ana mineral bileşenleri olarak kuvars, alkali feldispat, mika ve klorit belirlenmiştir. Örneklerin tamamı yönlü doku göstermektedir. Genel olarak mineral bileşenleri alkali feldispat, kuvars , mika ve kloritten oluşmaktadır.

Alkali feldispatlar, killeşmiş ve serizitleşmiş porfiroblastlar halinde izlenirler. Kuvarlar öz şekilsiz olup dalgalı sönme gösterirler. Kloritler yönlenme göstermektedir ve belirli seviyelerde birikimler halindedir.

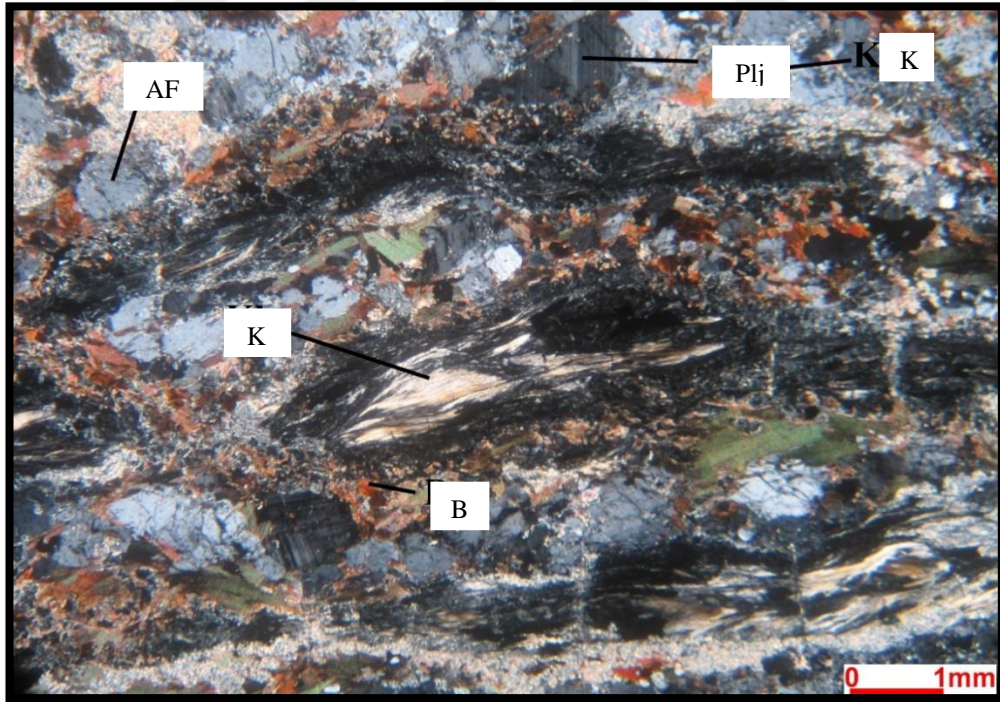
### 8.1 Mineralojik-petrografi çalışmalarında incelenen kesitlerin sondajlardaki dağılımı

İnce Kesit Örnekleri				Parlak Kesit Örnekleri			
Sondaj Numarası	Örneğin Alındığı Metre	Makroskobik Tanım	Mikroskobik Tanım	Sondaj Numarası	Örneğin Alındığı Metre	Makroskobik Tanım	Mikroskobik Tanım
KK1	45,6	Manyetit	Manyetit	KK1	28	Manyetit	Masif
KK1	118,5	Granit	Granit	KK1	48	Manyetit	Masif
KK2	48,5	Metamorfik	Gnays	KK2	61,9	Manyetit	Bantlı
KK3	53,5	Metamorfik	Gnays	KK3	43,2	Manyetit	Masif
KK3	90,50	Granit	Granit	KK4	28,3	Manyetit	Masif
KK4	98,7	Granit	Granit	KK5	55,5	Manyetit	Bantlı
KK4	105	Granit	Granit	KK5	58,6	Manyetit	Bantlı
KK5	40,45	Metamorfik	Gnays	KK5	59,95	Manyetit	Bantlı
KK5	55,5	Manyetit	Granat Fels	KK6	23,5	Manyetit	Saçımlı
KK5	58,6	Manyetit	Manyetit	KK8	30,85	Manyetit	Saçımlı
KK5	59,95	Manyetit	Gnays	KK9	32	Manyetit	Saçımlı
KK7	15	Manyetit	Gnays	KK12	37	Manyetit	Saçımlı
KK7	58,7	Granit	Granit	KK13	21	Manyetit	Saçımlı
KK9	43,45	Metamorfik	Gnays	KK14	88,6	Manyetit	Bantlı
KK12	25,9	Altere Gnays	Gnays	KK20	51,5	Manyetit	Masif
KK12	26,8	Altere Gnays	Gnays				
KK12	70	Gnays	Gnays				
KK13	29,2	Gnays	Gnays				
KK14	18	Altere Gnays	Gnays				
KK14	43	Gnays	Milonit				
KK14	49	Gnays	Granodiyorit Porfir				
KK14	81,6	Gnays	Granodiyorit Porfir				
KK14	114,05	Granit	Granit				
KK14	115,8	Granit	Granit				
KK15	96,1	Gnays	Gnays				
KK15	91,8	Granit	Granit				
KK17	26,3	Metamorfik	Milonit				
KK18	53,6	Granit	Granit				
KK19	54,2	Granit	Granit				
KK19	65,8	Granit	Granit				
KK20	30,15	Granit	Granit				
KK20	65,9	Granit	Granit				
KK21	36,5	Granit	Granit				
KK22	50,1	Granit	Granit				
KK30	73	Metamorfik	Gnays				



Şekil 8.1 Sondaj karotlarındaki gnayslarda gözlenen alkali feldspat, mika, klorit ve kuvars bantlaşmaları

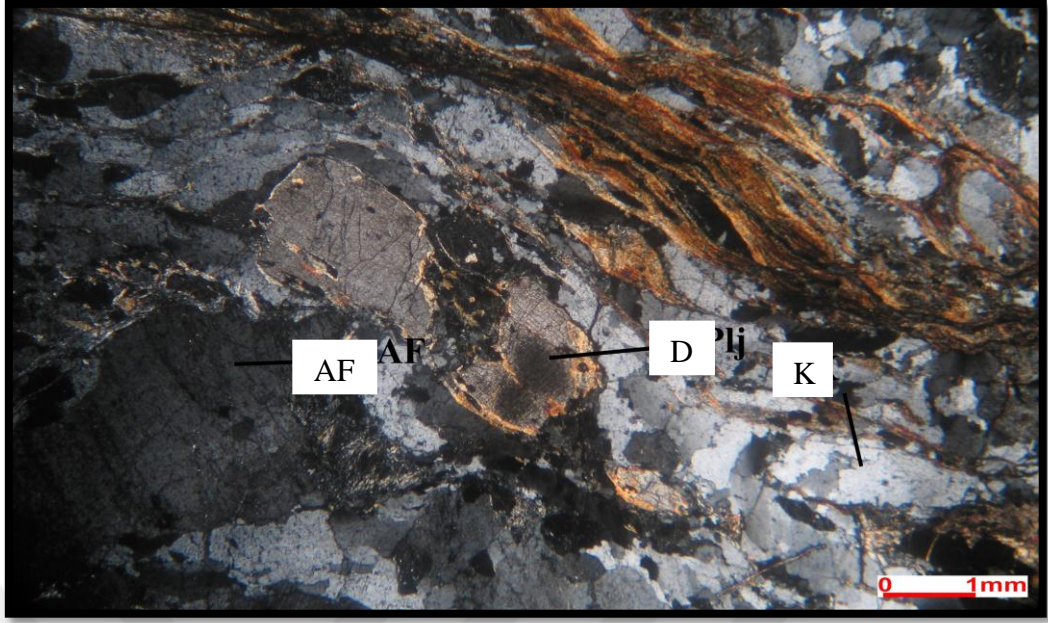
Örneklerde mikalar opak minerallerce zenginleşmiş kloritleşmiş ve belli alanlarda yoğunlaşarak yönlenmeyi oluşturmuştur (Şekil 8.2). Bazı örneklerde eser olarak disten minerali de gözlenmiştir (Şekil 8.3).



Şekil 8.2 Gnayslar içinde yönlenme gösteren ve birikimler halinde gözlenen klorit mineralleri

(ÇN, AF: Alkali Felspat, K: Kuvars, Kl: Klorit, PLJ: Plajyoklas, B: Biyotit )





Şekil 8.3 Gnays örneklerinde eser olarak gözlenen disten minerali  
(ÇN, K: Kuvars, AF: Alkali Feldispat, D: Disten)

### 8.1.2 Granit

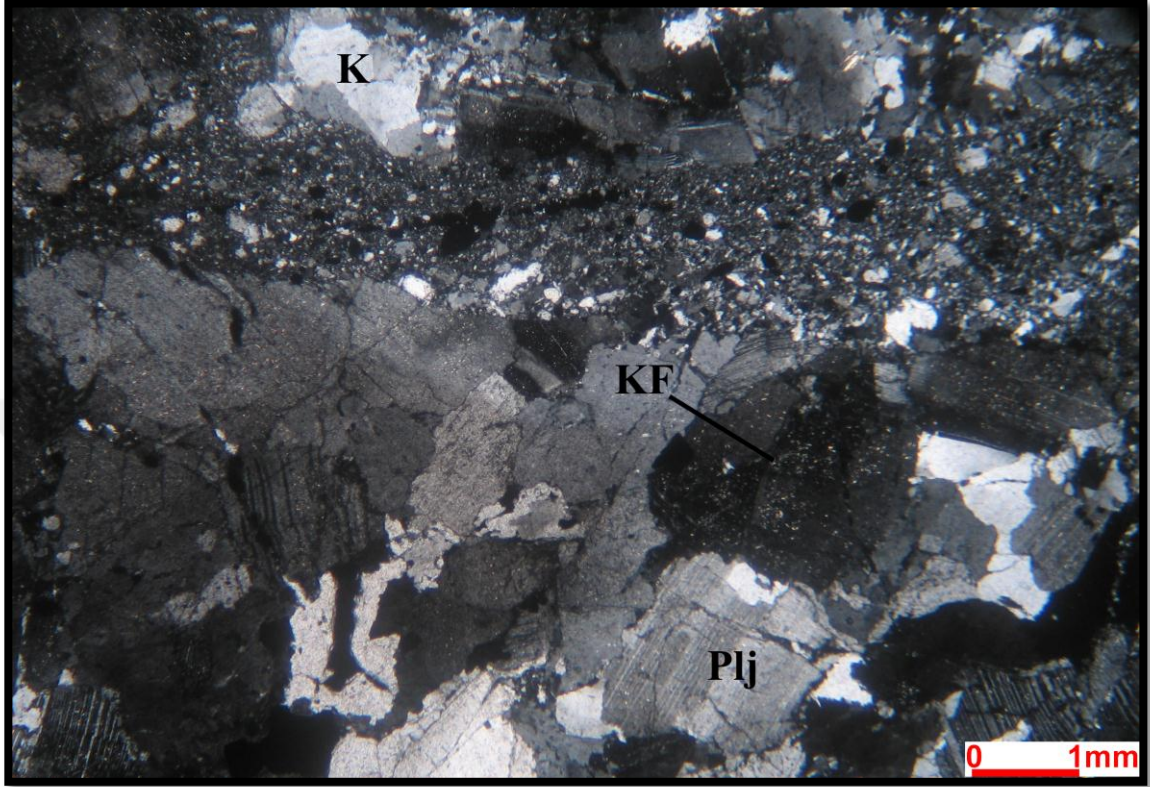
Sondaj karot örneklerinde gri, koyu gri renklerde, eş taneli ve tam kristalli olarak gözlenirler. Kuvars, feldispat ve mafik minerallerden oluşmaktadır (Şekil 8.4).



Şekil 8.4 Sondaj karotlarında gözlenen kuvars ve mafik minerallerden oluşan, eş taneli granit

Mikroskop çalışmaları sonucunda holokristalen taneli dokuya sahip olduğu belirlenen granit; kuvars, alkali feldispat, plajiyoklas, sfen ve rutil minerallerinden

oluşmaktadır. Kesitlerde epidot ve klorit mineralleri de izlenmiştir (Şekil 8.5). Genellikle ilksel dokusu kısmen korunmuş ve yer yer öğütülmüş, ufalanmışlardır.

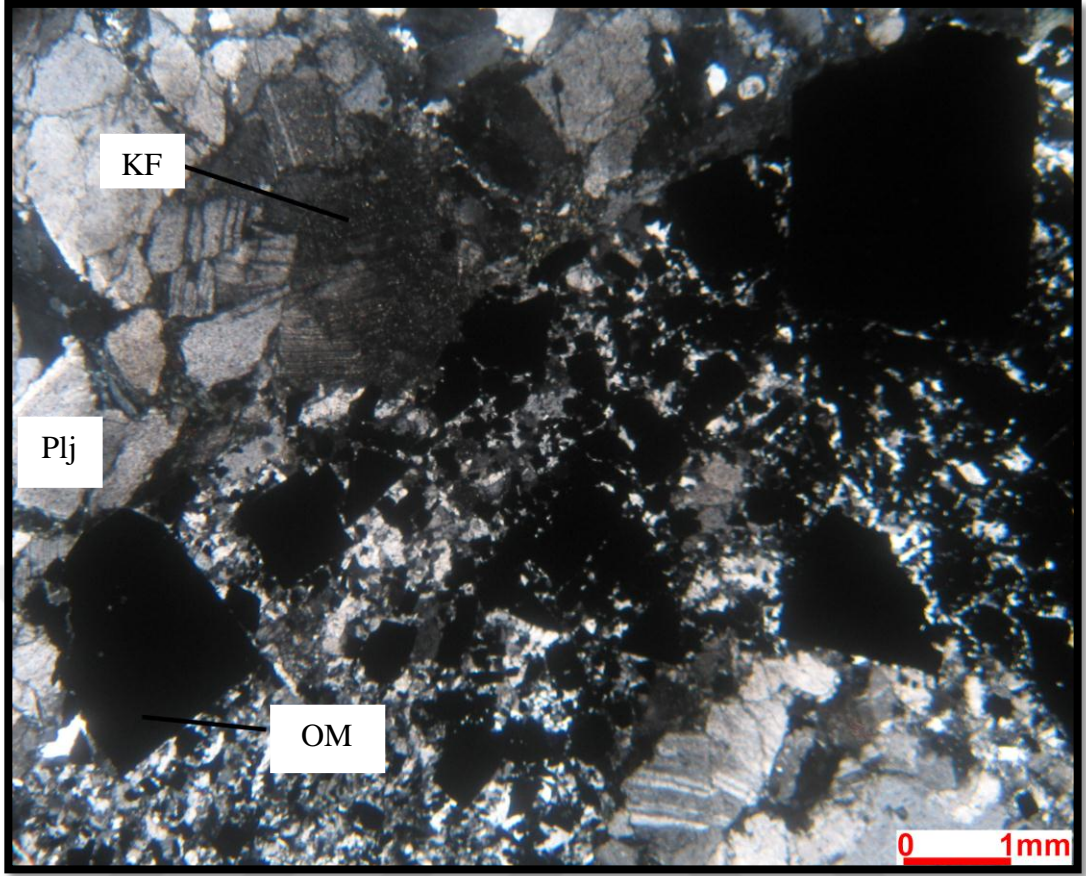


Şekil 8.5 Granit içinde ezik zonların genel görünümü  
(ÇN, K: Kuvars, KF: K-Feldspat, Plj: Plajoklas)

İncelenen kesitlerde, alkali feldispatlar az oranda serizitleşmiş ve yer yer pertitik doku göstermektedir. Kuvarslar genellikle rekristalize olmuş ve öğütülmüş, ufalanmıştır. Plajyoklazlar az oranda serizitleşmiştir. İkiz lamellerinde kaymalar izlenir. İkincil mineral olarak çatlaklarda ve mafik minerallerin dönüşümü olarak klorit izlenmektedir.

Granit örneklerinde çatlaklar boyunca opak mineraller de izlenmektedir. Bu kısımlarda öğütülme ufalanma oldukça fazladır (Şekil 8.6 ).



