

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

*ABDÜLALİLER (MAÇKA) MANGANEZ CEVHERLEŞMESİNİN JEOLojİK, JEOKİMYASAL VE MİNEROLOJİK  
ÖZELLİKLERİ*

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Jeoloji Müh. Bulut HEPYÜKSELEN**

**EYLÜL 2019  
TRABZON**



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce**

**Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /**

**Tezin Savunma Tarihi : / /**

**Tez Danışmanı :**

**Trabzon**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında  
Bulut HEPYÜKSELEN Tarafından Hazırlanan**

**ABDÜLALİLER (MAÇKA) MANGANEZ CEVHERLEŞMESİNİN JEOLJİK,  
JEOKİMYASAL VE MİNEROLOJİK ÖZELLİKLERİ**

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 28 / 05 / 2019 gün ve 1806 sayılı  
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
olarak kabul edilmiştir.

**Jüri Üyeleri**

**Başkan : Prof.Dr. Necati Tüysüz**

**Üye : Doç.Dr. Gülten YAYLALI ABANUZ**

**Üye : Doç.Dr. Enver AKARYALI**



**Prof. Dr. Asim KADIOĞLU**  
Enstitü Müdürü

## ÖNSÖZ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yapmış olduğum yüksek lisans tez çalışmasında, tez sürecinde tecrübesiyle bana yol gösteren, çalışmamı bitirmemde önemli katkıları olan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Gülten YAYLALI ABANUZ'a teşekkürü bir borç bilirim.

Laboratuvar çalışmalarında yardımlarıyla tez çalışmamı bitirmemde yardımcı olan Arş.Gör. Oğuzhan GÜMRÜK'e teşekkür ederim.

Tez yazım süreci boyunca ışığıyla yoluma ışık olan her türlü kaynağını ve bilgisini benimle paylaşan Prof. Dr. M. Burhan SADIKLAR'a teşekkür ederim.

Tez yazım sürecinde yardımlarını benden esirgemeyen Jeoloji Mühendisi Hülya KÖSE'ye teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin tamamlanmasında her konuda yanımda olan ve yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Ahmetcan İRDEM ve Nazlıgül KANDEMİR'e teşekkür ederim.

Bütün eğitim hayatım boyunca çok büyük zorluklara göğüs gerip maddi ve manevi desteğini esirgemeyen annem İmren UZAKMAN'a teşekkür ederim.

Başta Başöğretmen Gazi Mustafa Kemal ATATÜRK olmak üzere eğitim hayatım boyunca beni bir kıvılcımdan gür bir aleve dönüştüren bütün öğretmenlerime teşekkürü bir borç bilir, şükranlarımı sunarım.

Bulut HEPYÜKSELEN

Trabzon 2019

## TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Abdülaliler (Maçka) Manganez Cevherleşmesinin Jeolojik, Jeokimyasal ve Minerolojik Özellikleri” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Gülten YAYLALI ABANUZ ‘un sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı ve yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 27/09/2019

Bulut HEPYÜKSELEN

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa No

ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET.....	VII
SUMMARY.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XII
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı.....	1
1.3. Konum ve Ulaşım.....	2
1.4. İklim ve Bitki Örtüsü.....	3
1.5. Topoğrafya.....	3
1.6. Doğu Pontidlerin Jeolojik Gelişimi ve Jeolojisi.....	3
1.7. Bölgesel Jeoloji.....	4
1.8. Mangan veya Manganez ile İlgili Genel Bilgiler.....	6
1.9. Manganez Yataklarının Oluşum Ortamları ve Yatak Tipleri.....	9
1.9.1. Hidrotermal Manganez Yatakları.....	10
1.9.2. Sedimanter Manganez yatakları.....	10
1.10. Manganez Yataklarının Kökensel Sınıflaması.....	11
1.11. Türkiye’de Manganez Cevherinin Yataklanma Şekilleri.....	11
1.11.1. Epiofiyolitik Çökeller İçinde Gelişen Manganez Cevherleşmeleri.....	12
1.11.2. Siyah Şeyller İçindeki manganez Cevherleşmeleri.....	12
1.11.3. Karadeniz Yay Volkanizmasına Bağlı Manganez Yatakları.....	13
1.11.4. Trakya Havzasında Bulunan Manganez Yatakları.....	13
1.12. Önceki Çalışmalar.....	13

2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	15
2.1.	Arazi Çalışmaları.....	15
2.2.	Laboratuar Çalışmaları .....	15
2.2.1	Örneklerin Hazırlanması.....	15
2.2.2.	Kimyasal Analizler .....	16
2.2.2.1.	ICP-MS Analizleri.....	16
2.2.2.2.	Mikroprob Analizleri.....	16
2.2.3.	İnce Kesit ve Parlak Kesit İncelemeleri .....	16
2.3.	Ofis Çalışmaları.....	17
3.	BULGULAR ve İRDELEME .....	18
3.1.	Çalışma Sahasının Jeolojisi .....	18
3.1.1.	Dasit.....	19
3.1.2.	Ardalanmalı Tortul Seri.....	22
3.1.3.	Dasitik Tüf-Breş .....	25
3.1.4.	Andezitik Tüf Breş .....	26
3.1.5.	Alüvyonlar.....	28
3.2.	Cevherleşme .....	28
3.2.1.	Alterasyon.....	31
3.3.	Cevher Petrografisi .....	35
3.3.1.	Parajenez ve Süksesyon.....	41
3.4.	Mineral Kimyası .....	42
3.5.	Abdülaliler Manganez Cevherleşmesinin Jeokimyasal Özellikleri.....	48
3.5.1.	Abdülaliler Manganez Cevherleşmesinin Ana Oksit Jeokimyası .....	48
3.5.2.	Abdülaliler Manganez Cevherleşmesinin İz Element Jeokimyası .....	59
3.5.3	Nadir Toprak Elementleri Jeokimyası.....	65
3.5.4	Cevherleşmenin Kökeni .....	70
4.	SONUÇLAR.....	73
5.	KAYNAKLAR.....	75
	ÖZGEÇMİŞ	

## ÖZET

### ABDÜLALİLER (MAÇKA) MANGANEZ CEVHERLEŞMESİNİN JEOLJİK, JEOKİMYASAL ve MİNEROLOJİK ÖZELLİKLERİ

Bulut HEPYÜKSELEN

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Doç. Dr. Gülten YAYLALI ABANUZ  
2019, 92 (Tez Sayfa)

İnceleme alanındaki cevherleşmeler Trabzon ilinin Maçka ilçesine bağlı Abdülaliler köyünde bulunmaktadır. Cevherleşme Abdülaliler mah. yöresinde Mağara Tepe’de dasitik tüf- breşler içerisinde bulunan kırmızı kireçtaşı katmanları içinde duruşları KD – GB 10-20 derece arasında değişen eğilimlerle KB’ya dalımlı katmanlanma ile uyumlu olarak kısa mercerler ve belli boyutlarda damarlar şeklinde yerleşmiş manganez cevherleşmeleridir. Çevre kayalardan dasit porfiri dokuya sahip yüksek derecede altere olmuştur. Arazideki birimlerde hakim alterasyon kloritleşmedir. Karakteristik cevher minerali pirolüsit ve psilomelandır. Pirolüsitler radyal ve ışınsal bir yapıya sahip iken psilomelanlar kolloform bir yapıda gözlenir. Cevherleşmenin jeokimyasal incelemesi sonucunda ana oksit içerikleri (MnO oranı % 0.12 ile % 53.83 arasında değişmekte olup ortalama % 22.36’dır, SiO<sub>2</sub> oranı ortalama % 35.93’tür) denizaltı hidrotermal yataklar ile uyumludur. NTE değerlerinde Ce ve Eu negatif anomali gösterir ve bu negatif anomali hidrotermal yataklarda karakteristiktir. Eu’nun negatif anomali göstermesi cevherleşmenin oluştuğu sıcaklığın 250°C altında olduğunun karakteristik özelliğidir.

**Anahtar Kelimeler:** Abdülaliler (Maçka), Manganez, Hidrotermal Manganez Yatakları.



## SUMMARY

### GEOLOGICAL, GEOCHEMICAL and MINEROLOGICAL CHARACTERISTICS OF ABDÜLALİLER (MAÇKA) MANGANESE MINERALIZATION

Bulut HEPYÜKSELEN

Karadeniz Technical University  
Institute of Science  
Geology Engineering Graduate Program  
Supervisor: Assoc. Prof. Gülten YAYLALI ABANUZ  
2019, 92 (Pages)

The mineralizations in the study area are located in the village of Abdülaliler in the Maçka district of Trabzon. Mineralization of Abdülaliler mah at Mağara Tepe contains dacitic tuff-breccia and within it the red limestone layers which contains manganese mineralizations which are settled in the form of short lenses and certain sizes of veins in accordance with layering and these mineralizations postures are NE – SW with trends ranging from 10 – 20 degrees prone to NW. Among these rock dacits has porphyriac texture and are highly altered, chloritization is the predominant alteration of these rocks. Characteristic ore minerals in this area are pyrolusite and psilomelane. While pyrolusites have radial structure, psilomelanes has colloform. As a result of geochemical investigation of mineralization, main oxide contents (MnO ratio ranged from 0.12% to 53.83%, with an average of 22.36%, SiO<sub>2</sub> ratio 35.93%) and is compatible with the submarine hydrothermal deposits. Ce and Eu shows negative anomalies in NTE and this negative anomaly is characteristic in hydrothermal deposits. The negative anomaly of Eu is characterized by the fact that the temperature at which mineralization occurs is below 250 ° C.

**Keywords:** Abdülaliler(Maçka), Manganese, Hydrothermal Manganese Deposits.

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1	Çalışma sahasına ait yer bulduru haritası..... 2
Şekil 1.2.	Doğu Pontidler'in kuzey zonuna ait stratigrafik kolon kesit (Eyüboğlu vd. 2014'den değiştirilerek). .... 5
Şekil 1.3.	Doğu Pontid Orojenik Kuşağı'nın litolojisi (Güven 1993'ten değiştirilerek).. 6
Şekil 1.4.	Türkiye'deki manganez cevherinin yataklanma şekilleri (Öztürk, 1993)..... 12
Şekil 3.1.	Çalışma alanının 1/10.000 ölçekli genel jeoloji haritası ..... 18
Şekil 3.2.	Bölgenin dikme kesiti (Barut 1987'dan değiştirilerek). .... 19
Şekil 3.3.	Dasit'in arazideki makro görünümü..... 20
Şekil 3.4.	Porfirik dokuya sahip iri kristalli dasitin arazideki görünümü..... 21
Şekil 3.5.	Dasite ait ince kesit görüntüleri (a: tek nikol (-), b: çift nikol (+) q: kuvars). 21
Şekil 3.6.	Dasit'e ait plajiyoklas kristallerinin mikroskop görüntüleri (a: tek nikol (-), b: çift nikol (+) plj: plajiyoklas). .... 22
Şekil 3.7.	Dasitte gözlenen serizitleşme, kloritleşme ve albitleşmenin mikroskop görüntüleri (a: tek nikol (-), b: çift nikol, q: kuvars, byt: biyotit). .... 22
Şekil 3.8.	Tortul ardalımalı serinin arazideki görünümü. .... 23
Şekil 3.9.	Ardalımalı tortul seri içerisindeki klorit seviyesi. .... 24
Şekil 3.10.	Mangan cevherleşmesinin bulunduğu kırmızı kireçtaşından bir ince kesit fotoğrafı (a,c: tek nikol(-), b,c: çift nikol (+), Folk ,1962'ye göre biyomikrit)..... 24
Şekil 3.11.	a) Arazide yüzeylenen alterasyona uğramış (killeşme-limonitleşme-kloritleşme) dasitik tuf-breş. b) Dasitik tuf-breşler içerisinde yer yer mercek ve ince seviyeler şeklinde izlenen kırmızı kireçtaşı, killi kireçtaşı ve tüfitler. .... 25
Şekil 3.12.	Hyalomikrolitik dokuya sahip dasitik tuf breş (tek nikol görüntüsü, q: kuvars). .... 26
Şekil 3.13.	Arazide soğan kabuğu şeklinde ayrılmış andezitik tuf-breş..... 27
Şekil 3.14.	Andezitik tuf breş içerisindeki manganez oluşumu. .... 27
Şekil 3.15.	Hipokristalin dokuya sahip andezitik tuf breşin mikroskop görüntüsü (a: tek nikol (-), b: çift nikol (+), q: kuvars, plj: plajiyoklas). .... 28
Şekil 3.16.	Kırmızı kireçtaşı içerisindeki Abdülaliler Mn cevherleşmesi ..... 29
Şekil 3.17.	Tabakayla uyumlu bir şekilde gelişen manganez cevherleşmesi ..... 29
Şekil 3.18.	Mercek ve damar şeklindeki Mn cevherleşmesi ..... 30
Şekil 3.19.	Kırmızı kireçtaşı içerisinde gelişen Mn cevherleşmesi ..... 30

Şekil 3.20.	Masif manganez cevherleşmesi.....	31
Şekil 3.21.	Mendi dere boyunca yüzeylenen killeşmiş dasitlere ait bir arazi görüntüsü..	32
Şekil 3.22.	Mendi dere boyunca yüzeylenen kloritleşmiş dasitlere ait bir arazi görüntüsü.....	32
Şekil 3.23.	Kırmızı kireçtaşları içerisinde tabakaya uyumlu olarak gelişen alterasyona ait bir arazi görüntüsü (a: limonitleşme, b: killeşme, c: kloritleşme).....	33
Şekil 3.24.	Dasitik tuf breş içerisinde yoğun olarak gelişmiş klorit zonu.....	34
Şekil 3.25.	Kırmızı kireçtaşları içerisinde mercek şeklinde gelişen klorit alterasyon zonu.....	34
Şekil 3.26.	Andezitik tuf breşe ait silisleşmenin arazi görünümü. ....	35
Şekil 3.27.	Cevher mineralleri ve gang minerali kalsitin mikroskop görüntüleri .....	36
Şekil 3.28.	Kalsit gang minerali içerisinde özşekilli ve yarı özşekilli braunit mineralleri	37
Şekil 3.29.	Braunit minerallerinin ornatım ve kırılma sonucu pirolüsite dönüşmeleri (br: braunit, pr: psilomelan, k: kalsit). ....	37
Şekil 3.30.	Braunit mineralinin ornatım ve kırılma sonucu pirolüsite dönüşümü .....	38
Şekil 3.31.	Pirolüzit ve psilomelan minerallerinin mikroskopik görüntüleri .....	38
Şekil 3.32.	Işınal pirolüzit minerallerinin mikroskopik görüntüleri .....	39
Şekil 3.33.	Gang minerali içerisinde ışınal pirolüzit ve özşekilli braunit mineralleri ....	39
Şekil 3.34.	Kolloform yapıli psilomelan minerali, manganit ve pirolüzit (k1: 1. fazda oluşan gang minerali k2: 2. fazda oluşan gang minerali).....	40
Şekil 3.35.	Manganit ve pirolüzitin mikroskopik görünümleri .....	40
Şekil 3.36.	Kalsit gangı içerisinde oluşan pirolüzit ve braunit mineralleri. ....	41
Şekil 3.37.	Pirolüzit ve psiloman minerallerinin mikroprob görüntüleri .....	43
Şekil 3.38.	Pirolüzit ve braunit minerallerinin mikroprob görüntüleri.....	44
Şekil 3.39.	Manganit ve braunit mineralleri ve kafes yapısı içerisinde hapsolmuş muhtemel Au .....	44
Şekil 3.40.	Braunit mineralinin mikroprob görüntüsü.....	45
Şekil 3.41.	Abdülaliler manganez cevherleşme sahasından alınan örneklerin içerdiği elementlerin birbirleriyle ilişkisini gösteren diyagram .....	53
Şekil 3.42.	Abdülaliler cevherleşmesine ait (Ni+Co+Cu) x10–Fe–Mn diyagramı (Bonotti ve diğ., 1972; Crear ve diğ., 1982). ....	54
Şekil 3.43.	Abdülaliler manganez sahasının cevher örneklerinin TiO <sub>2</sub> – Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ayırım diyagramı.....	56
Şekil 3.44.	Cevher örneklerinin Si-Al diyagramı (Peters, 1988).....	57
Şekil 3.45.	Manganez örneklerinin Si-Al diyagramı (Crear, 1982) .....	57

Şekil 3.46.	Abdülaliler manganez cevherleşmesinin Mn, Fe ve Al içeriklerine göre diğer yataklar ile karşılaştırılması, (Panagos ve Varnavas, 1984), (DPY: Doğu Pasifik Yükselimi).....	58
Şekil 3.47.	Abdülaliler manganez sahasının logFe/Mn ve logBa diyagramı ve farklı tür manganez yatakları ile kıyaslanması (Boström, 1983). ....	59
Şekil 3.48.	Abdülaliler manganez cevherleşmesinin Zn-Ni-Co diyagramı (Choi ve Hariya, 1992).....	62
Şekil 3.49.	Abdülaliler cevher örneklerinin Co/Zn ve Co+Ni+Cu diyagramı (Gültekin, 1997).....	64
Şekil 3.50.	Abdülaliler cevher örneklerinin Co+Ni ve As+Cu+Mo+Pb+V+Zn diyagramı (Gültekin, 1997). ....	64
Şekil 3.51.	Abdülaliler manganez cevher örneklerinin normalize edilmiş NTE diyagramı.....	67
Şekil 3.53.	Deniz tabanında hidrotermal etkiler sonucu manganez yataklarının oluşum modeli. Fe ve Mn: bazaltik kabuktan kaynaklanan elementler. U: çözültü kaynaklı, <sup>3</sup> He: üst mantodan kaynaklı (PO <sub>4</sub> ) <sup>-3</sup> deniz suyundan elde edilen elementleri temsil etmektedir (Bonatti, 1975).....	71
Şekil 3.54.	Hidrotermal manganez yatağının okyanusal kabuktaki yeri ve çevre kayaları (Bonatti, 1975). ....	72

## TABLolar DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Tablo 1.1. Başlıca Mangan Mineralleri (DPT,2001).....	7
Tablo 1.2. Manganın Clark sayısı, çeşitli ortamlarda ve çeşitli kayaç türlerindeki bollukları (Krauskopf,1979 ve Rose ve diğ.,1979).....	9
Tablo 3.1. Parajenez Tablosu.....	41
Tablo 3.2. Mikroprob ölçümleri sonucu cevher örneklerinin oksit içerikleri.....	46
Tablo 3.3. Elementlerin mineral bünyesine katyon katılımları, detaylı mineral formülü, genel mineral formülü ve mineral adı.....	47
Tablo 3.4. Cevher örneklerinin ana oksit içerikleri (%).....	50
Tablo 3.5. Tanımlanmış farklı mangan yataklarının eser ve ana element içerikleri (eser elementler ppm, ana elementler % cinsindedir).....	51
Tablo 3.6. Abdülaliler mangan cevherleşmesi ile ilişkili Mn-oksit cevherlerinin korelasyon ilişkileri.....	52
Tablo 3.7. Cevher örneklerinin Fe, Mn ve Fe/Mn oranları.....	55
Tablo 3.8. Cevher örneklerinin iz element içerikleri (ppm).....	60
Tablo 3.9. Mangan yataklarının tanımlanmasında kullanılan jeokimyasal veriler (Gültekin, 1997).....	61
Tablo 3.10. Abdülaliler cevher örneklerinin iz element konsantrasyonları.....	63
Tablo 3.11. Cevher örneklerinin Nadir Toprak Elementi analiz sonuçları.....	66
Tablo 3.12. Farklı mangan yataklarının Mn-cevher ve kabuk oluşumuna ait NTE değerleri.....	69

## SEMBOLLER DİZİNİ

DPY: Doğu Pasifik Yükselimi

G: Güney

GB: Güneybatı

GD: Güneydoğu

K: Kuzey

KB: Kuzeybatı

KD: Kuzeydoğu

ICP – MS: Inductively Coupled Plassma Mass Spectrometer

MTA: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü

Ppm: Milyonda

Plj: Plajiyoklas

Q: Kuvars

## **1.GENEL BİLGİLER**

### **1.1. Giriş**

Avrupa'nın doğusundan başlayıp, Orta Asya'yı içerisine alıp Pasifik Okyanusu'na kadar uzanan Alp-Himalaya kuşağının bir parçası olan Doğu Pontidler farklı tiplerde ekonomik cevherleşmeleri bünyesinde barındırır ve bu özelliği sebebiyle dünyanın önemli metalojenik bölgelerinden birisidir. Özellikle masif sülfid, porfiri bakır, skarn ve epitermal damar tipi Cu, Pb, Zn, Au ve Ag gibi maden yataklarını içeren bu bölgenin jeolojisi, tektoniği ve maden yatakları çok sayıda farklı çalışmaya konu olmuştur (Gattinger, 1962; Dixon ve Pereire, 1974; Adamiya, ve diğ., 1977; Aslaner, 1977; Pejatoviç, 1979; Leitch, 1981; Şengör ve Yılmaz, 1981; Tüysüz ve Er, 1995; Yalçınalp, 1992; Bektaş ve Güven, 1995; Lermi, 1996; Akçay, ve diğ., 1998; Tüysüz, 2000; Çiftçi, 2000; Lermi 2003; Eyüboğlu 2010).

Doğu Karadeniz Bölgesi'ni içerisine alan Doğu Pontid manganez cevherleşmeleri Üst Kretase yaşlı volkanotortul birimlerle ilişkilidir. Volkanitlerle ardalanmalı gelişen marn, kireçtaşı dokanaklarında ve biyomikritik (kırmızı) kireçtaşları içinde bulunurlar (Gedikoğlu ve diğ., 1985).

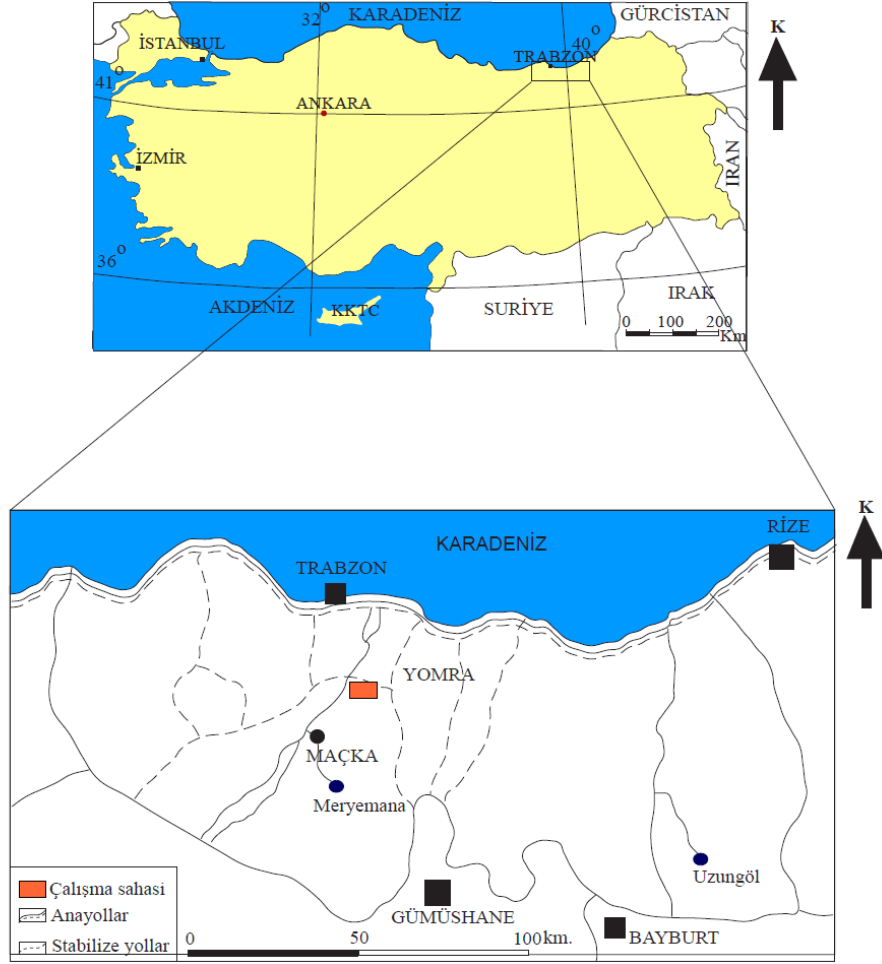
### **1.2. Çalışmanın Amacı**

Bu çalışma kapsamında Abdülaliler manganez cevherleşmesinin jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal özellikleri ve oluşum koşulları, çökme ve cevherleşme safhalarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda bölgeden 9 adet cevher ve 10 adet yan kayaç örneği alınmıştır. Alınan cevher örnekleri üzerinde ana oksit içeriği, eser element, NTE ve mikroprob analizleri yapılmıştır. Yapılan analiz doğrultusunda çeşitli diyagramlardan da faydalanılarak Abdülaliler cevherleşmesinin sınıflaması jeolojik evrimi, jeokimyasal ve mineralojik özellikleri tanımlanmıştır.

### 1.3. Konum ve Ulaşım

İncele alanı Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Trabzon il merkezinin 16 km. güneydoğusunda Çağlayan ilçesinin 5.5 güneydoğusunda G43 – a3 paftası sınırları içerisinde Abdülaliler Mahallesi'nde yer almaktadır (Şekil 1.1).

İnceleme alanında bulunan manganez zuhuruna Çağlayan ve Maçka'dan ayrılan stabilize yollarla yaklaşık 5.5 km. mesafe katedilerek ulaşılır. Yerleşim merkezlerine ulaşım ise çok sayıda stabilize yol ile sağlanır. Düşük kotlarda mahalleler şeklinde kısmen toplu, yüksek kotlarda ise daha dağınık bir yerleşim şekli gözlenir.



Şekil 1.1 Çalışma sahasına ait yer buldurur haritası.



#### **1.4. İklim ve Bitki Örtüsü**

İnceleme alanında hemen hemen her mevsim yağışlı karakteristik özelliğe sahip Karadeniz iklimi etkilidir.

Çağlayan ilçesi Abdülaliler yöresinde yerleşme merkezlerine yakın yerlerde fındık ağaçları, meyve ağaçları ve kızılığaç daha yüksek kotlarda ise orman gülleri, yer yer meşe ve çam ağaçları bulunur.

#### **1.5. Topoğrafya**

İnceleme alanında izlenen akarsu vadileri ve tepelerden oluşan yükseltiler genelde önemli engebeler oluştururlar. Sahadaki en önemli nehir, çalışma alanını neredeyse kuzeyden güneye kat eden Mendi Dere (300 – 350m.)’dir.

#### **1.6. Doğu Pontidlerin Jeolojik Gelişimi ve Jeolojisi**

Alp-Himalaya orojenik kuşağının parçası olan Doğu Pontidler, Tetis okyanus kabuğunun, kıtasal kabuğun altına yitimi sonucunda oluşmuştur. Pontidlerin jeolojik evrimi bilimsel olarak hala tartışma konusu olmakla birlikte bu evrimleşme ile ilgili üç farklı görüş mevcuttur. Bu görüşlerden ilki Paleotetis okyanus kabuğunun Paleozoyik’ten Eosen sonuna kadar devam eden kuzey yönlü yitimi sonucunda oluştuğunu ve Pontidlerin Avrasya kıtasının bir parçası olduğu yönündedir (Adamiya ve diğ.,1977; Tokel, 1977). Bu görüşün yanı sıra Şengör ve Yılmaz (1981) Pontidlerin jeolojik evrimi için iki farklı yitim modelini öne sürmüşlerdir. Bu modelde Paleotetis okyanusu Pontidler’in kuzeyinde yer almaktadır ve bu okyanus kabuğu Paleozoyik’ten Dogger’e kadar güney yönlü bir yitime maruz kalmıştır, ikinci safhada ise yay gerisi açılan ve olgunlaşan Neotetis okyanus kabuğu Dogger’dan itibaren kuzey yönlü Pontid kıtasının altına dalım yapar. Bu her iki görüşün temelini arka güneyinde yer alan ultramafik kayaların bünyesinde Paleotetis ve Neotetis okyanusuna ait parçalar bulunması oluşturmaktadır. Son görüş olarak Dewey ve diğ., (1973), Chorowicz (1998) ve Bektaş ve diğ., (1984 ve 1999) bugünkü Karadeniz’i Paleotetis’in bir parçası ve kalıntısı olarak kabul eder. Pontid kuşağının Paleozoyik’ten Eosen sonuna kadar devam eden güney yönlü bir yitim zonu üzerinde şekillendiğini kabul ederler. Ayrıca Eyüboğlu (2010), Doğu Pontidlerde yüzeylenen bütün kayaç birimlerinden elde ettiği jeokimyasal, izotopik ve jeokronolojik verileri dikkate alarak Pontidler için güneye doğru iki safhadan oluşan bir

yitim modeli oluşturmıştır. Buna göre, Paleotetis okyanus kabuğunun güneye doğru yitiminin ilk safhası, Doğu Pontidler’de tektonik ve magmatik açıdan duraylılık dönemine karşılık gelen Malm-Erken Kretase döneminde mantonun bölgesel çökmesine bağlı olarak, güneye doğru yiten okyanus kabuğunun geriye doğru bükülmesi (roll-back) ve kopması (break off) ile son bulmuştur. Ancak kalan okyanus kabuğu Üst Kretase’den itibaren güneye doğru yitime devam ederek kuzeyde Turoniyen’de başlayan toleyitik volkanizmaya, güneyde ise Erken Kampaniyen’ de başlayan potasyumca zengin volkanizmayı oluşturur. Bu modele göre Karadeniz ve Hazar Denizi, Paleotetis okyanusunun kalıntılarıdır ve Pontidler Gondwana kıtasının bir parçasıdır.

