

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

ÇATALAĞAÇ KÖYÜ (DOĞANKENT-GİRESUN) Zn-Cu
CEVHERLEŞMESİNİN JEOLojİ, MİNERALojİ VE PARAJENEZİNİN
İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS

Ali EMANET

ARALIK-2024
GÜMÜŞHANE



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**ÇATALAĞAÇ KÖYÜ (DOĞANKENT-GİRESUN) Zn-Cu
CEVHERLEŞMESİNİN JEOLojİ, MİNERALojİ VE PARAJENEZİNİN
İNCELENMESİ**

**INVESTIGATION OF GEOLOGY, MINERALOGY AND PARAGENESIS OF
ÇATALAGAC VILLAGE (DOGANKENT-GİRESUN) Zn-Cu
MINERALIZATION**

YÜKSEK LİSANS

Ali EMANET

**ARALIK-2024
GÜMÜŞHANE**



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**ÇATALAĞAÇ KÖYÜ (DOĞANKENT-GİRESUN) Zn-Cu
CEVHERLEŞMESİNİN JEOLojİ, MİNERALojİ VE PARAJENEZİNİN
İNCELENMESİ**

**INVESTIGATION OF GEOLOGY, MINERALOGY AND PARAGENESIS OF
ÇATALAGAC VILLAGE (DOGANKENT-GİRESUN) Zn-Cu
MINERALIZATION**

YÜKSEK LİSANS

Ali EMANET

Danışman: Prof. Dr. Enver AKARYALI

**ARALIK-2024
GÜMÜŞHANE**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlamış olduğum “**Çatalağaç Köyü (Doğankent-Giresun) Zn-Cu Cevherleşmesinin Jeoloji, Mineraloji ve Parajenezinin İncelenmesi**” isimli bu tezimin, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, alıntı yaptığım tüm çalışmaları kaynakçada belirttiğimi ve Gümüşhane Üniversitesi’nin lisanslı kullanıcısı olduğum intihal yazılım programı ile Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlediği kıstaslara uygun olarak raporladığımı taahhüt ederim. Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

26/12/2024

.....
Ali EMANET

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlananmıştır.

Çalışmaların her aşamasında bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım danışman hocam Prof. Dr. Enver AKARYALI'ya candan teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince her türlü desteğini esirgemeyen Doç. Dr. Mehmet Ali GÜCER'e Arş. Gör Kadir SÜNNETÇİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Arazi çalışmaları sırasında yardımlarından dolayı değerli meslektaşım, Jeoloji Mühendisi Gökhan YILMAZ'a teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında bana her zaman destek olan ve bugünlere gelmeme vesile olan aileme candan teşekkür ederim.

İnce kesitlerin hazırlanmasında Jeoloji Mühendiliği Bölümü İnce kesit Labatauvar sorumlusu Teknisyen Ferdi DAYANÇ'a ve parlak kesitlerin hazırlanmasında Gümüştaş Madencilik A.Ş. Ar-Ge Laboratuvarı Müdürü Kimyager Okan AKÇAY, Maden Mühendisi İsmail Hakkı AKSU ve tekniker Hasan DEMİRKİRAN'a teşekkür ederim.

Ali EMANET
GÜMÜŞHANE – 2024

ÖZET

İnceleme alanı, Doğu Pontid Orojenik Kuşağının kuzey zonunda, Giresun ilinin Doğankent ilçesine bağlı Çatalağaç köyü sınırlarında yer almaktadır. Giresun G41-b3 ve G42-a4 paftalarını kapsayan bu bölgedeki cevherleşme, Üst Kretase yaşlı Kızılkaya Formasyonu'na ait dasidik kayaçlar, piroklastikler ve kireçtaşları içinde yer almaktadır. Sahada bulunan galerilerde yapılan gözlem ve tespitlerde epidot-garnet ve bunlara eşlik eden pirit minerallerinden oluşan bantlı yapının yanı sıra ağsal ve stokvork şeklinde cevherleşmeler gözlenmiştir. Maden sahasında yapılan çalışmalarda, galeri çevresinde limonitleşme ve hematitleşme başta olmak üzere, kloritleşme, epidotlaşma ve silisleşme gibi alterasyon türleri saptanmıştır. Cevher mikroskobu çalışmalarına bağlı olarak cevherleşmenin parajenezini pirit, kalkopirit, sfalerit, manyetit ve hematit oluşturmaktadır. Cevherleşmenin iki farklı evrede farklı sıcaklıklarda oluştuğu, granat ve epidot minerallerinin, cevherleşme öncesi yüksek sıcaklık ortamında oluştuğu, hematit, limonit ve kalsit minerallerinin mineralizasyon sonrası oluştuğu belirlenmiştir. İki farklı evrede gelişen cevherleşmede, ornatım, kapanım, ayrılım ve kataklastik dokuları gözlemlenmiştir. Cevher mikroskobisi çalışmaları sonucu ortaya konulan parajenez-süksesyon verileri, dokusal özellikler, alterasyon türleriyle birlikte değerlendirildiğinde, Çatalağaç cevherleşmesinin, bölgedeki diğer cevherleşmelerle benzer özellikler taşıdığı, cevherleşmenin Harşit Granitoyidi'nin oluşturduğu hidrotermal eriyiklerin fay, kırık ve çatlaklar boyunca dasit ve piroklastik kayalar içine yerleşmesiyle oluşan hidrotermal kökenli bir yatak olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Alterasyon, Çatalağaç, Ornatım, Parajenez, Süksesyon

SUMMARY

The study area is located in the northern zone of the Eastern Pontide Orogenic Belt, around the Çatalağaç village of Doğankent district of Giresun province. The mineralization in the Giresun G41-b3 and G42-a4 sheets occurred within dacite, pyroclastic and limestone from the Upper Cretaceous Kızılkaya Formation. In the observations and determinations made in the galleries in the study area, banded structures consisting of epidote-garnet and accompanying pyrite minerals, as well as stockwork mineralizations were observed. Alteration types such as limonitization and hematitization, as well as chloritization, epidotization, and silicification, have been identified around the gallery. Based on ore microscope studies, the paragenesis of the mineralization consists of pyrite, chalcopyrite, sphalerite, magnetite and hematite. It was determined that mineralization occurred in two different phases at different temperatures, garnet and epidote minerals formed in a high-temperature environment before mineralization, and hematite, limonite, and calcite minerals formed after mineralization. The main textural types observed in the mineralization that develop in two different phases are replacement, separation, inclusion, and cataclastic. Evaluating the paragenesis-succession data and textural features obtained from ore microscopy studies and alteration types revealed that the Çatalağaç mineralization has similar characteristics to other mineralization types in the region. In addition, it was concluded that the mineralization is a hydrothermal type of deposit formed by the emplacement of hydrothermal melts formed by the Harşit Granitoid into dacit and pyroclastic rocks along faults and fractures.

Keywords: Alteration, Çatalağaç, Inclusion, Paragenesis, Succession

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	III
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	IV
TEŞEKKÜR	V
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
İÇİNDEKİLER.....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	XII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı.....	1
1.3. Konum, Yerleşim ve Ulaşım	1
1.4. Jeomorfoloji, İklim ve Bitki Örtüsü.....	2
1.5. Bölgesel Jeoloji.....	3
1.6. Önceki Çalışmalar.....	6
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	11
2.1. Giriş.....	11
2.2. Arazi Çalışması.....	11
2.3. Laboratuvar Çalışmaları	11
2.3.1. İnce ve Parlak Kesitlerin Hazırlanması	11
2.4. Büro Çalışmaları	12
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	13
3.1. Çalışma Alanının Stratigrafisi ve Petrografisi	13
3.1.1. Şenköy Formasyonu	14
3.1.2. Berdiga Formasyonu	15
3.1.3. Çatak Formasyonu	15
3.1.4. Kızılkaya Formasyonu	16
3.1.5. Çağlayan Formasyonu.....	18
3.1.6. Çayırbağ Formasyonu	18
3.1.7. Harşit Granitoyidi.....	18
3.2. Çatalağaç Köyü Pb-Zn-Cu Cevherleşmesinin Jeolojisi	21

3.2.1. Giriş.....	21
3.2.2. Cevherleşme Jeolojisi ve Gelişen Alterasyonlar.....	22
3.3. Ornatım, Kapanım, Ayrılım ve Kataklastik Dokular	25
3.4. Cevherleşmenin Parjenez ve Süksesyonu	27
3.4.1. Pirit	28
3.4.2. Sfalerit ve Kalkopirit.....	29
3.4.3. Manyetit.....	29
3.5. Cevherleşmenin Oluşumu	31
4. SONUÇLAR.....	33
KAYNAKÇA	35
ÖZGEÇMİŞ.....	44



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Modal analiz sonuçları	20
---------------------------------------	----



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.	2
Şekil 2. Doğu Pontidler'in başlıca tektonik ve litolojik birlikleri	6
Şekil 3. İnceleme alanının genel stratigrafik kolon kesiti.	13
Şekil 4. İnceleme alanının ve civarının jeoloji haritası.....	14
Şekil 5. Çatak Formasyonu'na ait andezitlerin arazideki genel görünümü.	16
Şekil 6. Kızılkaya Formasyonu'nun arazideki genel görünümü.	16
Şekil 7. Kızılkaya Formasyonuna ait dasitlerin ince kesit görünümü.	17
Şekil 8. Harşit Granitoyidi'nin arazideki genel görünümü	19
Şekil 9. Modal analiz sonuçlarının QAP diyagramındaki dağılımları.....	20
Şekil 10. Harşit Granitoyidi'ne ait granodiyoritlerin ince kesit görünümü	21
Şekil 11. Cevherleşme sahası ve galerideki cevherleşme yapılarından genel görünüm.	22
Şekil 12. Cevherleşme sahasındaki alterasyonların genel görünümü.....	23
Şekil 13. Granatların mikroskop altındaki (a, b, c ve d) görüntüleri.	24
Şekil 14. Çatalağaç cevherleşmesi içerisindeki garnetleşme ve hematitleşme	24
Şekil 15. Alterasyonların mikroskobik görünümü.....	25
Şekil 16. Cevher mineralleri arasında gözlenen ornatım dokuları	26
Şekil 17. Cevher mineralleri arasında gözlenen kapanım dokuları	26
Şekil 18. Cevher mineralleri arasında gözlenen ayrılım dokuları.	27
Şekil 19. Cevherleşmede gözlenen kataklastik dokuları.....	27
Şekil 20. Cevherleşmenin parajenezi ve süksesyonu.....	28
Şekil 21. Pirit mineralinin mikroskobik görüntüleri.....	29
Şekil 22. Sfalerit ve Kalkopirit mineralinin mikroskop altında görüntüleri	30
Şekil 23. Manyetit mineralinin mikroskobik görüntüleri.....	30

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

MTA	: Maden Tetkik Arama
Gr	: Granit
Zn	: Çinko
Pb	: Kurşun
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
Pr	: Pirit
Kp	: Kalkopirit
Sf	: Sfalerit
Myt	: Manyetit
K	: Kuvars
Ka	: Kalsit
He	: Hematit
Or	: Ortoklas
Se	: Serisitleşme
Si	: Silisleşme
Kl	: Kloritleşme
Plj	: Plajiolklas
Gr	: Granat
Ep	: Epidot
Op	: Opak
μ	: Mikron

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Çalışma konusunu oluşturan Çatalağaç Köyü (Giresun) Zn-Cu cevherleşmesi Pontid Tektonik Birliği'nin Kuzey Zonu içerisinde yer almaktadır. Bu zon geniş ve çeşitli maden yataklarına ev sahipliği yapmaktadır. İnceleme alanının bulunduğu Pontidler'in kuzey zonu ana ve değerli metallerin bulunması açısından yüksek önem taşır. Bu bağlamda gerek Doğu Pontidler'de gerekse Giresun'da oluşan cevherleşmeler farklı araştırmacılar tarafından çalışılmıştır. Bu çalışmalara örnek olarak; Lermi, (1996); Akçay vd., (1998); Tüysüz, (2000); Çiftçi, (2000); Lermi, (2003); Demir, (2005); Eyüboğlu vd., (2014); Akaryalı, (2010); Akaryalı ve Tüysüz, (2013), Akaryalı, (2016); Akaryalı ve Akbulut, (2016); Sipahi vd., (2017, 2022, 2023); Aktaş, (2018); Kurt, (2018) verilebilir.

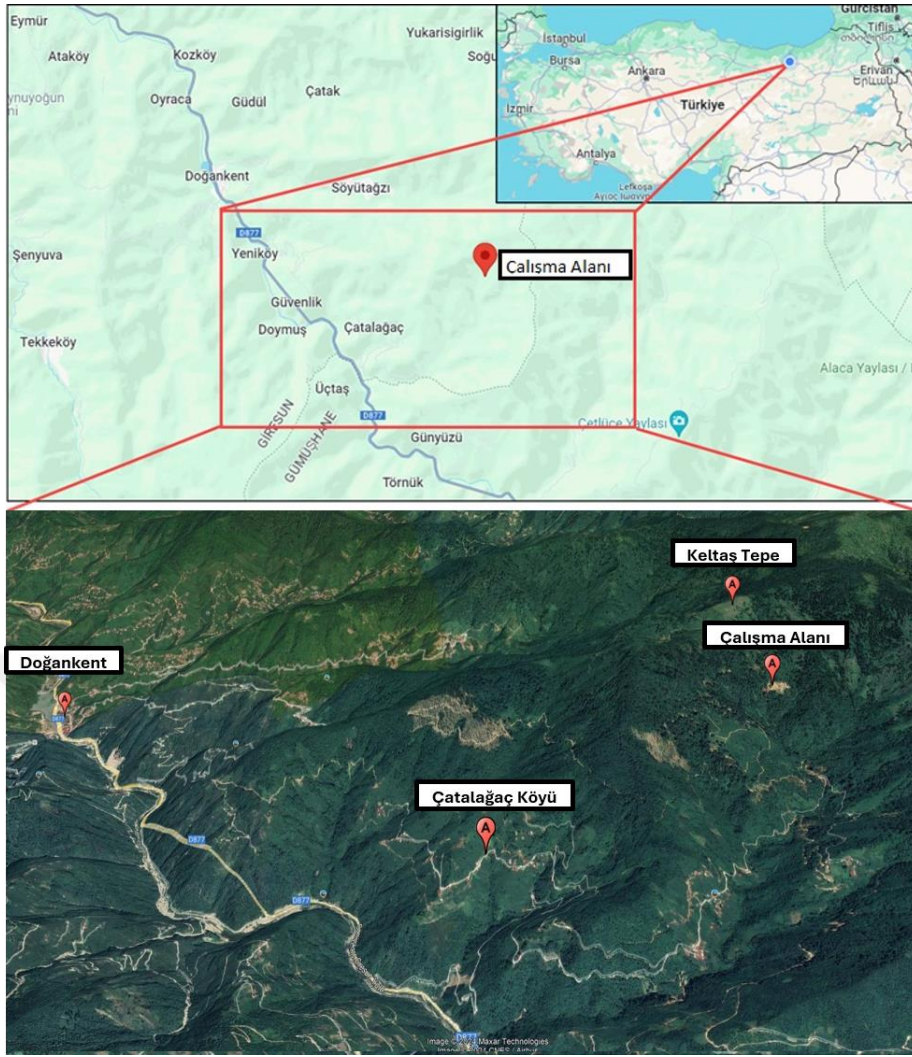
Çatalağaç Zn-Cu cevherleşme sahasında Maden Tetkik ve Arama (MTA) ve özel şirketlerin yürüttüğü çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Özel bir firma son birkaç yıldır sahaya yatırım yapmaktadır. Bu tez kapsamında ise söz konusu cevherleşmenin; jeolojisi, mineralojisi ve parajenez ve süksesyon özellikleri belirlenmiştir.

1.2. Çalışmanın Amacı

Çalışma mevzusunu oluşturan Çatalağaç Köyü (Doğankent-Giresun) Zn-Cu cevherleşmesi, Geç Kretase yaşlı Kızılkaya Formasyonu'na ait riyolit, dasidik lav ve piroklastikleri içerisinde gelişmiştir. Bu tez çalışmasında, Doğu Pontidler Kuzey Zon Giresun ili Doğankent İlçesi Çatalağaç Köyünün kuzey doğusunda bulunan Keltaş Tepe ve Avut Dere mevkiinde Zn-Cu cevherleşmelerinin; jeolojisi, mineralojisi ve cevherin parajenez ve süksesyon özelliklerinin ortaya konulması hedeflenmiştir.

1.3. Konum, Yerleşim ve Ulaşım

Çalışma sahası Karadeniz Bölgesinde Giresun ili Doğankent İlçesi Çatalağaç Köyü ve çevresinde yer almaktadır. Çalışma alanı G41-b3 ve G42-a4 paftalarında yer almaktadır (Şekil 1). İnceleme alanına ulaşım Giresun-Kürtün karayolu üzerinden Çatalağaç Köyünden kuzeydoğu istikametinde 3.5 km stabilize yol ile sağlanmaktadır.



Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.

1.4. Jeomorfoloji, İklim ve Bitki Örtüsü

Çalışma alanı Doğu Karadeniz dağlarının uzantısı olan Giresun Dağları üzerinde yer alır. İl sınırlarının neredeyse tamamı dağlarla kaplıdır. %1 kadarlık alanı yaylalar oluşturmaktadır. Ova alanları oldukça kısıtlıdır. Sahilden 50-70 km içeri doğru gidildikçe topoğrafya aniden yükselir. En düşük kotlu Erimez Dağı 2690, en yüksek kotlu Balaban Dağı 3450 metre kotundadır. Bilinen yaylaları Kümbet, Bektaş, Tamzara, Kulakkaya, Tamdere, Sağrak ve Karagöl yaylasıdır.

Giresun ili dağlarla kaplıdır. Çok verimli tarım alanları olan ovalar topraklarının %2'si kadardır. Bu ovalarda arpa, mısır, buğday, fiğ ekilmektedir. Karadeniz dağlarında iç kesimlerde kaynak bularak oluşan akarsular dağları güneyden kuzeye doğru geçerek denize dökülür. Bu akarsuların en bilinenleri Harşit Çayı, Aksu Deresi, Batlama Deresi, Yağlıdere Deresi, Pazarsuyu ve Gelevera Deresi'dir. Çalışma alanı coğrafi yapısı sebebiyle su toplama havzasıdır. Bu havzada toplanan sular kuru dereler yardımıyla çalışma alanının güneybatısından geçen Harşit Çayı'na dökülmektedir.

Karadeniz’de dağların denize paralel uzanmasının sonucu olarak neredeyse iki farklı iklim yaşanmaktadır. Kıyı kesimleri daha fazla yağış alırken iç kesimlere doğru gidildikçe yağış oranı yarı yarıya düşmektedir.

