



T.C.  
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**KILIÇÖREN (GÜMÜŞHANE) Cu-Zn-Pb ± (Ag, Au) CEVHERLEŞMESİNİN  
JEOLJİK ve MİNERALOGİK İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Fatih ŞAL**

**TEMMUZ 2019  
GÜMÜŞHANE**



**T.C.  
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KILIÇÖREN (GÜMÜŞHANE ) Cu-Zn-Pb ± (Ag, Au) CEVHERLEŞMESİNİN  
JEOLJİK ve MİNERALOGİK İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Fatih ŞAL**

**Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
“Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı”  
Yüksek Lisans Programında Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 16.05.2019**

**Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 25.06.2019**

**TEMMUZ 2019**



## KABUL ve ONAY



Doç. Dr. Enver AKARYALI danışmanlığında **Fatih ŞAL** tarafından hazırlanan “**KILIÇÖREN (GÜMÜŞHANE) Cu-Zn-Pb ± (Ag, Au) CEVHERLEŞMESİNİN JEOLojİK VE MİNERALojİK İNCELENMESİ**” isimli bu çalışma jürimiz tarafından Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, **Jeoloji Mühendisliği** Anabilim Dalı’nda, Yüksek Lisans Tezi olarak Oy Birliği ile kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Enver AKARYALI

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Esra HATİPOĞLU TEMİZEL

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ali GÜCER

ONAY

Bu tez 03.07.2019 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi Hasan Tahsin BOSTANCI  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü V.

## TEZ BEYANNAMESİ

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlamış olduğum “ **Kılıçören (Gümüşhane) Cu-Zn-Pb ± (Ag, Au) Cevherleşmesinin Jeolojik ve Mineralojik İncelenmesi**” isimli tez çalışmasında; bütün bilgi ve belgeleri genel akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak hazırlayıp sunduğumu, başka kaynaklardan yararlandığım bilgileri metin ve kaynaklarda eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma süresince bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksi durumda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

02/07/2019

Fatih ŞAL

**ÖZET**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KILIÇÖREN (GÜMÜŞHANE ) Cu-Zn-Pb ± (Ag, Au) CEVHERLEŞMESİNİN**  
**JEOLJİK ve MİNERALojİK İNCELENMESİ**

Fatih ŞAL

Gümüşhane Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. Enver AKARYALI

2019, 41 sayfa

İnceleme alanı Gümüşhane İline bağlı Kılıçören Köyü, Madenin Sırtı mevkiinde yer alır. Genel jeolojik incelemelerin yapıldığı maden sahasının yakın çevresi Trabzon H43-b1 ve b2 paftaları sınırları içerisinde yer almaktadır. Sahada Şenköy Formasyonu, Berdiga Formasyonu ve Yazyurdu Formasyonu yüzeyleme vermektedir.

Çalışma alanında bulunan cevherleşme Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonu'na ait volkanik kayalar içinde gelişmiştir. Volkanik kayaların Nb/Y ve Zr/TiO<sub>2</sub>\* oranları, kayaların andezit ve andezit/bazalt türünde olduğunu işaret etmektedir. AFM, SiO<sub>2</sub>'ye karşı K<sub>2</sub>O ve Th-Co diyagramlarına göre ise volkanitlerin kalk-alkali karaktere sahip oldukları belirlenmiştir. Örneklerin iz ve nadir toprak element dağılımları, volkanik kayaların benzer manto kaynağından türediklerini ve negatif Eu/Eu\* anomalisi plajiyoklas ayırılmasının

geliştiğini ifade etmektedir. Tektonik ayırtman diyagramları volkanik kayaların kalk-alkali bazalt ve volkanik yay bazaltı özelliğinde işaret etmektedir.

Cevherleşme Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonu'na ait andezitlerde gelişen KB-GD doğrultulu kırık hatlarına damar şeklinde yerleşmiş olarak gözlenmektedir. Arazide gözlenen damarlar birkaç santimetreden bir iki metreye kadar değişen kalınlıklarda ve birkaç metre devam eden uzunlukta gelişmiştir. Cevherleşmenin en iyi gözlendiği alan olan Madenin Sırtı (2151 m) bölgesinde terkedilmiş eski bir galeri bulunmakta olup, 2,5 m genişliğe ve 3 m yüksekliğe sahiptir. Galeri, K10B doğrultusunda yaklaşık 100 m devam etmektedir. Alanda K25B doğrultulu, yaklaşık olarak 5 m kalınlığa ve 50 m uzunluğa sahip silis kafası gözlenmekte olup, oluşumu itibariyle epitermal sistemi işaret etmektedir. Sahada silisleşmenin yanı sıra hematitleşme, limonitleşme, kloritleşme ve kükürtleşme türü altresyon ürünleri de tespit edilmiştir.

Pirit, kalkopirit, galen, sfalerit, fahlerz ve kuvars mineralleri cevherleşmenin parajenezini oluşturmaktadır. İki farklı evrede gelişen cevherleşme de ornatım, ayrılım, kapanım ve kataklastik doku cevher mineralleri arasında gözlenen en önemli doku türleridir. Özellikle kuvars içeren örneklerde, öz şekilli kuvars kristallerinin yanı sıra boşluk dolgusu ve taraklı yapının gözlenmesi, sahadaki cevherleşmenin epitermal sistemde gelişen damar tip bir cevherleşme olduğuna işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bakır-Kurşun-Çinko, Epitermal, Kılıçören (Gümüştane), Ornatım, Parajenez

**ABSTRACT**  
**MS THESIS**

**GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL INVESTIGATION OF KILIÇÖREN  
(GÜMÜŞHANE) Pb-Zn-Cu±Au±Ag MINERALIZATION**

Fatih ŞAL

Gümüşhane University  
The Graduate School of Natural and Applied Science  
Department of Geological Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Enver AKARYALI

2019, 41 pages

The study area is located in Madenin Sirtı region of Kılıçören village of Gümüşhane. The close vicinity of the mine site where general geological investigations are carried out is found in map sheets of Trabzon H43-b1 and Trabzon H43-b2. The Şenköy Formation, Berdiga Formation and Yazyurdu Formation outcrop throughout the field investigated.

The mineralization found in the study area is developed within andesitic rocks of Early-Mid Jurassic age Şenköy Formation. The volcanic rocks fall in the fields of andesite, andesite/basalt, according to the chemical naming diagram of Nb/Y plotted against Zr/TiO<sub>2</sub>\*. It is determined that the volcanics have calc-alkaline character based on the AFM, SiO<sub>2</sub> versus K<sub>2</sub>O and SiO<sub>2</sub> versus Th-Co diagrams plotted. The directions obtained in both trace element and rare earth element distribution diagrams indicate that rocks derived from

similar mantle source, and negative Eu/Eu\* anomaly expresses development of plagioclase differentiation. Tectonic separation diagrams also show that volcanic rocks are calc-alkaline basalt and volcanic arc basaltic features.

The mineralization is observed as a vein situated in the NW-SE trending fractures developed in andesites belonging to Early-Middle Jurassic Şenköy Formation. The veins observed in the field have the thicknesses ranging from a few centimeters - two meters and length continues for several meters. At the Madenin Sırtı area (at 2151 m. elevation), where the mineralization is best observed, there is an abandoned mine adit having 3 meters height, 2.5 meters width. The mine adit continues about 100 meters at the direction of N10W. The silicified ridge pointing to an epithermal system is about 5 meters in thickness and 50 meters long, having a bearing of K25B. In the field, besides to silicification, the alteration types such as hematitization, limonitization, chloritization and sulfurization have been identified in the rocks around the mine.

The pyrite, chalcopyrite, galena, sphalerite, fahlerz and quartz form the paragenesis of mineralization. In the mineralization, which is developed in two different phases, the replacement, separation, inclusion and cataclastic textures are the most important texture types observed among ore minerals. Especially, the observation of space filling and comb textures in quartz-containing samples, indicates that the mineralization in the area is a vein-type ore developed in the epithermal system.

**Keywords:** Copper-Lead-Zinc, Epithermal, Kılıçören (Gümüşhane), Replacement, Paragenesis

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışmamın her aşamasında hem yönlendirme hem de bilgi ve birikimiyle yardımcı olan danışman hocam Doç.Dr. Enver AKARYALI'ya candan teşekkürlerimi borç bilirim.

Tez çalışmam süresince her türlü desteğini esirgemeyen başta Prof. Dr. Ferkan SİPAHİ olmak üzere Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ali GÜCER ve Öğr. Gör. İbrahim AKPINAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarında katkısı olan kıymetli meslektaşım, Jeoloji Yüksek Mühendisi Ali Hakim KURT'a ve ince kesitlerin hazırlanmasındaki katkılarından dolayı teknisyen Ferdi DAYANÇ'a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her aşamasında olduğu gibi, tez çalışmam sırasında da desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen annem ve babama, nişanlım Arş. Gör. Özlem BATTAL ile kardeşlerim Yasemin KAHRİMAN, Selma UZUN, Canan ATASOY ve Hidayet ŞAL'a minnet ve şükranlarımı sunarım.