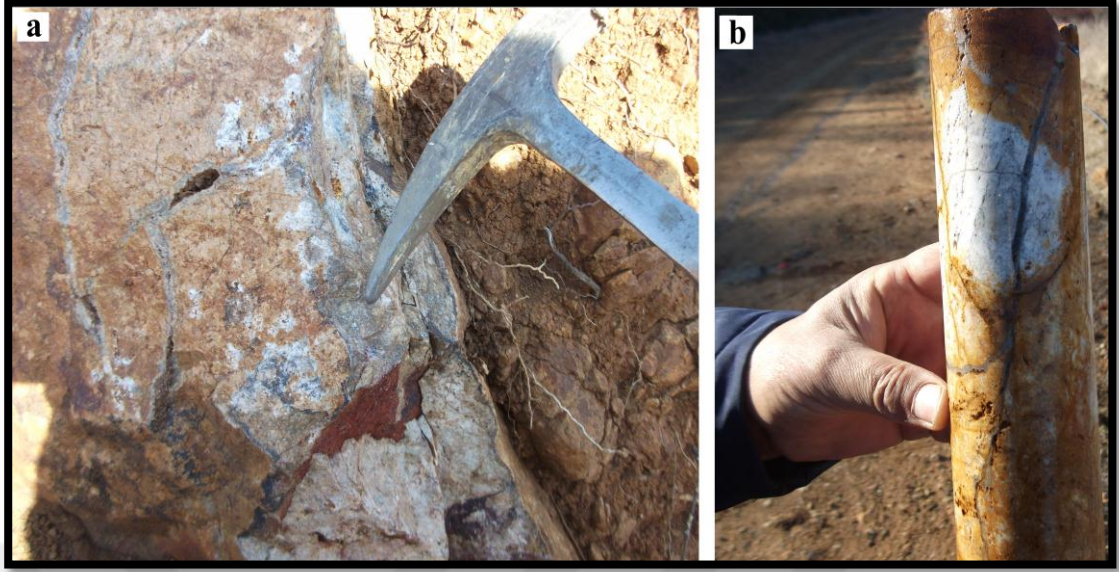


Şekil 8.6 Granit içerisinde opak mineraller

(ÇN, K: Kuvars, KF: K-Feldspat, Plj: Plajoklas, OM: Opak Mineral)

### 8.1.3 Granodiyorit porfir

Çalışma alanında Kırkbudak tepe'nin 150-200 m. güney doğusunda haritalanamayacak kadar küçük boyutlarda dayk ve merclekler şeklinde yüzlek veren granit porfir sondaj karotlarında sarımsı ve grimsi renklerde, silisleşmiş, pirit saçınımlı ve kuvars damarcıkları tarafından kesilmiş olarak gözlenir (Şekil 8.7.a, b).

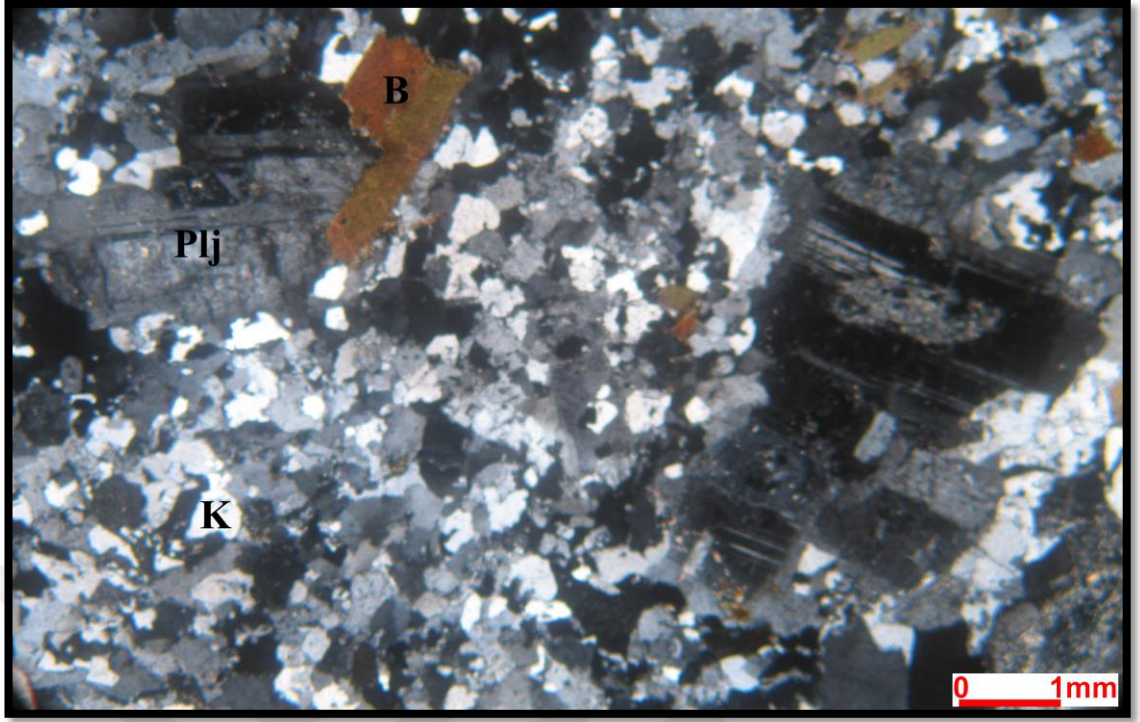


Şekil 8.1. a Granodiyorit porfirin yüzlek görünümü, b Granodiyorit porfirin sondaj karotlarındaki görünümü

İnce kesit çalışmalarında granit porfirin holokristalin porfirik dokuya sahip olduğu belirlenmiştir. Ana mineral bileşenleri, kuvars, alkali feldispat, plajyoklaz ve biyotittir (Şekil 8.8). Hamuru oluşturan mineraller tek tip olup fenokristal ile hamur arasındaki tane boyu farkı çok büyük değildir. Kuvarslarda mikrografik doku ve alkali feldispatların bazılarında ise pertitik doku gelişmiştir.

Plajyoklazlar zonlu yapı ve polisentetik ikizlenme gösterirler. Yer yer serizitleşmiş, karbonatlaşmış ve killeşmiş olarak da izlenmişlerdir. Biyotitler kısmen kloritleşmiş ve ender olarak da opaklaşma gösterirler.



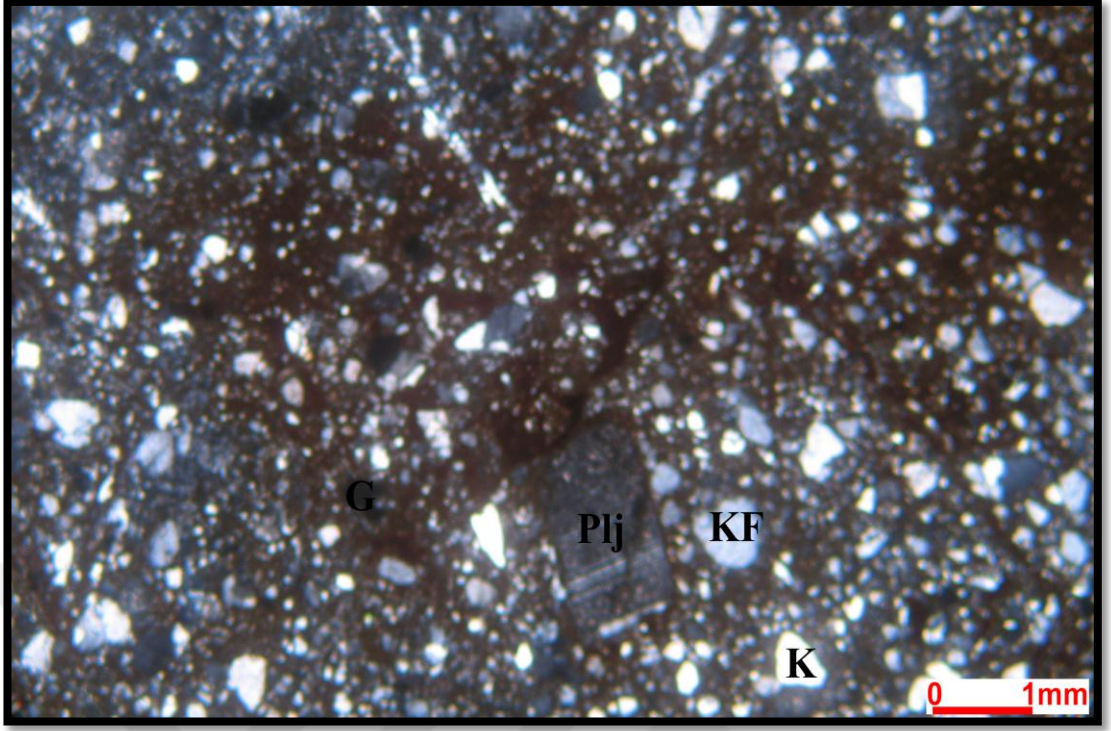


Şekil 8.2 Holokristalen porfirik dokulu granodiyorit porfir örneği  
(ÇN, K: Kuvars, Plj: Pilajioklas, B: Biyotit)

#### 8.1.4 Granat fels

İnceleme alanında yüzlek vermeyen ve sondaj karotlarında makroskopik olarak tanımlanamayan granat fels iki farklı ince kesitte tanımlanmıştır.

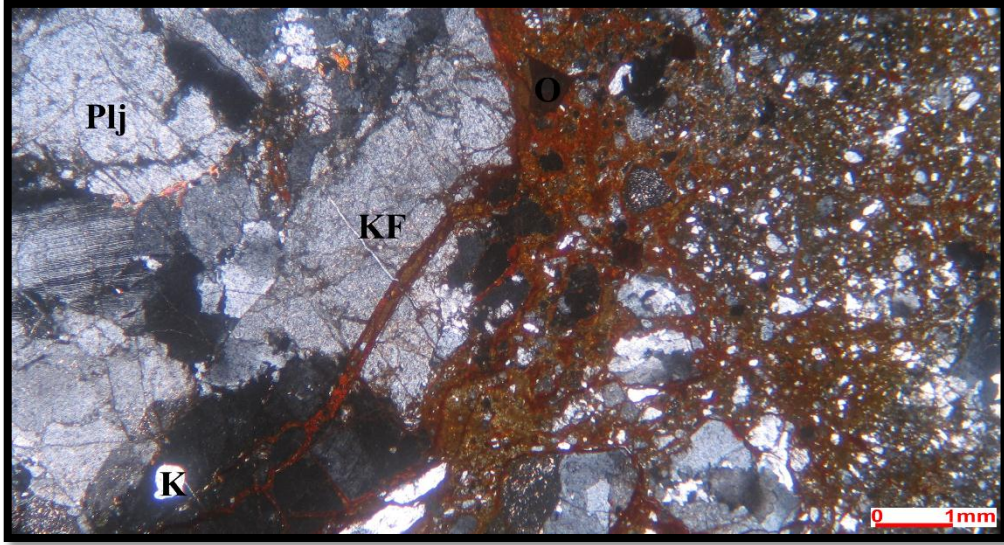
Yoğun opak mineral içermektedirler. Bol miktarda granat, karbonatlaşmış, kloritleşmiş piroksen (bazısı tamamen karbonat ve klorite dönüşmüştür) ve çatlaklarda epidot ile karbonat minerali izlenmiştir opak minerallerin arasında, çatlak ve boşluklarında piroksen (klinopiroksen türü kırık-çatlaklarından itibaren karbonatlaşmış ve kloritleşmiştir), klorit, karbonat ve kuvars mineralleri saptanmıştır (Şekil 8.9). Granat fels kesitlerinde masife yakın manyetit minerali ile daha az oranda hematit izlenmiştir.



Şekil 8.3 Granat felslerden genel görünüm  
(ÇN, K: Kuvars, KF: K-Feldispat, G: Granat, Plj: Plajioklas)

### 8.1.5 Milonit

Haritalama alanında yüzlek vermeyen milonit örnekleri, ilksel dokusunu tamamen yitirmiş mineralleri 0.08 mm ye kadar öğütülmüş ezilmiş ve ufalanmaların yaygın olduğu kuvars, feldispat grubu (plajyoklaz ve K feldispat) mineraller ile kloritleşmiş biyotitlerin gözlemlendiği granitik bileşimli bir kayaç olarak tanımlanmıştır (Şekil 8.10).



Şekil 8.4 Milonitlerin genel görünümü

(K: Kuvars, KF: K-Feldispat, Plj: Plajioklas, O: Opak Mineral)

## 8.2 Cevher Mikroskobisi

İnceleme alanındaki yüzlelerde ve karot örneklerinde gözlenen demir cevherleşmesinin büyük kısmı manyetit mineralinden ve daha az olarak da hematit mineralinden oluşmaktadır. Cevherleşme masif, bantlı ve saçınımlı tipte gözlenmektedir.

Masif tip cevherleşme genellikle gnays-granit dokanağında gelişmiştir. Bantlı tip cevherleşme ise gnaysların arasında izlenmekte olup bantların kalınlığı mm den cm mertebesine kadar değişmektedir. Saçınımlı tip cevherleşme ise hem gnays, hem de granit içinde farklı yoğunluklarda izlenmektedir.

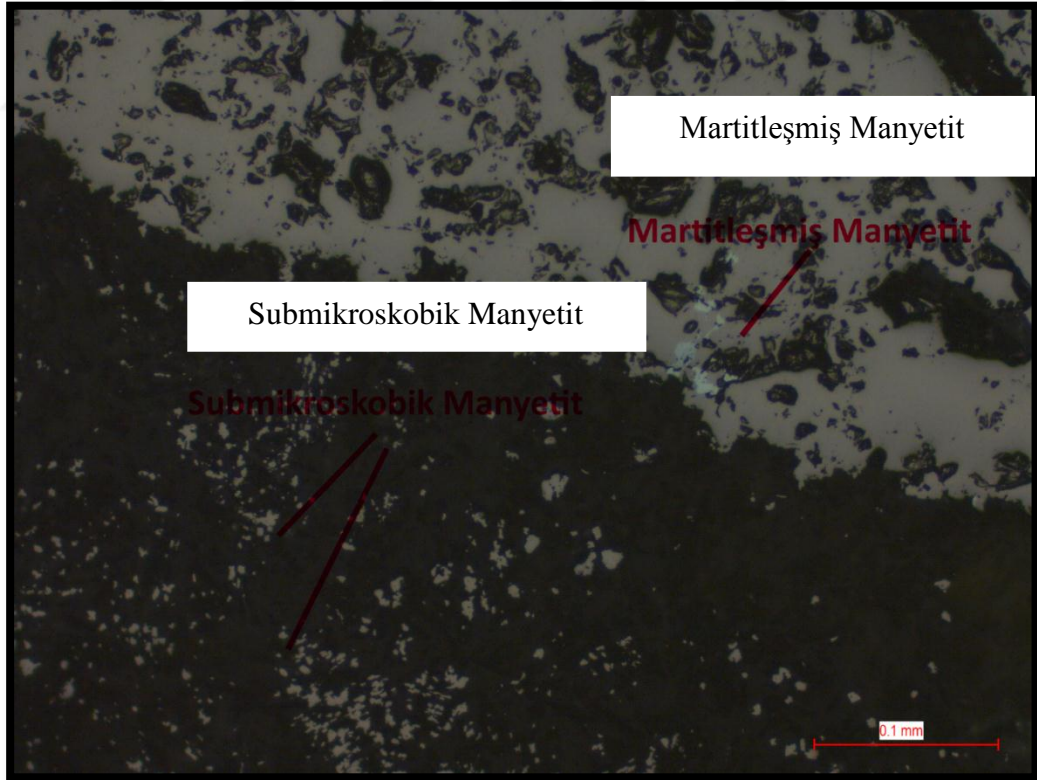
İnceleme alanında gerçekleştirilen sondaj çalışmalarından elde edilen karotlardan derlenen ve Çizelge 8.1’de gösterilen örneklerden hazırlanan parlak kesitlere dayanarak cevher mikroskobisi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Parlatma kesitlerinin incelenmesi sonucunda, cevherli zonlar içerisinde oluşan cevher mineralleri olarak manyetit, hematit, limonit, pirit, markasit, rutil ve ilmenit belirlenmiştir. Bu bölümde cevher