Giresun İli bitki örtüsü de iklime bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Sahil kesimlerinde 800 metre kotuna kadar fındık bitkisi, 1600 metre kotuna kadar kızılâğaç, kestane, gürgen, meşe ve kayın ağaçları, 2000 kotuna kadar köknar, ladin ve sarıçam, Yamaçlardan 2000 metreye kadar çay bitkisi, daha üst kotlarda ise çam ağaçları yetişmektedir. 2000 metre kotundan sonra Alp kuşağı bitkileri yetişmektedir. Daha iç kesimlerde Kelkit Vadisine bakan bölgelerde ise meşe gibi orman ağaçları ve makiler yetişmektedir. Arazilerin %25’i tarım, %17 çayır ve mera, %33 orman ve %25 tarıma elverişli olmayan alanlardır.

1.5. Bölgesel Jeoloji

Doğu Pontid Orojenik Kuşağı, Karadeniz Bölgesi'nin doğusundaki jeolojik yapıyı büyük ölçüde şekillendiren karmaşık bir tektonik, sedimantolojik ve magmatik geçmişe sahiptir. Bu orojenik kuşak, uzun jeolojik zamanlar boyunca meydana gelen tektonik olaylar, magmatik aktiviteler ve sedimantasyon süreçleriyle biçimlenmiştir. Bu kuşak, kuzey, güney ve eksen zonları olarak üç ana bölgeye ayrılmaktadır. Her zon, kendine özgü litolojik ve tektonik özellikler göstermekte olup yaklaşık kuzeybatı, kuzeydoğu ve doğu-batı doğrultulu fay hatları ile birbirinden ayrılmaktadır. Bu fay hatları, bölgenin tektonik gelişiminde kritik bir rol oynamakta olup Pontid’lerdeki havzaların açılıp kapanmasında, intrüzif kayaçların ve cevherleşmelerin oluşumunda kritik bir rol almıştır. Bu faylar, bölgenin tektonik tarihinde önemli etkiler yaratmış ve bu süreçler sonucunda bölgenin bugünkü jeolojik yapısı şekillenmiştir. (Eyüboğlu vd., 2006; Şekil 2).

Paleozoik yaşlı metamorfik kayaçlar, esas olarak granodiyorit, kuvarslı mikrodiorit ve alkali granit birimlerinden oluşmaktadır. Bu birimlerin üzerine Geç Karbonifer’den önceki döneme ait granitik kayaçlar keserek gelmiştir. (Gürsoy vd., 1993). Bu granitik kayaçları Yılmaz (1973) “Gümüşhane Graniti” Çoğulu (1975) ise “Gümüşhane Plütunu” olarak isimlendirmiştir.

İlk olarak Ağar (1977) tarafından Hamurkesen Formasyonu adıyla tanımlanan Hamurkesen Formasyonu, Kandemir (2004) tarafından Şenköy Formasyonu olarak yeniden isimlendirilmiştir. Şenköy Formasyonu, Paleozoik dönemine ait temel kayaçların üzerine aşınma uyumsuzluğu ile yerleşmiştir. Bu formasyon, andezit, bazalt, lav ve piroklastiklerin yanı sıra kumtaşı, silttaşı, kiltası ve çamurtaşlarından oluşur.

Çeşitli araştırmacılar bu birime farklı adlar vermiştir: Seymen (1975) Karatepe Formasyonu, Yüksel (1976) Telmeyaylası Formasyonu, Pelin (1977) Hacıören Formasyonu, Açar (1977) Hamurkesen Formasyonu, Kesgin (1983) Balkaynak Formasyonu ve Eren (1983) Zimonköy Formasyonu Erken-Orta Jura döneminde çökelim tamamlandıktan sonra, Malm'den Geç Kretase'nin sonuna kadar geçen sürede, yoğun tektonizmanın durağanlaşması sonucunda bir karbonat platformu gelişmiştir. (Yılmaz, 2002). Pelin (1977) tarafından isimlendirilen Berdiga Formasyonu, farklı bölgelerde değişken özelliklere sahip karbonat kayaçlarını barındırır. Kuzey zonda gri-bej tonlarında, masif yapılı ve yanal sürekliliği düşük kireçtaşları yaygındır, güney zonda ise genellikle masif kireçtaşları hâkimdir. Formasyonun üst seviyelerinde orta kalınlıkta tabakalanmış dolomitik kireçtaşlarına rastlanır. Tash (1990) ve Yılmaz (1997, 2002) çalışmalarına göre, Bu bölgede yaygın olarak bulunan kayaçlar, fosil bakımından zengin sığ deniz kireçtaşları, dolomitler ve dolomitik kireçtaşları olup, bunlar karbonat platformu ortamının bir sonucu olarak tanımlanmaktadır.

Geç Kretase döneminde Pontidlerde meydana gelen jeolojik birimler, kuzey güney yönünde gidildikçe belirgin değişimler gösterir. Geç Kretase'de kuzey zonda volkanizma aktif olurken, güney zonda ise türbidit karakterli sedimanterlerin birikimi sürmüştür. Kuzeydeki yoğun volkanik faaliyetler, felsik ve mafik nitelikteki volkaniklerin birikimiyle Geç Kretase volkano-tortul istifli meydana gelmiştir. Geç Kretase döneminde, Neotetis okyanusunun kapanması sonucu oluşan yay volkanitleri (Güven, 1993; Güven vd., 1998; Karlı vd., 2004; Okay ve Tüysüz, 1999; Topuz vd., 2007; Karlı vd., 2010a; Karlı vd., 2011) farklı araştırmacılar yaptıkları çalışmalarında bu birimleri dört ana birime ayırmıştır. Bu birimler yaşlıdan gence doğru şu şekilde sıralanmıştır. Çatak, Kızılkaya, Çağlayan ve Tirebolu Formasyonları.

Çatak Formasyonu ismini tip kesitinin ve karakteristiklerinin en belirgin olarak görüldüğü yer olan Maçka'nın güneyinde kalan Çatak Köyünden almıştır. Çatak Formasyonu Berdiga Formasyonunu uyumsuz olarak örtmektedir. Bu formasyon tabandan tavana doğru bordo renkli kumtaşı, çakıltası, yeşilimsi bazaltik ve andezitik lav, gri silttaşı, marn, kiltası, killi kireçtaşı şeklinde istiflenmiştir. Bu istife bakıldığında oluşumunun derin denizel volkanizma esnasında oluştuğu söylenebilir. Önceki çalışmalarda formasyonun kalınlığı Maçka yöresinde 1100 m olarak ölçülmüştür (Güven, 1993). Formasyon içerisinde bulunan fosillerden yapılan yaş tayininde Turoniyen-Santoniyen yaşı saptanmıştır. Bu fosillerin faunaları incelendiğinde türbidit pelajik sedimanterlerin volkano-tortullarla çökmesi birimin bazik volkanizma esnasında yamaç-havza ortamında oluştuğu anlaşılmaktadır.

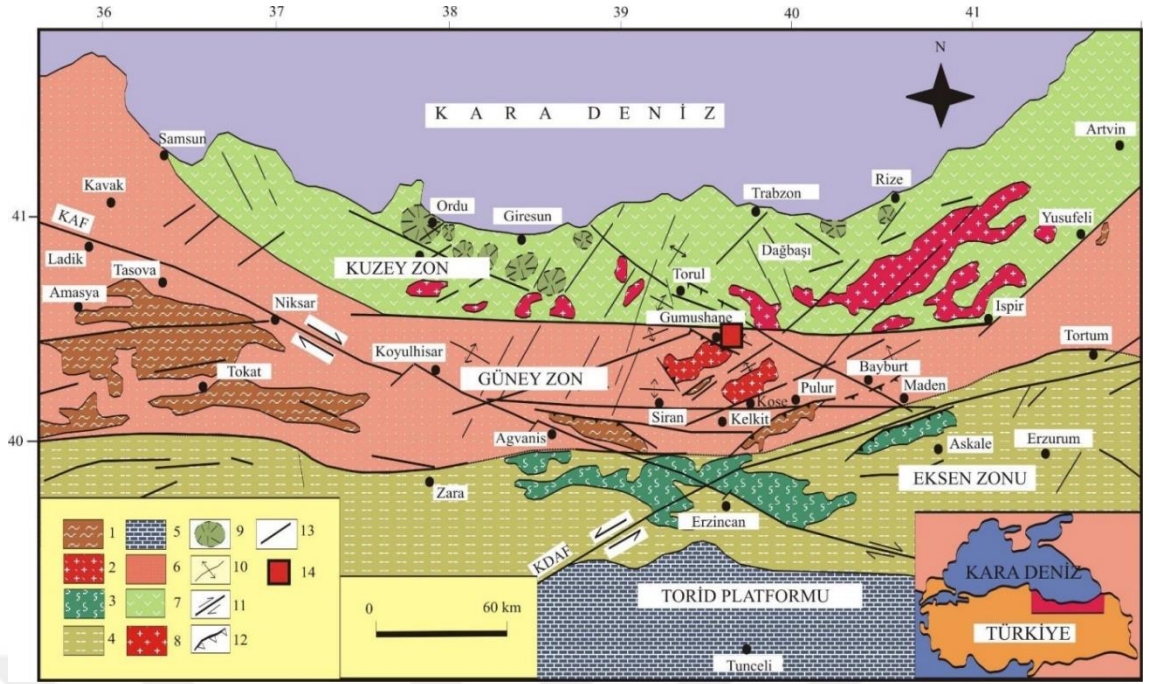
Kızılkaya Formasyonu riyolit, dasit, killi kireçtaşı ve piroklastik kayalardan oluşmaktadır. Formasyon, çoğunlukla riyolit ve dasidik lavlar, piroklastikler ve killi kireçtaşlarından meydana gelir ve arada mor renkli kumtaşı seviyeleri bulunur. Kızılkaya Formasyonu altta Çatak Formasyonu ile üstte Çağlayan Formasyonu ile uyumludur. Formasyon içerisindeki fosillerden yapılan yaş tayininde formasyonun yaşı Santoniyen olarak saptanmıştır. Formasyon içerisinde gri ve kırmızı renkli pelajik kireçtaşlarına rastlanması ve fosillerin faunaları incelendiğinde türbidit pelajik koşullarda oluştuğunu bu süreçte asidik volkanizmanın da devam ettiği anlaşılmaktadır.

Çağlayan Formasyonu Trabzon İli Arsin İlçesi Çağlayan Köyü civarında görülmekte olup bazik özellikteki volkanik kayalar ile tortul ara katmanlardan meydana gelmiştir. Çağlayan formasyonu Kızılkaya Formasyonunu uyumlu olarak örtmektedir. Dolayısıyla Çağlayan Formasyonuna Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşı verilmiştir.

Tirebolu Formasyonu Geç Kretase felsik volkanik faaliyetlerin bitme aşamasını temsil eder. Tirebolu Formasyonu Çağlayan formasyonunu uyumlu olarak örtmektedir. Birim içerisinde bulunan fosillerden yapılan yaş tayinine göre Tirebolu formasyonuna Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşı verilmiştir. Birimin felsik volkanik faaliyetlerin devam ettiği denizel ortamda olduğu, volkanik faaliyetler durağanlaştığında ise mikritik kireçtaşları meydana gelmiştir.

Granitik bileşimli bu intrüzifler bölgedeki formasyonları keserek yerleşmiştir. Harşit Granitoidi'nin yaşı Geç Jura'da başlamış (Şengör vd., 1980;), Geç Kretase'de sürmüştür (Okay ve Şahintürk, 1997; Karşlı vd., 2004; Topuz vd., 2007; Kaygusuz vd., 2009; Karşlı vd., 2011) ve erken Eosen'e kadar devam etmiştir. (Moore vd., 1980; Boztuğ vd., 2004; Karşlı vd., 2007; Karşlı vd., 2010), (Karşlı vd., 2004, 2010a; Boztuğ vd., 2006), araştırmalarında Harşit Granitoidler'inin zayıf potasyum toleyitik içerikliden, zengin potasyumlu kalk alkali içerikli olduğunu ortaya koymuştur.

Adakitik bileşimli Erken Senozoik yaşlı kayalar Topuz vd. (2005); Karşlı vd. (2010b, 2011b)'in çalışmalarında çarpışma ile aynı yaşta veya sonrasında meydana geldiği öne sürülmüştür. Eosen yaşlı granitoidler Pontid tektonik birliğindeki sıkışma rejimini temsil etmektedir. (Ustaömer ve Robertson, 1997; Okay ve Şahintürk, 1997; Karşlı vd., 2007; Aydın vd., 2009; Sipahi vd., 2017, 2022, 2023).



Şekil 2. Doğu Pontidler'in başlıca tektonik ve litolojik birlikleri (1) Paleozoik metamorfik taban, (2) Paleozoik granitleri, (3) Manto peridotitleri, (4) Genellikle Mesozoyik ve Senozoik kayalar, (5) Karbonatlar, (6) Başlıca Mesozoyik ve Senozoik sedim Doğu Pontidler'in başlıca tektonik ve litolojik birlikleri. (7) Geç Kretase ve Eosen yaşlı yay volkanitleri, (8) Eosen granitleri, (9) Kaldera veya dom, (10) Kıvrım eksen, (11) Doğrultu atımlı fay, (12) Bindirme fayı, (13) Tanımlanmamış fay (14) Çalışma alanı (Eyüboğlu vd., 2006'dan alınmıştır).

1.6. Önceki Çalışmalar

Geçmişten bugüne kadar, bu bölgede birçok jeolojik araştırma yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda bölgenin ayrıntılı jeolojik haritaları oluşturulmuş ve yüksek lisans tezi kapsamında kullanılan terminoloji belirlenmiştir. Bölgede bulunan maden yataklarıyla ilgili başlıca çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Pelin (1977); Genellikle Giresun ve çevresinde yüzeyleme veren masif kireçtaşlarından oluşan bu birimi petrol ve doğalgaz potansiyelini araştırmak üzere yaptığı çalışmada ilk kez Berdiga Formasyonu olarak isimlendirmiştir.

Aslan (1991), Yüksek lisans tezinde Özdil (Yomra-Trabzon) civarındaki skarn tip cevherleşmelerin mineralojik zonlanmasını ve oluşum koşullarını ortaya koymaya yönelik yaptığı çalışmada, skarn cevherleşmesinin alt bazik seri olarak tanımlanan Çatak Formasyonu içerisinde mercerler halinde oluşmuş kireçtaşları ile bu birimleri keserek gelen granitik kayaların kontağında oluştuğunu ortaya koymuştur. Özdil Granitoyidi ile alt bazik seri içerisindeki kireçtaşlarının kontağında gelişen alterasyon zonu garnet-piroksen, epidot ve aktinolit şeklinde ayırtlanmıştır. Yapılan sıvı kapanım çalışmalarında kontak metamorfizmasının oluşum sıcaklığını 750 °C'lere ulaştığını

belirtmiştir. Bu veriler ışığında skarn oluşumunun yüksek dereceli bir metamorfik süreç olduğunu gösterir.

Hasançebi (1993), Dağbaşı (Araklı-Trabzon) civarındaki skarn cevherleşmesinin alt bazik seri olarak tanımlanan Çatak Formasyonu içerisinde mercerler halinde oluşmuş kireçtaşları ile bu birimleri keserek gelen Dağbaşı Granitoidi'nin kontağında oluştuğunu ortaya koymuştur. Skarn cevherleşmesini granitoyitten dışa doğru 3 ayrı zona ayırmıştır. Bu zonlar manyetit ve spekülait içeren iç zon (Fe zonu), kalkopirit içeren orta zon (Cu zonu), sfalerit içeren dış zondur (Zn zonu). Yapılan sıvı kapanım ölçümlerinde skarn cevherleşmesinin 320-400 °C sıcaklığında meydana geldiğini ortaya koymuştur.

Şaşmaz ve Sağıroğlu, (1994), Giresun-Şebinkarahisar'ın 20 km Kuzeybatısında bulunan Pb-Zn cevherleşme sahasında yaptığı çalışmada; bölgenin yoğun bir tektonizmanın etkisinde kaldığını, KD-GB doğrultulu fayların eosen öncesi ve cevherli olduğunu, KB-GD doğrultulu fayların ise eosen sonrası ve cevhersiz olduğunu, bu fay hatlarına paralel hidrotermal çözeltilerin etkisiyle alterasyon zonlarının oluştuğunu ve cevher minerallerinin sfalerit, galen, pirit, kalkopirit, kalkosin-kovellin ve hematit olduğunu, gang minerallerinin kuvars, kalsit, kil mineralleri, klorit, hematit, ve barit olduğunu ortaya koymuştur.

Saraç (2003), doktora tez çalışmasında Çambaşı (Ordu) ve Dereli (Giresun) yörelerindeki skarn yataklarının ayrıntılı jeolojisi, mineralojisi ve alterasyonu incelenerek, birbirleriyle kıyaslamaları yapılmıştır. Çalışılan alanlarda granat-piroksen ve epidot skarn olmak üzere iki zon tespit edilmiştir. Buna göre skarn zonlarının mineralojisi ve mineral kimyaları incelenmiştir. Çambaşı (Ordu) yöresine ait granatların grossular-andradit bileşimine sahip olduğu, Dereli yatağındaki granatların saf andradit ve andradit-grossular bileşimine sahip oldukları tespit edilmiştir. Çambaşı (Ordu) ve Dereli (Giresun) yörelerindeki klinopiroksenler diyopsit olarak sınıflandırılmıştır. Granat ve klinopiroksenlerin bileşimiyle skarnların içerdiği metaller arasındaki ilişki ortaya konmuştur. Çalışılan alanlardaki granat ve klinopiroksenlerin dağılımlarının dünyadaki Fe-Cu skarnların dağılımına benzer dağılım gösterdikleri tespit edilmiştir.

Kandemir (2004); doktora çalışmasında Gümüşhane civarında yüzeyleme veren Jura yaşlı volkano-tortul birimin oluşum koşullarını ve ortamını incelediği çalışmasında, birimden ölçülü stratigrafik kesitler almıştır. Bu birimi istifin en kalın ölçüldüğü ve karakteristik özelliklerinin en belirgin olduğu Şenköy yöresine izafeten 'Şenköy Formasyonu olarak adlandırmıştır.

Sipahi ve Sadıklar (2010); Zigana (Gümüşhane, KD-Türkiye) yöresindeki çalışmalarında, kayaçlarda meydana gelen alterasyon ürünlerinin mezo-epitermal evrede, geliştiğini belirtmiştir.

Sipahi (2011); Gümüşhane ili Arnastal mevkiinde yaptığı çalışma kapsamında, söz konusu cevherleşmeye parajenezinin piroksen, granat, epidot minerallerinden teşkil ettiğini Arnastal yöresindeki cevherleşmenin Fe-Skarn tipinde olduğunu ifade etmiştir.