Fatih ŞAL  
Gümüşhane, 2019

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET .....	IV
ABSTRACT .....	VI
TEŞEKKÜR .....	VIII
İÇİNDEKİLER.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	XIV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş .....	1
1.2. Konum, Yerleşim ve Ulaşım .....	1
1.3. Jeomorfoloji, İklim ve Bitki Örtüsü .....	2
1.4. Çalışmanın Amacı .....	3
1.5. Bölgesel Jeoloji .....	3
1.6. Önceki Çalışmalar .....	5
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	7
2.1. Giriş .....	7
2.2. Arazi Çalışması .....	7
2.3. Laboratuvar Çalışmaları .....	7
2.3.1. İnce ve Parlak Kesitlerin Hazırlanması .....	7
2.3.2. Kimyasal Analiz İçin Örnek Hazırlanması ve Analiz Yöntemleri.....	8
2.4. Büro Çalışmaları.....	8
3. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	10
3.1. Çalışma Alanının Stratigrafisi ve Petrografisi.....	10
3.1.1. Şenköy Formasyonu .....	11
3.1.2. Berdiga Formasyonu .....	14
3.1.3. Yazıurdu Formasyonu .....	15
3.2. Volkanik Kayaçların Jeokimyası.....	16
3.3. Kılıçören (Gümüşhane ) Cu-Zn-Pb ± (Ag, Au) Cevherleşmesinin Jeolojisi ...	21
3.3.1. Giriş.....	21
3.3.2. Cevherleşme Jeolojisi ve Gelişen Alterasyonlar .....	21
3.3.3. Cevher Mikroskobisi .....	25

3.3.3.1. Pirit .....	25
3.3.3.2. Kalkopirit.....	26
3.3.3.3. Sfalerit .....	27
3.3.3.4. Galen .....	28
3.3.3.5. Fahlerz .....	29
3.3.3.6. Kuvars .....	30
3.3.4. Dokuların Petrografik Anlamı.....	31
4. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	36
5. KAYNAKLAR.....	38
ÖZGEÇMİŞ	



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası .....	2
Şekil 1.2. Doğu Pontidler'in başlıca tektonik ve litolojik birlikleri .....	4
Şekil 3.1. İnceleme alanının genel stratigrafik kolon kesiti. ....	10
Şekil 3.2. Çalışma alanı ve yakın çevresinin jeoloji haritası. ....	11
Şekil 3.3. Şenköy Formasyonu içerisinde izlenen andezitlerin arazideki genel görünümü. ....	12
Şekil 3.4. Andezit kayaçların kırıklı ve çatlaklı görünüşleri .....	12
Şekil 3.5. Liyas yaşlı andezitlerin mikroskobik görünümü. ....	13
Şekil 3.6. Berdiga Formasyonunun Madenin Sırtı bölgesinde genel görünümü. ....	14
Şekil 3.7. Yazyurdu Formasyonunun arazideki genel görünümü .....	15
Şekil 3.8. Volkanik kayaçların Nb/Y'ye karşı Zr/TiO <sub>2</sub> *0.0001 diyagramı. ....	16
Şekil 3.9. Volkanik kayaçlarının AFM üçgen diyagramı. ....	17
Şekil 3.10. Volkanik kayaçlarının (a) SiO <sub>2</sub> (% ağı.)'ye karşı K <sub>2</sub> O (% ağı.) ve (b) Co (ppm) karşı Th (ppm) diyagramı. ....	17
Şekil 3.11. Volkanik kayaçlarının iz element dağılım diyagramları, (a) MORB'a göre, (b) kondirite normalize edilmiş NTE dağılımları. ....	19
Şekil 3.12. Volkanik kayaçlarının tektonik ayırtman grafikleri Ti/100-Zr-Sr/2 diyagramı. ....	20
Şekil 3.13. a) Galeri içerisinde andezit kayaçlarını kesen cevher damarının görünümü, b) Galeri içerisinde cevherleşmenin olduğunun göstergesi olan silisleşme alterasyonu. ....	21
Şekil 3.14. Madenin Sırtı bölgesindeki terkedilmiş madenin galerisi ve pasası .....	22
Şekil 3.15. İnceleme alanında gözlenen (a) silisifiye zonun, (b) ve (c) silisleşmenin ince kesit görünümü .....	23
Şekil 3.16. Arazide gözlenen alterasyonlar (a) limonitleşme, hematitleşme, kükürtleşme, (b) kükürtleşme, (c): limonitleşme ve hematitleşme, (d) limonitleşme .....	24
Şekil 3.17. Pirit mineralinin mikroskobik görünüşleri. ....	26
Şekil 3.18. Kalkopirit mineralinin mikroskobik görünüşleri .....	27
Şekil 3.19. Sfalorit mineralinin mikroskobik görünüşleri. ....	28
Şekil 3.20. Galen mineralinin mikroskobik görünüşleri .....	29
Şekil 3.21. Fahlerz mineralinin mikroskobik görünüşleri .....	30
Şekil 3.22. Kuvars mineralinin mikroskobik görünüşleri .....	31

Şekil 3.23. Cevher mineralleri arasında gözlenen ayrılım dokuları .....	32
Şekil 3.24. Cevher mineralleri arasında gözlenen ornatım dokuları .....	33
Şekil 3.25. Cevher mineralleri arasında gözlenen kapanım dokuları .....	34
Şekil 3.26. Cevher mineralleri arasında gözlenen kataklastik dokuları .....	34



## TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1. Volkanik kayaların ana iz ve nadir toprak element analiz sonuçları.....	18
Tablo 3.2. Cevherleşmenin parajenezi ve süksesyonu.....	25



## SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

- BiYLE : Büyük iyon yarıçaplı litofil elementler  
DLA : Deteksiyon limiti altında  
E-MORB : Normal okyanus ortası bazaltı  
HNTE : Hafif nadir toprak elementler  
IAB : Ada yayı bazaltı  
ICP-AES : İndüktif eşleşmiş plazma – atomik emisyon spektrometri  
ICP-MS : İndüktif eşleşmiş plazma – kütle spektrometri  
m : Metre  
Mg# : Magnezyum numarası  
MORB : Okyanus ortası sırtı bazalt  
MTA : Maden Tetkik Arama  
N-MORB : Zenginleşmiş okyanus ortası bazaltı  
NTE : Nadir toprak elementler  
OIB : Okyanus adası bazaltı  
YÇAE : Yüksek çekim alanlı elementler

## 1. GENEL BİLGİLER

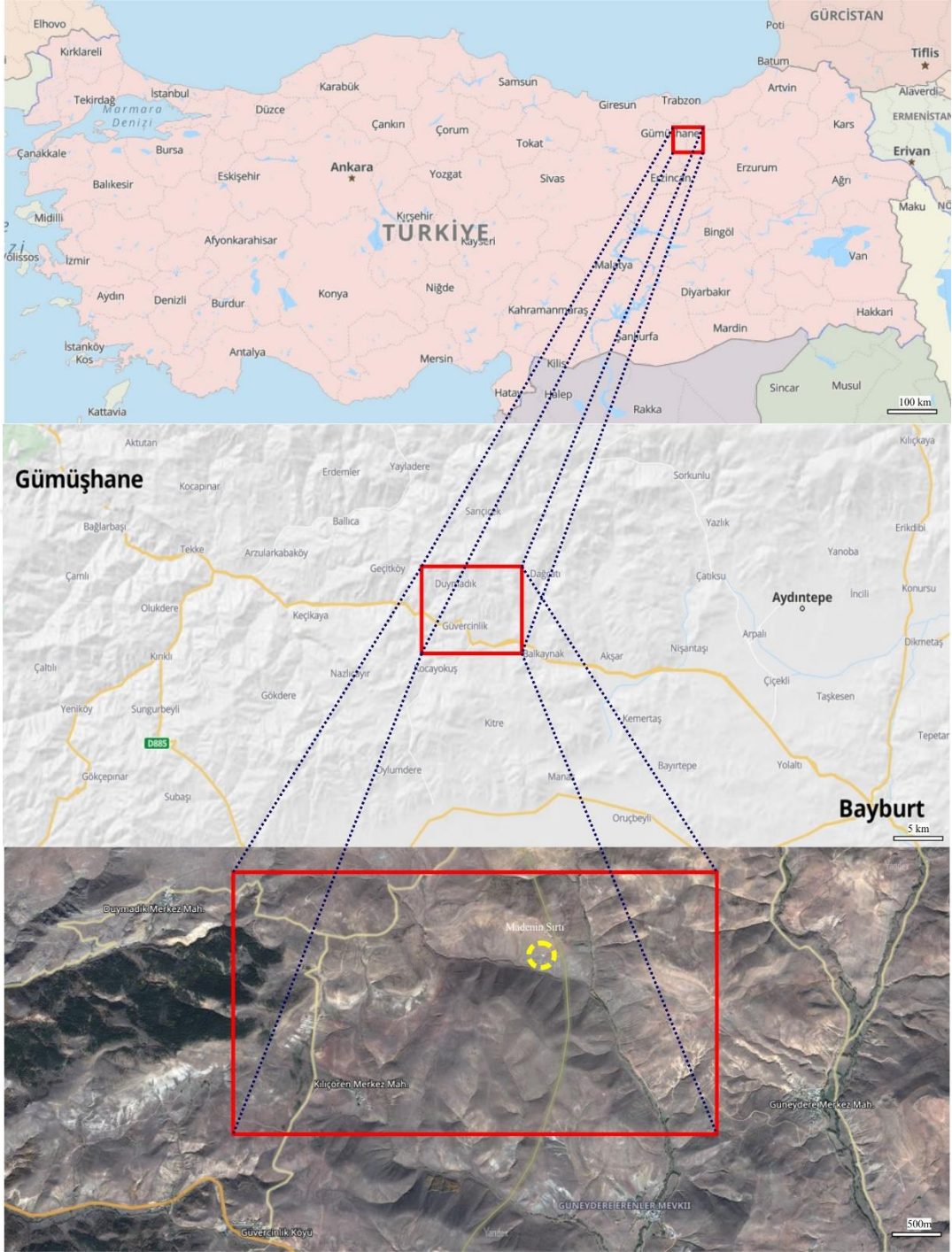
### 1.1. Giriş

Çalışma konusunu oluşturan Kılıçören Köyü (Gümüşhane) Cu-Zn-Pb ± (Ag, Au) cevherleşmesi Doğu Pontid metalojenik provensi içinde yer almaktadır. Bu bölge değişik türlerde çok sayıda Cu, Pb, Zn, Mo, Fe ve Mn cevherleşmesi içermesinin yanı sıra, çalışma sahasının içinde yer aldığı Gümüşhane ve çevresi altın ve gümüş gibi değerli metaller açısından da önemli bir potansiyele sahiptir. Bu bağlamda, gerek Doğu Pontidler’de gerekse Gümüşhane’de yer alan maden yatakları üzerine birçok çalışma bulunmaktadır (Örneğin; 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; Aktaş, 2018; Kurt, 2018).