### **1.7. Bölgesel Jeoloji**

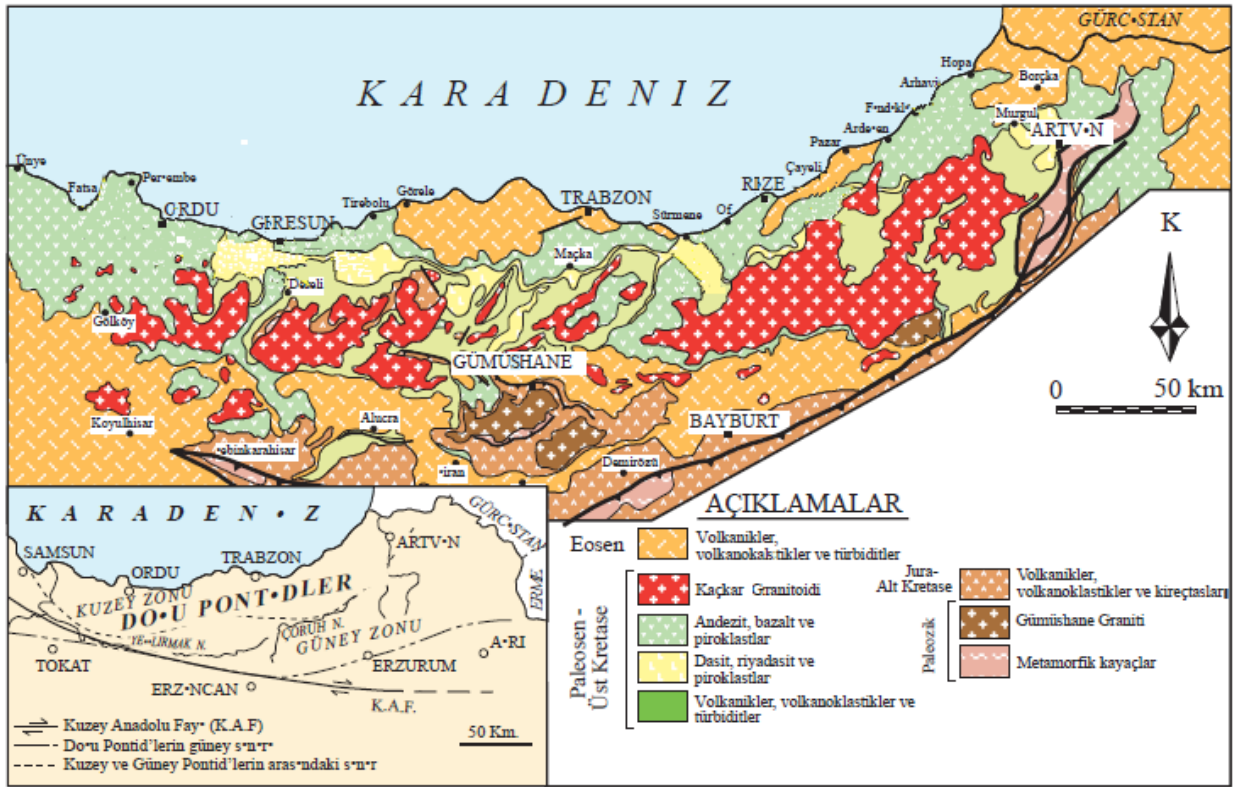
Türkiye’nin kuzeydoğusunda bulunan Doğu Pontid Orojenik kuşağı, Alp-Himalaya sisteminde dahil olup, 600 km. uzunluğunda Karadeniz’den güneydoğuya doğru paralel uzanan 200 km genişliğindeki bölümdür. Doğu Pontid Orojenik Kuşağı, bölgede bulunan kayaç birlikteliklerinin özelliklerine bağlı olarak; ‘‘Kuzey Zon’’, ‘‘Güney Zon’’ ve ‘‘Eksen Zonu’’ olmak üzere üç alt bölüme ayrılmıştır (Bektaş vd. 1995). Çalışma sahası kuzey zonu içerisindeki Üst Kretase yaşlı volkanotortul birimlerle ilişkilidir (Şekil 1.2). Doğu Pontid Orojenik kuşağı kuşak kuzeyden güneye doğru önemli litolojik değişiklikler gösterir (Şekil 1.3).

Kuzey Zonu Paleozoik oluşumlu metamorfik ve granitik kayaçlar oluştururken, kuzey zonunda Erken Jura yaşlı bazaltik ve andezitik piroklastlar hakim iken, Geç Jura – Erken Kretase geçişinde masif ve tabakalanmalı kireçtaşları uyumsuz olarak örtmüştür. Metalojenez olarak bu birimlerin içerisinde yer yer skarn oluşumları mevcuttur. Doğu Pontidlerin Kuzey Zonu kayaç oluşumu Geç Kretase Yaşlıdır. Bu kayaçlar, Geç Kretase yaşlı yüksek potasyumlu volkanik kayaçlar, felsik intrüzyonlar ve tortul kayaçlar olarak ana kayaç bölümleri içermektedir. Porfiri Cu-Mo, Epitermal Au - Ag maden yatakları Kuzey Zonunun Geç Kretase yaşlı bu kayaçları içerisinde gelişmiştir. Bu tezin konusu olan Abdülaliler Manganez Zuhuru da Kuzey Zon içerisinde bulunan Geç Kretease yaşlı piroklastlar ve bunların içerisinde gelişen tortul seviyelerle ilişkilidir.

ÜST ZAMAN	ZAMAN	DEVRE	LİTOLOJİ	AÇIKLAMA
F A N E R O Z O Y İ K	M E Z O Z O Y İ K	JURA ÖNCESİ TABAN	Metamorfik kayalar	Granitik kayalar
				Baslıca bazaltik andezitik volkanik ve piroklastik kayalar
				Masif ve kaba tabakalanmalı, gri renkli kireçtaşları
M E Z O Z O Y İ K	M E Z O Z O Y İ K	ERKEN JURA	Skarn	Granitik kayalar
				Kireçtaşı ve marn ara seviyeleri içeren dasit - riyodasit ve piroklastikleri
				Porfirli Dasit
M E Z O Z O Y İ K	M E Z O Z O Y İ K	GEÇ JURA-ERKEN KRETASE	Mor renkli dasitik kayalar	Kireçtaşı ve marn ara seviyeleri içeren dasit-riyodasit ve piroklastikleri
				Mor renkli dasitik kayalar
				İnce - orta tabakalanmalı, gri kireçtaşı kırmızı biyomikrit, felsik piroklastik ardanması
M E Z O Z O Y İ K	M E Z O Z O Y İ K	GEÇ KRETASE	Porfirli Cu-Mo, Epitermal Au-Ag	Kumlu kireçtaşı, kireçtaşı, marn ara seviyeleri içeren bazalt - andezit ve piroklastikleri
				Pembemsi renkli, biyotitçe zengin dasit-riyodasit ve piroklastikleri
				İnce orta tabakalanmalı, sarı renkli kumlu kireçtaşı- gri kireçtaşı-kırmızı biyomikrit marn ardanması
M E Z O Z O Y İ K	M E Z O Z O Y İ K	TERSIYER	Alüvyon	Bazaltik Kayalar
				Konglomera-kumlu kireçtaşı-kumtaşı-marn ardanmalı, andezit-bazalt ve piroklastikleri
				Granitik Kayalar

ölçeksiz

Şekil 1.2. Doğu Pontidler'in kuzey zonuna ait stratigrafik kolon kesit (Eyüboğlu vd. 2014'den değiştirilerek).



Şekil 1.3. Doğu Pontid Orojenik Kuşağı'nın litolojisi (Güven 1993'ten değiştirilerek).

### 1.8. Mangan veya Manganez ile İlgili Genel Bilgiler

Mangan doğada oksit, karbonat ve silikat bileşikler bulunan metalik özelliklere sahip elementtir. Doğada bünyesinde mangan olan 300'den fazla mineral mevcuttur. "U.S. Bureau of Mines" a göre Mn içeriği en az %35 olan cevherler "manganez cevheri" olarak adlandırılmaktadır. Mangan minerallerinden en önemlisi Piroluzit ( $MnO_2$ ) olmakla birlikte, başlıca mangan mineralleri Tablo 1.1.'de verilmiştir.

Tablo 1.1. Başlıca Magan mineralleri (DPT, 2001).

<i>Mangan mineralleri</i>	<i>Kimyasal bileşimleri</i>	<i>Renk</i>	<i>Mn%</i>	<i>Sertlik</i>	<i>Yoğunluk (ton/m<sup>3</sup>)</i>
<i>Ramsdellit</i>	MnO <sub>2</sub>	Koyu gri-siyah	63	3	4.7
<i>Psilomelan</i>	BaMn <sub>9</sub> O <sub>18</sub> 2H <sub>2</sub> O	Siyah-koyu gri	35-60	5-6	4.4-4.7
<i>Kriptomelan</i>	KMn <sub>8</sub> O <sub>16</sub>	Siyah-çelik grisi	45-60	5-6	4.3
<i>Manganit</i>	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O	Siyah-çelik grisi	62	4	4.3
<i>Braunit</i>	3Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> MnSiO <sub>3</sub>	Kahverengi-siyah	50-60	6-6.5	4.7-4.9
<i>Rodokrozit</i>	MnCO <sub>3</sub>	Kırmızı-pembe	48	3.5-4.5	3.3-3.6
<i>Biksbit</i>	(Mn,Fe) <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Siyah	30-40	6	5
<i>Jakopsit</i>	MnFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Siyah	24	6	4.8
<i>Hollandit</i>	BaMn <sub>8</sub> O <sub>16</sub>	Siyah-çelik grisi	24	6	4.5-5
<i>Koronadit</i>	PbMn <sub>8</sub> O <sub>16</sub>	Siyah-çelik grisi	24	5.2-5.6	4.5-5
<i>Rodonit</i>	MnSiO <sub>3</sub>	Pembe	42	5.5-6.5	3.4-3.6
<i>Hausmanit</i>	(Mn <sup>2+</sup> Mn <sup>3+</sup> ) <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Kahverengi-Siyah	72	4.8	4.7-5
<i>Piroluzit</i>	MnO <sub>2</sub>	Çelik grisi-siyah	63.2	6-7	5

Mangan veya manganез ilk olarak 1774 yılında İsviçreli kimyager Carl Wilhelm Scheele tarafından saptanmış, aynı sene içerisinde kimyagerin yardımcısı Johan Gottlieb Gahn tarafından ilk madensel içerikli manganез üretilmiştir. Manganın 4 ayrı allotropu ve 3 önemli iyonu bulunmaktadır. Bu iyonlar; Mn<sup>+2</sup>, Mn<sup>+3</sup>, Mn<sup>+4</sup> olup, en yaygın iyonu Mn<sup>+2</sup>'dir. Mangan yüksek sıcaklıklarda havayla ya da oksijenle yanar. Soğukken suyla yavaşça, ısıtıldığında ise hızlı bir şekilde ayrışır. Manganез seyreltik mineral asitlerle kolay çözünür ve bunun sonucunda hidrojen açığa çıkar. Mn<sup>+2</sup> iyonu yüzeysel ortamlarda ise Ca<sup>+2</sup> iyonuna, derin ortamlarda Fe<sup>+2</sup> iyonuna benzer özellikler gösterir.

Magmanın kristallenmesi esnasında Mn<sup>+2</sup> ile Fe<sup>+2</sup> mafik minerallerin bünyesine girer. Öngan özellikle biyotitlerin ve amfibollerin bünyesinde zenginleşir. Yüzeysel kaynaklı sulu ortamlarda Mn iyonlarının hareketliliği Fe'e göre yüksektir. Çözünme esnasında mangan daha hızlı çözültüye karışır. Standart Eh ve pH koşullarında Mn<sup>+2</sup> değerlikle çözültüdeki varlığını sürdürür, demir ise oksitlenerek çökler. Mn mineralleri okside ve bazik koşullarda Fe minerallerine göre daha fazla çökmeye meyillidir. Bu sebepten ötürü, derin ortamlarda benzerlik ve birliktelik gösteren Fe ve Mn iyonları yüzey koşulları altında birbirlerinden ayrı özellikler gösterirler. Manganın kayaç tipleri içerisindeki

ve ortamdaki yoğunlukları ve clark sayısı Tablo 1.2’de verilmiştir (Krauskopf, 1979 ve Rose ve diğ., 1979).

Manganezin en önemli kullanım alanı, genellikle ferro-manganez ve silisli manganezli demirin ürün olarak kullanıldığı demir çelik sanayiidir. Manganez karbonla birlikte demirin en önemli alaşım bileşenidir. Normal demire %1 oranında mangan katılarak, demirin çekme direnci artırılır.

Manganez yatakları sedimanter ve hidrotermal olmak üzere temelde iki gruba ayrılır. Bu iki grubta da karşılaşılan manganez bileşikleri başlıca oksitler, silikatlar ve karbonatlar halindedir. Ekonomik yönden en önemli yataklar sedimanter tip mangan yataklarıdır. Sedimanter tip yataklar eski kıyı hatlarında, sığ su ortamlarda terrijen çökellerle ilişkilidir.

Denizel ortamlarda oluşan sedimanter manganez yatakları hidrojenetik veya diajenetik özellikler gösterebilirler. Diajenetik (sedimanların gözenek suyundan yataklanma) ve hidrojenetik (deniz suyundan yataklanma) yataklanma tipleri denizel kökenli Fe-Mn nodüllerinin oluşmasını sağlar.

Hidrotermal mangan cevherleşmeleri genellikle küçük boyutlu oluşumlar şeklindedir. Bunlar okyanus ortası sırtlarda veya ada yayılmalarında büyük uniform fayların çevresinde ve volkanik merkezler etrafında oluşurlar (Rona 1978,1984).

Dünya’da başlıca mangan yatakları; Nikopol-Ukrayna (Sedimanter), Hazara-Pakistan (Hidrotermal-Hidrojenetik), Guichi-Çin (Sedimanter), Baby Bare KD Pasifik Okyanusu (Hidrotermal), Waziristan-Pakistan (Volkanosedimanter)’da bulunmaktadır.

Türkiye’de başlıca mangan yatakları; Çayırılı (Ankara-Haymana) (Volkanosedimanter), Binkılıç-Trakya (Sedimanter), Yozgat (Eymir) (Hidrotermal-Hidrojenetik), Kaşmağa-Kırıkkale (Volkanosedimanter), Ulukent-Tavas-Denizli (Sedimanter) yataklarıdır.

Türkiye’deki mangan yatakları;

- Epiofiyolitik çökeller içinde gelişen manganez cevherleşmeleri,
- Siyah şeyller içindeki manganez cevherleşmeleri,
- Karadeniz yay volkanizmasına bağlı manganez cevherleşmeleri,

- Trakya havzasında bulunan manganez yatakları (Öztürk, 1993).

Tablo 1.2. Manganın Clark sayısı, çeşitli ortamlarda ve çeşitli kayaç türlerindeki bollukları (Krauskopf,1979 ve Rose ve diğ., 1979)

<i>Ortam veya Kayaç Türü</i>	<i>Bolluk derecesi</i>
<i>Mn Clark Sayısı</i>	<i>1000 ppm</i>
<i>Ultramafik Kayaçlarda</i>	<i>1040 ppm</i>
<i>Mafik Kayaçlarda</i>	<i>1500 ppm</i>
<i>Granitik Kayaçlarda</i>	<i>390 ppm</i>
<i>Kireçtaşlarında</i>	<i>1100 ppm</i>
<i>Şeyllerde</i>	<i>850 ppm</i>
<i>Toprakta</i>	<i>320 ppm</i>
<i>Bitki külü</i>	<i>6700 ppm</i>
<i>Akarsular</i>	<i>15 ppb</i>
<i>Deniz suyunda</i>	<i>50 ppb</i>

### 1.9. Manganez Yataklarının Oluşum Ortamları ve Yatak Tipleri

Manganez yatakları genel olarak sedimanter ve hidrotermal olmak üzere iki ana başlık altında toplanırlar. Sedimanter tip manganez yatakları ‘‘sığ-denizel manganez yatakları’’ olarak adlandırılırlar ve bu yataklar manganez yatakları içinde en önemli manganez yataklarıdır. Herhangi bir hidrotermal özellik göstermeyen manganez yatakları süperjen olarak adlandırılırlar. Manganez yataklarına ait bir diğer sınıflama da Hein ve diğ. (1992) tarafından ileri sürülmüştür. Bu sınıflamada yatağın oluşum şekli dikkate alınmıştır. Hidrotermal yataklar çoğunlukla küçük oluşumlar halindedir. Güncel hidrotermal manganez yataklarına hem karasal hem de derin denizel ortamlarda rastlanabilir. Okyanus tabanı hidrotermal yataklar genellikle ada yaylarında büyük transform faylar etrafında, okyanus ortası yayılma sistemlerinde ve volkanik merkezlerde gelişir (Rona 1978,1984).

### 1.9.1. Hidrotermal Manganez Yatakları

Cevher genellikle merccek veya yığın şekilli kütleler halinde olmakla beraber damar tipi cevherleşme daha az olarak gelişir. Cevherleşme özellikle mercceğin tavanında ve tabanında yer alır. Bu yataklar dasitik veya traki-riyolitik volkanik kayalarla ilişkilidirler. Başlıca cevher mineralleri psilomelan ve pirolüzittir. Ayrıca manganit, braunit ve hausmanit gibi mangan oksit mineralleride gelişir. Oluşumlarında hidrotermal faaliyet etkili olduğu için bu yatakların en önemli özelliği Au, Ag, Pb, Ti, Co, Zn, Ba, Cu, Sb gibi volkanik kökenli elementlerle birlikte bulunmasıdır (Hewett ve Fleischer, 1960). Jeolojik olarak en yaygın bulunan mangan yatakları olmasına rağmen düşük rezerv, yüksek tenor yüzünden ekonomik olarak işletmeye uygun değildir. Okyanus tabanı hidrotermal yataklar çoğunlukla okyanus ortası sırtlarda, ada yaylarında büyük faylar civarında ve volkanik aktivitenin yüksek olduğu merkezlerin yakınında oluşurlar (Rona 1978, 1984). Dünya'nın farklı kesimlerindeki hidrotermal yataklar bir çok yazar tarafından farklı şekilde tanımlanmıştır (Hewett ve Fleischer, 1960; Larson 1964, Gedikoğlu ve diğ., 1985; Campell ve diğ., 1988, Decarlo, 1991). Eski kabuklarda oldukça geniş bir alana yayılmış olmaları ile genç birer okyanus olan Kızıldeniz ve Kaliforniya Körfezi'nde (Guaymas Baseni: Campell ve diğ., 1988) olduğu gibi güncel oluşum ortamlarına sahip olmaları sebebiyle hidrotermal yatakların meydana geliş düzeneği hakkında yukarıdaki araştırmacıların tamamı görüş birliği içindedir. Türkiye'de başlıca hidrotermal mangan yatakları ise; Borçka (Artvin), Ebuhemşin (Rize), Ocaklı, Yazlık, Abdülaliler (Maçka, Trabzon), Güce (Espiyeye, Giresun), Çiftlik, Sarıca (Ordu) şeklindedir.

### 1.9.2. Sedimanter Manganez yatakları

Nicholson (1992), sedimanter yatakları, bir diğer adıyla "süperjen yataklar" olarak biliniyorlar. Çok geniş bir çökeltme ortamını simgeleyen bu yataklar özellikle nötr veya asidik özellikli sulu ortamlarda ideal pH'larda ayrışması, bikarbonat, oksit, sülfür, klorür şeklinde taşınması ve çökeltme alanlarında ideal pH şartlarında çökeltmeyle oluşur. Bu şekilde oluşan mangan cevherleşmeleri yumru, özsekilsiz veya oolitik yapıdadır. Çok büyük rezerve sahip olan bu yataklarda Fe içeriği yüksektir. Süperjen mangan yataklarında oluşum ortamlarının su içeriğine bağlı olarak farklı türde mangan mineralleri oluşur. Nemli iklimlerdeki ayrışma sonucunda Mn Fe'den daha uzaklara taşınmakta ve tetravalent mangan



oksidleri oluşmaktadır. Bu şekilde oluşmuş olan manganez oksitler yüksek Mn/Fe oranları ile karakteristiktir (Ostwald, 1992). En çok rastlanan mineraller piroluzit, psilomelan ve rodokrosittir. Dünya’da önemli sedimanter manganez yatakları ise; Nikopol (Ukrayna, Mn tenörü % 15-25), Chiatura (Gürcistan, Mn tenörü %35) şeklindedir. Bu tür yataklarda volkanik katkı yoktur.

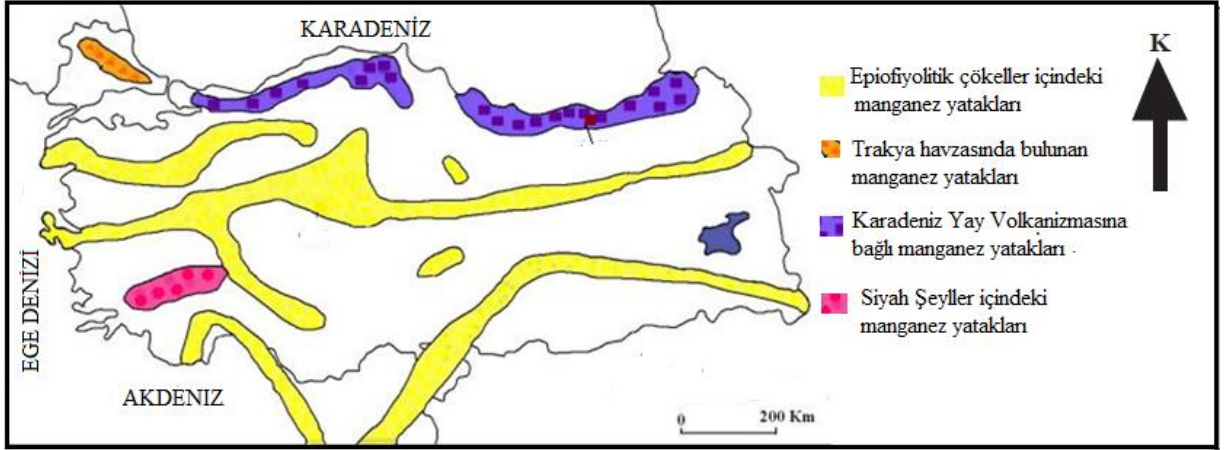
### **1.10. Manganez Yataklarının Kökensele Sınıflaması**

Bir Mangan yatağının oluşumunun iyi anlaşılması ve benzerleriyle kıyaslanmasının yapılabilmesi bakımından kökensele sınıflama yapılması gerekmektedir. Farklı yazarlar tarafından yapılan farklı sınıflamalar mevcuttur. Bunlardan başlıca üç tanesi;

- Bonotti Sınıflaması: Bonotti (1975) okyanusal yayılma merkezlerindeki metalojeniye incelediği çalışmasında metallerin yaygın kaynağına bağlı olarak denizaltı metallik sedimanlarının sınıflamasını dört ana tip olarak yapmıştır. Bunlar; Hidrotejenetik, diyajenetik, hidrotermal ve halmirolitik (bazaltların deniz suyu ile düşük sıcaklıktaki tepkimesi) manganez yataklarıdır.
- Roy Sınıflaması: Roy (1968) manganez yataklarını mineralojik yapısına göre üç ana kökene ayırmıştır. Bunlar; Hipojen damarlı, hidrotermal tip ve sedimanter manganez yatakları.
- Hewett Sınıflaması; Hewett ve Fleischer (1960)’a göre manganez yatakları ya süperjen ya da hipojendir.

### **1.11. Türkiye’de Manganez Cevherinin Yataklanma Şekilleri**

Türkiye’deki manganez cevherinin yataklanma şekilleri 4 temel başlık altında incelenir. Bunlar; kimyasal, mineralojik ve yapısal özellikleri, yan kayaçları ve yaş ve oluşum şekilleridir (Öztürk, 1993) (Şekil 1.4).



Şekil 1.4. Türkiye'deki manganez cevherinin yataklanma şekilleri (Öztürk, 1993).

### 1.11.1. Epiofiyolitik Çökeller İçinde Gelişen Manganez Cevherleşmeleri

Türkiye'de en yaygın gözlenen manganez cevherleşmesi bu tür kapsamındadır (Şekil 1.4). Bu tür cevherleşmeler genellikle D-B uzanımlı orojenik hatlarda oluşan ofiyolitlerle ilişkilidirler ve cevherleşme genellikle melanj veya yüksek ayrışmaya uğramış çökeller içinde bulunmaktadır. Bu tür cevherleşmelerin yanal ve düşey devamlılıkları sınırlıdır. Bu tür manganez cevherleşmeleri bulunduğu formasyondan kaynaklanan yüksek silis içeriğine sahip olabilir. Birkaç örnek dışında genellikle düşük rezervli ve önemsizdir (Öztürk, 1993).

Epiofiyolitik çökeller içerisindeki yataklar genellikle radyolaryalı çört, silisli şeyl, kiltası türündeki çökeller içindedir (Öztürk, 1993).

### 1.11.2. Siyah Şeyller İçindeki Manganez Cevherleşmeleri

Siyah şeyllerle ilişkili manganez cevherleşmeleri karbonatlar ve siyah şeyller ile ilişkilidir. Batı Toroslar'da Denizli ile Muğla arasındaki kesiksiz Mesozoyik istifinin Alt Kretase formasyonları içindedir. Cevherleşme, kireçtaşlarının içinde organik maddece zengin siyah şeyller arasındadır. Bu siyah şeyller yapraklanmalıdır ve içinde yer yer piritler de gözlenmektedir. Ulukent manganez yatağı, siyah şeyllerle ilişkili manganez yataklarının en karakteristik örneğidir (Öztürk, 1993).

### 1.11.3. Karadeniz Yay Volkanizmasına Bağlı Manganez Yatakları

İnceleme alanındaki manganez yataklanma şekli bu başlık altındadır. Bu tür yataklar Karadeniz kıyı şeridi boyunca yaygın olarak bulunmaktadır. Pontid kuşağındaki manganez cevherleşmeleri Üst Kretase yaşlı volkanotortul birimlerin içinde farklı seviyelerde yer almaktadır. Genellikle bazaltik ve andezitik birimlerin içinde, volcano-tortul birimlerle ardalanmalı marn, kireçtaşı dokanaklarında ve kırmızı kireçtaşları bünyesinde ince seviyeler şeklinde bulunurlar (Öztürk, 1993) (Şekil 1.4).

### 1.11.4. Trakya Havzasında Bulunan Manganez Yatakları

Bu kuşaktaki manganez cevherleşmeleri Tersiyer yaşlı sedimanter birimler içerisinde yer almaktadır. Bu tür yataklar Karadeniz’i çevreleyen manganez yatakları ile bir çok açıdan benzerlik gösterirler. Bu benzerlikler; cevherin yapısal özellikleri, yaş, yan kayaç ilişkileri ve oluşumlarıdır. Genellikle belli bir stratigrafik düzeyi takip eden bu yataklar D-B uzanımlıdır. Ülkemizdeki en önemli örneği Istranca sahasında yer alan Binkılıç yatağıdır. Önceki yıllarda bu yataklardan önemli manganez üretimi ve ihracatı yapılmış olup, günümüzde kapanma konumuna gelmiştir (Öztürk, 1993) (Şekil 1.4).

## 1.12. Önceki Çalışmalar

Doğu Karadeniz Orojenik Kuşağı’nın sık ormanlarla kaplı olması sebebiyle, kuşak içerisindeki jeolojik birimlerin sınırlarını, tektonik yapılarını, alterasyon yüzeylenmelerini ve bünyelerindeki maden oluşumlarının gözlemlenmesi oldukça zordur.

Gülibrahimoğlu (1980), “Trabzon Çağlayan, Abdülaliler Mah. ile Maçka Küçükkyazlık Mah. Manganez Zuhurları ve Yöresindeki Manganez Oluşumlarının Jeoloji Ön Raporu” adlı çalışmada bölgenin detaylı bir incelemesini yapıp 1/10.000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlamış, çalışma sahasından aldığı örneklerden yapılan incelemeler sonucunda sahanın detaylı metalojenezi hakkında bir çerçeve ortaya koymuştur.

Özsayar ve diğ. (1981), “Doğu Pontidler’de Kretase” isimli çalışmalarında, Doğu Karadeniz Bölgesi’nde yüzeyleme veren Kretase istiflerinin ayrıntılı stratigrafik dikme kesitlerini yayımlamış, onların çökelme ortamlarını tartışmış ve Arni (1939) tarafından ilk kez yapılan Kuzey Zon-Güney Zon ayrımını sedimantolojik verilerle destekleyerek bu zonların sınırlarını gösteren bir harita sunmuşlardır.

Yalçınalp ve diğ. (1985) ‘‘Doğu Karadeniz Cevherleşmelerine Bir Örnek Ocaklı (Maçka-Trabzon) Manganez Zuhuru’’ isimli çalışmalarında. Doğu Karadeniz Bölgesinde Üst Kretase yaşlı birimlerin içerisinde gelişen manganez zuhurunun jeolojik, mineralojik özelliklerini ortaya koymuşlardır.

Bektaş ve diğ. (1995), Doğu Karadeniz Dağ Kuşaağı’nı litolojik birimleri ve tektonik özellikleri dikkate alarak Kuzey, Güney ve Eksen Zonu olmak üzere üç zona ayırmıştır. Kuzey Zon’un baskın olarak magmatik kayalarla temsil edilirken, Güney Zonun sedimanter ve metamorfik kayalarca baskın olduğunu belirtmiş bu iki zonun yaklaşık D-B uzanımlı olan Niksar-İspir-Ardanuç fay hattı ile birbirlerinden ayrıldıklarını ileri sürmüşlerdir. Eksen Zonu’nun ise başlıca serpantinleşmiş ultramafik kayaları içerdiğini ve Doğu Karadeniz Dağ Kuşaağı ile Toridler arasında bir geçiş zonu oluşturduğunu vurgulamışlardır.

Aydın (2003), Trabzon şehir merkezi ile Esiroğlu arasında Değirmendere vadisi boyunca yüzeyleme veren Geç Kretase ve Neojen yaşlı volkanik kayaların petrolojisini incelemiştir.

Eyüboğlu ve diğ. (2014), Doğu Karadeniz Dağ Kuşaağı’nın kuzey kesimindeki Geç Kretase volkanizması ve ilişkili masif sülfid cevherleşmelerine odaklandıkları çalışmalarında bölgedeki Geç Kretase magmatizmasının iki farklı fazda gerçekleştiğini, ilk fazın Çatak ve Kızılkaya formasyonlarını, ikinci fazın ise Çağlayan ve Çayırbağ formasyonlarını oluşturduğunu ileri sürmüş, çeşitli jeolojik, jeokimyasal, jeokronolojik ve jeofiziksel verileri kullanarak kuzey kesimin Doğu Karadeniz magmatik yayının, yay önü bölgesini temsil ettiğini ve bu nedenle bu alandaki masif sülfid yataklarının Kuruko tip masif sülfid yatakları ile benzeşmediğini vurgulayarak ‘‘Doğu Karadeniz Tip Masif Sülfid Yatağı’’ ismini ilk kez kullanmışlardır.

## **2. YAPILAN ÇALIŞMALAR**

### **2.1. Arazi Çalışmaları**

2016 yılı içerisinde yapılan arazi çalışmalarında, MTA tarafından hazırlanan bölgenin 1/10.000 ölçekli jeoloji haritası ile 1/5000 ölçekli örnek alım haritasından yararlanılmıştır (Gülibrahimoğlu, 1980). Arazi çalışmaları sırasında çekiç, jeolog pusulası, asit ve Garmin Etrex el tipi GPS'ten yararlanılmıştır. Arazi çalışmalarında jeokimyasal ve petrografik analizler için çevre birimlerden ve cevher zonundan taze yüzeylerden örnekler alınmıştır. Saha çalışmalarında manganez cevherleşmesinin bulunduğu bölgenin jeolojisi, cevherleşmenin yapısal özellikleri belirlenmiştir.