Kurt (2014) Kirazören (Giresun, Bulancak) civarında yaptığı çalışmasında birimleri yaşlıdan gence doğru sıralamıştır. Çalışma yapılan bölgede, en altta Üst Kretase yaşlı andezitik volkano-tortul birimler yer almakta olup, bunların üzerinde sırasıyla Orta Eosen yaşlı trakiandezitik birimler, Orta Eosen yaşlı Bektaşayla kuvars monzoniti ve Orta Eosen sonrası yaşlı Çambaşı kuvars siyeniti bulunmaktadır. Skarn Üst Kretase yaşlı kireçtaşı mercekleriyle Çambaşı kuvars siyenitlerinin kontağında ve civarında oluştuğunu ortaya koymuştur. Cevherleşme içerisinde bakır minerallerinin % 2 ye düzeyinde olması sebebiyle cevherleşmenin Cu-Fe-Skarn tipinde olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Akaryalı, (2016), Altınpınar (Torul) bölgesindeki Pb-Zn cevherleşmesinin jeolojik kökenini ve oluşum sürecini ortaya koymaya amaçladığı çalışmasında, sıvı kapanım, mineral kimyası ve duraylı izotop analizleri sonucuna dayanarak Liyas yaşlı volkanik kayaçların ev sahipliği yaptığı cevherleşmeyi granitik kayaçlarla ilişkilendirmiştir. Cevherleşmenin epitermal damar tipinde oluştuğunu ortaya koymuştur.

Akaryalı ve Akbulut (2016), Ünlüpınar (Kelkit-Gümüşhane) civarında oluşan Pb-Zn (kurşun-çinko) cevherleşmesini incelediği çalışmasında cevherleşmenin parajenezini belirlemiş ve sıvı kapanım, mineral kimyası, duraylı izotop analizleri gibi yöntemler kullanılarak cevherleşmenin damar tipi bir yapıda ve epitermal bir sistemde genellikle düşük ila orta sıcaklıklarda (150-300 °C) geliştiği sonucuna ulaşmışlardır.

Demir vd. (2017) Sivrikaya skarnının alt bazik seri içerisindeki mercekler halinde bulunan kireçtaşları ile İkizdere Granitoyidi'nin kontakları boyunca oluştuğunu ortaya koymuştur. Skarn zonundan alınan sıvı kapanım örnekleri analiz sonucuna göre düşük sıcaklık ve tuzluluk ortamında oluştuğunu göstermektedir. Bu durum meteorik ve magmatik kökenle sıvıların karışması ile açıklanabilmektedir. Yapılan raman spektrometre çalışmalarında sıvı kapanımlar içerisinde metan gazına rastlanılmıştır. Sıvı kapanımlar içerisinde metan gazının varlığı karbonatlı kayaçların içerisindeki organik materyallerin bozunmasıyla ortaya çıktığı sonucuna varılmıştır.

Sipahi vd. (2017) Eğrikar Fe-Cu skarn yatağı Gümüşhane'nin (KD Türkiye) yaklaşık 100 km Kuzeybatısında yaptığı çalışmasında tabanda Geç yaşlı Kretase Eğrikar

Monzograniti, bunun üzerine sırasıyla andezit, kireçtaşı içeren dasit ve hornblendli andezitten oluşmaktadır. Bu kayalar Orta Eosen yaşı Erik Granitoyidi (granodiyorit ve diyorit) tarafından kesilmektedir. Eğrikar (Gümüşhane) skarnının orta potasyumlu kalk alkalın, metalüminyum peralüminyum geçişli, kıtasal adayayı graniti ile Geç Kretase yaşı karbonat kayalarının dokanakları boyunca, endoskarn ve ekzoskarn tiplerinde geliştiği belirlenmiştir. Eğrikar Fe-Cu skarn yatağında; piroksenin hedenberjit, granatın andradit ve grossular andradit türünde, bol manyetit, hematit ve çok az pirit ve kalkopirit bileşimli olması, sıvı kapanım sonucu elde edilen sıcaklık ve tuzluluk verileri ile skarn minerallerinin duraylı izotop bileşimleri bu yatağın magmatik sıvılardan başlangıçta düşük sülfürlü sonradan yüksek oksitli şartlar altında sıg sokulum sonucu oluştuğunu göstermektedir.

Kurt (2018), Gümüşdamla (Aydıntepe-Bayburt) Köyü yakın çevresinde gözlenen skarn cevherleşmesinin türünün ortaya konması amacıyla yaptığı mineral kimyası çalışmalarına göre cevherleşmenin Kabaköy formasyonunun tortul birimlerini kesen Eosen yaşı Kaçkar Granitoyidi kantağında oluştuğunu ortaya koymuştur. Piroksen ve granatlardan yapılan mineral kimyası analiz sonuçlarına dayanılarak cevherleşmenin Fe-Skarn tipinde geliştiği sonucuna varılmıştır.

Demir (2018) yaptığı çalışmasında Dağbaşı skarn yatağının jeolojik ve mineralojik özelliklerini incelemiştir. Skarn cevherleşmesinin Berdiga Formasyonu ile Dağbaşı Granitoyidi'nin kantağında ekzoskarn tipinde oluştuğunu ortaya koymuştur. Garnetler içerisinde yüksek andradit olması cevherleşmenin oksitlenmiş skarn tipinde olduğunu ve yüzeye yakın bir plütonizma ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur.

Bayraktar (2018), Düzköy (Kürtün-Gümüşhane) civarında yaptığı çalışmada Düzköy skarn cevherleşmesinin mineralojik ve jeokimyasal özelliklerini ortaya koymuştur. Skarn cevherleşmesi Malm-Alt Kretase yaşı Berdiga Formasyonu ile Eosen Harşit Graniti'nin kantağında oluşmuştur. Berdiga Formasyonu ile Harşit Graniti'nin kantağında hem endoskarn hem de ekzoskarn zon oluştuğunu ortaya koymuştur. Endoskarn zon piroksen ile ekzoskarn zon ise garnet, epidot, kuvars ve kalsit mineralleri ile tanınmaktadır. Cevher mineralleri manyetit ve hematitle beraber pirit, kalkopirit ve nadiren sfalerittir. Çalışma sahasının garnet ve piroksen içerikleri skarn mineralojisi birlikte değerlendirilerek, Düzköy skarn cevherlerinin Fe-Cu-Zn tipinde oluştuğu ortaya konmuştur. Zonlu garnetlerde grosülerden andradite doğru bir değişim gözlenmiş ve diyopsit içeriği yüksek piroksenlerin varlığı, oksitlenmiş skarn tipine işaret etmektedir. Bu veriler oksitlenmiş skarn tipine işaret etmektedir.

Şal (2019), Gümüşhane Kılıçören Köyü Maden'in Sırtı bölgesinde Cu-Zn-Pb± (Ag, Au) cevherleşmesinin jeolojisini ve mineralojisini incelemiştir. Çalışma sahasında Şenköy Formasyonu, Berdiga Formasyonu ve Yazyurdu Formasyonu yüzeyleme vermektedir. Volkanik kayaçların andezit/bazalt türünde ve kalk-alkali bileşiminde olduğu ortaya konmuştur. Cevherleşmenin granitik kayaçlara bağlı olarak Şenköy Formasyonu içerisinde KB-GD duruşlu kırık hatları içerisinde epitermal damar tipinde geliştiği ortaya konmuştur.

Evcimen (2020), Ordu-Giresun civarının jeolojik yapısını ve mineral potansiyelini anlamaya yönelik çalışmalar yapmıştır. Bu çalışma, bölgedeki çeşitli maden yatakları ve endüstriyel hammaddelerin stratigrafik açıdan incelemiş ve elde edilen veriler ışığında yeni yatakların keşfine yönelik bölgenin jeoloji haritasını ve stratigrafisini ortaya koymuştur.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Giriş

Çalışma kapsamında, incelenen bölgede yüzeyleme veren birimler stratigrafik isimlendirme kurallarına uyularak yazılmış, yüzeyleme veren kayalar jeokimyasal analize tabi tutulmuş, cevher mikroskopisi çalışmalarında cevherli örneklerden yapılan tespitler, bölgede yapılan diğer araştırmalarla karşılaştırılmış, bu tezin hazırlanması sürecinde saha, laboratuvar ve ofis olmak üzere üç aşamalı çalışma gerçekleştirilmiştir.

2.2. Arazi Çalışması

Çatalağaç mevkiindeki cevherleşmeyi de kapsayan yaklaşık 11 km²'lik alandaki yüzeyleyen formasyonların jeolojik ve mineralojik özellikleri, yan kayaç ilişkileri ve yüzeylemeleri çalışılmış, bu yayımlar önceden yapılan araştırmalarda hazırlanan jeoloji haritaları incelenerek bu jeoloji haritalarda bazı değişiklikler yapılmıştır.

Bu amaçla, Keltaş Tepe ve Avut Dere çevresindeki yaygın birimlerde yapılan gözlemler sonucunda, arazi birimlerinin yapısal özellikleri belirlenmiştir. Çalışma alanındaki birimlerden mineralojik özelliklerini belirlemek için numuneler alınmış, formasyon sınırları haritaya işlenmiş Güven (1993) tarafından hazırlanan jeolojik haritalardan da yararlanılarak 1/25000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmıştır. Arazi çalışmaları sonucunda yapılan örneklemeler, 1/25000 ölçekli haritalama işlemleri sırasında, birimleri temsil eden kayalardan petrografik analiz amaçlı örnekler ile çalışılan cevherleşmenin parajenez ve süksesyonunu belirlemeye yönelik örneklerin alınması şeklinde özetlenebilir.

2.3. Laboratuvar Çalışmaları

2.3.1. İnce ve Parlak Kesitlerin Hazırlanması

Çalışma sahasından toplanan kayaların, petrografik ve mineralojik bileşimlerini ortaya koymaya yönelik hazırlanan ince kesitler, Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit hazırlama laboratuvarında yapılmıştır. İncelenen kayaların taze yüzeylerinden alınan numuneler 0.5x2x4 cm boyutlarında küçük plakalar şeklinde kesilmiştir. Plakaların bir yüzeyi, taşlama ve zımparalama işlemlerinden geçirilerek pürüzsüz hale getirilmiştir. Plakaların yüzeyinin düzgün olması, sonraki aşamalar için önemlidir. Hazırlanan plaka, 2.5x5 cm

boyutlarında ve 1 mm kalınlığındaki bir cam tabağa Kanada balzamu kullanılarak yapıştırılır. Balzam, plakanın cam üzerinde sabit bir şekilde durmasını sağlar. Cam üzerine yapıştırılmış plaka, dereceli aşındırıcılar kullanılarak incelenir. Kalınlık, 0.025 mm'ye kadar düşürülür. Bu inceltme işlemi, cevher minerallerinin mikroskop altında ışık geçirgenliği için gereklidir. İnce kesit, istenen kalınlığa ulaştığında, temizlenir ve kurutulur. Sonrasında, petrografik mikroskop altında incelemeye hazır hale gelir. Hazır hale getirilen kesitlerin petrografik mikroskop altında petrografi ve alterasyon mineralojileri incelenmiştir.

Çalışma sahasında cevherleşmenin parajenez ve süksesyonunu ortaya koymak için cevherli kayalardan cevherleşmeyi en iyi temsil eden örnekler titizlikle toplanmıştır. Bu numuneler ilk olarak 2x2x2 cm boyutlarında küçük plakalar şeklinde kesilmiştir. Plakaların yüzeyinin düzgün olması, sonraki aşamalar için önemlidir. Bu plakaların bir yüzeyi, farklı boyutlardaki aşındırıcı tozlarla kabaca parlatılmıştır. Ardından bu plakalar 0.1 mm kalınlığındaki alüminyum oksit tozuyla tamamen pürüzsüz hale getirilinceye kadar parlatılmıştır. Hazırlanan plakalar, cevher mikroskobu altında kontrol edildikten sonra, cevher mikroskobu altında incelemeye hazır hale gelir. Parlak kesitlerin hazırlanması aşamasında Gümüştaş Madencilik Firması'ndan destek alınmıştır. Hazır hale getirilen kesitlerin cevher mikroskobu altında mineral parajenezi ve süksesyonu ortaya konmuştur.

2.4. Büro Çalışmaları

Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucu elde edilen veriler büro çalışmaları sırasında incelenmiştir. Sahada çizimi yapılan haritalar, kesitler bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Petrografik, mineralojik analiz sonuçları bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Bu veriler paket programlar kullanılarak tablolar hazırlanmıştır. Arazi, laboratuvar ve ofis çalışmaları sürecinde derlenen ve elde edilen tüm bilgiler irdelenmiş ve Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tez yazılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

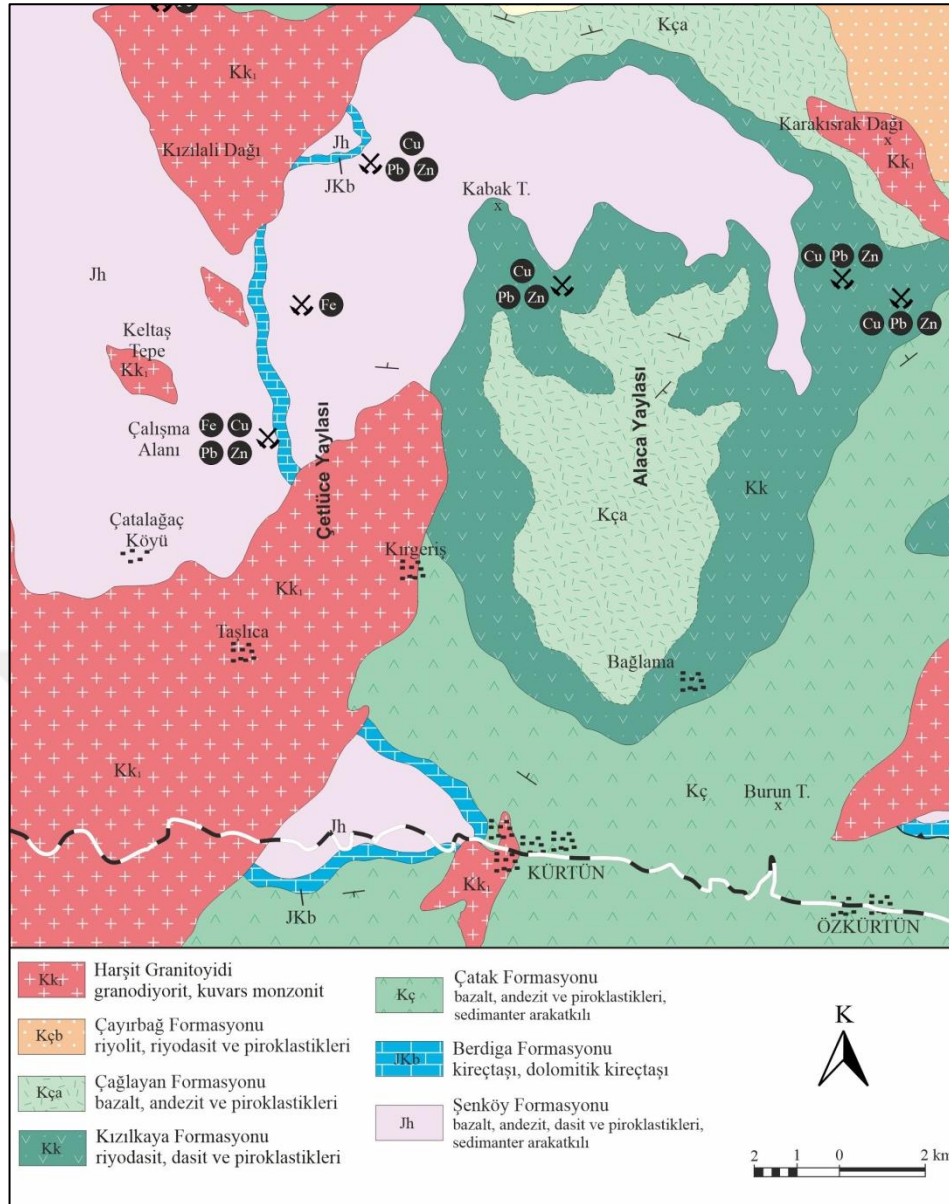
3.1. Çalışma Alanının Stratigrafisi ve Petrografisi

İnceleme alanı Doğu Pontid Orogenik Kuşağının (Ketin, 1966) Kuzey Zonu'nda (Gedikoğlu vd, 1979) bulunur. Çalışma sahasındaki formasyonları litostratigrafik kurallara uygun olarak incelenmiş ve jeolojik haritası çizilmiştir (Şekil 3 ve 4). İnceleme sahası çevresindeki birimler gençten yaşlıya doğru aşağıdaki gibidir.

- Harşit Granitoyidi (Eosen)
- Çayırbağ Formasyonu (Kampaniyen-Maastrichtiyen)
- Çağlayan Formasyonu (Santoniyen-Kampaniyen)
- Kızılkaya Formasyonu (Santoniyen)
- Çatak Formasyonu (Turoniyen-Koniyasiyen)
- Berdiga Formasyonu (Geç Jura-Erken Kretase)
- Şenköy Formasyonu (Erken-Orta Jura)

SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
MESOZOYİK	JURA-KRETASE	ÜST KRETASE	ÇAYIRBAĞ	(Riyolit, riyodasit ve piroklastitleri)	
			ÇAĞLAYAN	(Bazalt, andezit ve pioklastitleri)	
			KIZILKAYA	(Dasit, riyodasit ve piroklastitleri)	
			ÇATAK	Harşit Granitoyidi (Granodiyorit, Kuvars Monzonit)	
				(Bazalt, andezit ve pioklastitleri, Sedimanter arakatkılı)	
	Erken-Orta Jura	Geç Jura Erken Kretase	BERDİGA	(Kumlu Kireçtaşı, Dolomit, Dolomit Kireçtaşı, Masif Kireçtaşı)	
			ŞENKÖY	(Spilitik bazalt, andezit ve piroklastitleri)	

Şekil 3. İnceleme alanının genel stratigrafik kolon kesiti (ölçeksiz).



Şekil 4. İnceleme alanının ve civarının jeoloji haritası (Güven, 1993'den değiştirilerek).

Tez kapsamında çalışılan cevherleşmeye Kızılkaya Formasyonunda yer alan dasidik kayaçların yanı sıra, granitik kayaçların kireçtaşı ile dokanaklarında ve kısmen de Çatak Formasyonu içinde yer alan andezitik kayaçlar ev sahipliği yapmaktadır. Bu bağlamda, tez çalışması özelinde Çatak ve Kızılkaya Formasyonu ile Harşit Granitoyidi daha detaylı incelenecek, diğer formasyonlar ile ilgili genel bilgiler verilecektir.

