

T.C.
KÜTAHYA DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Yüksek Lisans Tezi

**KIRIKKALE-KESKİN-ÇELEBİ DEMİR CEVHERLEŞMESİNİN
OLUŞUMU**

Danışman:
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİRBİLEK

Hazırlayan
Deniz ERSANLI GENÇ

Kütahya – 2021

Kabul ve Onay

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma, jürimiz tarafından

Jeoloji mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi	İmza	
	Kabul	Red
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİRBİLEK (Danışman)		
Prof. Dr. Halim MUTLU		
Doç. Dr. Cafer ÖZKUL		

Onay

Prof. Dr. Şahmurat ARIK

Enstitü Müdürü

Bilimsel Etik Bildirimi

Yüksek Lisans tezi olarak hazırladığım “KIRIKKALE-KESKİN-ÇELEBİ DEMİR CEVHERLEŞMESİNİN OLUŞUMU” adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

04/05/2021

Deniz ERSANLI GENÇ

ÖZET

KIRIKKALE-KESKİN-ÇELEBİ DEMİR CEVHERLEŞMESİNİN OLUŞUMU

ERSANLI GENÇ, Deniz

Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİRBİLEK
Temmuz, 2021, 87 sayfa

Kırıkkale - Çelebi demir cevherleşmesi, İç Anadolu bölgesinde, Kırıkkale il merkezinin yaklaşık 65 km güneyinde, Çelebi ilçesi sınırlarında, J30-b2 ve J31-a1 paftaları arasında bulunmaktadır.

Kırşehir Masifi içinde yer alan çalışma alanının büyük bir bölümünde, Paleozoyik yaşlı çoğunlukla mermerlerden ve yer yer amfibol şist mercceklerinden oluşan Bozçaldağ Formasyonuna ait metamorfik birimler yüzeylemektedir. Metamorfikleri kesen Üst Kretase-Tersiyer yaşlı Orta Anadolu Granitoidleri ile tüm bu birimleri örten Miyosen-Pliyosen yaşlı İç Anadolu Grubu'na ait sedimanter kayalar çalışma alanı içinde oldukça sınırlı bölgelerde gözlenmektedir.

Bu çalışmada, haritalama, jeokimya, sondaj, mineraloji ve petrografi çalışmaları ile alterasyon ve cevher yan kayaç ilişkileri üzerine veriler üretilerek Çelebi demir cevherleşmesinin oluşum koşullarına yönelik yaklaşımlar ortaya konulmaya çalışılmıştır. Çalışma alanı içerisinde, Bozçaldağ Formasyonuna ait mermerler ile Orta Anadolu Granitoidleri'nin dokanaklarında skarn zonu (ekzoskarn) gelişmiştir. Ancak yoğun olarak Maden Sırtı ve Çardak Tepe mevkiilerinde, mermerler içerisinde masif manyetit damarları şeklinde gözlenen cevherleşmelerde skarn zonu (endoskarn) oldukça sınırlı gözlenmiştir. Maden Sırtı ve çevresinde gözlenen masif manyetit damarlarının genel doğrultusu $KD/90^\circ$ konumlu ve kesikli olarak 1-2 km devam ederken Çardak Tepe mevki cevherleşmesinin genel doğrultusu ise $KB/90^\circ$ konumlu ve yine kesikli olarak yaklaşık 1 km boyunca devam ettiği gözlenmiştir.

Yapılan çalışmalar, Çelebi demir cevherleşmesinin Orta Anadolu Granitoidleri ile Bozçaldağ Formasyonunun dokanaklarında, kontak metamorfizma sonucunda geliştiğini desteklemektedir. Cevherleşmelerin, granitoidlerin sokulumu esnasında, mermerlerin kırık-çatlaklarında akışkanların uygun ortam bulup çökmesiyle, masif manyetit damarlarını oluşturması sonucunda meydana geldiğini düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Demir Cevheri, Kırıkkale-Çelebi, Kırşehir Masifi, Masif Manyetit Damarı, Skarn Zonu.

ABSTRACT**FORMATION OF KIRIKKALE-KESKİN-ÇELEBİ IRON MINERALIZATION****ERSANLI GENÇ, Deniz****Master Thesis, Department of Geological Engineering****Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet DEMİRBİLEK****July, 2021, 87 pages**

Kırıkkale - Çelebi iron mineralization is located in the Central Anatolia region, approximately 65 km south of Kırıkkale province, within the borders of Çelebi district, on the J30-b2 and J31-a1 map sections.

The study area is within the Kırşehir Massif and mostly consists of Paleozoic aged metamorphic units such as marbles and locally amphibol schist lenses as a member of the Bozçaldağ Formation. Upper Cretaceous-Tertiary Central Anatolian Granitoids cutting the Bozçaldağ Formation and the sedimentary rocks belonging to the Miocene-Pliocene aged Central Anatolia Group covering both Bozçaldağ Formation and Central Anatolian Granitoids, crop out in the study area on a smaller scale.

In this study, approaches related with the formation conditions of Çelebi iron mineralization are put forward by generating data on mapping, geochemistry, drilling, mineralogy and petrography studies, data on ore and wall rock relationships and alteration zones. In the study area, skarn zone (exoskarn) observed at the contacts of the marbles of Bozçaldağ Formation and the Central Anatolian Granitoids. However, in the mineralizations observed as massive magnetite veins in the marbles in Maden Sırtı and Çardak Tepe locations, the skarn zone (endoskarn) was observed to be rather limited. While the general trend of massive magnetite veins observed in Maden Sırtı is NE/90° and intermittently continues for 1-2 km, it is observed that the general direction of mineralizations in Çardak Tepe location is NW/90° and continues for about 1 km.

These studies support that Çelebi iron deposit were formed as a result of contact metamorphism between Central Anatolian Granitoids and Bozçaldağ formation. It is thought that the mineralizations are formed as massive magnetite veins by the precipitation of fluids in the fracture-cracks of the marbles during the intrusion of granitoids.

Keywords: Iron Mineralization, Kırıkkale-Çelebi, Kırşehir Massive, Massive Magnetite Vein, Skarn Zone.

ÖNSÖZ

Kırıkkale-Keskin-Çelebi demir cevherleşmesinin oluşumu konulu bu tez çalışması, Demir Export A.Ş. imkanlarından yararlanılarak hazırlanmış olup 2017-2021 yılları arasında Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİRBİLEK'in danışmanlığında yüksek mühendislik tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans öğrenimim ve bu tez çalışması boyunca desteğini hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİRBİLEK'e,

Sağladığı imkanlardan dolayı Demir Export A.Ş. Genel Müdürü Sayın Ramazan YÖN nezdinde, projede emeği geçen eski - yeni tüm Demir Export A.Ş. çalışanlarına,

Yüksek lisans öğrenimim için gerek beni yönlendiren, gerekse her türlü desteğini ve tez çalışmamda arazi çalışmalarına eşlik ederek jeolojik gözlemlerini ve değerli bilgi birikimini hiçbir zaman esirgemeyen, Demir Export A.Ş. Maden Arama Direktörü Sayın İsmail CİHAN'a,

Tezime sunduğu katkılardan öte mesleki hayatımda da benim için çok önemli yeri olan Sayın Özcan DUMANLILAR'a (Akademi Proje A.Ş.),

Tez yazımımın başından sonuna kadar sıklıkla görüşlerine başvurduğum Jeoloji Mühendisi Sayın Dr. Ercan KUŞCU'ya (Demir Export A.Ş.),

Tez yazımı düzeltmelerime, kendi vakitlerinden ayırıp yardımcı olan sevgili arkadaşlarım Jeoloji Mühendisi Şevkican SEFEROĞLU'na (Demir Export A.Ş.) ve Maden Mühendisi Birgül TOPAL'a,

Değerli katkı ve yorumları için tez jüri hocalarım Doç. Dr. Cafer ÖZKUL'a (Dumlupınar Üniversitesi) ve Prof. Dr. Halim MUTLU'ya (Ankara Üniversitesi),

Hayatımın her anında olduğu gibi tez çalışmalarım sürecinde de bana hep destek olan canım babam, güzel annem, biricik kardeşim ve tabiki bu süreçteki gösterdikleri sabır, sevgi ve varlıkları için her an şükrettiğim sevgili eşim Mustafa GENÇ ve meleğim Derin GENÇ'e,

Teşekkürlerimi sunarım...

İÇİNDEKİLER

ÖZET	<u>Sayfa</u> iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
TABLolar LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ÇALIŞMA ALANI, YÖNTEMLERİ VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

1.1. ÇALIŞMA ALANININ TANITIMI	3
1.2. ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ	5
1.2.1. Literatür Çalışmaları	5
1.2.2. Arazi Çalışmaları	5
1.2.3. Laboratuvar Çalışmaları.....	6
1.2.4. Büro Çalışmaları	7
1.3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7

İKİNCİ BÖLÜM

JEOLojİ

2.1. BÖLGESEL JEOLojİ	16
2.2. ÇALIŞMA ALANININ JEOLojİSİ	21
2.2.1. Bozçaldağ Formasyonu.....	22
2.2.2. Orta Anadolu Granitoyidleri	27
2.2.3. İç Anadolu Grubu.....	30

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MADEN JEOLojİSİ

3.1. SKARN ZONU	36
3.2. CEVHERLEŞME	40
3.2.1. Yarma ve Sondaj Verilerinin Değerlendirilmesi	41
3.2.2. Cevher Mikroskobisi.....	46

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

JEOKİMYA

4.1. KAYAÇ JEOKİMYASI ÇALIŞMALARI	53
4.2. CEVHER JEOKİMYASI ÇALIŞMALARI	58
4.3. TEKTONİK ORTAM ÖZELLİKLERİ	67
SONUÇ	70
EKLER	72
EK 1: Granodiyorit Örneklerinde Gözlenen Masif Tip Cevhere Ait Örneklerin Eser Element Analiz Sonuçları	73
EK 2: Mermer Örneklerinde Gözlenen Masif Tip Cevhere Ait Örneklerin Ana Oksit Analiz Sonuçları	74
EK 3: Mermer Örneklerinde Gözlenen Masif Tip Cevhere Ait Örneklerin Eser Element Analiz Sonuçları-I.....	75
EK 3: Mermer Örneklerinde Gözlenen Masif Tip Cevhere Ait Örneklerin Eser Element Analiz Sonuçları-II.....	76
EK 4: Mermer Örneklerinde Gözlenen Breşik Tip Cevhere Ait Örneklerin Eser Element Analiz Sonuçları-I.....	77
EK 4: Mermer Örneklerinde Gözlenen Breşik Tip Cevhere Ait Örneklerin Eser Element Analiz Sonuçları-II.....	78
KAYNAKÇA	79
DİZİN	86
ÖZGEÇMİŞ	

TABLOLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 4.1: Çalışma Alanından Derlenen Kayaç Örneklerine Ait Eser Element Analizi Korelasyon Katsayıları (Kırmızı: Pozitif Korelasyon, Mavi: Negatif Korelasyon)	54
Tablo 4.2: Kayaç Örneklerine Ait Pozitif ve Negatif Korelasyon Gösteren Elementlerin Özet İstatistik Değerleri.....	55
Tablo 4.3: Granodiyorit Örneklerinde Gözlenen Masif Cevhere Ait Eser Element Korelasyon Katsayıları (Kırmızı: Pozitif Korelasyon, Mavi: Negatif Korelasyon)	61
Tablo 4.4: Mermer Örneklerinde Gözlenen Masif Cevhere Ait Oksitli Bileşiklerin Korelasyon Katsayıları (Kırmızı: Pozitif Korelasyon, Mavi: Negatif Korelasyon)	62
Tablo 4.5: Mermer Örneklerinde Gözlenen Masif Cevhere Ait Eser Element Korelasyon Katsayıları (Kırmızı: Pozitif Korelasyon, Mavi: Negatif Korelasyon)	63
Tablo 4.6: Mermer Örneklerinde Gözlenen Breşik Cevhere Ait Eser Element Korelasyon Katsayıları (Kırmızı: Pozitif Korelasyon, Mavi: Negatif Korelasyon)	64
Tablo 4.7: Farklı Litolojilere Ait Cevherli Seviyelerdeki Örneklerin Eser Element Özet İstatistik Değerleri	66
Tablo 4.8: Mermer Örneklerinde Gözlenen Masif Tip Cevhere Ait Oksitli Bileşiklerin Özet İstatistik Değerleri.....	66
Tablo 4.9: Sondajlardan Alınan Granit Örneklerinin Nb-Rb-Y_ppm Analiz Değerleri.....	67

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1: Çalışma Alanının Yer Bulduru Haritası	4
Şekil 2.1: Türkiye ve Çevresinin Tektonik Haritası	16
Şekil 2.2: Türkiye'nin Neotektonik Süreksizlikleri	17
Şekil 2.3: Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın Bölgesel Jeoloji ve Skarn Kuşağı Haritası	18
Şekil 2.4: Çalışma Alanının Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesiti.....	20
Şekil 2.5: Çalışma Alanının Jeoloji Haritası.....	21
Şekil 2.6: Çalışma Alanında Gözlemlenen Mermerlerin Genel Görünümü (GD'dan KB'ya bakış, X:543166 Y:4365504 Z:1203)	22
Şekil 2.7: Bozçaldağ Mermerlerine Ait Hematit, Limonit ve Manyetit Bantlı Sondaj Karotu Örneği (KAS31 Sondajı 13,00 -16,00 m aralığı)	23
Şekil 2.8: Bozçaldağ Mermerlerine Ait Sondaj Karotunun Makroskobik Fotoğrafı (KAS03 sondajı 11,70 - 11,80 m aralığı)	23
Şekil 2.9: Bozçaldağ Mermerlerine Ait Sondaj Karotunun Mikroskobik Fotoğrafı (KAS03 sondajı 11,70 -11,80 m aralığında gözlenen kayma ikizleri)	24
Şekil 2.10: Bozçaldağ Mermerleri İçerisinde Mostra Veren Amfibol Şistlerin Genel Görünümü (GB'dan KD'ya bakış, X: 541044, Y:4364237 Z:1043).....	25
Şekil 2.11: Çalışma Alanında Gözlenen Amfibol Şistlerin Yapraklanmalı Makroskobik Görünümleri (X: 541044, Y:4364237 Z:1043)	25
Şekil 2.12: Amfibollerin Heterojen ve Piroksenlerin Talklaşmış Görünümleri a) Tek Nikol, b) Çift Nikol	26
Şekil 2.13: Çalışma Alanındaki Petrografik İncelemesi Amfibolitlere Ait Karotun Makroskobik Fotoğrafı (KAS13 sondajı 19,90 – 20,00 m aralığı)	26
Şekil 2.14: Amfibolitte Gözlenen Piroksen, Plajiyoklaz ve Biyotit Minerallerinin Görünümü a) Tek Nikol, b) Çift Nikol (KAS13 sondajı 19,90 – 20,00 m aralığı)	27
Şekil 2.15: Çalışma Alanındaki Granitoidlerin Genel Görünümü (KB'dan GD'ya bakış, X: 541408 Y: 4365601 Z:1163)	28
Şekil 2.16: Çalışma Alanındaki Orta Anadolu Granitoidlerine Ait Örneğin Makroskobik Görünümü	29
Şekil 2.17: Holokristakin Tanesel Dokulu Graniti Oluşturan Amfibol, Kuvars, Ortaklaz, Biyotit ve Plajiyoklazların Görünümleri a) Tek Nikol, b) Çift Nikol.....	30
Şekil 3.1: Çalışma Alanı ve Çevresinde Gözlenen Demir Zuhurları Haritası	32
Şekil 3.2: Bölge Cevherleşmeleri ile Maden Sırtı ve Çardak Tepe Manyetit Cevherleşmelerinin Konumunu Gösterir Uydu Görüntüsü.....	34
Şekil 3.3: Iron Hill Demir Yatağının Şematik Kesitinde Gözlenen Masif Manyetit Cevherleşmesinin Çelebi Demir Cevherleşmesindeki Konumu	35

Şekil 3.4: Bozçaldağ Formasyonu İçinde Gelişen Skarn Zonu (KB'dan GD'ya bakış, X: 543169, Y:4365054 Z: 1247)	36
Şekil 3.5: Skarn Zonundan Alınan El Örneğindeki Granat ve Piroksenlerin Homojen Dağılımlı Görünümleri a) Tek Nikol, b) Çift Nikol	37
Şekil 3.6: Çalışma Alanındaki Petrografik İncelemesi Granat Fels Birimine Ait Sondaj Karotlarının Makroskobik Fotoğrafları a) N11 Nolu Örnek (KAS03 Sondajı 8,90 -9,00 m aralığı), b) N12 Nolu Örnek (KAS03 Sondajı 10,40 – 10,45 m aralığı).....	38
Şekil 3.7: Skarn zonu Gözlenen Karot Örneğindeki Minerallerin İnce Kesit Görünümleri a) Dalgalı Sönmeli Kuvars Ve Kümelenmiş Klorit Mineralleri, N11 Nolu Örnek, Tek Nikol b) Küçük Taneli ve Özşekilsiz Epidot, Kuvars, Kümelenmiş Klorit Mineralleri, N11 Nolu Örnek, Çift Nikol c) Yarı özşekilli Granat, Epidot, Karbonat Mineralleri, N11 Nolu Örnek, Tek Nikol d) Epidot ve Granat Mineralleri, N11 Nolu Örnek, Çift Nikol e) Granatın Sönümlü Görünümü ve Opak Mineraller, N12 Nolu Örnek, Tek Nikol f) Granatın Minerali, N12 Nolu Örnek, Çift Nikol.....	39
Şekil 3.8: Bozçaldağ Formasyonu İçinde Gelişen Masif Manyetit Damarları (a.X:542821, Y:4365306 Z:1221 b. X:542703, Y:4365341 Z: 1219)	41
Şekil 3.9: Çalışma Alanında Açılan İşletme Yarmaları, Sondaj ve Kayaç Örnek Lokasyonlarını Gösterir Uydu Görüntüsü	42
Şekil 3.10: Çardak Tepe Mevki, Y21 Yarmasında Gözlenen Masif Manyetit Damarı ile Hematitli, Limonitli Zonlar (X: 542171, Y: 4365814 Z:1237)	43
Şekil 3.11: Maden Sırtı Mevki Y2 Yarmasının ve KAS01 - 02 Sondajlarının Sahadaki Lokasyonları (G'den K'ye bakış, X:541796, Y:4364136 Z:1145).....	44
Şekil 3.12: Y2 Yarmasının ve KAS01 - 02 Sondajlarının İzdüşüm Haritası.....	45
Şekil 3.13: a) KAS01 Sondajı 26,80 – 26,90 m Aralığına Ait Karotun Makroskobik Fotoğrafı b) Aynı Aralığa Ait Parlatma Örneğinde Gözlenen Limonit, Hematit ve Piroklorit Mineralleri	47
Şekil 3.14: a) KAS02 Sondajı 69,95 – 70,00 m Aralığına Ait Karotun Makroskobik Fotoğrafı b) Aynı Aralığa Ait Parlatma Örneğinde Gözlenen Limonit, Hematit ve Mangan Mineralleri	48
Şekil 3.15: KAS04 Sondajı 16,55 – 16,63 m Aralığına Ait Karotun Makroskobik Fotoğrafı.....	48
Şekil 3.16: KAS04 Sondajı 16,55 – 16,63 m Aralığına Ait Parlatma Örneğinde Gözlenen Limonit, Hematit Manyetit ve Pirit Minerallerinin Bir Arada Görünümü.....	49
Şekil 3.17: KAS04 Sondajı 16,55 – 16,63 m Aralığına Ait Parlatma Örneğinde Hematitlerin Etrafında ve Yer Yer Boyamalar Şeklinde Gözlenen Limonitlerin Görünümü	49
Şekil 3.18: KAS04 Sondajı 16,55 – 16,63 m Aralığına Ait Parlatma Örneğinde Limonitlerin Arasında, Işınsal Taneler Halinde ve Sıvımlar Şeklinde Gözlenen Mn Minerali	50
Şekil 3.19: KAS04 Sondajına ait 21,50 – 21,60 m Aralığına Ait Karotun Makroskobik Fotoğrafı.....	51

Şekil 3.20: KAS04 Sondajı 21,50 – 21,60 m Aralığına Ait Parlatma Örneğinde Gözlenen Limonit, Hematit ve Mn Minerali (piroluzit? ve psilomelan?)....	51
Şekil 4.1: Kayaç Örneklerine Ait Pozitif ve Negatif Korelasyon Gösteren Elementlere Ait Dağılım Haritaları	57
Şekil 4.2: Kayaç Örneklerine Ait Au_ppm Tematik Haritası	58
Şekil 4.3: Fe-skarnlarla İlişkili Granitoidlerin Tektonik Ortam Sınıflaması ve Ana Skarn Yatak Tipleriyle İlişkili Granitoidlerin Eser Element Tektonizmasına Göre Ayrımı (Meinert vd., 2005) ile Çelebi Demir Cevherleşmesine Özgü Sondajlardan Derlenmiş Granit Örneklerinin a) Nb/Y Grafiği b) Rb/Y+Nb Dağılım Grafiği.....	69



GİRİŞ

Kırıkkale - Çelebi demir cevherleşmesi konulu tez çalışmasının amacı, Kırıkkale ili, Çelebi ilçesi, Tatik Köyü civarında yüzeyleyen Bozçaldağ mermerleri ile Orta Anadolu Granitoyidi arasında gelişmiş olan demir cevherleşmesi ve jeolojik özelliklerinin belirlenerek, arazi ve laboratuvar çalışmaları ile cevher-yan kayaç ilişkisi üzerine veriler üretilerek, oluşum koşullarına yönelik yaklaşımlar ortaya koymaktır.

Kırıkkale - Çelebi demir cevherleşmesi çalışmasında, haritalama, jeokimya, sondaj, mineraloji ve petrografi çalışmaları ile alterasyon ve cevher yan kayaç ilişkileri üzerine veriler üretilerek Çelebi demir cevherleşmesinin oluşum koşullarına yönelik yaklaşımlar ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Yapılan çalışmalar, Çelebi demir cevherleşmesinin Orta Anadolu Granitoidleri ile Bozçaldağ Formasyonunun dokanaklarında, kontak metamorfizma sonucunda geliştiğini desteklemektedir. Cevherleşmelerin, granitoidlerin sokulumu esnasında, mermerlerin kırık-çatlaklarında akışkanların uygun ortam bulup çökmesiyle, masif manyetit damarlarını oluşturması sonucunda meydana geldiğini düşündürmektedir.

Tezin birinci bölümünde çalışma alanının tanıtımı yapılarak çalışma yöntemleri açıklanmış ve önceki çalışmalar aktarılmıştır. İkinci bölümünde hem bölgesel jeoloji hem de çalışma alanının jeolojisi detaylandırılmıştır. Üçüncü bölümde maden jeolojisine yönelik çalışmalar aktarılarak dördüncü bölümde yapılan tüm jeokimya çalışmaları aktarılmış ve sonuç bölümü ile tüm tez çalışmasının ve önceki çalışmaların verileri bir arada değerlendirilmiştir.



BİRİNCİ BÖLÜM

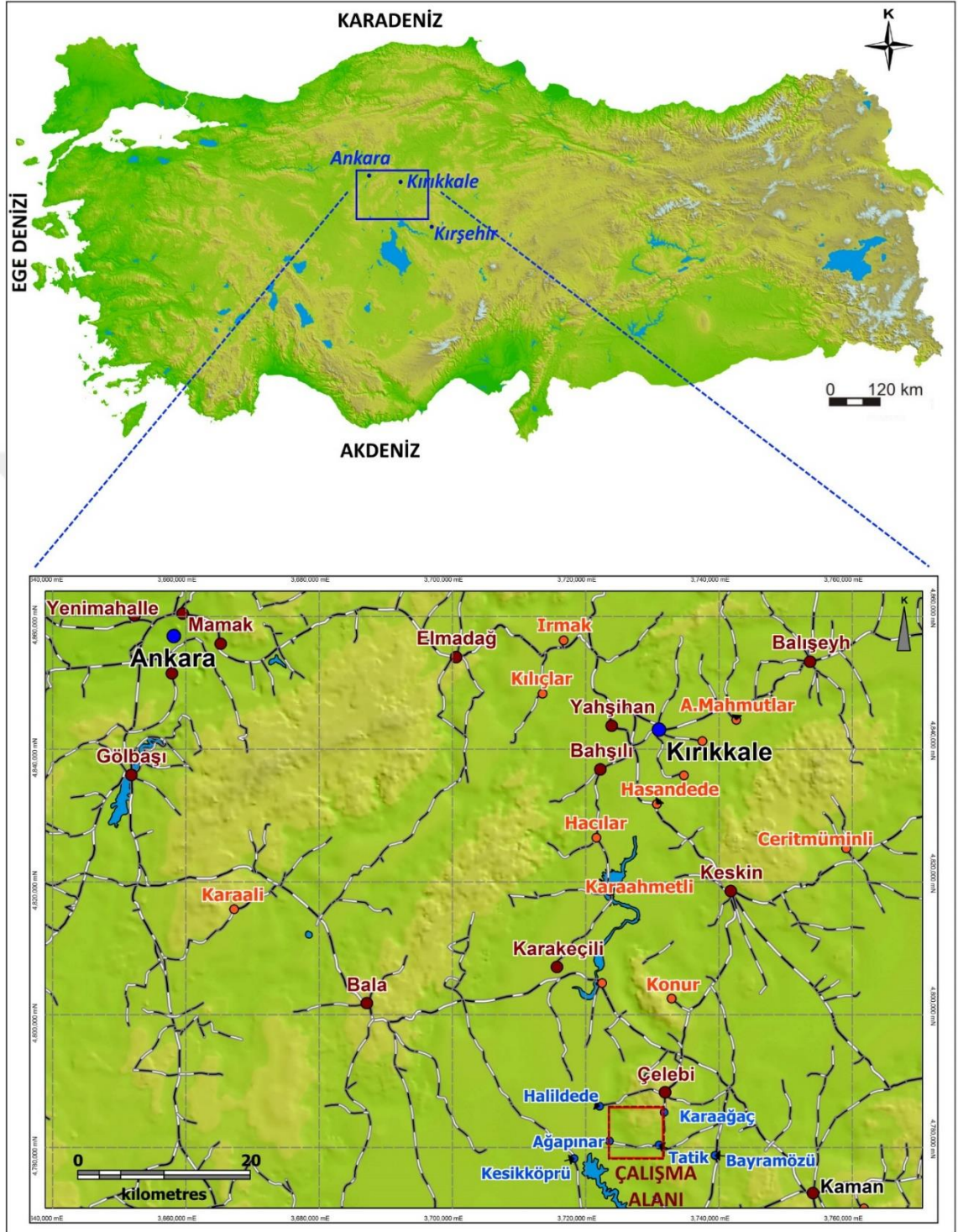
ÇALIŞMA ALANI, YÖNTEMLERİ VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

1.1. ÇALIŞMA ALANININ TANITIMI

Çalışma alanı, Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesi'nde, Kırıkkale ili, Çelebi ilçesi sınırlarında, Tatik köyünde yer almaktadır. J30-b2 ile J31-a1 paftalarının arasında bulunan çalışma alanının çevresinde Karaağaç, Ağapınar ve Halildedede köyleri bulunmaktadır (Şekil 1.1).

Kırıkkale ilinden, Kırıkkale-Kırşehir yolunun (D-765) 28. km'sinde bulunan, Keskin ilçesinden güneybatıya ayrılan 24 km asfalt yol ile Çelebi ilçesine ulaşılır. Buradan yaklaşık 6,5 km'lik asfalt yol ile Tatik köyüne ve 1,6 km'lik asfalt ve stabilize yol ile çalışma alanına ulaşım sağlanabilir. Çalışma alanı içerisinde stabilize yollar mevcuttur. Ayrıca çalışma alanı içerisindeki geçmiş yıllarda açılmış yarmalara ulaşan toprak yollar bulunmaktadır.

Şekil 1.1: Çalışma Alanının Yer Bulduru Haritası



İç Anadolu Bölgesi'nin bozkır kuşağı içerisinde kalan çalışma alanının iklimi karasal olup yaz ayları genellikle kurak, ilkbahar ayları yağışlı ve kış ayları ise sert ve soğuk geçer. Bölge, orta engebeli bir topoğrafyaya sahiptir. İçerisinde ağaçlık alan yoktur ve yer yer tarlalar bulunmaktadır. Yükseltiler ise 1.000 - 1.300 m arasında değişmektedir.

Çalışma alanı içerisindeki başlıca yükseltiler; Çardak Tepe (1.302 m), Ziyaret Tepe (1.255 m) ve Kızıgaıl Tepe (1.161 m)'dir.

1.2. ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ

Bu tez çalışması; literatür, arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere dört aşamada yürütülmüştür.

1.2.1. Literatür Çalışmaları

Literatür çalışmaları kapsamında, öncelikli olarak inceleme alanı ve yakın çevresinde yapılan bilimsel ve teknik çalışmalar, internet üzerinden hizmet sağlayan web sitelerinden taranmıştır. Daha sonra çalışma alanı ve yakın çevresine ait geçmiş yıllarda MTA tarafından yapılan çalışmalara ve araştırmalara ulaşmak amacıyla MTA ve çeşitli üniversitelerin kütüphaneleri ile arşivleri taranmıştır ve bölgede yapılan jeolojik haritalardan yararlanılmıştır. Literatür çalışmaları sırasında sadece bölge cevherleşmeleri ve bölgede yapılmış jeolojik çalışmalarla sınırlı kalmamış, Türkiye ve dünyadaki benzer oluşumlara yönelik çalışmalardan da faydalanılmıştır.

1.2.2. Arazi Çalışmaları

Tez çalışması sürecinde arazi çalışmaları kapsamında, öncelikli olarak çalışma alanındaki MTA tarafından hazırlanan 1/5.000 ölçekli jeoloji haritasından faydalanılarak detaylı maden jeoloji ve alterasyon haritası hazırlanmıştır. Harita üzerine 1960'lı yıllarda çalışma alanının farklı kesimlerinde demir üretimi amacı ile açılmış olan yarmalar işlenmiştir. Arazi çalışmalarında yarmaların doğrultu, genişlik, kalınlık, şev yüksekliklerinin yanı sıra cevher mineralleri kaydedilerek, litoloji ilişkileri ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Ayrıca jeoloji haritası yapımı sırasında sahadan 25 adet jeokimya ve 3 adet el örneğinden mineraloji-petrografi numunesi alınmıştır.

Çalışma alanında demir cevherleşmeleri için tespit edilen en önemli anomali alanında, Demir Export A.Ş. tarafından toplam 5.843 istasyonda manyetik ve topografik ölçümler alınarak 1/1.000 ölçekli, manyetik total bileşen anomali haritası hazırlanmıştır.

Tüm bu jeoloji ve jeofizik verileri birlikte değerlendirilerek, cevherleşmenin demir içeriğini ve element değişimini belirlemek amacıyla yine Demir Export A.Ş. tarafından farklı eğim ve doğrultulu 34 lokasyonda, 1.618 m karotlu sondaj çalışması yapılmıştır. Sondajlardan alınan karotlar, yarlandıktan sonra karotlardaki litoloji farklılıkları ve alterasyon geçişlerine göre örnekleme ve jeolojik, jeoteknik loglamaları ile

yoğunluk ölçümleri yapılmıştır. Tez çalışması kapsamında Demir Export A.Ş. tarafından yapılan tüm bu sondaj verileri incelenmiş, yan kayaç, alterasyon ve cevherleşmeye yönelik olarak 7 adet mineraloji-petrografi ve 4 adet parlatma amaçlı örnek seçilmiş, litoloji tanımlamaları yapılmış ve cevher içerikleri hakkında bilgi edinilmiştir.

1.2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Arazi çalışmaları sırasında alınan jeokimya amaçlı kayaç örneklerinin analizleri İzmir ALS Chemex Laboratuvarı'nda farklı yöntemler ile (Au-AA24, Au-GRA22 ve ME-MS61) analiz edilmiştir. Örneklerin kırma-eleme-öğütme gibi hazırlık işlemleri laboratuvar tarafından yapılmış ve örneklerin ağırlık ölçümleri yapılarak analizler için hazırlanmıştır. Çoklu element analizleri için örneklere ME-MS61 yöntemi uygulanmıştır. Örnekler önce hemen hemen tüm mineralleri çözen dört asitle (perklorik, nitrik, hidroklorik ve hidroflorik) çözülmüştür. Son çözelti daha sonra ICP-MS cihazı ile analiz edilmiştir.

Altın elementi analizleri için örnekler Au-AA24 yöntemine tabi tutulmuştur. Altın analizi için hazırlanan örnekler, füzyon ve kupelasyon işlemlerinden geçirilmiş ve her birinden değerli bir metal boncuk elde edilmiştir. Boncuk mikrodalga fırında çözdürülerek, atomik absorpsiyon spektroskopisi ile analiz edilmiştir. Au-AA24 yöntemi sonucu 10 ppm'den yüksek değer elde edilen değerli boncuk, mikro balance ile tartılmış ve Au-GRA22 yöntemi ile kimyasal değerlere ulaşılmıştır.

Çalışma alanında yapılan sondajlardan alınan karot örnekleri de ALS Chemex Laboratuvarı'nda (İzmir) Au-AA24, ME-MS61 ve ME-XRF21n yöntemleri ile analiz edilmiştir. Kayaç örneklerinden farklı olarak sondaj karotlarında uygulanan ME-XRF21n yönteminde hazırlanan örnekler, lityum tetraborat - lityum metaborat akısı ile füzyon işlemi yapılmış ve daha sonra bir platin kalıba dökülmüştür. Elde edilen disk de XRF spektrometrisi ile analiz edilmiş ve XRF analizi, 1000 °C'de tutuşma kaybı ile birlikte analiz sonucu belirlenmiştir.

Sondaj karotlarında, yan kayaç ve cevher örneklerinden seçilen 7 adet ince kesit ve 4 adet parlak kesit numunesi MTA Maden Analizleri Daire Başkanlığı Laboratuvarı'nda incelenmiş ve fotoğrafları çekilmiştir. Hazırlanan ince kesitler alttan aydınlatmalı polarizan mikroskopla, parlak kesitler ise üstten aydınlatmalı cevher mikroskobu ile incelenmiştir.

1.2.4. Büro Çalışmaları

Büro çalışmalarında öncelikle literatür, arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen her türlü gözlem, veri ve analiz sonuçları değerlendirilmiştir. Çeşitli programlar vasıtasıyla (Mapinfo Pro 16.0, IoGAS 7.2, Logplot 7.0) harita, kesit ve loglar üretilmiş ve analizlere ait yorumlar yapılarak tezin yazımı gerçekleştirilmiştir.

1.3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Kırşehir masifinin içinde yer alan Keskin-Çelebi ve civarına ait ilk çalışmalar 1940'lı yıllara kadar uzanmaktadır. Çalışma alanı ve çevresinde genel jeoloji, tektonik ve maden yataklarına yönelik birçok araştırma mevcuttur. Ayrıca 1960'lı ve 1970'li yıllarda sahada demir üretimi yapıldığı bilinmekte olup bölgedeki Maden Sırtı demir cevherleşmesinde 1980 yılında, MTA tarafından, detaylı sondajlı arama çalışması yapılmıştır (Öztürk, 1981). 1998 yılında ise yine MTA tarafından Kırşehir ve Kırıkkale yöresine yönelik olarak genel jeokimyasal prospeksiyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Karabalık N. vd., 1998).

Kırıkkale ili ve yakın çevresinde maden yataklarına yönelik çalışmalar kronolojik sıraya göre verilmiştir.

Baykal (1943) Kırıkkale, Kaman, Kalecik civarında yaptığı çalışmada kalkerlerin Paleozoyik zamanını, serpantin ve radyolaritlerin Geç Jura- Erken Kretase zamanını, Kırmızı Kalkerlerin Geç Kretase zamanını temsil ettiğinden ve bölgede geniş yayılım sunan Tersiyer havzalarının varlığından bahsetmiştir.

Bailey ve Mc Callien (1950) Kırşehir masifinin, Pontid birimlerinin güney yönlü ilerlemesi ile Mesozoyik birimler üzerine bindirme yapması sonucunda Paleozoyik ve Mesozoyik birimlerinden oluşan ofiyolitli bir karmaşık haline geldiğini belirtmiştir.

Ketin (1955) ise Bailey ve Mc Callien (1950)'ne zıt olarak, Pontid birimleri ile Kırşehir masifi arasında bir ilişki olmadığını aksine Pontid birimlerinin güney yönlü değil kuzey yönlü olduğunu iddia etmiştir.