### **2.2. Laboratuvar Çalışmaları**

Çalışma sahasının mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla arazi çalışmaları esnasında 9 adet cevher ve 10 adet yan kayaç örneği alınmıştır.

#### **2.2.1 Örneklerin Hazırlanması**

İnceleme alanından alınan kayaç örnekleri Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü jeokimya, öğütme, kırıcı ve mineraloji laboratuvarında hazırlanmıştır. Örnekler önce kırıcı labrotuarında çeneli kırıcıda 1 cm. – 1 mm. boyutlarına indirgindikten sonra HO – 1000 agat havanda dövülerek 0.1mm'nin boyutlarına getirilmiştir. Her örneğin hazırlanmasından sonra, kırıcı ve havan önce kompresör ile temizlenip ardından etil alkol temizlenmiştir. Tüm örnekler bu işlemler uygulanmadan önce uygulamalı jeoloji labrotuarında bulunan etüvde 105°C'de 48 saat kurutulmuştur.

## 2.2.2. Kimyasal Analizler

### 2.2.2.1. ICP-MS Analizleri

Abdülaliler manganez cevherleşmesinden alınan 9 adet cevher örneği ana, iz ve NTE içeriklerinin belirlenmesi amacıyla ACME Analytical Laboratories (Kanada)'da yaptırılmıştır. Nadir toprak elementlerinin analizi için (REE) ICP-MS yöntemi kullanılmıştır. Ana element analizi için 150°C'de altın-platin eritme kabına 1/5 oranında numune ve Lityumtetraborat ( $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ) eklenmiş, elde edilmiş pelletlerde X-Ray Floresans (XRF) tekniği ile analiz yapılmıştır.

### 2.2.2.2. Mikroprob Analizleri

Mikroprob analizlerinde kullanılmak üzere ihtiyaç duyulan parlatılmış ince kesitlerin hazırlanması için, kayaç örnekleri elmas disk ile 0.5-1 cm kalınlığında dilimler halinde kesildikten sonra epoksi reçine ile 28x48mm boyutlarındaki ince kesit camına yapıştırılmıştır. Sekiz saat süreyle kurumaya bırakılan örnekler 80, 220, 600 ve 1200 meş'lik elmas diskler ile 50-70  $\mu$  kalınlığa kadar aşındırıldıktan sonra, 6 ve 3  $\mu$ 'luk elmas diskler ile parlatılmıştır. Son parlatma işlemi 1  $\mu$ 'luk elmas macun ile 0,3 ve 0,05  $\mu$ 'luk  $\text{Al}_2\text{O}_3$  süspansiyonların sırasıyla Akasel Daran, Akasel Napal ve Metkon Fedo1N parlatma çuhaları ile kullanılmasıyla yapılmıştır. Elektron mikroprop analizleri (EPMA) Viyana Üniversitesi (Viyana, Avusturya)'nde iki farklı dönemde gerçekleştirilmiştir. 2014 yılında analizler JXA-8530F marka 4 tünelli dalga boyu dağıtıcı spektrometreler ile donatılmış elektron mikroprop cihazı ile yapılmıştır. 2016 yılında analizler JXA-8530F marka 5 tünelli dalga boyu dağıtıcı spektrometreler ile donatılmış elektron mikroprop cihazı ile yapılmıştır. Aletsel koşullar olarak 40° bitirme açısı ve 20 kV bombalama enerjisi, 10 nA bombalama akımı ve yaklaşık 1  $\mu$  ışın çapı kullanılmıştır. EPMA analizlerinde kullanılan tüm örnekler Cressigton marka karbon kaplama cihazı ile karbon kaplanmıştır. Tüm minerallerin ölçümlerinde kalibrasyon standardı olarak doğal ve sentetik mineraller ve elementler kullanılmıştır.

### 2.2.3. İnce Kesit ve Parlak Kesit İncelemeleri

Çalışma sahasında bulunan kayaçların mineralojik bileşimi, dokusal özellikleri ve petrografik tayinlerinin yapılması amacıyla arazi çalışmaları esnasında yan kayaçlardan

alınan 10 adet örneğin ince kesiti yapılmıştır. İnce kesitler Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde Optik Mineraloji laboratuvarında yer alan Nikon Eclipse LV100POL marka polarizan mikroskobunda incelenmiştir. 9 adet cevher örneği Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği kesit parlatma laboratuvarında parlatılmış ve Nikon Eclipse LV100POL marka mikroskopta incelenmiştir.

### **2.3. Ofis Çalışmaları**

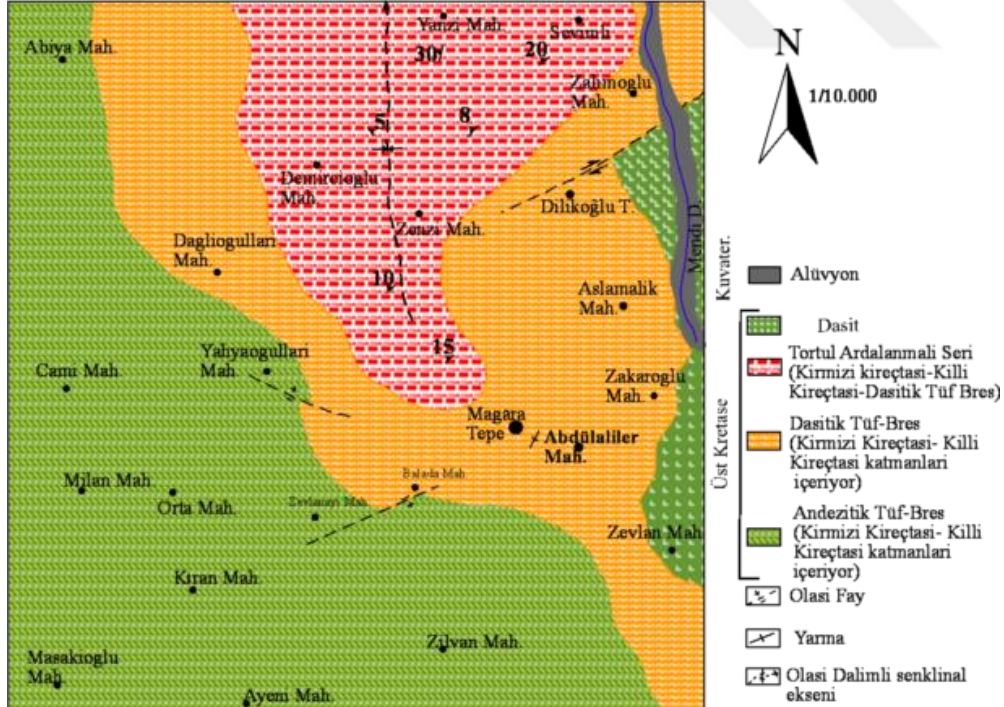
Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen bulgular ve bu bulguların incelenmesi ve değerlendirilmesi ofis ortamında yapılmıştır. Ofis çalışmaları başlıca literatür çalışmalarının incelenmesi ve araştırılması, yan kayaç ve cevher örneklerinden hazırlanan ince kesit ve parlak kesitlerin fotoğraflarının alınması, haritalar, tablolar, diyagramlar ve tezin oluşturulmasını içermektedir. Kayaçların ana oksit, eser (iz) ve NTE analiz sonuçları Grapher 14.0, Microsoft Excel ve SPSS bilgisayar programları kullanılarak jeokimyasal ve mineralojik özellikler ortaya konulmuştur. Arazi çalışmalarında hazırlanan genel jeoloji haritası, tablolar ve diyagramlar Freehand 11.0.2 programında çizilmiştir. Microsoft Office programları kullanılarak "Abdülaliler (Maçka) Manganez Cevherleşmesinin Jeolojik, Jeokimyasal ve Mineralojik Özellikleri" başlıklı Yüksek Lisans Tezi hazırlanmıştır.

### 3. BULGULAR ve İRDELEME

#### 3.1. Çalışma Sahasının Jeolojisi

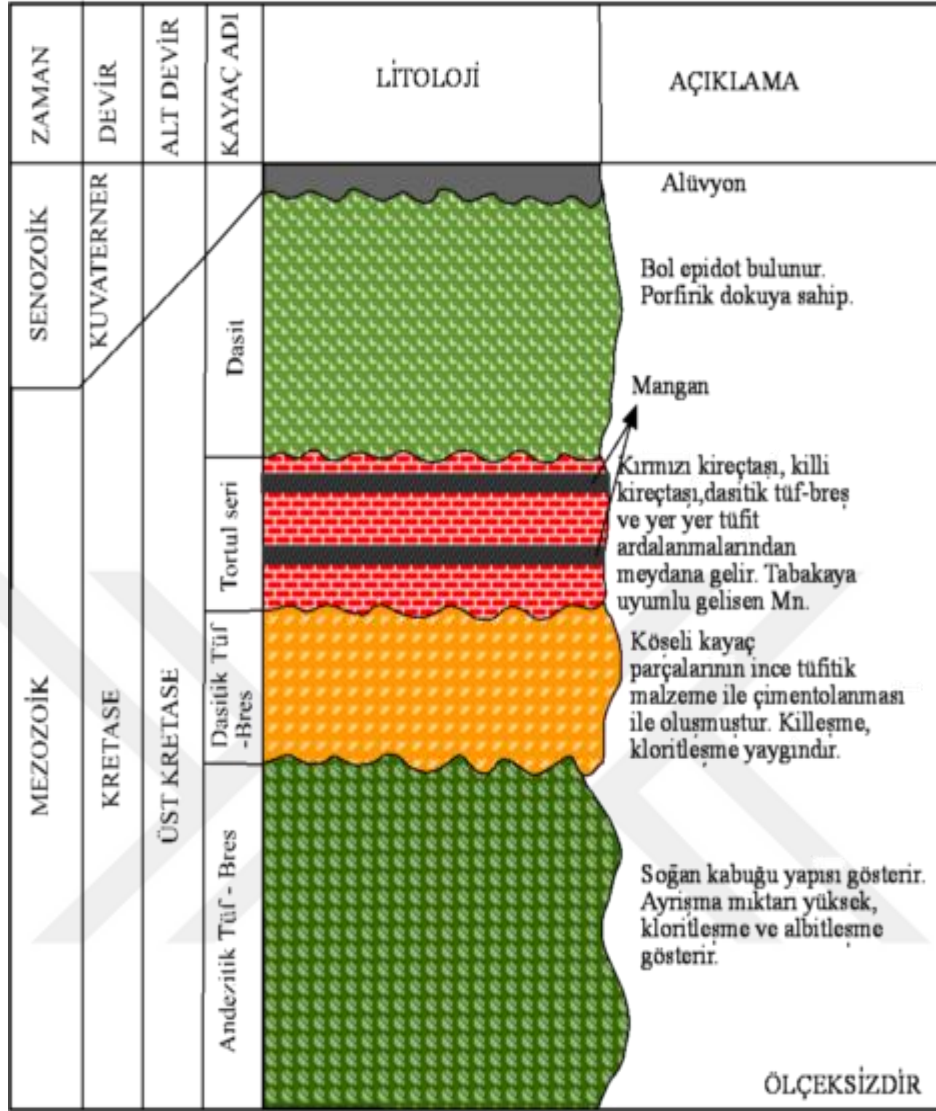
Çalışma sahası Üst Kretase yaşlı birimlerden oluşur. Andezitik tuf - breşler içerisinde ince seviyeler şeklinde izlenen kırmızı kireçtaşı, killi kireçtaşı ve tüfitler gözlenir. Dasitler andezitik tuf ve breşlerin üstünü örtmüştür yer yer dasitler andezitik tuf ve breşlerin içerisine intrüzif sokulumlar halinde yerleşmişlerdir (Şekil 3.1). Dasitlerde killeşme ve limonitleşme yaygındır ve bol epidot bulunur. Dasitler iri kuvars ve plajiyoklas taneleri içerir.

Dasitik tuf – breşler çalışma sahasının en genç birimi olup içerisinde Mangan seviyeleri içerir. Genellikle dasitik kayaç parçalarının ince tüfitik malzeme ile çimentolanmasından oluşan birim içerisinde kırmızı kireçtaşı seviyeleride barındırır (Şekil 3.2).



Şekil 3.1. Çalışma alanının 1/10.000 ölçekli genel jeoloji haritası.





Şekil 3.2. Bölgenin dikme kesiti (Barut 1987'dan değiştirilerek).

### 3.1.1. Dasit

İnceleme alanında Çağlayan – Abdulaliler Mahallesi yöresinde Dilikoğlu tepe doğusunda Mendi Dere boyunca yüzeyleyirler. Masif bir görünüme sahip yer yer bol çatlaklı yapıda bulunan bu dasitler yüksek alterasyon ile karakterizedir. Renkleri sarımsı gri veya yeşilimsi gridir. Üst Kretase yaşlı bu dasitler içerisinde bol epidot bulunur. Yer yer killeşme, bol limonitleşme ve az kloritleşme gözlenir (Şekil 3.3).



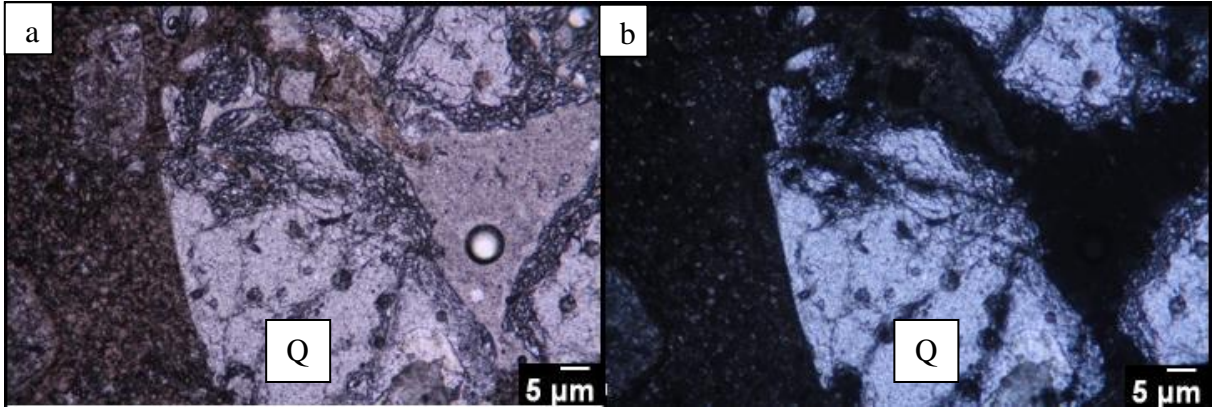
Şekil 3.3. Dasit'in arazideki makro görünümü

Dasitler masif bir görünüme sahip ve bol plajiyoklaslı ve iri kuvarslıdırlar (Şekil 3.4). Makro gözlemlerde kuvars tanelerinin gözle görülebilir ve iri kristaller şeklinde olmasının yanı sıra plajiyoklas kristallerinin de gözlemlenebilir olması porfirik dokuya sahip olduklarının göstergesidir.



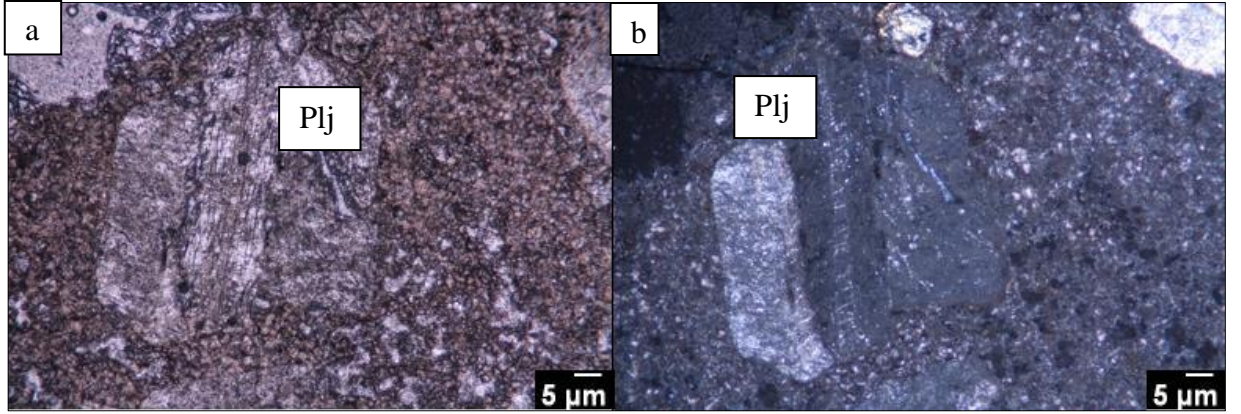
Şekil 3.4. Porfirik dokuya sahip iri kristalli dasitin arazideki görünümü.

Makroskopik olarak iri kuvars kristalleri ve plajiyoklaz kristalleri içerirler. Renkleri Sarımsı gri ile yeşilimsi gri arasında değişir (Şekil 3.5).



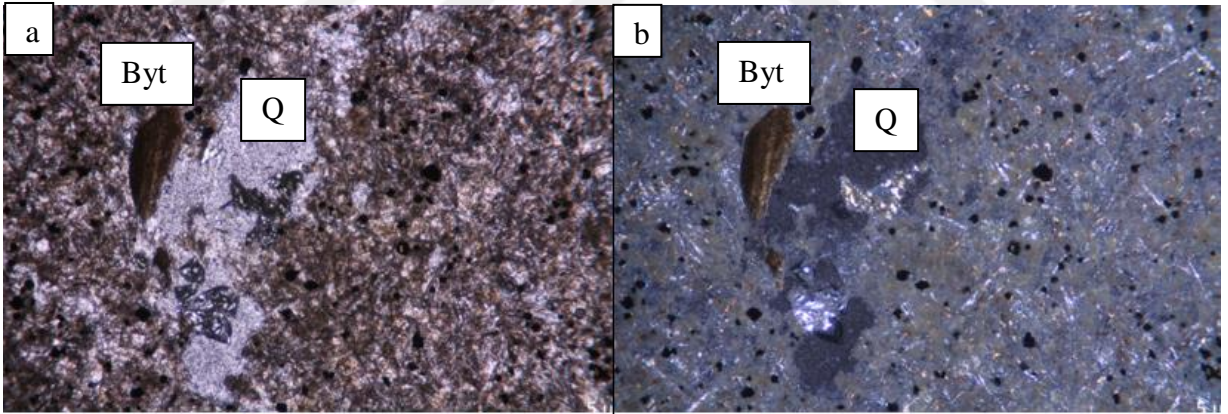
Şekil 3.5. Dasite ait ince kesit görüntüleri (a: Tek nikol (-), b: Çift nikol (+) Q: Kuvars).

Dasit'e ait plajiyoklaslarda yapılan plajiyoklas cins tayininde plajiyoklas cinslerinin sönme açılarının ortalama değerleri 30,5 ve 35 derece arasında olduğu saptanmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Dasit'e ait plajiyoklas kristallerinin mikroskop görüntüleri (a: Tek nikol (-), b: Çift nikol (+) Plj: Plajiyoklas).

Yapılan mikroskobik incelemelerde dasitlerde yaygın olarak serizitleşme, kloritleşme yaygın iken, limonitleşme, albitleşme ve zeolitleşme gözlenmiştir (Şekil 3.7). Biyotitler kesit içerisinde düşük oranda özşekilli, alterasyon etkisi altında kalmamış şekilde bulunur. Tek nikol ve çift nikolde kahverengi tonlarında rastlanır.



Şekil 3.7. Dasitte gözlenen serizitleşme, kloritleşme ve albitleşmenin mikroskop görüntüleri (a: Tek nikol (-), b: Çift nikol (+) Q: Kuvars, Byt: Biyotit).

### 3.1.2. Ardalanmalı Tortul Seri

Çalışma Sahasında Çağlayan Abdulaliler Mahallesi yöresinde belirgin bir seviye oluştururlar (Şekil 3.8). Üst Kretase yaşlı tortul serinin kalınlıkları 0,5 m. ile 5-10 m. arasında değişen kırmızı kireçtaşı, killi kireçtaşları, dasitik tuf – breş ve yer yer tüfit seviyelerinin ardalanmalarından meydana gelmiştir (Şekil 3.9). Kırmızı kireçtaşı ve killi kireçtaşı seviyeleri

düzdün katmanlanmalar gösterirler. Sevimli Mah., Yanzi Mah., Zenzi Mah., yörelerinde genel katman doğrultuları KD – GB olup 10-20 derece arasında değişen eğilimlerle KB'ya, Demiroğulları Mah. yörelerinde ise genel katman duruşları KB – GD olup 5 – 10 derece arasında değişen eğimlerle KD'ya dalımlıdırlar. Ardalanmalı tortul seriler içerisinde seviyelerin genel katman doğrultuları kuzeye dalımlı bir senklinal oluşturur. Ardalanmalı tortul seriler içerisindeki kırmızı kireçtaşı seviyelerinde herhangi bir manganez oluşumu saptanmamıştır (Gülibrahimoğlu,1980).

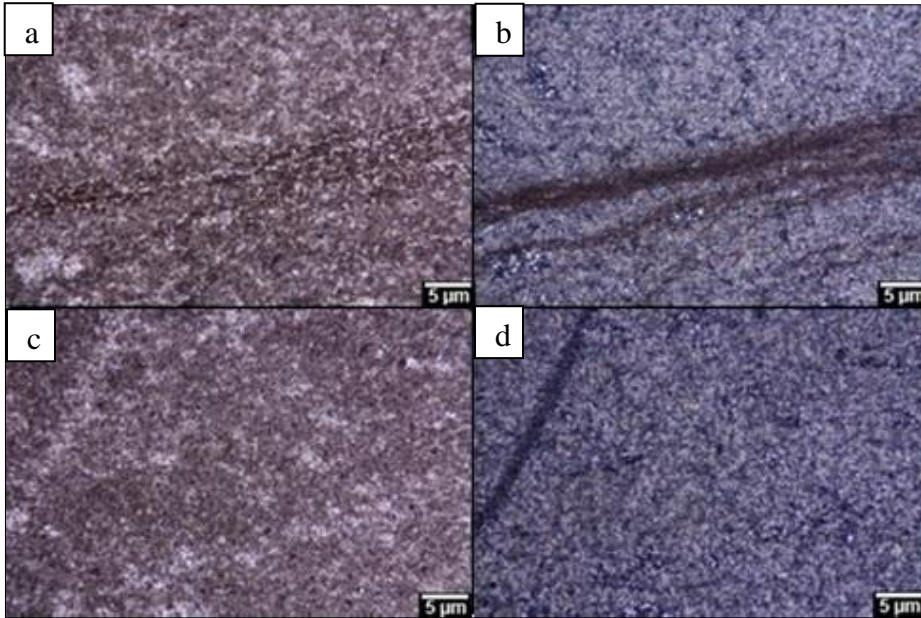


Şekil 3.8. Tortul ardalanmalı serinin arazideki görünümü.



Şekil 3.9. Ardalanmalı tortul seri içerisindeki klorit seviyesi.

Kırmızı kireçtaşlarının mikroskobik incelemelerinde kayacı oluşturan matriks kalsitten bir diğer adıyla kireç çamurundan meydana gelmiştir. İncelemelerde mikrit parçalarının kesit içerisindeki dağılımı seyrek olup yaklaşık olarak %30-50 arasında değişmektedir. Kayaç isimlendirmesi seyrek biyomikritik kırmızı kireçtaşı olarak yapılmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Mangane cevherleşmesinin bulunduğu kırmızı kireçtaşından bir ince kesit fotoğrafı (a,c: Tek nikol(-), b,c: Çift nikol (+), Folk ,1962'ye göre Biyomikrit)

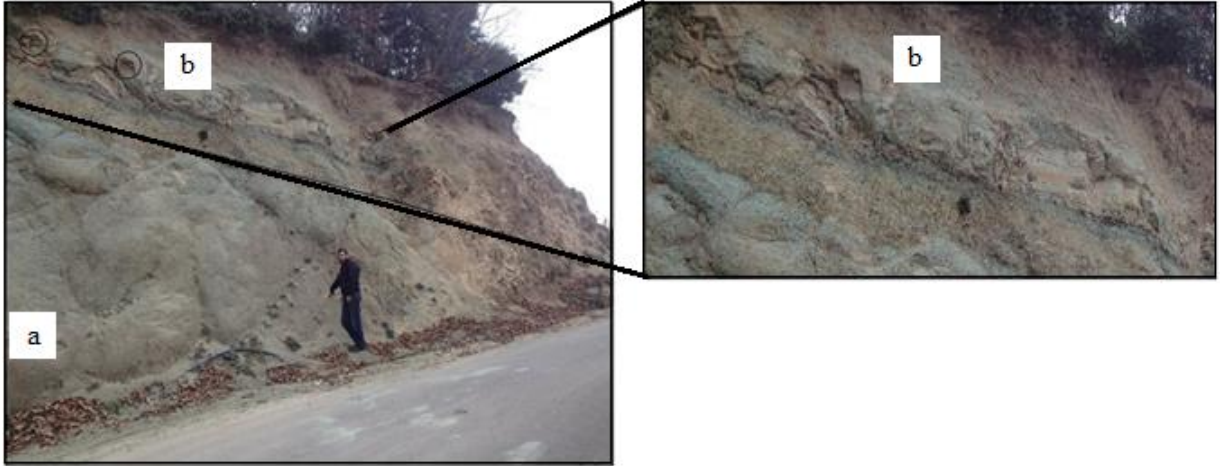
### 3.1.3. Dasitik Tüf-Breş

Dasitik tüf breşler çalışma sahasında Abdulaliler Mahallesi, Zevlan Mahallesi, Güneyi Mağara Tepe, Dağlıoğulları Mahallesi, İftarlık Mahallesi yöresinde yüzeyletir.

İnceleme alanında izlenen dasidik tüf breşlerin çapları 1-2cm'den birkaç dm'ye kadar değişen köşeli kayaç parçalarının (genellikle dasit) ince tüfitik malzeme ile çimentolanmasından oluşmuştur. Üst Kretase yaşlı dasitik tüf breşlerin renkleri sarımsı gri ve yeşilimsi gridir. Genel olarak ayrıışmış olarak izlenirler. Killeşme, kloritleşme ve limonitleşmeler yaygındır (Şekil 3.11).

Çağlayan – Abdulaliler Mahallesi yöresinde dasitik tüf-breşler içerisinde yer yer mercek ve ince seviyeler şeklinde izlenen kırmızı kireçtaşı, killi kireçtaşı ve tüfitler düzgün katmanlanmalar gösterirler. Genel katman doğrultuları KD-GB olup 10-28 derece arasında değişen eğimlerle KB'ya dalımlıdır.

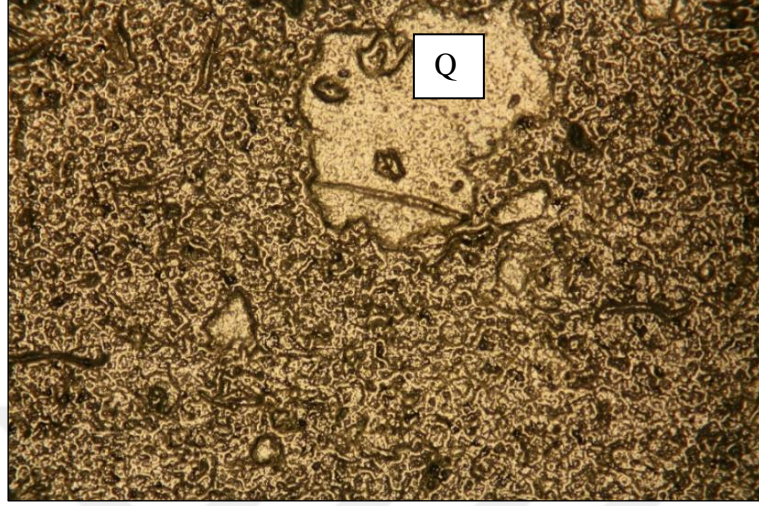
İnceleme alanında her yerde andezitik tüf – breşler üzerinde izlenen dasidik tüf breşler içerisinde kırmızı kireçtaşlarından alınan örneklerin paleontolojik incelemelerinde fosil bulgularına (Pelecypoda, inoceramus) dayanılarak Üst Kretase (Kampaniyen) yaşı verilmiştir (Türk – Japon Ekibi çalışması,1974).



Şekil 3.11. a) Arazide yüzeyletir alterasyona uğramış (killeşme-limonitleşme-kloritleşme) Dasitik Tüf-Breş. b) Dasitik tüf-breşler içerisinde yer yer mercek ve ince seviyeler şeklinde izlenen kırmızı kireçtaşı, killi kireçtaşı ve tüfitler.

Dasitik tüf breşlerin mikroskobik incelemelerinde kayaç parçası içeriği  $\approx$  %40-45, kristal içeriği ise  $\approx$  %35-40, cam kırıntıları ve pomza içeriği  $\approx$  %6-8 aralığında olduğu için tüfler kristal litik dasitik tüf olarak adlandırılmışlardır. Camsı doku yani hyalo-mikrolitik

doku gözlemlenmektedir (Şekil 3.12). Örneklerde yoğun şekilde silisleşme daha az oranda kloritleşme mevcuttur.



Şekil 3.12. Hyalo-mikrolitik dokuya sahip dasitik tüf breş (Tek nikol görüntüsü, Q: Kuvars).

#### 3.1.4. Andezitik Tüf Breş

Andezitik tüf breşler Çağlayan – Abdulaliler Mahallesi yöresinde Zilvan Mezrası, Kıran Mahallesi, Orta Mahallesi, Cami Mahallesi, Zakaroğlu Mahallesi, Aşlamalık Mahallesi ve Zalimoğlu Mahallesi doğusunda yüzeylenir. Üst Kretase yaşlı olan bu kayalar arazide çimentolanmış ve aşırı ayrışmış bir şekilde gözlemlenir.

Çağlayan - Abdulaliler mahallesi yöresinde Andezitik tüf – breşler içerisinde ince seviyeler şeklinde izlenen kırmızı kireçtaşı, killi kireçtaşı ve tüfitlerde düzgün katmanlanmalar görülür. Genel katman gidişleri KD-GB olup 15-30 derece arasında değişen eğimlerle KB'ya dalımlıdırlar.

Zilvan mezrası doğusu ile Zakaroğlu Mahallesi kuzeyindeki küçük dere içinde andezitik tüflerde yer yer soğan kabuğu şeklinde ayrışma yapıları izlenir (Şekil 3.13). Ayrıca Cami Mahallesi batısında dere içinde andezitik tüf – breşlere rastlanmıştır.