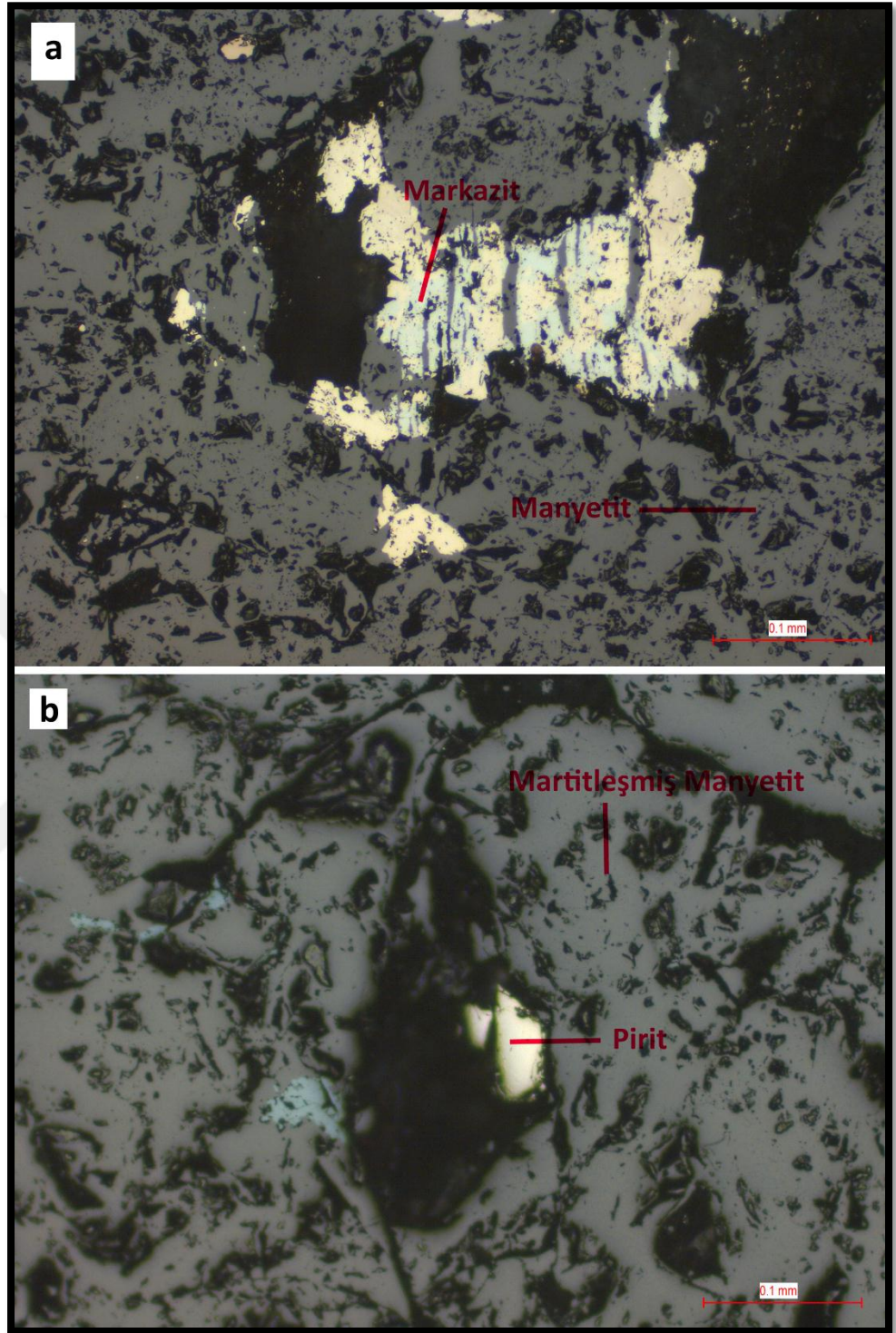
minerallerinin birbiriyle ilişkileri irdelenmiş ve cevherleşmenin oluşum ortamı hakkında, yorum yapılmaya çalışılmıştır.

Parlatma kesitlerindeki manyetitler genellikle öz şekilsizdir. Manyetitlerin kenarlarında ve iç kesimlerde izlenen martitleşme belirgindir (Şekil 8.11). İncelenen bazı örneklerde manyetitler pirit ve markazit tarafından kesilmektedir. (Şekil 8.12.a,b). Ayrıca manyetitten limonite dönüşümlere de rastlanmaktadır.

İnceleme alanında gözlenen masif, bantlı ve saçınımlı cevherleşmelerin hemen tamamında hematit minerali de izlenmektedir. Yapılan cevher mikroskobisi çalışmaları sonucunda 2 tip hematit belirlenmiştir. Bunlardan ilki manyetitlerin martitleşmesi ile oluşmuş, ikinci tip ise manyetitlerin aralarında gelişmiş submikroskobik öz şekilsiz hematittir (Şekil 8.13).

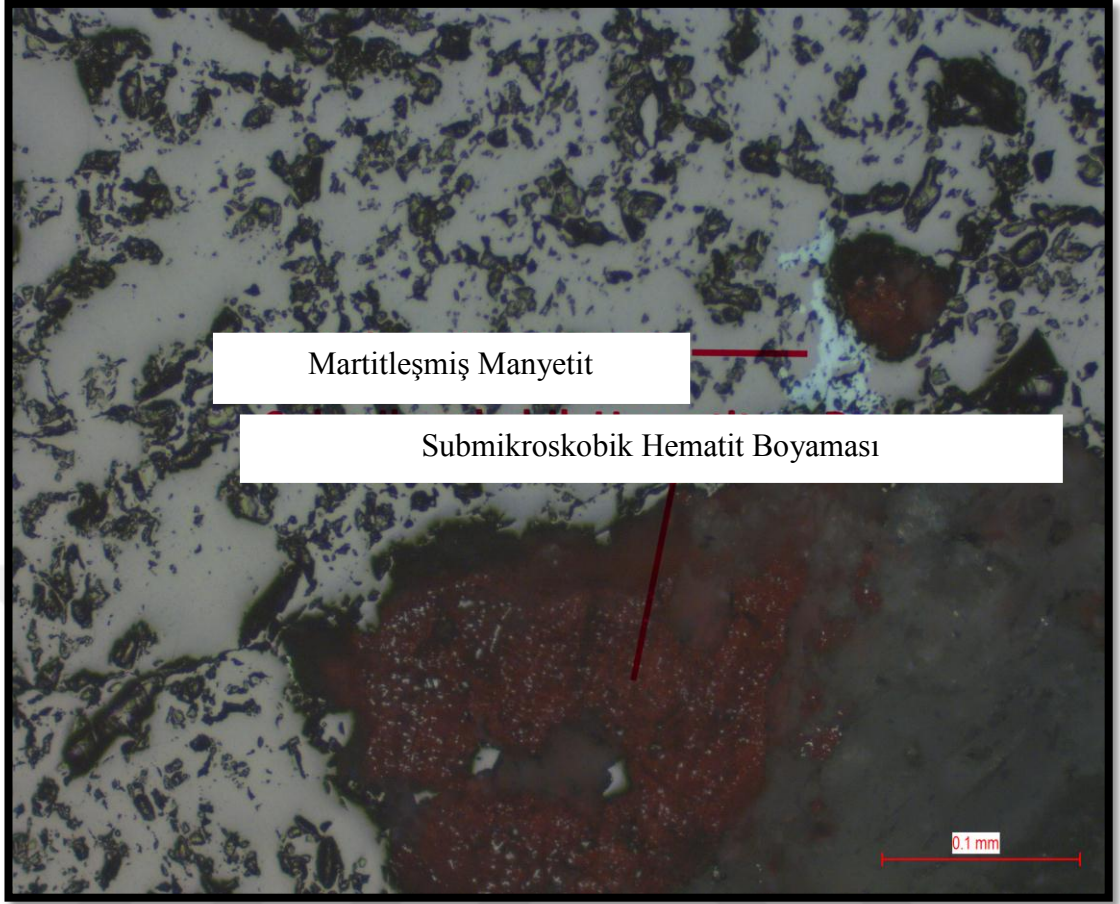


Şekil 8.5 Manyetiteli kesitlerde gözlenen martitleşmeler



Şekil 8.6 Manyetiteli örnekler aralarında pirit ve markazit





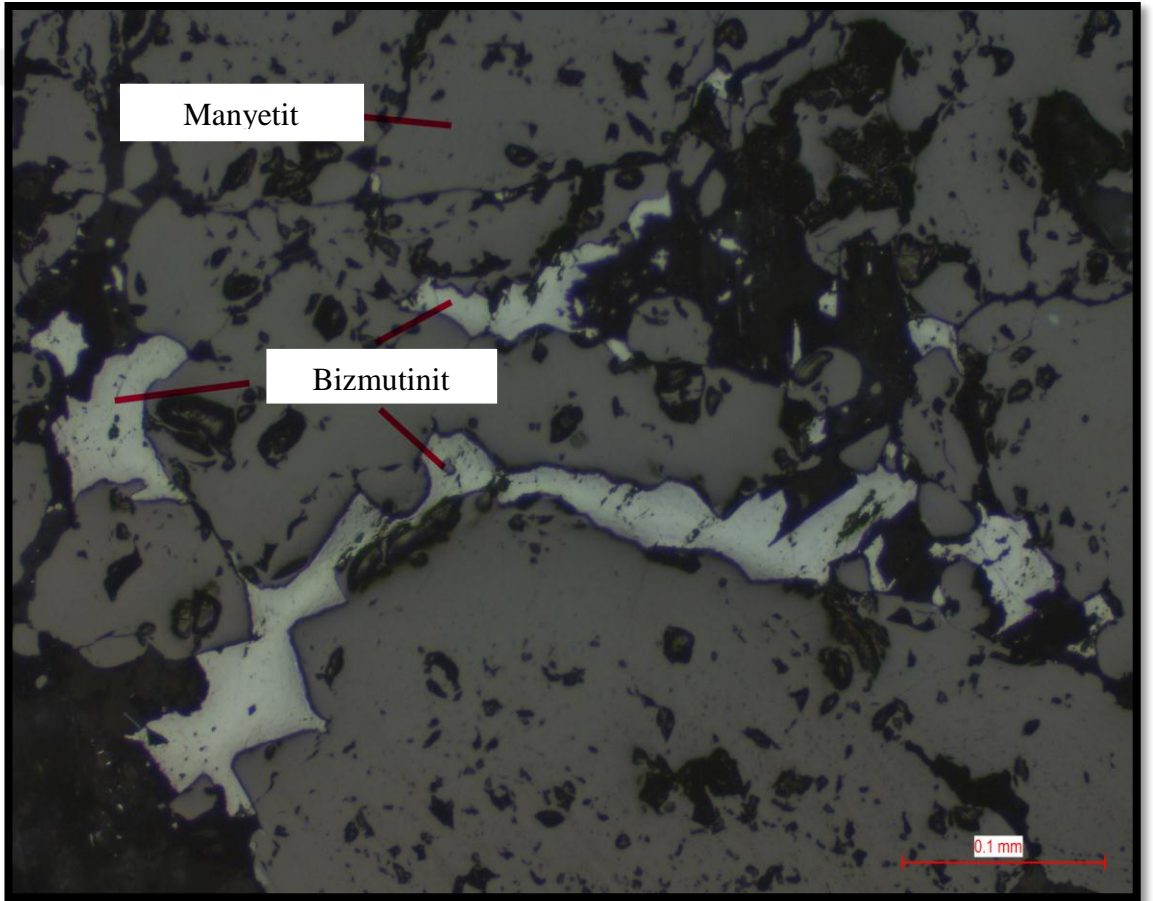
Şekil 8.7 Manyitlerin martitleşmesi ve manyitlerin arasında gözlenen submikroskopik öz şekilli hematitler

Parlatma kesitlerinde saptanan piritler yarı öz şekilsiz olup manyetitlerin arasında ve çatlaklarında gelişmiş olarak gözlenir. Ayrıca büyük bir bölümü markazite dönüşmüştür.

Hematit ve sülfür minerallerinin dönüşüm ürünü olarak izlenen limonitler öz şekilsiz olup manyetit ve piritlerin kenarlarından itibaren veya boşluk dolgusu şeklinde izlenmektedir. İnce taneli ve öz şekilsiz ilmenit ve rutil yan kayaç içerisinde saçınımlı olarak gelişmiştir.

Bu incelemeler sonucunda, oluşan ilk cevher mineralinin manyetit olduğu ve daha sonra bunların martitleşme sonucunda hematite dönüştüğü belirlenmiştir. Manyetiti keser konumda piritlerin izlenmesi ise oksit evresinin ardından gelişmiş bir sülfür evresine

işaret etmektedir. Bunu takip eden süreçte manyetitlerin boşluklarında gelişmiş submikroskopik hematitler gözlenmektedir. Bu hematitler ile sülfidler arasındaki ilişki net olmamakla birlikte bu hematitlerin slfitleşme sonrası bir evrenin ürünleri olduğu düşünülmektedir. Ayrıca Şekil 8.14’de manyetitlerle keser ilişkide gözlenen, ancak diğer minerallerle olan ilişkileri gözlenemeyen bizmutinit damarcığı, geç sülfür evresinde gelişmiş bir oluşuma işaret etmektedir. Bizmutinit mineralinde, yapılan SEM alışmaları sonucunda bizmutinit mineraline özgü elementlerin yüzde içerikleri % 80.25 Bi ve % 19.75 S’dir.



Şekil 8.8 Manyetitler arasındaki bizmutinit damarcıkları

Manyetit, hematit ve sülfid minerallerin oksidasyon evresi sonucu limonite dönüştüğü gözlenmektedir.

Cevher mikroskopisi çalışmaları sonucunda Kütahya kalkan demir cevherleşmesi için oluşturulan cevher mineral parajenezi ve aşamaları aşağıdaki gibidir. (Çizelge 8.2).

Çizelge 8.2 Mineral parajenezi ve aşamaları

	Mineral Parajenezindeki Aşamalar		
	Erken Evre	Geçiş Evre	Geç Evre
Manyetit	██████████	██	
Hematit	███	██████████	██████████
Pirit			██████████
Markazit			██████████
Bizmutinit			██████████
İlmenit	██████████		
Rutil		███	██████████
Limonit			██████████



## 9. JEOKİMYA

Bu bölümde Kalkan demir yatağında demir cevherleşmesine yönelik açılan 50 adet sondajın karotlarından derlenmiş bulunan 93 örneğe özgü jeokimyasal veriler kullanılarak cevherleşmenin kökeni ve oluşumuna yönelik yaklaşımlarda bulunulacaktır. Jeokimyasal veriler inceleme alanında saptanan farklı litolojiler ve cevherleşme tipleri de göz önünde bulundurularak ele alınacaktır (Çizelge 9.1- 9.3).

Çizelge 9.4 incelendiğinde masif tip cevher ortalama % 64.07 FeO, % 12.36 SiO<sub>2</sub>, % 2.72 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve % 0.23 K<sub>2</sub>O içerirken, bantlı tip cevherde bu değerler ortalama % 36.35 FeO, % 29.55 SiO<sub>2</sub>, % 5.69 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve % 0.56 K<sub>2</sub>O olarak belirlenmiştir. Granit ve metamorfitletler içerisinde gözlemlenen saçınımlı tip cevhere ait ortalama değerler ise sırasıyla granit için ortalama % 6.52 FeO, % 63.50 SiO<sub>2</sub>, % 16.23 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 2,91 K<sub>2</sub>O ve metamorfitletler için % 10.77 FeO, % 43.30 SiO<sub>2</sub>, %11.62 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve % 1.34 K<sub>2</sub>O olarak hesaplanmıştır.

İncelenen sondaj karotlarında baskın olarak izlenen masif tipteki cevherin metamorfitletlerin içindeki merccekler şeklinde gözlenen rekristalize kireçtaşları içinde, bantlı tipte cevherin metamorfitletler (gnayslar) içinde ve saçınımlı tipteki cevherin ise granit ve metamorfitletler (gnayslar) içerisinde geliştiği gözlenmiştir.

Cevherleşme tiplerinin litolojik birimler içerisinde sunduğu bu dağılımdan yola çıkılarak, sahada bulunan diğerk kayaçlarla keser ilişkideki granitlerle ilişkili olan ve içerisinde rekristalize kireçtaşı seviyeleri bulunan metamorfitletlerin, yan kayaç özelliği gösterdiği hidrotermal bir getirim modelini düşünmek akıllara gelebilir.