Rondot (1956) Kırşehir Çelebidağ bölgesindeki şelit cevherleşmeleri üzerine yaptığı çalışmasında, bölgedeki skarn zonunun varlığına dikkat çekmiştir. Kırşehir Masifi içerisinde işletilebilir tenörde şelit varlığının olabileceğini vurgulamıştır.

Yılmaz (1960) çalışma alanı ve çevresinde gerçekleştirdiği, volfram (şelit) zuhuru etüdü sırasında, skarn zonlarında (taktit) grenafelslere rastlamıştır. Bu

grenafelslerin, Çelebidağı granodiorit batoliti ile sipolin mermerlerin kontaklarında meydana geldiğini, Çelebi köyünün yaklaşık 1 km batısında bulunan grenafelslerin, tipik kontakt-metamorf ve pirometasomatik oluşumlar olduğunu ve Hacettepe mevkiinde bulunan grenafelslerin jenezi, diğer kontakt-metamorf kayaçların jenezi ile bütünlük arzettiğini belirtmiştir.

Kraeff (1962a, 1962b) Kesikköprü çevresinde yaptığı çalışmalarda bölgedeki birimleri kristalize kireçtaşları, gabro, granit ve porfirleri ve alüvyal oluşumlar olarak isimlendirmiştir. Bölgedeki demir cevherleşmesinin kontakt metasomatik olduğunu gözlemleyerek boyutları yetersiz olduğu için ekonomik olmadığını ifade etmiştir.

Ayan (1963) Orta Anadolu masifinde ilk jeokronolojik araştırmayı yapmış olup Baranadağ monzonitik granitinden alınmış bir zirkon örneğinden intrüzyonun yaşının Üst Kretase sonrası olduğunu öne sürmüştür. Ayrıca granitlerin gabroları kestiği Kırşehir masifinde granitlerin ofiyolitik kayaçlar içine sokulum yaptığını gözlemlemiştir.

Ketin (1963) Kırşehir masifini kuzeyden ofiyolitik melanjla, kuzey batıdan Paleozoyik birimlerle ve kuzey doğudan ise Eosen flişlerle sınırlanmış olan bir kristalen masif olarak tanımlamıştır.

Boroviczeny (1964a, 1964b, 1964c, 1964d) çalışmalarında, Kesikköprü demir zuhurları bölgesindeki mermer, granodiorit-siyenit ve porfirleri, gabroid kayaçlar ile Neojen tortullar olarak ayırmıştır. Mermer/granit kantağında skarnı ve manyetit cevherleşmesinin varlığını işaret etmiştir. Ayrıca bölgedeki demir cevherleşmesinde gördüğü manyetit merceğini ve rezervini ortaya koymuş; Kaman-Bügüz demir cevherleşmesinin güneydoğusundaki mercek ve çatlak dolgusu şeklindeki manyetitten oluşmuş cevherleşmenin rezervini ve cevherin demir oranını araştırmıştır.

Göktepel (1964) Madensırtı demir cevherleşmesinin yakın çevresinde bulunan Kaman-Kargınyenice bölgesinde yer alan birçok demir zuhurunu işaret ederek, zuhurlardaki demir içeriğinin düşük, silis oranının ise yüksek olması sebebiyle cevherleşmelerin ekonomik olmadığını belirtmiştir.

Yaz ve Sözen (1965, 1967) çalışma alanının yakın çevresinde bulunan Kesikköprü ve civarında yaptıkları jeolojik araştırmalarında, bölgedeki birimleri kristalize kireçtaşları, bazik kayaçlar, granit ve porfirleri, asidik ve nötr karakterli dayklar ile granit-kireçtaşı dokanaklarında oluşan kalsilikatik kayaçlar olarak tanımlamıştır. Cevherleşmenin gabro intrüzyonuna dayandığını, kireçtaşlarının içine nüfuz eden bazik

intrüziflerin bir lakolit halinde katılaştığını, sonrasında asidik intrüziflerin geldiğini ve bazik komplekslerdeki amfibolitlerin bu esnada geliştiğini, kontak zonlarda ise hornfels geliştiğini belirterek, cevherleşmenin pnömatolitik olduğunu açıklamıştır.

Çavuşoğlu (1967) Keskin civarındaki kurşun-çinko cevherleşmelerinde yaptığı çalışmada, cevherleşmelerin granodiyorit sokulumlarına bağlı hidrotermal çözeltilerin kireçtaşlarında ornatmalar yaparak metasomatik reaksiyonlar sonucu geliştiğini tespit etmiştir.

Sözen (1970) çalışma alanının güneydoğusunda bulunan Kesikköprü-Madentepe civarında yaptığı jeoloji ve jeofizik çalışmalarında, bölgedeki kayaçları; kristalize kalkerler, gabro, diyabaz ve amfibolitlerden oluşmuş bazik kompleks, asidik intrüzifler ve bunlarla ilişkili damar kayaçları ve hornfels seviyeleri olarak tanımlamıştır. Cevherleşmenin ise asidik sokulumlarla kireçtaşlarının kontaklarında geliştiğini vurgulamıştır.

Sungurlu (1970) yine çalışma alanının güneydoğusunda bulunan Kesikköprü ve civarında yaptığı çalışmalarda Yaz ve Sözen (1965, 1967)'in çalışmasını tekrar değerlendirmiş ve Kesikköprü-Camiisağır demir madeni çevresindeki birimleri kristalize kireçtaşı, ofiyolitik kayaç, asit intrüzifler ve porfirleri, asidik kayaçlar ile kireçtaşlarının kontak zonlarda skarn oluşumları ile asidik ve nötr karakterli dayklar olarak tanımlamıştır.

Ataman (1972), Ayan'ın (1963) kullandığı yöntemin metodolojik açıdan sakıncalarını ortaya koymuş ve Baranadağın güneyinde bulunan Cefalıkdağı granit intrüzyonun yaşını 71+1 my olarak tespit etmiştir.

Yıldızeli (1972) Kaman-Aksaray ve Kırşehir arasındaki bölgede demir potansiyeline yönelik çalışmalarda bulunmuştur. Düzensiz ve küçük rezervlere sahip bu zuhurları ekonomik açıdan önemsiz bulmuştur. Sadece Kırşehir ilindeki, Yıldırım Tepe Gülocağı ile Durmuşlu köyü manyetit zuhurlarının işletilebilir olabileceğini ileri sürmüştür.

Öztürk (1977) çalışma alanının güneyinde bulunan Kırşehir-Kaman-Benzer köyü civarında yaptığı çalışmada granit aplitlerin içerisindeki faylara yerleşmiş hidrotermal demir cevherleşmesinin olduğunu tespit etmiş ancak cevherin silis içeriğinin yüksek olması nedeniyle ekonomik bir cevherleşme olmayacağını düşünmüştür.

Öztürk (1981) Ankara-Keskin-Çelebi, Kırşehir-Kaman, Nevşehir-Hacıbektaş yörelerindeki demir zuhurları üzerinde maden jeolojisi ve saha jeolojisi çalışmalarını yürütmüştür. Çalışmasında, Ankara-Keskin-Çelebi yöresindeki demir zuhurlarının çoğunluğunun kontak metasomatik reaksiyonlarla oluştuğunu ve küçük rezervli yataklar olabileceklerini belirtmiştir. Ayrıca zuhurlara komşu diğer alanlarda yerden rekonesans manyetik anomali tahkiklerinin yapılmasının faydalı olacağı vurgulanmıştır.

Erkan (1981) çalışmasında, Ketin (1963) tarafından Kırşehir masifi olarak adlandırılıp sınırları çizilen masifi, Orta Anadolu Masifi olarak yeniden adlandırarak birimlerini Kırşehir, Yozgat, Niğde bölgelerindeki magmatik, metamorfik kayalar ile bunları örten Tersiyer yaşlı birimler olarak ifade etmiştir.

Seymen (1981a-b, 1982) çalışmasında, Kaman grubu olarak adlandırdığı, Orta Anadolu Masifi'ni, alttan üste doğru Kalkanlıdağ Formasyonu, Tamadağ Formasyonu ve Bozçaldağ Formasyonu olmak üzere üçe ayırmıştır.

Seymen (1983) bölgedeki çalışmalarının devamında, Kaman grubu - Kırşehir Masifi metamorfizmalarının, çok evreli metamorfizmaya maruz kaldığını ve granülit, gnays, mikaşist, metakuvarsit, mermer ve kalsilikat türü kayalardan ve Bozçaldağ Formasyonunun ise mermer, metaçörtlü yarı mermer topluluğundan oluştuğunu ifade etmiştir.

Öztürk ve Öztürk (1983) Çelebi demir zuhurlarının yaklaşık 6 km güneybatısında bulunan Bala-Yukarıtepeköy-Kartalkaya zuhurunda ve civarında bölgenin maden jeolojisine yönelik yaptıkları çalışmalarında, Paleosen yaşlı granitik kayaların, mermer ve gabroları kesmesiyle oluşan kontaklarda cevherleşmelerin varlığından söz ederek granitik kayalar ile mermer dokanalarında skarn mineralleri ve geniş bir hornfels kuşağının geliştiğini tespit etmişlerdir.

Öztürk vd. (1983), yine Çelebi demir zuhurlarının yaklaşık 10 km güneybatısında, Kesikköprü köyünde bulunan Madentepe, Çataldere, Büyükocak ve Camiisağır demir yataklarında ayrıntılı etüt çalışmaları yapmışlardır. Yatakların, mermerler ve ultramafik birimlerde, granitik kayalar ile sıcak dokanak ilişkileri ile oluşan, kontak metasomatik-hidrotermal bir cevherleşme olarak geliştiği yorumunda bulunmuşlardır. Ayrıca yataklardaki cevher mineralinin çoğunlukla manyetitten oluştuğunu ve manyetitin yanısıra hematit, götit, limonit, spekülait, pirit, kalkopirit,

bornit, kovellin, kalkozin ve skarn mineralleri olarak da diyopsit, granat, aktinolit, tremolit, epidot ve kalsit gözlemlediklerini belirtmişlerdir.

Bayhan (1984), Çelebi ve Kesikköprü bölgesindeki çalışmasında alttan üste doğru birimleri; mermerlerden oluşan metamorfitletler, piroksenit, hornblendit ve gabrolardan oluşan ultramafitletler, Çelebi granodiyoriti ve sedimanter örtü şeklinde sıralamışlardır. Bölgedeki skarn kuşağını ise, mermer ve Çelebi granitoyidinin dokanaklarında gelişmiş, çoğunlukla ekzoskarn ve kısmen endoskarn olduğunu ve damar tipi cevherleşmelerin geliştiğini ifade etmiştir.

Bayhan (1986), Çelebi granitoyidi üzerine yaptığı çalışmasında birimin, granit, granodiyorit, kuvars monzonit ve kuvars monzodiyorit bileşiminde olduğu belirtilmiştir. Ayrıca granitoyidi kalkalkalen ve I tipi granitoyid olarak tanımlamıştır. Bazı iz element içerikleri açısından volkanik yay çarpışma sonrası granitoyidlere benzerlik gösterdiği düşünülen Çelebi granitoyidinin, mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özelliklerine göre, kıtasal kabuk ve manto malzemesinin bölümsel ergimesiyle oluştuğu düşünülmüştür.

Göncüoğlu vd. (1991, 1992) çalışmasında Seymen (1981a,b) tarafından Bozçaldağ Formasyonu olarak adlandırılan birimi Aşıgediği Formasyonu olarak adlandırmışlardır. Birimin diğer formasyonların aksine yaygın mermerlerden oluştuğunu ve mermerlere yer yer metaçörtlerin eşlik ettiğini belirtmişlerdir.

Akıman vd. (1993), çalışma alanının da içerisinde yer aldığı, Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın batısında yer alan granitoyidlerin jeokimyasal karakteristiklerini inceleyerek, granitoyidlerin S-tipi ve I-tipi olduğunu ve çarpışmayla eş yaşlı veya çarpışma sonrası oluştuklarını ve kabuksal malzeme içerdiklerini belirtmişlerdir.

Göncüoğlu ve Türeli (1993), Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı içerisindeki ofiyolitik kayaçları, Orta Anadolu Ofiyoliti olarak adlandırmışlardır. Bu kayaçların Orta Anadolu Metamorfikleri üzerinde tektonik bir dokanakla yer aldığını ve metamorfikler ile birlikte Geç Kretase yaşlı Orta Anadolu Granitoyidleri tarafından kesildiklerini ifade etmişlerdir.

Doğan vd. (1998), Kesikköprü köyü civarında yer alan demir yataklarının kökenine yönelik çalışmalarında bölgedeki litolojiyi, Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı Kırşehir masifine özgü gnays, şist ve kuvarsit litolojilerinden oluşan temel üzerinde kristalize kireçtaşı blokları içeren ultramafik - mafik kayaçlardan oluşan ofiyolitli melanj

geçişli spilitik bazalt, bazaltik tüf, diyabaz daykları, çörtlü kireçtaşı, radyolarit, çamurtaşı - kireçtaşı bantlarından oluşan sedimanter ve volkanik-volkanoklastik kayaçlar olarak tanımlamışlardır. Cevherleşmeye kaynaklık eden litolojileri ve yan kayaç birimlerini ise genel biçimde kristalize kireçtaşı blokları içeren, peridotit, piroksenit ve serpantinitleten oluşan ultramafik kayaçlar ile gabro ve diyabazlardan oluşan mafik kayaçlar olarak iki ana grup altında incelemişlerdir.

Kuşçu ve Erler (1998), Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'ndaki skarn yataklarının çoğunlukla, Keskin, Çelebi, Kesikköprü, Akçakışla ve Akdağmadeni boyunca gelişen granitoidler ile mermerler ve/veya karbonatça zengin metamorfik kayaçlar arasındaki kontaklarda meydana geldiğini belirtilerek bu bölgedeki skarnları, Fe, Pb-Zn ve W skarnları olarak sınıflandırmışlardır.

Kuşçu vd. (2000a), Çelebi granitoidini dünyadaki diğer skarn granitoidleri ile karşılaştırmışlar ve dünya çapındaki çoğu skarn granitoidi gibi Çelebi granitoidinin de subalkalen ve metalaüminus karakterde olduğunu ifade etmişlerdir. Ancak mezokratik Çelebi granitoidinin bileşimi, demir skarnlar ile ilişkili dünya çapındaki plütonların bileşimlerinin ortalamalarından önemli ölçüde farklıdır. Bunun yerine Çelebi granitoidinin, dünya çapındaki Cu ve muhtemelen Au skarnları ile ilişkili plütonların jeokimyasal özelliklerine benzemesi nedeni ile bölgede, bakır ve altın için yeni keşif olanakları olabileceğini düşünmektedirler.

Kuşçu (2001), Çelebi bölgesindeki skarnlar üzerinde yaptığı jeokimya ve mineraloji çalışmasında, bölgenin polimetalik Fe-W ve Cu damar tipi yatakları ile ünlü olduğunu ve bu yatakların, genel olarak "intrüzif çevresinde gelişen skarnlar" şeklinde sınıflandırılan kalsiyumlu skarn zonlarında bulduklarını ifade etmiştir. Yazar, çalışma alanının yaklaşık 5 km kuzeydoğusunda, Çelebi bölgesinde yaptığı araştırmasında hem ekzoskarnların (piroksen-granat) hem de endoskarnların (epidot-piroksen) bulunduğunu belirterek, bölgedeki skarnlaşma süreçleri boyunca etkili olan elementlerin kimyasal potansiyellerini sunmuş ve skarnların jeokimyasalarını, mineralojilerini ve bölgedeki cevherleşmelerin kimyasal kontrollerini araştırmıştır.

Kuşçu vd. (2002a, b), Çelebi granitoidi petrojenezi üzerine yaptıkları çalışmalarında granitoidde bağlı skarn gelişimlerinin kökenini incelemişlerdir. Mineralojik ve yapısal özelliklerine göre Çelebi bölgesindeki cevherleşmelerin, Demir Oksit Bakır Altın (DOBA) türü yatak potansiyeline sahip olabileceğini belirtmişlerdir.

2002-b çalışmasında ise, Fe-skarn türü cevherleşmelerin görüldüğü Çelebi granitoyitine ait jeokimyasal bileşenleri faktör analizi yöntemi ile değerlendirerek, bu granitoyidlerle benzer tektonik ortamlarda oluşmuş ve herhangi bir skarn türü cevherleşmenin görülmediği diğer granitoyidleri karşılaştırarak aralarında jeokimyasal korelasyonlar olduğu sonucuna varmışlardır.

İşbaşarır vd. (2002), Kırıkkale-Çelebi bölgesindeki skarn oluşumlarının ve Kesikköprü demir cevherleşmesinin Çelebi granitoyidi ile doğrudan ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir. Granitoyid ve mermer arasında gelişen skarn tipi cevherleşmelere bağlı olarak gelişen, Kesikköprü-Madentepe ve civarında önemli yataklanmalar oluştuğunu belirtmişlerdir.

İşbaşarır vd. (2004), Kesikköprü ve çevresinde yaptıkları jeoloji ve jeofizik çalışmalarında bölgedeki birimleri yaşlıdan gence doğru; mermer blokları içeren ayırtlanamamış metabazik ve/veya metasedimanter karışık seri, Çelebi granitoyidi, skarn oluşumları ve güncel çökeller olarak sıralamışlardır. Cevherleşmelerin birbirleriyle ilişkili pnömatolitik-hidrotermal, skarn ve karst tipi olarak üç tipte olduğunu belirtmektedirler.

İlbeyli vd. (2004), Orta Anadolu Kristalen Kompleksi içerisindeki kıta-ada yayı çarpışmasıyla ilişkili benzer yaşlı intrüzif kayaçları jeokimyasal özelliklerine göre üç gruba ayırmışlardır. Bunlar; kalkalkalen (Çelebi, Behrekdağ ve Cefalıkdağ), subalkalen (Baranadağ) ve alkalen (Hamit) kayaçlardır. İntrüzif kayaçlar üzerinde yaptıkları bu araştırmalara göre plütonların yitim malzemesi içeren bir manto kaynağından türediklerini ifade etmişlerdir.

Whitney ve Hamilton (2004), Kırşehir Masifinde yüzeyleyen yüksek dereceli metamorfizmlerden elde edilen radyometrik veriler sonucunda metamorfizma yaşını 84 my (Geç Kretase) olarak öngörmüşlerdir.

Kadıoğlu vd. (2006) Orta Anadolu Granitoidlerine ait jeokronolojik yaş verileri inceleme çalışmalarında Granit üst takımı (Ağaçören, Çelebi, Behrekdağ, Sulakyurt, Hacılı, Kerkenez, Akdağmadeni, Karakeban) intrüzyonunda, Ar-Ar (mineral) yöntemi ile bölgenin yaşını 77,7 my olarak tayin etmişlerdir.

Boztuğ ve Arehart (2007), Orta Anadolu'daki Geç Kretase granitoyid kayaçlarının Neotetis'in kapanmasıyla gelişen çarpışma süreçleri sonucunda türemiş S-I ve A tipi plütonlardan oluştuğunu belirterek, analizlerden elde ettikleri jeokimya

verilerine göre granitoidlerin kökeninde kabuksal katkıların önemli ölçüde yer aldığı sonucuna varmışlardır.

Işık vd. (2008), Orta Anadolu Kristalen karmaşığının kuzey kesiminde yer alan ve deformasyonel olayların gözlemlendiği plütonik kayaçların metamorfizma, yerleşim, soğuma yaşları ile plütonların sünek makaslama zonlarının eş zamanlı oluşum gösterdiğini ve Geç Kretase'de meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

İlbeyli vd. (2009), Orta Anadolu Kristalen kompleksi içerisinde yer alan ve Geç Kretase magmatizması ile üretilen, bileşimleri monzodiyoritten granodiyorite kadar değişen farklı kayaç örneklerinde, oksijen izotop verilerini araştırmışlardır. Çalışmalarının sonucunda intrüzif kayaçların dalma-batma ile değişikliğe uğrayan manto kaynaklı köken sunduklarını belirtilerek bu kayaçların oluşumunda fraksiyonel kristalleşme ve kabuksal kirlenme süreçlerinin de etkin rol oynadığı vurgusunu yapmışlardır.

Boztuğ vd. (2009) çalışmalarında, Orta-Geç Kretase yaşlı Orta Anadolu granitoidlerinin suprasubduction zon tipi Orta Anadolu ofiyolitlerine ve Orta Anadolu Kristalen karmaşığının orta ve yüksek dereceli metasedimanter kayaçlara sokulum yaptıklarını ve Geç Paleosen-Erken/Orta Eosen sedimanları tarafından üzerlendiklerini belirtmişlerdir. Granitoidlerdeki hornblend ve biyotitlerin ^{40}Ar - ^{39}Ar ve K-Ar soğuma yaşlarının da 65-80 My civarında olduğunu tespit etmişlerdir.

Genç ve Yürür (2010), Senozoyikte, Kırşehir Masifinde meydana gelen genişlemeli tektonik rejimi incelemişlerdir. Geç Kretase sonrası, bu alanda, genişlemeli tektonik rejime bağlı olarak gelişen ince dilimli sıyrıлма faylarıyla, masife ait kayaçların yükseliminden bahsetmişlerdir.

Mercan vd. (2020), Kesikköprü ve çevresindeki demir cevherleşmelerinde yaptıkları çalışmada, cevher oluşumu için Geç Kretase'de Çiçekdağı granitoidlerinin sokulumu esnasında çevre kayaçlarda oluşan kırılanmanın, fels oluşumu ve cevher yerleşiminde direk etkili olan mekanizma olduğu belirtilerek, plüton içerisinde yer alan metalce zengin çözeltilerin, bu kırık hatlarını kullanarak çevre kayaçların içlerine kadar ilerlemiş ve cevherin uygun ortamda çökeldiğini ifade etmişlerdir.



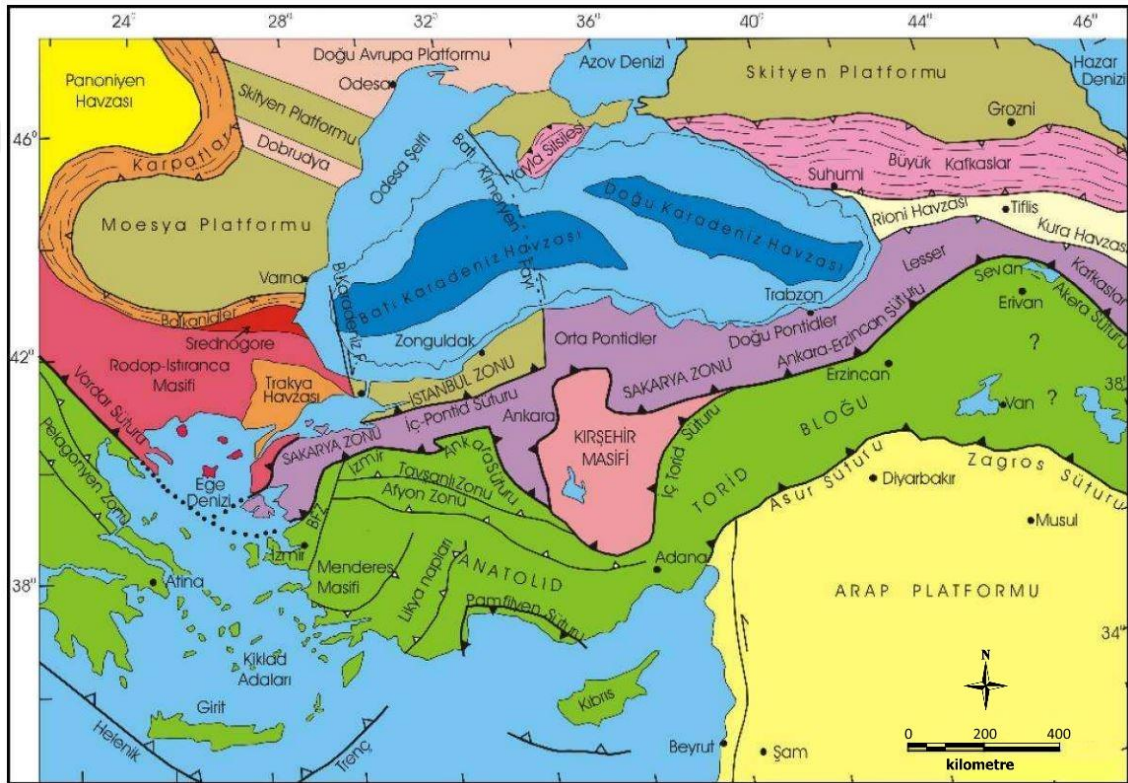
İKİNCİ BÖLÜM

JEOLOJİ

2.1. BÖLGESEL JEOLJİ

Çalışma alanı, Orta Anadolu'da, Ankara, Sivas ve Niğde yerleşim merkezleri arasında kalan kabaca üçgen biçimindeki Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın (Göncüoğlu vd., 1991) kuzeybatı bölümünde yer almaktadır. Çalışma yapılan alan, levha tektoniği terminolojisi açısından ise, Kırşehir Masifi (Erlor vd.,1991), Orta Anadolu Masifi (Ketin, 1955), Kırşehir Bloğu veya Kırşehir Mikrolevhası olarak adlandırılmıştır (Erlor vd. 1991) (Şekil 2.1).

Şekil 2.1: Türkiye ve Çevresinin Tektonik Haritası

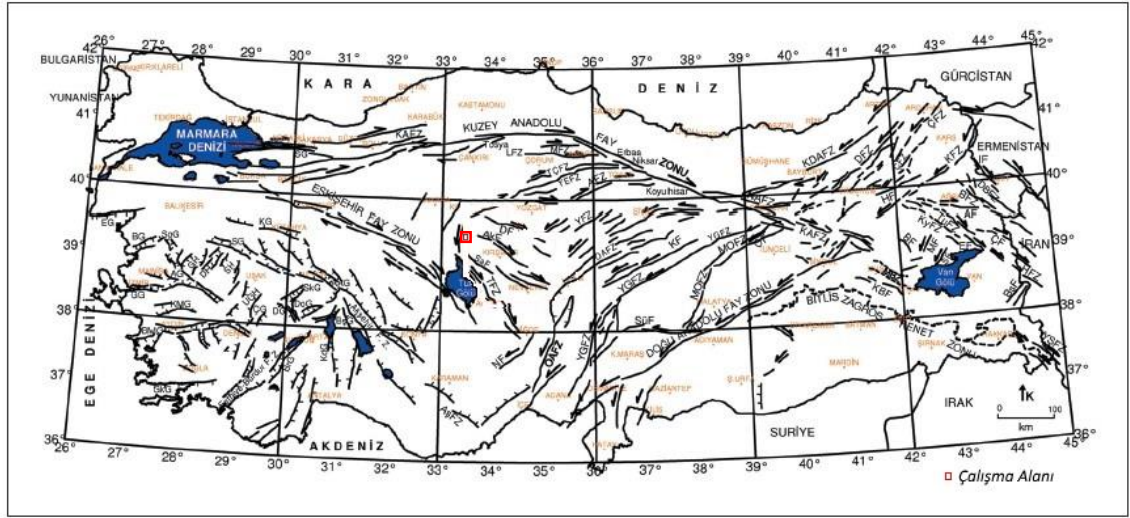


Kaynak: (Okay ve Tüysüz 1999'dan değiştirilerek alınmıştır.)

İç Torid okyanusu kuzeye doğru bir dalma hareketiyle Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın altına dalmış ve kapanmıştır. Bu olay sonucunda bölgede birçok magmatik aktivite gelişmiş ve buna bağlı olarak çeşitli maden yatakları oluşmuştur (Şengör ve Yılmaz 1981).

Masif, kuzeyde Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve doğuda Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) transform fay zonları ile sınırlanan alanı tanımlamakta olup bu alanda yukarıda belirtilen ana neotektonik yapılar ile ilişkili olarak gelişmiş çok sayıda transform fay yer almaktadır (Bozkurt, 2001) (Şekil 2.2).

Şekil 2.2: Türkiye'nin Neotektonik Süreksizlikleri

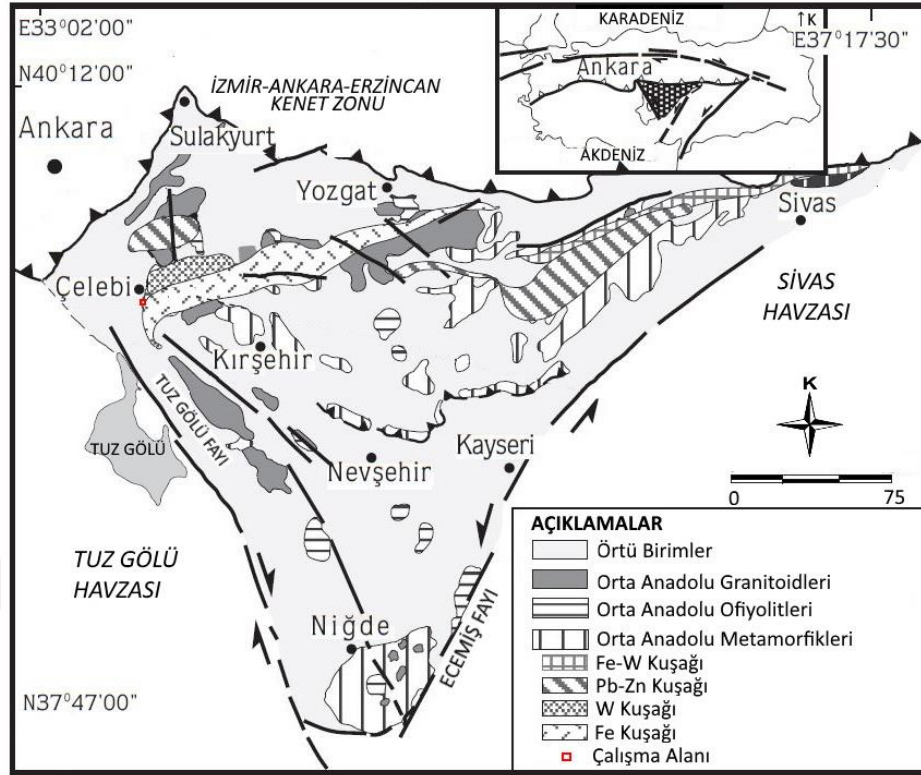


Kaynak: Bozkurt, 2001.

Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı, kuzeyde İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Zonu, batıda Tuzgölü Fay Zonu ve doğuda Erciș Fay Zonu ile sınırlanmış olup kuzeybatıda ve kuzeyde Kretase yaşlı Ankara ve Çorum ofiyolitli melanjlari, batıda ve güneybatıda Tersiyer yaşlı Tuzgölü Havzası çökelleri, güneyde ve güneydoğuda Tersiyer yaşlı volkanitleri ve doğuda Tersiyer yaşlı Sivas havzası çökelleri ile çevrelenmiştir (Şekil 2.3).

Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nda yüzeylenen kayalar dört grupta incelenmiştir. Bunlar yaşlıdan gence doğru Orta Anadolu Metamorfikleri, Orta Anadolu Ofiyolitleri, Orta Anadolu Granitoidleri ve örtü birimleridir (Göncüoğlu vd., 1991; Erler vd.,1996).

Şekil 2.3: Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın Bölgesel Jeoloji ve Skarn Kuşağı Haritası



Kaynak: (Kuşçu 2001'den değiştirilerek alınmıştır.)

Çalışma alanını da içine alan bölgenin, en yaşlı kayalarını çoğunlukla mermerlerden oluşan Kırşehir Masifine ait Bozçaldağ Formasyonu olarak adlandırılan Paleozoyik yaşlı metamorfik birim oluşturur (Şekil 2.4). Bozçaldağ Formasyonu, homojen, iri kalsit kristalli, orta-kalın katmanlı metakarbonatlardan oluşmakta olup yer yer metaçört, amfibol şist ve mika şist ara düzeyleri içerir.

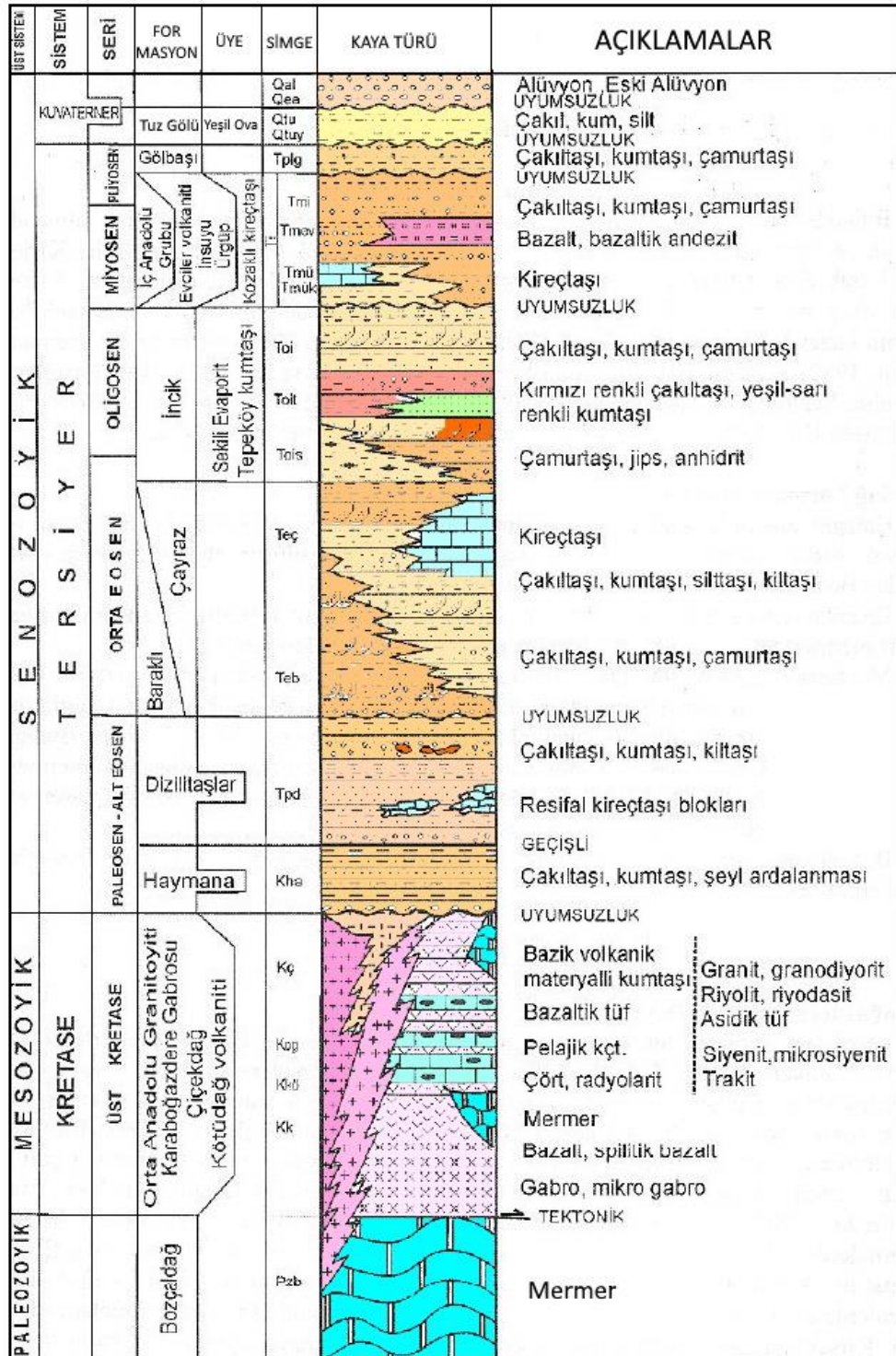
Bozçaldağ Formasyonunu, Geç Kretase yaşlı siyah ve koyu yeşil renkli mikrogabrolardan oluşan Karaboğazdere Gabrosu ve Üst Kretase yaşlı Çiçekdağ Formasyonu olarak adlandırılan ofiyolitik birim tektonik olarak üzerler (Şekil 2.4).

Çiçekdağ Formasyonu çoğunlukla açık-koyu yeşil, nadiren değişik renkli mikrogabro-diyabaz, diyabaz daykları, split, bazalt, bazik tüf, lav ve bunlarla ardalanmış pelajik kireçtaşları, çamurtaşı, radyolarit, çört bantları ve üste doğru sarımsı, kahverenkli, genellikle kalınlığı 5 metreyi geçmeyen volkanik materyalli kumtaşı ve silttaşları (volkanoklastikler) ile sonlanır. Ancak yüzeylendiği her alanda istifin tüm kaya türlerini görmek mümkün değildir. Birim içerisinde yer yer demir ve mangan cevheri oluşumları gözlenir.

Çiçekdağ Formasyonu, Orta Anadolu Granitoidleri tarafından kesilir ve Geç Maastrihyen-Kuvaterner yaşlı birimler tarafından uyumsuz olarak örtülür. Orta Anadolu Granitoidleri, başlıca granit olmak üzere, granitporfir, granodiyorit, granodiyorit porfir, kuvars diyorit, kuvarsmonzonit, kuvarsmonzonit porfir, siyenit, mikrosiyenit türü kayalardan oluşur.