Üst Kretase yaşlı andezitik tüf – breşler içerisindeki kırmızı kireçtaşlarında 5 ve 10 cm. kalınlıkta tabakalar şeklinde silisli manganiz oluşumları saptanmıştır (Şekil 3.14). 4-5m. devamlılık gösteren silisli manganiz damarcıkları K20B doğrultulu ve 20 derece eğimli olup GB'ya dalımlıdır. Önceki araştırmacılar tarafından andezitik tüf – breşler içerisindeki kırmızı kireçtaşı seviyelerinden alınan örneklerin mikroskopik fosil bulgularına



(Inoceramus) dayanılarak Üst Kretase (Kampaniyen) yaşı verilmiştir (Türk – Japon Ekibi çalışması,1974).



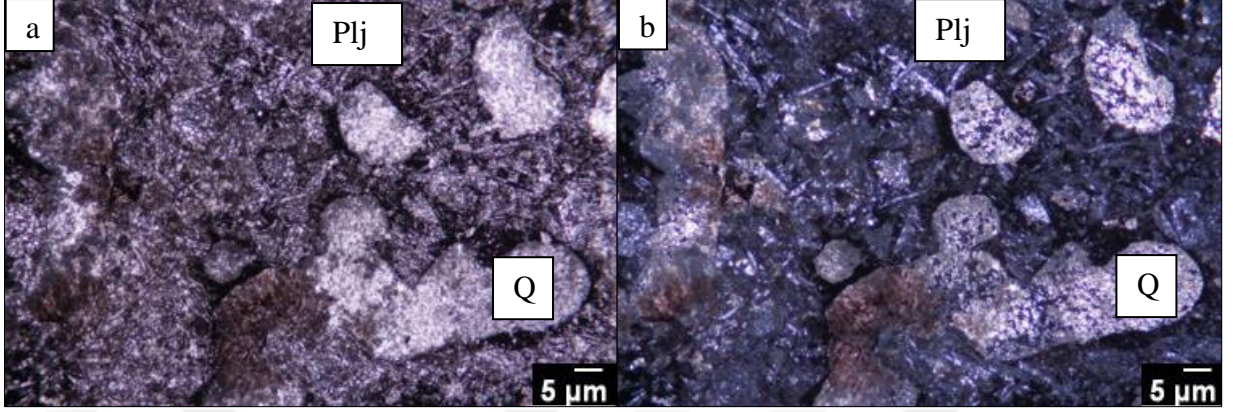
Şekil 3.13. Arazide soğan kabuğu şeklinde ayrılmış andezitik tüf-breş.



Şekil 3.14. Andezitik tüf breş içerisindeki manganez oluşumu.

Andezitik tüf breşlerin mikroskop incelemelerinde küçük boyutlarda radyal şekilde plajiyoklaslar gözlenmiştir. Birleştirici malzeme kayaç parçalarıdır. Yapılan incelemelerde

kuvars ve plajiyoklaslarda yüksek oranlarda albitleşme, zeolitleşme ve serizitleşme belirlenmiştir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Hipokristalin dokuya sahip andezitik tuf breşin mikroskop görüntüsü (a: Tek nikel (-), b: Çift nikel (+), Q: Kuvars, Plj: Plajiyoklas).

### 3.1.5. Alüvyonlar

İnceleme alanında Çağlayan – Abdülaliler Mahallesi yöresinde Mendi Dere ve Kalyan Dere de zaman zaman suların taşıdığı ve dere yataklarında biriktirdiği kum, çakıl ve bloklardan oluşur.

### 3.2. Cevherleşme

Abdülaliler sahasında Mağara tepede dasitik tuf- breşler içerisinde bulunan kırmızı kireçtaşı katmanları içinde katmanlanma ile uyumlu olarak kısa mercerler ve belli boyutlarda damarlar şeklinde yerleşmiş manganez cevherleşmeleri mevcuttur (Şekil 3.16).

Abdülaliler mah. batısında Mağara Tepe güneydoğusunda KB-GB doğrultulu 25° ile KB'ya dalımlı kırmızı kireçtaşları seviyesi içinde, devamlılığı olmayan ince damarcıklar ve mercerler şeklinde izlenen cevherleşmeler görülmektedir (Şekil 3.17). Kırmızı kireçtaşı katmanları içinde kalınlıkları 0.5m. 1m. arasında değişen manganez mercerleri saptanmıştır (Şekil 3.18). Kırmızı kireçtaşları içerisinde tabakaya uyumlu olarak gelişen manganez cevherleşmeleri (Şekil 3.19) cevherleşmenin bulunduğu lokasyonda yer yer nadir masif cevherleşmeler olarakta gözlenebilirler (Şekil 3.20).



Şekil 3.16. Kırmızı kireçtaşı içerisindeki Abdülaliler Mn Cevherleşmesi



Şekil 3.17. Tabakayla uyumlu bir şekilde gelişen manganez cevherleşmesi



Şekil 3.18. Mercek ve damar şeklindeki Mn cevherleşmesi



Şekil 3.19. Kırmızı kireçtaşı içerisinde gelişen Mn cevherleşmesi



Şekil 3.20. Masif manganez cevherleşmesi

### 3.2.1. Alterasyon

İnceleme alanı içerisinde makro olarak en fazla gözlemlenen alterasyon kloritleşmedir. Mendi dere boyunca yüzeylenen dasitlerde makro olarak killeşme gözle görülür seviyede kendini ayırt eder (Şekil 3.21). Yer yer bu dasitlerde killeşme yerini kloritleşmeye bırakmıştır (Şekil 3.22).

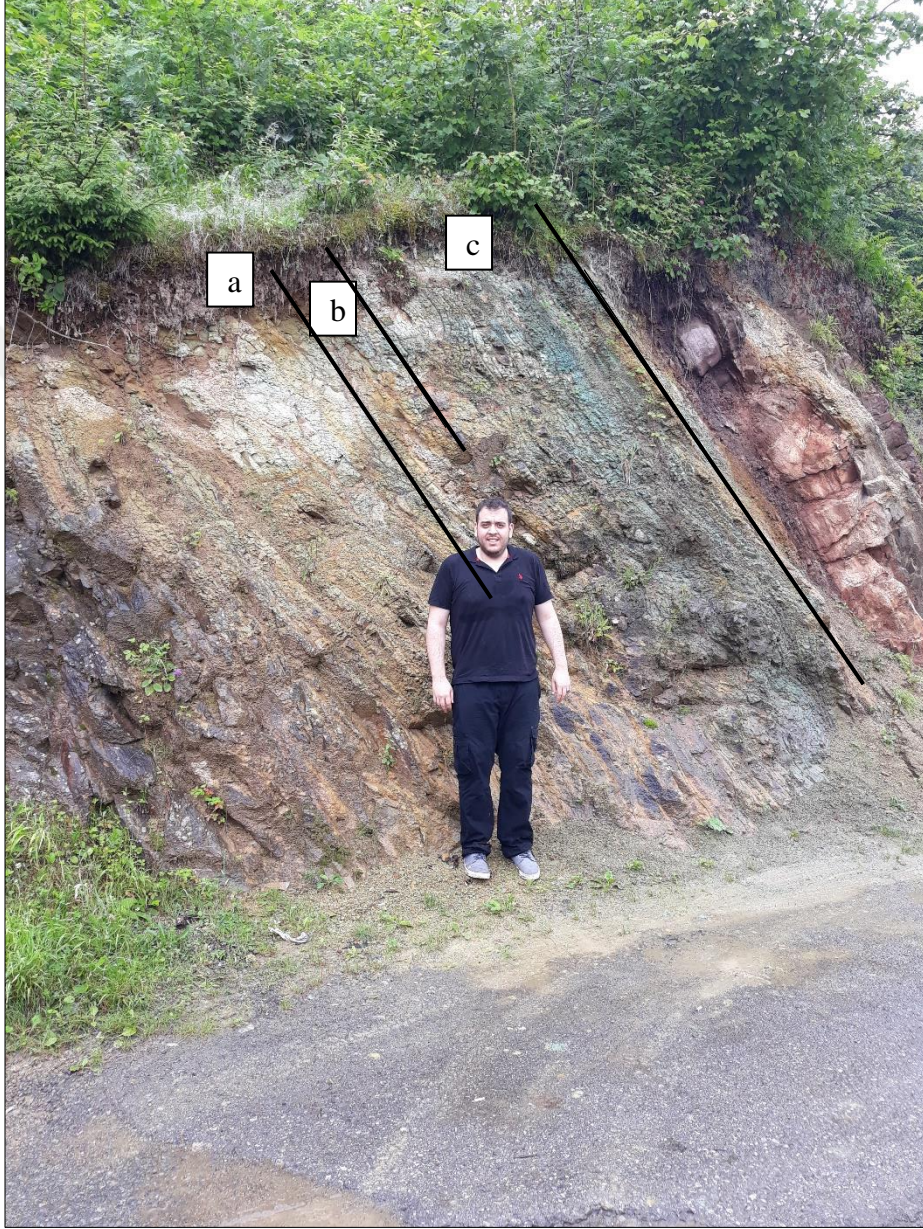


Şekil 3.21. Mendi dere boyunca yüzeylenen killeşmiş dasitlere ait bir arazi görüntüsü



Şekil 3.22. Mendi dere boyunca yüzeylenen kloritleşmiş dasitlere ait bir arazi görüntüsü

Sevimli Mahallesi köy kavhesi karşısında yüzeylenen kırmızı kireçtaşları içerisinde tabakaya uyumlu olarak gelişmiş alterasyon çeşitleri mevcuttur. Bunlar; kloritleşme, limonitleşme ve killeşmedir (Şekil 3.23).



Şekil 3.23. Kırmızı kireçtaşları içerisinde tabakaya uyumlu olarak gelişen alterasyona ait bir arazi görüntüsü (a: Limonitleşme, b: Killeşme, c: Kloritleşme).

Dasitik tuf breşler içerisinde kloritleşmelere çok yoğun olarak rastlanır (Şekil 3.24).



Şekil 3.24. Dasitik tuf breş içerisinde yoğun olarak gelişmiş klorit zonu.

Cevherleşmenin olduğu lokasyonda ise yüksek oranda kloritleşme ile karakterize edilmiş bir cevherleşme mevcuttur. Eski yarmaların yakınında ocak ağzına yaklaşık 15 metre mesafede bir klorit zonu mevcuttur. Kırmızı kireçtaşları içerisinde merccek şeklinde yerleşmiş bu klorit zonu aşırı ayrılmış durumdadır (Şekil 3.25).



Şekil 3.25. Kırmızı kireçtaşları içerisinde merccek şeklinde gelişen klorit alterasyon zonu



Andezitik tuf breşlerde ise yüksek oranda silisleşmeyle birlikte yer yer düşük oranda kloritleşme mevcuttur (Şekil 3.26).



Şekil 3.26. Andezitik tuf breşe ait silisleşmenin arazi görünümü.

### 3.3. Cevher Petrografisi

Mangan örneklerinden hazırlanan 9 adet parlak kesitin incelenmesi sonucu cevhereleşmede baskın olan cevher mineralleri pirolüzit, psilomelan, braunittir. Bunun yanında braunitler kırılma ve ornatım etkileri sonucu pirolüzitlere dönüşmüştür. Düşük oranda manganit mevcuttur. Gang minerali kalsittir (Şekil 3.27).

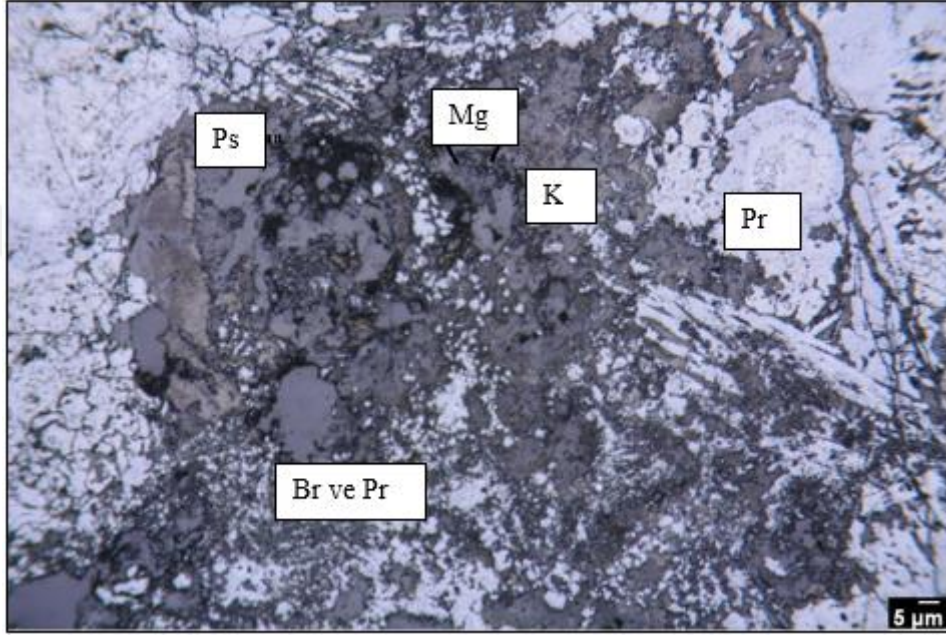
Braunit ( $3\text{Mn}_2\text{O}_3\text{MnSiO}_3$ ): Cevherleşmede beyaz tonlarında özşekilli şekilde bulunurlar (Şekil 3.28). 1. Fazda oluşan mangan mineralleridir (Şekil 3.29). Ornatım ve kırılma sonucu piroluzit ve psilomelana dönüşmüşlerdir (Şekil 3.30).

Pirolüzit ( $\text{MnO}_2$ ): Cevherleşmede psilomelan ile en fazla bulunan mangan mineralidir (Şekil 3.31). Düşük sertlik, yüksek lefektivitesi ile diğer mangan minerallerinden ayırt edilmektedir. Cevherleşmede genellikle radyal ve ışınsal yapıda gözlenir (Şekil 3.32). Cevherleşmede braunitler 2. Fazda pirolüzitlere dönüşmüşlerdir (Şekil 3.33).

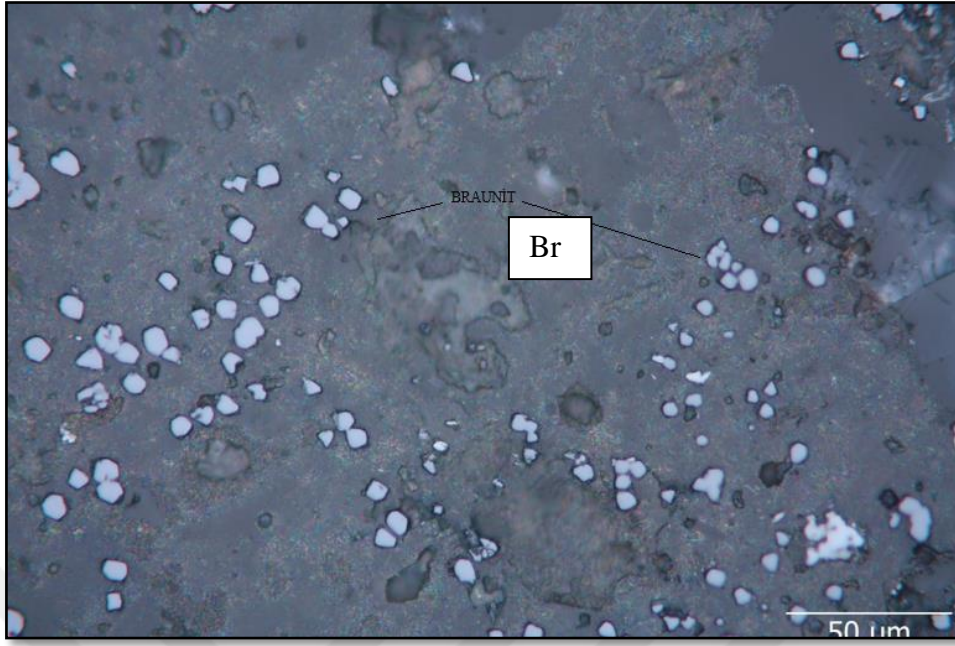
Psilomelan ( $\text{BaMn}_9\text{O}_{18}\text{H}_2\text{O}$ ): Cevherleşmede pirolüzit ile en fazla bulunan mangan mineralidir. Pirolüzit ile yanyana veya iç içe olarak büyümüşlerdir. Kesitlerde kahverengi gri tonlarında kolloform yapılar gösterir (Şekil 3.34).

Manganit ( $Mn_2O_3 \cdot H_2O$ ): Genellikle kahverengi gri renklere gözlenir (Şekil 3.35). Pirolüsit ile iç içe gelişmiş şekilde ve ornatım ve kırılma sonucu pirolüsite dönüşmüş şekilde bulunur.

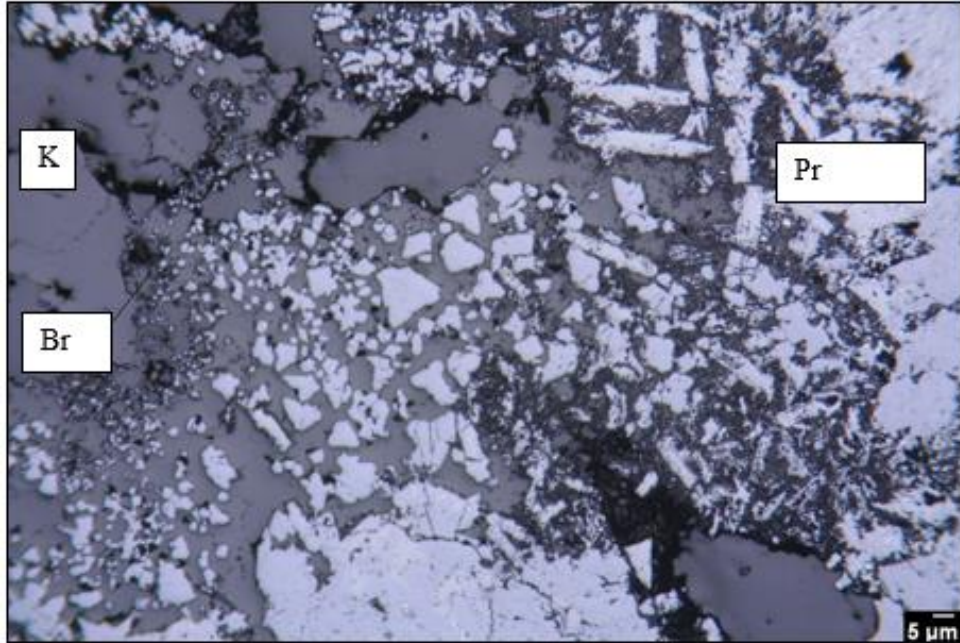
Kalsit: Cevherleşmede gang minerali olarak bulunur. Gri renge sahiptir. 2 fazda 2 farklı kalsit minerali oluşmuştur. Gang içerisinde yoğun olarak braunit, pirolüsit mevcuttur (Şekil 3.36).



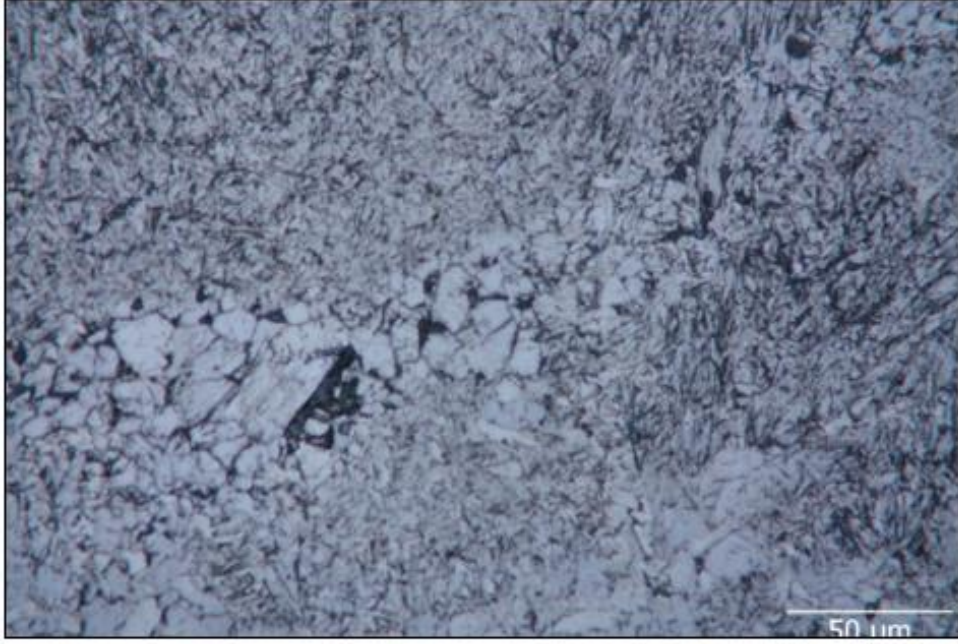
Şekil 3.27. Cevher mineralleri ve gang minerali kalsitin mikroskop görüntüleri



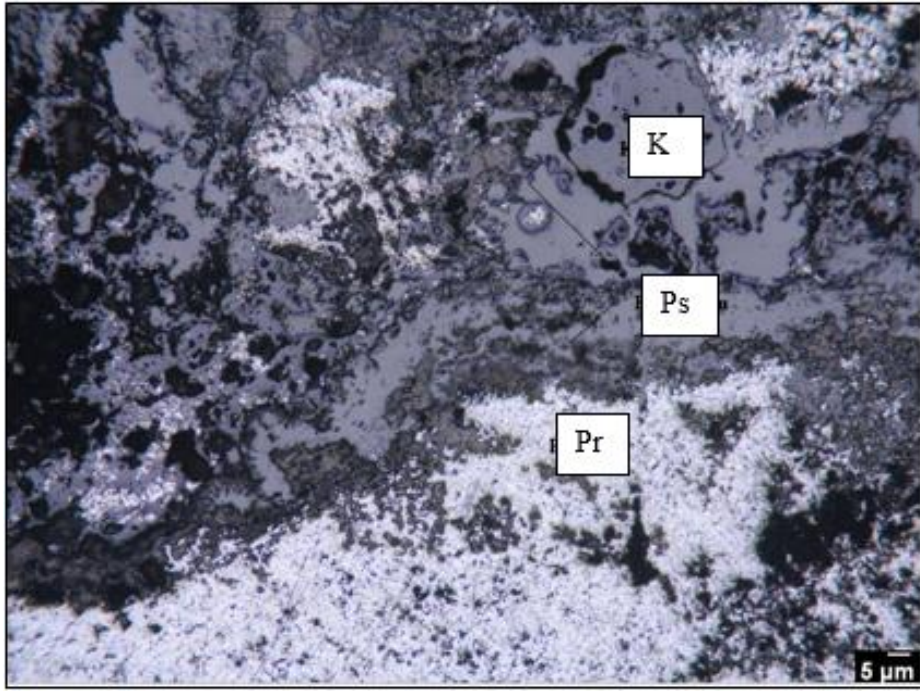
Şekil 3.28. Kalsit gang minerali içerisinde özşekilli ve yarı özşekilli Braunit mineralleri



Şekil 3.29. Braunit minerallerinin ornatım ve kırılma sonucu pirolüzite dönüşmeleri (Br: Braunit, Pr: Psilomelan, K: Kalsit).



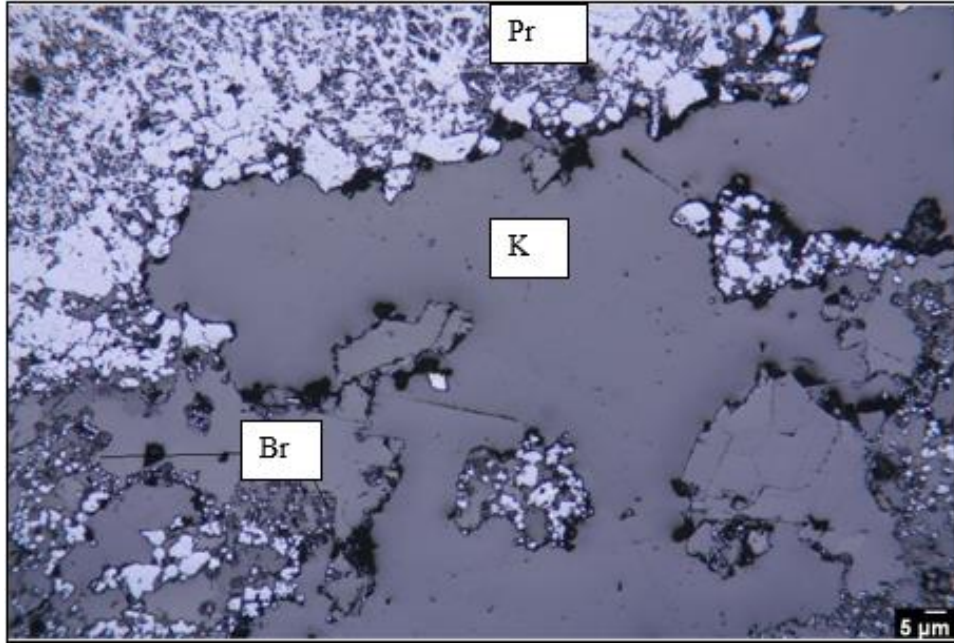
Şekil 3.30. Braunit mineralinin ornatım ve kırılma sonucu pirolüzite dönüşümü



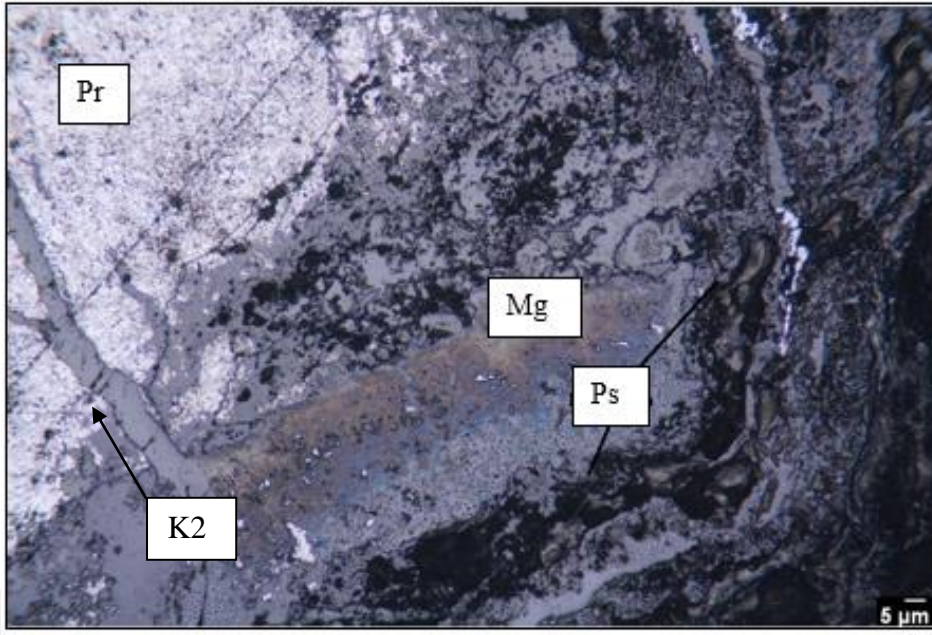
Şekil 3.31. Pirolüzit ve Psilomelan minerallerinin mikroskobik görüntüleri



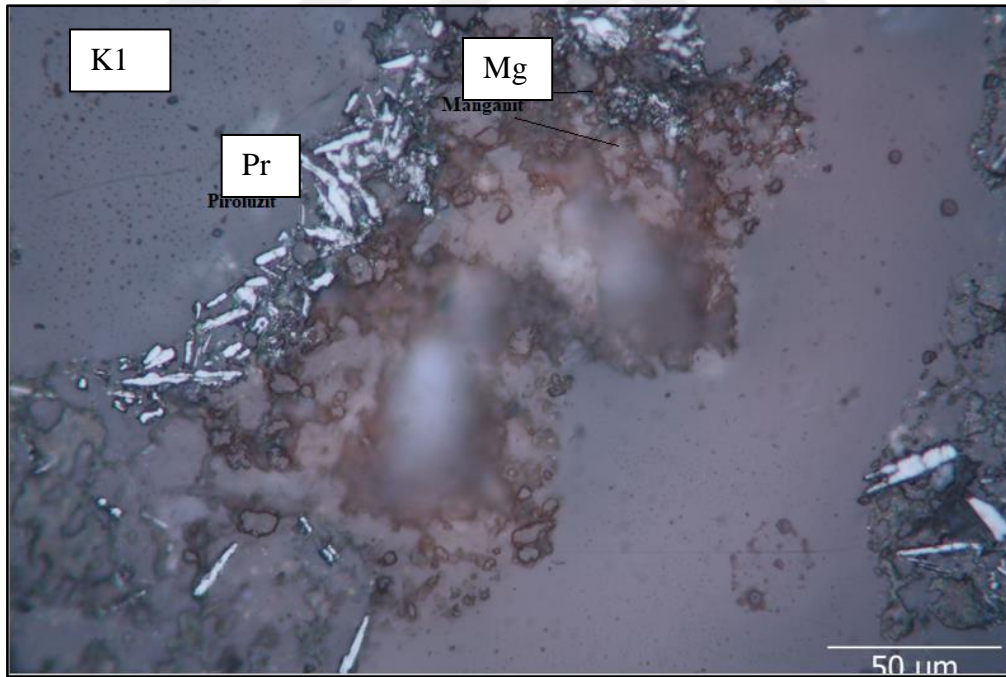
Şekil 3.32. Işınsal pirolüzit minerallerinin mikroskopik görüntüleri



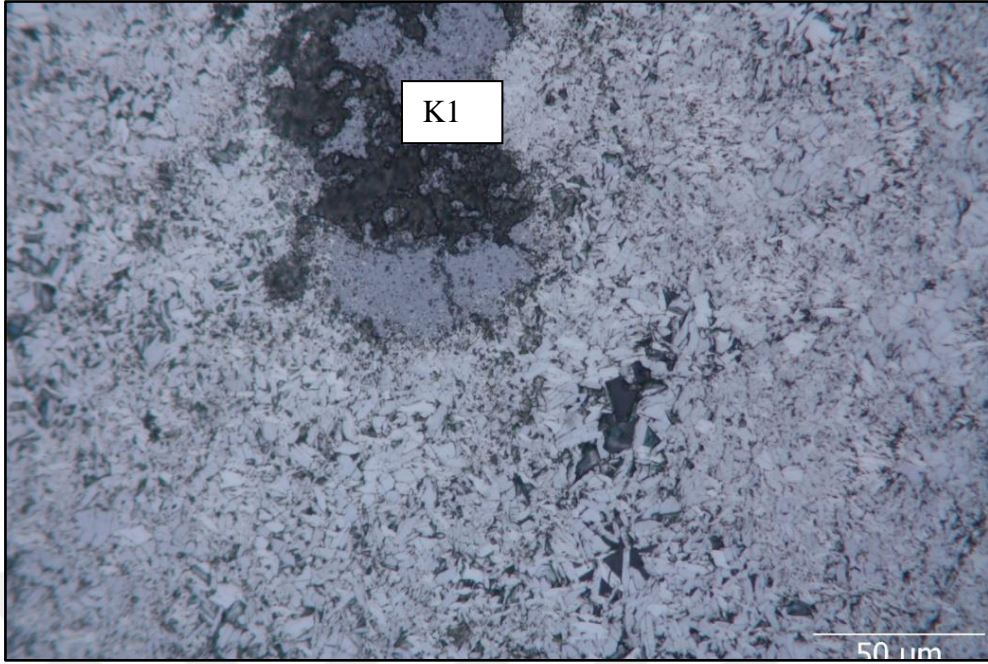
Şekil 3.33. Gang minerali içerisinde ışınsal pirolüzit ve özşekilli braunit mineralleri



Şekil 3.34. Kolloform yapılı psilomelan minerali, manganit ve pirolüzit (K1: 1. Fazda oluşan gang minerali K2: 2. Fazda oluşan gang minerali)



Şekil 3.35. Manganit ve pirolüzinin mikroskobik görünüşleri



Şekil 3.36. Kalsit gangü içerisinde oluşan pirolüzit ve braunit mineralleri.