Çizelge 9.1 Masif cevherli seviyelerdeki örneklere özgü element ve oksitli bileşiklerin analiz sonuçları

		Masif Cevher															
		Kireçtaşı															
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16
SiO <sub>2</sub>	%	8,90	14,30	16,75	17,85	6,83	21,80	11,90	15,05	*	18,80	8,82	5,49	5,37	3,42	12,10	18,95
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	3,26	3,60	4,64	3,74	1,60	5,61	1,62	3,68	*	1,96	1,15	1,05	1,44	1,08	3,16	4,51
FeO	%	70,20	59,79	61,21	64,68	75,84	52,11	71,43	60,71	12,64	60,18	74,94	81,60	77,49	75,37	62,91	56,97
MnO	%	0,18	0,30	0,23	0,27	0,32	0,25	0,11	0,30	0,50	0,12	0,14	0,13	0,14	0,16	0,17	0,21
MgO	%	2,91	1,42	1,66	3,61	1,88	2,19	1,84	1,19	*	4,01	2,44	1,14	6,39	7,26	6,79	2,13
Na <sub>2</sub> O	%	0,13	0,37	0,46	0,19	0,07	0,47	0,24	0,37	*	0,41	0,01	0,01	0,00	0,01	0,10	0,49
K <sub>2</sub> O	%	0,30	0,46	0,61	0,21	0,10	0,55	0,21	0,37	*	0,09	0,05	0,04	0,02	0,02	0,21	0,59
TiO <sub>2</sub>	%	0,19	0,22	0,27	0,25	0,08	0,34	0,08	0,20	*	0,10	*	0,03	0,06	0,03	0,17	0,26
S	%	0,33	0,07	0,08	0,02	0,15	1,10	0,04	0,04	0,26	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,07	0,28
Ni	ppm	10,00	5,00	5,00	10,00	50,00	20,00	10,00	5,00	26,00	10,00	5,00	5,00	60,00	130,00	10,00	20,00
As	ppm	50,00	5,00	5,00	120,00	5,00	30,00	10,00	5,00	11,00	20,00	5,00	10,00	40,00	250,00	10,00	5,00
Ba	ppm	80,00	10,00	50,00	5,00	5,00	100,00	110,00	5,00	100,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Cl	ppm	770,00	3730,00	5180,00	240,00	420,00	2150,00	300,00	450,00	*	380,00	510,00	460,00	250,00	160,00	400,00	3880,00
Cu	ppm	50,00	5,00	10,00	160,00	50,00	90,00	10,00	5,00	24,70	30,00	10,00	10,00	80,00	10,00	10,00	30,00
Co	ppm	20,00	10,00	10,00	20,00	10,00	10,00	70,00	10,00	18,80	10,00	20,00	20,00	40,00	50,00	5,00	20,00
P	ppm	310,00	50,00	90,00	140,00	90,00	230,00	170,00	160,00	760,00	100,00	90,00	70,00	50,00	50,00	100,00	80,00
Pb	ppm	50,00	5,00	10,00	5,00	20,00	20,00	5,00	5,00	5,30	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	10,00
Sn	ppm	10,00	20,00	40,00	5,00	5,00	20,00	5,00	70,00	42,40	10,00	50,00	50,00	460,00	310,00	40,00	5,00
Sr	ppm	60,00	10,00	30,00	10,00	10,00	50,00	10,00	10,00	213,00	20,00	10,00	5,00	5,00	10,00	10,00	30,00
V	ppm	20,00	60,00	60,00	50,00	20,00	70,00	30,00	10,00	128,00	10,00	5,00	5,00	30,00	5,00	40,00	80,00
Zn	ppm	120,00	60,00	80,00	80,00	80,00	50,00	10,00	80,00	88,00	80,00	100,00	80,00	90,00	120,00	160,00	40,00
Zr	ppm	60,00	40,00	70,00	40,00	30,00	110,00	40,00	60,00	48,80	10,00	10,00	5,00	5,00	20,00	20,00	80,00

Çizelge 9.1 Masif cevherli seviyelerdeki örneklere özgü element ve oksitli bileşiklerin analiz sonuçları (devam)

		Masif Cevher															
		Kireçtaşı															
		M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M31	M32
SiO <sub>2</sub>	%	9,16	20,70	7,41	11,35	12,80	16,40	14,20	15,70	10,05	15,10	19,75	5,97	4,36	24,20	3,05	6,71
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	1,90	5,21	1,97	1,38	0,89	2,26	1,73	3,55	2,34	3,80	3,07	1,16	1,41	7,93	1,86	1,63
FeO	%	74,57	53,24	77,67	69,04	57,75	54,86	59,77	56,96	57,86	57,72	57,45	68,99	77,45	54,76	75,74	78,38
MnO	%	0,11	0,32	0,21	0,37	0,35	0,38	0,34	0,45	0,28	0,42	0,28	0,15	0,10	0,22	0,18	0,57
MgO	%	0,77	2,18	3,98	8,42	11,60	8,65	8,14	7,22	8,25	1,34	2,46	5,94	3,56	1,28	4,92	0,57
Na <sub>2</sub> O	%	0,09	0,49	0,06	0,02	0,00	0,06	0,04	0,23	0,05	0,10	0,10	0,04	0,00	1,15	0,00	0,04
K <sub>2</sub> O	%	0,13	0,73	0,08	0,03	0,03	0,21	0,13	0,29	0,39	0,14	0,11	0,08	0,31	0,52	0,00	0,07
TiO <sub>2</sub>	%	0,11	0,34	0,11	0,14	0,12	0,21	0,11	0,26	0,11	0,22	0,15	0,06	0,08	0,42	0,06	0,06
S	%	0,67	0,64	0,12	0,08	0,05	0,04	0,11	0,11	2,46	0,04	0,21	0,01	0,01	0,80	0,00	0,00
Ni	ppm	30,00	30,00	20,00	5,00	10,00	10,00	10,00	40,00	70,00	20,00	30,00	5,00	70,00	40,00	5,00	5,00
As	ppm	14500,00	2510,00	20,00	110,00	1080,00	480,00	780,00	100,00	20,00	5,00	10,00	20,00	5,00	110,00	320,00	20,00
Ba	ppm	5,00	110,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	70,00	5,00	5,00
Cl	ppm	750,00	4570,00	480,00	440,00	240,00	610,00	200,00	930,00	270,00	880,00	800,00	130,00	290,00	120,00	140,00	60,00
Cu	ppm	70,00	60,00	40,00	20,00	20,00	20,00	10,00	5,00	330,00	10,00	20,00	5,00	20,00	30,00	5,00	5,00
Co	ppm	220,00	170,00	20,00	10,00	40,00	20,00	290,00	20,00	60,00	10,00	10,00	10,00	30,00	20,00	150,00	30,00
P	ppm	90,00	160,00	380,00	210,00	210,00	190,00	260,00	190,00	160,00	110,00	60,00	100,00	70,00	200,00	120,00	90,00
Pb	ppm	30,00	10,00	5,00	5,00	20,00	20,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	20,00	50,00	5,00	5,00
Sn	ppm	30,00	100,00	30,00	5,00	5,00	30,00	5,00	10,00	140,00	10,00	30,00	240,00	30,00	50,00	760,00	5,00
Sr	ppm	5,00	30,00	5,00	30,00	40,00	50,00	5,00	5,00	40,00	40,00	10,00	5,00	10,00	140,00	5,00	5,00
V	ppm	40,00	90,00	10,00	10,00	30,00	50,00	20,00	30,00	30,00	50,00	40,00	5,00	30,00	90,00	5,00	5,00
Zn	ppm	80,00	100,00	190,00	190,00	140,00	120,00	100,00	80,00	270,00	50,00	60,00	70,00	60,00	110,00	150,00	5,00
Zr	ppm	40,00	100,00	20,00	40,00	50,00	80,00	40,00	40,00	40,00	60,00	50,00	5,00	30,00	130,00	5,00	5,00

(\* Cihaz dedeksiyon limitleri dışında kalan analiz sonucu \*\* Toplam oksidi ifade eder)

Çizelge 9.2 Bantlı cevherli seviyelerdeki örneklerde element ve oksitli bileşiklerin analiz sonuçları

		Bantlı Mnayetit																	
		Granitoyid																	
Örnek Numarası		S1	S2	S3	S4	S5	S6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18
SiO <sub>2</sub>	%	23,20	19,40	35,70	34,70	42,50	28,60	43,60	18,50	35,60	31,70	34,90	35,50	33,00	34,60	38,10	19,95	24,50	20,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	5,48	5,95	5,39	7,73	11,30	3,86	4,78	3,20	13,75	8,47	3,91	1,96	1,66	0,28	7,71	6,47	6,41	4,47
FeO	%	45,21	48,99	24,49	26,40	34,06	33,22	28,80	47,87	29,67	28,86	36,49	25,28	21,73	37,77	29,33	42,29	44,31	49,00
MnO	%	0,26	0,33	0,31	0,46	0,19	0,52	0,30	0,46	0,27	0,45	0,20	0,53	0,27	0,38	0,22	0,67	0,34	0,29
MgO	%	4,07	3,39	5,31	4,54	1,48	1,69	2,69	3,33	2,95	0,79	5,49	1,43	6,76	3,33	4,86	0,88	3,41	4,05
Na <sub>2</sub> O	%	0,62	0,34	0,64	0,67	1,56	0,03	0,03	0,37	1,82	1,50	0,54	0,06	0,11	0,09	0,42	0,09	0,61	0,12
K <sub>2</sub> O	%	0,71	0,75	0,42	0,45	2,14	0,06	0,03	0,43	1,38	0,37	0,44	0,03	0,26	0,02	0,76	0,04	0,90	0,17
TiO <sub>2</sub>	%	0,38	0,36	0,25	0,52	0,57	0,25	0,26	0,14	0,74	0,49	0,19	0,10	0,07	0,01	0,31	0,40	0,36	0,33
S	%	0,89	0,64	0,04	0,05	0,07	0,08	1,39	2,51	0,22	0,01	0,01	0,51	0,18	0,06	2,47	0,45	0,14	2,27
Ni	ppm	20,00	5,00	5,00	10,00	20,00	40,00	60,00	10,00	30,00	30,00	5,00	30,00	10,00	5,00	30,00	10,00	5,00	20,00
As	ppm	40,00	20,00	10,00	5,00	60,00	50,00	230,00	220,00	40,00	5,00	10,00	60,00	10,00	5,00	2620,00	20,00	70,00	10,00
Ba	ppm	120,00	60,00	150,00	140,00	260,00	80,00	20,00	80,00	220,00	140,00	10,00	120,00	50,00	5,00	40,00	30,00	110,00	40,00
Cl	ppm	3820,00	1760,00	260,00	640,00	360,00	340,00	30,00	80,00	1490,00	250,00	160,00	330,00	200,00	130,00	190,00	510,00	590,00	450,00
Cu	ppm	80,00	50,00	10,00	5,00	70,00	20,00	100,00	30,00	10,00	10,00	10,00	30,00	5,00	20,00	20,00	10,00	10,00	390,00
Co	ppm	20,00	5,00	5,00	20,00	10,00	10,00	10,00	70,00	30,00	10,00	10,00	40,00	10,00	30,00	20,00	20,00	120,00	60,00
P	ppm	190,00	300,00	220,00	470,00	410,00	110,00	200,00	160,00	390,00	310,00	170,00	30,00	100,00	40,00	490,00	190,00	280,00	230,00
Pb	ppm	60,00	5,00	10,00	10,00	20,00	40,00	70,00	70,00	5,00	30,00	5,00	10,00	5,00	30,00	5,00	5,00	10,00	5,00
Sn	ppm	80,00	40,00	120,00	130,00	50,00	80,00	40,00	20,00	90,00	80,00	20,00	100,00	60,00	10,00	30,00	120,00	90,00	110,00
Sr	ppm	60,00	90,00	100,00	130,00	150,00	100,00	60,00	80,00	210,00	160,00	80,00	60,00	40,00	30,00	10,00	50,00	100,00	40,00
V	ppm	100,00	50,00	60,00	80,00	70,00	70,00	100,00	40,00	110,00	110,00	20,00	60,00	10,00	5,00	50,00	90,00	30,00	70,00
Zn	ppm	90,00	80,00	50,00	140,00	80,00	30,00	80,00	40,00	160,00	10,00	10,00	10,00	5,00	20,00	100,00	60,00	190,00	170,00
Zr	ppm	130,00	100,00	100,00	230,00	150,00	80,00	100,00	50,00	210,00	190,00	40,00	80,00	40,00	20,00	120,00	120,00	130,00	90,00

Çizelge 9.2 Bantlı cevherli seviyelerdeki örneklerde element ve oksitli bileşiklerin analiz sonuçları (devam)

		Bantlı Mançet																	
		Granitoid																	
Örnek Numarası		B19	B20	B21	B22	B23	B24	B25	B26	B27	B28	B29	B30	B31	B32	B33	B34	B35	B36
SiO <sub>2</sub>	%	23,00	26,60	27,60	31,20	18,50	26,20	23,70	38,60	29,90	26,40	35,70	24,40	31,60	26,40	34,30	28,60	33,60	23,50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	4,87	8,34	5,24	4,66	5,09	2,76	2,74	10,00	4,00	2,69	5,75	3,02	10,40	2,03	9,15	4,33	13,50	3,33
FeO	%	26,42	42,81	47,33	41,31	44,69	29,84	46,48	26,33	41,79	41,93	27,85	48,97	24,63	47,66	40,50	27,45	25,26	43,52
MnO	%	0,20	0,14	0,16	0,16	0,36	0,33	0,23	0,26	0,22	0,23	0,28	0,31	0,23	0,12	0,10	0,46	0,22	0,14
MgO	%	10,15	9,92	3,98	4,33	3,14	5,93	4,54	2,62	4,37	4,62	6,38	3,24	4,93	7,09	2,57	2,93	3,31	7,34
Na <sub>2</sub> O	%	0,45	0,49	0,55	0,38	0,49	0,20	0,31	1,40	0,47	0,36	0,34	0,06	0,87	0,13	0,67	0,04	1,12	0,20
K <sub>2</sub> O	%	0,39	0,28	0,28	0,30	0,56	0,31	0,34	1,23	0,55	0,21	0,80	0,12	1,77	0,21	1,65	0,07	0,79	0,96
TiO <sub>2</sub>	%	0,27	0,43	0,43	0,25	0,48	0,33	0,17	0,45	0,21	0,21	0,32	0,18	0,50	0,21	0,52	0,24	0,65	0,24
S	%	1,08	*	0,02	0,03	1,03	1,57	0,05	2,86	0,26	0,54	1,63	0,57	1,24	0,05	1,51	0,02	0,10	0,68
Ni	ppm	30,00	30,00	10,00	10,00	60,00	50,00	10,00	90,00	10,00	10,00	40,00	10,00	30,00	70,00	30,00	20,00	30,00	560,00
As	ppm	40,00	50,00	50,00	5,00	10,00	30,00	5,00	5,00	5,00	20,00	680,00	220,00	50,00	10,00	20,00	20,00	10,00	10,00
Ba	ppm	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	10,00	5,00	110,00	30,00	140,00	60,00	5,00	280,00	5,00	140,00	20,00	90,00	50,00
Cl	ppm	40,00	460,00	340,00	300,00	2430,00	960,00	1860,00	6210,00	3440,00	250,00	2070,00	750,00	440,00	520,00	350,00	160,00	230,00	380,00
Cu	ppm	30,00	20,00	40,00	10,00	50,00	70,00	30,00	110,00	30,00	40,00	110,00	50,00	140,00	10,00	170,00	20,00	10,00	50,00
Co	ppm	10,00	110,00	30,00	5,00	20,00	30,00	10,00	80,00	10,00	10,00	30,00	150,00	10,00	10,00	20,00	5,00	10,00	20,00
P	ppm	280,00	660,00	540,00	500,00	150,00	180,00	230,00	640,00	100,00	180,00	310,00	90,00	450,00	140,00	360,00	150,00	530,00	260,00
Pb	ppm	5,00	80,00	30,00	5,00	5,00	5,00	20,00	40,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	20,00	5,00	5,00	5,00
Sn	ppm	70,00	5,00	20,00	20,00	10,00	10,00	5,00	30,00	5,00	5,00	50,00	60,00	40,00	5,00	5,00	50,00	30,00	5,00
Sr	ppm	70,00	20,00	160,00	150,00	30,00	40,00	40,00	150,00	30,00	80,00	70,00	10,00	150,00	30,00	100,00	80,00	300,00	30,00
V	ppm	30,00	50,00	40,00	60,00	150,00	110,00	50,00	60,00	80,00	50,00	50,00	50,00	50,00	40,00	60,00	60,00	90,00	80,00
Zn	ppm	40,00	140,00	130,00	70,00	40,00	50,00	60,00	60,00	50,00	50,00	80,00	70,00	110,00	30,00	40,00	70,00	80,00	40,00
Zr	ppm	60,00	100,00	80,00	80,00	140,00	110,00	80,00	170,00	70,00	60,00	110,00	50,00	170,00	60,00	200,00	80,00	150,00	70,00

(\* Toplam oksidi ifade eder)

Çizelge 9.3 Saçınımlı cevherli seviyelerdeki örneklerde element ve oksitli bileşiklerin analiz sonuçları