Tersiyer temel kayaları uyumsuzlukla örten çakıltaşı, kumtaşı ve şeyl ardalanmasından oluşan çökelleri barındıran Haymana Formasyonu ve Paleosen-Erken Eosen yaşlı kumtaşı, çakıltaşı, kıltaşı ardalanmalı Dizilitaşlar Formasyonu olarak adlandırılan flişel çökeller ile başlayıp, Orta Eosen yaşlı karasal, çamurtaşı, kumtaşı, az çakıltaşı ve yer yer kömür düzeylerini içeren Baraklı Formasyonu ve sığ denizel çökellerden oluşan Çayraz Formasyonu ile devam eder. Karasal kırıntılı çökellerden ve evaporitlerden oluşan İncik Formasyonu, Çayraz Formasyonu ile geçişlidir. Bunları uyumsuz olarak, Orta Miyosen-Pliyosen yaşlı denizel ve karasal ortamlarda çökelmiş İç Anadolu Grubu örtü birimleri ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlar örtmektedir. Bölgedeki en genç oluşumlar olan Kuvaterner birimler, güncel, eski nehir ve dere yataklarında yüzeylenir ve boz kırmızımsı renkte toprak, silt ve kil karışımından oluşmaktadır (Şekil 2.4).

Şekil 2.4: Çalışma Alanının Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesiti



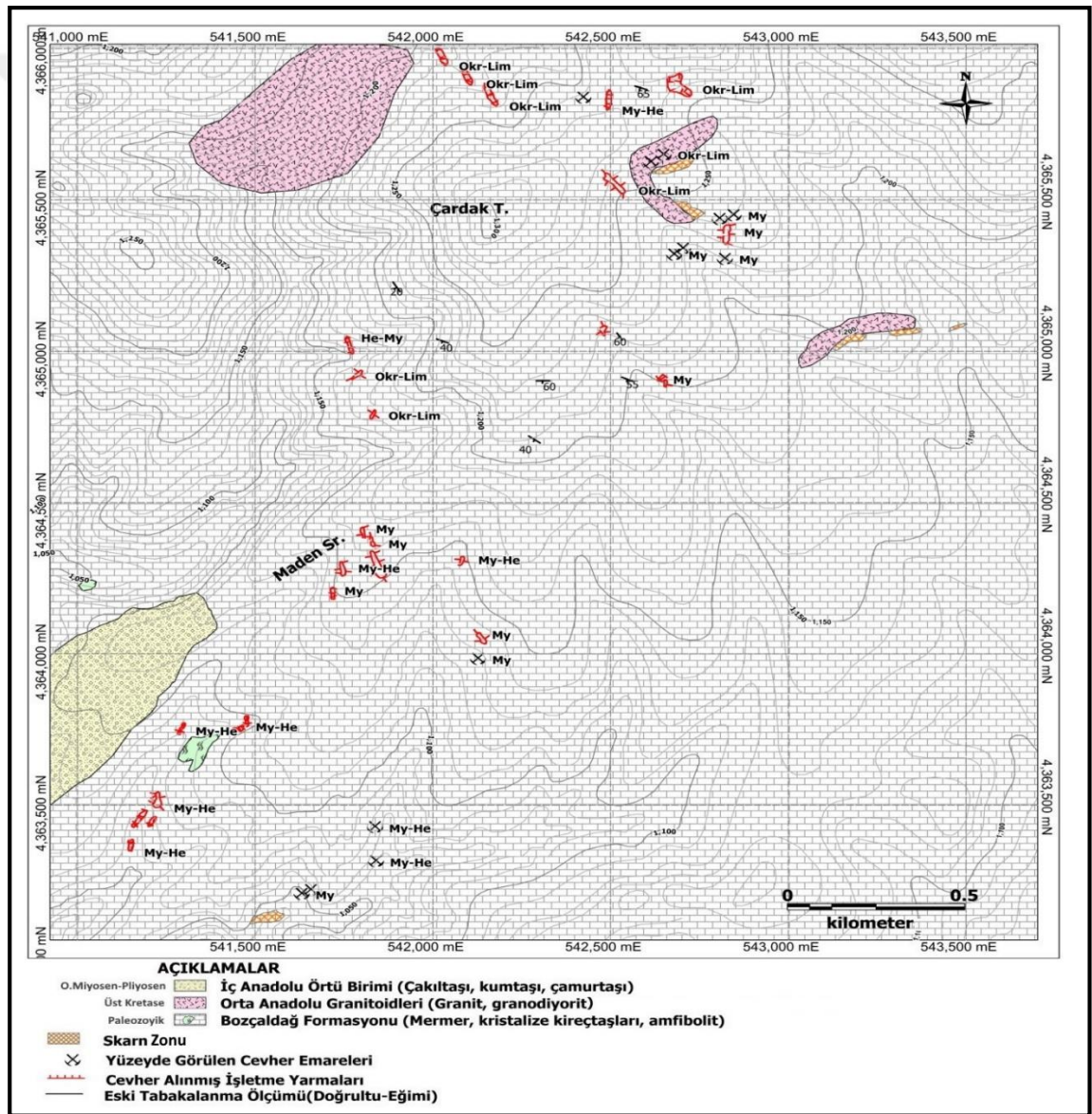
Kaynak: (MTA Kırşehir J-30 paftası, 2008 genelleştirilmiş kesitinden değiştirilerek alınmıştır).

2.2. ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ

Çalışma alanı, Kırşehir Masifi'ne ait metamorfiklerden oluşan Paleozoyik yaşlı Bozçaldağ Formasyonundan, aralarında dokanak ilişkisi gözlenen Orta Anadolu granitoidlerine ait magmatik birimden ve bu birimleri üzerleyen, Orta Miyosen-Pliyosen yaşlı denizel ve karasal ortamlarda çökelmiş İç Anadolu Grubu örtü biriminden oluşmaktadır.

Arazi çalışmaları sırasında, litoloji, yapısal unsurlar, alterasyon, cevherleşme ve eski işletme yarmalarını içeren 1/5.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmıştır (Şekil 2.5).

Şekil 2.5: Çalışma Alanının Jeoloji Haritası



Kaynak: (Ş. Kürtünlüoğlu tarafından hazırlanan 1/5.000 ölçekli jeoloji haritasından değiştirilerek alınmıştır).

2.2.1. Bozçaldağ Formasyonu

Orta Anadolu Metamorfikleri'nin en üst birimini oluşturan, Seymen (1982) ve Tolluoğlu (1986) tarafından Bozçaldağ Formasyonu olarak tanımlanan birim, Kırşehir ilinin kuzeyinde, doğusunda ve Ağapınar köyü ve çevresinde gözlenmekte olup çalışma alanı içerisinde geniş ölçekte mostra vermektedir. Bozçaldağ Formasyonu, Göncüoğlu (1977)'nin, Niğde Masifi'nde tanımladığı Aşıgediği Formasyonu ve Kara (1997)'nin Bozçaldağ mermerleri olarak tanımladığı birimler ile eş değerdir. Önceki çalışmalara göre formasyonun yaşı Paleozoyik-Mezozoyik olarak değerlendirilmiştir (Seymen, 1982; Öztürk vd., 1983; Bilgin ve diğ., 1986; Kara ve Dönmez, 1990).

Mermerler tipik beyaz - açık gri ve açık pembemsi renkleri ve masif görünümü ile belirgin bir litolojiye sahiptir (Şekil 2.6).

Şekil 2.6: Çalışma Alanında Gözlemlenen Mermerlerin Genel Görünümü (GD'dan KB'ya bakış, X:543166 Y:4365504 Z:1203)



Yapılan arazi çalışmaları sonucunda formasyonun, saf metakarbonatlardan oluştuğu ve çoğunlukla homojen bir görünüme sahip olduğu gözlenmiştir (Şekil 2.7 ve 2.8). Birim genelde orta ile iri arasında değişen tane boyutlarına sahiptir. Kırık çatlakları, kuvars, karbonat mineralleri ve kalsit kristalleri ile dolguludur. Mermerlerde yer yer silisleşmeler izlenirken, limonit-hematit bağlayıcılı breşleşmeler ve 15 cm'ye varan manyetit damarları gözlenmektedir.

Çalışma alanında yapılan sondajlardan alınan karot örnekleri incelendiğinde ise mermerlerin genellikle 1 cm'ye varan hematit, limonit damarları ile kesilmiş olduğu ve kırık, çatlak, boşluklarının yine hematit, limonit ve yer yer ikincil kalsit kristalleri ile manyetit mineralleri tarafından doldurulmuş olduğu gözlenmiştir. Örneklerde yer yer mangan dentritleri ve 10-15 cm'ye varan manyetit bantları da tespit edilmiştir (Şekil 2.7).

Şekil 2.7: Bozçaldağ Mermerlerine Ait Hematit, Limonit ve Manyetit Bantlı Sondaj Karotu Örneği (KAS31 Sondajı 13,00 -16,00 m aralığı)



Çalışma alanında bu birimden alınan 2 adet petrografik örneğin incelemesinde karbonat kökenli litolojik birim mineralojik bileşim ve dokusal özelliklerine göre mermer olarak tanımlanmıştır. Formasyona ait makroskobik örnekler ince-orta taneli ve masif dokulu olarak gözlenmektedir (Şekil 2.8).

Şekil 2.8: Bozçaldağ Mermerlerine Ait Sondaj Karotunun Makroskobik Fotoğrafi (KAS03 sondajı 11,70 - 11,80 m aralığı)



Mikroskobik olarak granoblastik dokuya sahip mermerlerin karbonat grubu minerallerden kalsit ve çok az opak mineraller içerdiği gözlenmiştir. Yine çok az ve dağınık durumda mineral sınırlarında FeO'leşme gözlenmiştir. Genellikle özşekilsiz taneler halinde bulunan kalsit mineralleri birbirine kenetlenmiş, yaklaşık eş boyutlu ve mozayik dokuludurlar. Opak mineraller ise küçük taneli olup idiomorf

(özşekilli) ve allotriyomorf (özşekilsiz) olarak gözlenmiştir. Tane büyüklüklerinin bazı kesitlerde değişim sunduğu kalsit mineralleri, yaygın kayma ikizlenmeleri göstermektedir (Şekil 2.9).

Şekil 2.9: Bozçaldağ Mermerlerine Ait Sondaj Karotunun Mikroskopik Fotoğrafi (KAS03 sondajı 11,70 -11,80 m aralığında gözlenen kayma ikizleri)



Paleozoyik yaşlı Kırşehir Masifi genelde yeşilşist, almandin-amfibolit ve yer yer granulit fasiyesi özelliği göstermektedir. Bozçaldağ mermerleri yer yer amfibol şist arabantları içermektedir (Dümenci, 2004).

Yapılan arazi çalışmalarında da formasyon içerisinde yer yer amfibol şist ve mika şist ara düzeyleri, mercekler şeklinde gözlenmiş ve haritalanmıştır (Şekil 2.5). Çalışma alanının güneybatısında ve Maden Sırtı'nın yaklaşık 5 km batısında gözlemlenen amfibol şistler, KD/GB doğrultulu ve yaklaşık 100 ile 150 metre arasında takip edilebilmektedir (Şekil 2.10).

Şekil 2.10: Bozçaldağ Mermerleri İçerisinde Mostra Veren Amfibol Şistlerin Genel Görünümü (GB'dan KD'ya bakış, X: 541044, Y:4364237 Z:1043)



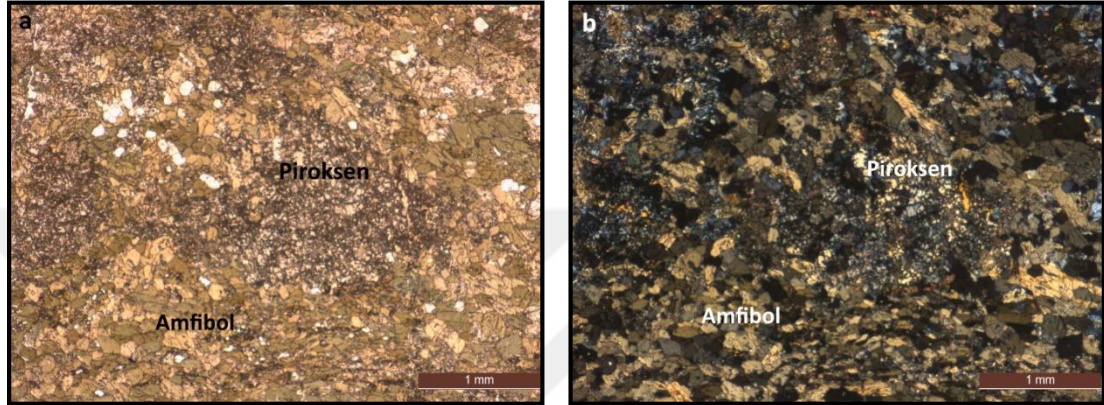
Genellikle koyu gri-siyahımsı ve yeşil renklere gözlenen amfibol şistler, seyrek mermer ara bantlarından oluşmuştur. Şistler belirgin şistoziteye sahip, ince taneli ve yapraklanmalıdır.

Şekil 2.11: Çalışma Alanında Gözlenen Amfibol Şistlerin Yapraklanmalı Makroskobik Görünümleri (X: 541044, Y:4364237 Z:1043)



Kayacın ana bileşenleri, amfibol mineralleri, piroksen, epidot, klorit ve feldispat olup tali bileşeni ise homojen dağılımlı sfen mineralidir. Amfiboller yarı özşekilli ve hafif yönlenmiş olarak izlenirken piroksenler özşekilli, özşekilsiz, heterojen dağılımlı ve kısmen karbonatlaşmış – talklaşmıştır (Şekil 2.12). Epidotlar yarı özşekilli-özşekilsiz, kloritler ise yönlenmiş olarak gözlenmiştir.

Şekil 2.12: Amfibollerin Heterojen Ve Piroksenlerin Talklaşmış Görünümleri a) Tek Nikol, b) Çift Nikol



Ayrıca Çardak Tepe mevkinde bulunan KAS13 sondajının 19,90-20,00 metre aralığından alınan N95 nolu karot örneğinin mineralojik petrografik incelemesinde kayaç adlandırması amfibolit olarak belirlenmiş olup makroskobik örneğin yeşilimsi gri renkte, bantlı dokuya sahip ve ince taneli olduğu gözlenmiştir (Şekil 2.13).

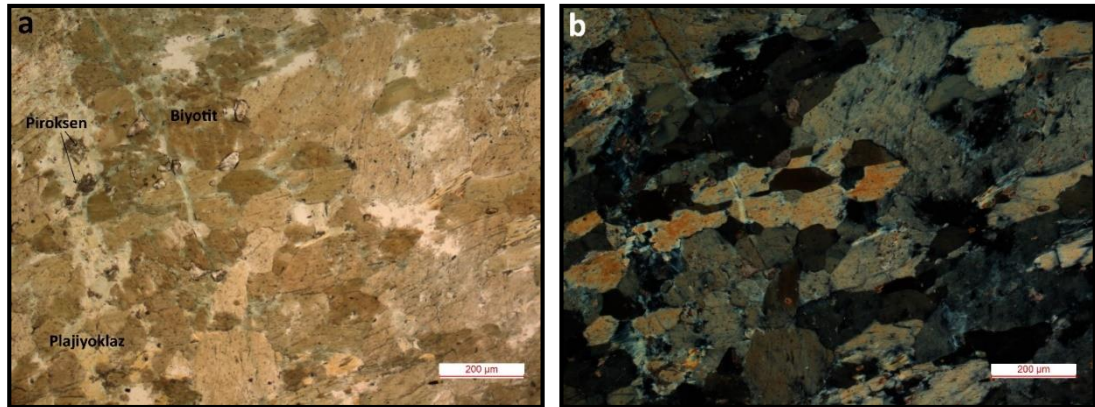
Şekil 2.13: Çalışma Alanındaki Petrografik İncelemesi Amfibolitlere Ait Karotun Makroskobik Fotoğrafı (KAS13 sondajı 19,90 – 20,00 m aralığı)



Mikroskopik tanımlamasında ana bileşenlerinin, amfibol, biyotit, piroksen, plajiyoklaz, epidot grubu mineraller olduğu tespit edilmiştir. Amfibol mineralleri, yarı özşekilli, küçük tane boyutunda, belirgin yönlenmiş bantlar ve mercekler halindedir. Biyotit mineralleri, yarı özşekilli, küçük tane boyutunda, yönlenmiş ince bantlar ve mercekler halinde yaygın kloritleşmiştir. Piroksen mineralleri, yarı özşekilli, özşekilsiz, orta tane boyutunda çatlaklardan itibaren karbonatlaşmış, uralitleşmiş, plajiyoklaz mineralleri ile bir arada izlenmiştir. Plajiyoklaz mineralleri özşekilsiz, orta tane boyutunda yoğun killeşmiş, epidotlaşmış, karbonatlaşmış, ince bantlar ve mercekler halindedir. Epidotlar ise özşekilsiz küçük taneler halinde yaygın feldispatlı seviyelerde izlenmiştir (Şekil 2.14).

Örneğin tali bileşenlerinden opak mineraller, küçük tane boyutunda, yarı özşekilli veya özşekilsiz, taneler halinde olup sfen ise yarı özşekilli, küçük tane boyutunda, belirli kısımlarda kümelenmiş olarak gözlenmiştir. Örnekte plajiyoklaz ve piroksen minerallerinin izlendiği kısımlar yoğun altere olmuştur.

Şekil 2.14: Amfibolitte Gözlenen Piroksen, Plajiyoklaz ve Biyotit Minerallerinin Görünümü a) Tek Nikol, b) Çift Nikol (KAS13 sondajı 19,90 – 20,00 m aralığı)



2.2.2. Orta Anadolu Granitoidleri

Orta Anadolu'da yaygın olarak yüzeylenen granitoidler, birçok jeolojik ve petrolojik çalışmaya konu olmuştur. Kırşehir J-30 paftasında bulunan granitoidlerde yapılan çeşitli radyometrik yaş tayinlerine göre 54 My (Ayan, 1963), 71 My (Ataman, 1972) ve 95 My (Göncüoğlu, 1982, 1986) yaşları elde edilmiştir. Bu verilere göre birimin yaşı Üst Kretase'ye ait Senomaniyen (?) - Senoniyen olarak belirlenmiştir.

Orta Anadolu Granitoidleri; Baranadağ masifi (Ayan, 1963), Cefalıkdağ granodiyoriti (Ataman, 1972), Karacaali plütönu (Norman, 1972), Üçkapılı granodiyoriti (Göncüoğlu, 1977), Baranadağ plütönu (Seymen, 1982), Ortaköy granitoyidi (Atabey vd., 1987), Orta Anadolu intrüzifleri (Kara, 1997), Yozgat granitoyidi (Kara, 1997) ve Çelebi granitoyidi (Kuşçu vd. 2000a) ile eş değerdir.

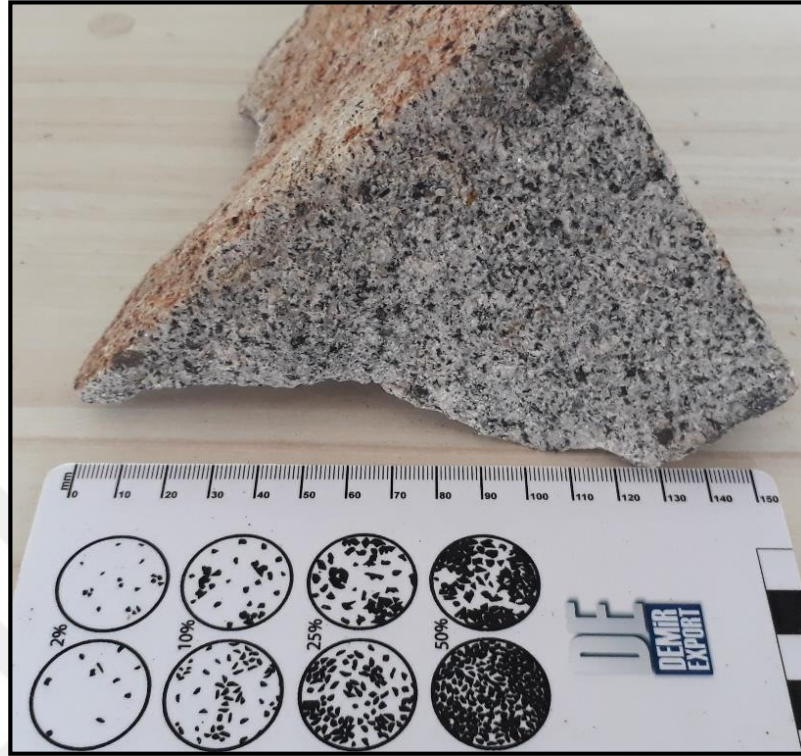
Orta Anadolu Granitoidleri, başlıca granit olmak üzere, granodiyorit, granitporfir, granodiyorit porfir, kuvars diyorit, kuvars monzonit, monzodiyorit, kuvars monzodiyorit ve siyenit, mikrosiyenit türü kayaçlardan oluşur. Granitoyidi oluşturan magmanın kıtasal kabuk ve mantonun kısmi ergimesiyle oluştuğu öne sürölmektedir (Bayhan, 1986). Renk, doku, yapı ve mineral bileşimi kayaç türüne bağlı olarak değişmektedir. Bölgedeki granitoidler, açık gri - gri renkli, tanesel dokulu ve orta taneli gözlenmektedir (Şekil 2.15).

Çalışma alanının özellikle kuzeybatısında ve kuzeydoğusunda gözlenen Orta Anadolu Granitoidlerinin, Bozçaldağ Formasyonu ile dokanaklarında genellikle skarn zonu gözlenmektedir. Ayrıca çalışma alanı içerisinde, bu granit ve skarn zonları yer yer haritalanamayacak ölçekte de yüzeylenmektedir.

Şekil 2.15: Çalışma Alanındaki Granitoidlerin Genel Görünümü (KB'dan GD'ya bakış, X: 541408 Y: 4365601 Z:1163)

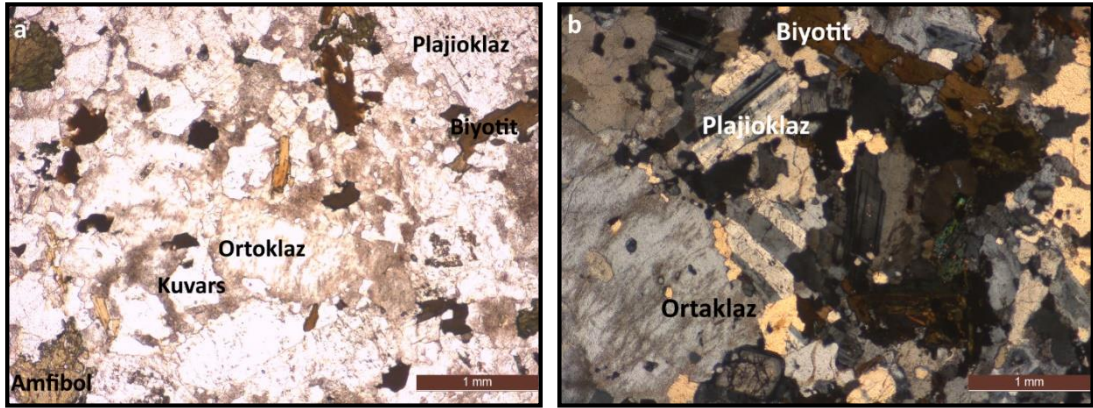


Şekil 2.16: Çalışma Alanındaki Orta Anadolu Granitoidlerine Ait Örneğin Makroskobik Görünümü



Orta Anadolu Granitoidlerinden alınan el örneğine ait mineralojik - petrografik incelemeler sonucunda kayacın dokusunun holokristalin tanesel dokulu olduğu gözlenmiştir (Şekil 2.16). Granit olarak adlandırması yapılan kayacın, ana bileşenleri plajiyoklaz, ortoklaz, kuvars, amfibol ve biyotittir. Özşekilsiz opak mineraller ve özşekilli apatit tali bileşenleridir. Plajiyoklazlar, yarı özşekilli, homojen dağılımlı, polisentetik ikizli ve zonlu, kısmende orta-az oranda serizitleşmiştir. Ortoklaz yarı özşekilli, homojen dağılımlı, bir kısmı mikrografik dokuya sahip ve kısmen serizitleşmiştir. Kuvars ve amfibol mineralleri de yarı özşekilli ve homojen dağılımlıdır. Biyotit minarelleri yarı özşekilli ve levhamsı biçimli olup yer yer kloritleşme ve kenarlarından itibaren epidotlaşma türü bozunmalar göstermektedir. Kayacın alterasyon derecesi düşük olup yer yer serizitleşme ve killeşmeler gözlemlenmektedir (Şekil 2.17).

Şekil 2.17: Holokristakin Tanesel Dokulu Graniti Oluşturan Amfibol, Kuvars, Ortoklaz, Biyotit ve Plajiyoklazların Görünümleri a) Tek Nikol, b) Çift Nikol



2.2.3. İç Anadolu Grubu

Orta Anadolu’da geniş bir alanda yüzeylenen kıvılcak-kahve renkli, katmansız veya az belirgin katmanlı, çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, jips, anhidrit ile kireçtaşı ve ignimbirit ara katkılı düzeylerden oluşan ayrılmamış karasal fasiyesler, İç Anadolu Grubu adı altında toplanmıştır (Dönmez vd., 2005).

Birimin yayılım gösterdiği farklı yerlerden derlenen çeşitli fosillere göre yaşı, Geç Miyosen-Pliyosen olarak tayin edilmiştir (Kara, 1997). Ancak Özcan ve diğerleri (1990) tarafından Konya, Kadınhanı, Ilgın dolaylarında yapılan araştırmalarda İç Anadolu grubunda değerlendirilebilecek çökellerde yüzeylemeleri bulunan volkanitlerin yaşları da göz önüne alınarak çökellerin yaşı Orta Miyosen-Pliyosen olarak kabul edilmiştir.

Karasal koşullarda çökelen birimin taban dokanağı uyumsuzdur ve yamaç molozu ile temsil edilen kesimleri kırmızı renkli, tane desteksiz çakıltaşı, kumtaşı ve bunların içinde bulunduğu çamurtaşlarından oluşur. Karasal fasiyeslerini oluşturan kesimleri, kıvılcak kahve renkli, çapraz katmanlı, çakıltaşı, kumtaşı bant ve mercekleri şeklindedir.

Göreceli olarak birimin üst kesimlerini oluşturan ve havza ortası gölsel fasiyeslerle temsil edilen kesimleri, bazı yerlerde tutturulmamış kumtaşı, çamurtaşı, jips ve anhidritlerden, bazı yerlerde ise çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı ve ignimbirit ara düzeylerinden oluşmaktadır.

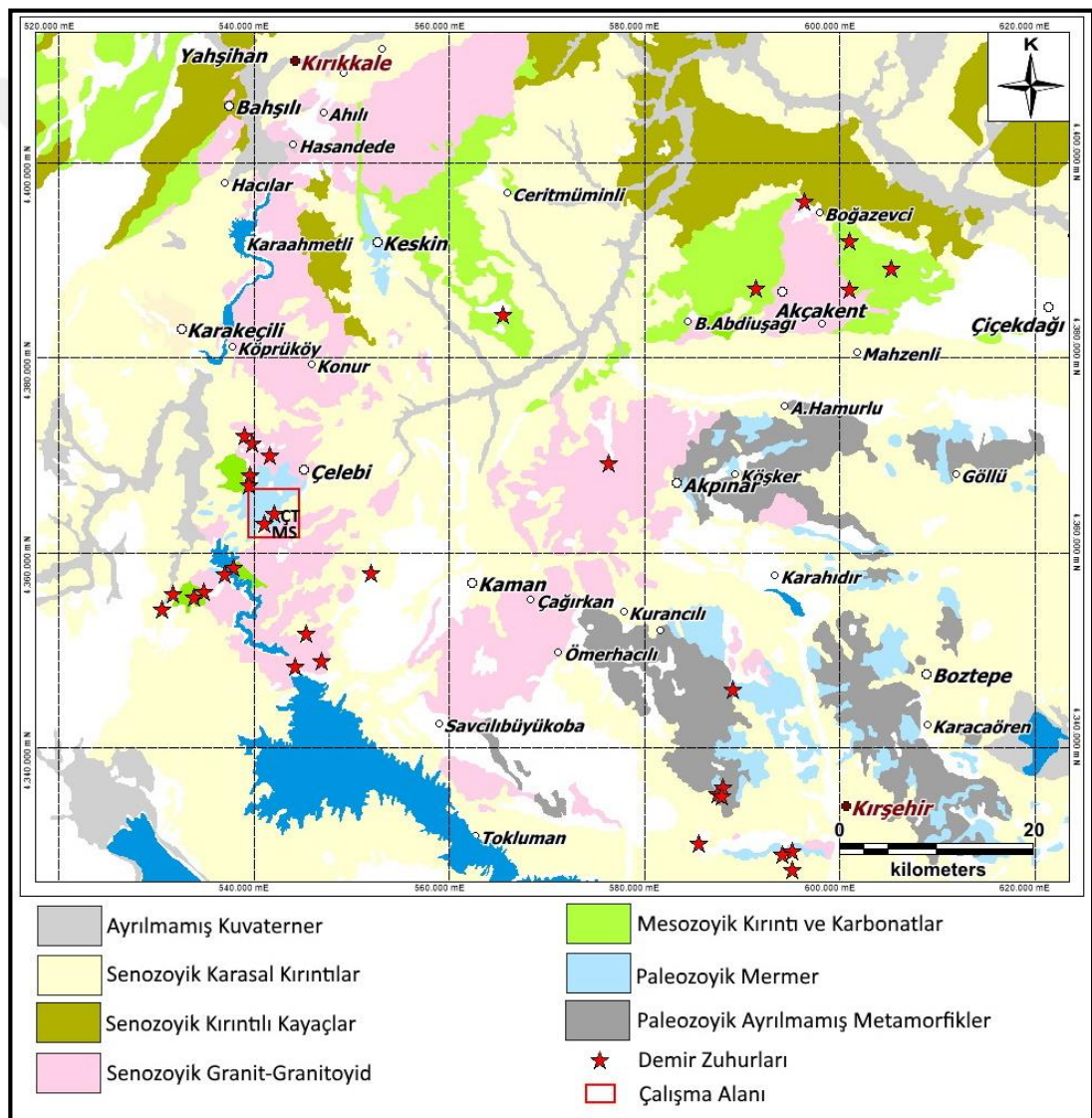


ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MADEN JEOLJİSİ

Çalışma alanının da içinde bulunduğu Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı içerisinde çok sayıda demir zuhuru bulunmaktadır (Şekil 3.1). Bölgedeki Orta Anadolu Granitoidleri'nin ve Orta Anadolu Metamorfikleri'nin yüzeylendiği alanlarda gözlenen en belirgin cevherli kayaç grubu ise skarnlardır. Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın bölgesel jeoloji ve skarn kuşağı haritasında (Kuşçu ve Erler, 1998) da çalışma alanı içerisindeki zuhurların, Fe-W metalojenik skarn zonu içerisinde olduğu görülmektedir (Şekil 2.3).

Şekil 3.1: Çalışma Alanı ve Çevresinde Gözlenen Demir Zuhurları Haritası



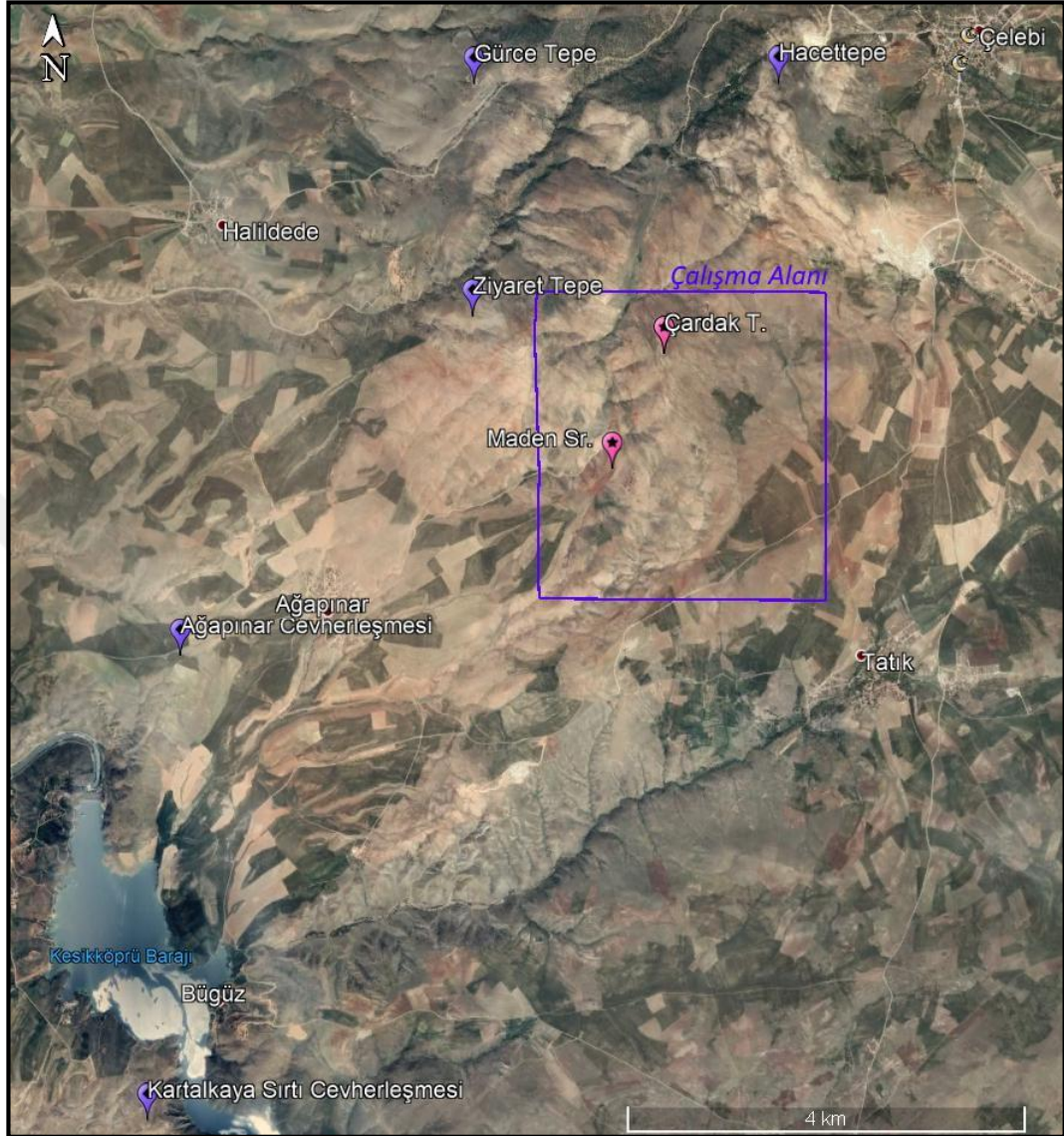
Kaynak: (MTA tarafından hazırlanan 1/500.000 ölçekli jeoloji haritasından değiştirilerek alınmıştır, ÇT: Çardak Tepe, MS: Maden Sırtı).

1956 yılında W. Burchardt, çalışma alanının yaklaşık 2 km kuzeyindeki Hacettepe mevkinde (Şekil 3.2) gerçekleştirdiği jeolojik etüdler sırasında, bölgedeki mevcut skarn zonlarının bir mineralizasyon meydana getirip getirmediğini araştırmak amacıyla yaptığı çalışmada, grenafelslere rastlamıştır. Bu çalışmayı takiben 1960 yılında Yılmaz tarafından bölgedeki grenafelslerin, skarn zonlarından ayırt edilebildiği ve yapılan sondajlara göre bu zuhurların 5-10 m kalınlığında olduğunu belirtmiştir. Skarn zonlarının ise kalınlıklarının 1-10 m arasında değiştiğini ve genellikle granodiorit ile bir münasebet göstermediğini tespit ederek bu durumun izahını post-intrüzyon tektoniğinde aramak gerektiğini belirtmiştir (Yılmaz, 1960).