### 3.3.1. Parajenez ve Süksesyon

Cevherleşmenin ilk fazında baskın olarak braunit minerali gelişmesine karşın yer yer az oranda da olsa manganit cevherleşmesi mevcuttur. Özşekilli ve yarı özşekilli braunit ve manganit cevherleşmeleri cevherleşmenin bir çok yerinde ornatım ve kırılma sonucu cevherleşmede baskın olan pirolüzit mangan mineraline dönüşmüşlerdir. Cevherleşmede Pirolüzit ve psilomelan bir çok yerde iç içe gelişmiş iken braunit ve manganit pirolüzite dönüşmüştür (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Parajenez Tablosu

	1. Faz	2. Faz
<i>Braunit</i>	—————	
<i>Manganit</i>	—————	
<i>Pirolüzit</i>		—————
<i>Psilomelan</i>		—————
<i>Kalsit I</i>	—————	
<i>Kalsit II</i>		—————

### 3.4. Mineral Kimyası

Abdülaliler manganez cevherleşmesinden arazi çalışmaları esnasında alınan 9 adet cevher örneğinden, 2 adet örnek mikroprob analizleri yapılması amacıyla hazırlanmıştır. 2 adet örnek üzerinde 40 farklı ölçüm yapılarak, bu örneklerin ana oksit içerikleri Tablo 3.2’de verilmiştir. Mangan elementinin doğada en önemli bileşeni  $MnO_2$ ’dir.  $MnO_2$  bileşiğinde 2 adet oksijen olduğu ve Mangan’ın genellikle 2 oksijenli bileşiklerde kararlı olması dolayısıyla mineral formülizasyonu işlemi sırasında Oksijen Faktörü 2 olarak hesaplanmıştır. Atomik oranlarda oksijenlerin 40 adet ölçüm noktasındaki ortalama değeri 1.364’tür. Oksijen Faktörü ise  $2 / 1,364 = 1,466$  formülü ile hesaplanmıştır. Oksitli bileşiklerin katyon değerleri ve her bir ölçüm için toplam katyon değerleri hesaplanmıştır.

Mineral kimyasında, bir mineralin formülünün hesaplanmasında en önemli basamaklardan biriside her bir oksit bileşiğinin molekül oranını bulmaktır. Bu oran ölçüm değerinin, bileşiğin molekül ağırlığına bölünmesi ile elde edilir. Cevher örneklerinin bünyesinde  $O(OH)^-$  iyonunu barındırması, mineral formül hesaplamalarında dikkate alınmış ve oksit bileşiklerinin molekül oranına göre barındırdıkları  $O(OH)^-$  iyonu miktarı 2 oksijen karşılığına göre hesaplanmıştır.

Mangan oluşumlarında katyonlar ortamdaki yoğunluklarına göre mineral bünyesine beraber katılım gösterebilirler. Si ile Al ve Ti, Fe, Ni, Cu, Mg ve Ca, Na, K elementleri ortamda Mangan’ın bünyesine beraber katılırlar. Ba ve Mn elementleri ise tek başlarına katyon katılımı gösterirler. Bu katyon katılımları detaylı mineral formülü belirlemede önemli rol oynarlar. Bu ilişkilerin matematiksel değerleri, detaylı mineral formula, genel mineral formülü ve mineral adları Tablo 3.3’de verilmiştir.

Mikroprob analizleri sonucunda hazırlanan mineral formülleri ve saptanan mineraller, parlak kesit incelemelerinde gözlemlenen cevher mineralleri ile aynıdır. Pirolüzitler bünyesinde düşük oranda Si, Al, Ti, Fe, Mg, Ca, N, K barındırırken yüksek oranda Mn içeriğine sahiptirler. Pirolüzitlerin detaylı formülü ise yaklaşık:  $(Si,Al)_{0.0-0.082}(Ti,Fe,Mg)_{0.0-0.001}(Ca,N,K)_{0.0005-0.037}Ba_{0.0001-0.0163}Mn_{1.7-1.99}$ ’dir (Şekil 3.38).

Bünyesinde kayda değer oranda Ba bulduran Mangan bileşikleri ise psilomelan olarak adlandırılmıştır. Psilomelan’ın detaylı formülü ise yaklaşık  $(Si,Al)_{0.012-0.128}(Ti,Fe,Mg)_{0.009-0.01}(Ca,N,K)_{0.0143-0.0246}Ba_{0.14-0.18}Mn_{1.53-1.8}$ ’dir (Şekil 3.37).

Ölçümlerde Silisyum oranının yükseldiği, Mn oranının ise düşük bulunduğu mineral (Katyon katılımları yaklaşık 1.5) ise braunit olarak tespit edilmiştir. Braunit’in detaylı

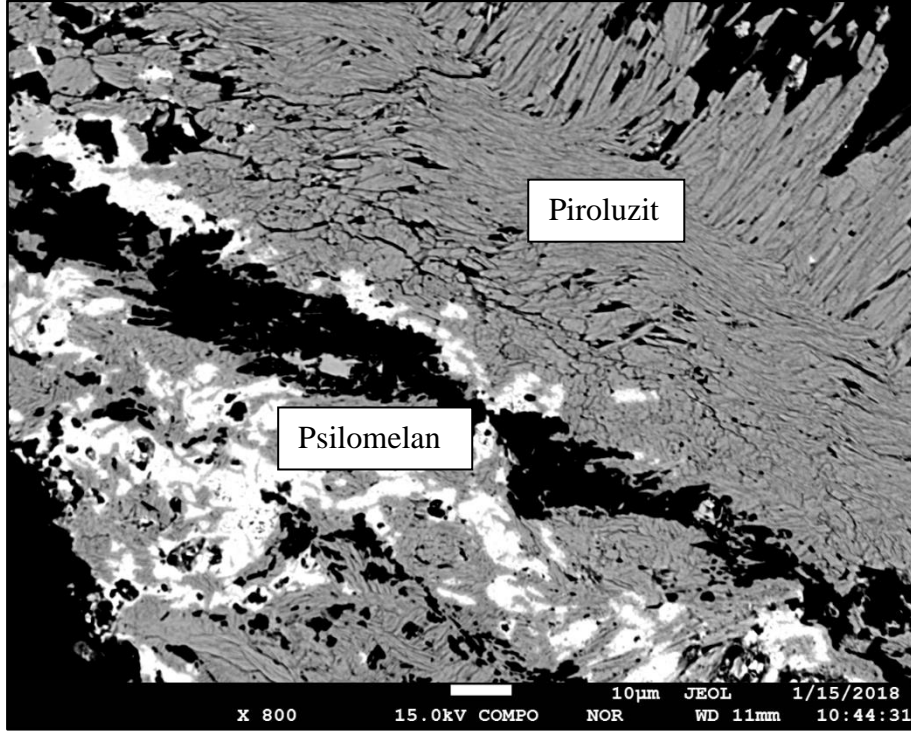


formülü ise yaklaşık:  $(\text{Si,Al})_{0.186-0.249}(\text{Ti,Fe,Mg})_{0.002-0.01}(\text{Ca,N,K})_{0.0045-0.0381}\text{Ba}_{0.0-0.0038}\text{Mn}_{1.46-1.62}$ 'dir (Şekil 3.40).

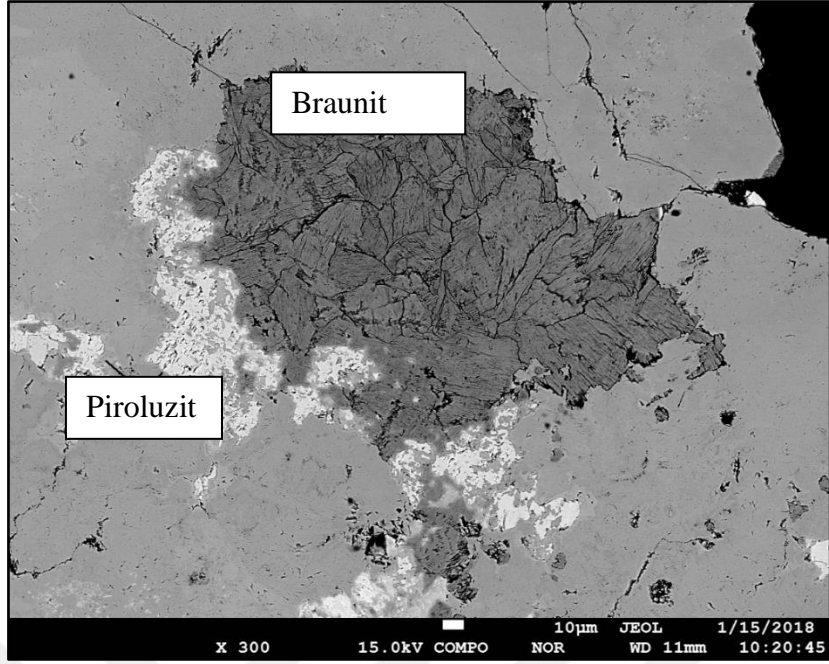
Mangan'ın nispeten Silisyuma katyon katılımlarında eşdeğer veya eşdeğere yakın olduğu durumlarda ise Rodonit minerali oluşmuştur. Rodonit mineralinin detaylı formülü ise  $(\text{Si,Al})_{0.635}(\text{Ti,Fe,Mg})_{0.016}(\text{Ca,N,K})_{0.0217}(\text{Ba})_{0.013}\text{MnO}_{0.7}$ 'dir.

Yüksek Silisyum ve Alüminyum ve düşük Mangan içeriği bulunan 3 adet ölçüm vardır ve bunlar Alüminyum-Silikat olarak adlandırılmış genel formülü ise  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ 'dir. Alüminyum Silikatların detaylı formülü ise yaklaşık olarak:  $(\text{Si,Al})_{0.974-0.0988}(\text{Ti,Fe,Mg})_{0.002-0.005}(\text{Ca,N,K})_{0.0038-0.0072}\text{Ba}_{0.001-0.002}\text{Mn}_{0.025-0.06}$ 'dir.

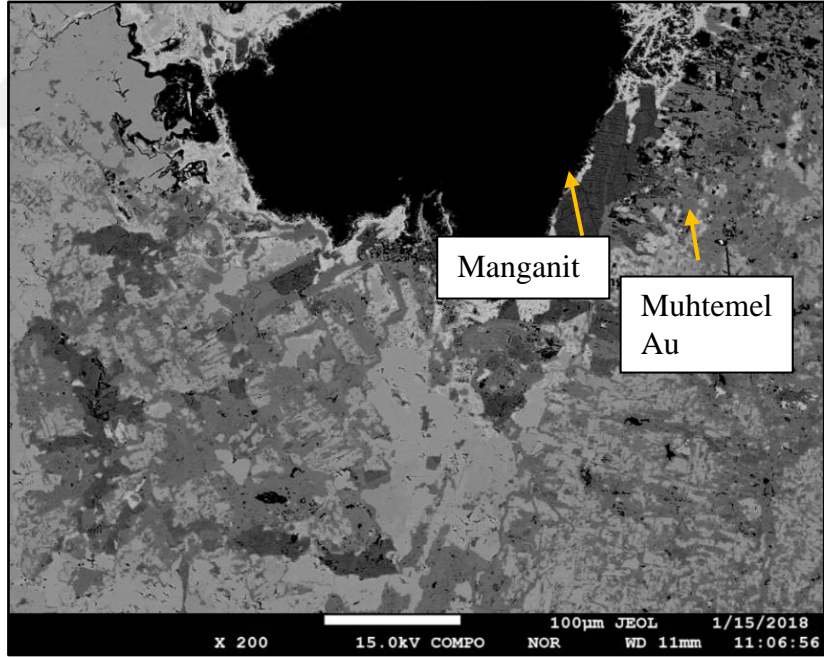
Cevher örneklerindeki mikroprob ölçümlerinde 1 adet Manganit minerali ölçülmüş ve genel formula  $\text{MnO}(\text{OH})$  olarak belirlenmiştir (Şekil 3.39).



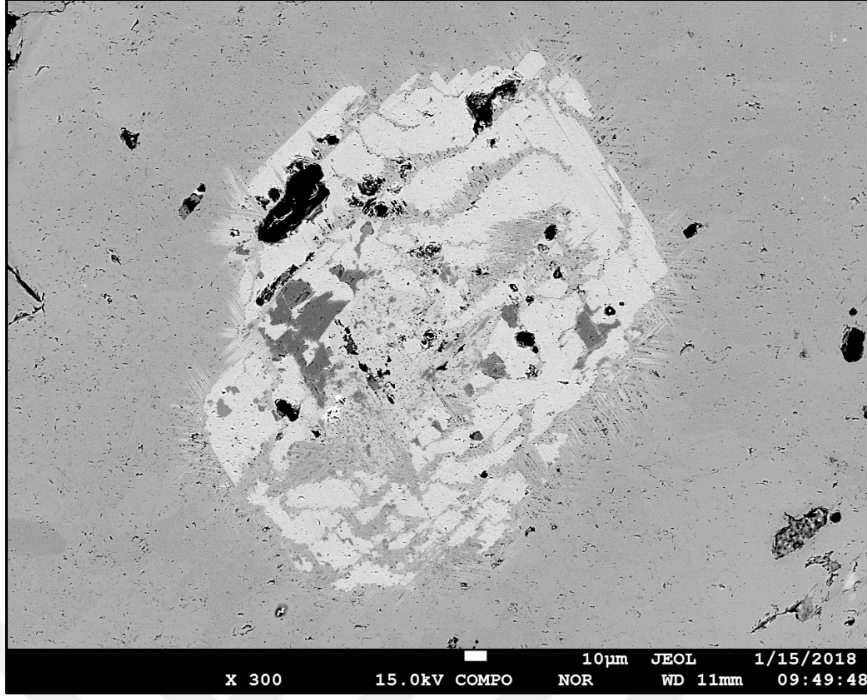
Şekil 3.37. Pirolüzit ve psilomelan minerallerinin mikroprob görüntüleri



Şekil 3.38. Pirolüzit ve Braunit minerallerinin mikroprob görüntüleri



Şekil 3.39. Manganit ve braunit mineralleri ve kafes yapısı içerisinde hapsolmuş muhtemel Au



Şekil 3.40. Bruanit mineralinin mikroprob görüntüsü

Tablo 3.2. Mikroprob ölçümleri sonucu cevher örneklerinin oksit içerikleri.

Ağırlık Yüzdesi												
Grup : Abdulaliler_Mn-O												
No.	Na2O	Al2O3	CaO	BaO	TiO2	K2O	MnO	FeO	SiO2	MgO	Toplam	(OH/H)
1	0,005	0,111	0,078	0	0,001	0	89,342	0,017	0,808	0,312	90,674	9,326
2	0,002	0,246	0,197	0	0,02	0,005	82,598	0,016	5,786	0,279	89,149	10,85
3	0,074	0,306	0,224	0	0	0,013	76,779	0,003	0,257	0,056	77,712	22,29
4	0,008	0,135	0,008	0	0	0	76,489	0,014	0,029	0,122	76,805	23,2
5	0,016	0,343	0,006	0	0	0	87,681	0	0,166	0,138	88,35	11,65
6	0	0,104	0,017	0,006	0	0	87,399	0,004	0,314	0,219	88,063	11,94
7	0,008	0,423	0,959	0	0,01	0	77,984	0	9,085	0,894	89,363	10,64
8	0,062	1,612	0,19	0	0	0,017	83,54	0,008	2,171	0,113	87,713	12,29
9	0	0,371	0,01	0	0,018	0	88,185	0	0,039	0,034	88,657	11,34
10	0	0,805	0,004	0	0,005	0,009	75,464	0,028	0,03	0	76,345	23,66
11	0	0,206	0,033	0	0	0,001	86,643	0	0,419	0,208	87,51	12,49
12	0,004	0,3	0,959	0	0,01	0	77,982	0	8,837	0,85	88,942	11,06
13	0	0,266	0,456	0,991	0,011	0,055	73,419	0,036	0,282	0,1	75,616	24,38
14	0	0,755	0,431	0,491	0,011	0,047	74,775	0,039	0,277	0,044	76,87	23,13
15	0,004	0,346	0,422	0,372	0	0,02	74,804	0,162	0,296	0,05	76,476	23,52
16	0	0,237	0,037	0,239	0,006	0,004	90,725	0,145	0,186	0	91,579	8,421
17	0,044	0,204	0,449	1,93	0,021	0,022	85,16	0,033	0,327	0,074	88,264	11,74
18	0,008	0,096	0,075	0,124	0	0,006	91,197	0	0,086	0,019	91,611	8,389
19	0	1,121	1,479	0,054	0	0,012	75,878	0,207	10,21	0,204	89,16	10,84
20	0,007	0,221	0,893	0	0	0,003	77,859	0,015	8,866	0,849	88,713	11,29
21	0,027	0,197	1,048	0,001	0	0,017	77,505	0	9,249	0,809	88,853	11,15
22	0,042	0,192	0,435	11,89	0,205	0,025	66,41	0,092	0,277	0,04	79,609	20,39
23	0,044	0,17	0,361	11,07	0,199	0,019	66,038	0,129	0,298	0,042	78,37	21,63
24	0,077	3,9	1,013	0,197	0,013	0,155	50,724	0,795	34,7	0,188	91,761	8,239
25	0,093	2,503	0,121	0,051	0,008	0,692	5,641	0,16	88,67	0,188	98,129	1,871
26	0,048	2,371	0,119	0,049	0,022	0,378	6,582	0,176	89,84	0,19	99,774	0,226
27	0,066	1,068	0,143	0,014	0,015	0,217	2,817	0,108	92,92	0,066	97,431	2,569
28	0,035	0,187	0,664	13,99	0,23	0,03	62,165	0,041	1,316	0,055	78,717	21,28
29	0,054	0,141	0,493	15,28	0,266	0,036	60,084	0,027	4,179	0,05	80,605	19,4
30	0,009	0,083	0,534	0,246	0,001	0,008	75,345	0	0,26	0,012	76,498	23,5
31	0,021	0,065	0,647	0,338	0,02	0,003	75,513	0	0,437	0	77,044	22,96
32	0	0,07	0,637	1,043	0,014	0,049	77,794	0,042	7,638	0,242	87,529	12,47
33	0,079	0,113	1,013	15,48	0,261	0,029	60,246	0,009	0,208	0,105	77,543	22,46
34	0	0,245	0,024	0,068	0	0	91,908	0,132	0,075	0,02	92,472	7,528
35	0	0,059	0,172	1,544	0,021	0	86,231	0,024	0,067	0,039	88,157	11,84
36	0	0,314	0,179	0,108	0	0	81,687	0,11	7,803	0,001	90,202	9,798
37	0	0,04	1,599	0,434	0,011	0,018	78,091	0,004	10,33	1,216	91,744	8,256
38	0,006	0,121	0,678	1,09	0,023	0,005	75,777	0,039	0,992	0,005	78,736	21,26
39	0	0,005	0,047	0,05	0	0	89,388	0	0,012	0,001	89,503	10,5
40	0,079	0,1	0,949	15,14	0,244	0,018	61,414	0,036	0,241	0,113	78,338	21,66
Minimum	0	0,005	0,004	0	0	0	2,817	0	0,012	0	75,616	
Maksimum	0,093	3,9	1,599	15,48	0,266	0,692	91,908	0,795	92,92	1,216	99,774	
Ortalama	0,023	0,504	0,445	2,307	0,042	0,048	72,132	0,066	9,949	0,199	85,715	
S.Sapma	0,029	0,795	0,427	4,96	0,083	0,126	21,604	0,132	24,03	0,294	6,867	
Veri sayısı	40											
Oksijen Faktörü =	2/1,364 =1,466=1,5											
Not: 0 (Sıfır) olan değerler ölçüm sınırı altındadır.												

Tablo 3.3. Elementlerin mineral bünyesine katyon katılımları, detaylı mineral formülü, genel mineral formülü ve mineral adı.

Ölçüm	Kanyon Katılımları				Mn	Ba	Ca+Na+K	Detaylı Mineral Formülü	Genel Mineral Formülü	Mineral Adı
	Si+Al	Ti+Fe+Mg								
1	0,022	0,012	0,0023	0,0000	1,9427	0,0000	(Si,Al) <sub>0,022</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,012</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0023</sub> MnO <sub>1,94</sub>	MnO <sub>2</sub>	Piroblizit	
2	0,144	0,011	0,0053	0,0000	1,7000	0,0000	(Si,Al) <sub>0,144</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,011</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0053</sub> MnO <sub>1,7</sub>	3Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> MnSiO <sub>3</sub>	Braunit	
3	0,013	0,003	0,0097	0,0000	1,9661	0,0000	(Si,Al) <sub>0,013</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,003</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0097</sub> MnO <sub>1,97</sub>	MnO <sub>2</sub>	Piroblizit	
4	0,003	0,006	0,0005	0,0000	1,9899	0,0000	(Si,Al) <sub>0,003</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,006</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0005</sub> MnO <sub>1,99</sub>	MnO <sub>2</sub>	Piroblizit	
5	0,010	0,005	0,0006	0,0000	1,9811	0,0000	(Si,Al) <sub>0,010</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,005</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0006</sub> MnO <sub>1,98</sub>	MnO <sub>2</sub>	Piroblizit	
6	0,010	0,009	0,0005	0,0001	1,9728	0,0000	(Si,Al) <sub>0,010</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,009</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0005</sub> (Ba) <sub>0,0001</sub> MnO <sub>1,97</sub>	3Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> MnSiO <sub>3</sub>	Braunit	
7	0,215	0,031	0,0239	0,0000	1,5233	0,0000	(Si,Al) <sub>0,215</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,031</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0239</sub> MnO <sub>1,52</sub>	MnO <sub>2</sub>	Piroblizit	
8	0,082	0,005	0,0072	0,0000	1,8559	0,0000	(Si,Al) <sub>0,082</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,005</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0072</sub> MnO <sub>1,86</sub>	MnO <sub>2</sub>	Piroblizit	
9	0,007	0,002	0,0003	0,0000	1,9917	0,0000	(Si,Al) <sub>0,007</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,002</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0003</sub> MnO <sub>1,99</sub>	MnO <sub>2</sub>	Piroblizit	
10	0,016	0,001	0,0003	0,0000	1,9869	0,0000	(Si,Al) <sub>0,016</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,001</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0003</sub> MnO <sub>1,97</sub>	MnO <sub>2</sub>	Piroblizit	
11	0,014	0,008	0,0010	0,0000	1,9661	0,0000	(Si,Al) <sub>0,014</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,008</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0010</sub> MnO <sub>1,97</sub>	MnO <sub>2</sub>	Piroblizit	
12	0,209	0,030	0,0239	0,0000	1,5332	0,0000	(Si,Al) <sub>0,209</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,030</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0239</sub> MnO <sub>1,53</sub>	3Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> MnSiO <sub>3</sub>	Braunit	
13	0,014	0,006	0,0121	0,0000	1,9434	0,0000	(Si,Al) <sub>0,014</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,006</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0121</sub> (Ba) <sub>0,0000</sub> MnO <sub>1,95</sub>	MnO <sub>2</sub>	Piroblizit	
14	0,022	0,003	0,0151	0,0059	1,9484	0,0059	(Si,Al) <sub>0,022</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,003</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0151</sub> (Ba) <sub>0,0059</sub> MnO <sub>1,95</sub>	MnO <sub>2</sub>	Piroblizit	
15	0,015	0,006	0,0144	0,0045	1,9517	0,0045	(Si,Al) <sub>0,015</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,006</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0144</sub> (Ba) <sub>0,0045</sub> MnO <sub>1,94</sub>	MnO <sub>2</sub>	Piroblizit	
16	0,008	0,003	0,0011	0,0024	1,9811	0,0024	(Si,Al) <sub>0,008</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,003</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0011</sub> (Ba) <sub>0,0024</sub> MnO <sub>1,98</sub>	MnO <sub>2</sub>	Piroblizit	
17	0,012	0,004	0,0145	0,0203	1,9394	0,0203	(Si,Al) <sub>0,012</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,004</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0145</sub> (Ba) <sub>0,0203</sub> MnO <sub>1,94</sub>	MnO <sub>2</sub>	Piroblizit	
18	0,004	0,001	0,0024	0,0013	1,9900	0,0013	(Si,Al) <sub>0,004</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,001</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0024</sub> (Ba) <sub>0,0013</sub> MnO <sub>1,99</sub>	3Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> MnSiO <sub>3</sub>	Piroblizit	
19	0,249	0,011	0,0365	0,0005	1,4738	0,0005	(Si,Al) <sub>0,249</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,011</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0365</sub> (Ba) <sub>0,0005</sub> MnO <sub>1,47</sub>	3Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> MnSiO <sub>3</sub>	Braunit	
20	0,209	0,030	0,0224	0,0000	1,5334	0,0000	(Si,Al) <sub>0,209</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,030</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0224</sub> MnO <sub>1,53</sub>	3Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> MnSiO <sub>3</sub>	Braunit	
21	0,216	0,028	0,0268	0,0000	1,5157	0,0000	(Si,Al) <sub>0,216</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,028</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0268</sub> MnO <sub>1,53</sub>	3Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> MnSiO <sub>3</sub>	Braunit	
22	0,012	0,009	0,0167	0,1490	1,7981	0,1490	(Si,Al) <sub>0,012</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,009</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0167</sub> (Ba) <sub>0,1490</sub> MnO <sub>1,8</sub>	BaMn <sub>9</sub> O <sub>13</sub> 2H <sub>2</sub> O	Psilomelan	
23	0,013	0,010	0,0143	0,1402	1,8072	0,1402	(Si,Al) <sub>0,013</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,010</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0143</sub> (Ba) <sub>0,1402</sub> MnO <sub>1,8</sub>	BaMn <sub>9</sub> O <sub>13</sub> 2H <sub>2</sub> O	Psilomelan	
24	0,635	0,016	0,0217	0,0013	0,7385	0,0013	(Si,Al) <sub>0,635</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,016</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0217</sub> (Ba) <sub>0,0013</sub> MnO <sub>0,7</sub>	MnSiO <sub>3</sub>	Rodonit	
25	0,976	0,005	0,0072	0,0002	0,6517	0,0002	(Si,Al) <sub>0,976</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,005</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0072</sub> (Ba) <sub>0,0002</sub> MnO <sub>0,65</sub>	Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub>	Al-Sükkat	
26	0,974	0,005	0,0045	0,0002	0,6595	0,0002	(Si,Al) <sub>0,974</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,005</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0045</sub> (Ba) <sub>0,0002</sub> MnO <sub>0,66</sub>	Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub>	Al-Sükkat	
27	0,988	0,002	0,0038	0,0001	0,6252	0,0001	(Si,Al) <sub>0,988</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,002</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0038</sub> (Ba) <sub>0,0001</sub> MnO <sub>0,625</sub>	Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub>	Al-Sükkat	
28	0,046	0,009	0,0246	0,1766	1,6951	0,1766	(Si,Al) <sub>0,046</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,009</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0246</sub> (Ba) <sub>0,1766</sub> MnO <sub>1,7</sub>	BaMn <sub>9</sub> O <sub>13</sub> 2H <sub>2</sub> O	Psilomelan	
29	0,128	0,009	0,0182	0,1801	1,5313	0,1801	(Si,Al) <sub>0,128</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,009</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0182</sub> (Ba) <sub>0,1801</sub> MnO <sub>1,73</sub>	BaMn <sub>9</sub> O <sub>13</sub> 2H <sub>2</sub> O	Psilomelan	
30	0,009	0,001	0,0180	0,0030	1,9610	0,0030	(Si,Al) <sub>0,009</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,001</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0180</sub> (Ba) <sub>0,0030</sub> MnO <sub>1,96</sub>	MnO <sub>2</sub>	Piroblizit	
31	0,014	0,000	0,0218	0,0040	1,9453	0,0040	(Si,Al) <sub>0,014</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,000</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0218</sub> (Ba) <sub>0,0040</sub> MnO <sub>1,94</sub>	MnO <sub>2</sub>	Piroblizit	
32	0,186	0,010	0,0173	0,0099	1,5923	0,0099	(Si,Al) <sub>0,186</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,010</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0173</sub> (Ba) <sub>0,0099</sub> MnO <sub>1,6</sub>	3Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> MnSiO <sub>3</sub>	Braunit	
33	0,009	0,012	0,0398	0,2043	1,7185	0,2043	(Si,Al) <sub>0,009</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,012</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0398</sub> (Ba) <sub>0,2043</sub> MnO <sub>1,7</sub>	MnO <sub>2</sub>	Piroblizit	
34	0,006	0,004	0,0007	0,0007	1,9888	0,0007	(Si,Al) <sub>0,006</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,004</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0007</sub> (Ba) <sub>0,0007</sub> MnO <sub>1,99</sub>	MnO <sub>2</sub>	Piroblizit	
35	0,003	0,003	0,0050	0,0163	1,9715	0,0163	(Si,Al) <sub>0,003</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,003</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0050</sub> (Ba) <sub>0,0163</sub> MnO <sub>1,97</sub>	MnO <sub>2</sub>	Piroblizit	
36	0,187	0,002	0,0045	0,0000	1,6233	0,0000	(Si,Al) <sub>0,187</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,002</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0045</sub> (Ba) <sub>0,0000</sub> MnO <sub>1,62</sub>	3Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> MnSiO <sub>3</sub>	Braunit	
37	0,229	0,040	0,0381	0,0038	1,4608	0,0038	(Si,Al) <sub>0,229</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,040</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0381</sub> (Ba) <sub>0,0038</sub> MnO <sub>1,46</sub>	3Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> MnSiO <sub>3</sub>	Braunit	
38	0,016	0,001	0,0222	0,0129	1,9341	0,0129	(Si,Al) <sub>0,016</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,001</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0222</sub> (Ba) <sub>0,0129</sub> MnO <sub>1,93</sub>	Al <sub>2</sub> (MnO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> te Winchite	Piroblizit	
39	0,000	0,000	0,0013	0,0005	1,9978	0,0005	(Ca,N,K) <sub>0,0013</sub> (Ba) <sub>0,0005</sub> MnO <sub>2</sub>	MnO <sub>2</sub>	Piroblizit	
40	0,006	0,012	0,0369	0,1980	1,7355	0,1980	(Si,Al) <sub>0,006</sub> (Ti,Fe,Mg) <sub>0,012</sub> (Ca,N,K) <sub>0,0369</sub> (Ba) <sub>0,1980</sub> MnO <sub>1,74</sub>	MnO <sub>2</sub>	Piroblizit	

### 3.5. Abdülaliler Manganez Cevherleşmesinin Jeokimyasal Özellikleri

Manganez cevherleşmelerinin kimyasal ve jeokimyasal özelliklerini belirlemek gayesiyle 9 adet mangan örneğinden ana oksit içeriği, iz ve NTE analizleri Kanada ACME laboratuvarında ICP-MS yöntemi kullanılarak yaptırılmıştır.