3.1.1. Şenköy Formasyonu

İlk olarak Ağar (1977) tarafından Hamurkesen Formasyonu adıyla tanımlanan bu birim, Kandemir (2004) tarafından Şenköy Formasyonu olarak yeniden isimlendirilmiştir. Şenköy Formasyonu, Paleozoik dönemine ait temel kayaçların üzerine aşınma uyumsuzluğu ile yerleşmiştir. Bu formasyon, andezit, bazalt, lav ve piroklastiklerin yanı sıra kumtaşı, silttaşı, kiltası ve çamurtaşlarından oluşur. Erken-Orta

Jura döneminde çökelim tamamlandıktan sonra, Malm'den Geç Kretase'nin sonuna kadar geçen sürede, yoğun tektonizmanın durağanlaşması sonucunda bir karbonat platformu gelişmiştir (Yılmaz, 2002).

3.1.2. Berdiga Formasyonu

Formasyonun adlandırılması ilk defa Alucra (Giresun) yöresinde çalışılmış, (Pelin, 1977) tarafından yapılmıştır. Çalışma alanında küçük bir kısmında mostra vermekte olan Berdiga Formasyonu tabanda kumlu kireçtaşı ile başlar. Birim yukarıya doğru dolomit, dolomit kireçtaşı ve masif kireçtaşı ile devam eder. Dolomitik kireçtaşları açık gri renkte olup, şekerimsi bir doku göstermektedir. Şekerimsi doku sayesinde masif kireçtaşlarından ayrılır. Masif kireçtaşları ise çalışma alanında beyazımsı gri, koyu sarımsı gri renkte olup, çatlaklı ve kırıklı yapıları ile tipiktirler. Çalışma alanında Geç Jura-Erken Kretase yaşlı Berdiga Formasyonu Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda (Pelin, 1977), kireçtaşlarının yaşı Geç Jura-Erken Kretase olarak belirlenmiştir.

3.1.3. Çatak Formasyonu

Çatak formasyonu ismini tip kesitinin ve karakteristiklerinin en belirgin olarak görüldüğü yer olan Maçka'nın güneyinde kalan Çatak Köyü'nden almıştır. Formasyonu ilk kez Güven (1993) isimlendirmiştir. Çatak Formasyonu sahada yeşilimsi, gri ve koyu renk tonlarında gözlenmekte olup andezit, bazalt ve yer yer aglomeralardan meydana gelmektedir (Şekil 5). Çatak formasyonu Berdiga Formasyonunu uyumsuz olarak örtmektedir. Bu formasyon tabandan tavana doğru bordo renkli kumtaşı, çakıltası, yeşilimsi bazaltik ve andezitik lav, gri silttaşı, marn, kiltası, killi kireçtaşı şeklinde istiflenmiştir. Bu istife bakıldığında oluşumunun derin denizel volkanizma esnasında oluştuğu söylenebilir. Önceki çalışmalarda formasyonun kalınlığı Maçka yöresinde 1100 m olarak ölçülmüştür (Güven, 1993). Formasyon içerisinde bulunan fosillerden yapılan yaş tayininde Turoniyen-Santoniyen yaşı saptanmıştır. Bu fosillerin faunaları incelendiğinde türbidit pelajik sedimanterlerin volkano-tortullarla çökmesi birimin bazik volkanizma esnasında yamaç-havza ortamında oluştuğu anlaşılmaktadır.



Şekil 5. Çatak Formasyonu'na ait andezitlerin arazideki genel görünümü.

3.1.4. Kızılkaya Formasyonu

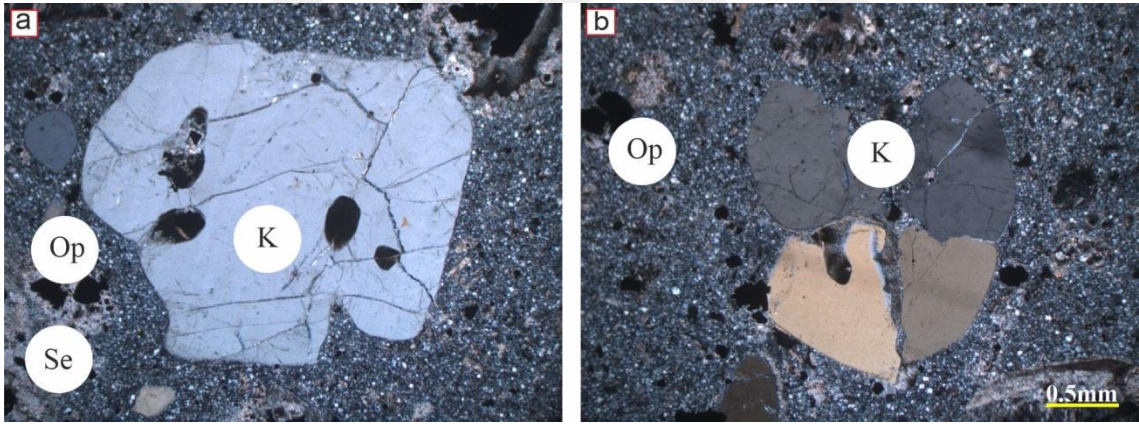
Kızılkaya Formasyonu riolit, dasit, killi kireçtaşı ve piroklastik kayalardan oluşmaktadır. Formasyonu ilk kez Güven (1993) isimlendirmiştir. Formasyon, çoğunlukla riolitik ve dasidik lavlar, piroklastikler ve killi kireçtaşlarından meydana gelir ve arada mor renkli kumtaşı seviyeleri bulunur. Dasidik lavlar, sarımsı bej, grimsi yeşil ve pembemsi tonlarda olup, prizmatik soğuma yüzeyleri gösterir (Şekil 6).



Şekil 6. Kızılkaya Formasyonu'nun arazideki genel görünümü.

Bu kayaçlarda iri kuvars taneleri ve belirgin feldispatlar bulunur kayaçlar porfirik dokudadır. Dasitler porfirik dokulu ve yüzeylerinde prizmatik soğuma çatlakları görülmektedir. Dasitler içerisinde iyi kristallenmiş kuvarslar ve feldspatlar görülmektedir. Dasitlerde yaygın alterasyon gözlenir ve sarımsı kahverengi altere alanlardan bej-beyaz taze dasitlere geçiş görülür Pirit açısından zengin olan dasitlerde kil, klorit ve hematit mineralleri görülmektedir. Riyolitik kayaçların rengi genellikle grimsi beyazdır ve dasidik kayaçlara nazaran daha kısıtlı yüzeyleme vermektedir.

Dasitler genellikle porfirik doku göstermekle birlikte mikrolitik porfirik dokuda göstermektedir. İnce kesitte, İri levhamsı kristaller, hamurda ise kk kristaller halinde izlenen plajiyoklaslar, öz ve yarı öz şekilli olup, andezin (An_{36-40}) bileşimindedir. z ve yarı öz şekilli iri kristaller ve hamurda da kk taneler halinde bulunan kuvarsların, iri kristallerinin kenarları hamur tarafından yenmiş olarak izlenir. Bazı kristallerde dalgalı sönme belirgindir ve genellikle çatlaklı yapıdadır. İkincil kuvars oluşumları da gözlenmektedir. Alkali feldspat mineralleri, genelde kk yarı öz şekilli kristaller halinde olup, az miktarda bulunur. Yaygın olarak ayrışmaya bağlı killeşmiş biçimde gözlenir (şekil 7).



şekil 7. Kızılkaya Formasyonuna ait dasitlerin ince kesit görünümü (K: Kuvars, Se: Serizit, Op: Opak mineral).

Kızılkaya formasyonu altta atak Formasyonu ile üstte ağlayan formasyonu ile uyumludur. Formasyon içerisindeki fosillerden yapılan yaş tayininde formasyonun yaşı Santoniyen olarak saptanmıştır. Formasyon içerisinde gri ve kırmızı renkli pelajik kireçtaşlarına rastlanılması ve fosillerin faunaları incelendiğinde türbidit pelajik koşullarda oluştuğunu bu süreçte asidik volkanizmanın da devam ettiği anlaşılmaktadır. Bu formasyon, Uğuz vd. (2011)'nin Esiroğlu Formasyonu, Schultze-Westrum (1960)'un I. dasit serisi, Pelin (1977)'in Tepeköy Formasyonunun Kaleciktepe dasit yesi, Özsayar vd. (1982)'nin Makenet Formasyonu ile karşılaştırılabilir.

3.1.5. Çağlayan Formasyonu

Çağlayan Formasyonu, ilk kez Güven (1993) tarafından tanımlanmıştır. Bazaltik-andezitik lavlar, piroklastitler, tuf, tüfit, kireçtaşı, kumtaşı ve kiltaşından oluşur. Tabanda koyu yeşil bazik ve ortaç volkanitlerle başlayarak üst bölümlerde piroklastitlere ve volkanotortul birimlere geçiş yapar. Bazaltik kayalar boşluklu olup, boşluklar kalsit, zeolit ve klorit mineralleriyle doldurulmuştur. Yastık yapısı ve soğan kabuğu ayrışması görülür. Formasyon içinde gri kumtaşı, marn, bordo çamurtaşı ve killi kireçtaşı merccekler şeklinde bulunur. Geç Kretase'ye ait kırmızı kireçtaşları, Kızılıkaya Formasyonu'nun sonlanması ve bazik-ortaç volkanizmanın başlamasını işaret eder. Çağlayan Formasyonu, Kızılıkaya Formasyonu üzerine uyumlu gelir ve Çayırbağ Formasyonu tarafından örtülür. Fosil analizlerine göre formasyon Santoniyen-Kampaniyen yaşlıdır.

3.1.6. Çayırbağ Formasyonu

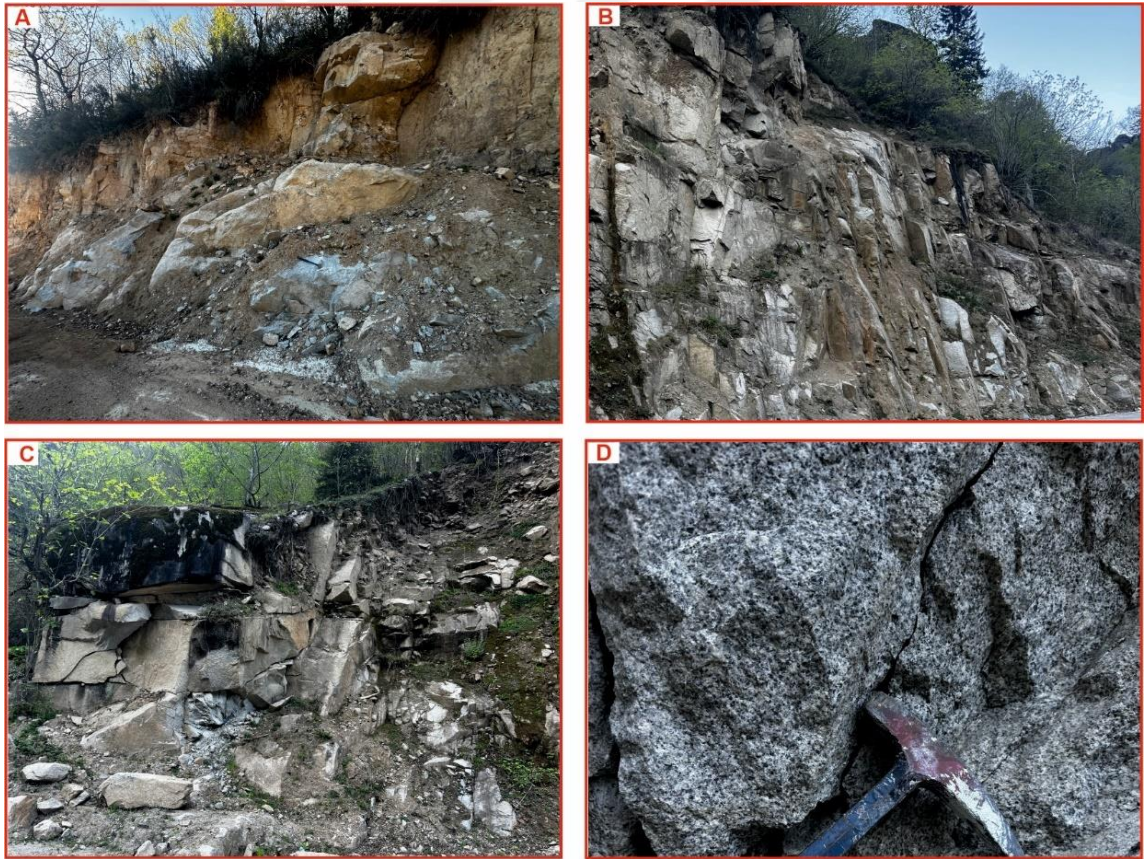
Geç Kretase döneminin asidik volkanizma karakterli son evresini oluşturan Çayırbağ Formasyonu, Güven (1993) tarafından adlandırılmıştır. Riyolit, dasit, piroklastitler, kumtaşı ve kireçtaşlarından oluşur. Riyolit ve dasitler grimsi yeşil ve pembe renkte olup prizmatik soğuma yüzeylerine sahiptir ve porfirik dokulu kuvars ile feldispat içerirler. Çayırbağ Formasyonu, Kızılıkaya Formasyonu'ndan düşük pirit içeriği ile ayrılır. Piroklastitler içinde açık yeşil ignimbiritler belirgindir ve 15-20 m kalınlık gösterir. İgnimbiritler arasında yeşilimsi gri ve bordo renkli ince-orta tabakalı mikritik kireçtaşları bulunur.

3.1.7. Harşit Granitoyidi

Doğu Pontidlerde, Tersiyer'den Eosen boyunca geçen süreçte çeşitli magmatik faaliyetlerde oluşan kayalar, Pontidlerin en yüksek dağ kuşaklarını meydana getirmiştir. Bu kayalar Kaçkar Dağları'nda yoğun biçimde yüzeyleme vermektedir. Dolayısıyla bu kayalar için çoğu çalışmada "Kaçkar Batoliti" adı kullanılmıştır. Fakat Pontidlerde yapılan farklı çalışmalarda bu kayalar için farklı adlandırmalar kullanılmıştır. Bu durum, bölgedeki magmatik kayaların oluşum süreçlerinin ve özelliklerinin çeşitlilik gösterdiğini veya farklı araştırmacılar tarafından çeşitli adlandırma yöntemlerinin tercih edildiğini göstermektedir. Kayaların isimlendirilmesindeki bu farklılık, bölgedeki jeolojik yapının karmaşıklığına ve magmatik aktivitelerin farklı dönemlerde değişik karakteristikler sergilemesine de işaret edebilir.

Çatalağaç Köyü çevresinde ve çalışma alanının kuzeydoğusunda yüzeyleyen granitik kayalar, Kaçkar Granitoyidi Güven (1993), Harşit Graniti (Shultze-Westrum, 1961), Dağbaşı Granitoyidi (Gülibrahimoğlu, 1986; Şen, 1988; Aydınçakır, 2006), Zigana Granitoyidi (Karlı vd., 2002, 2004), Kaçkar Batoliti (Boztuğ, 2006), İkizdere Plütunu (Karlı vd., 2004; Evcimen, 2011) adlandırmaları kullanılmıştır. Bu çalışmada Harşit Graniti olarak tanımlanmasının daha uygun olacağı kabul edilmiştir.

Harşit Granitoyidi; Şenköy, Berdiga, Çatak, Kızılkaya, Çağlayan ve Çayırbağ Formasyonları'ndan daha gençtir ve bu birimleri kesmiştir (bkz. Şekil 3). Harşit Granitoyidi genellikle beyaz-gri renkli, bol çatlaklı, yer yer de ileri derecede ayrılmış görünümündedir. Çalışma alanının kuzeybatısındaki Çatalağaç Köyü ve Avut Dere arasındaki yüzlekleri alterasyon nedeniyle çok ayrılmış olarak gözlenmektedir. Feldspatların (K-feldispat) arttığı kesimlerde pembemsi renkli gözükürler. Taze yüzeylerinde kuvars ve feldispatlar makroskobik olarak kolayca izlenir (Şekil 8).



Şekil 8. Harşit Granitoyidi'nin arazideki genel görünümü

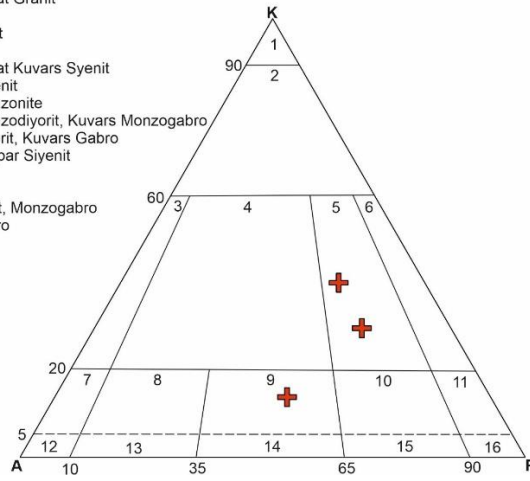
Harşit Granitoyidi'nden alınan örneklerin ince kesitleri üzerinde modal analiz yapılmış ve sonuçlar QAPF diyagramına (Streckeisen, 1976) aktarılmıştır. Buna göre granitoidik kayaların, granodiyorit ve kuvars monzonit bileşimli olduğu belirlenmiştir (Tablo 1; Şekil 9).