Çalışma konusu olan Cu-Zn-Pb ± (Ag, Au) cevherleşmesi üzerine ise özel şirketler ve/veya Maden Tetkik ve Arama Müdürlüğü (MTA) tarafından yapılan yüzeysel jeokimyasal prospeksiyon çalışmaları dışında yapılan herhengi çalışma bulunmamaktadır. Bu tez kapsamında ise söz konusu cevherleşmenin; jeolojisi, petrografisi, cevherleşmenin geliştiği kayaçların jeokimyası ve cevher mikroskobisi özellikleri belirlenmiştir.

### 1.2. Konum, Yerleşim ve Ulaşım

İnceleme alanı Doğu Karadeniz Bölgesinde Gümüşhane iline bağlı Kılıçören Köyü’nün kuzey doğusunda yer alan Madenin Sırtı civarında yer almakta olup, 1/25000 ölçekli Trabzon H43-b1 ve b2 paftaları içinde yaklaşık olarak 14 km<sup>2</sup> lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1.1.). Çalışma alanına ulaşım Gümüşhane-Bayburt karayolu üzerinden Kılıçören Köyünün kuzeydoğu istikametinde 3 km stabilize yol ile sağlanmaktadır.



Şekil 1.1. İnceleme alanının yer buldurur haritası.

### 1.3. Jeomorfoloji, İklim ve Bitki Örtüsü

Çalışma alanında bulunan en önemli yerleşim yerleri Kılıçören, Güvercinlik ve Duymadık Köyleri'dir. Çalışma alanının topografyası engebelli olup en önemli yükseltiler Madenin Sırtı ( 2151 m ), Tepeler Tepe ( 2136 m), Sazlı Sırtı ( 2000 m), Gort Sırtı ( 1990 m

), Nevruz Tepe ( 2159 m ), Üsgebel Tepe ( 1990 m ) ve Yıldız Tepe ( 2060 m ) oluşmaktadır. Arazide Melek, Şırşır, Cüreği, Duymadık Dereleri en önemli akarsuları oluşturmakta olup, bu derelere bağlı birçok kuru dere de bulunmaktadır.

Çalışma alanında genellikle karasal iklimin etkileri görülmekte olup, yazları sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlıdır. Bitki örtüsü bakımından fakir olan bölgede derelerin geçiş yapmış olduğu bölgelerde ağaçlık ve otlaklık alanlara rastlanmaktadır. Ayrıca Duymadık – Güvercinlik ve Kılıçören Köyleri arasında yer yer geniş iğne yapraklı ormanlık alanlar bulunmaktadır. Arazide genellikle çam ve kavak türü ağaçlar gözlenmektedir.

Yöre, engebeli topografyası ve ulaşım güçlüğünden dolayı gelişmemiştir. Halkın başlıca geçim kaynağı büyük baş hayvancılık, tarım ve arıcılıktır. Mevsime göre nüfus değişmekte özellikle kış mevsiminde köyden şehre göç artmaktadır. Ulaşım daha çok stabilize yollardan sağlanmaktadır.

#### **1.4. Çalışmanın Amacı**

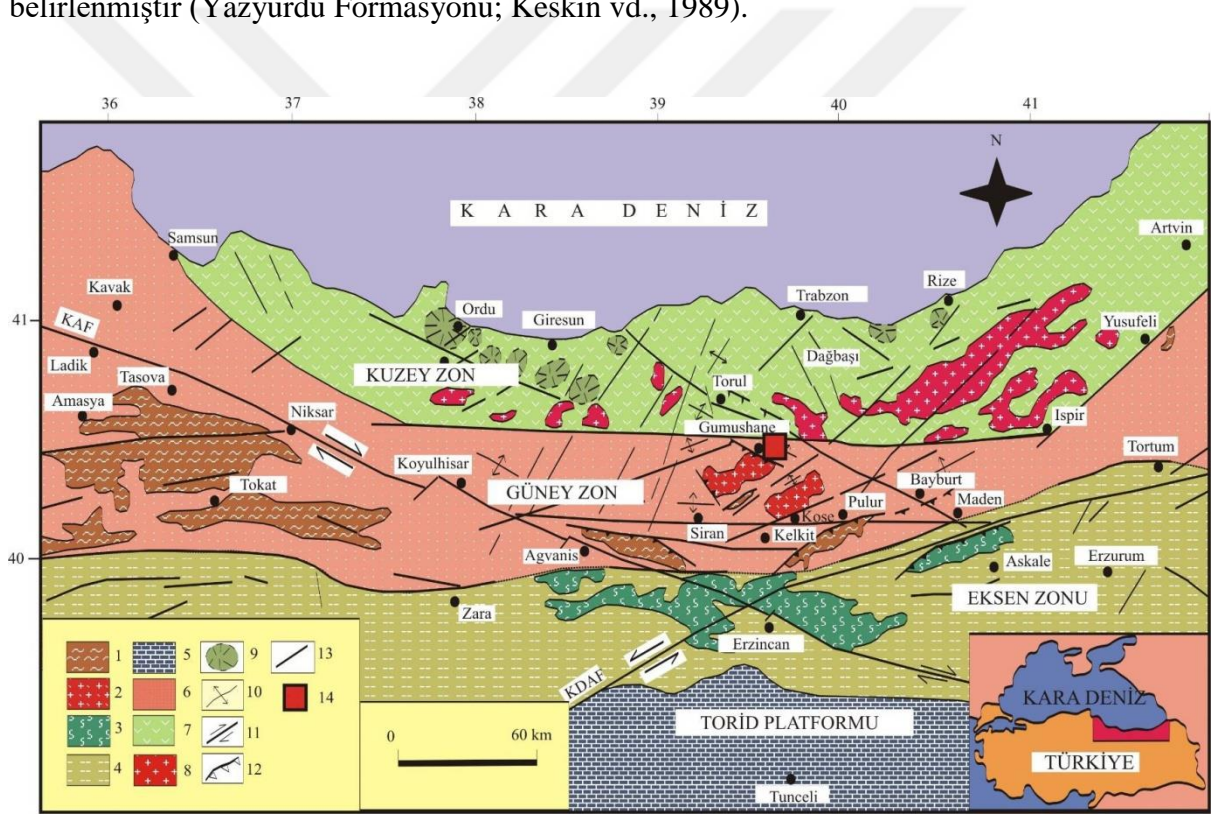
Çalışma mevzusunu oluşturan Madenin Sırtı ( Gümüşhane ) bölgesindeki Cu-Zn-Pb ± (Ag, Au) cevherleşmesi, Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonuna ait volkano-tortul seri içindeki andezitlerde gelişmiştir. Yapılan bu çalışmada, Doğu Pontidler'in Güney Zonunda Gümüşhane ili sınırlarında Kılıçören Köyünün kuzey doğusunda bulunan Madenin Sırtı Cu-Zn-Pb ± (Ag, Au) cevherleşmesinin; jeolojisi, petrografisi, cevherin içinde geliştiği kayaçların jeokimyası ve cevher mikroskobisi özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

#### **1.5. Bölgesel Jeoloji**

Bölgede mostra veren kayaçların sedimentolojik, tektonik ve magmatik özelliklerine bağlı olarak Doğu Pontid Orojenik Kuşağı; kuzey, güney ve eksen zonu olmak üzere üçe ayrılır. Her üç zon yaklaşık KB, KD ve D-B gidişli bölgesel ölçekli faylar ile ayrılmakta olup, bu faylar bölgedeki havzaların açılıp kapanmasını ve ayrıca magmatik kayaçlar ile cevherleşmelerin yerleşimlerini kontrol eden ana tektonik yapıları oluşturmaktadır (Eyüboğlu vd., 2006; Şekil 1.2).

Doğu Pontid Orojenik Kuşağı'nın Güney Zonu içinde yer alan inceleme alanının en yaşlı temel birimini Erken Karbonifer yaşlı Kurtoğlu Metamorfileri oluşturmaktadır (Topuz vd., 2007). Bu temel birimler Geç Karbonifer yaşlı Gümüşhane Graniti (Yılmaz, 1973;

Çoğulu, 1975) tarafından kesilir. Doğu Pontidler'in Hersinyen temelini temsil eden bu iki birim, Erken-Orta Jura yaşlı volkano-sedimanter istif (Şenköy Formasyonu; Kandemir, 2004) tarafından uyumsuz olarak örtülür. Bu çökeller Erken Liyas'da etkin olan genişlemeli tektonik rejimin, Hersinyen temeli parçalaması sonucu Birinci Riftleşme Fazı olarak bilinen olaylar neticesinde oluşmuşlardır (Bektaş vd., 1999, Yılmaz, 2002). Çalışma sahası Malm'dan başlayarak Alt Kretase sonuna kadar süren dönemde, magmatik ve tektonik açıdan oldukça duraylı olup, bu dönemde karbonatlı kayaların çökelişi egemendir (Berdiga Formasyonu; Pelin, 1977). Doğu Pontidlerdeki Eosen volkanizması bir yitim zonunda oluşmuş ada yayı volkanitleridir. Eosen yaşlı volkanitlerde yapılan çalışmalarda volkanitlerin bugün kapanmış ve kuzeye doğru dalan bir yitim zonundan türedikleri belirlenmiştir (Yazyurdu Formasyonu; Keskin vd., 1989).



Şekil 1.2. Doğu Pontidler'in başlıca tektonik ve litolojik birlikleri. (1) Paleozoyik metamorfik taban, (2) Paleozoyik granitleri, (3) Manto peridotitleri, (4) Genellikle Mesozoyik ve Senozoyik kayaları, (5) Karbonatlar, (6) Başlıca Mesozoyik ve Senozoyik sedimanter kayaları, (7) Geç Kretase ve Eosen yaşlı yay volkanitleri, (8) Eosen granitleri, (9) Kaldere veya dom, (10) Kıvrım eksenini, (11) Doğrultu atımlı fay, (12) Bindirme fayı, (13) Tanımlanmamış fay (14) Çalışma alanı (Eyüboğlu vd., 2006'dan alınmıştır).