2001 yılında Kuşçu, çalışma alanının yaklaşık 5 km kuzeybatısında Gürce Tepe mevkinde (Şekil 3.2) gözlenen skarnların jeokimyası ve mineralojisi üzerine yaptığı çalışmada bölgede hem ekzoskarnlar (piroksen-granat) hem de endoskarnların (epidot-piroksen) bulunduğunu belirtmiştir. Ekzoskarnlar içindeki epidot, kalsit, tremolit ve kuvars gibi mineraller, piroksen ve granat üzerinde daha ilerlemiş evrelerde etkili olan retrograd olaylarla oluşmuş mineral toplulukları olduğunu ve ana manyetit cevherleşmesinin, piroksen-granat zonları içinde 15-20 cm boyutlarında cep ve damarlar halinde bulunduğunu tespit etmiştir (Kuşçu, 2001)

2020 yılında ise Mercan vd. çalışma alanının yaklaşık 5 km güneybatısında bulunan Kesikköprü ve çevresindeki Ağapınar ve Kartalkaya Sırtı mevkiilerindeki (Şekil 3.2) demir zuhurlarında yaptıkları çalışmalarında, granitoidlerin, Bozçaldağ mermerlerine sokulum yapmasıyla oluşmuş skarn tip cevherleşmeler olduğunu belirterek cevher oluşumu için granitoidlerin sokulumu esnasında çevre kayalarda oluşan kırılma, fels oluşumu ve cevher yerleşiminde direkt etkili olan mekanizma olduğunu belirterek, plüton içerisinde yer alan metalce zengin çözeltilerin, bu kırık hatlarını kullanarak çevre kayaların içlerine kadar ilerlemiş ve cevherin bu uygun ortamda çökeldiğini ifade etmişlerdir (Mercan vd., 2020).

Şekil 3.2: Bölge Cevherleşmeleri ile Maden Sırtı ve Çardak Tepe Manyetit Cevherleşmelerinin Konumunu Gösterir Uydu Görüntüsü



Kaynak: Google Earth.

Maden Sırtı ve Çardak Tepe mevkilerinde gözlenen bu zuhurlarda, çeşitli araştırmacılar, MTA ve Demir Export A.Ş. tarafından maden jeolojisine yönelik çalışmalar yürütülmüştür.

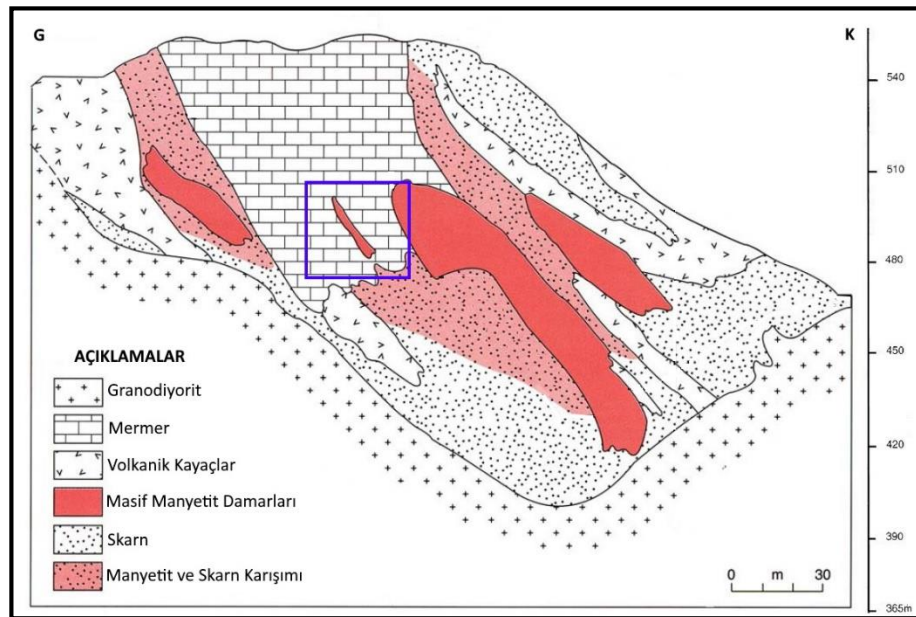
Öztürk (1981), çalışmasında Maden Sırtı demir cevherleşmesini granit-granodiyorit intrüzyonuna bağlı olarak gelişmiş hidrotermal bir oluşum olarak değerlendirmiştir. Araştırmasında, cevher minerallerini manyetit, hematit ve limonit olarak tespit etmiş ve masif mercekler şeklinde gözlemlemiştir. Çalışmasının devamında bu hidrotermal sistemin altında, granodiyorit intrüzyonu ile mermer dokanağında, skarn tipi cevherleşmenin olup olmadığını araştırmak amacıyla, manyetik etüt çalışması

yapılmasını önermiştir. MTA tarafında yapılan manyetik etüdler sonucunda, yüzeyde gözlenen cevherleşmelerin dışında, hidrotermal tipte, küçük rezervli cevher merceklerinin de olabileceği sonucuna varılmıştır. Ancak esas beklenen skarn tipli cevherin mermer-asidik kaya dokanağında gelişmediğini belirtmiştir.

Tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen prospeksiyon, mineraloji-petrografi, kayaç jeokimyası ve sondajlı maden arama çalışmaları birlikte değerlendirildiğinde, çalışma alanındaki demir zuhurlarının, Orta Anadolu Granitoidleri ile Bozçaldağ Formasyonunun dokanaklarında, kontak metamorfizma sonucunda meydana geldiğini desteklemektedir. Cevherleşmelerin, granitoidlerin sokulumu esnasında, mermerlerin kırık-çatlaklarında, skarnlaşmayı oluşturan akışkanların uygun ortam bulup çökmesiyle, masif manyetit damarlarını oluşturması sonucunda meydana geldiği düşünülmektedir.

Çalışma alanı içerisinde gelişen bu masif manyetit damarlarının etrafında büyük/geniş bir skarnlaşma belirtisi gözlenmemektedir. Şekil 3.2’de belirtilen bölgedeki skarnlaşmaların etrafında gelişen masif manyetit cevherleşmelerin, Şekil 3.3’de şematik kesiti verilen Iron Hill maden yatağının bir bölümünde olduğu gibi, sadece mermerlerin kırık-çatlaklarına, damar ve mercekler şeklinde yerleşmesiyle açıklanabilir (Sangster, 1964).

Şekil 3.3: Iron Hill Demir Yatağının Şematik Kesitinde Gözlenen Masif Manyetit Cevherleşmesinin Çelebi Demir Cevherleşmesindeki Konumu



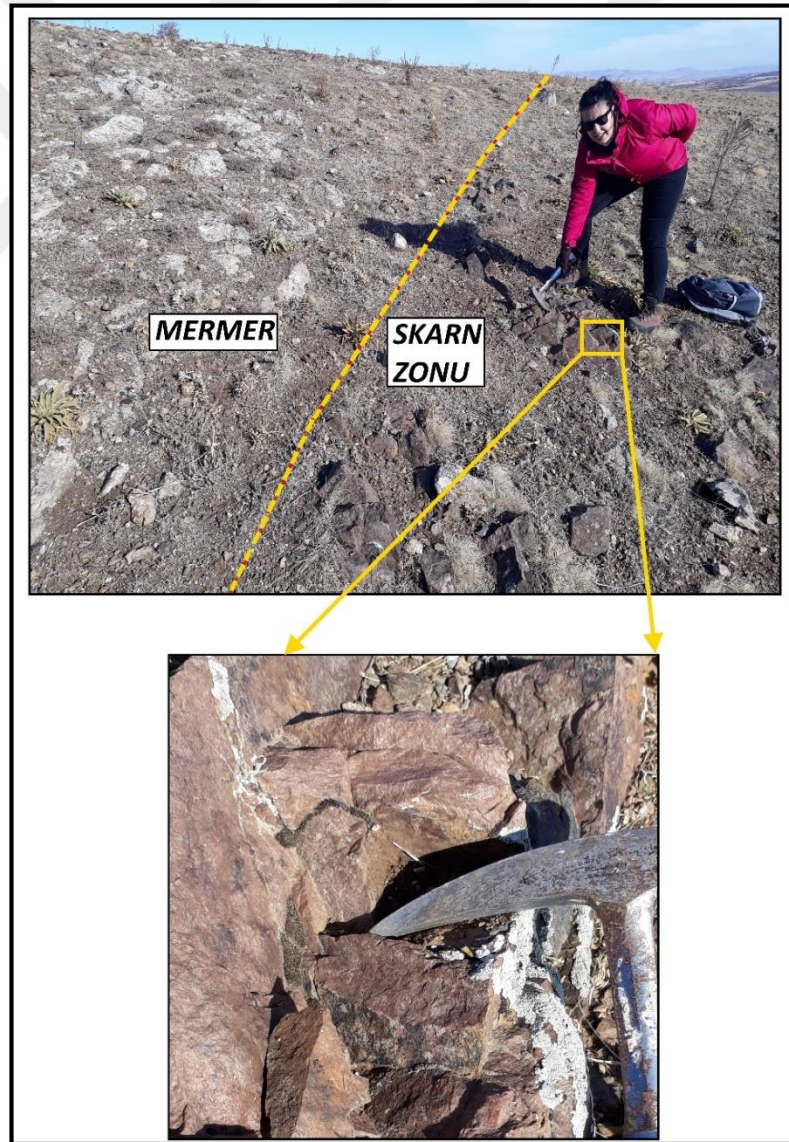
Kaynak: Sangster, 1964.

3.1. SKARN ZONU

Özellikle Çelebi, Bala ve Kesikköprü bölgelerinde yapılan araştırmalarda, bölgede gelişen skarn zonlarından sıklıkla bahsedilmektedir (Rondot, 1956; Yılmaz, 1960; Boroviczeny, 1964a; 1964b; 1964c; 1964d; Sungurlu, 1970; Öztürk vd. 1983; Bayhan, 1984; Kuşçu ve Erler, 1998; Kuşçu, 2001; İşbaşarır vd., 2002).

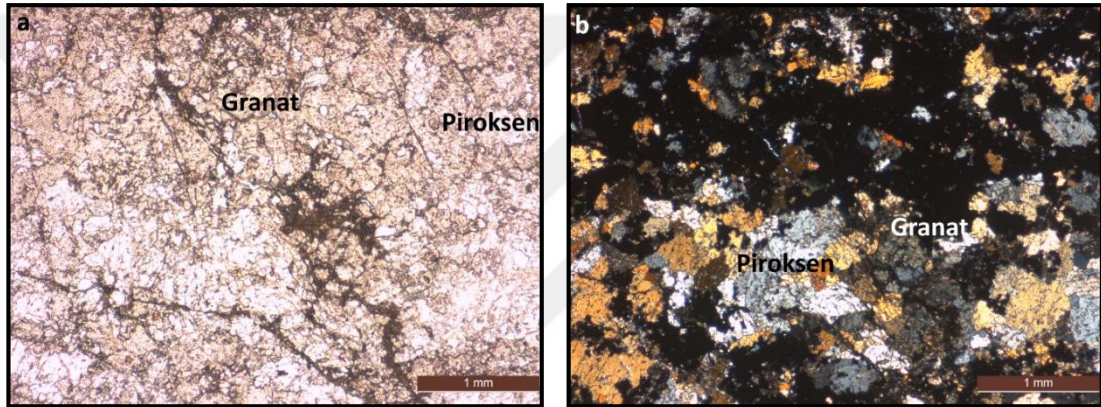
Çalışma alanı içerisinde ana manyetit cevherleşmelerinden farklı lokasyonlarda gözlenen, Bozçaldağ Formasyonuna ait mermerler ile Orta Anadolu Granitoidlerinin dokanaklarında, kontak metamorfizma etkisiyle gelişen skarn zonu gözlenen masif dokulu kayalar incelenmiştir (Şekil 3.4).

Şekil 3.4: Bozçaldağ Formasyonu İçinde Gelişen Skarn Zonu (KB'dan GD'ya bakış, X: 543169, Y:4365054 Z: 1247)



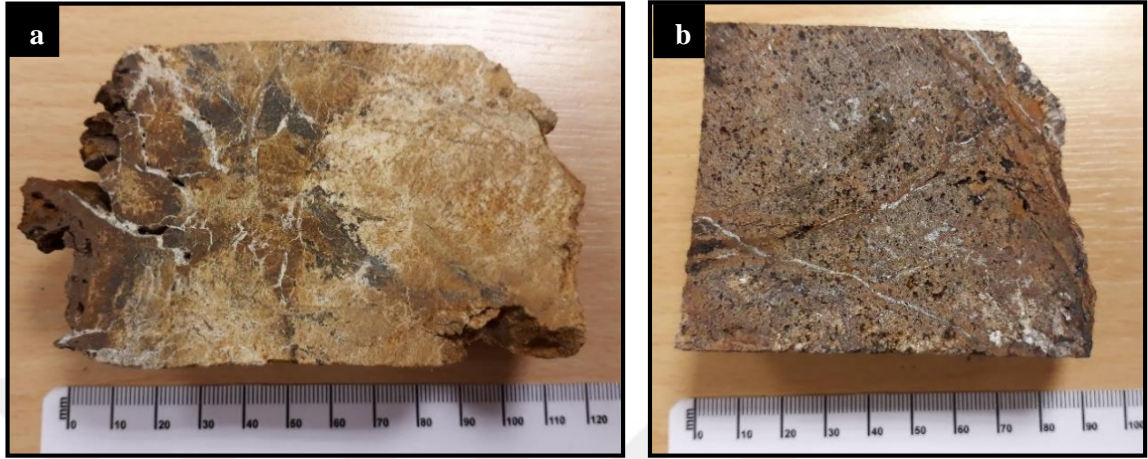
Arazide, yeşilimsi gri renkte ve yoğun silisli olarak gözlenen altere kayaçların el örneğinden yapılan ince kesitinde dokusunun masif olduğu belirlenmiştir. Kayacın ana bileşenleri granat, piroksen ve epidot olup tali olarak da özşekilsiz opak mineraller ve yarı özşekilli halde sfen görülmüştür. Granatlar özşekilsiz ve homojen dağılımlıdır. Piroksen, yarı özşekilli-özşekilsiz, yine homojen dağılımlı, kısmen karbonatlaşmış olarak izlenir. Epidot ise yarı özşekilli, özşekilsizdir. Kayaçta gözlenen süreksizliklerin uçlarında, açık-kapalı kılcal çatlaklarda talk/karbonat ve epidot gözlenmiştir (Şekil 3.5).

Şekil 3.5: Skarn Zonundan Alınan El Örneğindeki Granat ve Piroksenlerin Homojen Dağılımlı Görünümleri a) Tek Nikol, b) Çift Nikol



Ayrıca sondaj karotlarından alınan 2 adet örneğin mineralojik-petrografik incelemesinde kayaç adlandırmaları granat fels olarak belirlenmiştir. N11 nolu örnekte çoktan aza doğru karbonat mineralleri, granat, epidot ve kuvars gözlenirken, N12 nolu örnekte granat, daha az oranda karbonat mineralleri, klorit ve mika mineralleri gözlenmiştir. Makroskobik örnekler, soluk sarımsı turuncu (N11) ve kırmızımsı kahverengi görünümündedir (N12). Her iki örnekte de kayaçların dokusu masif görümlü ve tane büyüklükleri küçük-orta taneli olup karbonat mineralleri ile dolgulu (Şekil 3.6a) ya da dolgusuz (Şekil 3.6b) kırık ve damarlara sahiptirler.

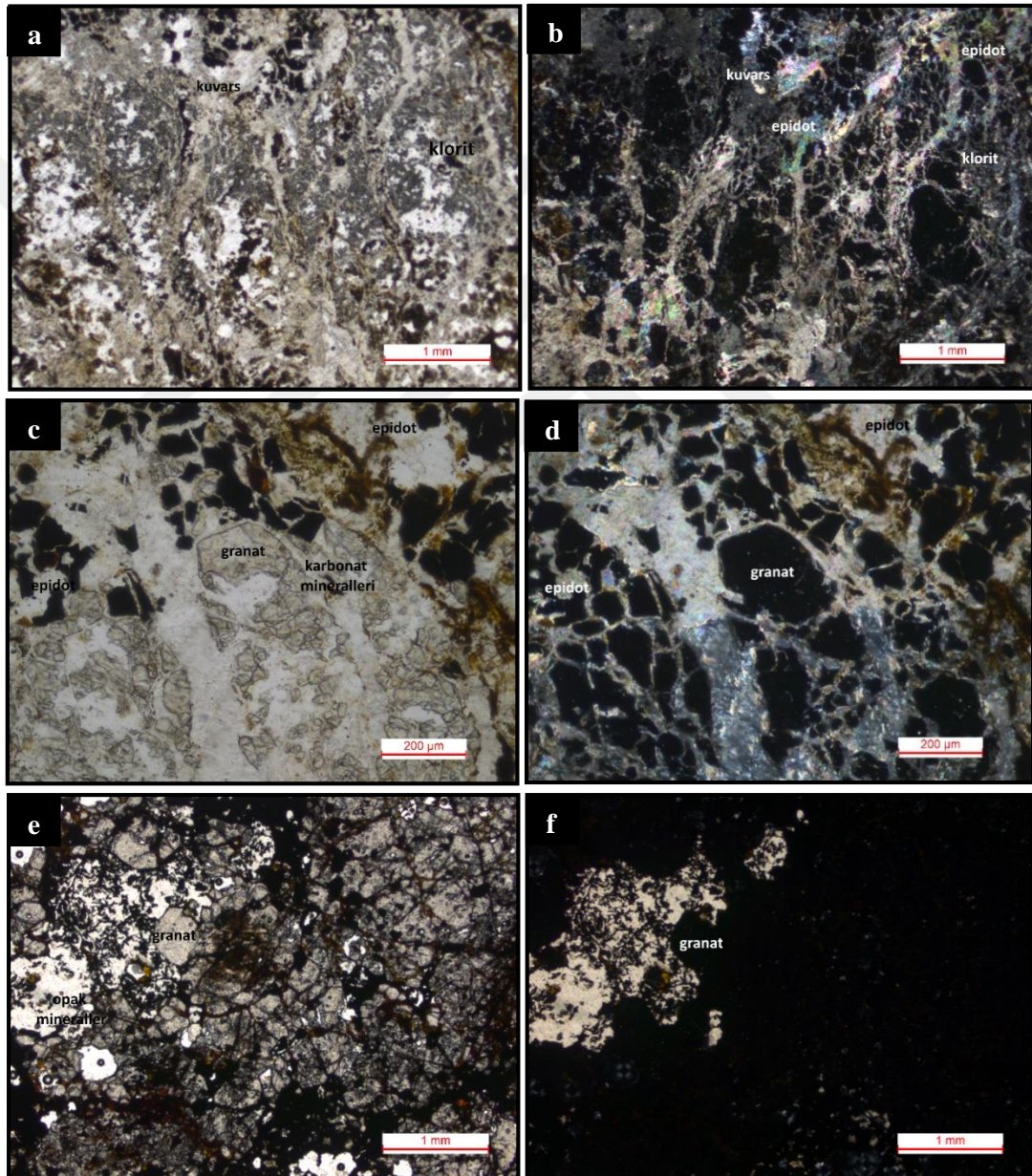
Şekil 3.6: Çalışma Alanındaki Petrografik İncelemesi Granat Fels Birimine Ait Sondaj Karotlarının Makroskobik Fotoğrafları a) N11 Nolu Örnek (KAS03 Sondajı 8,90 -9,00 m aralığı), b) N12 Nolu Örnek (KAS03 Sondajı 10,40 – 10,45 m aralığı)



Örneklerin mikroskobik incelemelerinde, her iki örneğinde felsik dokulu olduğu gözlenmiştir. Bileşenler küçük - orta taneli olup çoğunlukla özşekilsizdir. Karbonat mineralleri, granatların ve opak minerallerin aralarında veya mineralleri kateden ince çatlaklar boyunca, bol miktarda paralel veya birbirini keser şekilde süreksizliklerin dolgusu olarak gözlenir (Şekil 3.7c). Epidotlar, oldukça küçük taneli ve özşekilsizdir (Şekil 3.7b). Granatlar, kırıklı-çatlaklı yapıda, hafif zonlu gözlenirken kloritler yer yer kümelenmiş izlenir (Şekil 3.7b-e). Kuvars ise dalgalı sönmeli olarak gözlenmiştir (Şekil 3.7a).

Şekil 3.7: Skarn zonu Gözlenen Karot Örneğindeki Minerallerin İnce Kesit Görünümleri

a) Dalgalı Sönmeli Kuvars Ve Kümelenmiş Klorit Mineralleri, N11 Nolu Örnek, Tek Nikol b) Küçük Taneli ve Özşekilsiz Epidot, Kuvars, Kümelenmiş Klorit Mineralleri, N11 Nolu Örnek, Çift Nikol c) Yarı özşekilli Granat, Epidot, Karbonat Mineralleri, N11 Nolu Örnek, Tek Nikol d) Epidot ve Granat Mineralleri, N11 Nolu Örnek, Çift Nikol e) Granatın Sönümlü Görünümü ve Opak Mineraller, N12 Nolu Örnek, Tek Nikol f) Granatın Minerali, N12 Nolu Örnek, Çift Nikol



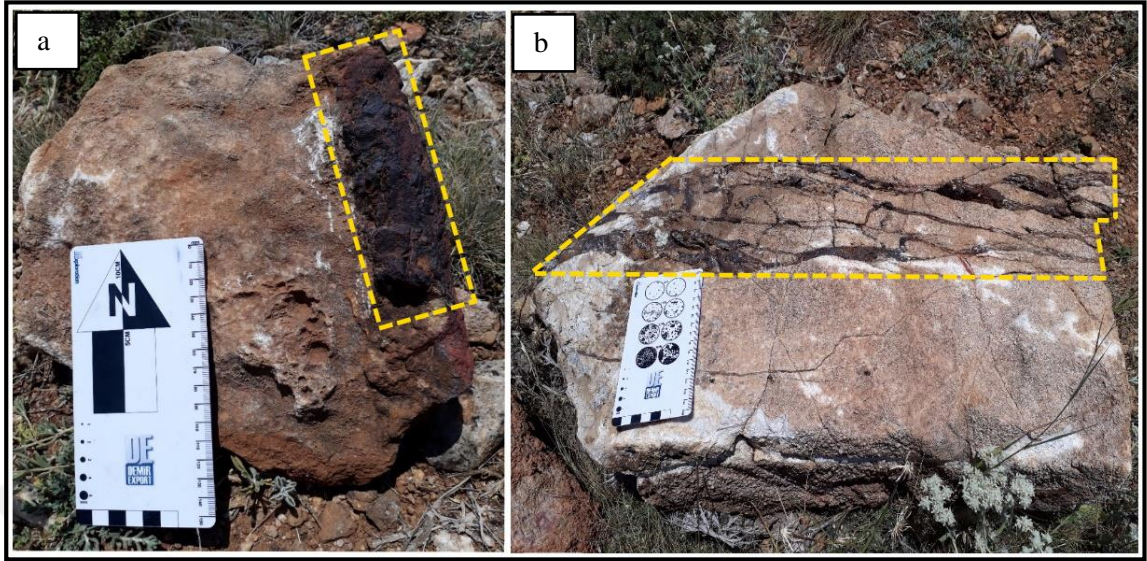
Skarnlar ornattıkları kayaca göre sınıflanmakta olup ekzoskarn ve endoskarn terimleri sırasıyla karbonatlı ve plütonik kayaçların kendi içlerindeki ornatmalarını tanımlamak için kullanılmaktadır (Einaudi ve Burt, 1982). Çalışma alanının kuzeydoğusunda ve güneybatısında Bozçaldağ Formasyonu'nun içerisinde sınırlı olarak gözlenen skarn zonları, saha gözlemleri, sondaj çalışmaları ve mineraloji-petrografi çalışmaları ile birlikte incelendiği üzere, ornattığı kayacın bileşimi bakımından granat, piroksen ve epidotun hakim olduğu ekzoskarnlar sınıfına girmektedir.

Ayrıca çalışma alanından derlenen tüm sondaj karotları incelendiğinde, Orta Anadolu Granitoidleri içerisinde skarn zonu izlenen örneklerin olduğu ve örneklerin ornattığı kayacın bileşimi bakımından granat, epidot ve piroksenin hakim olduğu endoskarnlar sınıfına girdiği belirlenmiştir. Ancak mineraloji-petrografi analizleri yapılan bu örnekler ile benzer özellikteki cevherli skarn zonları kalınlıklarının, 2-3 metreyi geçmediği gözlenmiştir.

3.2. CEVHERLEŞME

Cevherleşme, Bozçaldağ Formasyonu üyesi mermerlerin kırık-çatlaklarına yerleşmiş, masif manyetit damarları ve ağsal manyetit damarcıklarıyla temsil edilir. Bu damarlar, yoğunlukla masif manyetit mineralinden oluşmakta olup yer yer yüzey koşullarına bağlı olarak hematitleşme ve limonitleşmelerle birlikte gözlenir. Cevherleşmelerin devamlılıkları oldukça sınırlıdır (Şekil 3.8). Yapılan prospeksiyon çalışmalarında sıklıkla gözlenen bu manyetit, hematit ve limonit damar ya da damarcıkları incelenerek haritaya cevher emareleri olarak işlenmiştir (Şekil 3.9).

Şekil 3.8: Bozçaldağ Formasyonu İçinde Gelişen Masif Manyetit Damarları (a.X:542821, Y:4365306 Z:1221 b. X:542703, Y:4365341 Z: 1219)



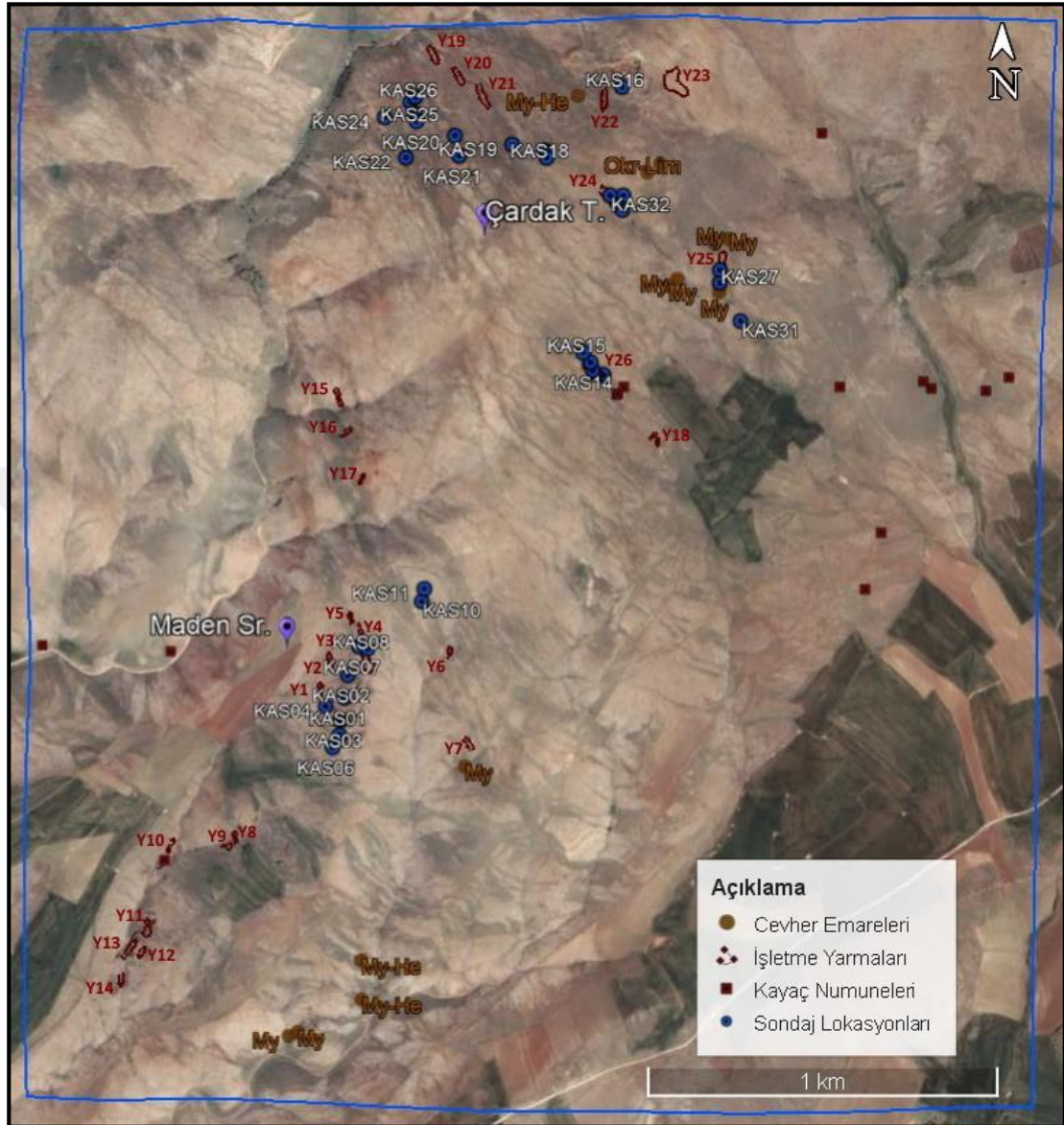
Bozçaldağ Formasyonu içinde küçük ölçekte izlenen hematitli, limonitli ve manyetitli cevher emarelerinin yanı sıra KD/GB doğrultulu bir hat boyunca Maden Sırtı ve Çardak Tepe mevkilerinde daha büyük demir cevherleşmelerinin de olduğu gözlenmiştir. Yapılan arazi çalışmalarında Maden Sırtı mevkinde bulunan cevherleşmelerin genel olarak doğrultusu $K10^{\circ}D/90^{\circ}$, $K30^{\circ}D/90^{\circ}$ ve $KG/90^{\circ}$ konumlu, kesikli olarak 1-2 km devam ettiği ve kalınlıklarının 2 ile 10 metre arasında değiştiği gözlenmiştir. Çardak Tepe mevkinde bulunan cevherleşmelerin ise genel doğrultusu $K30^{\circ}B/90^{\circ}$ ve $K60^{\circ}B/90^{\circ}$ 'dır. Cevherleşmelerin yine kesikli olarak yaklaşık 1 km boyunca devam ettiği, cevher kalınlıklarının da 3 ile 8 metre arasında değiştiği gözlenmektedir.

3.2.1. Yarma ve Sondaj Verilerinin Değerlendirilmesi

Maden Sırtı ve Çardak Tepe mevkilerinde gelişen cevherleşmelerin birçoğunda 1960'lı yıllarda üretime yönelik faaliyetler gerçekleştirilmek amacıyla yarmalar açılmış olup açılan yarmalar Y1-Y28 arası adlandırılmış ve haritalanmıştır.

Çalışma alanında MTA tarafından, Maden Sırtı mevkinde, 1978 yılında 2 adet 80-100 m derinliklerinde arama sondajı yapıldığı bilinmektedir. Ancak bu sondajların verilerine ulaşılamamıştır. Demir Export tarafından ise hem Maden Sırtı hem de Çardak Tepe cevherleşmelerinin çevresinde 34 lokasyonda, 30-90 m arası derinliklerde, toplam 1.618,0 m arama sondajı yapılmıştır (Şekil 3.9). Yapılan sondaj çalışmaları ile cevherli seviyelerin kalınlıkları, demir içerikleri ve element değişimleri tespit edilmiştir.

Şekil 3.9: Çalışma Alanında Açılan İşletme Yarmaları, Sondaj ve Kayaç Örnek Lokasyonlarını Gösterir Uydu Görüntüsü



Kaynak: Google Earth

Maden Sırtı mevkinde bulunan yarmaların çoğunlukla cevherleşmelerin doğrultuları ile uyumlu olarak, $K30^{\circ}D/90^{\circ}$ konumlu açıldığı, cevher kalınlıklarının 2 ile 10 metre arasında değiştiği ve derinliklerinin 20 metreye kadar ulaştığı gözlenmiştir (Şekil 3.9). Çardak Tepe mevkinde bulunan yarmaların ve cevherleşmelerin ise genel doğrultusu $K30^{\circ}B/90^{\circ}$ 'dir. Bu mevkide açılan yarmaların cevher kalınlıklarının 3 ile 8 metre arasında değiştiği ve Maden Sırtı mevki yarmalarına göre daha sık yarmalar olduğu ve derinliklerinin en fazla 5 metreye kadar ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 3.10).

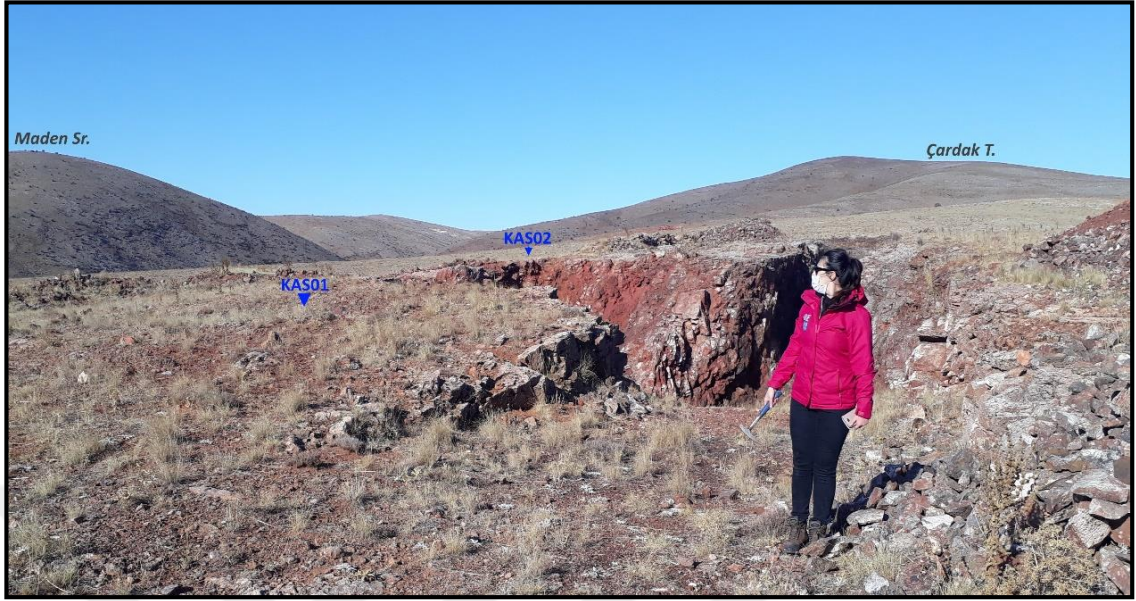
Açılan yarmalardaki cevherleşmelerin çoğunlukla dik veya dike yakın eğimlere sahip olduğu ve hepsinin damar tipinde gelişmiş olduğu gözlenmiştir. Cevher damarları, yer yer ortası şişkin iki ucu dar mercekler şeklindedir. Yarmaların tabanları genellikle örtülü olup cevherleşmeler şevlerde kalıntı olarak izlenmektedir. Cevher mineralleri çoğunlukla manyetitten, yer yer de hematit ve limonitten oluşmaktadır. Ancak açılan yarmalarda masif manyetit damarlarının etrafında skarn zonu gözlenememiştir.