Tablo 1. Modal analiz sonuçları

Kayaç Türü	Plajiyoklas	Kuvars	Ortoklas	Amfibol	Opak min.
Granodiyorit					
Minimum	40.50	33.50	20.30	10.30	1.60
Maksimum	48.40	36.20	24.80	15.40	2.40
Ortalama	44.45	34.85	22.55	12.85	2.00
Kuvars Monzonit					
Minimum	32.40	20.10	31.50	5.70	1.10
Maksimum	38.60	25.20	37.60	12.80	2.30
Ortalama	35.50	22.65	34.55	9,25	1.70

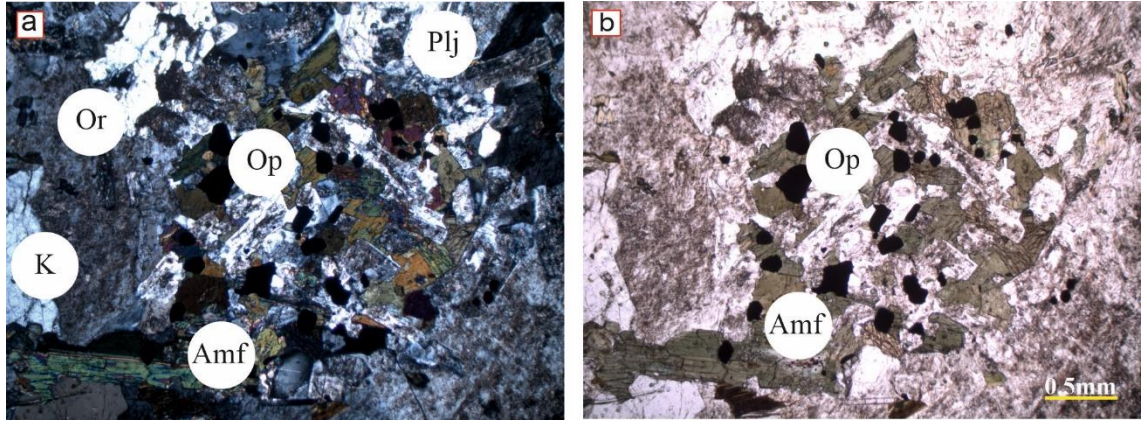
Lejant

- 1: Kuvarsit
- 2: Kuvars Granitoid
- 3: Alkalifeldspat Granit
- 4: Granit
- 5: Granodiyorit
- 6: Tonalit
- 7: Alkalifeldspat Kuvars Syenit
- 8: Kuvars Syenit
- 9: Kuvars Monzonite
- 10: Kuvars Monzodiyorit, Kuvars Monzogabro
- 11: Kuvars Diyorit, Kuvars Gabro
- 12: Alkali Feldspar Syenit
- 13: Syenit
- 14: Monzonit
- 15: Monzodiyorit, Monzogabro
- 16: Diyorit, Gabro



Şekil 9. Modal analiz sonuçlarının QAP diyagramındaki dağılımları (Streckeisen, 1976).

Granodiyoritler, genellikle holokristalen porfirik dokulu olup, kuvars, ortoklas ve plajiyoklas içermektedir. Plajiyoklas ve ortoklaslar hem fenokristal hem de daha İnce taneli olarak izlenmektedir. Yarı öz şekilli plajiyoklaslar killeşmiş ve serisitleşmiştir. İri kristallerde zonlanma ve dalgalı sönme gözlenir. Dalgalı sönme gösteren kuvars genelde öz şekilsiz, kenarları korezyona uğramış ve İnce tanelidir. Ortoklaslar ile girift olarak bulunur. Amfibol çok az olarak İzlenir. Kayaçta kloritleşme, epidotlaşma, karbonatlama ve killeşme yaygın olarak görülen alterasyonlardır. Klorit çatlak ve boşluklarda; kalsit İse hem plajiyoklasların alterasyonu sonucu hem de boşluk dolgusu şeklinde görülmektedir. Opak mineraller öz şekilsiz taneler halinde bulunurlar.



Şekil 10. Harşit Granitoyidi'ne ait granodiyoritlerin ince kesit görünümü (K: Kuvars, Plj: Plajiyoklas, Or: Ortoklas, Amf: Amfibol, Op: Opak mineral)

3.2. Çatalağaç Köyü Pb-Zn-Cu Cevherleşmesinin Jeolojisi

3.2.1. Giriş

Doğu Pontidler, gerek volkanojenik masif sülfür yatakları (VMS), gerekse diğer tip maden yatakları açısından Türkiye'nin sayılı bölgelerinden biridir (Eyüboğlu vd., 2014). Bu bölgede yer alan Harşit, Murtad ve Çömlekçi Dere vadileri bu cevherleşmenin en yoğun olarak görüldüğü yerlerdir. Bölge tektonik olarak, Tetis Orojenik Kuşağı'nın kuzeyinde kalan Pontid Tektonik Birliği'nin kuzey zonunda yer alır. Doğu Pontidler'de bulunan masif sülfür yatakları, Pontid Ada Yayı'nın evrimi ile yakından ilişkilidir. Bilindiği gibi Pontid Ada Yayı, Tetis Okyanus Kabuğu'nun Jura-Eosen arasında Avrasya Plakası'nın altına dalması sonucu gelişmiştir. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin doğu bölümünde gelişen masif sülfür cevherleşmesi ilk kez Pejatoviç (1977) tarafından tanımlanmış olup, "Pontid Tipi Masif Sülfür Yatakları" olarak isimlendirilmiştir. Bu yataklardaki cevher mineralleri en üst kısımda galen ve sfaleritten oluşurken, aşağıya doğru kalkopirite, en alt kesimde de piritte geçiş göstermektedir.

Çatalağaç cevherleşme sahasında hali hazırda özel bir firma tarafından cevher üretim faaliyetleri, kapalı işletme yöntemi ile sürdürülmektedir. Sahada bulunan galerilerde yapılan gözlem ve tespitlerde epidot-garnet ve bunlara eşlik eden pirit minerallerinden oluşan bantlı yapının yanı sıra ağsal ve stokvork şeklinde cevherleşmeler gözlenmiştir (Şekil 11).



Şekil 11. Cevherleşme sahası ve galerideki cevherleşme yapılarından genel görünüm

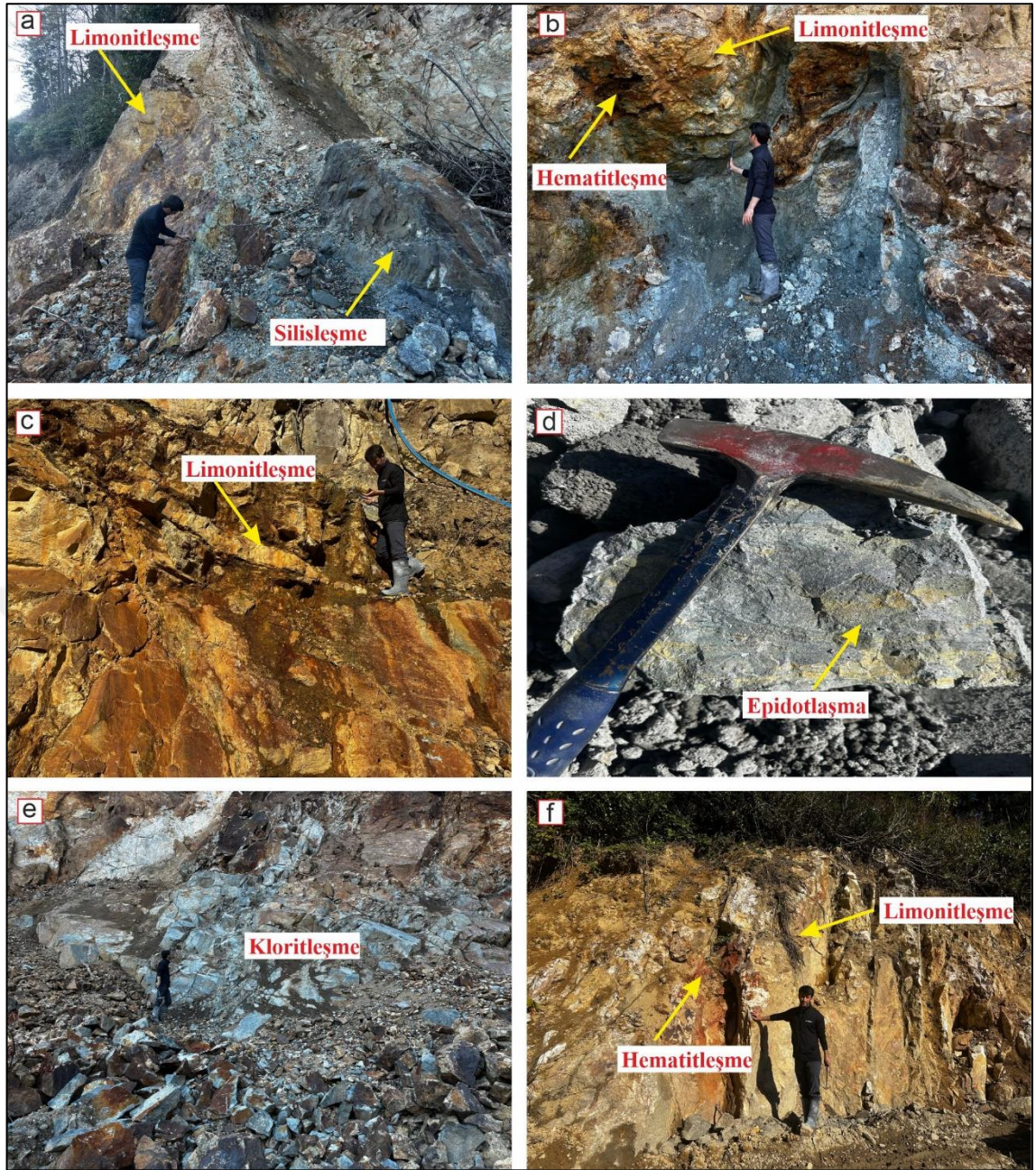
3.2.2. Cevherleşme Jeolojisi ve Gelişen Alterasyonlar

Çalışma sahasındaki hidrotermal cevherleşme, dasidik lav ve piroklastikler içerisinde saçınımlı, damar, mercek, laminalı ve çatlak dolgusu şeklinde Zn-Cu mineralizasyonu şeklinde gelişmiştir. Avut Dere alterasyon zonu 500 m uzunlukta, 300 m genişlikte ve KD-GB doğrultulu faylar ile sınırlanmış bir alanda yer almaktadır.

Cevherleşme genellikle piroklastikler içerisinde kireçtaşı, dasit kantağında gelişmiştir. Gri, bordo renkli mikritik kireçtaşları hidrotermal sıvıların etkisiyle silisleşmiş olup, çatlakları cevher mineralleri tarafından doldurulmuştur. Havzada var olan kireçtaşları, magmatik faaliyetler sonucunda oluşan faylar ile parçalanmış, yer yer fayların doğrultuları boyunca mercekler halinde de izlenmiştir.

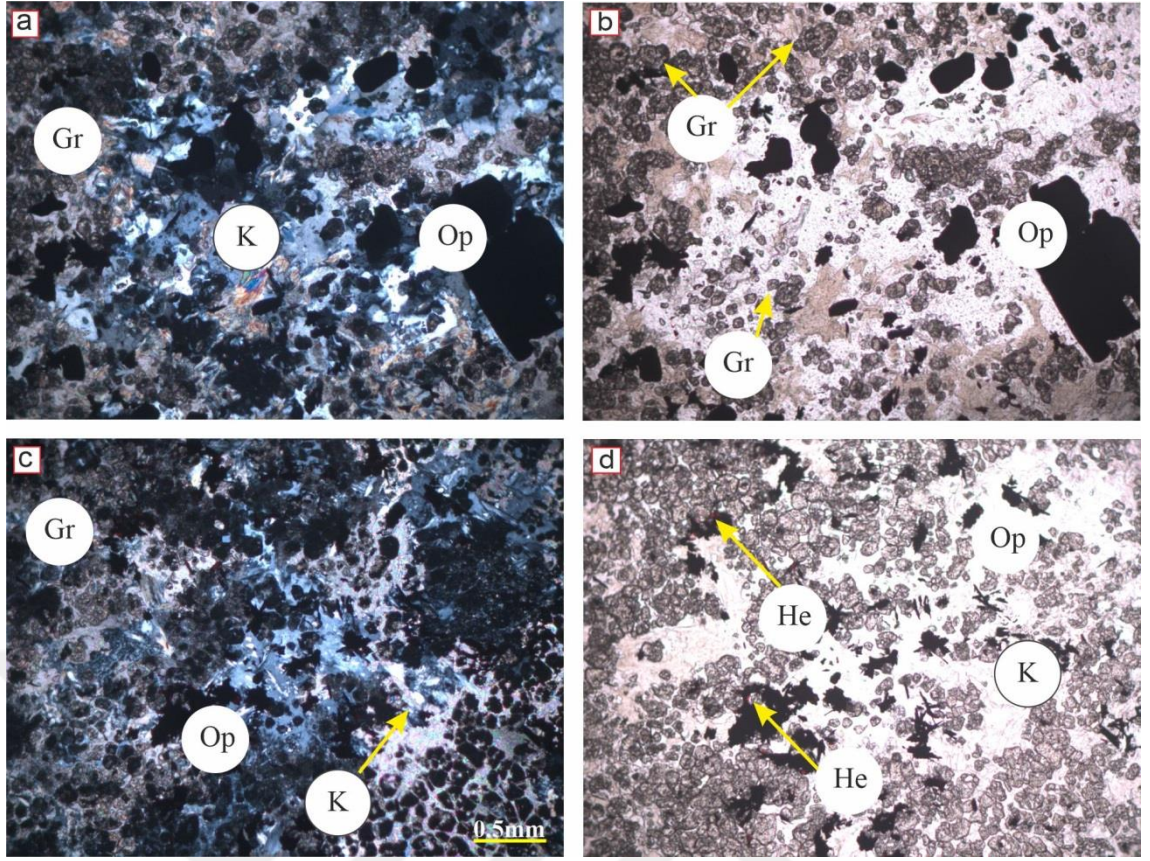
Tez çalışması kapsamında, sahada yapılan incelemelerde mostra veren yüzeylerde makroskobik gözlemlere bağlı olarak, başta limonitleşme ve hematitleşme olmak üzere, kloritleşme, epidotlaşma ve silisleşme şeklinde alterasyonların varlığı tespit edilmiştir (Şekil 12).

Çalışma alanından alınan örneklerin petrografik incelenmesi neticesinde, cevherleşmeye ev sahipliği yapan dasidik kayalarda, silisleşme, serizitleşme, garnetleşme, epidotlaşma, kalsitleşme, hematitleşme ve kloritleşme türü alterasyonların varlığı tespit edilmiştir (Şekil 13-14).

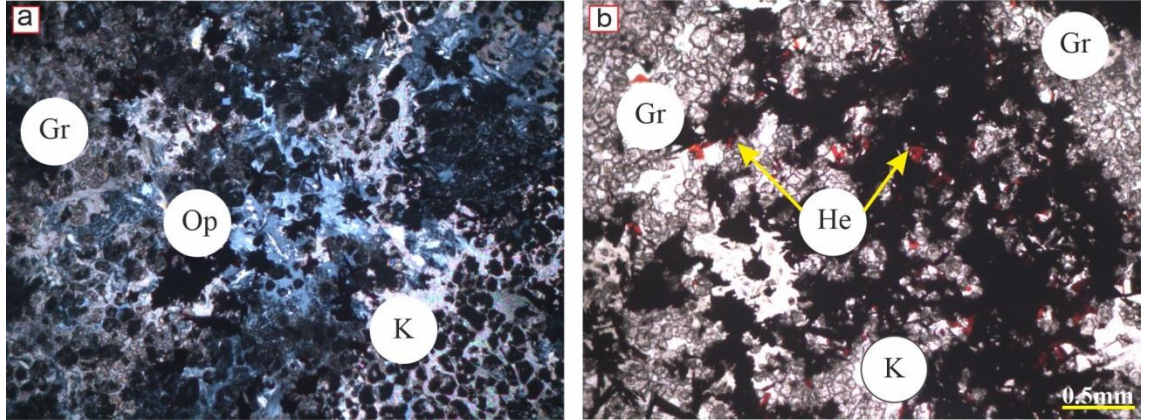


Şekil 12. Cevherleşme sahasındaki alterasyonların genel görünümü

Granat, yarı-öz şekilli ve kenetli şekilde, çatlakları cevher mineralleri ve kuvars-kalsit taneleri tarafından doldurulmuş biçimde, çatlaklarda ve cevher mineralleri olan dokanaklarında yer yer hematit oluşumları ile gözlenmektedir. Epidot; cevher mineralleri arasında bantlı oluşu nedeniyle bantlı cevher yapısını göstermektedir. Yer yer de özşekilli tanelerden oluşmakta ve içerisinde muhtemelen sfen ve rutil kapanımları içermektedir (Şekil 13-14).

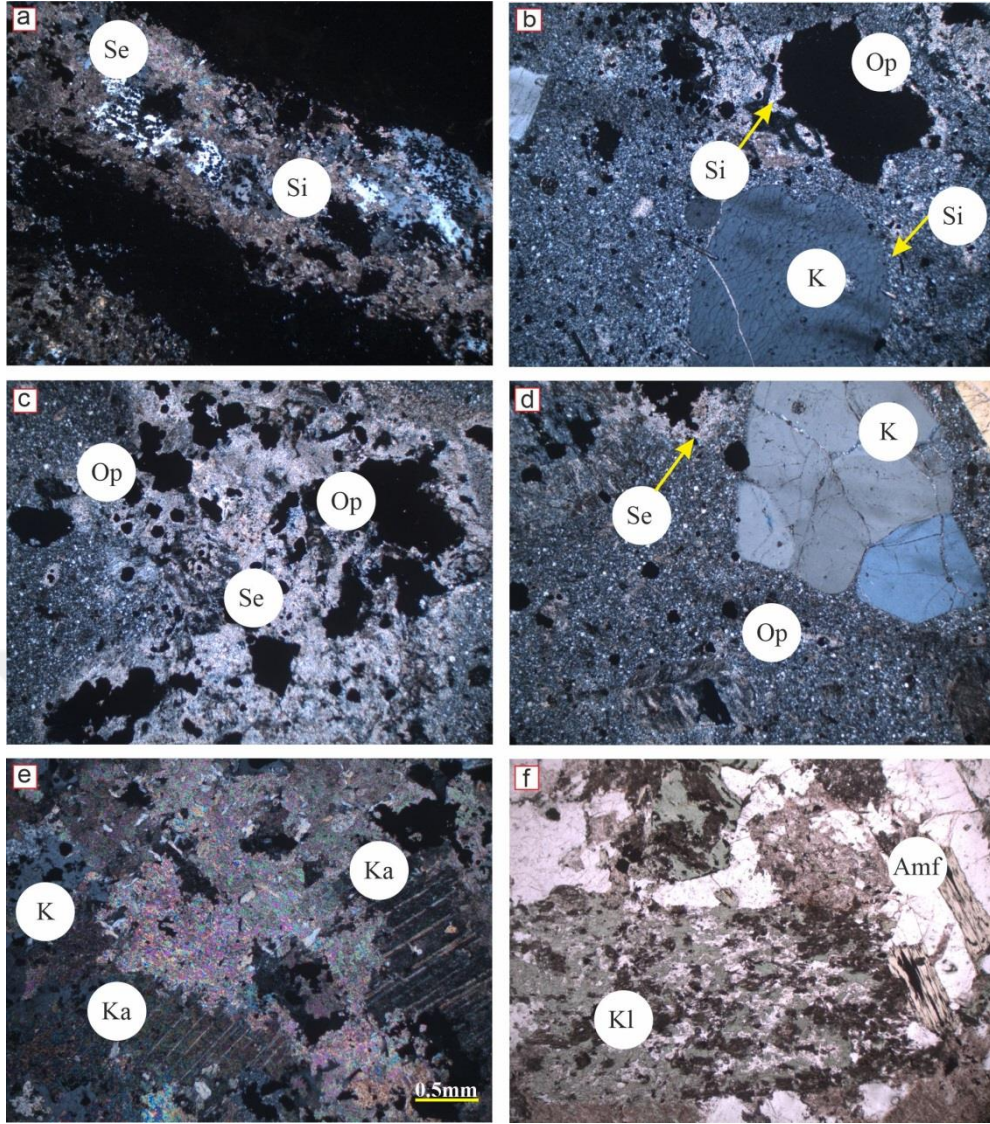


Şekil 13. Granatların mikroskop altındaki görünümleri (K: Kuvars, Gr: Granat, He: Hematit, Op: Opak mineral).