## 1.6. Önceki Çalışmalar

Gümüşhane yöresinde farklı türde gelişin birçok maden yatağı bulunmakta olup, farklı araştırmacılar tarafından yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Bu bölümde Gümüşhane yöresinde gelişmiş maden yataklarında gerçekleştirilen bazı önemli çalışmalara yer verilmiştir.

Türk-Japon Ekibi (MTA, 1985), Gümüşhane ve çevresinde yer alan önemli bazı maden sahalarının jeolojik harita yapımını ve jeokimyasal arama çalışmalarını yaklaşık 2800 m<sup>2</sup> lik bir alanda gerçekleştirmiştir.

Yalçınalp (1992), Güzelyayla Mo-Cu cevherleşmesinin oluşumunu genç granitik intrüzyonlarla ilişkilendirmiş ve sahada arjilik alterasyonun gözlemlenmediğini ifade ederek söz konusu cevherleşmenin 280-460°C aralığında mezotermal evrede geliştiğini ifade etmiştir.

Lermi (2003), Midi Pb-Zn (Karamustafa-Şiran) madeninde yaptığı doktora tezi çalışmasında; cevherleşmenin Şenköy formasyonu içinde kırık ve çatlaklara yerleştiği, mineral parajenezinde baz metal sülfürlerin yanı sıra nabit altın, elektrum, enarjit-luzonit, minerallerinin yer aldığı ve cevherleşmenin mezo-epitermal geçiş evresinde oluştuğu sonucuna varmıştır.

Kandemir (2004), Gümüşhane’de birçok alanda yüzeyleme veren Liyas yaşlı birimler üzerinde yaptığı ölçülü stratigrafik kesitler yardımıyla söz konusu birime en iyi yüzeyleme verdiği yöreye izafeten ‘Şenköy Formasyonu’ adını vermiştir.

Demir (2005), İstala ve Köstere (Gümüşhane) damar tip cevherleşme sahalarında yaptığı yüksek lisans çalışmasında her iki sahadaki cevher parajenezinin benzer olduğunu ve sıvı kapanım çalışmalarına göre cevherleşmelerinin orta-düşük (100-290 °C) sıcaklıkta geliştiğini ifade etmiştir.

Akaryalı (2010), Arzular (Gümüşhane) yöresinde altın cevherleşmesinin kökenine yönelik yaptığı doktora tezi çalışmasında, Arzular yöresindeki altın cevherleşmesinin hidrotermal damar tip, düşük sülfürlü epitermal sistemde oluştuğu sonucuna varmıştır.

Sipahi ve Sadıklar (2010), Zigana (Gümüşhane) yöresindeki volkanitlerinin üzerine yaptıkları çalışmada, volkanitlerde gözlenen alterasyon ürünlerinin muhtemelen mezo-epitermal evrede oluştuğunu ortaya çıkarmıştır.

Aslan ve Akçay (2011), Gümüşhane ili Mastra Au madeninde yaptıkları sıvı kapanım (113-390°C) ve kükürt izotop jeotermometre (147-365°C) çalışmalarına göre cevherleşmenin epitermal sistemde geliştiğini belirtmişlerdir.

Turan (2012), Zigana (Torul, Gümüşhane) yöresinde damar tip Pb-Zn-Cu±Barit cevherleşmeleri üzerine yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında, Zigana yöresindeki damar tip cevherleşmelerin oluşumunda yüzeysel kökenli çözeltilerle kısmen seyreltilmiş magmatik kökenli çözeltilerden etkili olduğunu vurgulamıştır.

Akaryalı, (2016), Altınpınar (Torul) Pb-Zn cevherleşmesinin jenezisine yönelik olarak gerçekleştirdiği sıvı kapanım, mineral kimyası ve duraylı izotop analizlerinden elde ettiği verilere dayanarak Liyas yaşlı volkanitler içinde gelişen cevherleşmenin granitik kayalarla ilişkili epitermal damar tip olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Akaryalı ve Akbulut (2016), Ünlüpınar (Kelkit-Gümüşhane) yöresinde gelişen Pb-Zn cevherleşmesi üzerinde yapılan çalışmalara göre cevher parajenezinin pirit, kalkopirit, sfalerit, galen, altın, kuvars ve kalsit minerallerinden oluştuğunu, sıvı kapanım, mineral kimyası ve duraylı izotop çalışmalarına göre cevherleşmenin damar tip ve epitermal sistemde geliştiğini ortaya çıkarmıştır.

Aktaş (2018), Leriköy ve Aktutan (Gümüşhane) yörelerinde Eosen volkanikleri üzerinde gelişen hidrotermal alterasyonların modellenmesi üzerine yaptığı kütle değişim hesapları sonuçlarına göre söz konusu sahaların potansiyel birer altın sahası olduğu sonucuna varmıştır.

Kurt (2018), Gümüşdamla (Aydıntepe-Bayburt) yöresinde gözlenen skarn yatağının türünün belirlenmesine yönelik yaptığı mineral kimyası çalışmaları sonucuna göre sahadaki cevherleşmenin Fe-Skarn tipinde olduğuna ortaya çıkarmıştır.

## **2. YAPILAN ÇALIŞMALAR**

### **2.1. Giriş**

Çalışma kapsamında, incelenen bölgede yüzeyleme veren birimler stratigrafik adlama kuralları dikkate alınarak ayırtlanmış, seçilen volkanik kayalardan yapılan jeokimyasal analizler ile cevherli örneklerin mikroskobik incelemesinden elde edilen bulgular Doğu Pontid Orojenik Kuşağında yapılan diğer çalışmalarla da denştirilmiştir. Bu kapsamda yapılan çalışmalar; arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olarak üç ayrı aşamada gerçekleştirilmiştir.

### **2.2. Arazi Çalışması**

Arazi çalışmalarının ilk etabı, Madenin Sırtı bölgesindeki cevherleşmenin de içinde bulunduğu yaklaşık 14 km<sup>2</sup>'lik bir alan kapsayan yaygın birimlerin tanınması, stratigrafik dizilim sırasının ortaya konması ve yapısal özelliklerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalardır. Bu amaç doğrultusunda, Madenin Sırtı ve çevresinde yaygın olan birimlerde yapılan gözlemler neticesinde mevcut yapısal unsurlardan ölçümler alınmış, formasyon sınırları haritaya işlenmiş ve 1/25000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmıştır.

Arazi çalışmaları neticesinde yapılan örneklemeler şu şekilde özetlenebilir: 1/ 25000 ölçekli haritalama işlemleri sırasında, birimleri temsil eden kayalardan petrografik ve kimyasal analiz amaçlı örnekler ile çalışılan cevherleşmenin parajenez ve süksesyonunu belirlemeye yönelik örnekler alınmıştır.

### **2.3. Laboratuvar Çalışmaları**

#### **2.3.1. İnce ve Parlak Kesitlerin Hazırlanması**

Çalışma sahasından toplanan kayaların, petrografik ve mineralojik tayinlerine yönelik ince kesitler, Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit hazırlama laboratuvarında yapılmıştır. İnce kesit hazırlama esnasında kayalardan alınan 0.5x2x4 cm boyutundaki plakacıklar, bir

yüzeylerinin pürüzlülükleri giderildikten sonra 1 mm kalınlığındaki 2.5x5 cm boyutundaki cam üzerine Kanada balzamu kullanılarak yapıştırılmıştır. Cam üzerine yapışmış olan plaka, dereceli aşındırıcılar yardımıyla 0.025 mm kalınlığa kadar inceltilerek petrografik tayin için hazır hale getirilmiştir.

Madenin Sırtı cevherleşme sahasından derlenen cevher ve yan kayaç örneklerinden, cevher mineral parajenezini ve süksiyonunu ortaya çıkarmak için parlak kesitler hazırlanmıştır. Araziden toplanan örnekler, amaca yönelik olarak 2\*2\*2 cm boyutunda kesilmiştir. Kesilen bu parçalar öncelikle çeşitli boyutlarda aşındırıcılar kullanarak kaba parlatma işlemine tabi tutulmuş ve son olarak 0.1 mikron boyutunda alüminyum oksit tozuyla uygun yüzeyleri amaca uygun olarak parlatılmıştır.

Hazırlanan ince kesitler polarizan mikroskopta incelenerek kayaçların petrografileri ve alterasyon mineralojileri tayin edilmiştir. Cevher örneklerinden hazırlanan parlak kesitler ise üstten aydınlatmalı cevher mikroskobu ile incelenerek cevherleşmenin mineral parajenezi ve süksiyonu belirlenmiştir.

### **2.3.2. Kimyasal Analiz İçin Örnek Hazırlanması ve Analiz Yöntemleri**

İnceleme alanından volkanik kayaçlardan alınan örneklerin, petrografik incelemeleri tamamlandıktan sonra, seçilen örneklerden ana, iz ve nadir toprak element analizi yapılmıştır. Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde, örnek hazırlama laboratuvarında hazırlanan öğütülen örnekler kimyasal analize gönderilmiştir. Volkanik kayaçların ana, iz ve nadir toprak element analizleri ACME Analytical Laboratories Ltd. (Kanada)'de yapılmış olup toplam 6 adet volkanik kayaç örneğinin ana element analizleri; İndüktif Eşleşmiş Plazma (Inductively Coupled Plasma)-Atomik Emisyon Spektrometri (ICP-AES) yöntemiyle, iz ve nadir toprak element analizleri ise ICP- MS (Kütle Spektrometresi) yöntemiyle analiz edilmiştir.

### **2.4. Büro Çalışmaları**

Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucu elde edilen veriler büro çalışmaları sırasında değerlendirilmiştir. Arazi çalışmaları neticesinde hazırlanan haritalar, kesitler bilgisayarda paket programlarıyla çizilmiştir. Petrografik, mineralojik ve kimyasal analiz sonuçları çeşitli paket programları ile çizilerek grafikleri ve tabloları oluşturulmuştur. Sonuçta tüm veriler

değerlendirilmiş ve Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na göre tezin yazımı gerçekleştirilmiştir.



### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

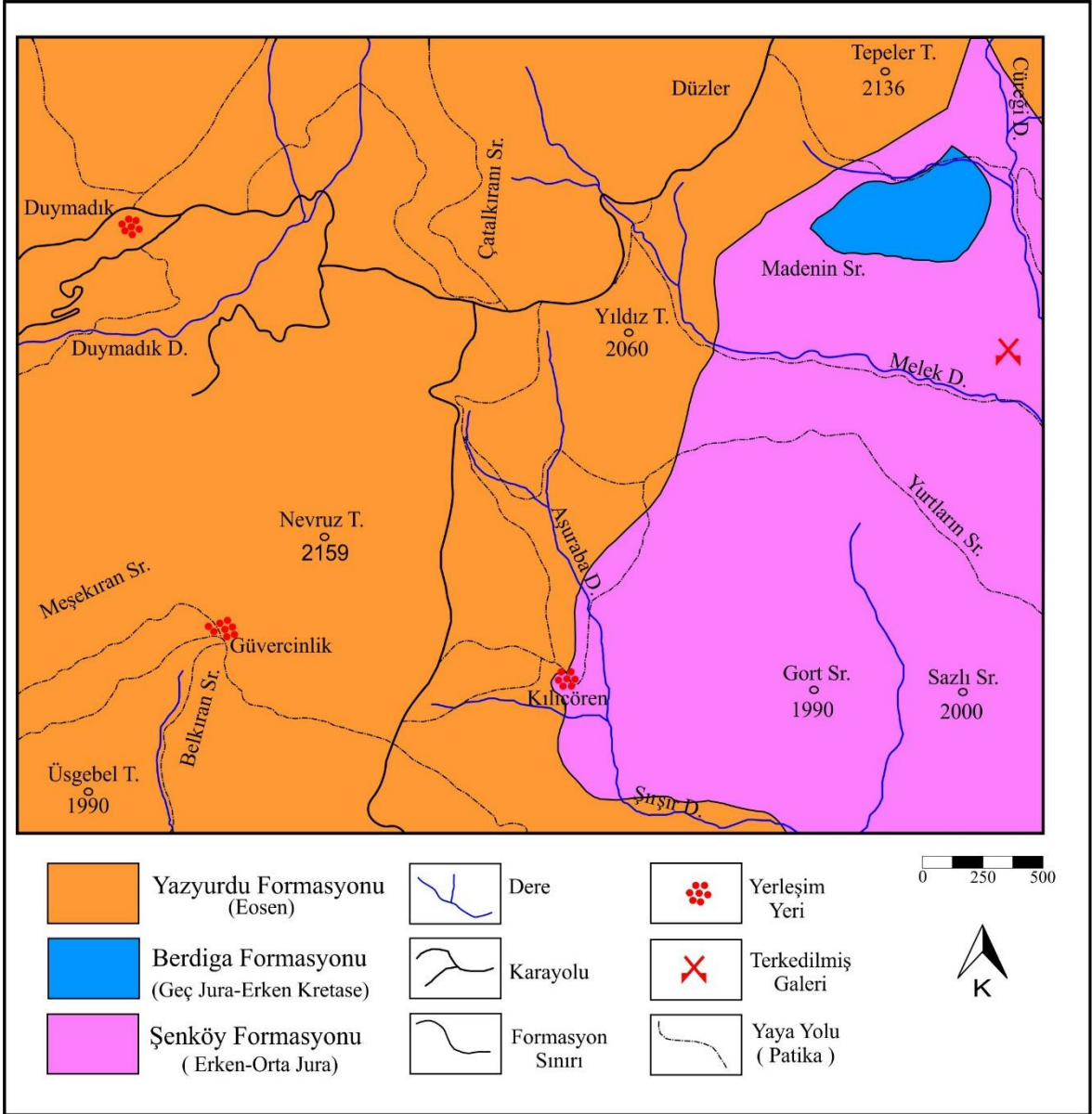
#### 3.1. Çalışma Alanının Stratigrafisi ve Petrografisi

İnceleme alanı Doğu Pontid Orojenik Kuşağının (Ketin, 1966) Güney Zonu'nda (Gedikoğlu vd. 1979) yer alır. İnceleme alanındaki jeolojik birimler litostratigrafik esaslara bağlı olarak ayırılarak çalışma haritası çizilmiştir. (Şekil 3.1 ve 3.2). Çalışma alanı yakın çevresindeki birimler gençten yaşlıya doğru aşağıdaki gibidir.

- Yazıurdu Formasyonu ( Eosen )
- Berdiga Formasyonu ( Geç Jura-Erken Kretase )
- Şenköy Formasyonu ( Erken- Orta Jura )

ZAMAN	DEVİR	DEVRE	FORMASYON	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMA
SENOZOYİK	PALEOJEN	EOSEN	YAZYURDU FORMASYONU			Andezitik bazaltik - ve piroklastları
MESOZOYİK	JURA - KRETESE	GEC JURA ERKEN KRETASE	BERGİGA FORMASYONU	~250		Masif kalın Tabakalı Kireçtaşları
		ERKEN ORTA JURA	ŞENKÖY FORMASYONU	~300		Bazalt-andezit ve piroklastları Kumtaşı, marn Kırmızı kireçtaşı
						ÖLÇEKSİZDİR

Şekil 3.1. İnceleme alanının genel stratigrafik kolon kesiti.



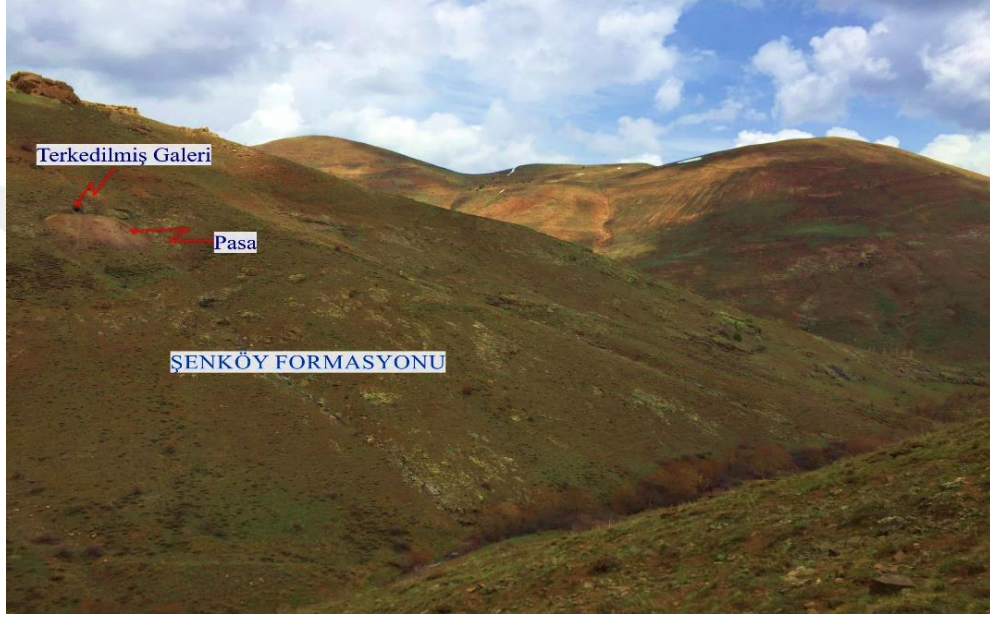
Şekil 3.2. Çalışma alanı ve yakın çevresinin jeoloji haritası.

Tez kapsamında çalışılan cevherleşmeye Şenköy Formasyonu’da yer alan andezitik kayalar ev sahipliği yapmaktadır. Bu bağlamda, Şenköy Formasyonu kapsamlı olarak ele alınacak, sahada bulunan diğer birimler hakkında ise genel bilgiler verilecektir.

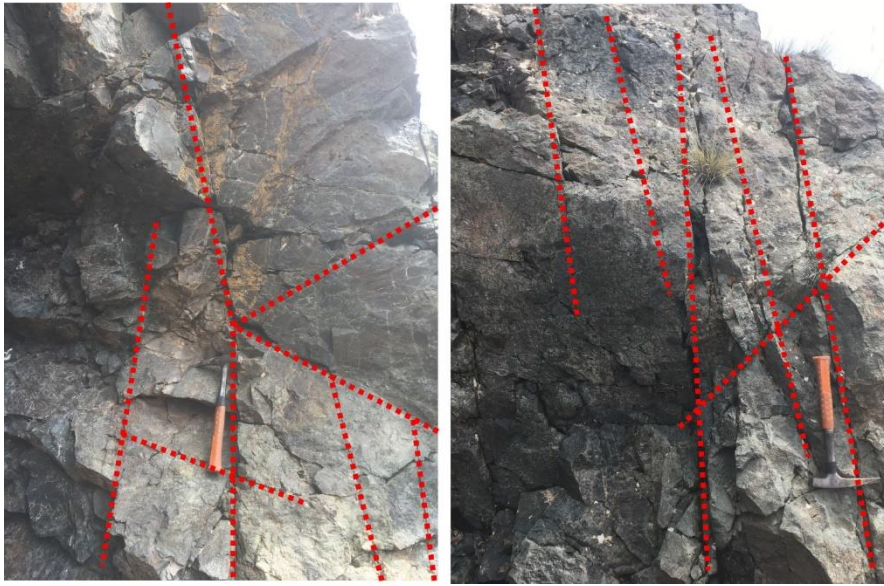
### 3.1.1. Şenköy Formasyonu

İlk kez Ağar (1977) tarafından Hamurkesen Formasyonu olarak tanımlanan bu birim Kandemir (2004) tarafından Şenköy Formasyonu olarak yeniden adlandırılmıştır. Şenköy Formasyonu bölgede çok farklı litolojik özelliklere sahip bir birim olmakla birlikte, inceleme

alanında kumtaşı ile başlayıp kırmızı renkli kireçtaşları, kıltaşı ve marn ardalanması ve üzerine gelen volkano tortul bir istif ile devam eder. Birim içerisindeki volkanik kayalar aynı zamanda cevherleşmenin içinde geliştiği (Şekil 3.3) andezit ve bazaltlardan oluşmaktadır. Birim içinde yer alan andezitik kayalar gri- yeşilimsi gri renklerde ve oldukça kırıklı ve çatlaklı yapıda izlenmektedir (Şekil 3.4). Söz konusu kırıklar genel olarak kalsit ve kil dolguludur.