Şekil 3.10: Çardak Tepe Mevki, Y21 Yarmasında Gözlenen Masif Manyetit Damarı ile Hematitli, Limonitli Zonlar (X: 542171, Y: 4365814 Z:1237)

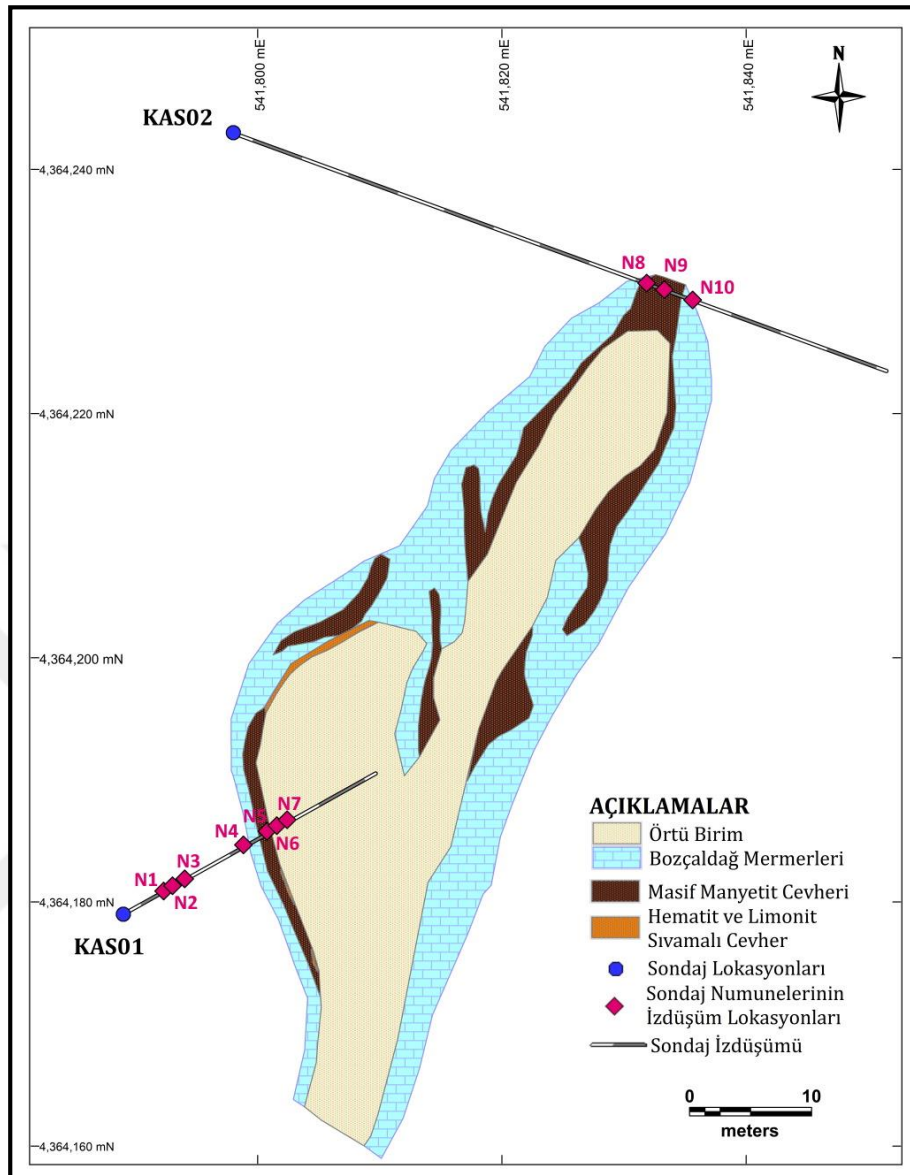


Çalışma alanında incelenen en büyük yarma yaklaşık K15°D/90° konumlu, genişliği 3 - 20 metre arasında değişen, şev yüksekliği ortalama 3 metre ve uzanımı yaklaşık 75 metre olan Y2 yarmasıdır. Yarmanın yaklaşık kuzeybatı ve güneybatısında, KAS01 ve KAS02 sondajları yapılmıştır. KAS01 sondajı 41,5 metre kuzeye 60° eğimli, KAS02 sondajı 89,5 metre ve kuzeye 110° eğimli olarak yapılmıştır (Şekil 3.12).

Şekil 3.11: Maden Sırtı Mevki Y2 Yarmasının ve KAS01 - 02 Sondajlarının Sahadaki Lokasyonları (G'den K'ye bakış, X:541796, Y:4364136 Z:1145)



Şekil 3.12: Y2 Yarmasının ve KAS01 - 02 Sondajlarının İzdüşüm Haritası



Karotlu sondajlar, çalışma alanının genelinde olduğu gibi çoğunlukla Bozçaldağ Formasyonuna ait mermerleri, nadiren de Orta Anadolu granitoidine ait kayaçları ve manyetiteli, hematitli, limonitli masif ve breşik cevher zonlarını kesmektedir. 18 lokasyonda toplam kalınlıkları 40 cm ile 14 m arasında değişen farklı cevherli seviyeler kesilmiştir. Sondajların cevherli seviyeleri N01'den N121'e kadar adlandırılmış ve hepsinin jeokimyasal element analizi yapılmıştır (EK1-2-3-4). Yapılan analizler sonucunda sondajlardaki cevherli seviyelerin ortalama tenör değerlerinin (% Fe), %50'ye kadar çıktığı belirlenmiştir. Ancak yüksek tenörlü cevherli seviyelerin kalınlıklarının 10 metreden az olması, cevherleşmenin ekonomik olmadığını düşündürmektedir.

3.2.2. Cevher Mikroskobisi

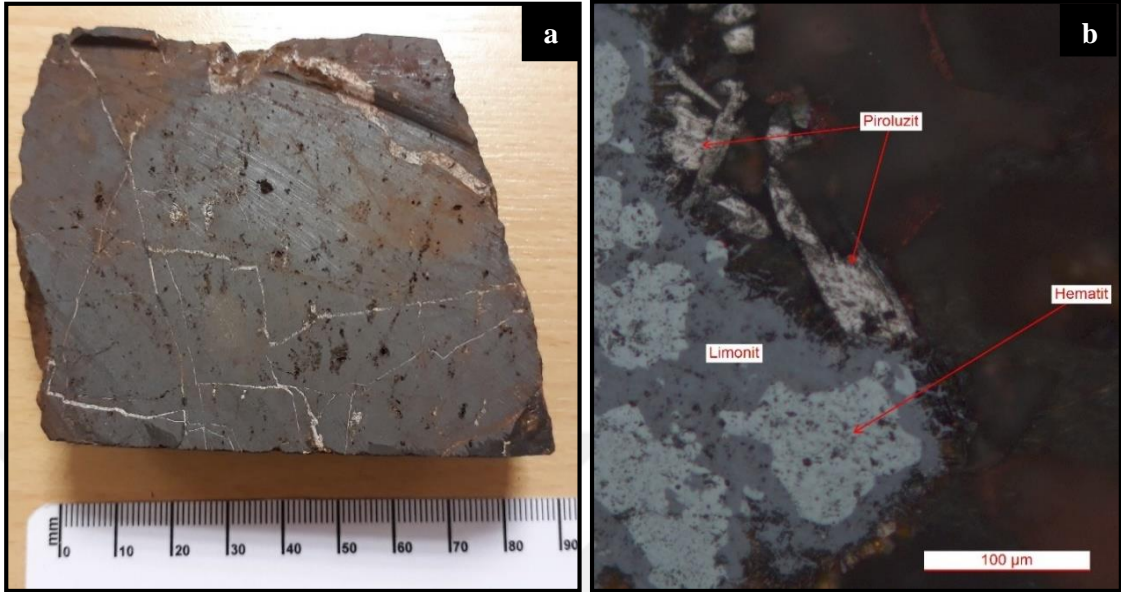
Bozçaldağ mermeleri ile Orta Anadolu Granitoidlerinin dokanaklarında yapılan çeşitli mineralojik-petrografik araştırmalarda, mermerlerin granitoidler tarafından kesildiği bu nedenle kontak metamorfizma etkisinin mermerlerde çok iyi gözlemlendiği belirtilmiştir. Kontak zonlarında, aktinolit, turmalin, granat, dipsit, plajiyoklaz ve piroksen minarellerinin geliştiği görülmüştür (Kara, 1997).

Maden Sırtı cevherleşmelerinde yapılan araştırmalarda ise, ana cevher minerallerinin manyetit ve hematit olduğu bazı ocaklarda ise bu minerallerin yanında limonitin hakim olduğu, yatağın mineralojisi ve oluşumu hakkında cevher mineralinin manyetit, hematit, limonit ve eser miktarda piroluzite rastlandığı belirtilmektedir (Öztürk, 1981). Cevherleşme sırasında, önce manyetitler daha sonra ileri derecede martitleşme sonucu hematitler ve hematitlerden de limonitlerin oluştuğu gözlenmiştir (Öztürk, 1981).

Tez çalışması kapsamında, karotlardan ve el örneklerinden seçilen toplam 14 adet örneğin incekesit ve parlatma kesitleri incelenerek çalışma alanındaki birimler, mineralojik-petrografik olarak tanımlanmış, cevher/gang ve alterasyon mineralleri belirlenmiştir.

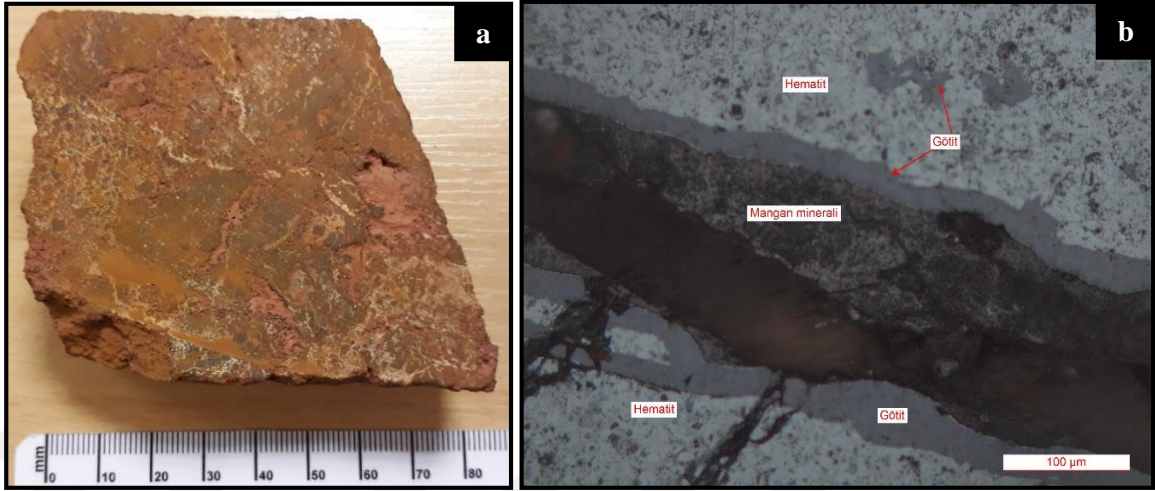
Y2 yarmasının güneybatısında yer alan KAS01 sondajının, N07 nolu örneğinin (Şekil 3.12), 26,80-26,90 metre aralığından yapılan parlatma kesitinde (Şekil 3.13a), bol miktarda hematit, az miktarda limonit, az miktarda piroluzit ve psilomelan grubu mangan minerali (veya amorf mangan) ve pirit saptanmıştır. Hematitler hemen hemen masif olup ince taneli ve özşekilsizdir. Limonitler, hematitlerin arasında, kırık-çatlaklarını ve boşluklarını doldurur formda ve yer yer kolloform dokudadır. Piroluzit genellikle çok ince tanelidir ve çatlak boşluklarda (yer yer limonitlerle birlikte) tespit edilmiştir (Şekil 3.13b). Psilomalan grubu mangan mineralleri de çatlak-boşluklarda izlenmiş olup çok ince taneli-submikroskobiktir. Örnekte gözlenen pirit ise yaklaşık 35 mikron tane boyutundadır.

Şekil 3.13: a) KAS01 Sondajı 26,80 – 26,90 m Aralığına Ait Karotun Makroskobik Fotoğrafı b) Aynı Aralığa Ait Parlatma Örneğinde Gözlenen Limonit, Hematit ve Piroluzit Mineralleri



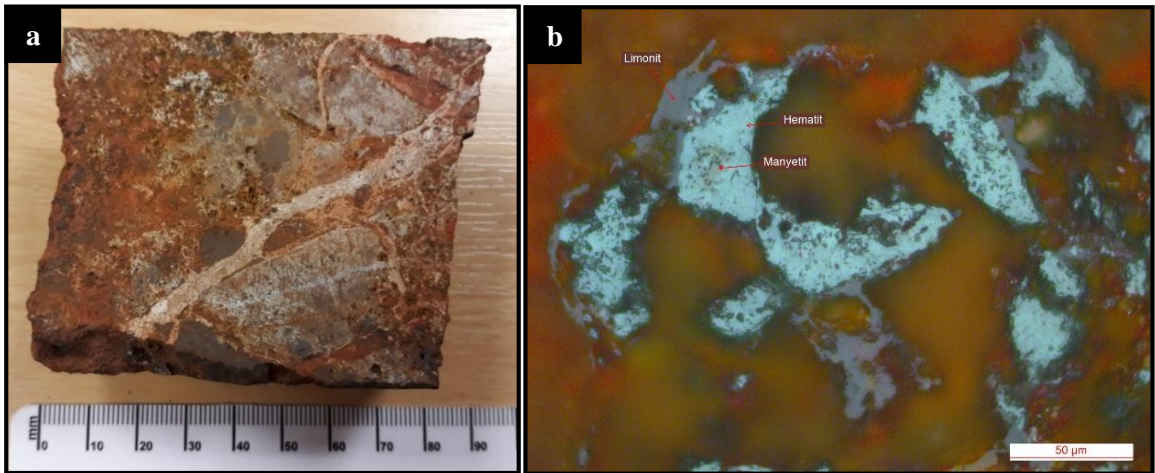
Y2 yarmasının kuzeybatısında yer alan KAS02 sondajının, N10 nolu örneğinin (Şekil 3.12), 69,95-70,00 metre aralığından alınan örnekte (Şekil 3.13a) ise bol miktarda limonit, mangan mineralleri, eser miktarda hematit ve rutil saptanmıştır. Limonitler çoğunlukla götit ve çok az lepidokrozit bileşiminde ve genellikle kolloform yapıda izlenmiştir. Mangan mineralleri çok ince taneli, submikroskopik olup gang minerallerinin aralarındaki birikimler halinde izlenmiştir. Hematitler, yer yer gang içerisinde özşekilsiz ince taneler ve bazende topluluklar halinde, yer yerde limonitlerin içinde mineral izi şeklinde belirlenmiştir (Şekil 3.14b). Rutiller ise ince taneli, özşekilsiz ve bazı rutil mineralleri kısmen lökoksenleşmiştir.

Şekil 3.14: a) KAS02 Sondajı 69,95 – 70,00 m Aralığına Ait Karotun Makroskobik Fotoğrafı b) Aynı Aralığa Ait Parlatma Örneğinde Gözlenen Limonit, Hematit ve Mangan Mineralleri

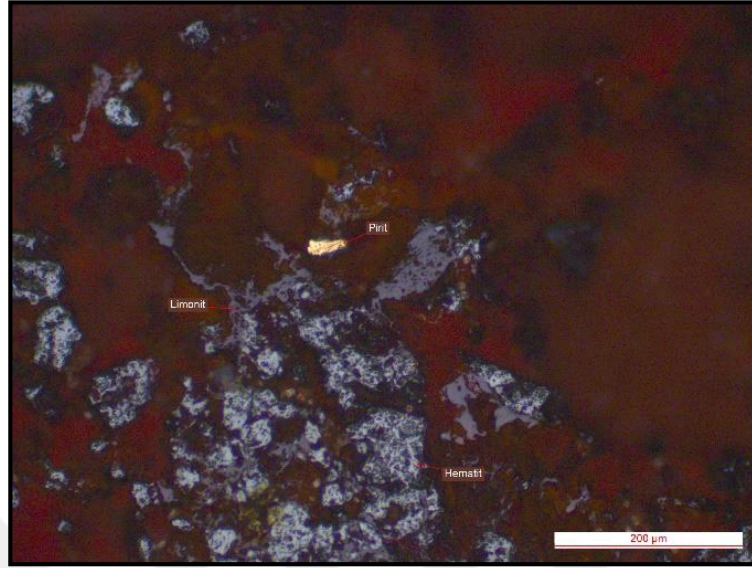


Yine Maden Sırtı bölgesinde yapılan KAS04 sondajından (Şekil 3.9 – Şekil 3.15) alınan N24 nolu karot örneğine ait parlatma kesitinde de çoktan aza doğru hematit, limonit (lepidokrozit, götüt), az miktarda Mn minerali ve eser miktarda manyetit ve birkaç adet pirit minerali gözlenmiştir (Şekil 3.16).

Şekil 3.15: KAS04 Sondajı 16,55 – 16,63 m Aralığına Ait Karotun Makroskobik Fotoğrafı

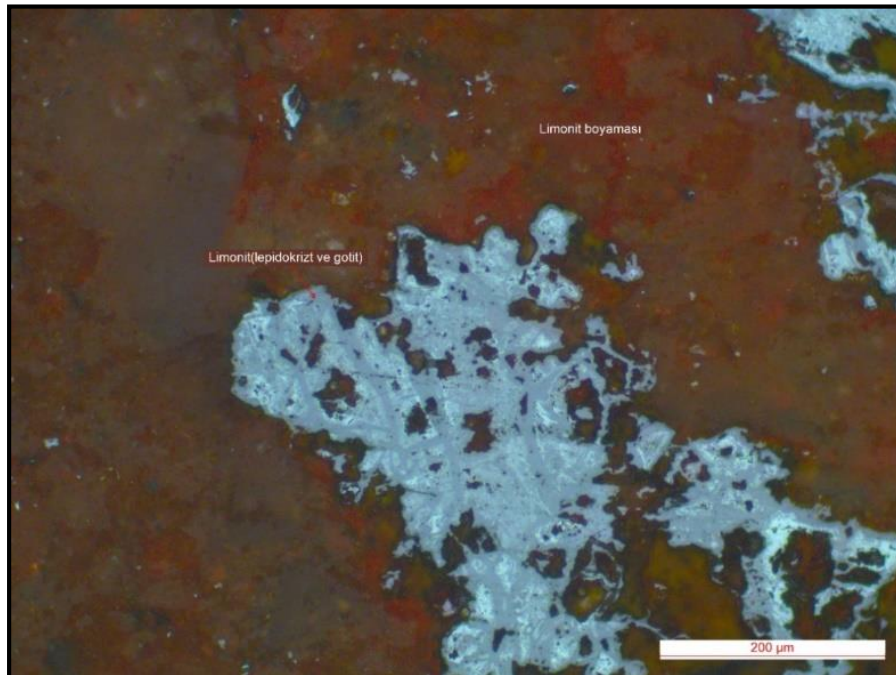


Şekil 3.16: KAS04 Sondajı 16,55 – 16,63 m Aralığına Ait Parlatma Örneğinde Gözlenen Limonit, Hematit Manyetit ve Pirit Minerallerinin Bir Arada Görünümü



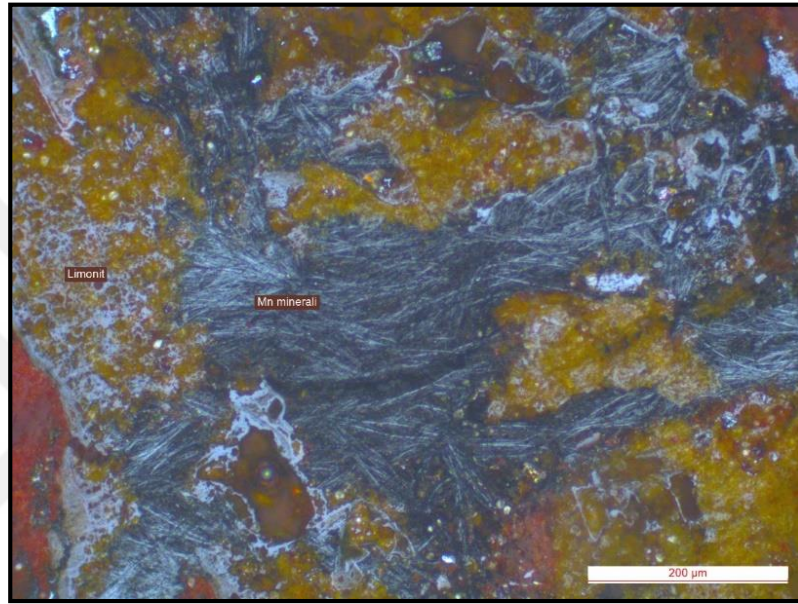
Hematit minerali genellikle yarı özşekilli-özşekilsiz taneler halindedir. Hematit minerallerinin kapanımları olarak izlenen manyetit tanelerinin varlığı bu minerallerin primerinin manyetit olabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Limonit oluşumları ise genellikle hematitin etrafında, yer yer kolloform dokuda, yer yer boyamalar şeklinde, yer yer mineral psedomorfu şeklinde gözlenmiştir (Şekil 3.17).

Şekil 3.17: KAS04 Sondajı 16,55 – 16,63 m Aralığına Ait Parlatma Örneğinde Hematitlerin Etrafında ve Yer Yer Boyamalar Şeklinde Gözlenen Limonitlerin Görünümü



Manyetit, örnekte hem gang minerallerin arasında yarıözşekilli-özşekilli taneler halinde (ölçülebilir tane boyu aralığı 20 - 80 mikron arasında olan) hem de hematitlerin içerisinde relikt formundadır. Mangan minerali ise limonitlerin arasında, bazen özşekilli ışınsal taneler halinde bazen de sıvamalar şeklinde saptanmıştır (Şekil 3.18).

Şekil 3.18: KAS04 Sondajı 16,55 – 16,63 m Aralığına Ait Parlatma Örneğinde Limonitlerin Arasında, Işınsal Taneler Halinde ve Sıvamalar Şeklinde Gözlenen Mn Minerali

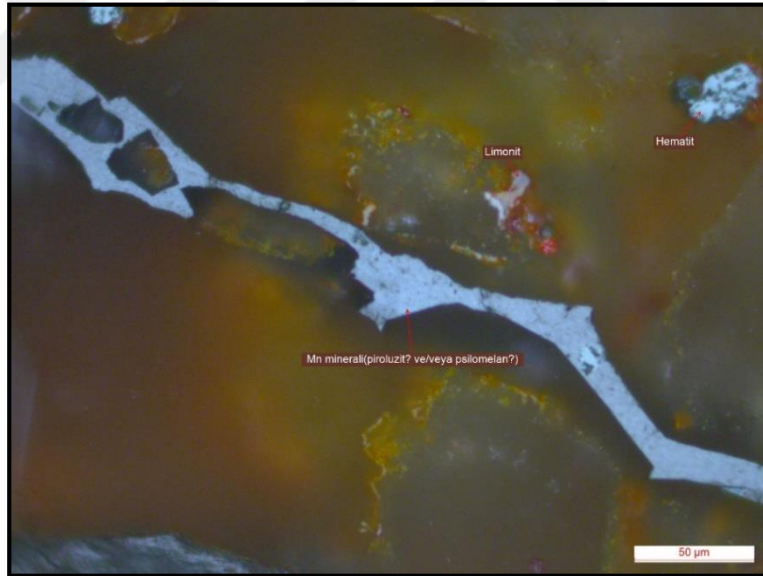


Yine KAS04 sondajından (Şekil 3.19) alınan N29 nolu karot örneğinden yapılan parlatma kesitinde de çoktan aza doğru hematit, limonit, az miktarda mangan minerali (piroluzit ve psilomelan) ve eser miktarda manyetit minerali gözlenmiştir. Makroskobik örnekte de görüldüğü gibi hematit mineralleri kayada bol miktarda sıvamalar şeklinde veya mikro kırıklar ve çatlaklar arasını doldurur şekildedir. Örneğin bir kısmında yine boyamalar şeklinde gözlenen limonit ise genellikle hematitlerin arasında izlenmiştir. Mn mineralinin bu örnekte özşekilsiz taneleri bazen çatlak dolgusu olarak, bazen bir kısmı submikroskobik taneler halinde hematitin çatlağında, bazen de gang minerallerinin arasında gözlenmiştir (Şekil 3.20).

Şekil 3.19: KAS04 Sondajına ait 21,50 – 21,60 m Aralığına Ait Karotun Makroskobik Fotoğrafi



Şekil 3.20: KAS04 Sondajı 21,50 – 21,60 m Aralığına Ait Parlatma Örneğinde Gözlenen Limonit, Hematit ve Mn Minerali (piroluzit? ve psilomelan?)





DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

JEOKİMYA

4.1. KAYAÇ JEOKİMYASI ÇALIŞMALARI

Çalışma alanı içinden, jeokimya amaçlı toplam 25 adet kayaç örneği alınmıştır (Şekil 3.9). Örnekler Bozçaldağ mermerinde gelişmiş skarn zonlarından ve yüzeyde görülen cevher emarelerinden derlenmiştir. Örneklerin element birlikteliklerini tespit etmek amacıyla analiz sonuçlarından yararlanılmıştır. Kayaç jeokimyası çalışması, arama çalışmasının henüz ilk aşamasında yer aldığı için Fe dahil 20 elementten oluşan eser elementleri (Tablo 4.1) içeren analiz seti seçilmiştir.

Kayaç jeokimyası verilerinin korelasyon analizlerinden faydalanılarak yorumlanmaya gidebilmek için, her elementin diğer elementler ile olan korelasyon katsayıları hesaplanmıştır (Tablo 4.1).



Tablo 4.1: Çalışma Alanından Derlenen Kayaç Örneklerine Ait Eser Element Analizi Korelasyon Katsayıları (Kırmızı: Pozitif Korelasyon, Mavi: Negatif Korelasyon)

Korelasyon	Au_ppm	Ag_ppm	As_ppm	Bi_ppm	Cd_ppm	Co_ppm	Cr_ppm	Cu_ppm	Fe_%	In_ppm	La_ppm	Li_ppm	Mn_ppm	Mo_ppm	Ni_ppm	Pb_ppm	S_%	Sb_ppm	Tl_ppm	Zn_ppm
Au_ppm	1,00	0,62	0,12	0,70	-0,06	-0,06	-0,13	0,25	-0,06	-0,12	-0,16	-0,06	-0,16	0,67	0,08	0,03	0,00	0,12	-0,12	-0,10
Ag_ppm	0,62	1,00	0,02	0,50	0,37	-0,18	-0,14	0,26	-0,12	-0,18	-0,34	0,06	-0,22	0,48	-0,09	0,53	-0,01	0,08	-0,27	0,34
As_ppm	0,12	0,02	1,00	0,34	0,00	0,11	-0,29	0,63	0,31	-0,12	-0,21	-0,22	-0,18	0,53	0,16	0,00	-0,02	0,49	-0,11	0,00
Bi_ppm	0,70	0,50	0,34	1,00	0,01	-0,08	-0,19	0,56	0,58	-0,15	-0,25	-0,13	-0,22	0,68	0,10	0,08	-0,01	0,49	-0,14	-0,02
Cd_ppm	-0,06	0,37	0,00	0,01	1,00	-0,08	-0,17	0,07	-0,02	0,02	-0,03	-0,05	-0,01	-0,05	-0,02	0,91	-0,12	0,19	0,04	0,95
Co_ppm	-0,06	-0,18	0,11	-0,08	-0,08	1,00	0,58	-0,01	-0,01	-0,13	0,51	0,88	-0,14	-0,14	0,70	-0,04	-0,15	-0,05	-0,07	-0,04
Cr_ppm	-0,13	-0,14	-0,29	-0,19	-0,17	0,58	1,00	-0,34	-0,08	-0,19	0,33	0,62	-0,29	-0,18	0,66	-0,14	-0,23	-0,31	-0,14	-0,18
Cu_ppm	0,25	0,26	0,63	0,56	0,07	-0,01	-0,34	1,00	0,23	-0,06	-0,21	-0,22	-0,17	0,74	0,17	0,20	-0,01	0,80	-0,08	0,18
Fe_%	-0,06	-0,12	0,31	0,58	-0,02	-0,01	-0,08	0,23	1,00	-0,04	-0,09	-0,11	-0,07	0,03	0,03	-0,09	0,00	0,35	-0,03	-0,04
In_ppm	-0,12	-0,18	-0,12	-0,15	0,02	-0,13	-0,19	-0,06	-0,04	1,00	0,26	-0,15	0,85	-0,20	-0,23	-0,13	0,31	-0,01	0,78	0,18
La_ppm	-0,16	-0,34	-0,21	-0,25	-0,03	0,51	0,33	-0,21	-0,09	0,26	1,00	0,39	0,46	-0,28	0,52	-0,16	-0,16	-0,01	0,53	0,05
Li_ppm	-0,06	0,06	-0,22	-0,13	-0,05	0,88	0,62	-0,22	-0,11	-0,15	0,39	1,00	-0,15	-0,30	0,49	0,05	-0,11	-0,29	-0,15	-0,01
Mn_ppm	-0,16	-0,22	-0,18	-0,22	-0,01	-0,14	-0,29	-0,17	-0,07	0,85	0,46	-0,15	1,00	-0,25	-0,30	-0,17	0,10	-0,05	0,86	0,11
Mo_ppm	0,67	0,48	0,53	0,68	-0,05	-0,14	-0,18	0,74	0,03	-0,20	-0,28	-0,30	-0,25	1,00	0,11	0,08	-0,06	0,50	-0,13	-0,07
Ni_ppm	0,08	-0,09	0,16	0,10	-0,02	0,70	0,66	0,17	0,03	-0,23	0,52	0,49	-0,30	0,11	1,00	-0,03	-0,25	0,26	-0,14	0,05
Pb_ppm	0,03	0,53	0,00	0,08	0,91	-0,04	-0,14	0,20	-0,09	-0,13	-0,16	0,05	-0,17	0,08	-0,03	1,00	-0,07	0,13	-0,19	0,88
S_%	0,00	-0,01	-0,02	-0,01	-0,12	-0,15	-0,23	-0,01	0,00	0,31	-0,16	-0,11	0,10	-0,06	-0,25	-0,07	1,00	-0,06	-0,13	-0,11
Sb_ppm	0,12	0,08	0,49	0,49	0,19	-0,05	-0,31	0,80	0,35	-0,01	-0,01	-0,29	-0,05	0,50	0,26	0,13	-0,06	1,00	0,08	0,30
Tl_ppm	-0,12	-0,27	-0,11	-0,14	0,04	-0,07	-0,14	-0,08	-0,03	0,78	0,53	-0,15	0,86	-0,13	-0,14	-0,19	-0,13	0,08	1,00	0,15
Zn_ppm	-0,10	0,34	0,00	-0,02	0,95	-0,04	-0,18	0,18	-0,04	0,18	0,05	-0,01	0,11	-0,07	0,05	0,88	-0,11	0,30	0,15	1,00

Korelasyon analizlerinde kullanılan korelasyon katsayıları doğrusal, regresyondan yararlanılarak hesaplanmıştır. Katsayıların dağılımları değerlendirilirken, pozitif korelasyonlar için (+0,5) ve üzerindeki değerlerin, negatif korelasyonlar için (-0,5) ve altındaki değerlerin anlamlı korelasyon çiftleri sunduğu kabul edilmiştir. Fe elementinin diğer elementlerle olan ilişkisi irdelendiğinde en anlamlı değer Bi ile sonra Sb, As ve Cu ile orta ve zayıf pozitif korelasyon gözlenirken, Au, Pb, Mn ve Zn ile zayıf negatif korelasyon değeri gösterdiği saptanmıştır.

Ayrıca yine kayaç örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarına göre hazırlanan, korelasyon çiftlerinin yönlendirdiği; Fe, Au, As, Bi, Cu, Mn, Pb, Sb ve Zn elementlerine ait özet istatistiksel bilgiler Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2: Kayaç Örneklerine Ait Pozitif ve Negatif Korelasyon Gösteren Elementlerin Özet İstatistik Değerleri

	Au_ppm	As_ppm	Bi_ppm	Cu_ppm	Fe_%	Mn_ppm	Pb_ppm	Sb_ppm	Zn_ppm
Örnek Sayısı	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Minimum	0,005	3,5	0,96	10	0,51	206	9	0.5	25
Maksimum	37,54	5.403	490	1.266	50,11	84.620	2.980	60	3.210
Ortalama	2,87	675.5	82,9	258,32	22,97	9.332,04	386,95	14,34	494,12
Medyan	0,018	215	11	90,4	12,3	1220	141	8	218
Aralık	37,54	5.399,5	489,04	1.256	49,6	84.414	2.971	59,5	3.185
Standart Sapma	8,5	1.159,16	149,32	316,75	20,61	19.471,54	675,87	17,0	764,83

Birçok skarn yatağı, jeokimyasal anomali veremeyecek kadar küçüktür veya jeokimyasal arama yöntemleriyle kolayca tespit edilebilen belirgin işaretleyici unsurlar içermezler. Ancak bu yöntemler, ana kayaç petrolojisi ve alterasyonların ayrıntılı çalışmaları ile birlikte başarıyla kullanılabilir.

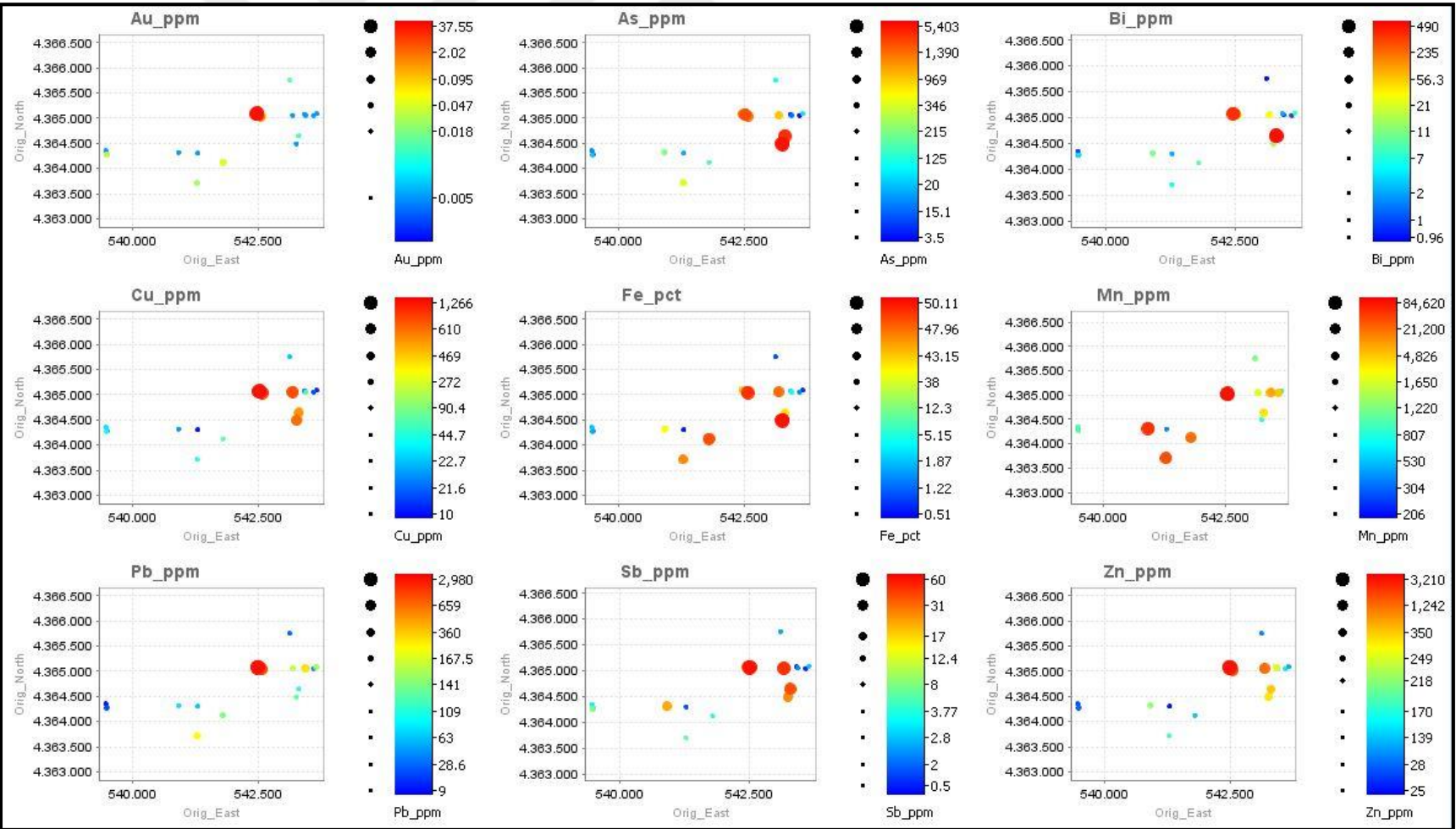
Çalışma alanında hem skarn zonundan hem de granodiyorit - mermer dokanaklarından derlenen örneklerin analiz verileri doğrultusunda hazırlanan ve ioGAS yazılımı yardımıyla, sıralı olarak renklendirilen değerler incelendiğinde, manyetit damarlarından derlenen kayaç örneklerinde en yüksek anomali değerlerinin elde edildiği gözlenmiştir (Şekil 4.1).

Ayrıca manyetit damarlarından sadece yüksek Fe değerleri değil yer yer yüksek Au değerlerinin de elde edilmesi dikkat çekmektedir. Alınan 25 adet kayaç örneğindeki, en yüksek Au değeri 37,5 ppm iken örneklerin standart sapma değeri 8,5 ppm’dir (Tablo 4.2).