Saçınımlı Cevher															
Granitoyid															
Örnek Numarası		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
SiO2	%	71,70	63,00	70,40	66,10	65,60	67,80	68,30	60,00	58,20	64,10	56,40	58,10	59,80	59,50
Al2O3	%	12,60	14,80	11,95	14,75	14,15	14,35	14,35	19,35	19,40	16,40	18,90	18,95	18,35	18,90
FeO	%	4,74	8,04	6,56	7,26	7,42	5,17	4,91	4,94	6,52	5,94	9,55	7,83	6,39	5,99
MnO	%	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02
MgO	%	0,47	0,97	0,68	0,59	0,89	0,36	0,24	0,91	0,73	0,58	0,53	0,33	0,32	0,78
Na2O	%	3,57	3,64	3,79	2,34	3,63	5,20	4,42	5,44	5,98	4,27	6,21	6,59	7,15	6,43
K2O	%	2,92	2,33	2,31	2,60	2,71	3,47	3,48	3,94	3,22	3,87	1,33	2,60	2,81	3,17
TiO2	%	0,85	1,54	0,63	0,51	0,69	0,58	0,56	0,85	0,96	0,61	0,70	0,66	0,64	0,90
S	%	0,03	0,05	0,03	0,02	0,02	0,08	0,14	0,03	0,00	0,01	0,01	0,01	0,14	0,00
Ni	ppm	5,00	10,00	5,00	5,00	10,00	5,00	5,00	5,00	5,00	10,00	30,00	5,00	5,00	5,00
As	ppm	30,00	30,00	30,00	100,00	50,00	30,00	40,00	40,00	50,00	50,00	70,00	50,00	90,00	20,00
Ba	ppm	730,00	550,00	560,00	580,00	750,00	730,00	750,00	1010,00	990,00	770,00	90,00	370,00	410,00	850,00
Cl	ppm	150,00	90,00	150,00	160,00	150,00	160,00	90,00	130,00	180,00	130,00	100,00	130,00	150,00	170,00
Cu	ppm	5,00	20,00	5,00	5,00	20,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	10,00	5,00	10,00	5,00
Co	ppm	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	10,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
P	ppm	490,00	670,00	480,00	590,00	710,00	640,00	750,00	870,00	1200,00	930,00	1680,00	1400,00	1250,00	1260,00
Pb	ppm	30,00	30,00	5,00	5,00	5,00	5,00	10,00	5,00	5,00	5,00	10,00	5,00	30,00	5,00
Sn	ppm	30,00	20,00	20,00	10,00	10,00	30,00	20,00	20,00	10,00	10,00	10,00	10,00	30,00	10,00
Sr	ppm	50,00	50,00	20,00	20,00	30,00	60,00	70,00	80,00	80,00	50,00	30,00	50,00	80,00	70,00
V	ppm	50,00	120,00	60,00	50,00	70,00	20,00	20,00	30,00	30,00	40,00	70,00	40,00	30,00	40,00



Çizelge 9.3 Saçımmlı cevherli seviyelerdeki örneklerde element ve oksitli bileşiklerin analiz sonuçları (devam)

		Saçımmlı Cevher																
		Gnays																
Örnek Numarası		S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31
SiO <sub>2</sub>	%	45,20	55,40	39,70	42,80	47,60	44,00	38,40	41,10	24,10	33,50	38,00	42,70	46,30	54,20	62,20	29,60	51,30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	14,40	13,50	5,93	13,10	16,95	9,65	12,00	7,91	4,26	7,91	7,14	9,63	15,55	23,90	14,75	6,44	14,55
FeO	%	9,40	16,73	17,73	8,95	6,96	6,97	9,08	12,61	16,93	15,48	18,26	9,77	5,43	4,91	3,86	12,42	7,57
MnO	%	0,15	0,29	0,16	0,08	0,10	0,11	0,11	0,28	0,69	0,36	0,14	0,08	0,09	0,04	0,08	0,58	0,14
MgO	%	4,16	1,20	9,69	6,90	4,36	8,45	6,04	4,88	4,32	4,95	10,95	9,07	4,34	1,45	2,94	1,78	3,11
Na <sub>2</sub> O	%	2,58	1,84	0,68	2,22	3,82	1,82	1,16	0,83	0,44	0,35	0,58	0,86	2,41	2,18	3,29	2,37	4,40
K <sub>2</sub> O	%	0,70	4,62	0,25	0,87	1,05	0,67	0,44	0,77	0,42	0,60	0,93	1,86	2,26	4,24	2,53	0,11	0,53
TiO <sub>2</sub>	%	2,14	0,41	0,35	0,62	0,77	0,36	0,87	0,36	0,35	0,54	0,43	0,51	0,69	1,02	0,74	0,66	0,37
S	%	0,05	0,06	1,40	0,38	0,49	0,17	0,04	0,34	0,03	0,31	0,85	0,63	0,56	0,48	0,35	0,01	0,02
Ni	ppm	70,00	5,00	5,00	5,00	50,00	20,00	40,00	5,00	5,00	40,00	130,00	20,00	40,00	50,00	30,00	20,00	10,00
As	ppm	5,00	70,00	90,00	10,00	10,00	50,00	5,00	150,00	140,00	60,00	30,00	30,00	50,00	50,00	60,00	10,00	60,00
Ba	ppm	220,00	220,00	50,00	420,00	310,00	320,00	220,00	210,00	60,00	120,00	20,00	360,00	990,00	560,00	420,00	5,00	50,00
Cl	ppm	1090,00	530,00	50,00	110,00	210,00	250,00	120,00	80,00	380,00	1400,00	700,00	610,00	120,00	110,00	90,00	10,00	130,00
Cu	ppm	20,00	10,00	130,00	5,00	5,00	10,00	5,00	5,00	20,00	1400,00	160,00	20,00	130,00	30,00	440,00	5,00	10,00
Co	ppm	30,00	5,00	10,00	20,00	20,00	5,00	10,00	5,00	5,00	5,00	20,00	5,00	10,00	10,00	5,00	5,00	5,00
P	ppm	2020,00	320,00	320,00	560,00	900,00	420,00	940,00	340,00	400,00	560,00	380,00	560,00	620,00	900,00	590,00	900,00	460,00
Pb	ppm	40,00	5,00	5,00	40,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	3380,00	5,00	5,00	150,00	40,00	3070,00	5,00	5,00
Sn	ppm	60,00	5,00	10,00	50,00	70,00	100,00	90,00	80,00	5,00	5,00	30,00	10,00	10,00	10,00	5,00	5,00	10,00
Sr	ppm	430,00	160,00	130,00	390,00	400,00	300,00	440,00	160,00	30,00	60,00	30,00	240,00	250,00	190,00	140,00	100,00	190,00
V	ppm	200,00	40,00	50,00	100,00	110,00	40,00	100,00	60,00	60,00	60,00	110,00	60,00	100,00	140,00	80,00	190,00	30,00
Zn	ppm	60,00	60,00	60,00	30,00	20,00	70,00	20,00	50,00	40,00	110,00	70,00	40,00	40,00	50,00	40,00	20,00	60,00
Zr	ppm	250,00	100,00	130,00	220,00	260,00	160,00	490,00	130,00	40,00	180,00	50,00	170,00	160,00	200,00	160,00	150,00	100,00

(\* Toplam oksidi ifade eder)

Çizelge 9.4 Cevherli seviyelerdeki örneklerin element ve oksitli bileşikleri için istatistiksel verileri

		Masif Cevher			Bantlı Cevher			Saçınımlı Cevher					
		Kireçtaşı			Metamorfik			Granotoid			Metamorfik		
Örnek Sayısı		32			36			14			17		
		Min.	Max	Ort	Min.	Max	Ort	Min.	Max	Ort	Min.	Max	Ort
SiO <sub>2</sub>	%	3,05	24,20	12,36	18,50	43,6	29,55	56,40	71,70	63,50	24,10	62,20	43,30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0,89	7,93	2,72	0,28	13,75	5,69	11,95	19,40	16,23	4,26	23,90	11,62
FeO	%	12,63	81,60	64,07	21,73	49,00	36,35	4,75	9,55	6,52	3,86	18,26	10,77
MnO	%	0,10	0,57	0,26	0,10	0,67	0,30	0,01	0,06	0,02	0,04	0,07	0,02
MgO	%	0,10	0,57	0,26	0,10	0,67	0,29	0,01	0,06	0,02	0,04	0,69	0,20
Na <sub>2</sub> O	%	0,00	1,15	0,19	0,03	1,82	0,50	2,34	7,15	4,90	0,35	4,40	1,87
K <sub>2</sub> O	%	0,00	0,73	0,23	0,02	2,14	0,56	1,33	3,94	2,91	0,11	4,62	1,34
TiO <sub>2</sub>	%	0,03	0,42	0,16	0,01	0,74	0,33	0,51	1,54	0,76	0,35	2,14	0,66
S	%	0,00	2,46	0,24	0,00	2,86	0,70	0,00	0,14	0,04	0,01	1,40	0,36
Ni	ppm	5,00	130,00	24,41	5,00	560	40,14	5,00	30,00	7,86	5,00	130,00	32,06
As	ppm	5,00	14500,00	645,97	5,00	2620	131,25	20,00	100,00	48,57	5,00	150,00	51,76
Ba	ppm	5,00	110,00	23,44	5,00	280	73,47	90,00	1010,00	652,86	5,00	990,00	267,94
Cl	ppm	60,00	5180,00	973,87	30,00	6210	910,56	90,00	180,00	138,57	10,00	1400,00	352,35
Cu	ppm	5,00	330,00	39,21	5,00	390	51,94	5,00	20,00	7,86	5,00	1400,00	141,47
Co	ppm	5,00	290,00	45,43	5,00	150	29,72	5,00	10,00	5,36	5,00	30,00	10,29
P	ppm	50,00	760,00	160,62	30,00	660	278,89	480,00	1680,00	922,86	320,00	2020,00	658,24
Pb	ppm	5,00	50,00	11,42	5,00	80	18,06	5,00	30,00	11,07	5,00	3380,00	398,53
Sn	ppm	5,00	760,00	81,95	5,00	130	47,08	10,00	30,00	17,14	5,00	100,00	32,65
Sr	ppm	5,00	213,00	28,69	10,00	300	85,83	20,00	80,00	52,86	30,00	440,00	214,12
V	ppm	5,00	128,00	36,19	5,00	150	63,47	20,00	120,00	47,86	30,00	200,00	90,00
Zn	ppm	5,00	270,00	96,66	5,00	190	70,42	5,00	30,00	15,00	20,00	110,00	49,41
Zr	ppm	5,00	130,00	43,24	20,00	230	106,11	60,00	640,00	338,57	40,00	490,00	173,53

(\* Toplam oksidi ifade eder)

Rekristalize kireçtaşı seviyeleri içeren metamorfitlelerdeki masif ve bantlı tipte cevherden saçınımlı tipteki cevhere doğru geçişte ortalama FeO içeriği azalırken SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O ve diğer kayaç yapıcı bileşenlerin ortalama değerlerinin artmasının kayaçların kendine özgü kimyasal özelliklerinin yanı sıra, skarn oluşumlarının varlığının bir sonucu olduğu düşünülmüştür (Çizelge 9.4). Ayrıca metamorfitleler içerisindeki saçınımlı ve bantlı tipteki cevherlerdeki majör elementlere özgü gidiş, kil mineralleri ile kuvarstan oluşan bileşenlerin egemen olduğu bir ortamdaki demir çökeliminin varlığını da düşündürmektedir. Metamorfitlelere özgü bantlı, saçınımlı ve masif tipteki cevherlerde gözlenen ortalama (sırasıyla) % 29,43, % 20,42 ve % 25,86 MnO içerikleri Fe ile Mn'nin benzer fizyokimyasal davranış özelliklerinden kaynaklanmaktadır.

Saçınımlı tip cevherleşmedeki ortalama % 5.21 olan MgO'nun karbonat fazına özgü bileşenlere işaret etmesi ve Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O ortalamasının % 3,21, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ortalamasının % 11,52 ile SiO<sub>2</sub> ortalamasının % 43,30 olması ise kil minerallerin baskın olduğu bir çökelim ortamının varlığını destekler niteliktedir. Diğer yandan rekristalize kireçtaşlarında gözlenen masif cevherin kimyasal içeriği, metamorfite özgü saçınımlı ve bantlı cevher ile kıyaslandığında, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, MgO içeriklerindeki düşüş göze çarpmaktadır. Bu durum metamorfite gözlenen saçınımlı ve bantlı cevher örneklerin mikroskobisi çalışmalarında saptanan ve hidrotermal getirme bağlı olduğu düşünülen skarn minerallerinin varlığı ile de açıklanabilir.

Granitler içerisinde saçınımlı cevherlerde Sn konsantrasyonu 10-30 ppm aralığında, gnayslar içerisinde saçınımlı cevherlerde 5-100 ppm arasında değişmektedir. Masif cevher, bantlı cevher ve saçınımlı cevherlerdeki Sn değerleri çizelge 9.4'de verilmiştir. Bu değerlere göre granitler içerisindeki saçınımlı cevherlerde Sn konsantrasyonu düşük olup buna karşın en yüksek olduğu değerler ise masif cevhere aittir (max içerik 760 ppm, ortalama içerik 81,95). Bu da sedimantasyon esnasındaki Sn'nin varlığına işaret edebilir. Ayrıca bu artış granitik etkiyle skarn sürecindeki hidrotermal çözeltilerle ilgili süreçlerle veya primer kayadaki Sn'nin remoblize olduğu ve yeniden zenginleştiği süreçler ile de açıklanabilir.

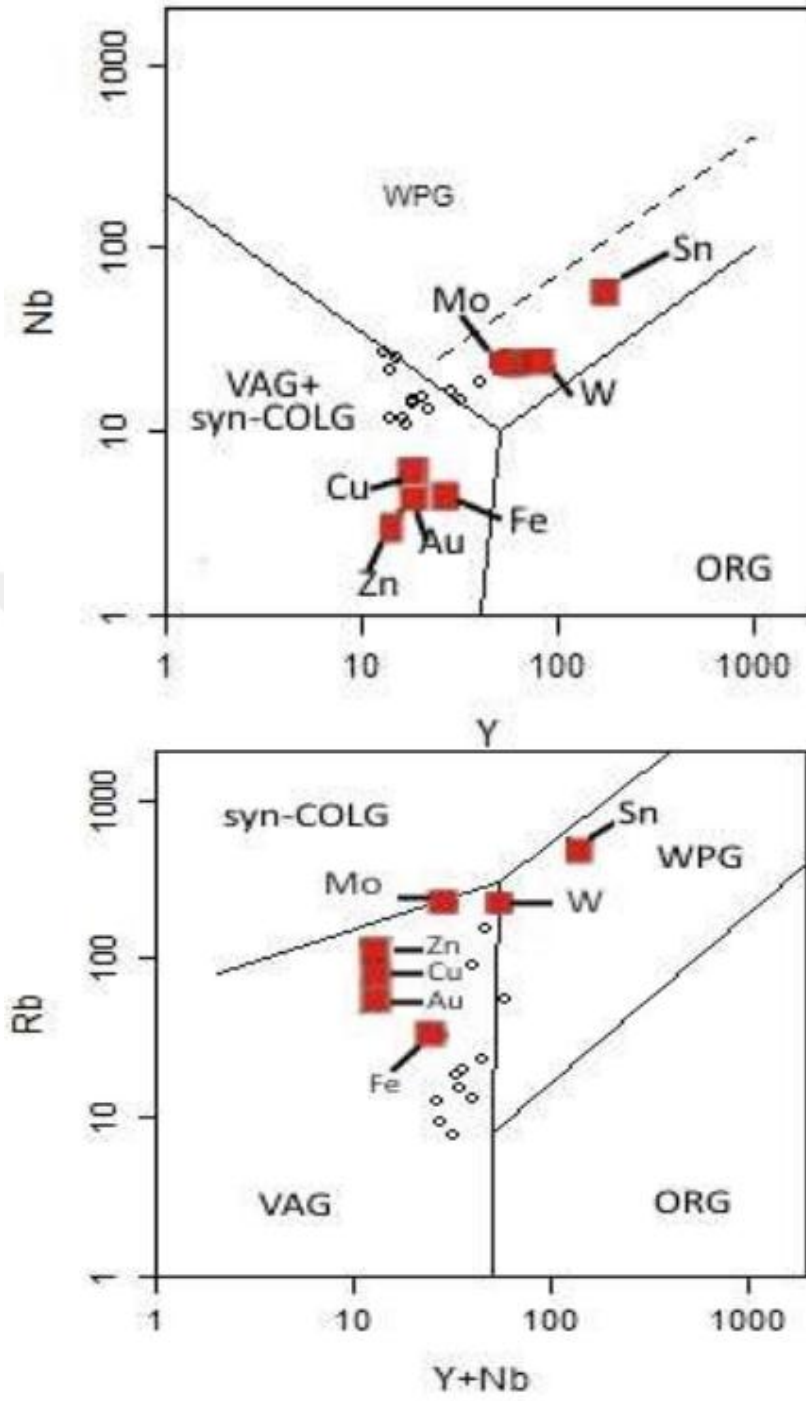
Bir diğer dikkat çekilmesi gereken konu ise granitlerin oluşum ortamlarına yönelik yorumlamadır. Bu amaçla taze granitler içinden seçilen 14 adet örnekte Rb, Nb ve Y element analizleri yapılmıştır (Çizelge 9.5). Bu analizler Pearce vd. 1984 ayırım diyagramlarına yerleştirilmiştir (Şekil 9.1). Granit örneklerine özgü Nb-Y tektonik ayırım diyagramında volkanik yay ve çarpışma ile eş yaşlı, Rb-Nb+Y diyagramında ise volkanik yay ile volkanik yay / kıta içi alanının sınırında izlenmektedir.