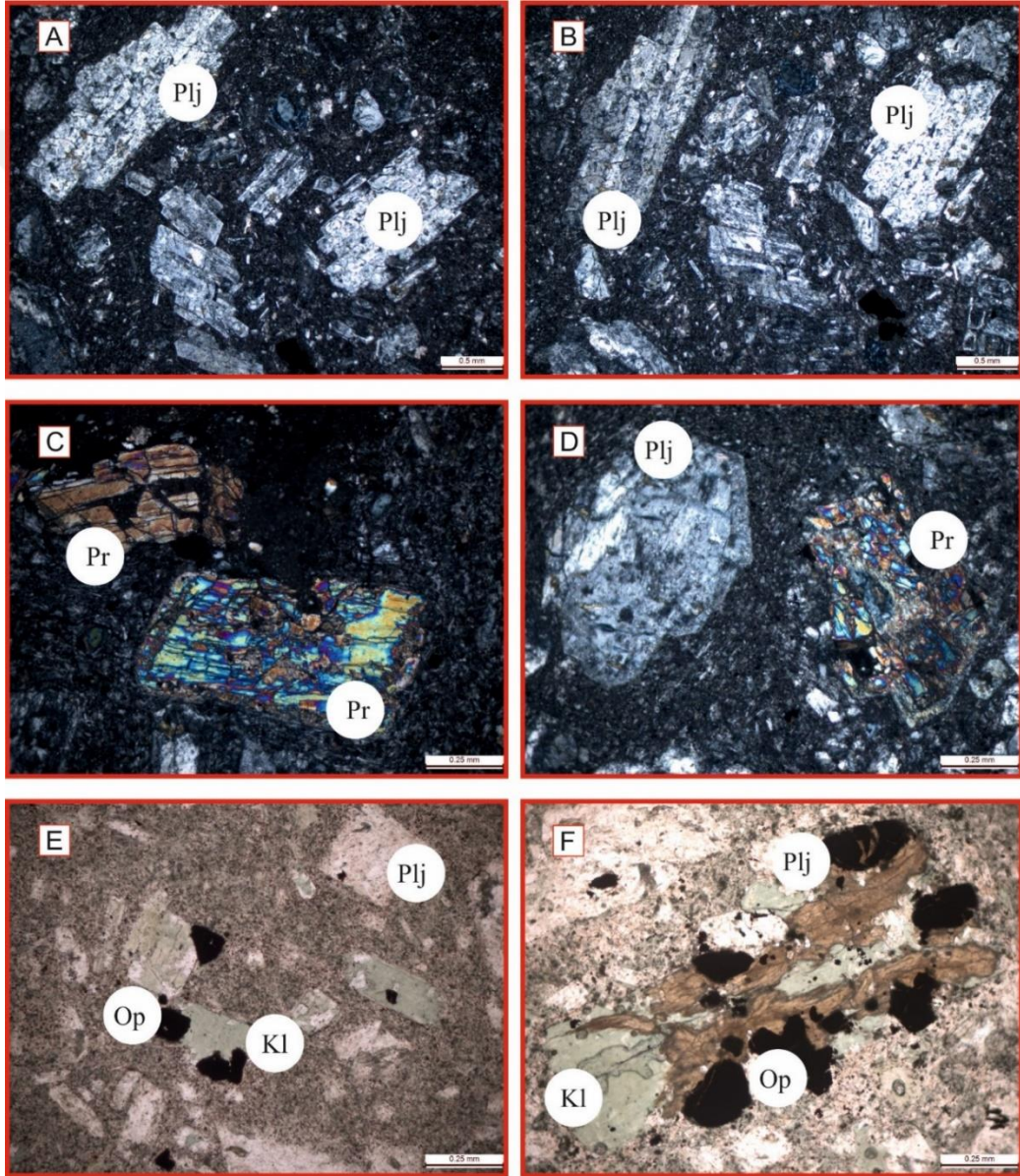


Şekil 3.3. Şenköy Formasyonu içerisinde izlenen andezitlerin arazideki genel görünümü.



Şekil 3.4. Andezit kayaların kırıklı ve çatlaklı görünümleri

Birimden alınan örneklerin ince kesit incelemeleri neticesinde, volkanitlerin profirik ve mikrolitik porfiri doku gösterdiği, plajiyoklas, piroksen ve opak minerallerden meydana geldiği belirlenmiştir. Çoğunlukla serizitleşmiş ve epidotlaşmış olarak gözlenmekte olan plajiyoklaslar öz şekilli ve yarı özşekilli olarak orta ve iri boyuta sahiptir. Yapılan cins tayinine göre plajiyoklasların Andezin ( $An_{30-34}$ ) bileşiminde olduğu belirlenmiştir. Hamur içinde çoğunlukla özşekilli nadiren yarı öz şekilli şekilde sahip olan plajiyoklas mineralleri; öz şekilli opak mineraller izlenmektedir. (Şekil 3.5).

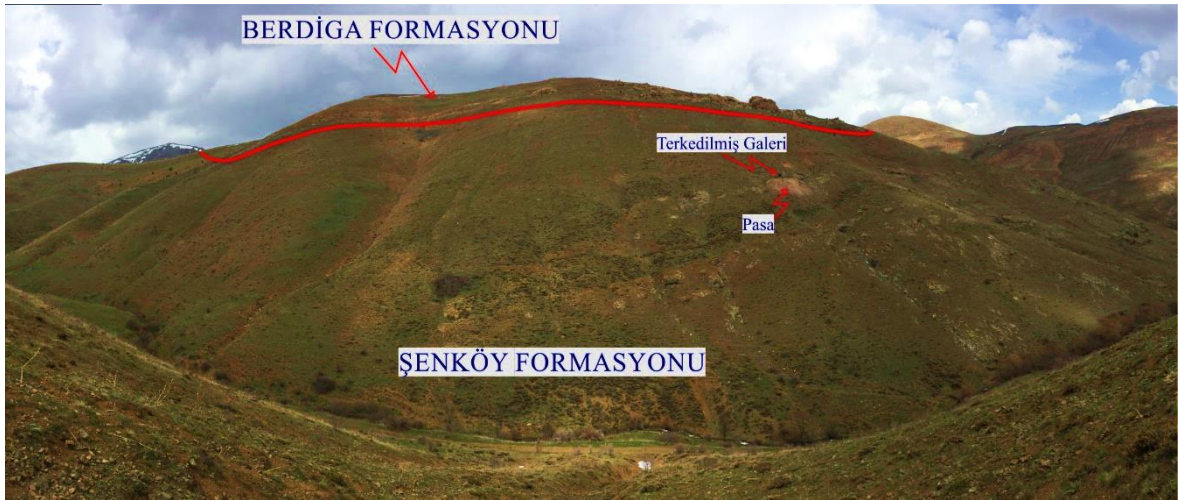


Şekil 3.5. Liyas yaşlı andezitlerin mikroskobik görünümü. (Plj: Plajiyoklas, Pr: Piroksen, Kl: Klorit, Op: Opak, Ser: Serizitleşme, Pr: Piroksen).

Bu tezde Şenköy Formasyonuna ait herhangi bir yaş bulgusu üzerine çalışma yapılmamış olduğundan önceki çalışmalardan yararlanılarak birim Erken-Orta Jura olarak adlandırılmıştır (Kandemir, 2004). Şenköy Formasyonu, Doğu Pontid Orojenik Kuşağının Güney Zonu'nda, aynı stratigrafik konuma sahip fakat farklı adlarla adlandırılmış olan Hamurkesen Formasyonu (Ağar, 1977) ve Zimonköy Formasyonu (Eren, 1983) ile deneştirilebilir özelliktedir.

### 3.1.2. Berdiga Formasyonu

Formasyonun adlandırılması ilk defa Alucra (Giresun) yöresinde çalışmış olan (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. Bu yapı sayesinde masif kireçtaşlarından ayrılır. Masif kireçtaşları ise çalışma alanında beyazımsı gri, koyu sarımsı gri renkte olup, çatlaklı ve kırıklı yapıların ile tipiktirler. Çalışma alanında Geç Jura- Erken Kretase yaşlı Berdiga Formasyonu altta uyumlu olarak Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonu üzerine gelmiştir. Berdiga Formasyonu'nun üzerine uyumsuz olarak sarı, kirli sarı, bej, renklerde ince orta tabakalanmalı Yazıyurdu Formasyonu gelmektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda (Pelin, 1977), kireçtaşlarının yaşı Geç Jura-Erken Kretase olarak belirlenmiştir.