Şekil 14. Çatalağaç cevherleşmesi içerisindeki garnetleşme ve hematitleşme (K: Kuvars, Gr: Granat, He: Hematit, Op: Opak mineral).

Sahada bulunan granitik intrüzyonların sokulumu sonucu alterasyona uğramış dasidik ve andezitik kayalarda, ince kuvars damarları ve kısmen de kümelenmeler halinde gözlenen silisleşmeye, çoğunlukla plajiyoklasların hidrotermal çözeltiler sonucu ayrışmasına bağlı olarak gelişen serizitleşme eşlik etmekle birlikte, soluk yeşil renklerde kloritleşme de izlenmektedir (Şekil 15).



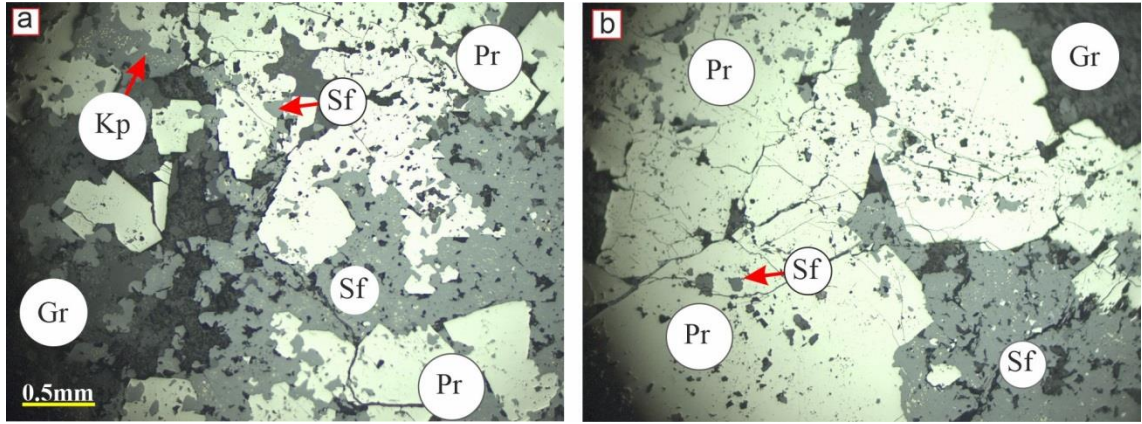
Şekil 15. Alterasyonların mikroskobik görünümü (a) Serizitleşme ve Silisleşme (b) Silisleşme (c) ve (d) Serizitleşme (e) Kalsitleşme ve (f) Kloritleşme (K: Kuvars, Se: Serisitleşme, Si: Silisleşme, Kl: Kloritleşme, Ka: Kalsit, Amf: Amfibol, Op: Opak mineral).

3.3. Ornatım, Kapanım, Ayrılım ve Kataklastik Dokular

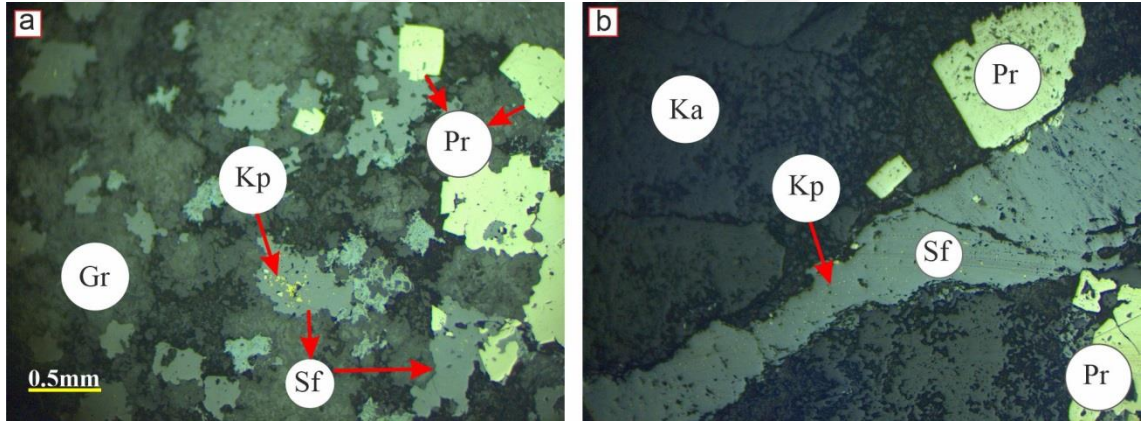
Cevher oluşumu sırasında, mineralizasyonun parajenezinde bulunan minerallerinin birbirleri ile olan ilişkilerini ortaya çıkarmak ve cevher oluşum sürecinin hangi evrelerde oluştuğunu ortaya koymak için genellikle, mikroskobik incelemeler neticesinde mineraller arasında gözlenen yapı-doku ilişkilerinden yararlanılmaktadır. Çatalağaç cevherleşme sahasında alınan numunelerin cevher mikroskobisi incelemeleri neticesinde ornatım, kapanım, ayrılım ve kataklastik dokular belirlenmiştir.

Ornatım genel bir ifade ile cevher mineralleri ile hidrotermal çözeltiler arasındaki etkileşime bağlı olarak var olan bir mineralinin başka bir mineral tarafından yerini alması şeklinde tanımlanmakta olup, söz konusu cevherleşmede, özellikle pirit ve sfalerit arasında gözlenmektedir (Şekil 16). Cevher oluşum sırasında veya sonrasında ornatılan mineral kristallerinin ornatılan mineral içinde kalmasına şeklinde gelişen

dokuya ise kapanım adı verilmektedir. Mineralizasyonun oluşum evrelerinin tespit edilmesi sırasında yapılan mikroskobik incelemelerde en karakteristik kapanım dokusu pirit içinde sfalerit kapanımları şeklinde belirlenmiştir (Şekil 17).

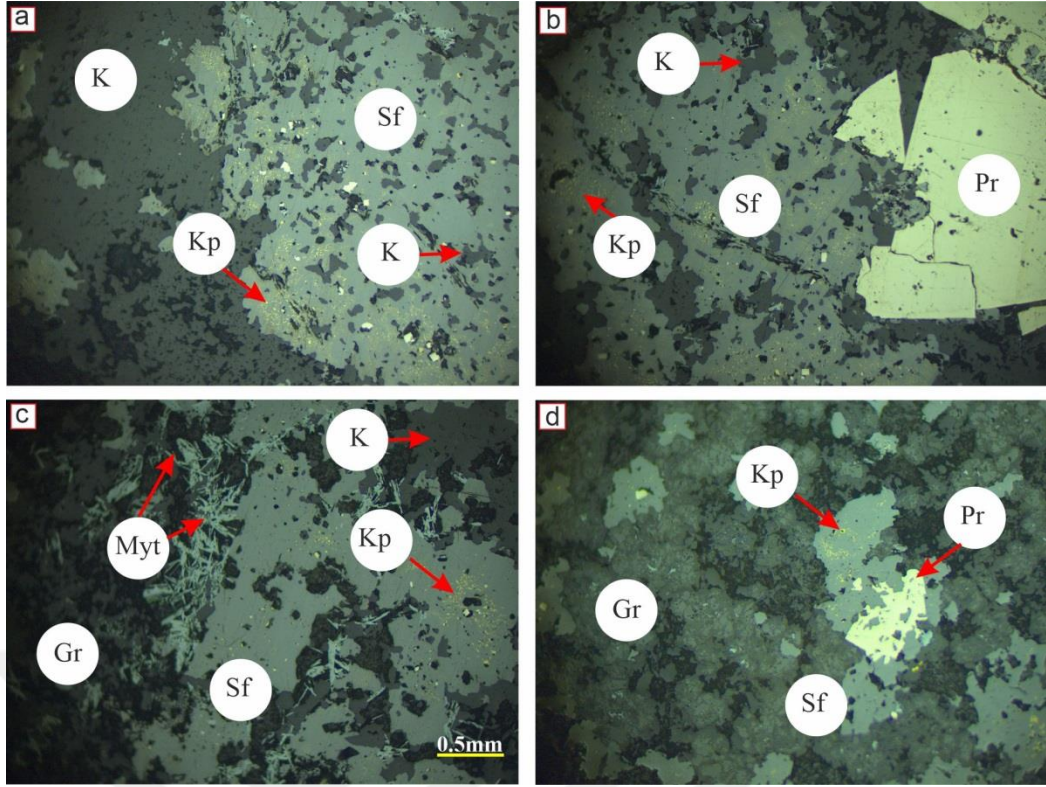


Şekil 16. Cevher mineralleri arasında gözlenen ornatım dokuları (Pr: Pirit, Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit, Gr: Granat).



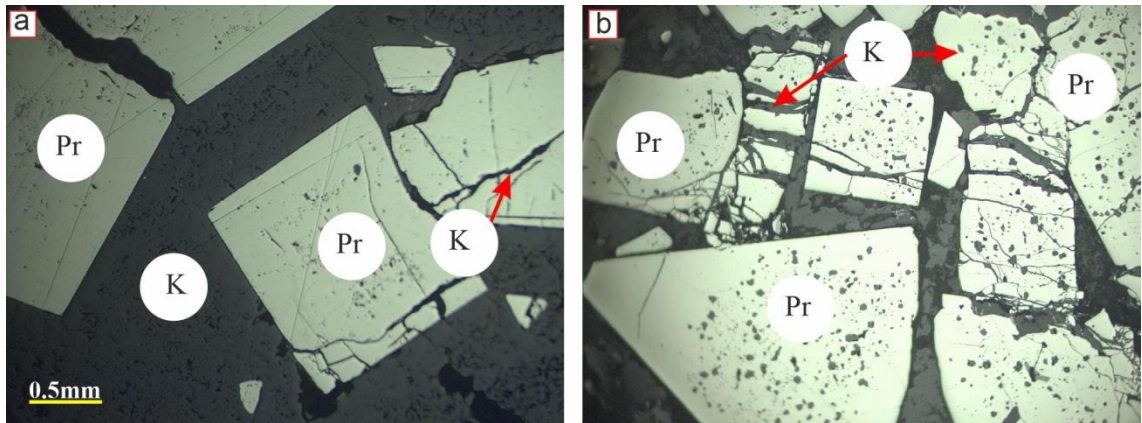
Şekil 17. Cevher mineralleri arasında gözlenen kapanım dokuları. (Pr: Pirit, Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit, Gr: Granat, Ka: Kalsit).

Ayrılım dokusu, cevher oluşumu sırasındaki sıcaklıkla ilgili bir değişim süreci olup, minerallerin kimyasal formülünde yer alan elementlerin, yüksek sıcaklıklarda başka bir elementle yer değiştirmesi ve daha düşük sıcaklıklarda ayrılarak başka bir mineralin kristal kafesinde kendi bileşimine sahip başka bir mineralin oluşmasına izin vermesiyle meydana gelmektedir. Çalışılan cevherleşmede en tipik ayrılım dokusu sfalerit ve kalkopirit mineralleri arasında gerçekleşmiştir (Şekil 18). Kalkopirit ayrımları sfalerit mineralinin içinde gelişi güzel dağılmış kümelenmelerinin yanı sıra sfaleritin kenar kısımlarında yoğunlaşma şeklinde gözlenmektedir. Bu durumu Eldridge vd. (1983) ve Lermi (2003) ortam sıcaklığının artmasından dolayı gelişen yeniden kristallenme ile ilişkilendirmiştir.



Şekil 18. Cevher mineralleri arasında gözlenen ayrılım dokuları (Pr: Pirit, Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit, Myt: Manyetit, K: Kuvars, Gr: Granat).

Çatalağaç cevherleşme sahasında özellikle pirit minerallerinin sıkıştırma kuvvetlerinin etkisinde kalarak kırılması ve bu kırılma sonrasında oluşan çatlaklarda kuvars ve kalsit gibi gang minerallerinin yer alması şeklinde kataklastik doku en yaygın gözlenen doku türü olarak belirlenmiştir (Şekil 19).



Şekil 19. Cevherleşmede gözlenen kataklastik dokuları (Pr: Pirit, K: Kuvars).

3.4. Cevherleşmenin Parjenez ve Süksesyonu

Çalışma sahasında yüzeyden izlenen cevherli zonların petrografik-mineralojik incelenmesi sonucu; pirit, kalkopirit, sfalerit, manyetit, hematit, gibi cevher mineralleri ile granat, klorit, kuvars, epidot ve kalsit gibi gang mineralleri saptanmıştır.

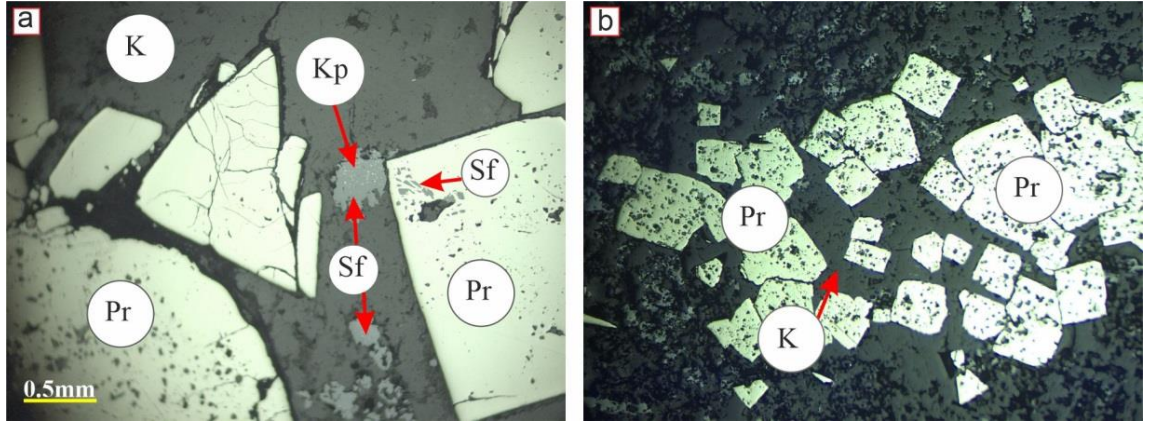
Mikroskobik incelemeler neticesinde çalışılan cevherleşmenin iki farklı evrede farklı sıcaklıklarda olduğu, granat ve epidot minerallerinin, cevherleşme öncesi yüksek sıcaklık ortamında olduğu, hematit, limonit, klorit ve kalsit minerallerinin mineralizasyonun akabinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 20). Yapılan mikroskobik incelemelere ve arazi gözlemlerine bağlı olarak, sahada tespit edilen epidot ve garnet minerallerinin, Zn-Cu cevherleşmesinin oluşumu öncesinde daha derinlerde granitik magma dokanaklarına yakın yerlerde oluşan skarn ürünü olarak geliştiği değerlendirilmektedir.

Mineraller	1. Evre	2. Evre	Oksidasyon Sementasyon
Pirit			
Kalkopirit			
Sfalerit			
Manyetit			
Kuvars			
Kalsit			
Epidot			
Granat			
Hematitleşme			

Şekil 20. Cevherleşmenin parajenezi ve süksesyonu.

3.4.1. Pirit

Pirit; öz, yarı öz şekilli kristaller halinde en önce oluşmuş sülfid mineralidir. Kataklastik piritlerin çatlakları kalkopirit ve sfalerit tarafından doldurulmuştur. Diğer taraftan pirit kristalleri sfalerit tarafından ornatılmıştır. Bu özellikler de piritin ikinci evre sülfid minerali olduğunu gösterir. Genellikle elek dokulu kristaller halindedir. Özşekilli pirit içinde genç kalkopirit ve kovellin kapanımları da bulunur. Kataklastik yapılı pirit, kalkopirit içinde özşekilli hidrotermal kuvars kristali ve kuvars kristali içinde de nadiren hematit kapanımları izlenmektedir. Piritler bazen de epidot, kuvars ve kalsit arasında özşekilsiz iskeletler oluşturmaktadır (Şekil 21).



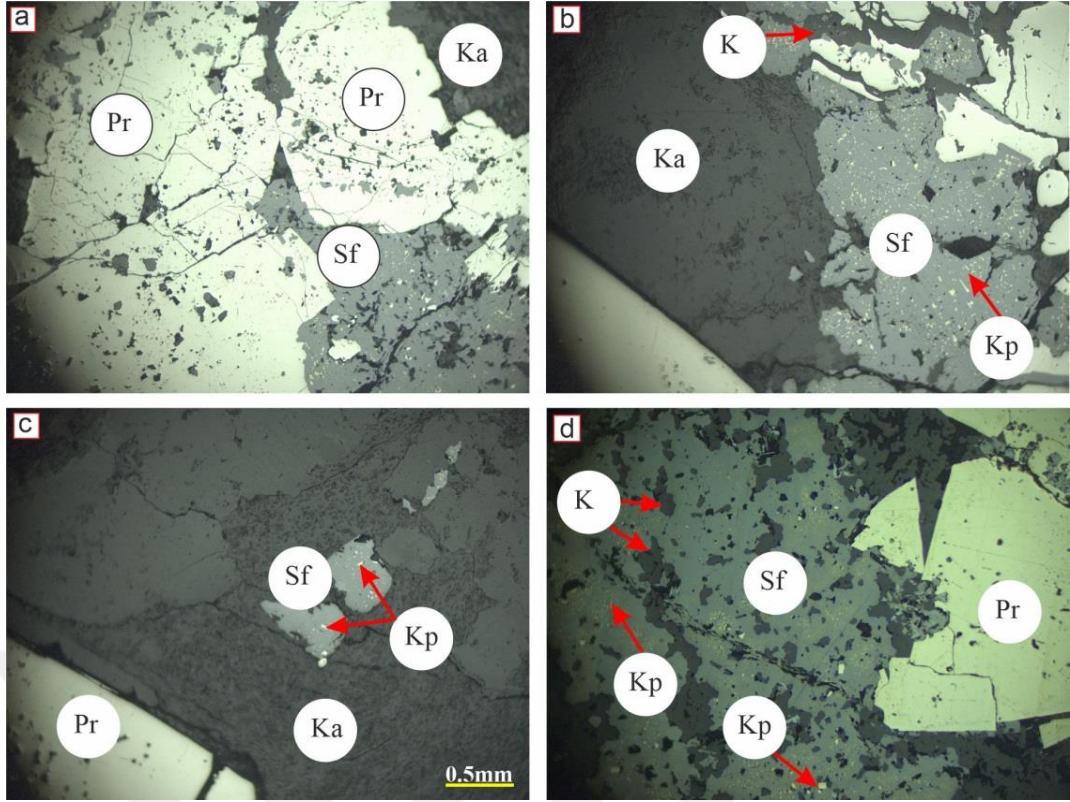
Şekil 21. Pirit mineralinin mikroskopik görünüşleri (Pr: Pirit, Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit, K: Kuvars).