Pearce vd. 1984 diyagramlarına göre Kalkan demir yatağına özgü granitlerin dünyadaki Fe-skarn yataklarını oluşturan granitler ile uyumlu olduğu görülmektedir.

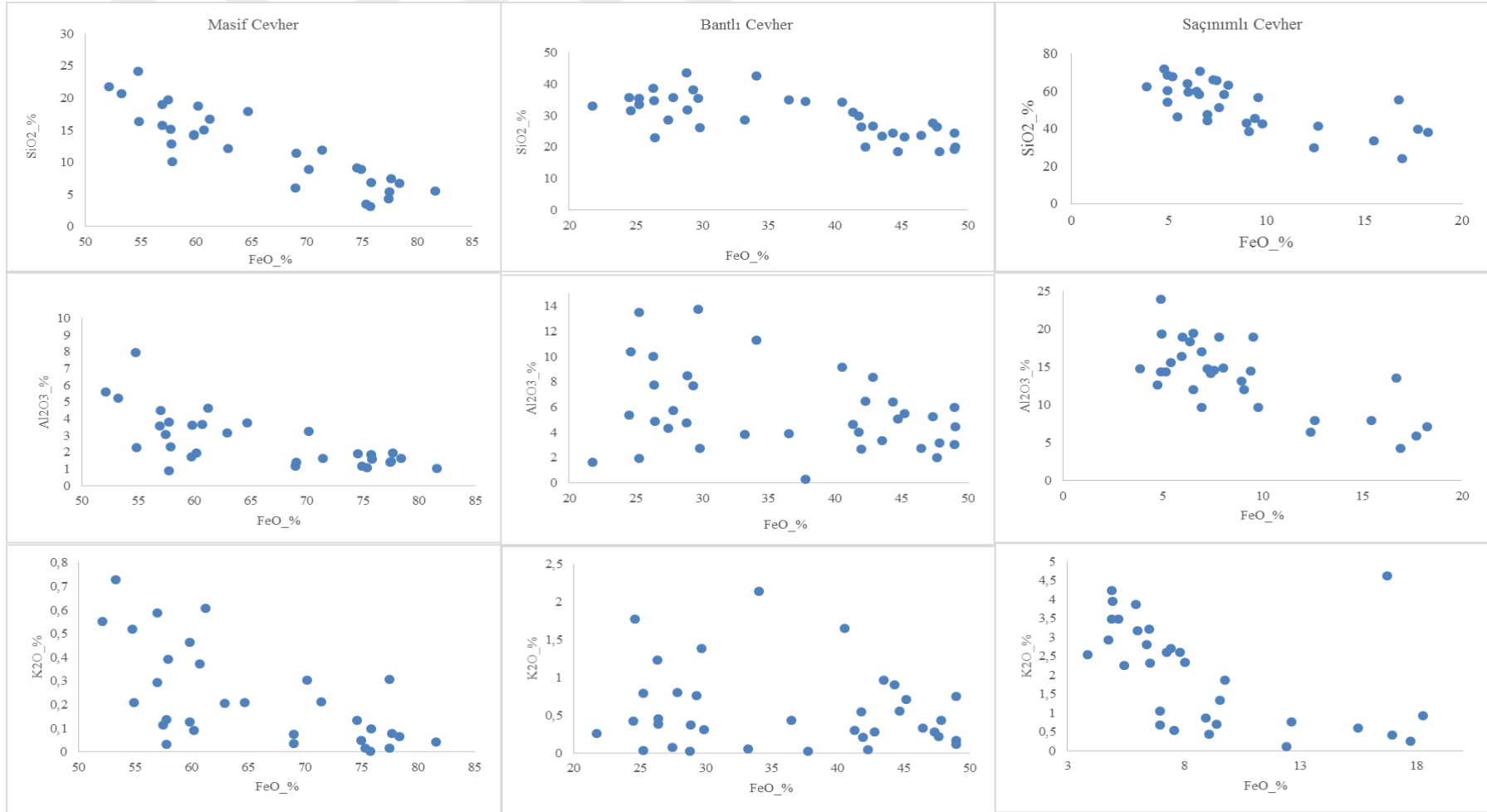
Şekil 9.2'deki Harker diyagramlarında her üç cevher tipine özgü toplam FeO'ye karşı SiO<sub>2</sub> arasındaki eksilen ilişki dikkati çekmektedir. Yani toplam FeO arttıkça SiO<sub>2</sub> azalmaktadır. Diğer Harker diyagramlarında ise belirgin bir gidiş gözlenmektedir.

Çizelge 9.5 Taze granit örneklerinin analiz sonuçları

	<b>Nb</b>	<b>Rb</b>	<b>Y</b>
	<b>ppm</b>	<b>ppm</b>	<b>ppm</b>
SG1	18,40	18,30	29,20
SG2	22,50	17,80	41,20
SG3	7,30	37,10	14,60
SG4	25,80	126,00	27,60
SG5	13,50	53,80	28,00
SG6	5,00	66,70	8,50
SG7	6,00	72,80	10,90
SG8	5,80	1,20	16,60
SG9	12,30	61,10	24,00
SG10	19,90	13,30	28,60
SG11	28,40	46,30	31,50
SG12	19,90	74,50	13,50
SG13	16,00	32,00	28,90
SG14	11,30	43,10	24,50



Şekil 9.1 Kalkan demir cevherleşmesine özgü sondajlardan derlenmiş granit örneklerinin Nb-Y ve Rb-Y+Nb diyagramlarındaki konumları (Pearce vd. 1984)



Şekil 9.2 FeO'ya karşı SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve K<sub>2</sub>O Harker diyagramları (FeO toplam demir oksiti ifade eder)



## 10. JEOİSTATİSTİK

Farklı litolojiler ve cevher tiplerine ait element birlikteliklerini anlamak amacıyla XRF yöntemi ile analiz edilmiş olan 22 element ve oksit bileşiklerinden oluşan veri setinde korelasyon katsayıları hesaplanmıştır (Çizelge 10.1-10.4). Bu katsayıların dağılımlarından yola çıkılarak pozitif korelasyonlar için +0,5 ve üzerindeki, negatif korelasyonlar için -0,5 ve altındaki katsayıların anlamlı korelasyon çiftleri sunduğu kabul edilmiştir. Farklı litolojiler içerisindeki cevher tipleriyle ilişkili olan ve kökensel bir anlam taşıdığı düşünülen element ve oksit bileşiklerinin korelasyonlarının bir sentezi çizelge 10.5’de sunulmuştur.

Maden yatakları oluşum süreçlerinin birbirini takip eden farklı evrelerden meydana gelmesi kayaçlar üzerinde yapılan analizler sonucu elde edilen değerlerin büyük bir dikkatle yorumlanmasını gerektirir. Ortaya çıkan değerlerin çok sayıda jeolojik olayın bir sonucu olduğu düşünüldüğünde, bu sürecin ne denli bir hassasiyet gerektirdiği açıktır.

Çizelge 10.5’de FeO için anlamlı korelasyon birliktelikleri incelendiğinde masif cevher tipinin  $Al_2O_3$ ,  $Na_2O_2$ ,  $SiO_2$ ,  $TiO_2$ , V ve Zr arasında negatif korelasyon sunduğu görülmektedir. Bu birlikteliğin metamorfitlerin oluşumu esnasındaki süreçlerle ilişki olabileceği düşünülmüştür. Diğer yandan granit için FeO ile anlamlı korelasyonlar sunan element ve oksit bileşikler incelendiğinde Ba, Sn, Sr,  $K_2O$  ve  $SiO_2$  negatif, Ni, Cu ve V ile ise pozitif korelasyon birliktelikleri saptanmıştır. Bu birlikteliklerin masif ve bantlı cevherlerde tam olarak gözlemlenmiyor oluşu kontak metazomatik reaksiyonlar sonucu oluştuğu varsayılan cevherde granitik sıvıların etkilendiği birincil kayaca (rekristalize kireçtaşı seviyeleri içeren metamorfitlere) ait kimyasal özelliklerin az da olsa korunduğunu düşünülmektedir

Çizelge 10.1 Masif manyetiteli örneklerde element ve oksitli bileşiklerine özgü korelasyon katsayıları

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	S	Ni	As	Ba	Cl	Cu	Co	P	Pb	Sn	Sr	V	Zn	Zr	
<b>SiO<sub>2</sub></b>	1																						
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,78	1																					
<b>FeO</b>	-0,86	-0,55	1																				
<b>MnO</b>	0,29	0,04	-0,32	1																			
<b>MgO</b>	-0,08	-0,46	-0,28	0,14	1																		
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	0,69	0,94	-0,43	-0,07	-0,37	1																	
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0,57	0,74	-0,52	-0,06	-0,24	0,69	1																
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,87	0,93	-0,70	0,17	-0,22	0,86	0,75	1															
<b>S</b>	0,15	0,27	-0,29	-0,15	0,03	0,24	0,51	0,17	1														
<b>Ni</b>	0,10	0,29	-0,13	-0,33	-0,15	0,24	0,59	0,21	0,63	1													
<b>As</b>	-0,07	-0,07	0,20	-0,36	-0,30	-0,03	0,00	-0,06	0,15	0,04	1												
<b>Ba</b>	0,60	0,76	-0,42	-0,04	-0,34	0,76	0,84	0,76	0,22	0,16	0,04	1											
<b>Cl</b>	0,44	0,40	-0,38	0,09	-0,24	0,26	0,67	0,51	0,10	0,10	0,17	0,77	1										
<b>Cu</b>	-0,04	0,02	-0,18	-0,13	0,16	-0,02	0,35	-0,05	0,96	0,60	0,09	0,03	0,04	1									
<b>Co</b>	-0,04	-0,07	0,03	-0,21	-0,04	-0,05	0,10	-0,10	0,11	-0,10	0,54	0,19	0,26	0,06	1								
<b>P</b>	0,13	0,04	-0,09	0,10	0,41	0,12	-0,01	0,17	-0,01	-0,19	-0,21	0,06	-0,03	0,02	0,06	1							
<b>Pb</b>	0,38	0,53	-0,16	-0,35	-0,23	0,69	0,37	0,51	0,14	0,26	0,37	0,38	-0,09	-0,05	0,02	-0,03	1						
<b>Sn</b>	-0,43	-0,10	0,28	-0,36	0,01	-0,11	-0,17	-0,27	-0,01	-0,19	-0,09	-0,02	-0,09	0,01	0,21	-0,20	-0,18	1					
<b>Sr</b>	0,63	0,75	-0,52	0,01	-0,06	0,82	0,49	0,74	0,32	0,19	-0,16	0,50	-0,02	0,13	-0,26	0,15	0,74	-0,16	1				
<b>V</b>	0,82	0,84	-0,68	-0,03	-0,32	0,77	0,82	0,89	0,29	0,35	0,15	0,80	0,60	0,09	0,06	-0,06	0,61	-0,27	0,69	1			
<b>Zn</b>	-0,09	-0,10	-0,10	-0,20	0,55	-0,06	0,06	-0,06	0,59	0,19	-0,12	-0,04	-0,09	0,66	0,00	0,55	-0,08	0,21	0,18	-0,11	1		
<b>Zr</b>	0,89	0,83	-0,74	0,06	-0,13	0,80	0,72	0,92	0,25	0,24	0,03	0,73	0,45	0,05	-0,01	0,13	0,65	-0,34	0,82	0,95	0,03	1	

Çizelge 10.2 Bantlı manyetitli örneklerde element ve oksitli bileşiklerine özgü korelasyon katsayıları

	SiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	Na2O	K2O	TiO2	S	Ni	As	Ba	Cl	Cu	Co	P	Pb	Sn	Sr	V	Zn	Zr	
<b>SiO2</b>	1																						
<b>Al2O3</b>	0,36	1																					
<b>FeO</b>	-0,68	-0,32	1																				
<b>MnO</b>	-0,17	-0,17	-0,17	1																			
<b>MgO</b>	-0,17	-0,21	-0,01	-0,56	1																		
<b>Na2O</b>	0,38	0,83	-0,29	-0,22	-0,23	1																	
<b>K2O</b>	0,32	0,71	-0,15	-0,42	-0,10	0,70	1																
<b>TiO2</b>	0,16	0,92	-0,16	-0,13	-0,21	0,77	0,63	1															
<b>S</b>	-0,04	0,10	-0,01	-0,06	0,07	-0,02	0,20	0,04	1														
<b>Ni</b>	-0,10	-0,08	0,08	-0,23	0,25	-0,08	0,16	-0,04	0,09	1													
<b>As</b>	0,25	0,09	-0,15	-0,08	0,07	-0,07	0,07	-0,04	0,44	-0,03	1												
<b>Ba</b>	0,38	0,62	-0,37	0,02	-0,33	0,68	0,72	0,54	-0,01	-0,06	-0,09	1											
<b>Cl</b>	-0,03	0,16	0,07	-0,08	-0,10	0,29	0,25	0,18	0,32	0,02	-0,08	0,04	1										
<b>Cu</b>	-0,09	0,08	0,17	-0,17	-0,06	-0,05	0,21	0,14	0,58	0,04	-0,04	0,11	0,14	1									
<b>Co</b>	-0,22	0,00	0,33	0,04	0,04	-0,04	-0,05	-0,03	0,30	-0,05	0,02	-0,12	0,13	0,13	1								
<b>P</b>	0,28	0,74	-0,15	-0,42	0,15	0,58	0,48	0,67	0,22	0,02	0,19	0,26	0,16	0,06	0,11	1							
<b>Pb</b>	0,05	0,03	0,14	0,04	-0,04	0,03	-0,11	-0,02	0,28	-0,06	-0,06	-0,04	0,12	0,01	0,27	0,17	1						
<b>Sn</b>	0,05	0,18	-0,31	0,58	-0,29	0,10	-0,10	0,18	-0,14	-0,23	-0,07	0,35	-0,10	0,08	0,07	-0,10	-0,13	1					
<b>Sr</b>	0,34	0,73	-0,36	-0,06	-0,33	0,72	0,44	0,67	-0,22	-0,14	-0,23	0,55	0,00	-0,10	-0,20	0,54	-0,06	0,17	1				
<b>V</b>	-0,07	0,36	-0,04	0,22	-0,35	0,30	0,11	0,56	0,07	0,18	-0,10	0,16	0,27	0,10	-0,18	0,05	0,03	0,15	0,19	1			
<b>Zn</b>	-0,06	0,47	0,17	-0,14	0,05	0,25	0,25	0,52	0,12	-0,14	0,13	0,22	0,05	0,31	0,40	0,52	0,06	0,29	0,24	0,09	1		
<b>Zr</b>	0,29	0,82	-0,31	0,05	-0,33	0,71	0,60	0,87	0,12	-0,06	0,02	0,64	0,25	0,14	-0,05	0,56	-0,01	0,32	0,55	0,56	0,42	1	

Çizelge 10.3 Granitler içindeki saçınımlı manyetiteli örneklerde element ve oksitli bileşiklerine özgü korelasyon katsayıları

	SiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	Na2O	K2O	TiO2	S	Ni	As	Ba	Cl	Cu	Co	P	Pb	Sn	Sr	V	Zn	Zr	
<b>SiO2</b>	1																						
<b>Al2O3</b>	0,63	1																					
<b>FeO</b>	-0,71	-0,72	1																				
<b>MnO</b>	-0,77	-0,67	0,68	1																			
<b>MgO</b>	-0,71	-0,62	0,56	0,25	1																		
<b>Na2O</b>	0,67	0,75	-0,64	-0,55	-0,72	1																	
<b>K2O</b>	0,76	0,67	-0,51	-0,50	-0,66	0,50	1																
<b>TiO2</b>	0,18	0,40	-0,31	-0,24	-0,25	0,21	0,10	1															
<b>S</b>	-0,39	-0,34	0,42	0,02	0,74	-0,50	-0,30	-0,26	1														
<b>Ni</b>	-0,38	-0,11	0,29	0,05	0,50	-0,36	-0,30	0,24	0,39	1													
<b>As</b>	-0,14	-0,24	0,34	0,34	-0,01	-0,18	-0,05	-0,48	0,09	-0,31	1												
<b>Ba</b>	0,68	0,59	-0,73	-0,58	-0,52	0,50	0,73	0,22	-0,28	-0,34	-0,21	1											
<b>Cl</b>	-0,38	-0,30	0,46	0,30	0,34	-0,41	-0,23	0,21	0,11	0,49	-0,08	-0,33	1										
<b>Cu</b>	-0,27	-0,26	0,28	0,25	0,19	-0,32	-0,21	-0,10	0,19	0,23	0,07	-0,21	0,65	1									
<b>Co</b>	-0,31	0,00	0,15	-0,03	0,43	-0,23	-0,32	0,49	0,33	0,65	-0,42	-0,19	0,37	-0,07	1								
<b>P</b>	0,15	0,58	-0,31	-0,26	-0,38	0,59	0,09	0,66	-0,37	0,13	-0,31	0,11	0,09	-0,16	0,30	1							
<b>Pb</b>	-0,11	-0,14	0,06	0,17	0,07	-0,20	-0,10	-0,04	0,10	0,15	0,07	-0,14	0,45	0,89	-0,12	-0,13	1						
<b>Sn</b>	-0,23	-0,16	-0,06	-0,07	0,39	-0,22	-0,40	0,12	0,02	0,21	-0,16	-0,18	0,00	-0,20	0,41	0,02	-0,21	1					
<b>Sr</b>	-0,40	-0,01	-0,06	0,01	0,48	-0,31	-0,38	0,29	0,20	0,28	-0,39	-0,21	0,13	-0,12	0,63	0,14	-0,08	0,67	1				
<b>V</b>	-0,42	-0,11	0,16	0,29	0,22	-0,36	-0,39	0,58	0,13	0,57	-0,40	-0,33	0,21	0,00	0,61	0,29	0,00	0,17	0,45	1			
<b>Zn</b>	-0,59	-0,44	0,59	0,41	0,62	-0,67	-0,42	-0,15	0,44	0,45	0,23	-0,53	0,68	0,63	0,23	-0,31	0,47	0,07	0,22	0,17	1		
<b>Zr</b>	0,24	0,62	-0,38	-0,40	-0,37	0,73	0,28	0,26	-0,31	-0,17	-0,19	0,32	-0,19	-0,15	-0,06	0,72	-0,12	0,06	0,01	-0,23	-0,47	1	

Çizelge 10.4 Cevher örneklerinde birbirleriyle anlamlı korelasyon sunan element ve oksitli bileşikler

		Masif Cevher			Bantlı Cevher			Saçınımlı Cevher					
		Kireçtaşı			Metamorfik			Granotoid			Metamorfik		
Örnek Sayısı		32			36			14			17		
		Min.	Max	Ort	Min.	Max	Ort	Min.	Max	Ort	Min.	Max	Ort
SiO <sub>2</sub>	%	3,05	24,20	12,36	18,50	43,6	29,55	56,40	71,70	63,50	24,10	62,20	43,30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0,89	7,93	2,72	0,28	13,75	5,69	11,95	19,40	16,23	4,26	23,90	11,62
FeO	%	12,63	81,60	64,07	21,73	49,00	36,35	4,75	9,55	6,52	3,86	18,26	10,77
MnO	%	0,10	0,57	0,26	0,10	0,67	0,30	0,01	0,06	0,02	0,04	0,07	0,02
MgO	%	0,10	0,57	0,26	0,10	0,67	0,29	0,01	0,06	0,02	0,04	0,69	0,20
Na <sub>2</sub> O	%	0,00	1,15	0,19	0,03	1,82	0,50	2,34	7,15	4,90	0,35	4,40	1,87
K <sub>2</sub> O	%	0,00	0,73	0,23	0,02	2,14	0,56	1,33	3,94	2,91	0,11	4,62	1,34
TiO <sub>2</sub>	%	0,03	0,42	0,16	0,01	0,74	0,33	0,51	1,54	0,76	0,35	2,14	0,66
S	%	0,00	2,46	0,24	0,00	2,86	0,70	0,00	0,14	0,04	0,01	1,40	0,36
Ni	ppm	5,00	130,00	24,41	5,00	560	40,14	5,00	30,00	7,86	5,00	130,00	32,06
As	ppm	5,00	14500,00	645,97	5,00	2620	131,25	20,00	100,00	48,57	5,00	150,00	51,76
Ba	ppm	5,00	110,00	23,44	5,00	280	73,47	90,00	1010,00	652,86	5,00	990,00	267,94
Cl	ppm	60,00	5180,00	973,87	30,00	6210	910,56	90,00	180,00	138,57	10,00	1400,00	352,35
Cu	ppm	5,00	330,00	39,21	5,00	390	51,94	5,00	20,00	7,86	5,00	1400,00	141,47
Co	ppm	5,00	290,00	45,43	5,00	150	29,72	5,00	10,00	5,36	5,00	30,00	10,29
P	ppm	50,00	760,00	160,62	30,00	660	278,89	480,00	1680,00	922,86	320,00	2020,00	658,24
Pb	ppm	5,00	50,00	11,42	5,00	80	18,06	5,00	30,00	11,07	5,00	3380,00	398,53
Sn	ppm	5,00	760,00	81,95	5,00	130	47,08	10,00	30,00	17,14	5,00	100,00	32,65
Sr	ppm	5,00	213,00	28,69	10,00	300	85,83	20,00	80,00	52,86	30,00	440,00	214,12
V	ppm	5,00	128,00	36,19	5,00	150	63,47	20,00	120,00	47,86	30,00	200,00	90,00
Zn	ppm	5,00	270,00	96,66	5,00	190	70,42	5,00	30,00	15,00	20,00	110,00	49,41
Zr	ppm	5,00	130,00	43,24	20,00	230	106,11	60,00	640,00	338,57	40,00	490,00	173,53



## 11. TARTIŞMA VE YORUM

Simav ve Emet arasında yüzlek veren Oligo-Miyosen yaşlı Eğrigöz Graniti 'nin Menderes Masifi ile olan dokanaklarında gelişmiş çok sayıda demir cevherleşmesi yer almaktadır. Değişik boyutlarda ve dönem dönem işletilen bu cevherleşmelere ilişkin 1954 ile 1984 yılları arasında değişik amaçlı çalışmalar yapılmıştır. Genellikle cevherleşmelerinin ekonomik potansiyellerine yönelik olan bu çalışmaların bazılarında kökensel yorumlar da yer almaktadır.

Zeschke (1954) Simav ve Emet bölgesinde Eğrigöz granitinin Menderes Masifi ile olan dokanaklarında gözlenen 48 adet cevherleşmenin yan kayaç-cevher ilişkisinin, cevherleşmenin tipi ve şeklini irdelemiştir. Cevherleşmelerin skarn tip bir cevherleşme olduğunu, Eğrigöz granitinin doğu kesiminde daha çok manyetit-skarnların, batı ve güney kesiminde ise hematit cevherleşmelerinin yer aldığını ifade etmiştir.

Sözen (1962) ve Taşan vd.(1984), Kütahya Emet ve Simav'da Eğrigöz graniti çevresindeki tüm demir cevherleşmelerini incelemişler ve cevherleşmelerin Eğrigöz granitinin Menderes Masifi'ne ait Kalkan metamorfitlelerinin mermer seviyeleri ile olan dokanaklarında gelişmiş kontak metazomatik bir oluşumlar olduğunu belirtmişlerdir.

Akbulut vd. (2012), Eğrigöz graniti ile Menderes Masifi'ne ait kayaların kuzey dokanaklarında yer alan Çatak ve Küreci Fe cevherleşmelerinin skarn tipi cevherleşmeler olduklarını ortaya koymuşlardır. Ayrıca Fe skarn cevherleşmelerine sülfütlü fazların eşlik ettiğini vurgulamışlardır.

Uğurcan (2012), Kalkan ve Karaağıl Fe zuhurlarının skarn tipi cevherleşmeler olduğunu belirtmiştir, ayrıca, skarnlaşmaya neden olan Eğrigöz granitinin volkanik yay ortamında oluştuğunu vurgulamıştır. Yazar aynı çalışmada skarnlaşmanın Menderes Masifi'ne ait rekristalize karbonat bantları içerisinde geliştiğini belirterek, Kalkan cevherleşmesinde, skarn oluşumuna ait iki evre olduğunu belirtmiştir. Kalkan yöresinde prograd evrenin, klinopiroksen ve granat ile karakterize olduğunu, retrograd evrede ise epidot, amfibol,

klorit, kuvars ve kalsit minerallerinin geliştiğini ayrıca manyetit cevherinin başlıca prograd evrede kristallendiğini ifade etmiştir.

Kalkan demir yatağı üzerine önceki yıllarda değişik araştırmacılar tarafından yapılan çalışmaların hemen hepsinde, Kalkan demir cevherleşmesinin Eğrigöz granitinin Menderes Masifi ile olan dokanaklarında gelişen skarn tip bir cevherleşme olduğu belirtilmiştir. Bu tez çalışmasında da yapılan arazi gözlemleri, mineralojik-petrografik ve jeokimyasal çalışmalarda elde edilen bulgularda önceki araştırmacıların önerdikleri cevherleşme tipi ile rtuşmektedir.



## 12. SONUÇLAR

1- Menderes Masifi'nin içinde yer alan inceleme alanının temelini, Prekambriyen yaşlı gnaysik dokulu ve mermer ara seviyeleri içeren Kalkan metamorfite ve bunun üzerine gelen Paleozoik yaşlı Simav metamorfite oluşturur. Yaşlı temel ve bu temelin üzerine gelen Triyas yaşlı Kırkbudak formasyonu ile başlayan Mesozoyik yaşlı kayaları Oligo Miyosen yaşlı Eğrigöz granitleri kesmektedir. Kalkan demir cevherleşmesi, granitler tarafından kesilen ve içerisinde rekristalize kireçtaşı seviyelerinin yer aldığı Kalkan metamorfite kontaklarında gelişmiştir.

2- Kalkan demir yatağının oluşum yaşı, Eğrigöz granitinin Kalkan metamorfite sokulum yaşı ile (Oligo Miyosen) aynıdır.

3- Jeolojik haritalama çalışmaları ile mineralojik-petrografik incelemeler sonucunda çalışma alanında gnays, granit, granodiyorit porfir, granat fels ve milonit olmak üzere 5 farklı kayaç grubu ayırtlanmıştır.

4- Saha verileri ve Demir Export tarafından yapılmış bulunan 50 adet sondajın değerlendirilmesi sonucunda, Kalkan demir cevherleşmesinin K10°D/25°-35°KB konumlu olup 400 m uzanım sunduğu belirlenmiştir. Doğrultu boyunca cevherleşme 2 farklı seviyede izlenmektedir. Üsteki cevherli seviyenin kalınlığı 3 ile 10 m, altta olan ikinci seviye cevherleşmenin kalınlığı 1 ile 5 m arasında değişmektedir.

5- Cevherleşme masif, bantlı ve daha az oranlarda da saçınımlı olmak üzere üç farklı tipte izlenmektedir.

6- İncelenen sondaj karotlarında baskın olarak masif tipte cevherin gnays ile granit/gnays dokanaklarında, bantlı tipte cevherin gnayslar içinde, saçınımlı tipteki cevherin ise granit ve gnaysların içerisinde geliştiği gözlenmiştir.

7- Cevherli seviyelere yer yer granat, epidot piroksen ve klorit gibi skarn mineralleri izlenmektedir.

8- Cevher örnekleri üzerinde yapılan mikroskopi çalışmaları sonucunda, oluşan ilk cevher mineralinin manyetit olduğu ve daha sonra ise bunların martitleşme sonucunda hematite dönüştüğü belirlenmiştir. Cevher mineral parajenezi oluşum sırasına göre,manyetit-hematit-pirit-markazit-ilmenit-rutil–limonit şeklindedir.

9- Mikroskobisi çalışmalarında manyetitleri keser konumda olan piritlerin izlenmiş olması, oksit evresinin ardından gelişmiş olan bir sülfid evresine işaret etmektedir. Böylelikle sülfid mineralleri skarn sürecinde cevher parajenezine katılmışlardır. Ayrıca iki tip hematit belirlenmiştir. Bunlardan ilki manyetitlerin martitleşmesi ile oluşmuş olan hematitlerden ve ikincisi ise manyetitlerin aralarında gelişmiş olan submikroskobik öz şekilsiz hematitlerden oluşmaktadır.

10- Cevherde karşılaşılan  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  ve  $\text{MgO}$  içeriklerindeki artışların kil minerallerinin, kuvarsların ve skarn minerallerinin kimyasallardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

11- Jeolojik, mineralojik-petrografik ve jeokimyasal verilerin birlikte değerlendirilmesi sonucunda, özellikle de sahada gözlenen metamorfik kayalardaki (gnayslardaki) kıvrım yapıları ile uyumlu olan kıvrımlanmış bantlı cevher yapılarının varlığı, Kalkan demir cevherleşmesinin oluşumunda metamorfizmaya uğramış olan birincil sinsedimanter demir oluşum izlerinin varlığının göz ardı edilmemesi olgusunu da gündeme taşınmaktadır.

12- Cevher oluşumunun saptanmış bulunan en son aşaması, tüm yan kayaların granitler tarafından kesilmesi sonucu oluşan hidrotermal etkilerin oluşturduğu skarn oluşum evreleri ve/veya remobilizasyonlar olarak ifade edilebilir.

13- Daha az altere ve saçınımlı manyetit oranı maksimum % 1,5 olan granitlerde yapılan analizler sonucunda bu örneklerin Pearce vd. 1984 ayırım diyagramında volkanik yay ve çarpışma ile eş yaşlı, Rb-Nb+Y diyagramında ise volkanik yay ile volkanik yay / kıta içi alanının sınırına denk düştüğü görülmüştür.

14- Çalışmanın son sözü olarak ilerdeki süreçlerde yürütülebilecek (sürdürülebilecek) olan Kalkan demir cevherleşmesi ve Eğrigöz granitlerinin dokanaklarında gözlenen diğer demir yataklarında yapılacak havza etüdüne yönelik maden yatakları çalışmaları ile özellikle de ağırlıklı olarak saha jeolojisi, izotop jeolojisi, nadir toprak element jeokimyası ve sıvı kapanım çalışmaları sonucunda köken olgusunun daha da geliştirilebileceği (olgunlaştırılabileceği) önerilir.

## KAYNAKLAR

- Akdeniz, N. ve Konak, N. 1979. Simav-Emet-Tavşanlı-Dursunbey-Demirci yöresinin jeolojisi. MTA Rapor Derleme No. 6547, Ankara.
- Akdeniz, N. 1980. Başlamış formasyonu. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, No: 10, 39-48, Ankara.
- Akyol, E. ve Akgün, F. 1993. Batı Anadolu'daki boratlı Neojen tortullarının palinolojisi. MTA Dergisi, No:111, 165-173, Ankara.
- Aslaner, M. 1962. Emet ve civarında yapılan demir prospeksiyonu ön raporu. MTA Rapor No. 132, Ankara.
- Aytuğ, G. 1967. Eğriğöz (Emet) köyü demir zuhurları. MTA Rapor N. 855, Ankara.
- Baş, H. 1983. Domaniç Tavşanlı-Gediz-Kütahya yörelerinin Tersiyer jeolojisi ve volkanitlerinin petrolojisi. MTA Rapor No. 7293, Ankara.
- Baş, H. 1986. Tavşanlı Domaniç (Kütahya) volkanitlerinin özellikleri ve Batı Anadolu Senozoik volkanizmasındaki önemi. Türkiye Jeoloji Bülteni, Sayı 30, Ankara.
- Bozkurt, E. Park, R.G. and Winchester, J.A. 1993. Evidence against the core/cover interpretation of the southern sector of the Menderes massif, West Turkey. Terra Nova 5, 445-451.
- Bozkurt, E. and Park, R.G. 1994. Southern Menderes massif: an incipient metamorphic core complex in western Anatolia, Turkey. Journal of the Geological Society London, 151, 213-216.
- Bozkurt, E. ve Satır, M. 2000. The southern Menderes massif (western Turkey): geochronology and exhumation history. Geological Journal, 35, 285-296.
- Bozkurt, E. 2004. Granitoid rocks of the southern Menderes massif (southwestern Turkey): field evidence for Tertiary magmatism in an extensional shear zone. International Journal of Earth Sciences, 93, 52-71.
- Brinkman, R. 1967. Die südflanke des Menderes-Massivs bei Milas, Bodrum und Ören, scient. Representative Faculty Science, Ege University, İzmir, Turkey.
- Candan, O. Dora, O.Ö. Kun, N. Akal, C. ve Koralay, E. 1992. Aydın Dağları (Menderes Masifi) güney kesimindeki allohton metamorfik birimler. Türkiye Petrol Jeologları Derneği, Ankara.
- Candan, O. Koralay, O.E. Akal, C. Dora, O.Ö. Chen, F. Satır, M. ve Oberhanslı, R. 2011. Menderes Masifi'nin Pan-Afrikan Temel ve paleozoyik-erken Tersiyer örtü serilerinin polimetamorfik evrimi. MTA Dergisi, 142, 25-68, Ankara.