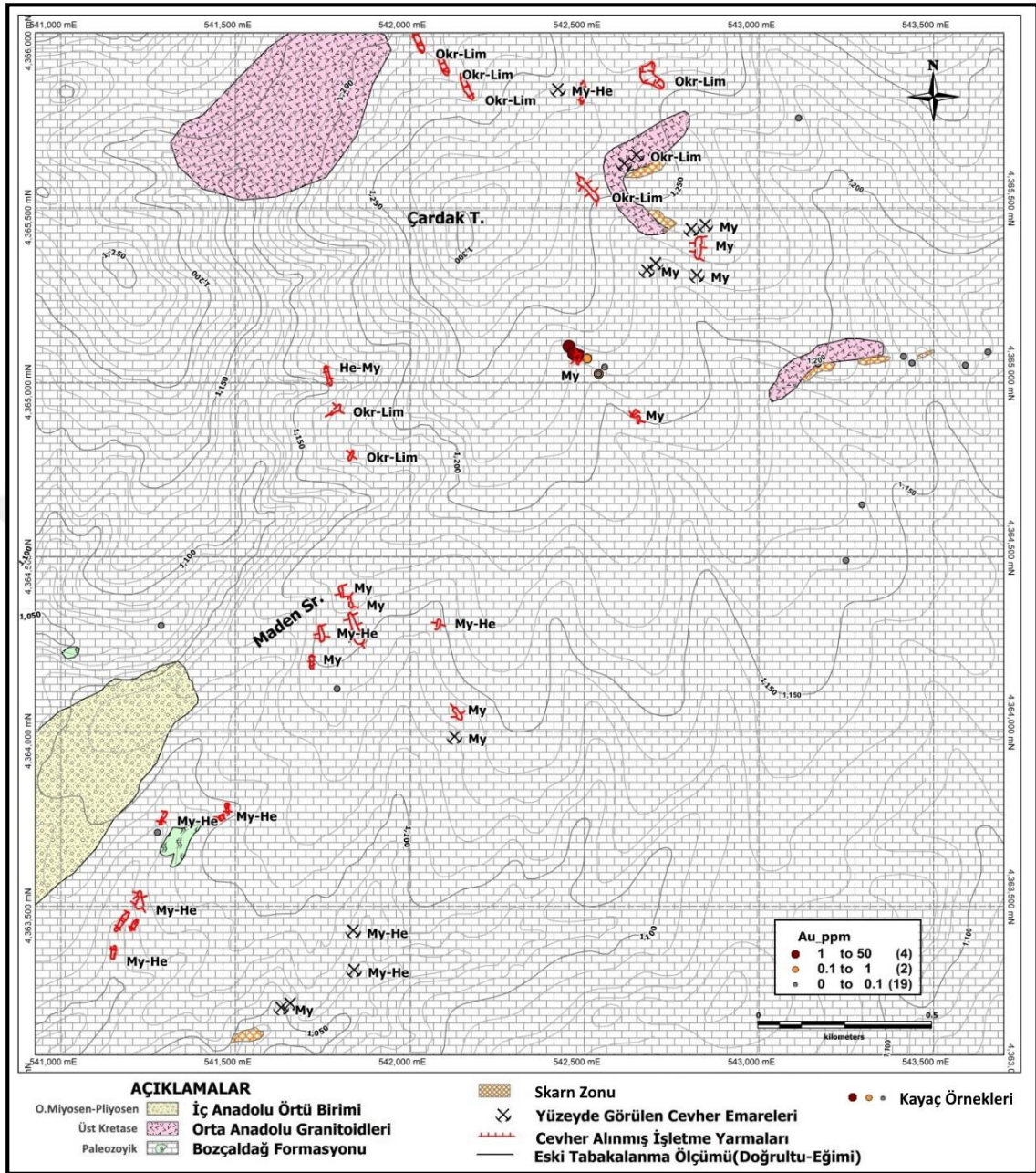
Bir örnek haricinde hem yüksek Fe hem de yüksek Au değeri içeren (manyetit, limonit ve hematit damar-damarcıklı) cevherli zonlar, sadece yüksek Fe değeri içeren cevherli zonları yaklaşık dik konumda kesecek şekilde farklı doğrultulara sahiptir. Sadece yüksek Fe değerleri içeren cevher zonların doğrultuları, $K30^{\circ}D/90^{\circ}$, $K20^{\circ}D/55^{\circ}KB$, $K80^{\circ}B/90^{\circ}$ ve $K50^{\circ}D/90^{\circ}$ olarak ölçülmüşken, hem Fe hem de yüksek Au değerleri içeren cevherli zonların doğrultuları ise $K65-70^{\circ}B/90^{\circ}$ dir. Bu sonuçlar, yüksek Au değeri gelen zonlarda, sadece yüksek Fe değerleri elde ettiğimiz zonlara göre farklı bir cevherleşme fazının geliştiğini düşündürmektedir.



Şekil 4.1: Kayaç Örneklerine Ait Pozitif ve Negatif Korelasyon Gösteren Elementlere Ait Dağılım Haritaları



Şekil 4.2: Kayaç Örneklerine Ait Au_ppm Tematik Haritası



4.2. CEVHER JEOKİMYASI ÇALIŞMALARI

Demir Export A.Ş. tarafından jeoloji, jeokimya ve jeofizik verileri birlikte değerlendirilerek, çalışma alanındaki demir içeriği ve element değişimini belirlemek amacıyla farklı eğim ve doğrultularda, 34 lokasyonda, 1.618,0 metre karotlu sondaj çalışması yapılmıştır (Şekil 3.9). Sondajlardan alınan karotlar yarılandıktan sonra, karotların litoloji faklılıkları ve alterasyon değişimlerine göre uygun metre aralıklarında (ortalama 1,5 m) örnekleme işlemleri yapılmıştır. Sondajlardan derlenen toplam 121 adet

cevher içeren örnek, ALS Chemex Laboratuvarı'nda Au-AA24, ME-MS61 metodları ile 6 örnek ise hem Au-AA24, ME-MS61 metodları hem de ME-XRF21n metodu ile analize tabi tutulmuştur.

Tüm cevherleşmeler gibi demir cevherleşmelerinde de oluşum süreçlerinin takip edilebilmesi için cevherleşmeyi oluşturan birimlerden alınan örneklerin analiz sonuçlarının dikkate alınması gerekir.

Sondaj karotu örneklerinden derlenen jeokimyasal veriler, inceleme alanında saptanan farklı litolojiler ve cevher tipleri göz önüne alınarak değerlendirilmiştir. Cevherleşmeleri ve onların yan kayaçlarını temsil edecek şekilde seçilen sondaj karotu örneklerinden 7 tanesi granodiyoritlerden, 114 tanesi mermer örneklerinden alınmıştır. Granitoid örneklerinin tamamı masif cevherdir. Mermerlerden alınan örneklerin ise 47 adeti masif olup 67 adeti breşik cevher olarak değerlendirilmiştir. Bu örneklere ait ana oksitli bileşik (sadece masif mermere ait 6 örnek) ve eser element jeokimyasal analiz sonuçları EK1-2-3 ve EK4'de verilmiştir.

Tüm bu litolojik birim ve cevher tiplerine ait element birlikteliklerini değerlendirmek amacıyla oluşturulan veri setinde, korelasyon katsayıları ayrı ayrı hesaplanmıştır (Tablo 4.3 - 4.6).

Katsayıların dağılımları değerlendirilirken, kayaç jeokimya örneklerinin değerlendirmelerinde olduğu gibi pozitif korelasyonlar için (+0,5) ve üzerindeki değerlerin, negatif korelasyonlar için (-0,5) ve altındaki değerlerin anlamlı korelasyon çiftleri sunduğu kabul edilmiştir.

Granodiyoritlerde gözlenen, manyetit ve hematit içeren masif tip cevher örneklerden alınan 7 adet örneğin Fe elementine göre korelasyon katsayıları incelendiğinde, Cu, W, Sn, Au ve As elementlerinin güçlü pozitif, Rb ve Th elementlerinin negatif korelasyon gösterdiği izlenmiştir (Tablo 4.3).

Mermerde gözlenen, manyetit ve hematit içeren masif tip cevher örneklerinden alınan 6 adet örneğin ana oksitli bileşiklerin korelasyon katsayıları incelendiğinde, Fe elementine göre en anlamlı değerlerin MgO ile güçlü pozitif, Al₂O₃, CaO ve SiO₂ ile negatif korelasyon gösterdiği izlenmiştir (Tablo 4.4).

Yine mermerde gözlenen, manyetit ve hematit içeren masif tip mermer örneklerden alınan 47 adet örneğin Fe elementine göre eser element korelasyon

katsayıları incelendiğinde, As, S ve W elementlerinin pozitif, Hf, Th ve Rb elementlerinin negatif korelasyon gösterdiği izlenmiştir (Tablo 4.5).

En çok cevher örneğinin yer aldığı grup olan mermerli seviyelerdeki, manyetit, hematit ve yer yer limonit içeren breşik tip cevher örneklerinden alınan 67 adet örneğin, Fe elementine göre eser element korelasyon katsayıları incelendiğinde, As, W ve Zn elementleri için güçlü pozitif ve Cu elementi ile düşük pozitif korelasyon izlenirken, hiçbir element ile negatif korelasyon göstermediği izlenmiştir (Tablo 4.6).



Tablo 4.3: Granodiyorit Örneklerinde Gözlenen Masif Cevhere Ait Eser Element Korelasyon Katsayıları (Kırmızı: Pozitif Korelasyon, Mavi: Negatif Korelasyon)

Korelasyon	Au_ppm	As_ppm	Ba_ppm	Co_ppm	Cu_ppm	Fe_%	Ga_ppm	Hf_ppm	Ni_ppm	Pb_ppm	Rb_ppm	S_%	Sn_ppm	Sr_ppm	Ta_ppm	Th_ppm	U_ppm	V_ppm	W_ppm	Zn_ppm	Zr_ppm
Au_ppm	1,00	0,97	0,82	-0,45	0,91	0,69	-0,94	-0,74	-0,33	-0,02	-0,14	-0,04	0,26	-0,28	-0,44	-0,55	0,06	-0,60	0,75	-0,20	-0,83
As_ppm	0,97	1,00	0,73	-0,54	0,92	0,68	-0,93	-0,76	-0,36	-0,02	-0,16	-0,24	0,27	-0,35	-0,48	-0,63	-0,08	-0,65	0,77	-0,19	-0,85
Ba_ppm	0,82	0,73	1,00	-0,23	0,63	0,50	-0,65	-0,87	-0,46	0,46	-0,15	0,29	0,04	0,27	-0,54	-0,26	0,29	-0,10	0,36	0,20	-0,81
Co_ppm	-0,45	-0,54	-0,23	1,00	-0,23	0,16	0,66	0,54	0,82	0,00	-0,44	0,16	0,55	0,44	0,83	-0,12	-0,30	0,76	-0,08	0,62	0,72
Cu_ppm	0,91	0,92	0,63	-0,23	1,00	0,90	-0,79	-0,56	0,00	-0,21	-0,43	-0,26	0,60	-0,32	-0,14	-0,84	-0,26	-0,52	0,94	-0,08	-0,63
Fe_%	0,69	0,68	0,50	0,16	0,90	1,00	-0,45	-0,37	0,30	-0,28	-0,76	-0,13	0,81	-0,05	0,15	-0,90	-0,31	-0,18	0,91	0,17	-0,35
Ga_ppm	-0,94	-0,93	-0,65	0,66	-0,79	-0,45	1,00	0,63	0,42	0,08	-0,16	0,16	-0,09	0,53	0,50	0,39	-0,06	0,81	-0,65	0,45	0,80
Hf_ppm	-0,74	-0,76	-0,87	0,54	-0,56	-0,37	0,63	1,00	0,72	-0,50	0,13	-0,07	0,18	-0,22	0,81	0,25	-0,25	0,20	-0,27	-0,15	0,95
Ni_ppm	-0,33	-0,36	-0,46	0,82	0,00	0,30	0,42	0,72	1,00	-0,43	-0,38	-0,24	0,79	-0,11	0,99	-0,40	-0,61	0,31	0,26	0,28	0,77
Pb_ppm	-0,02	-0,02	0,46	0,00	-0,21	-0,28	0,08	-0,50	-0,43	1,00	0,26	0,06	-0,39	0,53	-0,41	0,25	0,07	0,49	-0,51	0,66	-0,28
Rb_ppm	-0,14	-0,16	-0,15	-0,44	-0,43	-0,76	-0,16	0,13	-0,38	0,26	1,00	-0,08	-0,64	-0,41	-0,26	0,64	0,17	-0,31	-0,53	-0,40	0,01
S_%	-0,04	-0,24	0,29	0,16	-0,26	-0,13	0,16	-0,07	-0,24	0,06	-0,08	1,00	-0,37	0,62	-0,19	0,55	0,89	0,31	-0,28	-0,09	-0,07
Sn_ppm	0,26	0,27	0,04	0,55	0,60	0,81	-0,09	0,18	0,79	-0,39	-0,64	-0,37	1,00	-0,19	0,68	-0,86	-0,67	0,02	0,75	0,29	0,22
Sr_ppm	-0,28	-0,35	0,27	0,44	-0,32	-0,05	0,53	-0,22	-0,11	0,53	-0,41	0,62	-0,19	1,00	-0,11	0,27	0,41	0,84	-0,43	0,66	0,03
Ta_ppm	-0,44	-0,48	-0,54	0,83	-0,14	0,15	0,50	0,81	0,99	-0,41	-0,26	-0,19	0,68	-0,11	1,00	-0,25	-0,55	0,34	0,12	0,24	0,85
Th_ppm	-0,55	-0,63	-0,26	-0,12	-0,84	-0,90	0,39	0,25	-0,40	0,25	0,64	0,55	-0,86	0,27	-0,25	1,00	0,67	0,22	-0,87	-0,23	0,22
U_ppm	0,06	-0,08	0,29	-0,30	-0,26	-0,31	-0,06	-0,25	-0,61	0,07	0,17	0,89	-0,67	0,41	-0,55	0,67	1,00	-0,01	-0,34	-0,38	-0,32
V_ppm	-0,60	-0,65	-0,10	0,76	-0,52	-0,18	0,81	0,20	0,31	0,49	-0,31	0,31	0,02	0,84	0,34	0,22	-0,01	1,00	-0,53	0,82	0,49
W_ppm	0,75	0,77	0,36	-0,08	0,94	0,91	-0,65	-0,27	0,26	-0,51	-0,53	-0,28	0,75	-0,43	0,12	-0,87	-0,34	-0,53	1,00	-0,19	-0,37
Zn_ppm	-0,20	-0,19	0,20	0,62	-0,08	0,17	0,45	-0,15	0,28	0,66	-0,40	-0,09	0,29	0,66	0,24	-0,23	-0,38	0,82	-0,19	1,00	0,17
Zr_ppm	-0,83	-0,85	-0,81	0,72	-0,63	-0,35	0,80	0,95	0,77	-0,28	0,01	-0,07	0,22	0,03	0,85	0,22	-0,32	0,49	-0,37	0,17	1,00

Tablo 4.4: Mermer Örneklerinde Gözlenen Masif Cevhere Ait Oksitli Bileşiklerin Korelasyon Katsayıları (Kırmızı: Pozitif Korelasyon, Mavi: Negatif Korelasyon)

Korelasyon	Al ₂ O ₃ _%	Cr ₂ O ₃ _%	K ₂ O_%	MgO_%	Na ₂ O_%	SiO ₂ _%	TiO ₂ _%	CaO_%	Fe_%
Al ₂ O ₃ _%	1,00	-0,34	-0,06	-0,91	0,75	0,96	-0,47	-0,11	-0,70
Cr ₂ O ₃ _%	-0,34	1,00	-0,05	0,28	0,25	-0,08	0,96	-0,44	0,51
K ₂ O_%	-0,06	-0,05	1,00	0,29	0,18	-0,03	-0,09	-0,46	0,39
MgO_%	-0,91	0,28	0,29	1,00	-0,60	-0,87	0,44	-0,15	0,81
Na ₂ O_%	0,75	0,25	0,18	-0,60	1,00	0,88	0,15	-0,67	-0,12
SiO ₂ _%	0,96	-0,08	-0,03	-0,87	0,88	1,00	-0,23	-0,25	-0,58
TiO ₂ _%	-0,47	0,96	-0,09	0,44	0,15	-0,23	1,00	-0,51	0,67
CaO_%	-0,11	-0,44	-0,46	-0,15	-0,67	-0,25	-0,51	1,00	-0,63
Fe_%	-0,70	0,51	0,39	0,81	-0,12	-0,58	0,67	-0,63	1,00

Tablo 4.5: Mermer Örneklerinde Gözlenen Masif Cevhere Ait Eser Element Korelasyon Katsayıları (Kırmızı: Pozitif Korelasyon, Mavi: Negatif Korelasyon)

Korelasyon	Au_ppm	As_ppm	Ba_ppm	Co_ppm	Cu_ppm	Fe_%	Ga_ppm	Hf_ppm	Ni_ppm	Pb_ppm	Rb_ppm	S_%	Sn_ppm	Sr_ppm	Ta_ppm	Th_ppm	U_ppm	V_ppm	W_ppm	Zn_ppm	Zr_ppm
Au_ppm	1,00	0,44	0,02	-0,10	0,60	0,10	0,10	0,09	-0,05	0,18	0,10	0,63	-0,15	-0,19	0,07	0,07	0,26	0,15	0,12	0,04	0,17
As_ppm	0,44	1,00	-0,31	-0,02	0,66	0,57	-0,06	-0,06	-0,03	0,13	-0,14	0,92	0,27	-0,29	-0,08	-0,18	0,33	0,59	0,56	0,43	-0,01
Ba_ppm	0,02	-0,31	1,00	-0,09	-0,25	-0,43	0,50	0,50	-0,11	0,10	0,74	-0,31	-0,20	0,13	0,45	0,56	0,30	-0,25	-0,21	-0,25	0,50
Co_ppm	-0,10	-0,02	-0,09	1,00	-0,23	0,03	0,03	0,03	0,75	-0,01	-0,17	-0,12	0,19	0,01	0,02	-0,17	0,11	0,48	0,07	0,46	-0,06
Cu_ppm	0,60	0,66	-0,25	-0,23	1,00	0,22	0,24	0,25	-0,28	0,11	0,18	0,64	0,03	-0,16	0,19	0,18	0,34	0,23	0,37	0,08	0,11
Fe_%	0,10	0,57	-0,43	0,03	0,22	1,00	-0,49	-0,55	0,09	-0,26	-0,54	0,48	0,20	-0,39	-0,49	-0,55	0,00	0,23	0,30	0,27	-0,46
Ga_ppm	0,10	-0,06	0,50	0,03	0,24	-0,49	1,00	0,95	-0,01	0,53	0,87	-0,09	0,11	0,20	0,77	0,89	0,65	0,26	0,02	0,23	0,95
Hf_ppm	0,09	-0,06	0,50	0,03	0,25	-0,55	0,95	1,00	0,04	0,51	0,88	-0,10	0,09	0,18	0,88	0,88	0,62	0,25	0,00	0,19	0,98
Ni_ppm	-0,05	-0,03	-0,11	0,75	-0,28	0,09	-0,01	0,04	1,00	-0,06	-0,22	-0,14	0,20	0,03	0,23	-0,24	0,10	0,36	0,28	0,35	-0,05
Pb_ppm	0,18	0,13	0,10	-0,01	0,11	-0,26	0,53	0,51	-0,06	1,00	0,39	0,18	0,11	0,11	0,34	0,58	0,45	0,29	0,14	0,25	0,53
Rb_ppm	0,10	-0,14	0,74	-0,17	0,18	-0,54	0,87	0,88	-0,22	0,39	1,00	-0,17	-0,12	0,16	0,77	0,90	0,52	0,01	-0,13	-0,06	0,93
S_%	0,63	0,92	-0,31	-0,12	0,64	0,48	-0,09	-0,10	-0,14	0,18	-0,17	1,00	0,28	-0,26	-0,11	-0,17	0,25	0,49	0,28	0,26	-0,01
Sn_ppm	-0,15	0,27	-0,20	0,19	0,03	0,20	0,11	0,09	0,20	0,11	-0,12	0,28	1,00	0,03	0,19	-0,05	0,04	0,56	0,23	0,39	-0,01
Sr_ppm	-0,19	-0,29	0,13	0,01	-0,16	-0,39	0,20	0,18	0,03	0,11	0,16	-0,26	0,03	1,00	0,13	0,27	0,08	-0,17	-0,08	-0,20	0,21
Ta_ppm	0,07	-0,08	0,45	0,02	0,19	-0,49	0,77	0,88	0,23	0,34	0,77	-0,11	0,19	0,13	1,00	0,69	0,42	0,15	-0,08	-0,02	0,83
Th_ppm	0,07	-0,18	0,56	-0,17	0,18	-0,55	0,89	0,88	-0,24	0,58	0,90	-0,17	-0,05	0,27	0,69	1,00	0,68	0,02	-0,09	0,02	0,93
U_ppm	0,26	0,33	0,30	0,11	0,34	0,00	0,65	0,62	0,10	0,45	0,52	0,25	0,04	0,08	0,42	0,68	1,00	0,22	0,14	0,34	0,66
V_ppm	0,15	0,59	-0,25	0,48	0,23	0,23	0,26	0,25	0,36	0,29	0,01	0,49	0,56	-0,17	0,15	0,02	0,22	1,00	0,44	0,75	0,16
W_ppm	0,12	0,56	-0,21	0,07	0,37	0,30	0,02	0,00	0,28	0,14	-0,13	0,28	0,23	-0,08	-0,08	-0,09	0,14	0,44	1,00	0,66	0,02
Zn_ppm	0,04	0,43	-0,25	0,46	0,08	0,27	0,23	0,19	0,35	0,25	-0,06	0,26	0,39	-0,20	-0,02	0,02	0,34	0,75	0,66	1,00	0,09
Zr_ppm	0,17	-0,01	0,50	-0,06	0,11	-0,46	0,95	0,98	-0,05	0,53	0,93	-0,01	-0,01	0,21	0,83	0,93	0,66	0,16	0,02	0,09	1,00

Tablo 4.6: Mermer Örneklerinde Gözlenen Breşik Cevhere Ait Eser Element Korelasyon Katsayıları (Kırmızı: Pozitif Korelasyon, Mavi: Negatif Korelasyon)

Korelasyon	Au_ppm	As_ppm	Be_ppm	Co_ppm	Cu_ppm	Fe_%	Ga_ppm	Hf_ppm	Ni_ppm	P_ppm	Pb_ppm	Rb_ppm	S_%	Sn_ppm	Sr_ppm	Ta_ppm	Th_ppm	U_ppm	V_ppm	W_ppm	Zn_ppm	Zr_ppm
Au_ppm	1,00	0,30	0,41	0,10	0,32	0,29	0,59	0,47	0,02	0,00	0,42	0,58	0,00	0,10	0,09	0,27	0,59	0,55	0,18	0,06	0,24	0,59
As_ppm	0,30	1,00	0,88	0,43	0,61	0,84	0,35	0,29	0,34	0,30	0,33	0,14	0,03	0,29	0,08	0,26	0,28	0,56	0,46	0,64	0,67	0,36
Be_ppm	0,41	0,88	1,00	0,54	0,69	0,90	0,48	0,41	0,38	0,29	0,42	0,30	0,02	0,29	0,22	0,28	0,34	0,67	0,64	0,64	0,74	0,50
Co_ppm	0,10	0,43	0,54	1,00	0,39	0,53	0,63	0,63	0,78	0,72	0,09	0,28	-0,04	0,49	0,45	0,59	0,20	0,69	0,92	0,26	0,71	0,56
Cu_ppm	0,32	0,61	0,69	0,39	1,00	0,54	0,42	0,33	0,30	0,29	0,58	0,23	0,06	0,27	0,15	0,28	0,35	0,55	0,54	0,79	0,73	0,36
Fe_%	0,29	0,84	0,90	0,53	0,54	1,00	0,32	0,25	0,36	0,20	0,26	0,14	0,02	0,21	0,14	0,15	0,19	0,55	0,56	0,62	0,63	0,32
Ga_ppm	0,59	0,35	0,48	0,63	0,42	0,32	1,00	0,93	0,51	0,60	0,44	0,84	-0,08	0,47	0,47	0,77	0,82	0,90	0,70	0,15	0,60	0,94
Hf_ppm	0,47	0,29	0,41	0,63	0,33	0,25	0,93	1,00	0,60	0,74	0,33	0,77	-0,08	0,64	0,35	0,90	0,73	0,87	0,67	0,04	0,51	0,97
Ni_ppm	0,02	0,34	0,38	0,78	0,30	0,36	0,51	0,60	1,00	0,84	-0,06	0,23	-0,09	0,63	0,16	0,76	0,13	0,64	0,71	0,17	0,59	0,48
P_ppm	0,00	0,30	0,29	0,72	0,29	0,20	0,60	0,74	0,84	1,00	-0,04	0,27	-0,09	0,69	0,19	0,86	0,27	0,69	0,68	0,11	0,53	0,59
Pb_ppm	0,42	0,33	0,42	0,09	0,58	0,26	0,44	0,33	-0,06	-0,04	1,00	0,56	-0,03	0,04	0,05	0,20	0,59	0,45	0,23	0,49	0,45	0,43
Rb_ppm	0,58	0,14	0,30	0,28	0,23	0,14	0,84	0,77	0,23	0,27	0,56	1,00	-0,08	0,27	0,31	0,61	0,90	0,71	0,37	-0,02	0,29	0,86
S_%	0,00	0,03	0,02	-0,04	0,06	0,02	-0,08	-0,08	-0,09	-0,09	-0,03	-0,08	1,00	0,11	0,12	-0,08	-0,06	-0,07	-0,05	0,02	-0,06	-0,07
Sn_ppm	0,10	0,29	0,29	0,49	0,27	0,21	0,47	0,64	0,63	0,69	0,04	0,27	0,11	1,00	0,08	0,74	0,23	0,53	0,45	0,19	0,40	0,55
Sr_ppm	0,09	0,08	0,22	0,45	0,15	0,14	0,47	0,35	0,16	0,19	0,05	0,31	0,12	0,08	1,00	0,12	0,28	0,28	0,51	0,03	0,40	0,35
Ta_ppm	0,27	0,26	0,28	0,59	0,28	0,15	0,77	0,90	0,76	0,86	0,20	0,61	-0,08	0,74	0,12	1,00	0,56	0,80	0,56	0,05	0,48	0,81
Th_ppm	0,59	0,28	0,34	0,20	0,35	0,19	0,82	0,73	0,13	0,27	0,59	0,90	-0,06	0,23	0,28	0,56	1,00	0,72	0,28	0,14	0,33	0,80
U_ppm	0,55	0,56	0,67	0,69	0,55	0,55	0,90	0,87	0,64	0,69	0,45	0,71	-0,07	0,53	0,28	0,80	0,72	1,00	0,72	0,34	0,71	0,87
V_ppm	0,18	0,46	0,64	0,92	0,54	0,56	0,70	0,67	0,71	0,68	0,23	0,37	-0,05	0,45	0,51	0,56	0,28	0,72	1,00	0,36	0,80	0,63
W_ppm	0,06	0,64	0,64	0,26	0,79	0,62	0,15	0,04	0,17	0,11	0,49	-0,02	0,02	0,19	0,03	0,05	0,14	0,34	0,36	1,00	0,65	0,07
Zn_ppm	0,24	0,67	0,74	0,71	0,73	0,63	0,60	0,51	0,59	0,53	0,45	0,29	-0,06	0,40	0,40	0,48	0,33	0,71	0,80	0,65	1,00	0,50
Zr_ppm	0,59	0,36	0,50	0,56	0,36	0,32	0,94	0,97	0,48	0,59	0,43	0,86	-0,07	0,55	0,35	0,81	0,80	0,87	0,63	0,07	0,50	1,00

Farklı litolojik birimlerde gözlenen masif ve breşik tipte cevherli örneklerin eser element için istatistiksel verilerinin özeti Tablo 4.7’de ve mermer örneklerinde gözlenen masif tip cevhere ait ana oksitli bileşiklerin istatistiksel verilerinin özeti Tablo 4.8’de verilmiştir.

Çelebi demir cevherleşmelerinde yapılan sondajlardan alınan 121 adet örneğin analiz sonucuna göre en yüksek Fe değeri, %0,76-50,0 aralığında ortalama %27,15 değeri ile mermerli seviyelerdeki, manyetit ve hematit içeren masif tip cevher örneklerinden elde edilmiştir. Bu grupla korele olan eser elementlerden As 39-2.840 ppm aralığında ortalama 596,9 ppm, S %0,005-0,171 aralığında ortalama %0,02 ve W 1,4-355 ppm aralığında ortalama 35,62 ppm elde edilmiştir. Yüksek korelasyon gösteren ana oksitli bileşiklerden ise, MgO %0,05 – 0,17 aralığında ortalama %0,125 elde edilmiştir.

En çok cevher örneğinin yer aldığı grup olan mermerli seviyelerdeki manyetit, hematit ve yer yer limonit içeren breşik tip cevher örneklerinde Fe değeri, masif tip cevher örneklerine göre daha düşük olup %007-19,8 aralığında ortalama %3,07 elde edilmiştir. Bu grupla korele olan eser elementlerden As, 0,1-1.100 ppm aralığında ortalama 113,7 ppm, W, 0,2 – 59,5 ppm aralığında ortalama 6,04 ppm ve Zn 10,0 – 584,0 ppm aralığında ortalama 112,43 ppm elde edilmiştir.

Granodiyoritlerde gözlenen, manyetit ve hematit içeren masif tip cevher örneklerinin yer aldığı grupta ise Fe değeri mermerlerde gözlenen, breşik tip cevher örneklerine göre daha yüksek olup %2,82-11,65 aralığında ortalama %6,38 elde edilmiştir. Bu grupla korele olan eser elementlerden Cu, 11-214 ppm aralığında ortalama 70,83 ppm, W 2,9-23 ppm aralığında ortalama 8,48 ppm ve Sn, 2,3-14,7 ppm aralığında ortalama 7,02 ppm, Au, 0,0025-0,028 ppm aralığında, ortalama 0,01 ppm ve As 45,0 – 210,0 ppm aralığında ortalama 95,4 ppm elde edilmiştir (Tablo 4.7).

Tablo 4.7: Farklı Litolojilere Ait Cevherli Seviyelerdeki Örneklerin Eser Element Özet İstatistik Değerleri

Örnek Adeti	Masif Cevher			Breşik Cevher			Masif Cevher		
	Mermer			Mermer			Granodiyorit		
	47	67	7	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.
Au_ppm	0,0025	3,21	0,15	0,0025	0,456	0,02	0,0025	0,028	0,01
As_ppm	39	2840	596,96	0,1	1100	113,70	45	210	95,40
Ba_ppm	5	1960	270,21	0,025	6,85	0,93	60	1700	981,67
Co_ppm	2,5	24,2	8,42	0,2	25,9	4,11	4,2	38,9	17,22
Cu_ppm	9,6	2160	255,33	3,3	378	37,20	11	214	70,83
Fe_%	0,76	50	27,15	0,07	19,8	3,07	2,82	11,65	6,38
Ga_ppm	1,07	24,9	8,53	0,14	24,9	2,89	6,89	18,65	14,12
Hf_ppm	0,05	2,4	0,77	0,05	2,6	0,37	1	3,1	1,92
Ni_ppm	0,1	63,4	15,15	0,1	85,1	6,88	3,2	110	26,12
Pb_ppm	28,7	1195	230,00	7,1	1055	127,69	19,8	147	75,57
Rb_ppm	0,2	190	32,26	0,1	195,5	11,20	9,7	147	64,22
S_%	0,005	0,171	0,02	0,005	0,21	0,01	0,005	0,33	0,06
Sn_ppm	0,3	40	8,51	0,1	36,2	3,00	2,3	14,7	7,02
Sr_ppm	5	285	76,78	26	349	87,46	25,1	547	274,85
Ta_ppm	0,025	3,46	0,53	0,025	3,43	0,30	0,36	4,51	1,24
Th_ppm	0,1	38,1	6,30	0,1	27,3	2,19	3,3	12,9	8,88
U_ppm	0,3	4,9	1,90	0,05	3,2	0,62	1,8	3,7	2,55
V_ppm	10	320	98,77	1	184	29,57	61	180	122,50
W_ppm	1,4	355	34,18	0,2	59,5	6,04	2,9	23	8,48
Zn_ppm	66	1560	464,79	10	584	112,43	74	320	205,17
Zr_ppm	0,9	124,5	35,62	0,6	132	15,26	33,4	109	68,33

Tablo 4.8: Mermer Örneklerinde Gözlenen Masif Tip Cevhere Ait Oksitli Bileşiklerin Özet İstatistik Değerleri

Örnek Adeti	Masif Cevher		
	Mermer		
	6	Min.	Max.
Cr ₂ O ₃ _%	0,0003	0,0066	0,001
K ₂ O_%	0,001	0,116	0,032
MgO_%	0,05	0,17	0,125
Na ₂ O_%	0,0025	0,025	0,01
SiO ₂ _%	2,93	16,6	7,87
TiO ₂ _%	0,005	0,13	0,033
CaO_%	6,56	19,15	11,58

Cevher jeokimyasına ait istatistik verilerinden elde edilen tüm bu masif ve breşik tipte gözlenen cevherli örneklerde, Fe ile korelasyon sunan; MgO, Au, As, S, Cu, Zn, W ve Sn bileşik ve elementlerinin yüksek olması ortamdaki skarn minerallerinin varlığını göstermektedir.

4.3. TEKTONİK ORTAM ÖZELLİKLERİ

Eser element verileri ile yapılabilen bir diğer değerlendirme de, magma tipleri ile ilişkili tektonik veya jeolojik provenislerin tanımlanabilmesidir (Pearce vd. 1984, 1996). Fe-skarn granitoidlerinin tektonik ortam sınıflamasını belirlemek amacıyla Pearce vd.'nin Y-Nb, Y+Nb-Rb diyagramları kullanılmıştır (Şekil 4.3a,b). Pearce (1996) çalışmasında, Y+Nb-Rb diyagramında; syn-COLG, VAG ve WPG alanlarının kesiştiği bölgelerdeki granitoidlerin çarpışma sonrası granitoidler (Post-COLG) olduğunu belirtmektedir. Çalışma alanında sondaj karotlarından alınan granit örnekleri (Tablo 4.9), volkanik yay granitoidleri (VAG) ile çarpışma sırası (syn-COLG) granitoidler alanına, kısmende levha içi granitoidler (WPG) alanlarına düşmektedir (Şekil 4.3a,b).

Örnek analiz değerlerinden (Tablo 4.9) elde edilen dağılımlardan görüleceği üzere, Orta Anadolu Granitoidi tektonik ortam sınıflamasına göre, Pearce vd. 1984 diyagramlarına göre dünyadaki Fe-skarn yataklarını oluşturan granitoidler ile uyumlu olduğu görülmektedir (Şekil 4.3a,b).

Tablo 4.9: Sondajlardan Alınan Granit Örneklerinin Nb-Rb-Y_ppm Analiz Değerleri

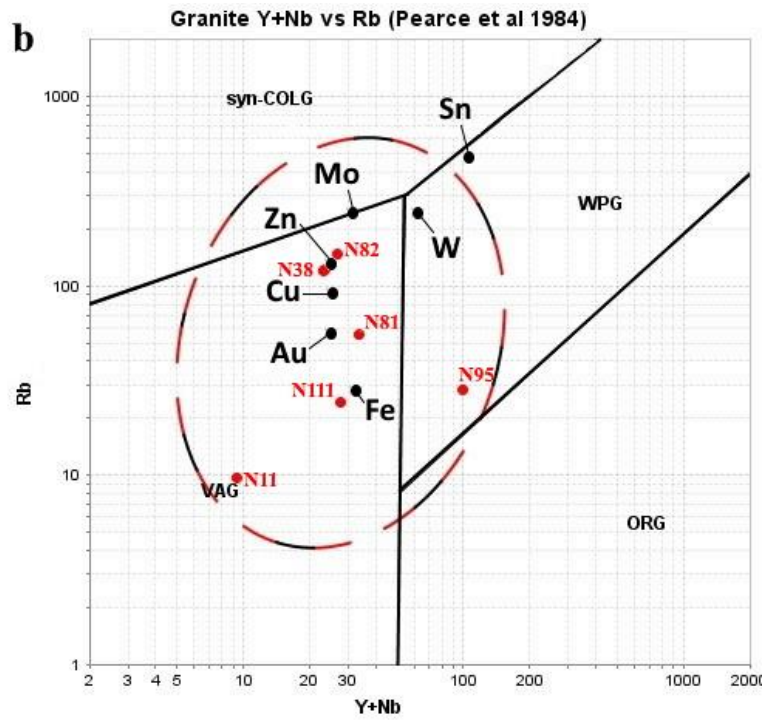
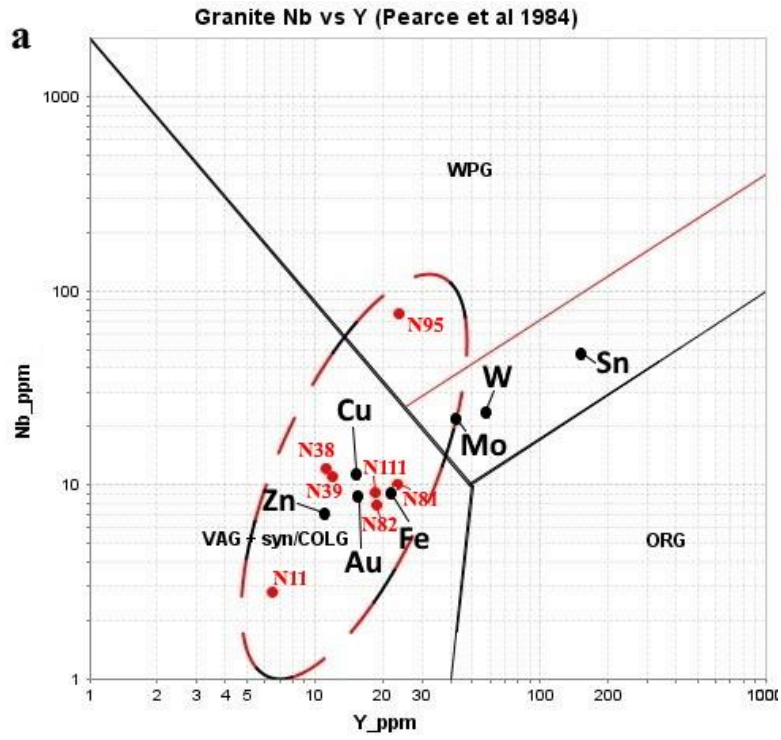
Örnek Adı	Nb_ppm	Rb_ppm	Y_ppm
N11	2,8	9,7	6,5
N38	12,2	121	11,2
N39	11	120	12
N81	10,1	55	23,4
N82	7,9	147	18,8
N95	75,9	28,4	23,7
N111	9,1	24,2	18,6

Ana skarn yatak tipleriyle ilişkili granitoidlerin eser element tektonizmasına göre ayrımı (Meinert vd. 2005) diyagramında da gösterildiği üzere, skarnla ilişkili granitoidlerin çoğu volkanik yaylarda ve kıtasal levhalarda oluşur. Fe, Au, Cu ve Zn skarnlar özellikle volkanik yay bölgelerindeki granitoidler ile ilişkili iken, Sn, W ve Mo skarnlar ise levha içi granitoidler ile ilişkilidir (Şekil 4.3).