#### 3.5.1. Abdülaliler Manganez Cevherleşmesinin Ana Oksit Jeokimyası

Abdülaliler manganez cevherleşmesi ile ilişkili örneklerin oksit içerikleri Tablo 3.4'de gösterilmiştir. Farklı mekanizmalarla oluşan manganez yataklarının ana ve eser elementleri Tablo 3.5'de gösterilmiştir. Abdülaliler manganez cevherleşmesinden alınan örneklerde MnO içeriği % 0.10 - % 55.65 arasında değişirken ortalama değeri % 22.36'dır. MnO oranının Tokoro (Hinode) hidrojenetik manganez yatağında %5.22 (Choi ve Hariya, 1992), Binkılıç Kaşımağa hidrotermal manganez yatağında % 40.13 (Önal, 2000) ve Ocaklı (Maçka – Trabzon) hidrotermal manganez yatağında % 65.53 (Gedikoğlu ve diğ., 1985) olduğu saptanmıştır. Abdülaliler manganez cevherleşmesinden alınan cevher örneklerinin analiz sonuçlarında Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oranı % 0.74 - % 40.40 arasında değişmekte olup, ortalama % 9.25'tir. Bu oran Tokoro (Wakasa) hidrotermal manganez yatağında % 0.92'dir (Choi ve Hariya, 1992). Aynı cevher örneklerinin SiO<sub>2</sub> oranı % 4.30 - %88.13 arasında iken ortalama değerleri % 35.88'dir. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oranı % 0.06 - % 5.46 arasında değişmekte olup ortalama değeri % 1.27'dir. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> oranı < %0.01 - % 0.05 arasında ve ortalama değeri % 0.28'dir. Bu değerlerin detaylı karşılaştırılması Tablo 3.5'de verilmiştir. Mn-oksit cevherlerinin yüksek oranda silis içermesi, cevher içerisinde kuvars bulunmasına veya ikincil kuvars oluşumlarından dolayı ortamdaki silis içeriğinin artmasına sebep olur. Yan kayaçların bünyesinde radyolarit ve radyolaryalı çörtler bulunması ortamdaki silis içeriklerindeki oldukça yükseltir. (Türkyılmaz, 2004).

Manganez yataklarının yüksek Ca içermeleri bu tip yataklarının yan kayaçlarının karbonatlı olmasına bağlanır. Mangan cevherlerinin MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> içermeleri bu mangan cevherlerinin ve mangan bileşiklerinin denizel tortulaşma ortamındaki manganezlerin içeriğine benzer (Nicholson, 1992).

Manganez yataklarının oluşumlarını belirlemede, birbirlerinden ayırmak için literatürde bulunan farklı yazarlar tarafından ileri sürülen diyagramlar ve grafikler kullanılır. Bu diyagramlar ve grafikler mangan cevherleşmelerinin iz ve ana element içeriklerine göre

hazırlanır ve kıyaslama yapılır. Bu tez çalışması kapsamında farklı araştırmacılar tarafından ileri sürölen ayırım diyagramları kullanılmış ve yorumlanmıştır.

Abdölaliler manganez cevherleşmesinin korelasyon ilişkileri Tablo 3.6'da verilmiştir. MnO ve SiO<sub>2</sub> arasında doğrusal kuvvetli negatif ( $r = -0,883$ ) ilişki mevcuttur. Diğer ana ve iz elementlerden K<sub>2</sub>O ve Na<sub>2</sub>O arasında doğrusal kuvvetli pozitif ( $r = 0,786$ ) doğrusal ilişki , Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve TiO<sub>2</sub> arasında doğrusal kuvvetli pozitif ( $r = 0,885$ ) ilişki, MnO ve Zn arasında doğrusal kuvvetli pozitif ( $r = 0,917$ ) ilişki vardır. Korelasyon ilişkileri ve bu ilişkilerin doğrusal denklemleri Şekil 3.41'de verilmiştir.



Tablo 3.4. Cevher örneklerinin ana oksit içerikler (%).

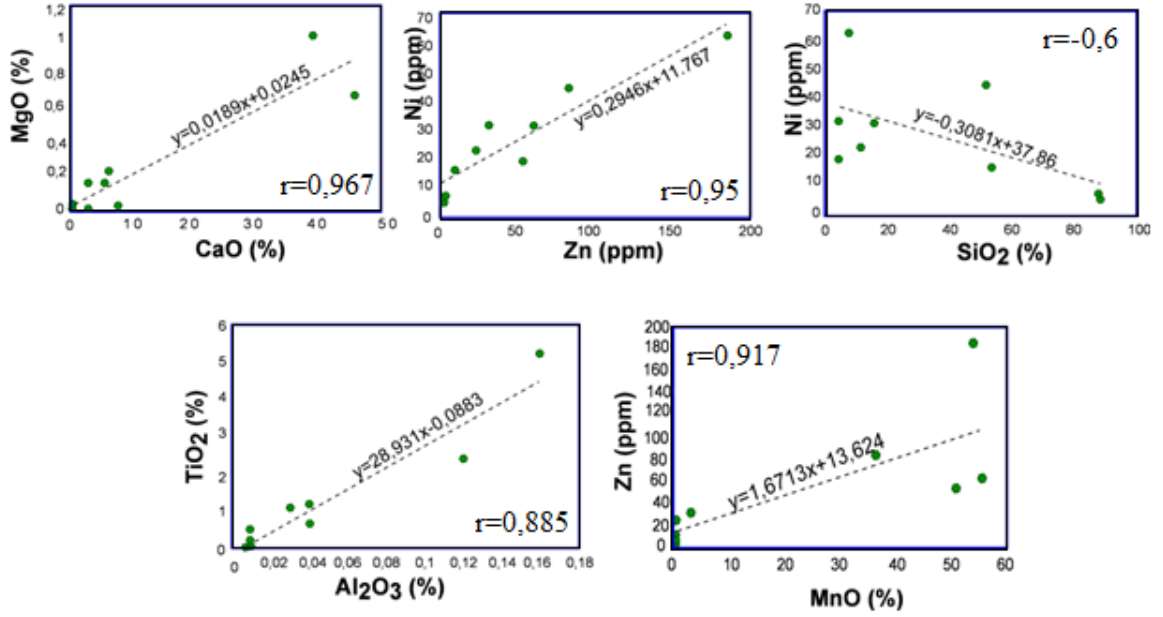
	<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>MgO</b>	<b>CaO</b>	<b>Na<sub>2</sub>O</b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>TiO<sub>2</sub></b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>MnO</b>	<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>LOI</b>
<b>MN-3-2</b>	87.5	0.09	10.23	0.02	0.49	<0.01	0.01	<0.01	0.01	0.12	0.003	2
<b>MN-3-3</b>	4.33	0.69	8.86	0.16	5.45	<0.01	<0.01	0.04	0.04	55.65	<0.002	10.4
<b>MN-3-4</b>	51.34	0.53	4.03	0.16	2.73	0.02	0.04	<0.01	0.02	36.36	0.003	4.2
<b>MN-3-5</b>	88.13	0.06	10.74	0.01	0.3	<0.01	0.01	<0.01	0.01	0.1	0.006	0.6
<b>MN-3-6</b>	53.39	0.2	40.4	0.01	2.89	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.37	<0.002	2,7
<b>MN-3-7</b>	15.45	5.26	2.13	1.02	38.97	0.07	1.47	0.16	0.02	3.26	0.006	32
<b>MN-3-8</b>	4.3	1.17	4.75	0.02	7.76	<0.01	0.028	0,04	0.05	51.03	0.004	16.1
<b>MN-3-9</b>	7.55	1.11	0.74	0.23	6.14	<0.01	0.08	0.03	0.06	53.83	0.007	15.3
<b>MN-3-10</b>	11.43	2.42	1.5	0.67	45.58	0.32	0.41	0.12	0.04	0.55	0.004	16.8



Tablo 3.5. Tanımlanmış farklı manganez yataklarının eser ve ana element içerikleri (eser elementler ppm, ana elementler % cinsindedir).

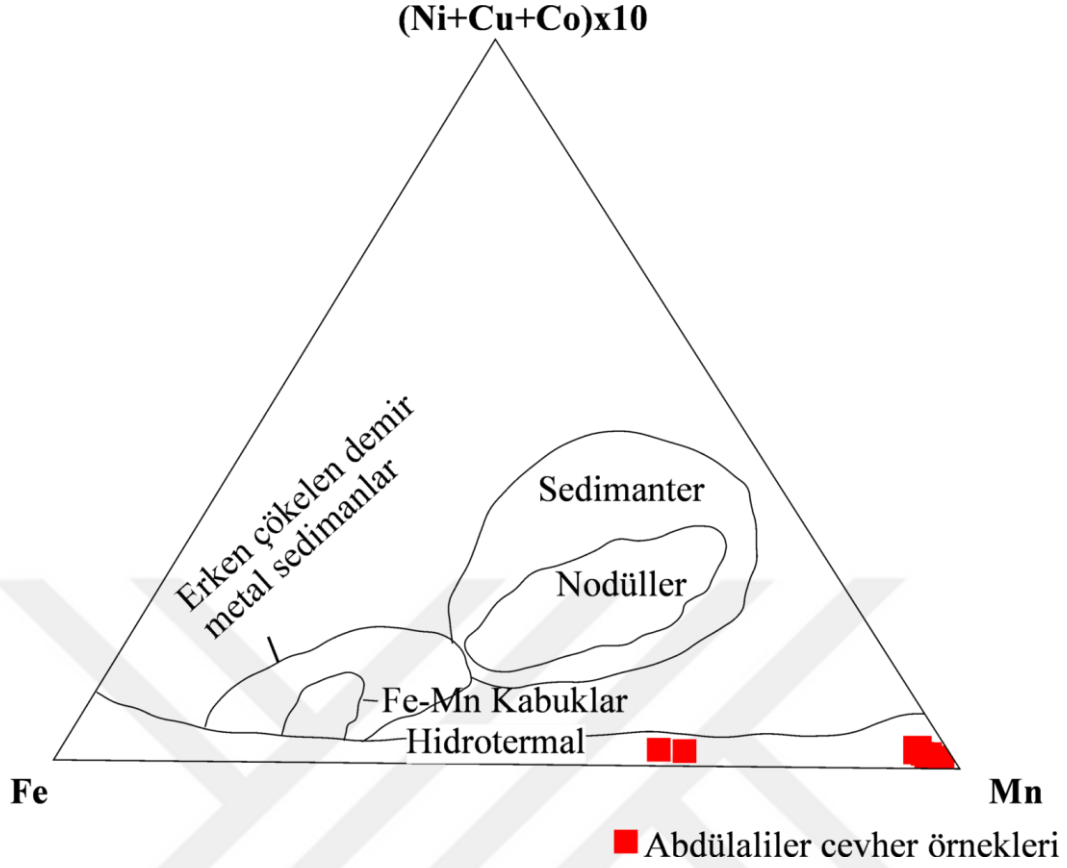
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ba	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Pb	Th	Rb	Sr	Y	Nb	Zr	As
<i>Wakasa Hid. Choi ve Hariya, 1992</i>	58.16	0.55	0.92	0.19	4.15	0.04	0.1	0.04	0.1	32.65	-	13786	25810	2	28	50	26	112	2	2	8	5	5	3	12	-
<i>Nikopol Force ve Cannon, 1988</i>	19.68	7.96	0.64	0.3	0.9	-	-	-	-	30.89	-	1400	-	-	30	195	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hokkaido. Hid. Choi ve Hariya, 1992</i>	38.28	0.05	0.2	0.05	0.27	0.07	0.96	0.01	0.1	51.91	-	1400	25110	2	28	50	26	112	2	2	85	5	3	12	-	
<i>Binkiliç Diyajenetik Özlük ve Frakes, 1995</i>	10.65	2.85	2.46	1.27	18.96	0.39	0.58	0.02	0.31	33.39	-	6892	10626	59	167	26	49	-	-	-	-	2100	15	-	32	-
<i>Ocaklı Hidrotermal Yatçınalp ve Tashan, 1995</i>	10.3	-	1.36	-	5.28	-	-	0.03	0.21	65.53	-	2329	-	-	19	23	81	31	23	-	-	98	-	-	-	2050
<i>Koryu Hid. Choi ve Hariya, 1992</i>	40.58	0.83	0.55	0.02	1.65	0.11	0.27	0.05	0.02	42.06	-	22126	211	7	118	352	128	14	2	3	483	-	8	62	-	
<i>Watangzi Süperjen Deltan ve afg., 1992</i>	9.85	2.79	22.57	2.24	5.04	-	-	-	0.09	40.82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Groote Eylandt Süperjen Pracejus ve Bolton, 1992</i>	7.08	6.43	2	0.68	0.1	0.16	0.55	0.23	0.11	67.57	-	568	331	15	77	342	139	115	57	-	-	-	-	-	43	-
<i>Koçali Denizaltı hidrotermal Türkyılmaz, 2004</i>	40.94	0.57	1.9	0.26	3.59	0.04	0.22	0.02	0.06	41.65	0.004	2662	202	-	106	73	270	68	4	0.35	3	328	8	2	29	39
<i>Abdülaliler Cevherleşmesi</i>	35.88	1.27	9.26	0.25	12.25	0.05	0.25	0.04	0.25	22.36	0.003	2752	11	-	3	26	44	51	12	0.7	9	179	19	0.5	11	64





Şekil 3.41. Abdülaliler manganez cevherleşme sahasından alınan örneklerin içerdiği elementlerin birbirleriyle ilişkisini gösteren diyagram

Mangan yataklarının sınıflamasında kullanılan diyagramlardan birisi  $(Ni+Co+Cu) \times 10 - Fe - Mn$  diyagramıdır (Şekil 3.42). Cu, Co, Ni gibi elementler hidrotermal tip yataklarda, diğer yatak tiplerine göre çok daha azdır. (Bonotti ve diğ., 1976).



Şekil 3.42. Abdülaliler cevherleşmesine ait  $(Ni+Co+Cu) \times 10$ -Fe-Mn diyagramı (Bonotti ve diğ., 1972; Crerar ve diğ., 1982).

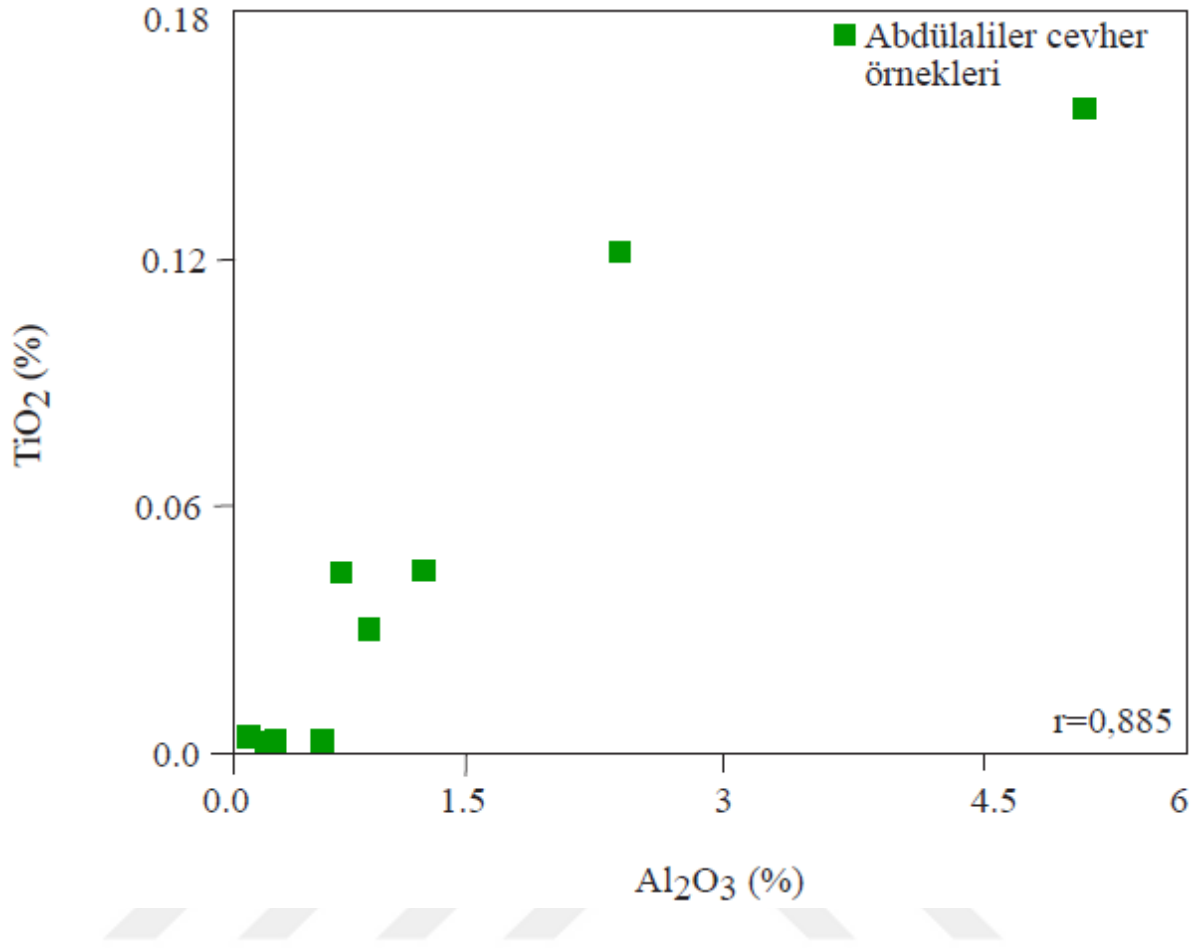
Mangan yataklarının yatak tipinin belirlenmesinde diğer bir skala ise Fe/Mn içeriğidir. Farklı tiplerdeki manganez cevherleşmelerinde yapılan araştırmalarda cevherleşmelerin Fe/Mn oranının denizel ortamda yavaş bir şekilde çökelen hidrotejenetik yataklarda 1, submarin hidrotermal yataklarda  $\leq 0.1$ 'den küçük (manganezce zengin), sedimanter yataklarda bu değer 10 ve 10'dan büyüktür (Fe'ce zengin sedimanter manganez yatakları). Fe/Mn içeriğinin düşük olduğu submarin hidrotermal merkezlerde hidrotermal solüsyonların hızlı çökmesiyle açıklanmıştır. (Bonatti ve diğ., 1972, 1976; Rona, 1978; Crerar ve diğ., 1982; Nicholson, 1992; Choi ve Hariya, 1992). Abdülaliler manganez cevherleşmesinde Fe/Mn oranı 0,11'dir (Tablo 3.7). Bu değer  $\leq 0.1$  değerine yakın olması submarin hidrotermal yataklarla cevher sahasının benzerlik taşıdığını gösterir.

Tablo 3.7. Cevher örneklerinin Fe, Mn ve Fe/Mn oranları

	<i>Mn</i>	<i>Fe</i>	<i>Fe/Mn</i>
<i>MN-3-2</i>	0.09	0.022	0.24
<i>MN-3-3</i>	43.07	0.02	0.0004
<i>MN-3-4</i>	28.14	0.12	0.004
<i>MN-3-5</i>	0.1	0.03	0.3
<i>MN-3-6</i>	0.28	0.08	0.28
<i>MN-3-7</i>	2.52	0.006	0.002
<i>MN-3-8</i>	39.5	0.001	0.00002
<i>MN-3-9</i>	41.66	0.003	0.00007
<i>MN-3-10</i>	0.42	0.004	0.009

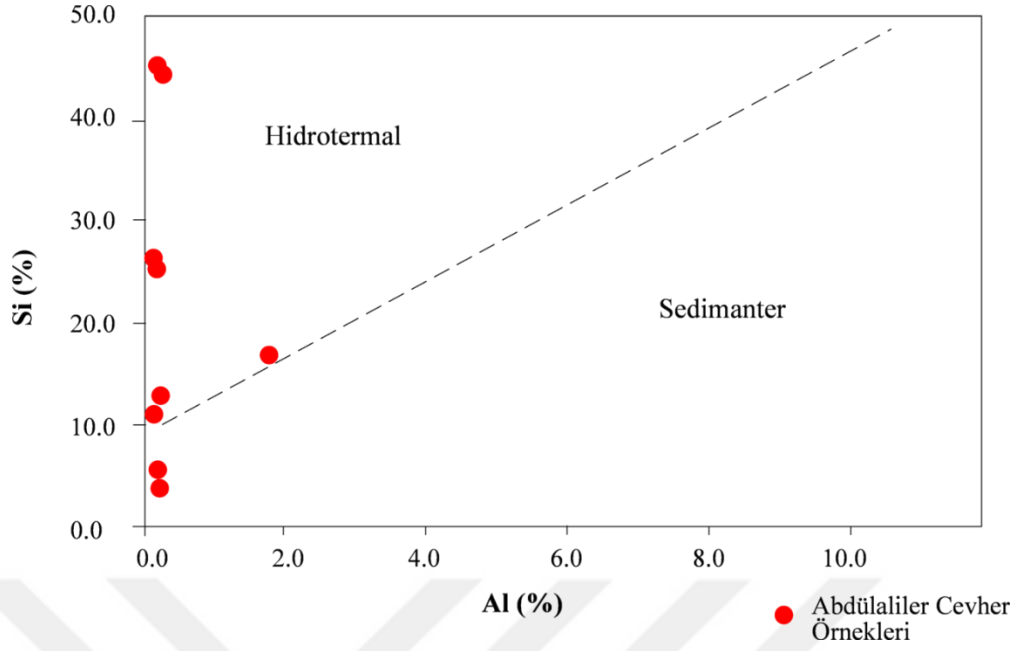
Al ve Ti, hidrotermal kökenli yataklarda diğer yataklara göre daha az oranda bulunurlar. Abdülaliler manganez cevherleşmesinde ortalama Al değeri % 1,27 Ti için % 0,04'tür (Tablo 3.5). Abdülaliler manganez cevherleşmesindeki Al ve Ti değerleri bu hidrotermal yataklar ile benzerlik göstermektedir.

Abdülaliler manganez cevherleşmesine ait  $TiO_2 - Al_2O_3$  ayırım diyagramı Şekil 3.43'de verilmiştir. Abdülaliler manganez cevherlerinin Al içerikleri hidrotermal yataklarla benzerlik gösterir. Al sedimanlardaki inorganik kolloid kökenlidir (Crerar ve diğ., 1982).

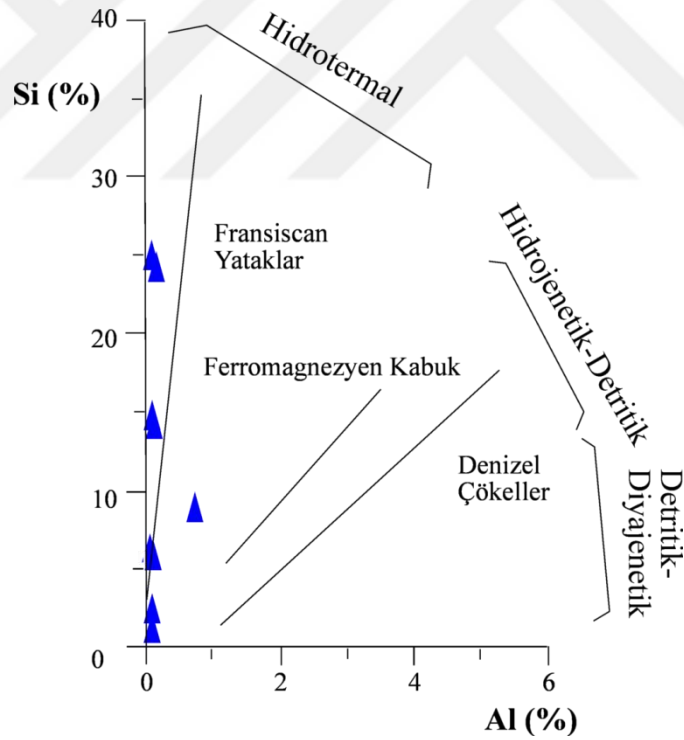


Şekil 3.43. Abdülaliler manganez sahasının cevher örneklerinin TiO<sub>2</sub> – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ayırım diyagramı

Manganın çökelme ortamındaki Al değerleri, Al'nin kil mineralleri ile beraber çökeldiğini gösterir. Bir manganez yatağındaki düşük Al içeriği, yataktaki mevcut cevherleşmenin hidrotermal kökenli olabileceğini göstermektedir (Bamba, 1984). Cevherleşmede silis oranlarının oldukça yüksek olmasından dolayı 2 diyagramda da cevher örnekleri hidrotermal alanda toplanmıştır (Şekil 3.44 ve Şekil 3.45).

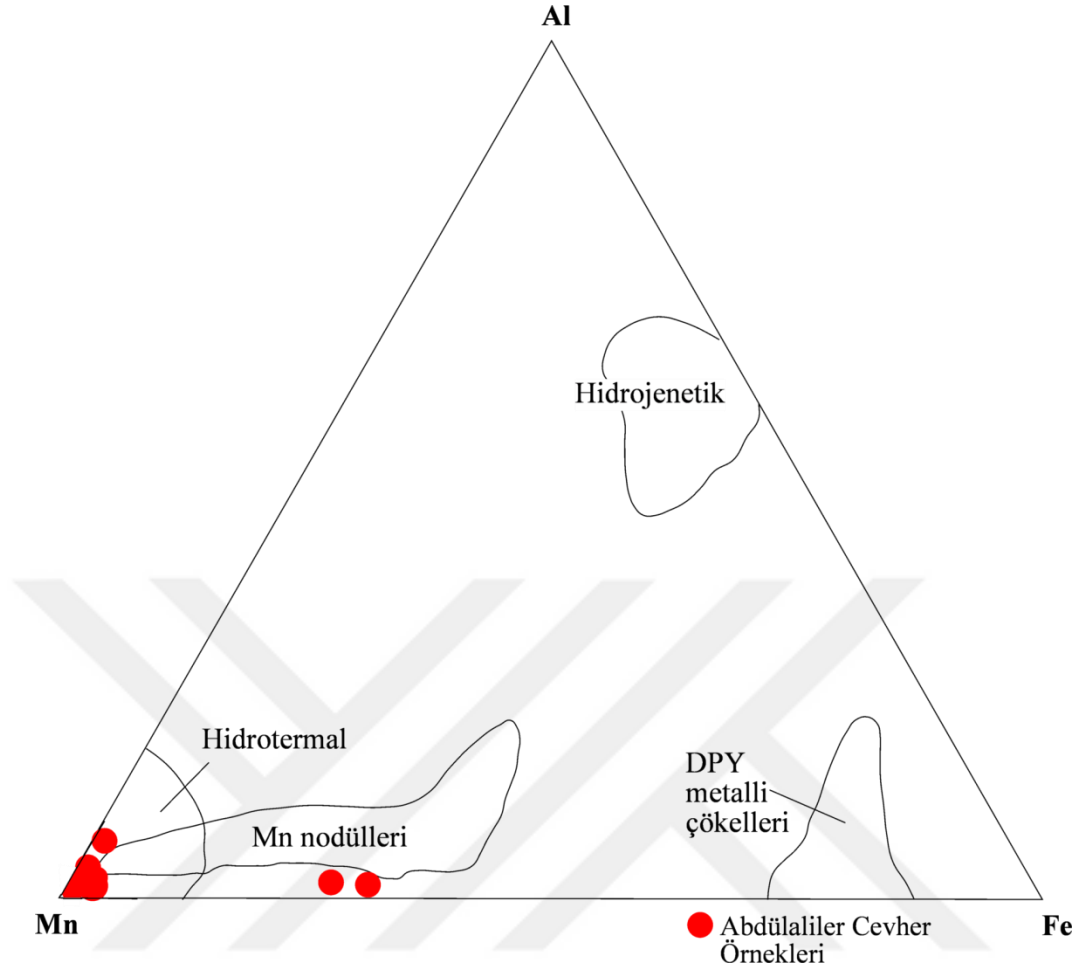


Şekil 3.44. Cevher örneklerinin Si-Al diyagramı (Peters, 1988).