3.4.2. Sfalerit ve Kalkopirit

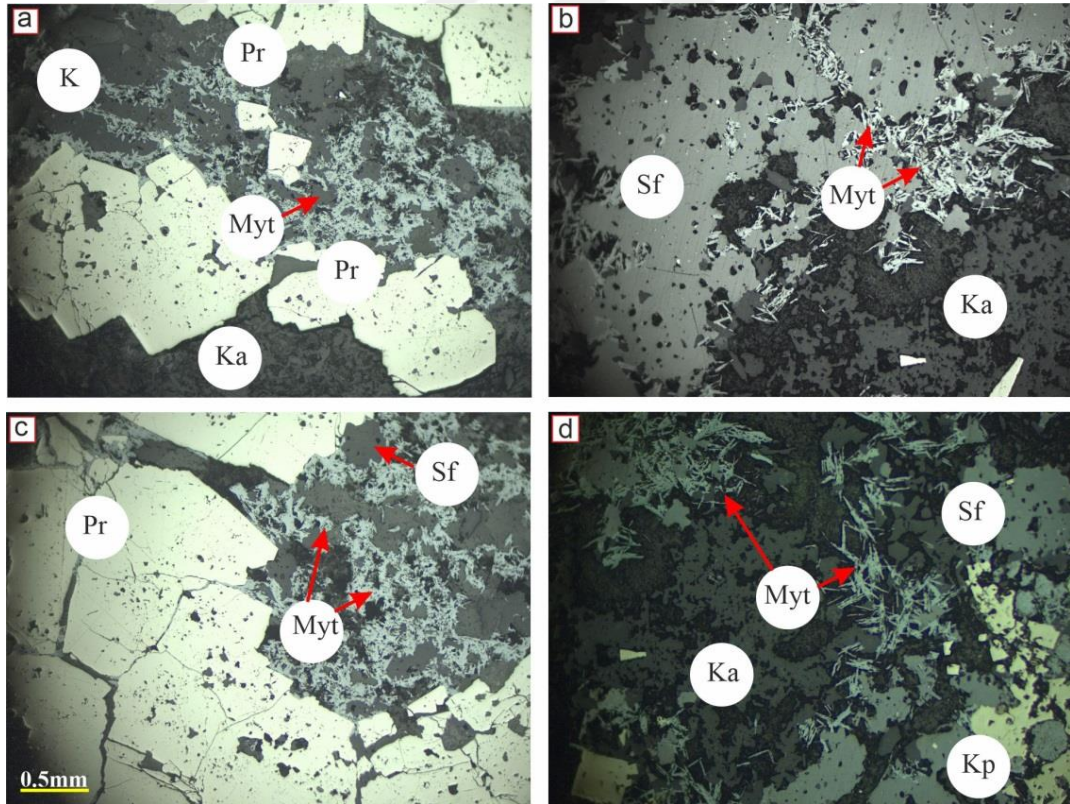
Kalkopirit; öz, yarı özşekli kısmen de özşekilsiz taneler oluşturmaktadır. Sfalerit içindeki kalkopirit ayrılımları, sfaleritin zonlu büyümesini belirlemekte ve ayrıca pirit, izlenmektedir. Kendisinden daha yaşlı piritlerin ara ve çatlaklarını doldurmaktadır. Kalkopirit çoğunlukla sfaleritler ve diğer cevher mineralleri içerisinde kapanımlar halindedir. Kalkopirit içerisinde özşekli hidrotermal kuvars taneleri izlenir. Az olarak da özşekilsiz halde sfaleritle kenetli ve bunların ara ve çatlaklarında gözlenir. Kalkopiritlerin bir kısmı da sfaleritten daha genç ve onun etrafını sarmakta olup, sfaleriti ornatmaktadır (Şekil 22). Sfalerit; genellikle kenetli, özşekilsiz ve fazla miktarda kalkopirit ayrılım ve kapanım taneleri içeren kristal toplulukları şeklinde gözlenmektedir. Piritten daha genç olan sfalerit taneleri piritin ara ve çatlaklarını doldurmaktadır. Genelde özşekilsiz ve kenetli kristallerden oluşan sfalerit taneleri içerisinde belirli kristalografik yönlerde sıralanan ve dizilen kalkopirit ayrılımlarının yanında kalkopirit, kuvars ve pirit kapanımları bulunmaktadır. Kalkopirit ayrılımları sfaleritin zonlu yapısını belirlemektedir Kalkopirit sfaleritten daha sonra oluşmuştur. Kalkopirit içerisinde sfalerit kapanımı gözlenmektedir (Şekil 22).

3.4.3. Manyetit

Özşekli manyetit taneleri bazen de hematite dönüşmüştür. Sülfürlü cevher minerallerinden daha yaşlıdır. Hematit; çok az miktarda, kuvars içinde özşekli ufak çubuk demetleri halinde görülmektedir. Bazen de demir içerikli silikatların hidrotermal alterasyonu sonucu oluşmuştur ve çok ufak çubuk demetleri oluşturmaktadır. Kataklastik yapılu ufak tanelidir. Bazen de galenit içinde kapanım şeklinde bulunur Granatın çatlak ve araları hematit, kalkopirit ve pirit tarafından doldurulmuştur (Şekil 23).



Şekil 22. Sfalerit ve Kalkopirit mineralinin mikroskop altında görünüşleri (Pr: Pirit, Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit, K: Kuvars).



Şekil 23. Manyetit mineralinin mikroskopik görünüşleri (Pr: Pirit, Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit, Myt: Manyetit, K: Kuvars, Ka: Kalsit).

3.5. Cevherleşmenin Oluşumu

Doğankent (Harşit)-Tirebolu Bölgesindeki Pb-Zn-Cu cevherleşmeleri genel olarak volkanojenik hidrotermal kökenli olmakla birlikte bölge çevresinde skarn oluşumları da bulunmaktadır. Cevherleşmelerin yataklanma şekil ve yerleri büyük ölçüde dom yapılar tarafından kontrol edilmiştir (Gedikoğlu, 1984). Bugüne kadar Doğu Karadeniz Bölgesi'nde gerek stratiform gerekse hidrotermal kökenli yataklar ile ilgili birçok problem henüz çözülememiştir. Bu çalışmada arazi ve laboratuvar çalışmalarını birleştirerek ve daha önce bu konuda yayınlanmış fikirlerle de kıyaslanarak Çatalağaç cevherleşmesi için bir sonuca varılmaya çalışılacaktır. Çatalağaç Zn-Cu yatağı Karadeniz Bölgesi'nin diğer yörelerinde olduğu gibi tamamı asidik ve volkanizma ürünlerinin içerisinde kısmen de kireçtaşı dokanaklarında skarn şeklinde oluşmuştur. Cevherleşme stratigrafik olarak yine bu seri içerisinde görülmektedir. Sülfür mineralleri yan kayaçları karakterize eden volkanik (asidik) kayaçlar içerisinde oluşmuşlardır.

Bölgedeki cevherleşmeler tüm Doğu Karadeniz Bölgesi'nde olduğu gibi Geç Kretase yaşlı dasitik-riyodasitik volkanik kayaçlar ve bunların piroklastikleri ve kireçtaşı mercceklerinde bulunmaktadır. Cevherleşmenin oluşumu ve gelişimi bölgenin jeotektonik evrimi ile yakından ilgilidir. Bu nedenle tektonik hareketler cevher oluşumlarının geometrisini belirlemiştir. İnceleme alanındaki cevherleşmeler merccek, damar, ağsal saçınımlar şeklinde düzensiz olup, hidrotermal tipte cevherleşmelerdir. Ayrıca cepler şeklinde oluşmuş bantlı-laminallı tabaka kontrollü cevher zonları da tespit edilmiştir.

Çalışma sahasında, cevherleşme ile ilişkili olduğu düşünülen KD-GB doğrultulu fay ve kırıklar tespit edilmiştir. Bu fay, kırık ve çatlaklarla gelen cevherli hidrotermal solüsyonlar Kretase yaşlı (Turoniyen) kireçtaşı dokanaklarında, dasitler ve piroklastikler içerisinde damar, damarcık, merccek, ağsal ve saçınımlar şeklinde Zn-Cu cevher minerallerini getirdiği düşünülmektedir.

Cevherleşme sahasında, yüzeyde mostra veren kireçtaşı dokanaklarında ve fayların çatlak yüzeylerinde Pb-Zn cevher damarcıkları gözlenmiştir. Cevherleşmenin yataklanma şekli ve yerleri büyük ölçüde asidik kayaçların domsal yapıları (cevherli dasitler gibi) tarafından kontrol edilmiştir. Cevherli akışkanlar öncelikle fay ve kırık sistemlerinden itibaren yükselmişler ve müsait ortam olan kireçtaşı dokanakları ile piroklastiklerin ara ve çatlaklarına yerleşmişlerdir. Hidrotermal kökenli akışkanlar çoğunlukla dasidik bileşimli piroklastiklerin kırık ve çatlaklarına sızarak damar, damarcık, stokvork ve saçınım halindeki cevherleri oluşturmuşlardır.

Cevherli eriyikler bazen cevher yerleşimine müsait mikritik kireçtaşı-çamurtaşı arasına ince bantlar şeklinde dizilmiş, bazen de masif kireçtaşlarının içerisine ve tabakaların arasına tabaka kontrollü olarak yerleşmişlerdir.

Hidrotermal kökenli cevherli eriyikler dasit-riyodasitler arasındaki boşluk ve çatlaklar arasına da sızarak çok ince damarcık ve boşluk dolgusu halindeki cevherleri oluşturmuşlardır.

Çatalağaç cevherleşmesinde en yoğun olarak izlenen cevher minerali sfalerittir. Bantlı oluşumunda yan yana sıralanım göstererek kesiksiz zonlar oluşturmuşlardır. Bazı kalkopirit kristalleri sfaleritin etrafını sarmakta ve onu ornatmaktadır. Bu da yüksek sıcaklıkta ve değişik fazlarda cevher oluşumunu işaret etmektedir. Bu bantlı yapı, cevherleşen sedimanter kayacın tabakalı yapısı ve tabakaların mineralojik bileşimiyle yakından ilişkilidir.

Üst zonlardaki dasit-riyodasit ve piroklastikler içerisindeki cevherleşmede gözlenen epidot, garnet ve manyetiti oluşumlarının granitoyid kütlelerinin karbonatlı kayalarla yaptığı kontak zonu ile ilişkili olduğu değerlendirilmektedir.

Sonuç olarak Çatalağaç cevherleşmesinin, Harşit Granitoyidine bağlı olarak hidrotermal eriyiklerin fay, kırık ve çatlaklar boyunca dasidik lav ve piroklastikler içerisine yerleşmesiyle oluşmuş hidrotermal kökenli bir yatak olduğu, sözkonusu granitik kayaların karbonatlı kayalar ile dokanaklarında skarn oluşumlarının gözlemlendiği bir yatak olduğu değerlendirilmektedir. Cevher oluşumuna yönelik yapılan bu değerlendirmeleri desteklemek adına, mineral kimyası, sıvı kapanım ve duraylı izotop çalışmalarının yapılması önem arz etmektedir.

4. SONUÇLAR

Giresun İli Doğankent İlçesine bağlı Çatalağaç Köyü'nde bulunan Zn-Cu cevherleşmesinin jeolojisi, mineralojisi ve parajenezinin incelendiği yüksek lisans tezi kapsamında, sahada yapılan çalışmalarda alterasyon türleri, yan kayaç ilişkileri ve cevher mikroskobisi incelemelerinden elde edilen başlıca sonuç ve öneriler aşağıda sunulmuştur.

Çalışma alanı, Giresun G41-b3 ve G42-a4 paftaları içinde yer almakta olup, bölgede yüzeyleyen kayaçlar tabandan tavana doğru Şenköy Formasyonu, Berdiga Formasyonu Çatak Formasyonu, Kızılkaya Formasyonu, Çağlayan Formasyonu ve Çayırbağ Formasyonu şeklinde olup, tüm bu birimleri Harşit Granitoyidi kesmektedir.

Cevherleşme genel olarak, Kızılkaya Formasyonunda yer alan dasidik kayaçlar ve granitik kayaçların karbonatlı kayaçlarla yaptığı dokanaklarda izlenmektedir. Sahada bulunan galerilerde yapılan gözlem ve tespitlerde epidot-garnet ve bunlara eşlik eden pirit minerallerinden oluşan bantlı yapının yanı sıra ağsal ve stokvork şeklinde cevherleşmeler gözlenmiştir.

Sahada yapılan incelemelerde mostra veren yüzeylerde makroskobik gözlemlere bağlı olarak, başta limonitleşme ve hematitleşme olmak üzere, kloritleşme, epidotlaşma ve silisleşme şeklinde alterasyonların varlığı tespit edilmiştir.

Üst zonlardaki dasit-riyodasit ve piroklastikler içerisindeki cevherleşmede gözlenen epidot, garnet ve manyetit oluşumlarının granitoyid kütlelerinin karbonatlı kayaçlarla yaptığı kontak zonu ile ilişkili olduğu değerlendirilmektedir.

Sahada bulunan granitik intrüzyonların sokulumu sonucu alterasyona uğramış dasidik ve andezitik kayaçlarda mikroskobik altında, ince kuvars damarları ve kısmen de kümelenmeler halinde gözlenen silisleşme, çoğunlukla plajiyoklasların hidrotermal çözeltiler sonucu ayrışmasına bağlı olarak gelişen serizitleşme ve soluk yeşil renklere kloritleşme gözlenmektedir.

Yapılan mikroskobik incelemelere ve arazi gözlemlerine bağlı olarak, sahada tespit edilen epidot ve garnet minerallerinin, Zn-Cu cevherleşmesi oluşumu öncesi daha derinlerde granitik magma dokanaklarına yakın yerlerde oluşan skarnlaşma ürünü olarak geliştiği değerlendirilmektedir.

Çalışma sahasından alınan örnekler üzerinde yapılan cevher mikroskobisi incelemeleri neticesinde ornatım, kapanım, ayrılım ve kataklastik dokular belirlenmiştir. Cevherleşme parajenezinin; pirit, kalkopirit, sfalerit, manyetit, epidot, garnet, kalsit,

kuvars minerallerinden oluştuğu ve cevherleşmenin iki evrede gerçekleştiğini ortaya koymuştur.

Cevher mikroskobisi çalışmaları sonucunda elde edilen parajenez-süksesyon verileri ile dokuların petrografik anlamları, ayrıca sahada gözlenen alterasyon ve yan kayaç alterasyon türleri bakımından, cevherleşmesinin, Harşit Granitoidine bağlı olarak hidrotermal eriyiklerin fay, kırık ve çatlaklar boyunca dasidik lav ve piroklastikler içerisine yerleşmesiyle oluşmuş hidrotermal kökenli bir yatak olduğu, söz konusu granitik kayaçların karbonatlı kayaçlar ile dokanaklarında skarn oluşumlarının gözlendiği bir yatak olduğu değerlendirilmektedir.

Bu alışma kapsamında elde edilen bulguların ileride yapılacak mineral kimyası, sıvı kapanım ve duraylı izotop çalışmaları ile desteklenmesine bağlı olarak cevherleşmenin oluşum kökenin ortaya konulması durumunda bölgede yapılacak yeni maden sahası aramalarına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Ağar, Ü., (1977). *Demirözü (Bayburt) ve Köse (Kelkit) Bölgesinin Jeolojisi, Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstanbul.*
- Akaryalı, E. ve Tüysüz, N., (2013). The genesis of the slab window-related Arzular low- sulfidation epithermal gold mineralization (Eastern Pontides, NE Turkey). *Geoscience Frontiers*, 4-4,409-421.
- Akaryalı, E., (2010). *Arzular (Gümüşhane KD-Türkiye) Altın Yatağının Jeolojik, Mineralojik, Jeokimyasal ve Kökensel İncelenmesi, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.*
- Akaryalı, E., (2016). Geochemical, fluid inclusion and isotopic (O, H and S) constraints on the origin of Pb–Zn ± Au vein-type mineralizations in the Eastern Pontides Orogenic Belt (NE Turkey). *Ore Geology Reviews*, 74, 1-14.
- Akaryalı, E. ve Akbulut, K., (2016). Constraints of C–O–S Isotope Compositions and the Origin of the Ünlüpınar Volcanic-Hosted Epithermal Pb–Zn±Au deposit, Gümüşhane, NE Turkey”, *Journal of Asian Earth Sciences*, 117, 119–134.
- Akçay, M., Gündüz, Ö. ve Çoban, H., (1998). A Multi-phase Intrusion around the Gümüşhane Village (Artvin) and Associated Mineralisation Types: A *Geologic and Geochemical Approach*, *Geosound*, 33, 1-18.
- Aktaş, F.K., (2018). *Canca-Aktutan ve Leriköy (Yitirmez) – Dölek (Gümüşhane, KD Türkiye) yöresi Eosen Yaşlı Volkanitlerin Hidrotermal Alterasyonu ve Altın Potansiyelinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane.*
- Alan, A., (2019). Çayeli (Rize) ve İspir (Erzurum) arasında kalan alanın tektonostratigrafik özellikleri *MTA Dergisi* (2019) 158: 1-29
- Aslan, Z., (1991). *Özdil (Yomra-Trabzon) Yöresinin Petroğrafisi Skarn Oluşukları ve Granat-Piroksen Ritmikleri. Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 72s, Trabzon.*
- Aslan, N., ve Akçay, M., (2011). Mastra (Gümüşhane) Au-Ag Yatağının Jeolojik, Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri, 63. Jeoloji Kurultayı, MTA, Ankara.
- Aydın, F., Karşı, O. ve Chen, B. (2008). Petrogenesis of the neogene alkaline volcanics with implications for post collisional lithospheric thinning of the Eastern Pontides, NE Turkey, *Lithos*, 104, 249-266.
- Aydın, F., Thompson, R., Karşı, O., Uchida, H., Burt, J.B. and Downs, R.T., (2009). C2/c Pyroxene Phenocrysts from there Potassic Series in Neogene Alkaline

- Volcanics, Ne Turkey: Their Crystal Chemistry with Petrogenetic Significance as a Indicator of P-T Conditions. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 158, 131-147.
- Aydınçakır, E., (2006). *Dağbaşı Granitoyidi'nin Petrografik, Jeokimyasal ve Petrolojik Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.*
- Aydurmuş, T., (2018). *Karadağ (Torul, Gümüşhane) Fe-Cu Skarn Cevherleşmesinin Petrografik ve Sıvı Kapanım Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Gümüşhane*
- Bektaş, O., Sen, 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, 95-106.
- Boynnton, W. V., (1984). Cosmochemistry of Rare Earth Elements: Meteorite Studies. In: Henderson, P. (Ed), *Rare Earth Element Geochemistry*, Elsevier, Amsterdam., 63-114.
- Boztuğ, D., Erçin, A.İ., Kuruçelik, M.K., Göç, D., Kömür, İ. ve İskenderoğlu, A. (2006). Geochemical characteristics of the composite Kaçkar batholith generated in a Neo-Tethyan convergence system, Eastern Pontides, Turkey, *Journal of Asian Earth Sciences*, 27, 286-302.
- Bulguroğlu, N., (1991). *Düzköy-Çayırbağ Yöresinin Jeolojik İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 80 s.*
- Çevikbaş, A., “Giresun-Doğankent (Avut Dere-Keltaş sahasının maden jeolojisi raporu”, *MTA Raporu*, No:2004-51.
- Çiftçi, E., (2000). *Mineralogy, Paragenetic Sequence, Geochemistry and Genesis of the Gold and Silver Bearing Upper Cretaceous Mineral Deposits, North eastern Turkey, Ph. D Thesis, University of Missouri-Rolla, Missouri.*
- Çoğulu, E., (1975). *Gümüşhane ve Rize Granitik Plütonlarının Mukayeseli Petrolojik ve Jeokronometrik Etüdü Doçentlik Tezi, İ.Ü Maden Mühendisliği, 186s.İstanbul.*
- Demir, Y., (2005). *Istala ve Köstere (Torul-Gümüşhane) madenlerinin mineralojik ve dokusal özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.*
- Demir, Y., (2018). Dağbaşı skarn yataklarının jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal özellikleri, *MTA Dergisi*, doi.org/10.19076/mta.413683.