Çalışma alanındaki granitlerin, Pearce vd., 1984 grafikleri üzerindeki dağılımları ile Meinert vd., 2005 ana skarn yatak tipleriyle ilişkili granitoidlerin dağılımları üzerinde deneştirildiğinde, benzer dağılımlar elde edilmiştir. Örnekler grafiklerde görüleceği üzere, dünyadaki hem Fe skarlara hemde Au ve Cu skarlara ait granitoidlerin ortalama değerlerine yakındır (Şekil 4.3a). Eser element tektonizmasına göre ise, demir yatağını oluşturan plütonun volkanik yay bölgesine ait olduğu görülmektedir (Şekil 4.3a,b). Bu özellikler, bölgede demir madeni dışında yan ürün veya anaürün olarak altın ve bakır madenlerinin olma ihtimalini kuvvetlendirmektedir.



Şekil 4.3: Fe-skarnlarla ilişkili Granitoidlerin Tektonik Ortam Sınıflaması (Pearce vd., 1984) ve Ana Skarn Yatak Tipleriyle İlişkili Granitoidlerin Eser Element Tektonizmasına Göre Ayrımı (Meinert vd., 2005) ile Çelebi Demir Cevherleşmesine Özgü Sondajlardan Derlenmiş Granit Örneklerinin a) Nb/Y Grafiği b) Rb/Y+Nb Dağılım Grafiği



SONUÇ

Kırşehir Masifi içinde yer alan çalışma alanının büyük bir bölümü, Paleozoyik yaşlı çoğunlukla mermerlerden ve yer yer amfibol şist mercceklerinden oluşan Bozçaldağ Formasyonuna ait metamorfik birimden oluşmaktadır. Bu formasyonu kesen Üst Kretase-Tersiyer yaşlı Orta Anadolu Granitoidleri ile Miyosen-Pliyosen yaşlı İç Anadolu Grubu'na ait örtü birimler ise çalışma alanı içinde daha küçük ölçekte yüzeylenmektedir.

Gerçekleştirilen arazi çalışmalarında, Bozçaldağ Formasyonuna ait mermerler ile Orta Anadolu Granitoidlerinin dokanaklarında gelişen granat, piroksen ve epidotun hakim olduğu ekzoskarn zonu gözlenen masif dokulu kayalar ile çoğunlukla mermerlerin kırık-çatlaklarına yerleşmiş cevherli zonlar gözlenmiştir. Bu cevherli zonlar yoğunlukla masif manyetit damarlarından oluşmakta olup yer yer de hem masif hem de breşik tipte hematit, limonit ve mangan mineralleriyle birlikte izlenmiştir.

Çalışma alanında Maden Sırtı ve Çardak Tepe mevkilerinde gözlenen demir cevherleşmelerinde üretim amaçlı çok sayıda yarma açılmış olup açılan yarmaların çoğunlukla cevherleşmelerin doğrultuları ile uyumlu olarak, sırasıyla KD/90° ve KB/90° konumlu açıldığı, kesikli olarak 1-2 km devam ettiği ve hepsinin damar tipinde gelişmiş olduğu gözlenmiştir.

Ayrıca bu mevkilerde yapılan sondaj karotları incelendiğinde, Orta Anadolu Granitoidleri içerisinde de skarn zonu izlenen örneklerin olduğu ve örneklerin ornattığı kayacın bileşimi bakımından granat, epidot ve piroksenin hakim olduğu endoskarnlar sınıfına girdiği belirlenmiştir. Ancak mineraloji-petrografi analizleri yapılan bu örnekler ile benzer özellikteki cevherli skarn zonları kalınlıklarının, 2-3 metreyi geçmediği belirlenmiştir.

Bölgede yapılan tüm bu çalışmalar neticesinde, demir cevherleşmelerinin Orta Anadolu Granitoidleri ile Bozçaldağ Formasyonunun dokanaklarında, kontak metamorfizma sonucunda geliştiğini destekler. Cevherleşmeler, granitoidlerin sokulumu esnasında, mermerlerin kırık-çatlaklarında akışkanların uygun ortam bulup çökmesiyle, masif manyetit damarlarını oluşturması sonucunda meydana geldiğini düşündürür.

Gerek kayaç ve cevher jeokimyası çalışmalarından elde edilen yüksek Fe ve Au analiz değerleri, gerekse Pearce vd., 1984 Nb/Y ve Rb/Y+Nb diyagramlarında Meinert vd., 2005 tarafından tespit edilen Fe, Au, Cu ve Zn ana skarn yatak tipleriyle ilişkili

gratitoyidlerin Çelebi sondajlarından derlenmiş granit örneklerindeki dağılımları ile benzerlik göstermesi, bölgedeki Fe ve Au mineralizasyonunun skarnlarla ilişkili olduğunu belirtir.

Çalışma alanım içerisindeki demir cevherleşmelerinin, detaylı saha jeolojisi, izotop jeolojisi, ana oksit ile nadir toprak element jeokimyası ve sıvı kapanım çalışmaları sonucunda köken olgusunun geliştirilebileceği önerilir.





EKLER

**EK 1: Granodiyorit Örneklerinde Gözlenen Masif Tip Cevhere Ait Örneklerin
Eser Element Analiz Sonuçları**

	N38	N81	N82	N95	N111	N11
Au_ppm	0,003	0,01	0,015	0,003	0,003	0,028
Ag_ppm	0,18	0,33	0,36	0,46	0,65	2,29
Al_%	5,35	9,71	7,48	6,46	8,13	3,27
As_ppm	61,9	65,5	122	45	68	210
Ba_ppm	60	1370	1490	380	890	1700
Be_ppm	2,73	1,71	1,61	3,66	2,14	0,93
Bi_ppm	0,46	0,94	2,2	1,25	2,19	2,18
Ca_%	5,24	8,35	13,65	11,7	11,25	20,7
Cd_ppm	0,15	0,58	0,43	0,54	0,56	0,78
Ce_ppm	44,9	72,7	62,7	105,5	47,1	22,8
Co_ppm	4,2	21,2	12	38,9	19,6	7,4
Cr_ppm	16	14	11	163	5	3
Cs_ppm	7,73	6,61	29,8	3,86	13,55	3,09
Cu_ppm	11	32,4	71,4	63,2	33	214
Fe_%	2,82	5,55	4,6	7,87	5,77	11,65
Ga_ppm	14,65	15,6	10,7	18,25	18,65	6,89
Ge_ppm	0,09	0,18	0,14	0,21	0,14	0,18
Hf_ppm	2,6	1,8	1,5	3,1	1,5	1
In_ppm	0,036	0,07	0,058	0,118	0,11	0,581
K_%	3,26	1,91	2,95	0,77	0,8	0,08
La_ppm	20,2	41,5	34,7	54,8	21,8	24,1
Li_ppm	13,3	15,8	9,5	28,7	27,4	15,1
Mg_%	0,17	1,43	0,55	4,23	0,54	0,11
Mn_ppm	258	1630	1960	2670	2170	20400
Mo_ppm	1,76	2,32	3,58	1,81	1,11	2,43
Na_%	0,02	1,94	0,09	0,61	0,03	0,01
Nb_ppm	12,2	10,1	7,9	75,9	9,1	2,8
Ni_ppm	10,3	5,6	3,2	110	12,2	15,4
P_ppm	590	1090	870	2050	750	330
Pb_ppm	19,8	82,5	147	33,9	133	37,2
Rb_ppm	121	55	147	28,4	24,2	9,7
Re_ppm	0,001	0	0,001	0,001	0,001	0,004
S_%	0,005	0,33	0,005	0,005	0,005	0,005
Sb_ppm	12,55	7,52	22,1	10,9	27,3	10,7
Sc_ppm	4,4	10,8	8,1	26,4	4,7	1,4
Se_ppm	0,5	3	2	2	1	1
Sn_ppm	2,3	3,2	4,5	14,7	5,5	11,9
Sr_ppm	25,1	547	184	235	527	131
Ta_ppm	0,89	0,63	0,48	4,51	0,57	0,36
Te_ppm	0,11	0,09	0,21	0,12	0,06	0,44
Th_ppm	11,9	12,9	10,2	6,5	8,5	3,3
Ti_%	0,205	0,37	0,274	1,45	0,237	0,034
Tl_ppm	1,59	0,69	1,26	0,26	0,43	0,93
U_ppm	2,7	3,7	2,4	1,8	2,3	2,4
V_ppm	71	154	112	157	180	61
W_ppm	4,6	4	4,9	11,5	2,9	23
Y_ppm	11,2	23,4	18,8	23,7	18,6	6,5
Zn_ppm	74	190	229	255	320	163
Zr_ppm	78,9	65	56,1	109	67,6	33,4
Zn_%	0,007	0,02	0,023	0,026	0,032	0,016

EK 2: Mermer Örneklerinde Gözlenen Masif Tip Cevhere Ait Örneklerin Ana Oksit Analiz Sonuçları

	N116	N117	N118	N1N	N120	N121
Al ₂ O ₃ _%	2,08	6,04	5,12	14,05	4,84	2,91
Cr ₂ O ₃ _%	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0066
K ₂ O_%	0,008	0,116	0,032	0,007	0,001	0,028
MgO_%	0,17	0,14	0,14	0,05	0,1	0,15
Na ₂ O_%	0,0025	0,014	0,0025	0,025	0,0025	0,015
SiO ₂ _%	2,93	7,99	6,56	16,6	6,04	7,15
TiO ₂ _%	0,04	0,01	0,005	0,005	0,005	0,13
CaO_%	10,15	6,56	17,85	9,22	19,15	6,6
Cl_%	10	10	10	5	20	40

EK 3: Mermer Örneklerinde Gözlenen Masif Tip Cevhere Ait Örneklerin Eser Element Analiz Sonuçları-I

	N0	N0	N0	N0	N06	N07	N09	N10	N12	N23	N24	N25	N26	N27	N28	N29	N30	N34	N36	N37	N59	N64	N69
Au_pp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,003	0,003	0,02	0,12	0,037	0,003	0,0	0,015	0,018	0,02	0,007	0,0	0,006	0,065	0,0	0,003	0,006	0,0	0,003
Ag_pp	2,0	0,6	0,7	0,6	0,69	1,09	0,89	0,57	1,95	0,09	0,2	0,12	0,18	0,22	0,08	0,0	0,13	1,3	0,3	0,38	0,4	0,5	0,23
Al_%	2,2	0,9	1,2	0,2	0,37	0,31	2,35	1,1	7,95	0,31	0,6	0,1	0,04	0,07	0,12	0,2	0,15	0,35	2,6	0,31	6,22	0,0	0,05
As_pp	326	815	766	558	976	853	937	1005	168,5	574	512	446	400	355	646	430	224	275	314	305	329	308	103
Ba_pp	130	20	130	140	110	180	30	20	760	420	380	270	120	120	80	100	200	550	120	230	230	330	50
Be_pp	1,7	9,0	6,5	5,0	9,35	6,2	8,48	10,9	1,12	5,53	8,1	1,97	1,49	1,85	4,28	3,5	1,22	2,47	4,1	3,24	2,59	1,3	0,4
Bi_pp	2,6	7,9	11,	9,7	3,22	6,62	48,3	46,8	2,44	8,02	18,	1,89	0,71	1,41	1,31	0,9	0,84	3,17	18,	13,95	7,13	5,9	0,48
Ca_%	19,	6,0	7,5	12,	9,1	4,28	4,4	7,96	6,86	12,5	9,1	10,8	6,68	8,88	3,61	3,6	9,29	5,05	22,	21,3	14,65	9,1	23,1
Cd_pp	4,5	1,1	0,3	0,7	0,81	0,22	1,04	1,87	1,14	0,76	0,6	0,4	0,17	0,2	0,16	0,2	0,28	1,21	1,6	0,69	0,56	0,3	0,69
Ce_pp	32,	14,	19,	7,6	9,13	7,49	32,6	16,2	79,4	12,3	16,	10,7	7,02	15,95	16,55	10,	12,95	9,51	12,	4,41	80,7	6,3	4,01
Co_pp	6,4	17,	10,	7,3	10,1	15,5	8,6	10	10,3	11,4	17,	4,9	4,5	6,1	14	7,7	4,9	4,3	4,9	4,7	18,4	11,	2,5
Cf_pp	16	12	9	7	13	10	11	14	2	9	10	3	3	5	4	12	3	3	9	8	137	8	4
Cs_pp	1,6	0,3	0,5	0,2	0,27	0,25	1,31	0,34	4,6	0,23	0,2	0,08	0,09	0,11	0,09	0,1	0,11	0,29	1,2	0,36	7,15	0,1	0,17
Cu_pp	35	91,	75	48,	78,6	40,8	178	214	34,3	24,6	41,	24,6	10,4	11,8	19,7	22,	9,6	163	59,	62,8	40,4	36,	32,8
Fe_%	14,	43,	42,	32,	41,8	50	44,3	45,3	19,15	31,3	31,	37,7	45,8	42,9	47,5	48,	43,5	44,5	13,	20,7	6,22	33,	19,3
Ga_pp	6,0	4,6	10,	2,8	4,64	4,72	7,22	9,56	14,7	3,3	5,4	2	2,34	2,02	2,66	3,3	2,41	5,27	6,1	2,33	13,95	2,0	2,65
Ge_pp	0,1	0,8	2,3	0,6	2	1,08	2,88	1,66	0,1	0,39	0,2	0,2	0,11	0,1	0,14	0,2	0,1	2,35	0,0	0,07	0,22	0,3	0,23
Hf_pp	0,7	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	1,2	0,7	1,5	0,1	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,0	0,05	0,05	0,5	0,1	2,1	0,1	0,1
In_pp	0,3	0,2	0,9	1,4	2,53	1,68	0,99	0,84	1,51	0,81	1,0	0,779	0,669	0,713	0,947	1,4	0,844	3,2	0,4	0,412	0,114	0,7	0,858
K_%	0,1	0,0	0,0	0,0	0,01	0,01	0,06	0,02	0,17	0,01	0,0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,0	0,02	0,04	0,0	0,01	0,96	0,0	0,03
La_pp	17,	9,3	11,	5	6,9	5,7	18,8	9,9	27	9,1	11,	7,8	5,1	14,4	11,9	7,7	10,5	7,1	9,5	2,6	36,8	4,1	5
Li_pp	11	4,4	7,3	3,3	3,2	1,2	14,6	4,5	29	7,1	9,1	1,5	0,9	1,3	3	2,6	2,1	3,4	14	3,7	12,7	3	1,2
Mg_%	0,1	0,0	0,0	0,0	0,03	0,06	0,05	0,05	0,45	0,08	0,1	0,21	0,18	0,15	0,05	0,0	0,12	0,06	0,1	0,08	0,79	0,0	0,2
Mn_p	254	515	184	376	4370	11200	346	622	54100	5550	773	26500	24300	23800	13900	166	22900	49400	842	2880	996	102	21900
Mo_p	4,8	14,	10,	15,	23,3	17,45	16	13	2,72	17,05	12,	13,55	7,46	6,65	15,05	13,	5,73	7,29	5,6	8,75	2,04	6,6	2,69
Na_%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,0	0,005	0,01	0,01	0,01	0,0	0,01	0,02	0,0	0,01	0,07	0,0	0,01
Nb_pp	13,	2	3,7	1,3	1,7	2,2	10	3,5	4,5	0,6	1,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	3,7	0,7	54,7	1,2	0,9
Ni_pp	18,	32,	17,	21	29,4	24,7	18,5	31,8	20,1	27,5	37,	10,4	7,8	9,7	25,8	16,	7,3	6,6	16,	17,2	63,4	16	0,1
P_pp	630	430	260	260	380	250	410	440	680	220	350	110	90	110	220	150	100	120	350	170	1960	90	90
Pb_pp	107	162	184	122	208	121,5	305	227	244	107,5	114	67	51,4	43,8	55,1	58,	28,7	62,2	168	90	75,9	54	30,2
Rb_pp	12,	1,7	2,7	0,7	0,7	0,6	5,4	1,9	25,2	0,8	1,5	0,3	0,2	0,4	0,4	0,3	0,3	1,1	5,5	1,2	52	0,6	0,7
Re_pp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,003	0,003	0	0	0,001	0,001	0,0	0,002	0,001	0,001	0,001	0,0	0,001	0,001	0,0	0,002	0,001	0,0	0,001
S_%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,03	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,0	0,005	0,01	0,005	0,02	0,0	0,005	0,03	0,0	0,02	0,005	0,0	0,005
Sb_pp	18,	26	28,	16,	27,4	11,15	64,9	62,6	14,5	17	27,	5,46	3,79	3,32	6,5	6,2	2,91	6,82	24,	19	8,15	9,4	4,17
Sc_pp	7,5	2,1	1,8	0,5	0,6	0,6	2,6	2,4	2,2	0,6	1,1	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	1,5	0,4	18,3	0,9	0,5
Se_pp	4	7	17	5	3	2	6	3	2	1	1	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	1	0,5	1	3	2	1
Sn_pp	6,4	3,2	22,	3,7	5,3	5,3	12,6	17,7	12	4	4,5	2,9	3,9	3,3	3,4	5,7	3,9	9,7	5,1	5,3	24,9	28,	15,7
Sr_pp	66,	47,	44,	43,	28,6	48,1	105	63,2	70,6	65,6	155	69,8	54,3	58,8	40,4	41,	71,8	99,2	285	74,5	88	69,	166,5
Ta_pp	0,8	0,1	0,1	0,0	0,025	0,07	0,66	0,2	0,62	0,025	0,0	0,025	0,025	0,025	0,025	0,0	0,025	0,025	0,3	0,025	3,46	0,0	0,025
Te_pp	0,6	0,5	3,6	2,2	1,37	0,72	2,09	5,28	1,28	1,54	2,4	0,8	0,21	0,2	0,49	0,2	0,2	1,86	1,2	2,52	0,21	0,6	0,07
Th_pp	4,8	1,4	2,2	0,3	0,4	0,6	4	2,7	15,7	0,5	1,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	3,1	0,3	4,1	0,2	0,1
Ti_%	0,3	0,0	0,0	0,0	0,012	0,022	0,15	0,05	0,059	0,013	0,0	0,003	0,003	0,003	0,003	0,0	0,003	0,003	0,0	0,007	1,17	0,0	0,005
Tl_pp	0,1	0,0	0,0	0,1	0,25	0,34	0,12	0,14	1,08	0,1	0,1	0,06	0,04	0,02	0,04	0,0	0,02	0,15	0,2	0,25	0,59	0,1	0,05
U_pp	1,7	3,9	2,1	1,6	2,5	1,9	2	2,4	4,3	1,4	2,1	2	0,9	0,7	1,4	1,1	0,9	2,3	0,9	0,7	1,3	1,1	1
V_pp	58	96	107	101	165	105	131	165	40	127	130	44	43	43	86	61	23	27	76	87	157	81	10
W_pp	16,	39,	28,	28,	43,7	22,6	129	355	7	47,9	49	10,3	11,4	10,2	14,9	10,	3,5	4,4	50,	39,3	5,3	18,	4,1
Y_pp	14,	8,4	5,7	3,8	5,6	3,2	13,8	10,6	8,9	3,7	5,3	2,5	1,2	1,6	1,5	2	1,8	6,3	4,5	2,5	15,6	5,1	5,5
Zn_pp	362	126	691	353	715	529	116	1560	431	390	648	211	178	156	299	213	136	231	326	195	332	138	66
Zr_pp	30,	21,	17,	12,	16,9	12,5	41,1	37,5	50,8	8,6	11,	1,7	0,9	1,7	3,2	2,8	0,9	1,2	21,	8,3	69	5,9	2,9
Zn_%	0,0	0,1	0,0	0,0	0,072	0,053	0,12	0,16	0,043	0,039	0,0	0,021	0,018	0,016	0,03	0,0	0,014	0,023	0,0	0,02	0,033	0,0	0,007

EK 3: Mermer Örneklerinde Gözlenen Masif Tip Cevhere Ait Örneklerin Eser Element Analiz Sonuçları-II

	N73	N74	N75	N79	N80	N91	N92	N93	N96	N97	N99	N100	N101	N10	N103	N10	N107	N110	N116	N11	N11	N1	N120	N121
Au_ppm	0,012	0,496	0,021	0,01	0,012	0,085	0,75	0,1	0,011	0,009	0,562	0,014	0,191	3,2	0,017	0,01	0,056	0,009						
Ag_ppm	1,34	0,61	2,07	0,23	0,24	1,58	1,57	0,54	0,73	6,05	3,97	1,85	1,41	1,6	0,5	0,71	0,56	0,33						
Al_%	7,72	4,39	5,95	8,18	0,6	6,65	7,17	7,47	7,59	7,59	7,51	9,81	2,75	0,7	0,16	0,17	0,15	0,14						
As_ppm	406	842	594	262	39	330	336	292	172	119	503	196,5	913	122	133	165	229	255	1440	284	137	108	790	1900
Ba_ppm	1960	550	100	220	40	410	1060	280	150	220	770	920	160	70	160	250	410	220	5	5	5	5	5	5
Be_ppm	3,75	7,11	8,43	1,35	0,21	3,28	3,93	6,6	2,3	2,57	4,21	3,89	14,05	17,	1,62	2,25	2,46	1,44						
Bi_ppm	31,8	44,9	146	2,25	1,45	24,8	38,1	28,6	6,68	43,8	114	11,85	61	265	2,87	10,4	5,25	6,69						
Ca_%	2,16	11,8	4,71	13,4	34,2	6,38	3,87	6,54	13,6	12,8	2,97	0,31	5,96	5,7	30,4	27,1	20,5	23,8						
Cd_ppm	0,31	3,06	1,24	1,22	0,73	1,11	0,85	2,03	14,35	1,1	0,78	0,15	1,26	1,4	1,04	0,7	1,01	0,72						
Ce_ppm	61,3	63,5	58,8	38,6	4,56	47	46,2	55,3	53,2	96	41,8	19,65	9,69	6,2	10,2	9,81	8,85	6,94						
Co_ppm	5,2	10,3	9,1	24,2	2,8	6,9	5,5	7,4	16,8	5,4	5,9	4	6,8	7	4,4	6,4	10,7	8,5	5	5	5	5	5	10
Cr_ppm	8	23	23	5	5	2	0,5	8	5	1	9	2	18	11	6	5	5	5						
Cs_ppm	24	6,84	4,33	11	0,72	20,9	19,4	26,1	19,55	22,8	34,8	18,3	4,68	0,8	0,18	0,25	0,26	0,08						
Cu_ppm	99,6	286	565	87,7	16	97,4	98,7	159	44,1	30,2	204	109,5	524	583	37,9	79	31		510	157	180	216	1070	450
Fe_%	8,08	19,6	17,35	6,76	0,76	6,67	6,55	11,3	6,92	5,75	8,64	6,87	38,3	43,	7,47	12,6	17,35	13,85	46,5	44,	34,	30,	34,1	47,1
Ga_ppm	16,85	11,2	8,95	12,4	1,08	18,6	20,7	24,9	16,25	22	24,7	24,7	14,35	6,4	1,09	1,07	2,31	1,35						
Ge_ppm	0,17	0,28	0,28	0,17	0,06	0,14	0,13	0,2	0,15	0,17	0,2	0,19	1,83	1,3	0,11	0,19	0,22	0,19						
Hf_ppm	1,9	1,3	0,7	1,3	0,2	1,9	2,1	2	1,1	2,4	2,2	2,4	1,8	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1						
In_ppm	0,054	0,138	1,355	0,06	0,009	0,083	0,09	0,19	0,158	0,096	0,111	0,081	0,676	0,1	0,2	0,23	0,856	0,356						
K_%	4,78	1,31	0,37	0,58	0,02	2,09	3,75	1,49	0,24	2,46	2,94	4,32	0,78	0,2	0,01	0,01	0,01	0,01						
La_ppm	16,6	57,3	27,6	19,8	4,1	18	13,1	30,9	28,5	60,7	30,8	7,5	11,7	4,5	7,7	6,9	8	6,1						
Li_ppm	15,3	10,3	18,8	22,7	2,2	20,5	10,7	14,8	31,7	8	28,5	23,3	5,7	4	1,5	1,3	2,4	2,5						
Mg_%	0,14	0,13	0,15	0,51	0,32	0,28	0,37	0,31	0,53	0,28	0,38	0,08	0,09	0,0	0,29	0,21	0,17	0,11						
Mn_pp	184	641	540	1860	839	560	746	862	3170	2500	559	107	255	427	5300	711	13950	7550	920	460	560	400	1000	490
Mo_pp	5,33	21,4	7,76	1,54	0,28	2,95	4,05	4,9	2	7,58	6,51	4,54	22,2	37,	2,57	4,28	7,52	7,22						
Na_%	0,17	0,04	0,01	0,01	0,005	0,06	0,11	0,02	0,01	0,03	0,07	0,11	0,02	0,0	0,01	0,01	0,01	0,01						
Nb_ppm	27,5	15,9	7,9	3,9	0,9	20,3	25,4	15,9	8,6	26,9	31,5	41,3	26	6,9	0,6	0,6	0,7	0,8						
Ni_ppm	6,5	13	14,5	21	0,1	12,2	6,6	14,6	25,8	4,9	7,9	7,1	15,7	17,	6,3	7,2	14,2	6,3	5	5	5	5	5	10
P_ppm	90	440	350	560	60	320	160	420	620	110	270	120	790	530	80	90	110	90	1050	430	300	200	200	970
Pb_ppm	267	519	1195	117	54,3	1055	264	303	444	660	610	108	521	389	101	106	149,5	59,5	230	360	40	190	70	310
Rb_ppm	181	74,8	23,5	44,2	1,8	71,7	139	80	37,5	133,5	140	190	70,8	15,	0,5	0,6	0,8	0,4						
Re_ppm	0,001	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0	0	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,0	0,001	0,00	0,002	0,003						
S_%	0,005	0,02	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,005	0,005	0,01	0,005	0,06	0,0	0,005	0,00	0,005	0,005	0,08	0,1	0,0	0,0	0,01	0,1
Sb_ppm	4,09	15,85	26	29,2	2,13	13,8	8,21	23,3	33,3	9,18	11,85	3,45	8,24	13,	3,34	3,66	9,98	6,69						
Sc_ppm	0,6	4,3	1,8	7,9	1,7	3,4	1,1	4,7	3,2	0,4	2	0,4	1,7	0,5	0,9	0,5	2	0,9						
Se_ppm	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	1	1						
Sn_ppm	3,5	2,6	17,8	2,2	0,3	3,3	3,8	5,7	22,3	6	5,6	3,2	7,1	2,6	2,1	3,2	2,9	1,7	30	5	5	5	10	40
Sr_ppm	117,5	80,3	51	66,3	73,2	83	90,3	38,4	256	204	69,4	70,5	31,2	15,	50,2	52	59,3	38,7	60	90	30	80	40	5
Ta_ppm	1,51	0,8	0,48	0,23	0,025	1,23	1,51	0,93	0,52	1,51	1,84	2,25	1,51	0,3	0,025	0,02	0,025	0,025						
Te_ppm	0,67	0,72	3,26	0,08	0,07	1,21	0,86	0,42	0,46	0,95	2,21	0,31	0,76	5,0	0,16	0,15	0,46	0,39						
Th_ppm	20,4	13,5	11,6	5,1	0,4	17,9	23,7	15,6	9,5	38,1	21,6	26	9,6	2,1	0,2	0,1	0,2	0,4						
Ti_%	0,151	0,209	0,076	0,35	0,027	0,249	0,17	0,24	0,18	0,138	0,268	0,184	0,374	0,0	0,003	0,00	0,005	0,007						
Tl_ppm	2,12	0,55	0,29	0,41	0,02	1	1,36	1,27	0,3	1,63	1,44	1,46	0,45	0,2	0,35	0,21	0,95	0,21						
U_ppm	2,2	3,1	1,8	1,3	0,3	2,1	3	2,3	2,1	4,9	3,2	2,8	3,1	2,9	0,3	0,4	1,1	1						
V_ppm	58	139	155	205	14	92	76	168	152	62	74	35	133	132	27	27	100	60	230	140	90	110	80	320
W_ppm	9,3	38,9	73,9	7,4	1,4	10	13	44,2	7,3	3,9	29,2	16	63,4	70	9,6	9	24,6	20,6						
Y_ppm	6,2	16,6	10	19,1	5,4	6,7	5,7	11,1	18,7	11,9	6,3	2,3	7,8	7,8	9,3	9,2	9,8	7,2						
Zn_ppm	152	344	871	1220	66	499	470	1040	443	205	379	174	455	494	136	135	226	116	730	470	360	270	590	1420
Zr_ppm	104,5	61,4	33,8	48,3	5,7	88,4	103	85,7	50,4	124,5	108,5	119,5	85,1	41,	3,8	4,6	6,1	4,5	80	40	5	80	5	5
Zn_%	0,015	0,034	0,087	0,12	0,007	0,05	0,05	0,1	0,044	0,021	0,038	0,017	0,046	0,0	0,014	0,01	0,023	0,012	0,07	0,0	0,0	0,0	0,06	0,14

EK 4: Mermer Örneklerinde Gözlenen Breşik Tip Cevhere Ait Örneklerin Eser Element Analiz Sonuçları-I