Şekil 3.45. Manganez örneklerinin Si-Al diyagramı (Crear, 1982)

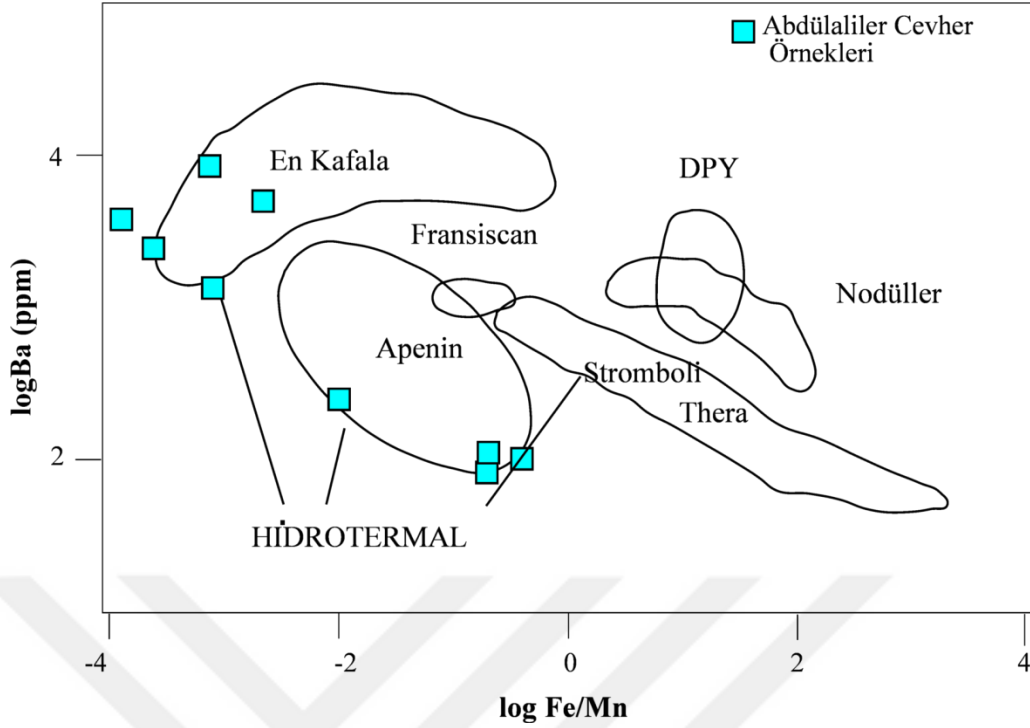
Mangan yataklarının Mn, Fe ve Al içeriklerine yatak tipinin belirlenmesinde önemli bir parametredir (Panagos ve Varnavas, 1984). Abdülaliler cevher örneklerinin hidrotermal alan içerisine düştüğü gözlemlenmiştir (Şekil 3.46).



Şekil 3.46. Abdülaliler mangan cevherleşmesinin Mn, Fe ve Al içeriklerine göre diğer yataklar ile karşılaştırılması, (Panagos ve Varnavas, 1984), (DPY: Doğu Pasifik Yükselimi).

Cevher örneklerinin ortalama Ba içerikleri 2752,22 ppm, bu değer deniz suyuna 2013 ppm (Nicholson, 1992) göre yüksektir. Farklı tiplerdeki mangan yataklarının ayırt edilmesinde  $\log Fe/Mn$ 'ye karşılık  $\log Ba$  diyagramı kullanılır (Şekil 3.47). Abdülaliler mangan cevherleşmesinde, En Kafala ve Apenin hidrotermal yataklarla benzerlik taşımaktadır.





Şekil 3.47. Abdülaliler manganez sahasının logFe/Mn ve logBa diyagramı ve farklı tür manganez yatakları ile kıyaslanması (Boström, 1983).

### 3.5.2. Abdülaliler Manganez Cevherleşmesinin İz Element Jeokimyası

Abdülaliler manganez cevherleşmesine ait iz element içeriklerini gösteren Tablo 3.8'de verilmiştir. Genellikle As-V-Zn-Li-Pb-Mo-Sr-Sb-Ba-Cu elementlerinin zenginleşmeleri hidrotermal tip manganez yataklarının tanımlanmasında önemlidir. Bu elementlerin hidrotermal kökenli olduğu ve maden yataklarının oluşumunda önemli bir etki sağladıkları için bu elementlerde zenginleşme görülür (Nicholson, 1992).

Çalışma alanındaki cevher örneklerindeki analiz sonuçları göz önüne alındığında Ba-As-Sr-Zn elementlerinde zenginleşme olduğu gözlemlenmektedir (Tablo 3.8). Hidrotermal manganez yataklarının ayırt edilmesinde ve tanımlanmasında kullanılan jeokimyasal veriler Tablo 3.9'da verilmiştir (Gültekin, 1997).

Tablo 3.8. Cevher örneklerinin iz element içerikleri (ppm).

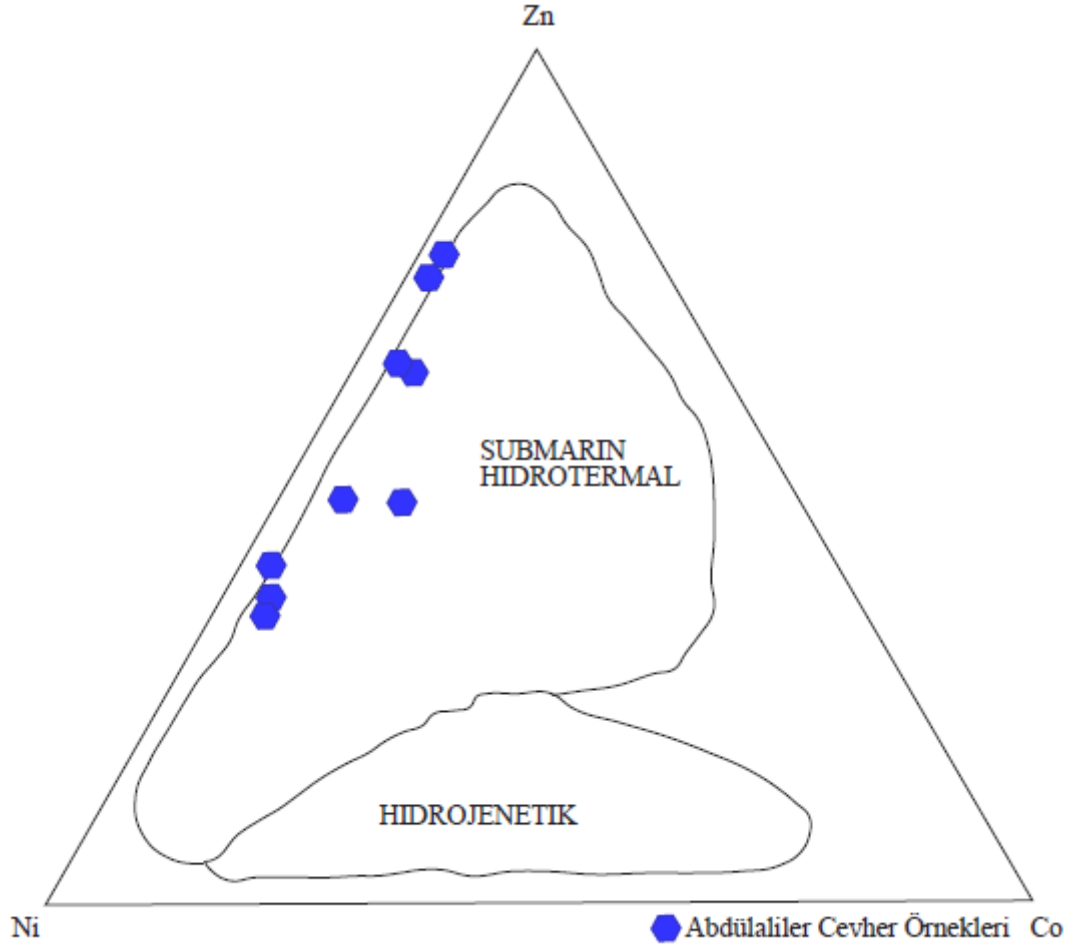
	<i>Ba</i>	<i>Be</i>	<i>Cs</i>	<i>Ga</i>	<i>Rb</i>	<i>Sr</i>	<i>Ta</i>	<i>Zr</i>	<i>Pb</i>	<i>Sc</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Co</i>	<i>Ni</i>	<i>U</i>	<i>Th</i>	<i>As</i>
<i>MN 3-2</i>	73	<1	<0.1	<0.5	0.1	4.8	<0.1	0.6	3.3	<1	2.4	4	0.7	7.1	<0.1	<0.2	6.6
<i>MN 3-3</i>	8430	<1	<0.1	12.3	0.8	220.8	0.2	9.5	12	2	40.7	62	5.4	32	0.6	0.4	141.5
<i>MN 3-4</i>	5131	<1	<0.1	<0.5	0.8	77.3	<0.1	2.6	11	<1	44.7	84	4	44.4	0.4	<0.2	111
<i>MN 3-5</i>	88	<1	<0.1	0.7	0.4	1.7	<0.1	0.4	1.3	<1	3.5	3	0.4	5.1	<0.1	<0.2	14.5
<i>MN 3-6</i>	329	<1	<0.1	<0.5	<0.1	12.4	<0.1	0.6	12.6	<1	1.1	11	0.9	16.2	0.2	<0.2	58.9
<i>MN 3-7</i>	734	<1	3.6	6.4	46.9	399.3	0.2	53.3	10.1	6	3.9	32	4.9	31.6	0.2	3.2	16.6
<i>MN 3-8</i>	5134	<1	0.7	7.8	13.8	184.2	<0.1	9.1	10.7	2	39.1	54	2	19.2	0.6	0.5	115.6
<i>MN 3-9</i>	4673	1	0.2	11	4.2	292.9	<0.1	8.3	23.0	1	151.1	185	6.8	62.3	0.7	0.4	87
<i>MN 3-10</i>	178	<1	1.0	3.1	16.6	405.6	0.1	19.3	22.9	3	109.5	24	7.8	23.2	0.1	1.0	24.9

Tablo 3.9. Mangan yataklarının tanımlanmasında kullanılan jeokimyasal bilgiler (Gültekin, 1997).

<i>Yatak Tipi</i>	<i>Jeokimyasal Çalışmalar</i>	<i>Jeokimyasal İlişki</i>	<i>Ayırt Edici Grafikler</i>
<i>Süperjen Hidrotermal</i>	Co-Ni-As-Ba-Cu-Li-Mo-Pb-Sb-Sr-V-Zn	Mn-Co-Cu-Ni-Zn-As	(Co+Ni)-(As+Cu+Mo+Pb+V+Zn)
<i>Süperjen Denizel</i>	Na-K-Ca-Mg-Sr-Co-Cu-Ni		Na-Mg
<i>Süperjen Karasal</i>	Ba	Mn-Ba	
<i>Süperjen Birincil Mineralizasyon Zonu</i>	Co-Ni-Pb-Zn	Mn-Co-Cu-Ni-Zn-Pb (metaller)	Pb-Zn
<i>Ekzalatif Sedimanter</i>	0.1<Fe/Mn<10 As-Ba-Cu-Li-Mo-Sb-Sr-V-Zn	Mn-As	

Hidrotermal yataklar sedimanter mangan yataklarına göre daha az iz element içeriğine sahip iken, pelajik kökenli sedimanlardan daha fazla eser elementi bünyesinde barındırır (Co, Zn, Ni, Cu) (Cramer ve diğ., 1982). Abdülaliler mangan cevherleşmesinin iz element içerikleri submarin hidrotermal mangan yataklarının iz element konsantrasyonları ile benzerlik gösterir ve hidrojenetik ve sedimanter yataklara göre düşüktür.

Mangan yataklarının sınıfsal olarak ayırt edilmesinde Co, Zn ve Ni konsantrasyonlarını içeren üçgen diyagram kullanılır (Choi ve Hariya, 1992). Bu iki tip yatağın ayırt edilmesinde kullanılan diyagram Şekil 3.48'de verilmiştir. Hidrotermal yataklarda Ni ve Zn değerleri yüksek iken, hidrojenetik yataklarda Co yüksektir. Abdülaliler mangan cevherleşmesinde Ni-Zn konsantrasyonları yüksek olmasından dolayı cevher örnekleri denizaltı hidrotermal alanda yoğunlaşmıştır.



Şekil 3.48. Abdülaliler manganez cevherleşmesinin Zn-Ni-Co diyagramı (Choi ve Hariya, 1992).

Co/Ni ve Co/Zn sedimanter yatakların ayırımında kullanılırlar.  $Co/Ni > 1$  hidrojenetik kökenli iken  $Co/Ni < 1$  hidrotermal kökenlidir (Toth, 1980). Abdülaliler cevher örneklerindeki Co/Ni oranı  $< 1$ 'den küçüktür ve ortalama 0,132'dir ve bu değer denizaltı hidrotermal kaynağı işaret eder (Tablo 3.10).

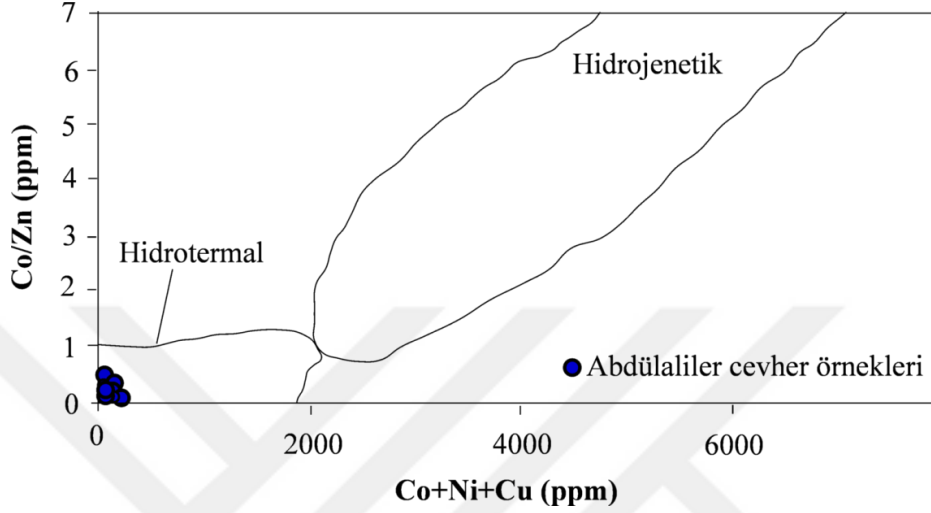
Abdülaliler manganez cevher örneklerinde ortalama Cu/Zn değeri 1,02'dir. Cu/Zn değerinin düşük olması kimyasal açıdan ortamın yükseltgen bir ortamı temsil eder (Mannan, 2002).

U/Th oranı manganez yatakları için ayırtman özelliklerden bir diğeridir. U/Th oranının 10'dan küçük olması hidrotermal manganez yataklarını ifade ederken, U/Th oranının 10'dan büyük olması hidrojenetik manganez yataklarını ifade eder (Crerar ve diğ., 1986). Abdülaliler cevher örneklerinde bu oran  $< 10$  ve ortalama 0,95'tir (Tablo 3.10). Bu değer  $< 10$  olması hidrotermal kökeni ve etkiyi işaret eder.

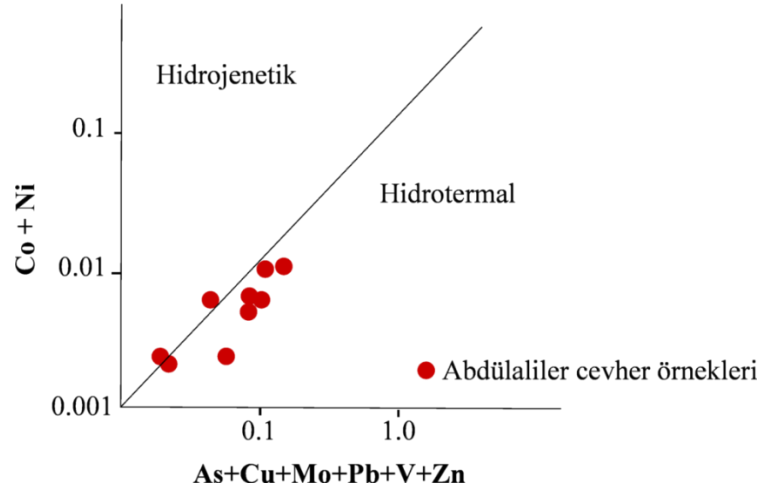
Tablo 3.10. Abdülaliler cevher örneklerinin iz element konsantrasyonları.

	<i>Ba</i>	<i>Be</i>	<i>Cs</i>	<i>Ga</i>	<i>Tb</i>	<i>Sr</i>	<i>Ta</i>	<i>Zr</i>	<i>Pb</i>	<i>Sc</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Co</i>	<i>Ni</i>	<i>U</i>	<i>Th</i>	<i>Cu/Zn</i>	<i>Co/Ni</i>	<i>u/Th</i>	<i>Co/Zn</i>	<i>Ba/Br</i>	
MN 73	<1	<0.1	<0.5	0.1	4.8	<0.1	0.6	3.3	<1	2.4	4	0.7	7.1	<0.1	<0.2	0.6	0.098	0.5	0.175	730		
3-2																						
MN 8430	<1	<0.1	12.3	0.8	220.8	0.2	9.5	12	2	40.7	62	5.4	32	0.6	0.4	0.65	0.168	1.5	0.087	10537.5		
3-3																						
MN 5131	<1	<0.1	<0.5	0.8	77.3	<0.1	2.6	11	<1	44.7	84	4	44.4	0.4	<0.2	0.53	0.090	2	0.047	6413.75		
3-4																						
MN 88	<1	<0.1	0.7	0.4	1.7	<0.1	0.4	1.3	<1	3.5	3	0.4	5.1	<0.1	<0.2	1.16	0.078	0.5	0.133	220		
3-5																						
MN 329	<1	<0.1	<0.5	<0.1	12.4	<0.1	0.6	12.6	<1	1.1	11	0.9	16.2	0.2	<0.2	0.1	0.055	1	0.818	3655.55		
3-6																						
MN 734	<1	3.6	6.4	46.9	399.3	0.2	53.3	10.1	6	3.9	32	4.9	31.6	0.2	3.2	0.12	0.155	0.06	0.153	15.65		
3-7																						
MN 5134	<1	0.7	7.8	13.8	184.2	<0.1	9.1	10.7	2	39.1	54	2	19.2	0.6	0.5	0.72	0.104	1.2	0.037	372.02		
3-8																						
MN 4673	1	0.2	11	4.2	292.9	<0.1	8.3	23.0	1	151.1	185	6.8	62.3	0.7	0.4	0.81	0.109	1.75	0.036	1112.61		
3-9																						
MN 178	<1	1.0	3.1	16.6	405.6	0.1	19.3	22.9	3	109.5	24	7.8	23.2	0.1	1.0	4.56	0.336	0.1	0.325	10.72		
3-10																						
<b>Ort.</b>	2752.22	0.9	0.66	4.75	9.3	177.6	0.11	11.5	11.9	1.95	44	51	3.65	26.8	0.33	0.69	1.02	0.187	0.95	0.2	2563.1	

Abdülaliler manganez sahasının yatak tipinin belirlenmesinde kullanılan bir başka diyagram ise Co/Zn ve Co+Ni+Cu (Şekil 3.49) ve Co+Ni ve As+Cu+Mo+Pb+V+Zn diyagramlarıdır (Şekil 3.50). Her iki diyagramda da cevher örnekleri hidrotermal alan içerisinde yoğunlaşmaktadır.



Şekil 3.49. Abdülaliler cevher örneklerinin Co/Zn ve Co+Ni+Cu diyagramı (Gültekin, 1997).



Şekil 3.50. Abdülaliler cevher örneklerinin Co+Ni ve As+Cu+Mo+Pb+V+Zn diyagramı (Gültekin, 1997).

### 3.5.3 Nadir Toprak Elementleri Jeokimyası

NTE'ler genellikle magmatik süreçleri belirlemede kullanılırlar. Nadir Toprak Elementleri Eu ve Ce ( $\text{Eu}^{+2}$ ,  $\text{Ce}^{+4}$ ) dışında genellikle aynı yüklere sahiptirler (+3), hafif NTE'den ağır NTE elementlerine doğru gidildikçe iyon yarıçapları küçülür. Kayaçların içerisindeki NTE elementlerinin dağılımları kaynak kayacın ortalama kimyasal bileşimini anlamak amacıyla kullanılır. Bu elementler bozunma ve diyajenetik süreçler boyunca dayanıklılıklarının yüksek olması sebebiyle kaynak kayada mevcudiyetlerini koruyarak kaynak kaya belirlemede kullanılırlar. Manganez yataklarının kökenini belirlemede NTE'lerin iki önemli elementi olan Eu ve Ce elementleri kullanılır. Bu elementler özellikle hidrotermal kökenli sıvıların kökenini belirlemede kullanılır.  $\text{Eu}^{+2}$ ,  $\text{Ce}^{+2}$  ile aynı yüke sahip olduğundan Ca'ca zengin minerallerde kalsiyumun yerine geçer. Oksihidroksik yataklarında deniz suyu içerisinde mevcut olarak bulunan  $\text{Ce}^{+3}$ 'ün,  $\text{Ce}^{+4}$ 'e yükseltgenmesi sonucu Ce'nin pozitif anomalileri genç oluşumlu deniz tabanında gelişen oksihidroksit yataklar için karakteristiktir (Goldberg ve diğ., 1963; Piper,1974; McLennan, 1989). Negatif Ce anomalileri volkanojenik etkiyi (Fleet ve diğ., 1976) veya deniz suyundan hidrotermal etkinin belirtisidir (Bender ve diğ., 1971; Dymond ve diğ., 1973). Pozitif Eu anomalileri kuvvetli redoksit koşulların belirlenmesinde kullanılır (Graff, 1978). Düşük orandaki NTE zenginleşmeleri denizel ve derin deniz ve hidrojenetik Fe-Mn yatakları için karakteristiktir (Yeh ve Diğ.,1999). Kuvvetli negatif Ce anomalisi okyanus ortası ve ada rift merkezlerinde, hot-spot volkanlarının bulunduğu bölgelerdeki alçak sıcaklık hidrotermal yatakların göstergesidir (De Carlo ve Mc Murtry,1992). Yüksek sıcaklık hidrotermal sıvıları pozitif Eu anomalileri ile karakterize olmuşlardır (Michard, 1989).

Abdülaliler manganez cevherleşmesine ait NTE analizleri Tablo 3.11'de gösterilmiştir. Analiz sonuçları üzerinde yapılan tüm hesaplamalar Taylor ve McLennan (1985)'a göre normalize edilmiştir (Şekil 3.51). Dünyanın farklı bölgelerindeki ve inceleme alanındaki manganez cevher ve kabuk oluşumuna ait veriler Tablo 3.12'de verilmiştir.

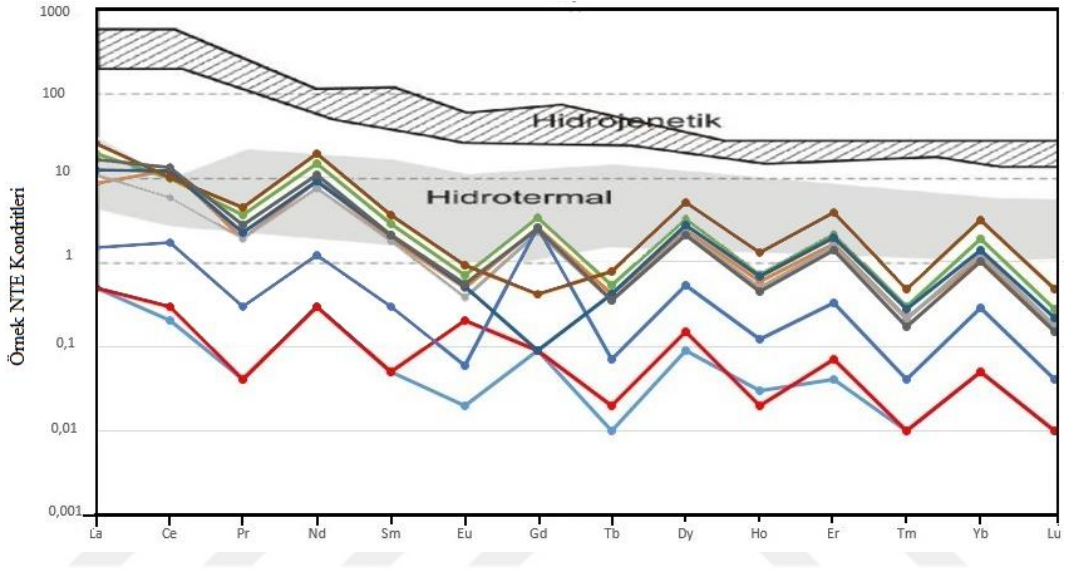
Tablo 3.11. Cevher örneklerinin Nadir Toprak Elementi analiz sonuçları.

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	?REE	Eu/Sm	Ce*	Eu*	LREE/ HREE	Ce <sub>anom</sub>	La <sub>N</sub> / Nd <sub>N</sub>	Eu/ Eu*	Ce/ La	Dy <sub>N</sub> / Yb <sub>N</sub>	Y/ Ho
MN 3-2	0,5	0,2	0,04	<0,3	<0,05	<0,02	0,09	0,01	0,09	0,03	0,04	<0,01	<0,05	<0,01	0,8	0,69	0,38	1,54	0,09	1,43	0,0016	0,88	0,85	0,4	2,82	26,66
MN 3-3	8,5	12,3	1,87	9	1,87	0,5	2,63	0,41	2,38	0,58	1,62	0,22	1,08	0,16	26,3	24,5	0,26	2,07	0,07	2,84	0,029	0,48	0,05	1,44	3,38	44,82
MN 3-4	10,9	5,8	1,88	7,4	1,74	0,38	2,21	0,35	2,25	0,49	1,51	0,21	1,24	0,18	17,5	17,8	0,21	2,01	0,06	33	0,009	0,76	0,004	0,53	2,78	36,73
MN 3-5	0,5	0,3	0,04	<0,3	0,05	<0,02	0,09	0,02	0,15	0,02	0,07	0,01	<0,05	0,01	1	0,82	0,4	2,31	0,37	1,6	0,18	0,88	0,006	0,6	4,7	50
MN 3-6	1,5	1,7	0,3	1,2	0,3	0,06	2,59	0,07	0,52	0,12	0,33	0,04	0,29	0,04	5,3	4,3	0,2	4,27	0,01	8,83	0,39	0,64	0,001	1,13	2,75	44,16
MN 3-7	19	9,8	3,6	14,5	2,87	0,69	3,33	0,52	3,26	0,73	2,15	0,3	1,86	0,28	19,7	31,2	0,24	1,98	0,07	53,85	0,06	0,67	0,005	0,51	2,69	27,39
MN 3-8	12,4	12	2,25	9,2	2,08	0,51	0,09	0,42	2,7	0,67	1,96	0,28	1,38	0,22	32,1	25,4	0,24	3,66	0,13	45,11	0,34	0,69	0,009	0,96	3	47,76
MN 3-9	25,4	10	4,45	19,4	3,55	0,9	0,42	0,77	4,98	1,29	3,82	0,48	3,14	0,47	57,2	38,1	0,25	1,49	0,13	79	-0,05	0,67	0,009	0,39	2,4	44,18
MN 3-10	16,1	13,4	2,76	10,8	2,11	0,54	2,46	0,35	2,06	0,45	1,36	0,17	1,02	0,15	15,5	29,5	0,25	3,15	0,08	34	0,19	0,76	0,005	0,83	3,1	35,55

Eu\* : EUnorm/(2/3Smnorm+1/3Gdnorm), Ce\* : Ce norm / (2/3La norm+1/3Pr norm), ?REE: (La+Ce+Pr+Nd+Sm+Eu+Gd+Tb+Dy+Ho+Er+Tm+Yb+Lu) (Taylor ve McLennan (1985)), Abdüüaliler Manganese Cevher Örnekleri: MN3-2, MN3-3, MN3-4, MN3-5, MN3-6, MN3-7, MN3-8, MN3-9, MN3-10. LREE/HREE: (La+Ce+Pr+Nd+Sm+Eu)+(Gd+Tb+Dy+Ho+Er+Tm+Yb+Lu)/Ce norm/(2La norm+Nd norm.)



İnceleme alanından alınan 9 adet cevher örneğinden yapılan Nadir Toprak Elementi (NTE) analizleri sonucunda bu elementlerin cevherdeki içerikleri 0,01 – 57,2 ppm arasında, ortalama 3,72'dir (Tablo 3.8). Bu değerler erken diyajenetik ve hidrojenetik yataklarla farklılık gösterir (Glasby ve diğ.,1987, De Carlo ve Mc Murtry, 1992'den) (Tablo 3.12). Mangan örnekleri çok az oranda  $\Sigma$ NTE içeriğini barındırması, epitermal ısı değerlerinde hidrotermal veya diyajenetik oluşumu gösterir (Usui ve diğ., 1997).



Şekil 3.51. Abdülaliler manganez cevher örneklerinin normalize edilmiş NTE diyagramı.

Cevherleşme örneklerinin kondritlerin normalize NTE diyagramında negatif Eu anomalisi göstermektedir. Eu anomalileri  $Eu^*$ :  $Eu_{norm}/(2/3Sm_{norm}+1/3Gd_{norm})$  formülü kullanılarak hesaplanmıştır.  $Eu^*$  değeri 0,01 – 0,97 arasında değişmekte olup, ortalama 0,178'dir.  $Eu/Eu^*$ :  $Eu_{norm}/(Sm_{norm}+Gd_{norm})/2$  (Mills ve diğ.,2002) formülize edilmiştir.  $Eu/Eu^*$  değerleri 0,001 – 0,85 arasında değişir ve ortalama 0,104'tür. Cevher örneklerindeki negatif Eu anomalisi göstermesi yatağın oluşmasında etkili olan hidrotermal sıvının 250 °C 'nin altında olduğunu göstermiş ve epitermal etkiye işaret etmiştir. Pozitif Eu anomalisi 250°C'nin üstündeki sıcaklıkları temsil eder. Yüksek sıcaklığa sahip hidrotermal solüsyonlar pozitif Eu anomalileri gösterir. (Usui ve diğ.,1997).

Abdülaliler sahasından alınan cevher örneklerinde NTE analiz sonuçlarında Ce negatif bir anomali göstermektedir. Ce' nin negatif anomali göstermesi hidrotermal yataklar için karakteristiktir. Çalışma alanında ki cevher örneklerinin NTE içerikleri, spider diyagramı üzerindeki hidrotermal alan ile uyumluluk göstermektedir. Abdülaliler manganez

cevher örneklerinde  $Ce^*$ :  $Ce_{norm}/(2/3La_{norm}+1/3Pr_{norm})$  formülü ile hesaplanmıştır.  $Ce^*$  değerleri 1,47 – 4,27 arasında değişmekte olup ortalama 2,49'dur

$\Sigma LREE/\Sigma HREE$  oranları, Y/Ho ve Ce/La değerleri Tablo 3.11'de gösterilmiştir.  $\Sigma LREE/\Sigma HREE$  oranı Manganın yükseltgendiği ortamdaki ilk zenginleşmeyi ifade eder. HREE'ler deniz suyundaki çökelimle oluşan  $MnO_2$ 'leri temsil ederken, LREE'ler volkanoklastikleri ifade eder. Çalışma sahasındaki  $\Sigma LREE/\Sigma HREE$  oranı 1,43 ile 79 arasında ve ortalama 28,85'tir (Tablo 3.11).  $LREE > HREE$  olması cevherleşmede hidrotermal çözetilerin etkisini kanıtlar. Cevher örneklerinde Ce/La oranı 0,39 – 1,44 arasında değişirken ortalama 0,75'tir. Cevherleşmede terrijen maddelerin artması durumunda veya cevherleşmeye karbonatların eşlik etmesi durumunda bu oran artış gösterir (Varentsov, 1993).