- Demir, Y., Uysal, I., Kandemir, R. ve Jauss, A., (2017). Geochemistry, fluid inclusion and stable isotope constraints (C and O) of the Sivrikaya Fe-skarn mineralization (Rize, NE Turkey). *Ore Geology Reviews* 91, 153-172.
- Eldridge, C.S., Barton, P.B. ve Ohmoto, H., (1983). Mineral textures and their bearing on formation of the kuroko orebodies, *Economic. Geology*, 53, 2301-2309.
- Ercan, T., Gedik, A., (1983) Pontid'lerdeki Volkanizma *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü*, Ankara
- Eren, M., (1983). *Gümüşhane-Kale Arasının Jeolojisi ve Mikrofasies İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.*
- Evcimen, Ö., Tunçdemir V., Tok, T., Metin Y., (2020). Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi'nin jeolojisi (Ordu-Giresun) *MTA Dergisi*, 2020 29: 101: 113
- Eyüboğlu, Y., Bektaş, O., Seren, A., Nafiz, M., Jacoby, W.R. ve Özer, R., (2006). Three- directional Extensional Deformation and Formation of the Liassic Rift Basins in the Eastern Pontides (NE Turkey). *Geol. Carp.* 57, 5, 337-346.
- Eyüboğlu, Y., Santosh, M., Keewook, Yi., Tüysüz, N., Korkmaz, S., Akaryalı, E.,... Bektaş, O., (2014). The Eastern Black Sea-type volcanogenic massive sulfide deposits: Geochemistry, zircon U–Pb geochronology and an overview of the geodynamics of ore genesis. *Ore Geology Reviews*, 59, 29-54.
- Fujimaki, H., Tatsumoto, M. ve Aoki, K., (1984). Partition coefficients of Hf, Zr and REE between phenocrysts and groundmasses, Proc. 4th Lunar Planet Sci Conf. 2. *Journal of Geophysical Research*, 89, B662-672.
- Gedikoğlu, A., Pelin, S. ve Özsayar, T., (1979). The main lines of geotectonic development of the Eastern Pontides in Mesozoic era, Proceeding of the 1st Geological Congress of the Middle East (GEOCOME), pp. 555-580
- Gülibrahimoğlu, İ., (1986). Araklı Güneyinin Jeolojik Etüd Raporu, *MTA Rapor* no:2086, Ankara.
- Güngör, Y., Boztuğ, D. ve Yılmaz, O. (1997). Kaçkar Batoliti Altıparmak Dağı-Soğanlı Dağı arası (GD Çamlıhemşin-Rize) kesiminin petrografik, jeokimyasal ve 109 petrojenetik incelenmesi. Çukurova Üniversitesinde Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20. Yılı Sempozyumu, Adana Bildiri Özetleri, 30 Nisan - 3 Mayıs 1997)
- Güven, İ.H., (1993). Doğu Pontidlerin Jeolojisi ve 1/250.000 Ölçekli Kompilasyonu. *MTA Yayınları*, Ankara, 65 s.
- Güven, İ.H., Nalbantoğlu, A.K. ve Takaoğlu, S., (1998). 1/100.000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Harita Serisi.

- Hasançebi, N., (1993). *Dağbaşı (Araklı-Trabzon) granitoidine bağlı cevherleşmelerin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 65s.*
- Hastie, A.R., Kerr, A.C., Pearce, J.A. ve Mitchell, S.F., (2007). Classification of Altered Volcanic Island Arc Rocks Using Immobile Trace Elements: Development of The Th-Co Discrimination Diagram, *Journal of Petrology*, 48, 12, 2341-2357.
- Irvine, T.N. ve Baragar, W.R.A., (1971). A Guide to Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks. *Canadian Journal of Earth Science*, 8, 523-548.
- Kandemir, R., (2004). *Gümüşhane ve Yakın Yörelerindeki Erken-Orta Jura Yaşlı Şenköy Formasyonu'nun Çökel Özellikleri ve Birikim Koşulları, Doktora Tezi, Karadeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.*
- Karlı, O., Aydın, F. ve Sadıklar, M. B. (2004). The morphology and chemistry of K-feldspar megacrysts from İkizdere Pluton: Evidence for acid and basic magma interactions in granitoid rocks, NE Turkey. *Chemie der Erde-Geochemistry*, 64, 155-170.
- Karlı, O., Aydın, F., Uysal, İ., Dokuz, A., Kumral, M., Kandemir, R., Budakoğlu, M., ve Ketenci, M. (2018). Latest Cretaceous “A2-type” granites in the Sakarya Zone, NE Turkey: Partial melting of mafic lower crust in response to roll-back of Neo-Tethyan oceanic lithosphere, *Lithos*, 302-303, 312-328.
- Karlı, O., Chen, B., Aydın, F. ve Şen, C. (2007). Geochemical and Sr-Nd-Pb isotopic compositions of the Eocene Dölek and Sarıçiçek plutons, Eastern Turkey: Implications for magma interaction in the genesis of high-K calc-alkaline granitoids in a post-collision extensional setting, *Lithos*, 98, 67-96.
- Karlı, O., Dokuz, A. ve Kandemir R. (2016). Subduction–related Late Carboniferous to Early Permian Magmatism in the Eastern Pontides, the Camlik and Casurluk plutons: Insights from geochemistry, whole-rock Sr-Nd and in situ zircon Lu-Hf isotopes, and U-Pb geochronology, *Lithos*, 266, 98-114.
- Karlı, O., Dokuz, A., Uysal, I., Aydın, F., Bin, C., Kandemir, R. and Wijbrans, R.J., (2010a). Relative contributions of crust and mantle to generation of Campanian high-K calcalkaline I-type granitoids in a subduction setting, with special reference to the Harşit pluton, Eastern Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 160, 467-487.
- Karlı, O., Dokuz, A., Uysal, I., Aydın, F., Kandemir, R. and Wijbrans, R.J.,... (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.

- Karslı, O., Dokuz, A., Uysal, İ., Aydın, F., Chen, B., Kandemir, R. ve Wijbrans, J. (2010). Relative contributions of crust and mantle to generation of Campanian high-K calc-alkaline I-type granitoids in a subduction setting, with special reference to the Harşit Pluton (Eastern Turkey), *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 160, 467-487.
- Karslı, O., Dokuz, A., Uysal, İ., Ketenci, M., Chen, B. ve Kandemir, R. (2012b). Deciphering the shoshonitic monzonites with I-type characteristic, the Sisdağı pluton, NE Turkey: Magmatic response to continental lithospheric thinning, *Journal of Asian Earth Sciences*, 51, 45-62.
- Karslı, O., Dokuz, A., Uysal, İ., Ketenci, M., Chen, B. ve Kandemir, R. (2012). Deciphering the shoshonitic monzonites with I-type characteristic, the Sisdağı pluton, NE Turkey: Magmatic response to continental lithospheric thinning. *Journal Asian Earth Science*, 51, 45-62.
- Karslı, O., Uysal, İ., Ketenci, M., Dokuz, A., Kandemir, R. ve Wijbrans, J. (2011). Adakite-like granitoid porphyries in the Eastern Turkey: Potential parental melts and geodynamic implications, *Lithos*, 127, 354-372.
- Kelemen, P.B., Johnson, K.T.M., Kinzler, R.J. ve Irving, A.J., (1990). High-field-strength element depletions in arc basalts due to mantle-magma interaction. *Nature*, 345, 521-524.
- Kesgin, Y., (1983). *Bayburt (Gümüşhane) İlçesi, Akşar Köyü ve Güneybatısının Jeolojik İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 94s, Trabzon.*
- Keskin, İ., Korkmaz, S., Gedik, İ., Ateş, M., Gök, L., Küçümen, Ö. ve Erkal, T. (1989). Bayburt Dolayının Jeolojisi. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Rapor No: 8995,129 s, Ankara (yayımlanmamış).*
- Ketin, İ (1966): Anadolu'nun Tektonik Birlikleri, *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 66(66), 20-37.
- Korkmaz, S. ve Baki, Z., (1984). Demirözü (Bayburt) yöresinin stratigrafisi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 5, 107-115.
- Korkmaz, S., (1993). Tonya-Düzköy (GB-Trabzon) Stratigrafisi, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 36, 151-158.
- Kurt, A.H., (2018). *Gümüşdamla (Aydıntepe-Bayburt) Skarn Cevherleşmesinin Jeolojik, Mineralojik ve Kökensel İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane.*

- Kurt, Y., (2014). *Giresun, Bulancak Kirazören bölgesi skarn tipi demir yataklarının jeolojik ve jeokimyasal incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 111s.*
- 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.*
- 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.*
- Moore, M.J., Me Kee, E.H. ve Akıncı, Ö. (1980). Chemistry and chronology of plutonic rocks, in the Pontid Mountains, Northern Turkey, *European Cooper Deposits*, 209-216.
- Okay, A. I. ve Şahintürk, Ö. (1997). Geology of the Eastern Pontides. In: Robinson, A.G. (ed.), *Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and surrounding region, American Association of Petroleum Geologists Memoir*, 68, 291-311.
- Okay, A.I. ve Tüysüz, O., (1999), Tethyan Sutures of Northern Turkey. In: Durand, B., Jolivet, L., Horváth, F., Séranne, M., (Eds), *The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen. Geological Society London Special Publications*, 156, 475-515.
- Özsayar, T., Pelin, S., ve Gedikoğlu, A., (1981). Doğu Pontidler`de Kretase, *K.Ü. Yerbilimleri Dergisi*, Cilt 1, S.2, 65-114, Trabzon
- Pearce, J.A. ve Cann, J. R., (1973). Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses, *Earth Planett. Sci. Lett.*, 19, 290-300.
- Pearce, J.A., (1983), Role of the sukontinental lithosphere in magma genesis at active continental margins. In: Hawkesworth, C.J. \$L Norry, M.J. (eds.) *Conlimenta1 Bosnlts and Mrrnfle Xenoliths*, 230-249, Shiva, Nantwich, UK
- Peccerillo, A. ve Taylor, S.R. (1976) Geochemistry of Eocene Calc-Alkaline Volcanic Rocks from the Kastamonu Area, Northern Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 58, 63-81.
- Pelin, S., (1977). Alucra (Giresun) Güneydoğu Yöresinin Petrol Olanakları Bakımından Jeolojik İncelemesi, *KTÜ yayını*, 87, 103.
- Ringwood A. E. (1990) Earliest history of the Earth-Moon system. In *Origin of the Earth* (eds. H. E. Newsom and J. H. Jones), pp. 101–134. Oxford Univ. Press

- Saraç, S., (2003). *Doğu Karadeniz Fe-Skarn Yataklarının karşılaştırmalı mineralojik ve jeokimyasal özellikleri. Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 259s.*
- Schultze–Westrum, H. H. (1961). Giresun civarındaki Aksu Deresi’nin jeolojik profili, Kuzeydoğu Anadolu’da Doğu Pontus cevher ve mineral bölgesinin jeolojisi ve maden yatakları ile ilgili mütealalar, *MTA Dergisi*, 57, 63-71.
- Seymen, İ., (1975). *Kelkit Vadisi Kesiminde Kuzey Anadolu Fay Zonunun Tektonik Özelliği, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 192.*
- Sipahi, F. (2011). Formation of skarns at Gümüşhane (Northeastern Turkey). *Neues Jahrbuch für Mineralogie-Abhandlungen*, 188 (2), 169-190.
- Sipahi, F. ve Sadıklar, B. (2010). Zigana (Gümüşhane, KD-Türkiye) volkanitlerinin alterasyon mineralojisi ve kütle değişimi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 53, 2-3.
- Sipahi, F., Akpınar, İ., Saydam Eker, Ç., Kaygusuz, A., Vural, A., ve Yılmaz, M., (2017). Formation of the Eğrikar (Gümüşhane) Fe–Cu skarn type mineralization in NE Turkey: U–Pb zircon age, lithogeochemistry, mineral chemistry, fluid inclusion, and O–H–C–S isotopic compositions. *Journal of Geochemical Exploration*, 182, 32-52.
- Sipahi, F., Gücer, M.A., ve Saydam Eker, Ç., (2020). Geochemical composition of magnetite from different iron skarn mineralizations in E. Turkey: implication for source of ore forming fluids. *Arabian Journal of Geosciences*, 13(2), 1-15.
- Sipahi, F., Saydam Eker, Ç., Akpınar, İ., Gücer, M.A., Vural, A., Kaygusuz, A. ve Aydurmuş, T. (2022). Eocene magmatism and associated Fe-Cu mineralization in Northeastern Turkey: A case study of the Karadağ skarn, *International Geology Review*, <http://doi.org/10.1080/00206814.2021.1941323>.
- Sivrikaya, A., (2022). *Köprüyanı (Maçka-Trabzon) Cu-Skarn Cevherleşmesinin Jeolojisi ve Mineral Kimyası Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane.*
- Stolz, A.J., Jochum, K.P., Spettel, B. ve Hofmann, A.W., (1996). Fluid and melt related enrichment in the subarc mantle: evidence from Nb/Ta variations in island arc basalts. *Geology*, 24, 587-590.
- Sun, S.S. ve McDonough, W.F. (1989). Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts; implications for mantle composition and processes. In: Magmatism in the ocean basins. Saunders, A.D. and Norry, M.J. (Editors), *Geological Society of London, London*. 42: 313-345.

- Şaşmaz, A., ve Sağıroğlu, A., (1994). Tutak Dağı Güneybatısındaki (Şebinkarahisar-Giresun) Pb-Zn Yatakları *MTA Dergisi* (1994) 116: 51-64
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y. ve Ketin, I., (1980). Remnants of pre-late jurassic ocean in northern Turkey: fragments of Permian-Triassic Paleo-Tethys. *Geological Society America*, 91, 599-609.
- Taşlı, K. (1990). *Gümüşhane-Bayburt yörelerindeki Üst Jura-Alt Kretase yaşlı karbonat istiflerinin stratigrafisi ve mikropaleontolojik incelemesi*. Yayımlanmamış doktora tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi*, Trabzon.
- Topuz, G., Alther, R., Schwarz, W. H., Siebel, W., Satır, M. ve Dokuz, A. (2005). Post-collisional plutonism with adakite-like signatures: The Eocene Saraycık Granodiorite (Eastern Pontides, Turkey), *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 150, 441-455.
- Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W.-H., Dokuz, A. ve Meyer, H.-P., (2007). Variscan Amphibolite-facies Metamorphic Rocks from the Kurtoğlu Metamorphic Complex (Gümüşhane Area, Eastern Pontides, Turkey) *International Journal of Earth Sciences*, 96, 861-873.
- Türk-Japon Ekibi, (1985). The Republic of Turkey Report on The Cooperative Mineral Exploration of Gümüşhane Area, Phase 1, 72.
- Tüysüz, N., (2000). Geology, Lithogeochemistry and Genesis of the Murgul Massive Sulfide Deposit, NE Turkey, *Chemie der Erde*, 60, 231-250.
- Ustaömer T. ve Robertson A.H.F., (1997). Tectonic-Sedimentary Evolution of the North- Tethyan Margin in the Central Pontides of Northern Turkey. In "Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region" (ed. A.G. Robinson), *American Association of Petroleum Geologists Memoir* No. 68, 255-290.
- Winchester, J.A. ve Floyd, P.A., (1977). Geochemical Discrimination of Different Magma Series and Their Diferantation Products Using Immobile Elements, *Chemical Geology*, 20, 97-127.
- Yalçınalp, B., (1992). *Güzelyayla (Maçka-Trabzon) Porfiri Cu-Mo Cevherleşmesinin Jeolojik Yerleşimi ve Jeokimyası*, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yılmaz, C., (2002). Gümüşhane-Bayburt Yöresindeki Mesozoyik Havzalarının Tektono-Sedimentolojik Kayıtları ve Kontrol Etkenleri, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 45, 1, 141-165.

- Yılmaz, M. (2016). Eğrikar (Torul, Gümüşhane) Fe-Cu Skarn Cevherleşmesinin Petrografik ve Jeokimyasal Açından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane*
- Yılmaz, Y., (1973). Gümüşhane Granitinin Yerleşmesi, Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi, Bildiriler Kitabı: 485-490.*
- Yüksel, S., (1976). Şiran Batı yöresi Mesozoyik karbonat kayaçları ve eosen filişinin petrografik ve sedimantolojik incelenmesi, Doçentlik Tezi, KTÜ, Trabzon.*



ÖZGEÇMİŞ

Ali EMANET, ilk ve orta öğrenimini Kandıra’da tamamladıktan sonra, lise eğitimini İzmit’te tamamlamıştır. 2009 yılında Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü’nde lisans öğrenimine başladı. 2014 yılında lisans öğrenimini tamamladıktan sonra 2022 yılında Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı.