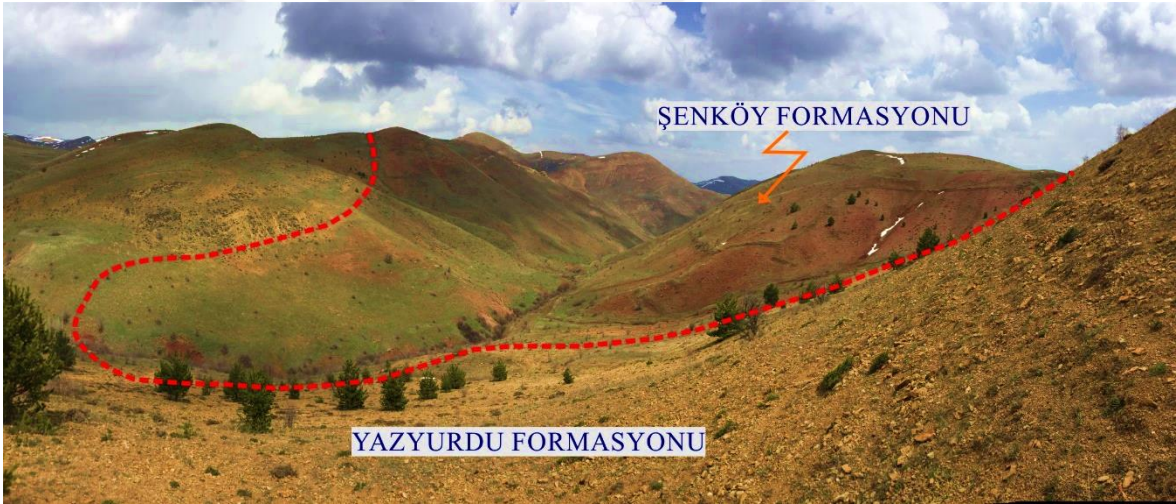


Şekil 3.6. Berdiga Formasyonunun Madenin Sırtı bölgesinde genel görünümü.

### 3.1.3. Yazıyurdu Formasyonu

Formasyon; andezitik lav, aglomera, tuf, dasitik tuf, dasit ve volkano-tortullarla ardalanmalı kumtaşı, siltası, marn seviyeleri ile kumlu kireçtaşı, fosilli kireçtaşlarından oluşan litolojilerle ara seviyeli olarak gelişen volkanik istiften oluşmaktadır. Birim ilk olarak Keskin vd. (1989) adlandırılmıştır.

Tabanında bulunan bol Nummulitli sarı, gri renkli kireçtaşı ve kumtaşı tabakaları ile başlar. İstif marn, kumtaşı ardalanması şeklinde devam eder. Üst kesimlere doğru kumtaşı, marn, tuf istifinde yer yer bloklarda gözlenir. Bazaltlar, çok ayrılmış yapıda olup arazide sarımsı kahverengimsi renklerde görülmektedir. Bol çatlaklı yapıya sahip olmakla beraber çatlak dolgusu ise kalsit içerir. Yastık lavlar, arazide grimsi-kahverengimsi renkleri ve yumrulu yapılarıyla kolaylıkla tanınırlar (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Yazıyurdu Formasyonunun arazideki genel görünümü

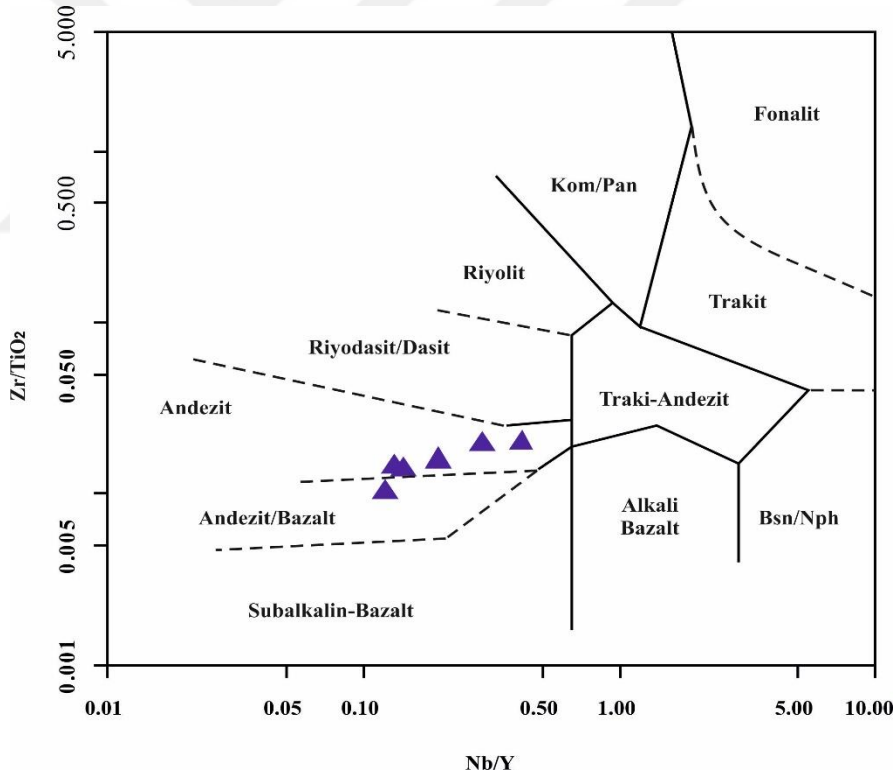
Volkanitlerinde yapılan petrokimyasal çalışmalar bu volkanizmanın çoğunlukla kalkalen, yer yer ise şošonitik ve alkalin nitelikte olduğunu ortaya koymuştur (Keskin vd., 1989).

Yazıyurdu Formasyonu, Kabaköy (Gümüşhane) yöresindeki genellikle kırıntılı çökellerle başlayan istifin üst kısımlarına doğru volkano-tortul seviye ile devam eden ve Güven (1993) tarafından Kabaköy Formasyonu olarak adlandırılan birim ile denestirilebilir.

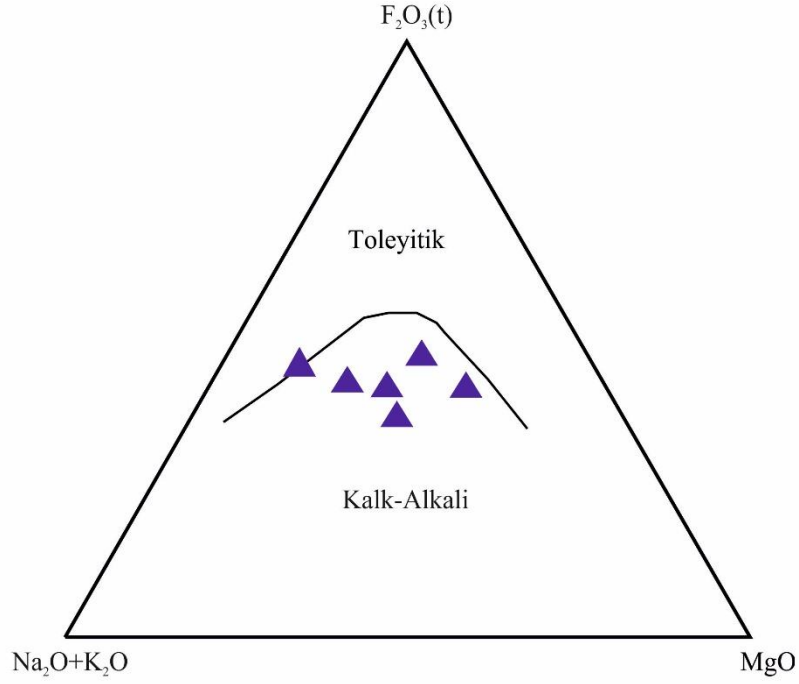
### 3.2. Volkanik Kayaçların Jeokimyası

Çalışılan cevherleşmenin içinde geliştiği Şenköy Formasyonu volkanik birimlerinin petrokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla seçilen örneklerden ana (%) iz (ppm) ve nadir toprak element (ppm) analizleri gerçekleştirilmiştir (Tablo 3.1.).

Elde edilen analizlerden yararlanılarak yan kayaçların jeokimyasal karakteristikleri ortaya konmuştur. Alınan örneklerin kimyasal adlandırılmasında Winchester ve Floyd (1976) tarafından önerilen Nb/Y'ye karşı Zr/TiO<sub>2</sub>\*0.0001 diyagramı tercih edilmiştir. Bu diyagrama göre örnekler andezit, andezit/bazalt alanlarında yer aldığı (Şekil 3.8), Irvine ve Baragar (1971) tarafından oluşturulan AFM diyagramında ise kayaçların kalk-alkali karaktere sahip oldukları görülmektedir (Şekil 3.9).

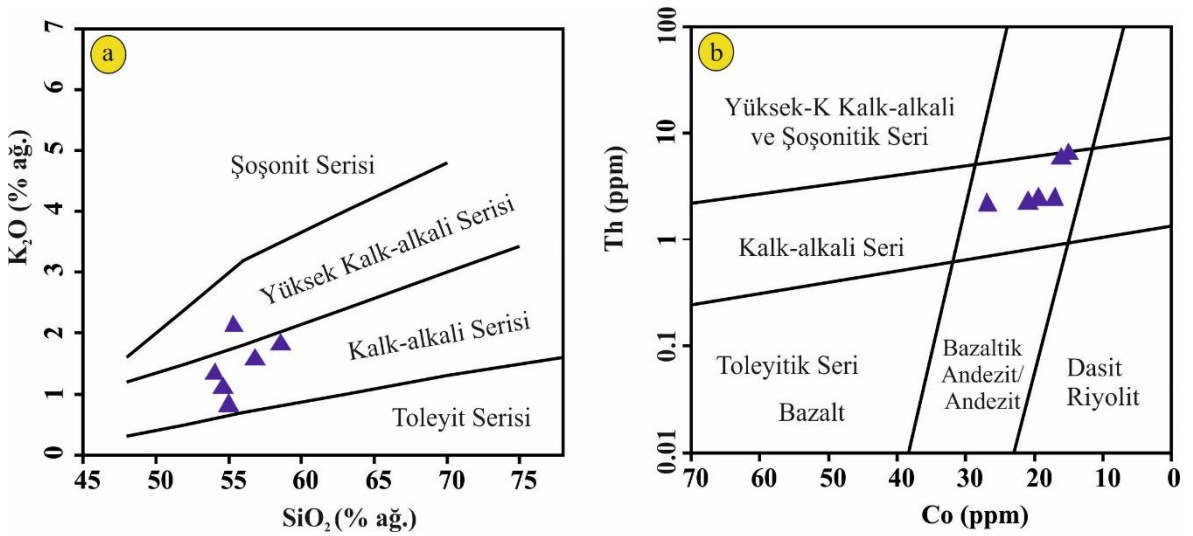


Şekil 3.8. Volkanik kayaçların Nb/Y'ye karşı Zr/TiO<sub>2</sub>\*0.0001 diyagramı



Şekil 3.9. Volkanik kayaların AFM üçgen diyagramı (toleyitik ve kalk-alkali ayırım eğrisi Irvine ve Baragar (1971)'dan alınmıştır.).