Tablo 3.12. Farklı Manganez yataklarının Mn-cevher ve kabuk oluşumuna ait NTE değerleri.

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
Wafangzi Ferromagnezit Yatakları (Fan ve diğ., 1974)	20	39	4,6	19	4,2	0,74	4,1	0,65	3,9	0,77	2	0,29	1,63	0,22	28
Kıtasal Kabuk Ortalaması (Ronov ve diğ., 1974)	19	38	4,9	19	4,6	1	4,2	0,7	3,3	**	2	**	1,6	**	20
Okyanusal Kabuk Ortalaması (Ronov ve diğ., 1974)	16	28	4,7	21	5,3	1,4	5,9	**	4,9	**	3,1	**	2,7	**	29
Doğu Pasifik Yükselimi Hidrotermal Sedimentleri (German ve diğ., 1999)	0,85	1,21	0,17	0,77	0,19	0,33	0,24	**	0,19	**	0,1	**	0,09	**	**
Doğu Pasifik Yükselimi Sıvaları (German ve diğ., 1999)	108	165	21,1	72,3	13,5	157	16,2	**	10,6	**	4,77	**	3,75	**	**
TAG Hidrotermal Alanında Ferromangenez Kabukları (Mills ve diğ., 2001)	5,64	5,46	1,65	7,63	1,57	0,389	1,71	0,26	1,53	0,29	0,76	0,095	0,56	0,09	**
TAG Hidrotermal Alçak Sıcaklık Zonu (Mills ve diğ., 2001)	0,94	1,09	0,2	0,74	0,18	0,06	0,27	0,05	0,39	0,11	0,36	0,06	0,35	0,07	**
TAG Hidrojenetik (Mills ve diğ., 2001)	270	985	67,2	268	569	14	63,9	9,83	52,4	10	25	3,62	22	3,4	**
Atlantik Okyanusu Mn-Fe Oksidokisit Kabukları (Varentsov, 1993)	100	850	**	82	17	5	**	4	**	**	**	**	15	2	**
GB Pasifik Lau Havzasında Hidrotermal Sedimentler(Cronan, 1997)	18,3	893	3,06	14,26	3,02	0,91	4,13	**	4,61	1,07	3,42	**	3,18	0,5	**
Pasifik Okyanusu Denizel Ferromangenez Oksitler(Wen ve diğ., 1997)	155,4	606,1	24,1	101	18,9	5	28,1	4,2	25,2	6,1	18,7	2,8	18,1	**	**
Doğu Pasifik Yükselimi Hidrotermal Partiküller (Shernell ve diğ., 1998)	1,3	1,2	0,3	1,3	0,28	0,07	0,3	0,05	0,3	0,06	0,18	0,03	0,16	0,2	**
Koçali Karmaşığı Mn-Oksit Cevherleri (Türkyılmaz, 2004)	6,3	12,3	1,1	4,5	1,1	0,16	1,14	0,2	1,3	0,3	0,8	0,14	1,1	0,2	7,91
Maden Karmaşığı Mn-Fe Cevherleri(Türkyılmaz,2004)	131	27	23,4	96,5	19,3	5,05	21,7	35	20,8	4,3	11,98	1,68	10,31	1,42	1,26
Abdülaliler Manganez Sahası	10,53	7,27	1,91	8,01	0,52	0,4	2,04	0,32	2,04	0,48	1,41	0,19	1,12	0,16	19,48

### 3.5.4 Cevherleşmenin Kökeni

Mangan cevherleşmeleri ilk oluştuıkları konumlarını kaybetmedikleri sürece yatak tipinin belirlenmesinde, ilksel konumları ve kökenleri belirleyici rol oynar. Koronadit, kalkofanit, ramsdellit ve todokorit süperjen yataklar için karakteristik iken; biksibit, braunit, hausmanit ve jakopsit mineralleri hidrotermal yataklar için karakteristiktir.

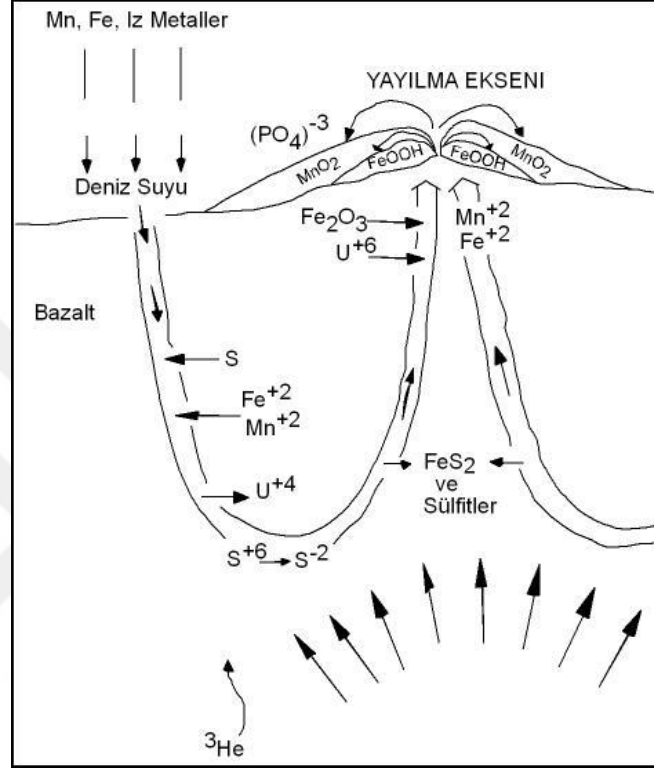
Hidrotermal mangan yataklarının oluşum sistemleri, okyanus tabanında volkanik kayaların içerisindeki kırık sistemlerine soğuk ve oksitleyici özellikte olan deniz suyunun sızması ile ifade edilir. Kırık sistemlerinden sızan deniz suyunun volkanik kayalarla teması sonucu ısınmasından dolayı bu kayalardaki metalleri çözücü etki kazanır. Kırık sistemleri boyunca sızma yapan deniz suyu çevre kayalardan bünyesine aldığı metalleri (Cu, Fe, Zn, Mn) tekrar deniz tabanına taşır ve burada hidrotermal sıvılar ile tekrar reaksiyona girerler. Bu reaksiyon sonucunda ortamda Fe-Mn oksitler veya masif sülfidler olarak çökelerler. Mn iyonları Fe iyonlarına göre daha fazla hareketli oldukları için çözünme sırasında mangan daha hızlı bir şekilde çözülmeye karışır, doğal Eh ve pH koşullarında mangan yerini korurken, demir oksit mineralleri oluşturarak çökler. Mn ve Fe iyonları derin ortamlarda benzer özellikler gösterirken yüzeysel koşullarda iyonların farklı hareketliliğinden dolayı birbirlerinden ayrılırlar (Şekil 3.53).

Mangan yataklarının kökensel tespitinde Fe/Mn oranı önemli rol oynar. Hidrojenetik yataklarda oran  $\approx 1$  iken, hidrotermal kökenli yataklarda oran  $\leq 0.1$ 'dir. Abdülaliler mangan cevherleşmesi incelendiğinde Fe/Mn oranı 0.11'dir. Cevherleşmede Fe/Mn oranı 0.11 yani yaklaşık  $\leq 0.1$ 'e yakın bir değer olmasından dolayı submarin hidrotermal sistemlerin çıkış noktalarında veya yakınında hidrotermal ergiyiklerden hızlı bir şekilde çökelmiş yataklarla benzerlik taşıdığı belirlenmiştir.

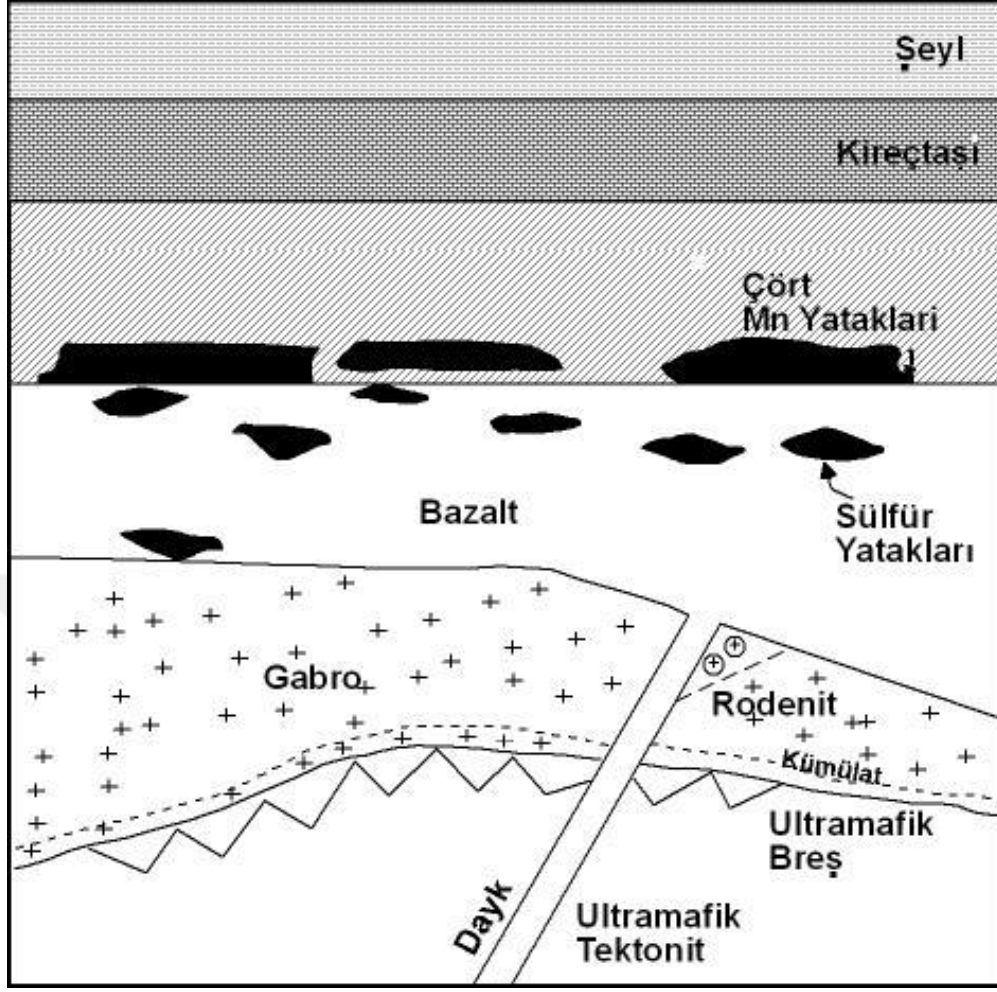
Bir başka kriter ise  $(Ni+Co+Cu) \times 10 - Fe - Mn$  diyagramı (Bonotti ve diğ., 1972; Crerar ve diğ., 1982)'dir (Şekil 3.54). Bu diyagramda hidrojenetik ve hidrotermal yataklar ile birlikte manganın kökeni hakkında detaylı bir ayırım söz konusudur. Cevherleşmelerden elde edilen sonuçlar diyagrama işlendiğinde cevherleşmenin hidrotermal kökenli olduğu anlaşılmıştır.

Kondrit-normalize NTE diyagramı üzerinde Abdülaliler mangan cevherleşmesinden alınan örneklerde negative Eu anomalisi göstermiştir. Eu'nun negative anomali göstermesi cevherleşmenin çökelmiş olduğu çözeltinin sıcaklığının 250 °C' nin altında olduğunu söyleyebiliriz. Ce'de, Eu gibi negatif anomali göstermektedir. Ce'nin

negatif anomali göstermesi hidrotermal yataklar ile karakteristiktir (Türkyılmaz, 2004). Abdülaliler manganez cevher örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarından yararlanılarak hazırlanan literatürlere geçmiş çeşitli tablolar yardımıyla cevherleşme hakkında denizaltı hidrotermal sistemlerde veya yakınında hidrotermal kökenli yataklarla benzerlik gösterir.



Şekil 3.53. Deniz tabanında hidrotermal etkiler sonucu manganez yataklarının oluşum modeli. Fe ve Mn: Bazaltik kabuktan kaynaklanan elementler. U: Çözelti kaynaklı,  $^3\text{He}$ : Üst mantodan kaynaklı  $(\text{PO}_4)^{-3}$  deniz suyundan elde edilen elementleri temsil etmektedir (Bonatti, 1975).



Şekil 3.54. Hidrotermal manganez yatağının okyanusal kabuktaki yeri ve çevre kayaları (Bonatti, 1975).

#### 4. SONUÇLAR

Abdülaliler manganez cevherleşmesinden alınan 9 adet cevher, 10 adet yan kayaç örneği mikroskopik olarak incelenmiş ve 9 adet cevher örneği üzerinde parlak kesit hazırlanmış ve kimyasal element analizi yapıp saha detaylı olarak incelenmiştir.

Cevherleşmeler, KB-GB doğrultulu 25° ile KB'ya dalımlı kırmızı kireçtaşları seviyesi içinde, devamlılığı olmayan ince damarcıklar ve merccekler şeklindedir.

Çalışma sahasından alınan örneklerden hazırlanan parlak kesit ve mikroprob incelemeleri sonucunda pirolüzit, psilomelan, braunit ve manganit gang olarak ise kalsit mineralleri gözlemlenmiştir. Cevherleşmede manganit mineraline rastlanması Hidrotermal kökenin göstergesidir.

Abdülaliler manganez cevher örnekleri üzerinde ana oksit, iz element ve NTE içerikleri farklı tiplerdeki mangan yataklarının element içerikleri ile literatür kaynaklı diyagramlar kullanılarak birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Abdülaliler manganez cevherleşmesinin MnO oranı % 0.12 ile % 53.83 arasında ve ortalama % 22.36'dır. Aynı cevher örneklerinin SiO<sub>2</sub> oranı % 4.3 ile % 88.13 arasında ve ortalama % 35.93'tür. Bu oran diğer hidrotermal kökenli mangan yatakları ile benzerlik göstermektedir. MnO cevherleşmesi içerisindeki yüksek SiO<sub>2</sub> oranı cevherleşmenin içerisinde bulunduğu kırmızı kireçtaşları ile ve ikincil kuvars oluşumları ile açıklanabilir.

Cevherleşmenin Fe/Mn  $\leq$  0.1 içeriği olduğundan submarin hidrotermal çıkışlarda veya bu çıkışların yakınında hidrotermal etkiyle çökmesiyle oluşan manganez yatakları ile benzerlik taşıdığı saptanmıştır.

(Ni+Co+Cu) x10-Fe-Mn diyagramı (Bonotti ve diğ., 1972; Crerar ve diğ., 1982) incelendiğinde hidrojenetik ve hidrotermal yataklar ile birlikte manganın kökeni hakkında detaylı bir ayırım söz konusudur. Cevherleşmelerden elde edilen sonuçlar diyagrama işlendiğinde cevherleşmenin hidrotermal kökenli olduğu anlaşılmıştır.

Cevherleşmedeki Co, Zn ve Ni konsantrasyonları incelendiğinde Ni ve Zn konsantrasyonunun Co karşısında yüksek olduğu saptanmıştır. Ni ve Zn oranının yüksek olması denizaltı hidrotermal etkiye bir işarettir. NTE'de Ce'nin negatif anomalisi hidrotermal yataklar için karakteristiktir.

Cevher örnekleri üzerinde yapılan analiz sonuçlarının gösterdiği üzere, cevher örnekleri negatif Eu anomalisi göstermektedir ve buradan yola çıkarak cevherleşmenin çökelmiş olduğu sıcaklığın 250°C' nin altında olduğunu gösterir.





## 5. KAYNAKLAR

- Adamiya, S, A, Zakariade, G., ve Lordkipanidze, M., B., 1977. Evolution of the ancient active continental margin, as illustrated by Alpine History of the Caucasus: Geotectanicä, 11,4,208-309.
- Aslaner, M., 1977. Türkiye bakır-kurşun-çinko yataklarının jeolojik ve bölgesel sınıflamasıyla plaka tektoniği yönünden incelenmesi, KTÜ Yayın No: 85, Trabzon.
- Aslaner, M., ve Gedikoğlu, A., 1984. Harşit vadisi (Tirebolu-Giresun) metalik çevreleşme tipleri. Karadeniz Üniversitesi Dergisi, Jeoloji, 3, 1-15.
- Bektaş, O. ve Güven, İ.H., 1995. Alaskan Aphinitic Type Ultramafic and Mafic Complexes as the Root Zone of the Eastern Pontide Magmatic Arc (NE 48 Turkey), Geology of the Black Sea Region, 189-196.
- Bektaş, O., Şen C., Atıcı Y. ve Köprübaşı N., 1999. Migration of the Upper Cretaceous subduction-related volcanism towards the back-arc basin of the eastern Pontide magmatic arc (NE Turkey), Geological Journal 34, 1-2, 95-106.
- Bektaş, O., 1984. Doğu Pontidler'de Üst Kretase Yaşlı Şoşonitik Volkanizma ve Jeotektonik Önemi, K.T.Ü. Dergisi, 3, 1-2, 53-62.
- Bender, M.L., Broecker, W., Gornitz, V., Middel, U., Kay, R., Sun, S.S. ve Biscaye, P., 1971. Geochemistry of three cores from the East Pasific Rise. Earth and Planet Sc. Let., 12, 425-433.
- Bonatti, E., Kraemer, T., ve Rydell, H., 1972. Classification and genesis of submarine iron manganese deposits. In: D.R. Horn (eds), Ferromanganese deposits on the ocean floor, Washington, Natl. Sci. Foundation, 149-166.
- Bonatti, E., Zerbi, M., Kay, R., ve Rydell, H.S., 1976. Metalliferous deposits Aphenine Ophiolites. Geol. Soc. America Bull., 87, 83-94.
- Boström, K., 1983. Genesis of ferromanganese deposits-Diagnoctic criteria for recent and old deposits. In: P.a. Rona and etc. (eds.), Hydrothermal processes at seafloor spreading centers, Nato Conference series IV. Marine Sciences, 12, 473-489.

- Choi, J.H. ve Hariya, Y., 1992. Geochemistry and depositional environment of Mn oxide deposits in the Tokoro belt, Northeastern Hokkaido, Japan. Econ. Geol., 87, 1265-1274.
- Chorowicz, J., ve Yürür, M., T., 1998. Recent volcanism, tectonics and plate kinematics near the junction of the African, Arabian and Anatolian plates in the eastern Mediterranean. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 85,1-4, 1-15.
- Crerar, D.A., Namson, J., Chyi, M.S., Williams, L., ve Feigenson, M.D., 1982. Manganiferous cherts of the Franciscan assemblage. I. General geology, ancient and modern analogues and implications for hydrothermal convection at oceanic spreading centers. Econ. Geol., 540.
- Çiftçi, E., 2000. Mineralogy, Paragenetic Sequence, Geochemistry and Genesis of the Gold and Silver Bearing Upper Cretaceous Mineral Deposits, Northeastern Turkey, Ph. D Thesis, University
- De Carlo, E.H., ve Mcmurtry, G.M., 1992. Rare earthelement geochemistry of ferromanganese crusts from the Hawaiilan Archipelago, central Pacific, Chemical Geology, 95, 235-250.
- Dewey, J.F., Pitman, W.C., Ryan, W.B.F., ve Bonnin, J., 1973. Plate tectonics evolution of alpine system: Geol. Soc. Am. Bull., 84, 3137-3180.
- Dixon, J.C. ve Pereira, J., 1974. Plate Tectonics and Mineralization in the Tethyan Region, Min. Deposita, 9, 185-198.
- Doğan, A., 2017. İz ve Nadir Toprak Elementlerin Kayaç Tanımlamasında Kullanılan Diyagramlar, Jeokimya ders notları.
- DPT, 2001. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı: Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Metal Madenler Alt Komisyonu, Ankara, 117 s.
- Eyüboğlu Y., 2010. "Late Cretaceous High-K Volcanism in The Eastern Pontide Orogenic Belt: Implications for The Geodynamic Evolution of NE Turkey ", Internationa Geology Review, 52, 142-186.
- Eyüboğlu Y., Chung S.I., Dudas F.O., Santosh M., ve Akaryalı E., 2011a. Transition from shoshonitic to adakitic magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: implications for slab window melting, Gondwana Res., 19, 413-429.
- Eyüboğlu Y., Chung S.I., Dudas F.O., Santosh M., ve Akaryalı E., 2011b. Migrating magmatism in a continental arc: geodynamics of the Eastern Mediterranean revisited. J. Geodyn., 52, 2-15.

- Eyüboğlu Y., Santosh M., Yi K., Bektaş O., ve Kwon S., 2012. "Discovery of Miocene Adakitic Dacite from The Eastern Pontides Belt (Ne Turkey) And A Revised Geodynamic Model for The Late Cenozoic Evolution of the Eastern Mediterranean Region", Lithos, 146, 218-232.
- Eyüboğlu Y., Santosh M., Dudas F.O., Akaryalı E., Chung S.L., Akdağ K., ve diğ., 2013. "The Nature of Transition from Adakitic to Non-Adakitic Magmatism in A Slab Window Setting: A Synthesis from The Eastern Pontides, Ne Turkey", Geoscience Frontiers, 4, 353-375.
- Eyüboğlu Y., Moghadam H.S., Gharbani G., Khedr M.Z., Fazlma N., Chiaradia M., Santosh M., Francisko C.G., Martinez M.L., Gourgaud A., ve Arai S., 2014. "Late Miocene K-Rich Volcanism in The Eslamieh Peninsula (Saray), Nw Iran: Implications for Geodynamic Evolution of the Turkish-Iranian High Plateau ", Gondwana Research, 26,1028-1050.
- Eyüboğlu Y., 2015. "Petrogenesis and U–Pb zircon chronology of felsic tuffs interbedded with turbidites (Eastern Pontides Orogenic Belt, NE Turkey): Implications for Mesozoic geodynamic evolution of the eastern Mediterranean region and accumulation rates of turbidite sequences", Lithos, 212-215, 74-92.
- Eyüboğlu Y., Dudas F.O., Santosh M., Xiao Y., Yi, K., Chatterjee, N., Wu, F.Y., ve Bektaş, O., 2016b. Where are the remnants of a Jurassic Ocean in the Eastern Mediterranean Reagion? Gondwana Res., 33, 63-92.
- Eyüboğlu Y., Dudas F.O., Thorkelson D., Zhu D., Liu Z., Chatterjee N., ve diğ., 2017. "Eocene granitoids of northern Turkey: Polybaric magmatism in an evolving arc-slab window system", Gondwana Research, 50, 311-345.
- Gattinger, T.E., 1962. 1:500 000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası Trabzon paftası açıklaması: MTA Yayınları, Ankara.
- Gedikođlu, A., Van, A., Eyüpođlu, I., ve Yałçalp, B., 1985. Dođu Karadeniz Cevherleşmesine bir örnek: Ocaklı (Mačka-Trabzon) Manganez zuhuru, Jeoloji Mühendisliđi, 25, 23-37.
- Goldberg, E. D., 1963. Koide M Schmitt R A, Smith R H. Rare earth distribution in the marine environment [J] Journal of Geophysical Research, 68, 4209.
- Gülibrahimođlu, İ.,1980. Trabzon Çađlayan, Abdülaliler mahallesi ile Mačka Küçükyazlık mahallesi manganez zuhurları ve yöresindeki manganez oluşumlarının jeoloji ön raporu, MTA.
- Gültekin, A., H., Manganez yataklarının köken tespitinde mineralojik ve kimyasal veriler.

[https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/12fc3c5227f637e\\_ek.pdf?dergi=JEOLJ%25DD%2520M%25DCHEND%25DDSL%25DD%25D0%25DD%2520DERG%25DDS%25DD](https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/12fc3c5227f637e_ek.pdf?dergi=JEOLJ%25DD%2520M%25DCHEND%25DDSL%25DD%25D0%25DD%2520DERG%25DDS%25DD) 22 Nisan 2017

- Hein, J.R., Ahn, J.H., Wong, J.C., ve diğ., 1992a. Geology, geophysics, geochemistry, and deep-sea mineral deposits. Federated States of Micronesia.
- Hewett, D.F. ve Fleischer, M., 1960. Deposits of the Manganese Oxides, Economic Geology, 55, 1-55.
- Karlı, O., Dokuz, A., Uysal, I., Aydın, F., Kandemir, R., ve Wijbrans, J.R. 2010b. Generation of the Early Cenozoic adakitic volcanism by partial melting of mafic lower crust, Eastern Turkey: Implications for crustal thickening to delamination, Lithos, 114, 109-120.
- Krauskopf, K.B., 1979. Introduction to Geochemistry (2. baskı), 617 s.
- Leitch, C., 1981. Mineralogy and Textures of the Lahanos and Kızılkaya Massive Sulfide Deposits, Northeastern Turkey, and their Similarity to Kuroko Ores. Mineralium Deposita, 16, 241-257.
- Lermi, A., 2003. Midi (Karamustafa/Gümüşhane, KD Türkiye) Zn-Pb Yatağının Jeolojik, Mineralojik, Jeokimyasal ve Kökensel İncelemesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Lermi, A., 1996. Kanköy (Yomra-Trabzon) Cevherinde Toprak-Bitki Jeokimyasının Uygulanması ve İndikatör Bitki Türü Tespiti, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Mc Lennan, S.M., 1989. Rare earth elements in sedimentary rocks: Influence of provenance and sedimentary processes. In: Geochemistry and mineralogy of rare earth elements, eds. B.R. Lippin and G.A.Mc Kay, Rev. Mineral, 21,189-200.
- Mills, R.A., Wells, D.M., ve Roberts, S., 2001. Genesis of ferromanganese crusts from the TAG hydrothermal field, Chemical Geology, 176, 283-293.
- Nicholson, K., 1992. Genetic types of manganese oxide deposits in scotland: Indicators of paleo-ocean-spreading rate and a Devonien geochemical mobility bondary. Econ. Geol., 87, 1301-1309.
- Nicholson, K. Hein, J.R., Buhn, B., ve Dasgupta, S., 2016. Manganese Mineralization: Geochemistry and Mineralogy of Terrestrial and Marine Deposits, Geol. Soc. Lond. Spec. Publ., 119, 177-198.

- Öztürk, H., 1993. Türkiye manganez yatakları: Oluşum ve tipleri, *Jeoloji Mühendisliği*, 43, 24-33.
- Pejatoviç, S., 1979. Metallogeny of the PontidType Massive Sulphide Deposits, Mineral Geochemistry of Massive Sulphide Associated Hydrothermal Sediments ofthe Brunswick Horizon, Bathurst Mining Camp, New Brunswick, *Canadian Journal of Earth Sciences*, 33, 252-283.
- Ramdohr, P., 1980. The ore minerals and their intergrowths, 962, 1025-1035, 1079-1083,1103.
- Rona, P.A., 1978. Criteria for recognition of hydrothermal mineral deposits in oceanic crust. *Econ. Geol.*, 73, 135-160.
- Roy, S., 1992. Enviroments and processes of manganese deposition. *Econ. Geol.*, 87, 1218-1236.
- Şengör, A. M. C., ve Yılmaz Y., 1981. Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Temizel, İ., ve Arslan, M., 2007. Mineral Chemistry and Petrochemistry of Post-Collisional Tertiary Mafic to Felsic Cogenetic Volcanics in the Ulubey (Ordu) Area, Eastern Pontides, NE Turkey.
- Tokel, S., 1977. Doğu Karadeniz bölgesinde Eosen yaşlı kalk-alkalen andezitler ve jeotektonizma (Eocene calc-alkaline andesites and geotectonism in the eastern Black Sea region): *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 20, 49-54.
- Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W.H., Siebel, W., Satir, M., ve Dokuz, A., 2005. Post-collisional plutonism with adakite-like signatures: The Eocene Saraycik granodiorite (Eastern Pontides, Turkey) *Contrib. Miner. Petrol.*, 150, 441-455.
- Topuz G., Altherr R., Siebel W., Schwarz W.H., Zack T., Hasozbek A., Barth M., Satir M., ve Şen C., 2010. "Carboniferous High-Potassium I-Type Granitoid Magmatism in The Eastern Pontides: The Gumushane Pluton (NE Turkey)", *Lithos*, 116, 92-110.
- Toth, J., 1980. Deposition of submarine crusts rich in manganese and iron. *Geol. Soc. America Bull.*, 91, 44-54.
- Türkyılmaz, B., 2004. Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağındaki mangan yataklarının mineralojik, jeokimyasal ve kökensele olarak incelenmesi., Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., Elazığ.

- Türk-Japon Ekibi, 1974. Report on geological of Trabzon Area, Northeastern Turkey Phase I: MTA Rap. (Yayınlanmamış), Ankara
- Tüysüz N., Sadıklar B., Er M., ve Yılmaz Z., 1995. "An Epithermal Gold-Silver Deposit in the Pontide Island Arc, Mastra-Gümüşhane, NE-Turkey", Economic Geology, 1, 1301-1309.
- Usui, A., ve Someya, M., 1997. Distribution and composition of marin hydrogenetic and hydrothermal manganese deposits in the North-west Pasific.
- Uzunçimen, S., Tekin, U.K., Bedi Y., Perincek D., Varol, E. ve Soycan H., 2011. Discovery of the Late Triassic (Middle Carnian– Rhaetian) radiolarians in the volcanosedimentary sequences of the Kocali Complex, SE Turkey: Correlation with the other Tauride units. Journal of Asian Earth Science, 40, 1-4, 180-200.
- Varnavas, S.P., Papaionnau, J. ve Catani, J., 1988. A hydrothermal manganese deposit from the Eratosthenes seamount, eastern Mediterranean Sea: Marine Geology, 81, 205-214.
- Yalçınalp, B., 1992. Güzelyayla (Maçka-Trabzon) porfiri Cu-Mo cevherleşmesinin jeolojik yerleşimi ve jeokimyası. Doktora Tezi, KTÜ.Fen Bilimleri Enstitüsü (yayınlanmamış), Trabzon.

## ÖZGEÇMİŞ

12.10.1991 tarihinde İzmir’de doğdu. İlköğrenimi İzmir Türk Koleji’nde tamamladı. Ortaöğrenimini İzmir Güzelyalı Ortaokulunda tamamladı. Lise öğrenimini İzmir Karataş Anadolu Lisesi’nde 2009 yılında tamamlayarak mezun oldu. 2009 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünü kazandı ve 2014 yılında bu bölümden mezun oldu. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Maden Yatakları ve Jeokimya Bilim Dalında tezli yüksek lisansa başladı. Aynı zamanda 2014 yılında Anadolu Üniversitesi, Açık Öğretim Fakültesi İktisadi Bilimler Dalında İktisat eğitimine devam etmektedir. İyi düzeyde ingilizce bilen Bulut HEPYÜKSELEN, amatör olarak yazılım ve yeni diller öğrenme konusunda girişken bir kişiliğe sahiptir.