- Candan, O. Dora, O.Ö. Oberhanslı, R. Koralay, E. Çetinkaplan, M. Akal, C. Satır, M. ve Kaya, O. 2011. Menderes Masifi'nin Pan-Afrikan Temelin stratigrafisi ve Godvana'nın Geç Neoproterozoyik/Kambriyen evrimi ile ilişkisi. MTA Dergisi, 282, 25-68, Ankara.
- Cihan, İ. Cengiz, İ. ve Cengiz, A. (yayınlanmamış). Kalkan demir projesine yönelik jeoloji haritası, Demir Export A.Ş. Ankara.
- Collins, A. S. and Robertson, A.H.F. 1997. Lycian melange, southwestern Turkey: An emplaced Late Cretaceous accretionary complex. *Geology*, 25, 255–258.
- Delaloye, M. and Bingöl, E. 2000. Granitoids from western and Northwestern Anatolia: geochemistry and modeling of geodynamic evolution. *International Geology Review*, 241-268.
- Dilek, Y. and Whitney, D.L. 2000. Cenozoic crustal evolution in central Anatolia: extension, magmatism and landscape development. *Proceedings of the Third International Congress on the Geology of the Eastern Mediterranean*, Geological Survey Department Cyprus, 183-192.
- Dora, O. Ö. 1976. Menderes Masifi'ndeki alkali feldispatların yapısal durumları ve bunların petrojenetik yorumlarda kullanılması. *TJK Bülteni*, C-18, 11, Ankara.
- Dora, O.Ö. Kun, N. and Candan, O. 1990. Metamorphic history geotectonic evolution of the Menderes Massif. *Proc. of International Earth Sciences Congress on Aegean Regions, İzmir/Turkey, Volum 2*, 102-115.
- Dora, O. Ö. Candan, O. Kun, N. ve Akal, C. 1994. Menderes Masifi'nin metamorfik evrimi ve orta kesiminin (Ödemiş-Kirazlı aşması) 1/500.000 ölçekli jeoloji haritasının yapılması. TBAG-937 nolu TÜBİTAK projesi, 124.
- Dora, O.Ö. Candan, O. Kaya, O. Koralay, E. and Dürr, St. 2001. Revision of Leptite-Gneisses in the Menderes massif: a supracrustal metasedimentary origin. *Int J Earth Sciences*, 89, 836-851.
- Dora, O.Ö. Candan, O. Kaya, O. Koralay, E. ve Akal, C. 2005. Menderes Masifi Çine aşması'ndeki Koçanlı-Bafa-Yatağan-Karacasu arasında uzanan gnays/şist dokanağının niteliği: Jeolojik, tektonik, petrografik ve jeokronolojik bir yaklaşım. YDABÇAG-101 Y 132 nolu TÜBİTAK projesi, 197, Ankara.
- Dora, O.Ö. 2011. Menderes Masifi'nde jeolojik araştırmaların tarihsel gelişimi. MTA Dergisi, 142,1-23, Ankara.
- Dündar, A. Güngör, N. Gürsel, T. Özden, M. ve Özyegin, E. 1986. Kütahya-Emet bölgesinin jeolojisi. MTA Derleme Raporu, 7984, 156, Ankara.
- Dürr, St. 1975. Über alter und geotektonische stellung des Menderes-Kristallins/SW-Anatolien und seine aequivalente in der mittleren agais. *Habilitation Thesis*, University of Marburg / Lahn, 107.

- Ercan, T. Günay, E. ve Savaşçın, M. Y. 1982. Simav ve çevresindeki Senozoyik yaşlı volkanizmanın bölgesel yorumlanması. MTA Dergisi, 97/98. 86-101, Ankara.
- Ercan, T. 1983. Gördes volkanitlerinin (Manisa) petrolojisi ve kökensel yorumu. Türkiye Jeoloji Bülteni. 26/1, Ankara.
- Ercan, T. ve Türkecan, A. 1984. Bodrum yarımadasının jeolojisi. MTA Dergisi 97/98, 21-32, Ankara.
- Ercan, T. Satır, M. Serin, D. ve Türkecan, A. 1996. Batı Anadolu'daki Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı volkanik kayalarda yeni yapılan radyometrik yaş ölçümlerinin yorumu. MTA Dergisi, 119,103-112, Ankara.
- Erdoğan, B. 1990. İzmir-Ankara zonunun İzmir ile Seferihisar arasındaki bölgede stratigrafik özellikleri ve tektonik evrimi. Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, 2/1, 1-20, Ankara.
- Erdoğan, B. Altın, D. Güngör, T. ve Özer, S. 1990. Karaburun yarımadasının stratigrafisi. MTA Dergisi 111, 1-23, Ankara.
- Erdoğan, B. 1992. Problem of core-mantle boundary of Menderes massif. In proceedings of the international Symposium of Eastern Mediterranean Geology, Geosound, 314-315.
- Erdoğan, B. ve Güngör, T. 1992. Menderes Masifi'nin kuzey kanadının stratigrafisi ve tektonik evrimi. Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni C.4/I, 9-34, Ankara.
- Erdoğan, B. and Güngör, T. 2004. The problem of the core-cover boundary of the Menderes massif and emplacement mechanism for regionally extensive gneissic granite, Western Anatolia Turkey. Turkish Journal of Earth Science, 13, 15-36.
- Ergün, A. 1965. Kütahya ili Gediz ilçesi Şaphane bucağı alunit sahası raporu. MTA, Rapor No. EHM- 37, Ankara.
- Evirgen, M. 1979. Menderes Masifi metamorfizmasma petroloji, petrokimya ve jenez açısından yaklaşımlar (Ödemiş-Tire-Bayındır-Turgutlu yöresi) H. Ü. Doktora Tezi, 185, Ankara.
- Evirgen, M. and Ataman, G. 1981. Study of metamorphism of central Menderes massive, isograde, pressure and temperature. Bulletin of Institute of Earth Sciences of Hacettepe University, 7, 15-26.
- Gawlik, I. 1956. Emet Neojen'indeki borat zuhurlarına ait rapor. MTA Derleme Rapor No, 2479, 11 s. Ankara.
- Gawlik, J. 1960. Karakoca-Simav kurşun ocağının etüdü hakkında Rapor No. MTA Gen.Müd. Ankara.
- Gümüş, A. 1964. Contribution atetude geologique du secteur septentrional de Kalabak Eymir Köy (regiond Edremit), Turquie. MTA. Public No. 117, 109, Ankara.

- Helvacı, A. and Alonso, 2000. Borate deposits of Turkey and Argentina; A summary and geological comparison. Turkish Journal of Earth Sciences, 9, 1-27.
- Günay, E. Akdeniz, N. Şaroğlu, F. ve Çağlayan, A. 1986. Muratdağı-Gediz dolaylarının Jeolojisi. MTA Derleme Rapor No, 8046, 92, Ankara.
- Hamilton, W.J. 1840. Researches in Asie Minor. London.
- Helvacı, C. 1986. Geochemistry and origin of the Emet borate deposits, Western Turkey.  
Cumhuriyet Üniversitesi, Yerbilimleri, 49-73, Sivas.
- İnan, K. 1969. Bursa Orhaneli ve civarında demir prospeksiyon Rapor N. 976, MTA, Ankara.
- Konak, N. 1982, Simav dolayının jeolojisi ve metamorfik kayaçlarının evrimi. İstanbul Yerbilimleri, v. 3, 313-337.
- Koralay, E. Candan, O. Akal, C. Dora, O.Ö. Chen, F. Satir, M. ve Oberhansli, R. 2011. Menderes Masifi'ndeki Pan-Afrikan ve Triyas yaşlı metagranitlerin jeolojisi ve jeokronolojisi, Batı Anadolu, Türkiye MTA Dergisi, 142, 69-121, Anlara.
- Köksoy, M. ve İleri, S. 1979. Batı Anadolu'daki sıcaqsu çökelleri ile antimuan yatakları arasındaki jenetik ilişkiler. TÜBİTAK VI. Bilim Kongresi, Yerbilimleri Seksiyonu, 7-16, Ankara.
- Kun, N. ve Dora, O.Ö. 1984, Menderes Masif'indeki metavolkanitler. 38. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri özleri, 131-132, Ankara.
- Leflef, D. 1980. Muratdağı güneyinde bulunan Neojen havzasının çökel ortamları ve paleocoğrafik evrimi, Uşak-Batı Anadolu ortam modellerinin karşılaştırılması analizi, MTA Rapor No. 8612, Ankara.
- Nebert, K. 1960. Tavşanlı'nın batı ve kuzeyindeki linyit ihtiva eden Neojen sahasının mukayeseli stratigrafisi ve tektoniği. MTA. Dergi. No. 54, s. 7-35, Ankara.
- Okay, A.I. 1981. Geology and blueschist metamorphism of ophiolites in northwest Anatolia (Tavşanlı-Kütahya). Türkiye Jeoloji Bülteni 24, 85-95, Ankara.
- Okay, A.I. 1984. Distribution and characteristics of the northwest Turkish blueschists. The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean, Geological Society Special Publication No. 17, 455-466.
- Okay, A.I. 1986. High pressure/low temperature metamorphic rocks of Turkey. Geological Society of America Memoir No. 164, 333-348.
- Okay, A.I. 1989. Tectonic units and sutures in the Pontides, northern Turkey. Tectonic evolution of the Tethyan Region, NATO Advanced ASI Series, Kluwer Academic Publications, Dordrecht, 109-116.
- Okay, A. and Siyako, M. 1993. The revised location of the İzmir-Ankara suture in the region between Balıkesir and İzmir. Ozan Sungurlu Symposium

- Proceedings, Tectonics and Hydrocarbon Potential of Anatolia and Surrounding Regions, 333-355, Ankara.
- Okay, A. Satır, M. Maluski, H. Siyako, M. Monie, P. Metzger, R. and Akyüz, S. 1996. Paleo-and NeoTethyan events in northwestern Turkey: Geologic and geochronologic constraints. Yin, A. and Harrison, T.M. The Tectonic Evolution of Asia, Cambridge University Press, 420-441.
- Okay, A.I. ve Tüysüz, O. 1999. Tethyan sutures of northern Turkey. Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine orogen, eds. Durand, B. Jolivet, L. Horváth and F. and Séranne, M. Geological Society, London, Special Publication 156, 475 .
- Okay, A. 2001. Stratigraphic and metamorphic inversions in the central Menderes Massif: a new structural model. International Journal Earth Science, 89, 709-727.
- Okay, A.I. 2002. Reply: Stratigraphic and metamorphic inversions in the central Menderes Massif: a new structural model. International Journal of Earth Sciences, Geologische Rundschau, 91, 173-178.
- Okay, A. and Satır, M. 2006. Geochronology of Eocene plutonism and metamorphism in northwest Turkey: evidence for a possible magmatic arc. Geodinamica Acta 19, 251.
- Erlor, A. 1979. Karakaya (Simav-Kütahya) kurşun, çinko yatağı kükürt izotoplarının incelemesi. Türkiye.
- Oygür, V. ve Erlor, A. 2000. Simav grabeninin metalojenesi (İç-batı Anadolu, Türkiye). Türkiye Jeoloji Bülteni 43(1), 7-19.
- Oyman, T. Özgenç, İ. Tokçer, M. and Akbulut, M. 2012. Petrology, geochemistry, and evolution of the iron skarns along the northern contact of the Eğrigöz Plutonic Complex, Western Anatolia, Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences 21, 1-41.
- Özcan, A. Göncüoğlu, M.C. ve Turhan, N. 1989. Kütahya-Çifteler-Bayat-İhsaniye yöresinin temel jeolojisi. MTA Rapor No. 8974 (8188), 142.
- Parejas, E. 1940. La tectonique transversale de la Turquie. Review Faculty Science University İstanbul, Seri B, 5, 133-244.
- Pearce, J.A. Harris, N.B.W. and Tindle, A.G. 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. Journal of Petrology 25, 956-983.
- Phillipson, A. 1914-1915. Reisen und forschungenim westlichen Kleinasien. Ergänzungshefte 167, 172, 177, 180, 183. Der Petermanns Mitteilungen, Gotha, Jüstus Perthes.
- Purvis, M. And Robertson, A.H.F. 2004. A pulsed extension model for the Neogene–recent E–W-trending Alaşehir graben and the NE–SW-trending Selendi and Gördes basins, western Turkey. Tectonophysics 391, 171-201.

- Purvis, M. and Robertson, A.H.F. 2005. Sedimentation of the Neogene–recent Alaşehir (Gediz) continental graben system used to test alternative tectonic Models For Western (Aegean) Turkey, *Sedimentary Geology*, 173, 373-408.
- Satır and Friedrichsen, H. 1986. The origin and evolution of the Menderes Massic, western Turkey: A rubidium/strontium and oxygen isotope study. *Geol. Rundschau*, 75/3, 703-714.
- Schuiling, R. D. 1962. Türkiye'nin güneybatısındaki Menderes migmatit kompleksinin petrolojisi, yaş ve yapısı hakkında. MTA Rapor No. 58, 71-84.
- Şenel, M. 2007. Likya Naplarının özellikleri ve evrimi, Menderes Masifi Kolokyumu, 51-55, İzmir.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y. 1981. Tethyan evolution of Turkey : A plate tectonic approach. *Tectonophysics* 75,181 - 241.
- Seyitoğlu, G. Anderson, D. Nowell, G. and Scott, B. C. 1997. The evolution from Miocene potassic to Quaternary sodic magmatism in western Turkey: implications for enrichment processes in the lithospheric mantle. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 76, 127-147.
- Seyitoğlu, G. 1997. Late Cenozoic tectono-sedimentary development of Selendi and Uşak-Güre basins: a contribution to the discussion on the development of east-west and north- trending basins in western Turkey. *Geological Magazine* 134, 163-175.
- Sözen, A. 1962. Emet, Gediz, Simav, Dağardı mıntıkasında Zn, Pb, Cu, Mn, Sb Bakımından kapatılmış sahaların genel prospeksiyon ön raporu 3346, Ankara.
- Purvis, M. and Robertson, A.H.F. 2004. A pulsed extension model for the Neogene–recent E–W-trending Alaşehir graben and the NE–SW trending Selendi and Gördes basins, western Turkey. *University of Edinburgh*, 31.
- Purvis, M. and Robertson, A.H.F. (2005). Miocene sedimentary evolution of the NE–SW trending Selendi and Gördes basins, western Turkey: implications for extensional processes. *Sedimentary Geology* 174, 31-62.
- Taşan, O. Kurt, M. ve Çihnioğlu, M. 1984. Kütahya-Emet-Simav Eğrigöz graniti çevresindeki demir zuhurları jeoloji raporu, MTA Rapor No. 7531, Ankara.
- Taşkın, İ. 1978. Kütahya ili, Simav ilçesi, Ahmetli köyü antimuan zuhurları. MTA Rapor No. 6751. Ankara.
- Thomson, S.N. and Ring, U. 2006. Thermochronologic evaluation of postcollision extension in the Anatolide orogen, western Turkey. *Tectonics* 25.
- Tokay, M. ve Doyuran, V. 1979. Gediz ve dolaylarının sismotektonik özellikleri, *Türkiye Jeoloji Bülteni* 22, 209-210.
- Tchihatcheff, P. D. 1867. *Asie mineure, description physique de cette contree, quatrime partie. Geologie I, Paris.*

- Uğurcan, O. G. 2012. Kalkan ve Karaağıl (Simav-Kütahya) Skarn tipi demir yataklarının mineralojik, petrografik ve Jeokimyasal incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 216 s.
- Yükünç, M. 2007. İğdeköy, Hisarcık, Hamanköy ve Dereköy (Emet) köylerini içeren bölgenin jeolojisi, mineralojisi ve jeolojik evrimi. Yüksek Lisans Tezi, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 65 s.
- Zeschke, G. 1954. Der Simav-graben und seine gesteine. Türkiye Jeoloji Bülteni, 5 179-189, Ankara.





## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ayla CENGİZ

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 02/01/1984

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

**Lise** : Ankara Kurtuluş Lisesi, 1999-2001

**Lisans** : Mersin Üniversitesi, 2002-2008

**Yüksek Lisans** : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji  
Mühendisliği Anabilim Dalı, 2012-2018

### İş Deneyimi (Kurum ve Yıl)

Dağlı Grup Aztek Madencilik, Mersin, Jeoloji Mühendisi, 2008

CVK Güney Kromları, Adana, Jeoloji Mühendisi, 2010

Koç Grup Demir Export A.Ş. Jeoloji Mühendisi, Ankara, 2011-2017