	N04	N08	N13	N14	N15	N16	N17	N18	N19	N20	N21	N22	N31	N32	N33	N35	N40	N41	N42	N43	N44	N45	N46	N47	N48	N49	N50	N51	N52	N53	N54	N55	
Au_ppm	0.006	0.11	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.023	0.005	0.005	0.013	0.011	0.0025	0.0025	0.006	0.007	0.005	0.0025	0.0025	0.0025	0.005	0.011	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.007	
Ag_ppm	0.68	1.24	0.19	1.12	1.07	0.64	0.12	0.07	0.07	0.48	0.07	0.11	0.48	0.78	0.05	0.14	0.04	0.07	0.13	0.05	0.05	0.04	0.05	0.16	0.26	0.06	0.05	0.05	0.03	0.05	0.02	0.07	
Al_pct	0.99	0.65	0.26	0.18	0.04	0.05	0.04	0.04	0.54	0.22	0.37	0.12	7.33	9.29	0.25	0.43	0.27	0.32	1.07	0.16	0.08	0.07	0.06	0.78	5.66	0.26	0.09	0.08	0.66	0.1	0.05	0.1	
As_ppm	439	1100	15	53	71	18	20	17	34	386	232	247	133.5	484	28	23	7	20	104	16	14	19	13	64	368	47	13	95	67	23	0.1	15	
Ba_ppm	170	40	50	550	810	180	20	20	10	750	70	120	170	150	20	50	20	30	90	20	20	20	40	130	20	10	30	30	30	10	10		
Be_ppm	5.12	6.85	0.09	0.34	0.33	0.18	0.07	0.08	0.23	3.6	1.86	2.34	0.53	0.94	0.08	0.25	0.09	0.14	0.87	0.14	0.09	0.09	0.1	0.49	1.72	0.23	0.08	0.35	0.31	0.09	0.025	0.07	
Bi_ppm	16.45	52.6	0.17	0.27	0.54	1.37	0.36	0.53	0.36	6.1	2.37	2.74	2.45	2.67	0.37	0.62	0.34	0.91	1.23	0.52	0.3	0.33	0.36	4.33	12.8	1.02	0.32	14	5.08	1.07	0.24	0.41	
Ca_pct	24	19.9	36.7	36.5	34.9	33.2	37.1	36.2	36.4	30.2	32.8	29.1	9.75	2.85	36.3	36	36.1	36.7	37.2	36.2	38	37.1	38.6	35.1	17.5	37.2	37.4	36.7	36.2	38.6	38.5	39.3	
Cd_ppm	0.66	2.57	0.44	0.94	0.82	1.79	0.39	0.55	0.4	2.04	0.71	0.65	0.2	0.58	1.31	0.73	0.3	0.47	1.57	0.65	0.23	0.36	0.52	0.55	0.35	0.35	0.38	1.16	1.38	0.58	0.58	0.68	
Ce_ppm	10.1	25.6	2.48	2.72	0.62	0.92	0.65	0.6	4.05	11.45	4.44	4.85	30.4	71.7	2.51	4.91	2.37	2.34	16.45	6.58	1.69	2.11	1.53	5.22	66.5	2.4	1.28	1.17	6.27	1.6	1.18	1.94	
Co_ppm	8.9	14.1	0.4	2.1	0.6	0.4	0.2	0.3	0.6	8.2	1.9	3.8	3.9	3.2	0.3	1	0.5	0.7	2.7	0.7	0.5	0.4	0.4	1.6	21	2.1	1.6	1.6	2.1	1.6	1.6	1.7	
Cr_ppm	4	8	2	2	1	3	2	1	4	5	3	3	2	4	2	3	4	3	16	6	3	2	3	5	127	3	2	2	18	3	2	3	
Cs_ppm	0.4	0.47	0.2	0.51	0.19	0.06	0.025	0.025	0.12	0.08	0.1	0.09	0.65	1.33	0.09	0.07	0.16	0.12	1.41	0.1	0.025	0.025	0.025	0.3	6.75	0.17	0.09	0.025	0.15	0.025	0.025	0.05	
Cu_ppm	53.8	113.5	11.4	81.1	63.4	28.8	4.4	5	9.1	59.7	13.9	18.5	77	77.1	6.4	7.5	4.1	7.5	19.1	4.1	3.7	3.4	3.3	12.4	73.8	7.1	4.4	8.6	11.5	5.7	4.4	5.4	
Fe_pct	15.45	19.8	0.69	1.16	0.68	0.29	0.13	0.12	0.46	9.63	7.21	11.2	3.12	3.77	0.19	1.15	0.16	0.26	1.58	0.25	0.16	0.12	0.09	1.17	5.3	0.69	0.22	0.93	0.65	0.19	0.09	0.11	
Ga_ppm	4.32	4.9	0.5	0.57	0.39	0.59	0.14	0.14	0.97	2.1	1.84	1.41	7.49	9.66	0.4	1.19	0.53	0.62	2.59	0.42	0.18	0.21	0.14	1.74	14.35	0.54	0.35	0.34	1.29	0.42	0.49	0.6	
Ge_ppm	0.27	0.41	0.025	0.06	0.025	0.025	0.07	0.06	0.07	0.05	0.025	0.025	0.025	0.09	0.025	0.025	0.05	0.06	0.025	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.19	0.06	0.08	0.05	0.09	0.1	0.13	0.13	
Hf_ppm	0.4	0.7	0.1	0.1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1	0.1	0.05	0.6	1.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.6	0.1	0.05	0.05	0.08	0.2	1.9	0.1	0.05	0.05	0.4	0.1	0.05	0.1	
In_ppm	0.34	0.208	0.057	0.067	0.073	0.047	0.016	0.013	0.017	0.477	0.121	0.493	0.14	0.13	0.008	0.127	0.01	0.009	0.038	0.026	0.008	0.007	0.006	0.284	0.123	0.007	0.014	0.01	0.026	0.0025	0.0025	0.0025	
K_pct	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.005	0.005	0.005	0.01	0.01	0.01	0.01	0.53	0.5	0.01	0.005	0.04	0.01	0.02	0.005	0.005	0.005	0.005	0.07	0.61	0.01	0.01	0.01	0.01	0.005	0.005	0.005	
La_ppm	7.6	18.8	1	1.5	0.5	0.7	1.6	1.2	3	8.7	3.2	4.8	13.3	27.4	2.5	2.8	1.6	1.7	8.5	2.6	0.8	1.1	1.2	2.8	32.5	1.7	1.2	1.3	5.6	1.9	1.7	2.4	
Li_ppm	6.3	4.3	1.4	2.8	0.8	2.1	0.7	0.6	2.1	2	2.8	3.4	4.1	5.4	1.3	2	1.6	2.6	3.8	1.5	0.8	0.7	0.7	4.9	20.9	1.6	0.5	0.5	1.7	0.6	0.4	0.5	
Mg_pct	0.18	0.11	0.43	0.27	0.17	0.12	0.17	0.14	0.12	0.11	0.12	0.09	0.3	0.44	0.24	0.55	0.31	0.1	0.11	0.14	0.15	0.09	0.08	0.11	1.08	0.14	0.18	0.11	0.08	0.07	0.06	0.07	
Mn_ppm	3900	1540	1930	10850	17800	3890	326	261	231	4150	938	3450	2250	1420	215	1410	202	237	1060	284	230	245	184	431	883	424	255	418	426	304	122	98	
Mo_ppm	6.28	9.21	0.24	1.66	1.4	0.62	0.14	0.11	0.28	6.27	2.16	6.3	1.62	1.93	0.14	0.32	0.12	0.15	0.57	0.16	0.11	0.1	0.1	0.36	1.23	0.35	0.12	0.72	0.51	0.18	0.06	0.07	
Na_pct	0.01	0.01	0.005	0.01	0.01	0.01	0.01	0.005	0.005	0.01	0.01	0.01	3.47	3.31	0.03	0.01	0.01	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.01	0.02	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	
Nb_ppm	3	7.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.7	0.5	0.6	0.2	5.6	10.5	0.3	0.9	0.4	0.5	10.8	1.5	0.4	0.1	0.1	1.2	54.7	1	0.4	0.4	6.6	0.9	0.4	0.9
Ni_ppm	19.3	17.3	2.4	23.9	9.1	5.5	1.2	1.6	2.6	24.9	6.3	9.9	4.4	8.5	0.9	2.3	1.5	2.2	9.2	1.6	1.1	1	0.9	4.6	85.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
P_ppm	280	440	40	50	50	20	130	160	180	160	80	110	560	980	120	50	40	70	450	90	60	50	70	220	1850	250	400	100	230	60	50	60	
Pb_ppm	125.5	159.5	26.9	33.9	28.5	90.4	8.9	14.5	8	59.5	38.2	162.5	34.1	126	20.8	32.7	58.7	130.5	306	158	24.1	40.2	37.2	25.1	45.4	95.7	47.3	455	515	52.4	25.6	28	
Rb_ppm	2.1	1.6	1.1	1.2	0.8	0.3	0.2	0.1	0.6	0.4	0.8	0.4	13.3	20.2	0.8	0.3	1.7	0.7	3.2	0.4	0.2	0.1	0.2	3.2	52.2	1.2	0.9	0.4	1	0.1	0.1	0.2	
Re_ppm	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
S_pct	0.01	0.02	0.02	0.01	0.005	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.005	0.005	0.005	0.005	0.01	0.01	0.005	0.005	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.005	0.01	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	
Sb_ppm	16.4	185.5	1.49	1.35	1.72	8.78	1.06	0.76	2.05	16.75	8.71	8.35	1.46	5.02	2.44	3.07	0.48	1.09	5.74	1.95	0.69	1.06	0.87	3.75	6.45	2.54	1.17	16.05	5.09	1.5	0.48	0.57	
Sc_ppm	1.3	1.5	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	2.8	0.5	0.8	0.4	2.3	3.6	0.5	0.8	0.5	0.6	3.7	0.8	0.3	0.3	0.2	0.7	17.2	0.6	0.3	0.4	2.5	0.6	0.5	0.6	
Se_ppm	6	6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	3	2	2	2	2	2	2	2	
Sn_ppm	2.3	10.4	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	2.6	2.8	1.2	1.5	3.8	6.1	0.5	1.1	0.4	0.5	1.2	0.4	0.3	0.3	0.3	28	25	0.6	0.2	0.2	0.9	0.1	0.1	0.1	
Sr_ppm	167.5	90.9	119	129	143.5	67.3	111.5	75.8	68.8	55.7	64.9	61.6	97.2	86.3	121	76.8	124.5	45	34.1	61.2	55.4	43.5	58.9	79.5	103	82	93.2	47.2	31.7	31.9	59.2	28.7	
Ta_ppm	0.2	0.45	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.06	0.025	0.025	0.025	0.9	1.3	0.025	0.06	0.025	0.025	0.67	0.09	0.025	0.025	0.025	0.16	3.43	0.06	0.025	0.025	0.38	0.025	0.025	0.025	
Te_ppm	3.62	2.93	0.08	0.13	0.1	0.06	0.06	0.025	0.025	0.83	0.36	0.45	0.32	0.34	0.1	0.11	0.025	0.06	0.09	0.12	0.025	0.05	0.05	0.45	0.21	0.1	0.025	0.17	0.12	0.06	0.025	0.025	
Th_ppm	1.5	1.2	0.5	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.8	0.3	0.7	0.2	7.5	18.5	0.4	0.6	0.5	0.5	1.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.8	4.9	0.3	0.1	0.1	0.5	0.1	0.1	0.2	
Ti_pct	0.047	0.088	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.018	0.008	0.014	0.0025	0.075	0.137	0.006																		

EK 4: Mermer Örneklerinde Gözlenen Breşik Tip Cevhere Ait Örneklerin Eser Element Analiz Sonuçları-II

	N56	N57	N58	N60	N61	N62	N63	N65	N66	N67	N68	N70	N71	N72	N76	N77	N78	N83	N84	N85	N86	N87	N88	N89	N90	N94	N98	N105	N106	N108	N109	N112	N113	N114	N115	
Au_ppm	0.005	0.012	0.015	0.006	0.0025	0.0025	0.0025	0.01	0.005	0.0025	0.009	0.0025	0.009	0.012	0.009	0.01	0.009	0.008	0.177	0.02	0.026	0.006	0.005	0.015	0.019	0.01	0.456	0.009	0.021	0.01	0.019	0.012	0.014	0.012	0.015	
Ag_ppm	0.03	0.08	0.21	0.22	0.13	0.05	0.17	0.23	0.07	0.03	0.19	0.06	0.62	2.55	0.04	0.15	0.3	0.37	0.65	0.21	0.83	0.15	0.88	0.15	0.11	0.21	23.3	0.48	0.17	0.21	0.24	0.08	0.16	0.19	0.09	
Al_pct	0.07	5.02	6.41	0.59	0.07	0.04	0.04	0.25	0.35	0.08	0.08	0.84	0.13	6.81	0.33	0.11	8.07	1.72	3.2	2.9	0.47	0.46	0.17	0.14	0.08	0.19	6.88	7.06	0.22	0.08	0.07	0.09	0.09	0.1	0.12	
As_ppm	11	113	73	55	22	18	32	92	37	17	197	168	17	147	17	33	165	78	358	91	603	32	27	43	13	91	206	79	87	148	122	31	69	104	36	
Ba_ppm	5	100	250	190	10	60	20	90	40	20	40	50	20	1270	20	70	1220	240	250	90	60	90	20	100	30	40	720	130	160	150	120	60	210	250	90	
Be_ppm	0.06	1.69	2.22	0.26	0.08	0.025	0.15	0.71	0.25	0.11	0.91	0.7	0.11	1.99	0.17	0.11	2.76	0.82	4.14	1.07	5.08	0.39	0.13	0.18	0.09	1.61	2.93	1.15	0.54	1.67	0.73	0.19	0.78	0.73	0.27	
Bi_ppm	0.72	2.34	0.87	1.27	1.3	0.07	0.48	3.4	0.38	0.14	0.82	2.13	1.27	736	2.04	0.68	1.43	4.45	14.65	26.4	129	1.67	2.95	1.2	0.53	5.23	334	8.27	11.05	4.04	5.21	0.78	3.67	2.21	0.67	
Ca_pct	39.6	23.4	15.85	35	37.6	38.8	37	33.8	36.7	38.4	33.6	34.6	38.6	10.05	37.2	37.9	10.9	27.3	23.9	28.8	28.2	33.9	34.6	36	36.2	34.4	4.98	17.45	31.4	27	29.1	35.2	31.6	32.2	36	
Cd_ppm	0.57	0.33	0.32	0.69	0.19	0.32	0.23	0.77	0.4	0.77	0.84	0.83	0.48	0.45	2.15	1.72	0.74	0.8	1.33	0.59	5.74	0.79	1.49	0.94	0.39	7.22	0.71	0.82	1.02	0.95	0.86	0.77	1.61	1.72	1.23	
Ce_ppm	2.09	64.7	92.3	7.87	1.38	1.7	2.12	10.4	8.3	2.14	2.64	9.89	3.01	41.1	9.1	4.34	45.5	35.6	28.6	23.7	12.45	9.85	3.65	4.4	2.94	2.3	54.1	29.9	6.92	7.23	7.13	2.89	7.88	6.9	3.59	
Co_ppm	1.7	12.7	23.9	3.5	1.8	2	2.7	4.7	2.9	1.9	2.4	4.5	2.2	2.9	1.8	2	12	7.6	7.8	3.1	7.9	3.4	1.9	1.3	1.4	3.8	25.9	2.6	13.1	3.6	2.1	5.7	5.2	1.6		
Cr_ppm	3	108	131	4	3	2	2	6	4	4	2	4	7	4	2	1	4	37	12	6	10	10	3	1	2	4	1	10	4	4	3	3	4	4	3	
Cs_ppm	0.05	4.83	6.7	0.46	0.05	0.05	0.05	0.57	0.35	0.12	0.12	2.26	0.22	12.05	0.14	0.09	19.65	2.3	3.65	3.6	0.34	0.57	0.31	0.13	0.08	0.39	19.65	13.9	0.15	0.06	0.025	0.11	0.11	0.08	0.1	
Cu_ppm	4.3	58.4	122	16.2	6.8	4.8	10.5	17.5	22.5	9.3	16.5	45.3	6.9	46.6	16.2	23.1	50.7	31.4	166.5	49.8	378	26.7	11.4	21.1	11.2	141.5	102.5	36.5	30.1	50.1	27.2	12.1	34.7	50.9	24.3	
Fe_pct	0.07	4.11	3.4	1.93	0.37	0.17	1.35	3.06	1.49	0.16	3.38	1.98	0.2	3.5	0.38	0.49	5.55	6.07	11.8	2.41	11.1	2.46	2.45	0.44	0.29	3.64	5.03	5.35	6.99	11.3	8.78	0.66	3	4.58	0.65	
Ga_ppm	0.47	10.05	14.85	1.53	0.29	0.47	0.33	0.88	0.95	0.43	0.67	1.7	0.5	15.2	0.38	0.48	13.25	3.75	7.01	4.97	5.14	1.47	0.56	0.43	0.23	1.19	24.9	14.2	1.1	1.46	0.91	0.42	0.79	1.02	0.54	
Ge_ppm	0.18	0.15	0.17	0.06	0.06	0.11	0.05	0.08	0.06	0.1	0.06	0.07	0.09	0.14	0.08	0.06	0.17	0.13	0.26	0.12	0.27	0.11	0.09	0.08	0.09	0.07	0.19	0.14	0.12	0.16	0.13	0.06	0.07	0.08	0.06	
HF_ppm	0.05	2.6	2.1	0.3	0.05	0.05	0.05	0.2	0.2	0.05	0.1	0.4	0.1	1.8	0.05	0.05	1.6	0.7	0.8	0.5	0.2	0.2	0.05	0.05	0.05	0.1	2.5	1.1	0.1	0.1	0.05	0.05	0.1	0.1	0.1	
In_ppm	0.011	0.13	0.09	0.123	0.013	0.014	0.061	0.081	0.116	0.006	0.142	0.041	0.006	0.132	0.027	0.049	0.042	0.15	0.057	0.061	0.384	0.191	0.068	0.012	0.007	0.076	0.094	0.059	0.373	0.447	0.334	0.05	0.373	0.182	0.027	
K_pct	0.005	0.45	0.96	0.02	0.01	0.005	0.005	0.02	0.02	0.005	0.02	0.07	0.01	5.48	0.01	0.005	1.26	0.4	0.73	0.21	0.03	0.07	0.02	0.01	0.005	0.02	4.19	0.19	0.01	0.01	0.005	0.01	0.01	0.01	0.01	
La_ppm	3.5	31.2	54	4.4	0.8	3	3.1	11.9	9.5	3.1	3.6	5.3	6.6	19.5	4.3	4.6	27.6	25	18.6	16	11.8	9.1	3.9	4.3	3	2.1	23.9	16.9	6.1	6	6.9	3.1	7.8	7.7	4.9	
Li_ppm	0.6	19.8	16	2.5	0.9	0.4	0.3	1.2	1.1	0.6	1.3	2.7	0.6	17.1	1.7	0.8	64.6	7.6	9.7	8	2.6	1.9	0.6	0.9	0.4	0.9	9.3	19.8	1.2	1.5	1.3	0.7	2.6	1.9	1.4	
Mg_pct	0.1	0.5	0.99	0.83	0.28	0.22	0.21	0.13	0.24	0.17	0.17	0.14	0.83	0.16	0.34	0.46	0.68	0.72	0.37	1.09	0.6	0.6	0.28	0.53	0.12	0.35	0.41	0.3	0.88	0.3	0.19	0.14	0.78	0.1	0.16	0.13
Mn_ppm	40	1060	1030	2390	254	1270	1570	1980	2200	222	4000	1130	285	545	240	1380	494	3410	541	646	740	2980	1260	1440	657	249	1260	1820	8490	8190	8270	1860	3290	3860	1120	
Mo_ppm	0.06	1.93	1.48	0.73	0.27	0.21	0.68	1.46	0.7	0.09	2.43	0.88	0.15	2.28	0.24	0.24	0.94	1.68	10.1	1.74	8.56	0.83	0.6	0.57	0.22	1.16	8.7	1.73	3.93	5.39	3.79	1.06	2.15	3.21	0.62	
Na_pct	0.005	0.02	0.1	0.005	0.005	0.005	0.01	0.01	0.01	0.005	0.005	0.005	0.005	0.16	0.01	0.01	0.09	0.08	0.04	0.01	0.01	0.02	0.005	0.005	0.005	0.005	0.09	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.005	0.005	
Nb_ppm	0.5	46.2	48.7	2.7	0.5	0.7	0.7	2.4	3	0.7	0.7	7	0.7	31.4	0.5	0.5	7.6	4.8	8.9	3.9	3.2	2.9	1.1	0.6	1	0.7	29.4	4.1	0.9	0.6	0.5	0.5	0.6	0.7	0.6	
Ni_ppm	0.1	37.4	58.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.8	0.1	0.1	11.1	17	9.8	0.6	5.4	4.7	0.1	0.1	0.1	0.1	3.5	16.4	1.7	20.4	2.6	0.7	7.5	9.4	3.8	
P_ppm	50	1340	1870	120	30	40	80	110	100	50	80	200	60	70	80	80	730	260	270	140	220	130	50	40	60	70	80	430	60	70	50	50	70	110	80	
Pb_ppm	18.9	22.1	67.9	24.8	20.3	7.1	9.7	46.2	20.4	37.1	24	130.5	298	868	222	50.4	31.2	193	21.8	272	175	1055	84.5	64.8	183.5	43.3	135	732	201	56.8	141	76.6	66.5	71.4	60.4	30.6
Rb_ppm	0.2	31.7	56	1.7	0.4	0.3	0.3	1.9	1.1	0.4	0.9	7.2	1	195.5	0.7	0.4	55.2	21.8	37.7	14.6	2	5	1.4	0.6	0.4	1.7	164.5	33	0.4	0.3	0.2	0.5	0.4	0.4	0.5	
Re_ppm	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	
S_pct	0.005	0.005	0.005	0.005	0.01	0.03	0.03	0.01	0.21	0.01	0.01	0.01	0.01	0.005	0.01	0.05	0.005	0.01	0.03	0.02	0.03	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Sb_ppm	4.1	3.26	1.71	1.55	1.85	0.26	0.75	2.48	0.79	0.26	12.9	2.64	0.78	34	0.54	0.53	1.76	2.91	4.92	3.76	12.5	0.87	0.48	2.69	0.28	6.62	9.9	30.8	1.3	5.85	3.07	0.84	3.28	3.82	1.02	
Sc_ppm	0.6	16	20.9	1.6	0.6	0.6	0.5	1.7	1.2	0.6	0.4	1.4	0.5	0.6	0.6	0.5	3.9	3.2	4	2.1	2	1.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.2	9.6	0.7	1.4	0.5	0.6	1	0.9	0.7	
Se_ppm	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	
Sn_ppm	0.2	36.2	13.9	1.1	0.1	0.2	1	1.8	10.2	0.2	0.8	1	0.2	5.3	0.4	0.2	2.1	3.3	1.2	1.7	7.7	1.3	0.3	0.1	0.1	1.6	6.7	2.7	1	1.8	1.4	0.3	0.6	0.5	0.2	
Sr_ppm	112	77.2	103.5	73.2	109.5	97.4	107	98	130	28.6	99.9	32.4	62.7	128	121.5	115.5	248	101	90.5	120.5	88.4	69.6	82.1	52.1	89.1	129	127.5	349	71.4	45.2	36.4	61.5	33.3	26	26.7	
Ta_ppm	0.025	2.94	2.57	0.16	0.025	0.025	0.025	0.13	0.16	0.025	0.025	0.38	0.025	1.68																						

KAYNAKÇA

- Akçay, A. E., Dönmez, M., Kara, H., Yergök, A. F. ve Esentürk, K. (2008). *Geological Maps of Turkey in 1: 100,000 scale. Kırşehir J-30 Sheet* (pp.91). Ankara: MTA Publ.
- Akıman, O., Erler, A., Göncüoğlu, M. C., Güleç, N., Güven, A., Türeli, T. K., Kadioğlu, Y. K. (1993). Geochemical characteristics of granitoids along the western margin of the Central Anatolian Crystalline Complex and their tectonic implications, *Geological Journal*, 28, 371-382.
- Atabey, E., Tarhan, N., Akarsu, B., Taşkiran, A., (1987). Şereflikoçhisar (Ankara)-Acıpınar (Niğde) yöresinin jeolojisi: (Rapor No: 8155), MTA, Ankara.
- Ataman, G. (1972). Ankara'nın güneydoğusundaki granitik-granodiyoritik kütlelerden Cefalık dağının radyometrik yaşı hakkında ön çalışma. *Yer Bilimleri Dergi*, 2, 44-49.
- Ayan, M. (1963). Contribution AL'etude Petrographique Et Geologique De La Region Situee an Nort-Est De Kaman: (Rapor No.15) M.T.A., Ankara.
- Bailey, E. B. and Mc Callien, W.J. (1950). Ankara Melanjı ve Anadolu Şariyajı. *MTA Bull.*, 40, 17 – 21.
- Bayhan, H. (1984). Kesikköprü skarn kuşağının (Bâlâ-Ankara) mineralojisi ve petrojenezi. *HÜ Yerbilimleri Derg.*, 11, 45-57.
- Bayhan, H. (1986). İç Anadolu granitoyid kuşağındaki Çelebi sokulumunun jeokimyası ve kökensel yorumu. *Jeoloji Müh. Derg.* 29, 27-36.
- Baykal, F. (1943). Kırıkkale - Kalecik ve Keskin - Bala mıntıkasındaki jeolojik etütler: (Rapor No: 1448), Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Bilgin, Z. R., Akarsu, B., Erbaş, A., Elibol, E., Yaşar, T., Esentürk, K., Güner, E., ve Kara, H., (1986). Kırıkkale – Kesikköprü – Çiçekdağı Alanının Jeolojisi: (Rapor No: 7876), M.T.A, Ankara.
- Boroviczeny, F. (1964a). 200/240 no.lu ruhsat sahasının Kesikköprü yakınındaki demir yatağı hakkındaki rapor: (Rapor No: 3481), MTA, Ankara.
- Boroviczeny, F. (1964a). 67/49 no'lu demir cevheri ruhsat sahasında yapılan jeolojik etütler hakkında rapor, (Kırşehir ili): (Rapor No: 3582), MTA, Ankara.

- Boroviczeny, F. (1964b). 114/19 no'lu demir ruhsat sahasında yapılan jeolojik etütler hakkında rapor (Kırşehir ili): (Rapor No: 3578), MTA, Ankara.
- Boroviczeny, F. (1964b). 200/212 no.lu ruhsat sahasında yapılan jeolojik etütler hakkında sunulan rapor: (Rapor No: 3570), MTA, Ankara.
- Boroviczeny, F. (1964c). Kesikköprü yakınındaki 200/240 no.lu ruhsat sahasında yapılan jeolojik etütler hakkında rapor: (Rapor No: 3591), MTA, Ankara.
- Boroviczeny, F. (1964d). 200/248 no.lu ruhsat sahasında yapılan jeolojik etütler hakkında sunulan rapor: (Rapor No: 3584), MTA, Ankara.
- Bozkurt, E. (2001). Neotectonics of Turkey: a synthetis. *Geodinamica Acta*, 14, 3-30.
- Boztug, D. and Arehart, G.B. (2007). Oxygen and sulfur isotope geochemistry revealing a significant crustal signature in the genesis of the post-collisional granitoids in central Anatolia, Turkey, *Journal of Asian Earth Sciences*, 30, 403-416.
- Boztuğ, D., Jonckheere, R. C., Heizler, M., Ratschbacher, L., Harlavan, Y. And Tichomirova, M. (2009). Timing of post-obduction granitoids from intrusion through cooling to exhumation in central Anatolia, Turkey, *Tectonophysics* 473, 223-233.
- Çavuşoğlu, H. (1967), Keskin-Denek Pb-Zn madenleri ve civarının jeolojik yapısı hakkında rapor: (Rapor No: 3871), MTA, Ankara.
- Doğan, B., Ünlü, T. ve Sayılı, İ. S. (1998). Kesikköprü (Bala - Ankara) demir yatağının kökenine bir yaklaşım: *MTA Derg.*, 120, 1-33, Ankara.
- Dönmez, M., Bilgin, Z. R., Akçay, A. E., Kara, H., Yergök, A. H., Esentürk, K. (2005). *1/100.000 ölçekli açınısama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Kırşehir - İ31 Paftası*: (pp. 46), Ankara: MTA.
- Dümenci, S. (2004). Orta Anadolu Kristalen Kompleksi Tersiyer Örtüsünün Sedimentolojisi ve Kömür Potansiyeli (Çorum, Yozgat, Kırşehir, Nevşehir): (Rapor No: 10722), MTA, Ankara.
- Einaudi, M. T. and Burt, D. M. (1982). Introduction-terminology, classification, and composition of skarn deposits. *Econ. Geol.*, 77, 745-754.

- Erkan, Y. (1981). Orta Anadolu Masifinin metamorfizması üzerinde yapılmış çalışmalarda varılan sonuçlar: *İç Anadolunun Jeolojisi Sempozyumu*, TJK Yayını, 9-11, Ankara.
- Erlor, A., Kuşçu, İ., Dirik, K., Ulu, Y. ve Yavuz, N., (1996). Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın Metalojenisi: (Rapor No: 94-03-09-02), Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Genç, Y. ve Yürür M.T. (2010). Coeval extension and compression in Late Mesozoic Recent thin-skinned extensional tectonics in Central Anatolia, Turkey, *Journal of Structural Geology*, 32, 623-640.
- Göktepeli, A. (1964). 963/381 numaralı imtiyaz sahasının etütü (Fe): (Rapor No: 3531), MTA, Ankara.
- Göncüoğlu, M.C., (1977). Geologic des westlichen Nigde Massivs, Yayımlanmamış Doktora Tezi, Bonn Üniv., Bonn.
- Göncüoğlu, M. C., (1982), Niđe masifi paragnayslarından Zirkon U/Pb yaşları: *Türkiye Jeoloji Kur. Bült.*, 25/1, 61-66.
- Göncüoğlu, M. C., (1986), Orta Anadolu masifinin güney ucunda jeokranolojik yaş bulguları: *MTA Derg.*, 105-106, 27-28.
- Göncüoğlu, M. C., Erlor, A., Toprak, V., Yalınız, K., Olgun, E. ve Rojay, B. (1992). Orta Anadolu Masifinin Batı Bölümünün Jeolojisi, Bölüm 2, Orta Kesim: (Rapor No. 3155), TPAO, Ankara.
- Göncüoğlu, M. C., Toprak, V., Kuşçu, İ., Erlor, A. ve Olgun, E. (1991). Orta Anadolu Masifi'nin batı bölümünün jeolojisi, Bölüm 1: Güney Kesim: (Rapor No. 2909), TPAO, Ankara.
- Göncüoğlu, M. C. ve Türelı, T. K. (1993). Orta Anadolu Ofiyolitli Plajiyogranitlerinin petrolojisi ve jeodinamik evrimi (Aksaray-Türkiye), *Dođa-Türk Yerbilimleri Dergisi*, 2, 195-203.
- Işık, V., Lo, C. H. Göncüoğlu, C. ve Demirel, S. (2008). ³⁹Ar/⁴⁰Ar ages from the Yozgat batholith: Preliminary data on the timing of Late Cretaceous extension in the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. *Journal of Geology*. 116 (5), 510-526.

- İşbaşarır, O., Arda, N., Tosun, S., (2002), Kırıkkale Karacaali demir cevherleşmesi ve Orta Anadolu manyetik anomali sahaları jeoloji ve jeofizik Raporu: (Rapor No: 10534), MTA, Ankara.
- İşbaşarır, O., Arda, N. ve Tosun, S. (2004). Kesikköprü (Bala-Ankara) Demir Yatağı Maden Geçidi, Suluocak ve Boyalı İn Ocağı Detay Jeoloji ve Jeofizik Raporu: (Rapor No: 10649), MTA, Ankara.
- Kadıoğlu, Y. K., Dilek, Y. and Foland, K. A. (2006). Slab break-off and syncollisional origin of the Late Cretaceous magmatism in the Central Anatolian crystalline kompleks, *Geological Society of America*, 409, 381-415.
- Kadıoğlu, Y. K., Dilek, Y. ve Foland, K. (2006). Adakit ve alkali magma evriminin Orta Anadolu Kristalen Karmaşığındaki yeri ve zamanı, *59. Türkiye jeoloji kurultayı bildiri özleri*, 500-501, Ankara.
- Kara H., (1997). *1/100.000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritası serisi: Yozgat G19 paftası*. (No:54) Ankara: MTA Gen. Müd.
- Kara, H. ve Dönmez, M. (1990). *1/100.000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye jeoloji haritaları serisi: Kırşehir - G17 paftası* (No: 34), Ankara: MTA Gen. Müd.
- Karabalık N., Yüce N. ve Şardan S. (1998). Kırşehir, Kırıkkale yöresi genel jeokimya, Karaahmetli ile Dağevi sahaları maden jeolojisi raporu: (Rapor No: 10142), MTA, Ankara.
- Ketin, İ. (1955). Yozgat bölgesinin jeolojisi ve Orta Anadolu Masifi'nin tektonik durumu, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, VI, 1, 1-40, Ankara.
- Ketin, İ. (1963). *1/500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası Kayseri paftası*. (s 83). MTA Enst. Yay., Ankara,
- Kraeff, A. (1962a). Çögün-Karahıdır-Yesiloba ruhsat etüt raporu: (Rapor No: 3338), MTA, Ankara.
- Kraeff, A. (1962b). Çiçekdağı-Yeniyapan prospeksiyon raporu: (Rapor No: 3336), MTA, Ankara.
- Kuşçu, İ. ve Erler, A. (1998). Mineralization events in a collision related setting: The Central Anatolian Crystalline Complex, *International Geology Review*, 40/6, 552-565.

- Kuşçu, İ., Gençaliolu - Kuşçu, G. and Meinert, L. D. (2000a). The geochemical characteristics of the Çelebi Granitoid, Kırıkkale - Turkey and comparison with world skarn granitoids, *International Earth Science Colloquium on the Eagean Region*, İzmir-Turkey.
- Kuşçu, İ. (2001), Geochemistry and Mineralogy of the Skarns in the Çelebi District, Kırıkkale, Turkey, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 10, 121-132.
- Kuşçu, İ., Gençaliolu Kuşçu, G., Meinert, L. D. ve Floyd, P. A. (2002a), Tectonic setting and petrogenesis of the Çelebi granitoid, (Kırıkkale-Turkey) and comparasion with world skarn granitoids, *Journal of geochemical explor.* 76, 175-194.
- Kuşçu, İ., Gençaliolu-Kuşçu, G., Saraç, C., and Meinert, L. D. (2002b), Jeokimyasal karakterizasyon çalışmalarında faktör analizi yönteminin kullanımı: Çelebi granitoyidi ve Karamadazı granitoyidi, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 45, 111-125.
- Meinert, L. D., Dipple, G. M. and Nicolescu, S. (2005). World skarn deposits. *In Economic Geology 100th Anniversary Volume* (pp. 299-336).
- Mercan, M., Tiringa, D., Canıgür, C., Taştan M. (2020). Ankara-Bala-Kesikköprü demir sahası yeni bulgular, *MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni*, 29, 125-129.
- Norman, T. (1972). Ankara – Yahşihan bölgesinde Üst Kretase - Alt Tersiyer istifinin stratigrafisi: *TJK Bült.*, 15/2, 180-276.
- Okay, A. I. ve Tüysüz, O. (1999). Tethyan sutures of northern Turkey. In: Durand, B., Jolivet, L., Horvath, F., Seranne, M. (Eds.), *Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine Orogen. Geological Society of London Special Publication*, 156, 475-515.
- Özcan, A., Göncüoğlu, M.C., Turhan, N., Şentürk, K., Uysal, Ş. Ve Işık, A., (1990). Konya-Kadınhanı-Ilgın dolayının temel jeolojisi: (Rapor No: 9535), MTA, Ankara.
- Öztürk, K. (1977). Kırşehir-Kaman Benzer Köyü Karataşburnu demir cevherleşmesi jeoloji raporu: (Rapor No: 6714), MTA, Ankara.
- Öztürk, K., Kurt, M., Öztürk, M. ve Sarı, I. (1983). Ankara Bâlâ - Kesikköprü, Madentepe, Büyükocak, Çataldere, Camiisağır demir yatakları jeoloji ve rezerv raporu: (Rapor No: 7355), MTA, Ankara.

- Öztürk, K. ve Öztürk, M. (1983), Ankara-Bala-Yukarıtepeköy-Kartalkaya demir cevherleşmesi jeoloji etüd ve arama raporu: (Rapor No: 7357), MTA, Ankara.
- Öztürk, M. (1981). Ankara-Keskin-Çelebi; Kırşehir-Kaman; Nevşehir-Hacıbektaş yörelerindeki demir zuhurlarının jeoloji raporu: (Rapor No: 7158), MTA, Ankara.
- Pearce, J. A., (1996), *Sources and settings of granitic rocks*, Episodes, 19, 120-125.
- 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.
- Rondot, J. (1956). Çelebi, Şelit (Vilayet: Kırşehir-Kaza: Kaman): (Rapor No: 2401), MTA, Ankara.
- Sangster D.F. (1964). *The contact metasomatic magnetite deposits of southwestern British Columbia*, The Univ. Of British Columbia, Dept. of Geology Doctor of Philosophy Thesis.
- Seymen, İ. (1981a). Kaman (Kırşehir) dolayında Kırşehir Masifi'nin stratigrafisi ve metamorfizması, *TJK Bült.*, 24, 2, 101-108.
- Seymen, İ. (1981b). *Kaman (Kırşehir) dolayında Kırşehir Masifi'nin metamorfizması: Türkiye Jeol. Kur. 35. Bilimsel ve Teknik Kurultayı İç Anadolu'nun Jeolojisi Sempozyumu*, Ankara.
- Seymen, İ. (1982). *Kaman dolayında Kırşehir masifi'nin jeolojisi*, (Doçentlik Tezi), İ.T.Ü. Maden Fakültesi, İstanbul.
- Seymen, İ. (1983). Tamadağ (Kaman-Kırşehir) çevresinde Kaman grubunun ve onunla sınırdas oluşukların karşılaştırılmalı tektonik özellikleri, *TJK Bült.*, 26, 2, 89-97.
- Sözen, A. (1970). Kesikköprü, Madentepe Manyetit Zuhur Hakkında Rapor: (Rapor No: 4212), MTA, Ankara.
- Sungurlu, B. (1970). Kesikköprü-Çelebi-Hirfanlı Bölgesinin Manyetit Zuhurları Hakkında (Yaz ve Sözen) isimli rapordan Ar: 200/248 Ruhsat no'lu demir sahası Raporu: (Rapor No: 3584), MTA, Ankara.
- Şengör, A. M. C. ve Yılmaz, Y. (1981). Tethyan evolution of Turkey : A plate tectonic approach: *Tectonophysics*, 75, 181 - 241.

- Tolluoğlu, A.Ü., (1986), *Orta Anadolu masifinin güneybatısında (Kırşehir yöresinde) petrografik ve petrotektonik incelemeler*, (Yayımlanmamış Doktora Tezi), H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Yaz, N. ve Sözen, A. (1965). Kesikköprü Madencilik Ltd. Şirketi Kesikköprü Demir Ruhsat sahaları hakkında rapor: (Rapor No: 3810), MTA, Ankara.
- Yaz, N. ve Sözen, A. (1967). Kesikköprü - Çelebi - Hirfanlı bölgesinin mayetit + hematit zuhurları hakkında rapor: (Rapor No: 4440) MTA, Ankara.
- Yıldızeli, N. (1972). Kaman güneyi demir prospeksiyonu: (Rapor No: 4948), MTA, Ankara.
- Yılmaz, S. (1960). Keskin-Çelebidağ Bölgesindeki granafelsler zuhuratı hakkında, (Rapor No: 3065), MTA, Ankara.
- Whitney, D. L., and Hamilton, M. A. (2004). Timing of high grade metamorphism in central Turkey and the assembly of Anatolia. *Journal of the Geological Society*, London, 161, 823–828.

DİZİN

-A-

Amfibol Şist x, 25

-B-Biyotit..... x, 27, 29, 30
Bozçaldağ Formasyonu .iv, vii, xi, 1, 10,
11, 18, 21, 22, 28, 35, 36, 40, 41, 45,
70**-C-**

Cevherleşme 40, 46

-D-Demir cevherleşmesi iv
dokanak 10, 21**-H-**

Hematit x, xi, xii, 23, 47, 48, 49, 51

-İ-

İç Anadolu Grubu ..iv, vii, 19, 21, 30, 70

-K-Kırıkkale-Çelebi iv, v, 13
Kırşehir Masifi ... iv, 7, 8, 10, 13, 14, 16,
18, 21, 24, 70, 84**-L-**

Limonitx, xi, xii, 23, 47, 48, 49, 51

-M-Manyetit .iv, x, xi, 23, 34, 35, 41, 43, 49,
50, 85
masif manyetitiv, 1, 35, 40, 43, 70
Masif manyetit cevherleşmesiiv
metamorfik birimleriv
Miyosen-Pliyosen yaşlıiv, 19, 21, 70**-O-**Orta Anadolu Granitoidleri.....iv, vii, x,
11, 17, 19, 27, 28, 29, 36, 40, 46, 70**-P-**Paleozoyik yaşlı.....iv, 18, 21, 24, 70
Petrografik İncelemex, xi, 26, 38
Piroksenx, 27, 37
Plajiyoklazx, 27**-S-**Skarn alterasyonuiv
skarn zonu (ekzoskarn).....iv**-Ü-**

Üst Kretase-Tersiyer yaşlı.....iv, 70

ÖZGEÇMİŞ

Deniz Ersanlı GENÇ doğdu. İlk ve orta öğretimi Ankara'da tamamladı. 2010 yılında Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2009 - 2012 yılları arasında JeoDijital Bilişim Teknoloji Madencilik Şirketinde Jeoloji Mühendisi olarak çalıştı. 2012 yılında Demir Export Anonim Şirketinde Jeoloji Mühendisi olarak çalışmaya başladı ve halen devam etmektedir. 2017 yılında Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı.