Volkanik kayaların  $\text{SiO}_2$  ve  $\text{K}_2\text{O}$  içeriklerine göre örnekler kalk-alkali karakterli bir magmadan türeyen kayalar ile benzerlik gösterirken (Peccherillo ve Taylor, 1976; Şekil 3.10a), Th ve Co içerikli kalk-alkali bileşimli bazaltik/andezit ve andezit bileşimi (Hastie vd., 2007; Şekil 3.10b) yansıtmaktadır.



Şekil 3.10. Volkanik kayaların (a)  $\text{SiO}_2$  (% ağırlık)'ye karşı  $\text{K}_2\text{O}$  (% ağırlık) ve (b) Co (ppm) karşı Th (ppm) diyagramı.

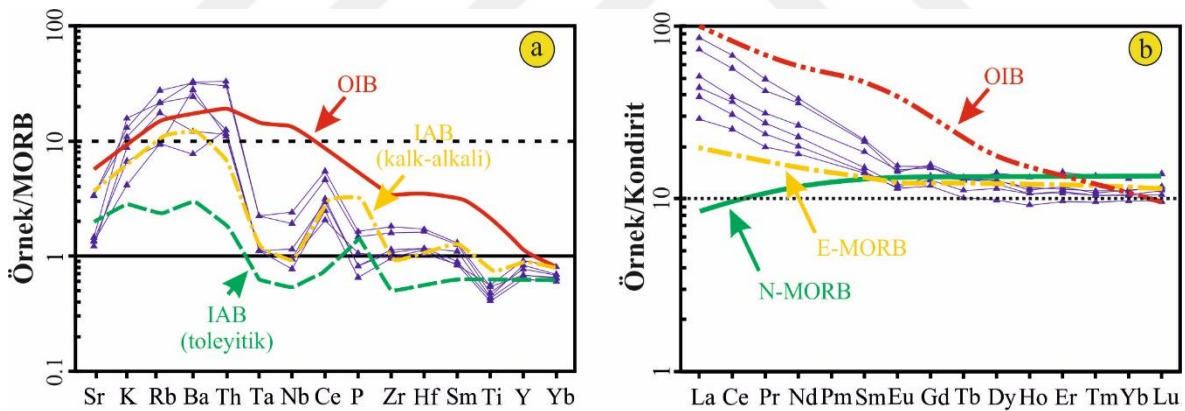
Tablo3. 1. Volkanik kayaların ana (% ađ.), iz (ppm) ve nadir toprak (ppm) element analiz sonuçları.

Örnek No	CS6	CS8	HS18	HS17	HS15	HS14
SiO <sub>2</sub>	59.32	57.00	55.06	53.24	54.56	54.06
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.68	17.28	16.74	16.79	16.41	16.30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	6.72	5.60	7.46	7.78	7.58	7.84
MgO	2.78	1.25	5.41	4.19	4.19	6.11
CaO	6.49	8.04	3.73	6.28	4.32	6.92
Na <sub>2</sub> O	3.30	3.06	3.61	2.27	4.54	2.30
K <sub>2</sub> O	1.95	1.63	2.36	1.31	0.62	1.00
TiO <sub>2</sub>	0.72	0.81	0.64	0.66	0.84	0.61
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.18	0.20	0.10	0.10	0.13	0.08
MnO	0.13	0.10	0.14	0.12	0.16	0.14
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.004	0.004	0.011	0.012	0.002	0.030
A.K.	1.50	4.80	4.50	7.10	6.50	4.40
<b>Toplam</b>	<b>99.77</b>	<b>99.77</b>	<b>99.76</b>	<b>99.85</b>	<b>99.85</b>	<b>99.79</b>
Ba	643	655	488	242	154	558
Sc	21	22	27	29	26	30
Co	16.1	14.9	19.4	20.9	17.1	26.8
Cs	1.7	1.0	0.9	2.1	1.8	0.7
Ga	15.0	15.7	15.4	16.5	12.7	14.0
Hf	3.9	4.1	2.8	2.8	2.7	2.5
Nb	6.7	8.4	4.0	3.3	3.3	2.7
Rb	55.0	43.2	42.7	35.2	19.0	18.7
Sr	403.7	399.0	174.0	145.7	161.7	162.9
Ta	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2
Th	6.0	6.6	2.5	2.3	2.5	2.2
U	1.6	1.4	0.7	0.5	0.6	0.5
V	163	176	172	184	181	188
W	0.6	0.8	DLA	DLA	DLA	DLA
Zr	143.1	162.9	102.2	96.4	87.6	85.6
Y	23.0	20.4	20.5	25.1	27.2	18.9
Cu	52.3	26.3	39.4	17.4	11.9	13.7
Pb	1.7	3.5	15.2	3.4	2.2	3.2
Zn	24	21	85	84	118	61
Ni	3.7	4.1	21.9	24.6	6.3	57.3
La	22.7	26.6	13.7	15.9	9.0	12.1
Ce	46.0	54.6	29.4	31.4	20.5	24.9
Pr	5.15	6.02	3.36	3.82	2.43	2.90
Nd	21.5	22.8	13.7	16.0	10.9	12.1
Sm	4.18	4.29	2.95	3.64	2.75	2.81
Eu	1.05	1.14	0.89	1.08	0.85	0.84
Gd	4.09	3.97	3.33	3.92	3.50	3.08
Tb	0.63	0.62	0.53	0.61	0.61	0.48
Dy	4.09	3.93	3.70	4.14	4.55	3.16
Ho	0.83	0.77	0.77	0.81	0.96	0.66
Er	2.38	2.26	2.32	2.46	2.99	2.03
Tm	0.36	0.34	0.34	0.35	0.44	0.31
Yb	2.33	2.18	2.21	2.36	2.74	2.03
Lu	0.38	0.34	0.36	0.37	0.45	0.31
<b>Mg#</b>	<b>29</b>	<b>18</b>	<b>42</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	<b>44</b>

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\*: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> cinsinden toplam demir. A.K. (Ateşte Kayıp): Toplam uçucu içeriği. Mg# = molar MgO / molar (MgO+FeOT)\*100.

Çalışılan sahadan alınan Liyas yaşlı volkanik kayaların ana ve iz element analiz sonuçlarına göre; SiO<sub>2</sub> (% 59.32-53.24), Na<sub>2</sub>O (%4.54-2.27), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (% 17.28-16.30), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (% 7.84-5.60), MgO (% 6.11-1.25), CaO (% 8.04-3.73), K<sub>2</sub>O (% 2.36-0.62), TiO<sub>2</sub> (% 0.81-0.61) değerleri arasında değişmektedir.

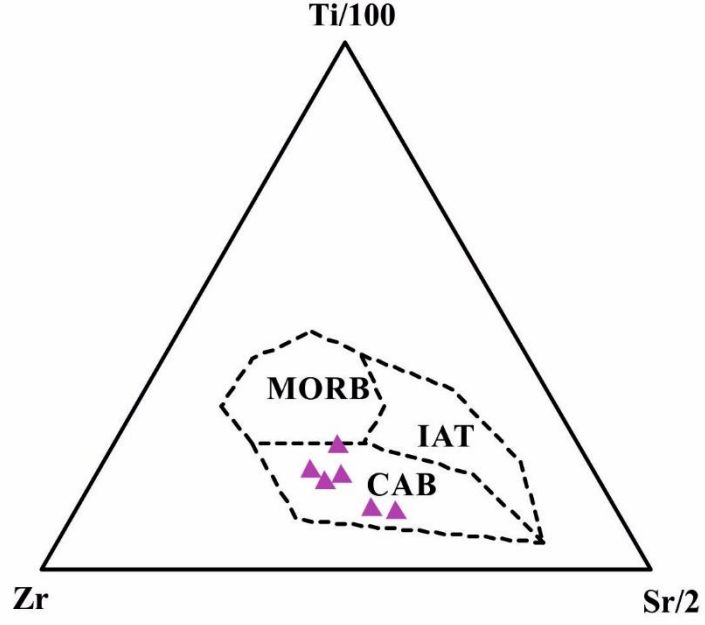
Volkanik örneklerinin MORB'a göre (Sun ve McDonough, 1989) normalleştirilmiş olan iz element değişim diyagramında büyük iyon yarıçaplı litofil element konsantrasyonları bakımından zenginleşme yüksek çekim alanlı elementler bakımından fakirleşme görülmektedir (Şekil 3.11a). Liyas volkaniklerinin kondirite göre (Boynton, 1984) normalize edilmiş nadir toprak element dağılımlarında özellikle hafif nadir toprak elementlerin, ağır nadir toprak elementlere göre daha fazla zenginleştiği dikkat çekicidir (Şekil 3.11b). Söz konusu diyagramda gözlenen konkav yapı ise çalışılan kayaların oluşumu sırasında klinopiroksen ve hornblend ayrışmasının gerçekleştiğine işaret eder (Fujimaki vd., 1984). Gerek iz element gerekse nadir toprak element dağılım diyagramlarında elde edilen yönsemeler kayaların benzer manto kaynağından türediklerini, negatif Eu/Eu\* anomalisinin plajiyoklas ayrışmasının geliştiğini ifade etmektedir.



Şekil 3.11. Volkanik kayalarının iz element dağılım diyagramları, (a) MORB'a göre, (b) kondirite normalize edilmiş NTE dağılımları (MORB: Normal Okyanus Ortası Sırtı Bazaltları, OIB: Okyanus Adası Bazaltları, IAB: Ada Yayısı Bazaltları. Normalleştirme değerleri, N-MORB ve E-MORB; Sun ve McDonough, 1989'dan, Boynton (1984); IAB: Pearce, 1982'den alınmıştır)

Sonuç olarak, büyük iyon yarıçaplı litofil elementler, yüksek çekim alanlı elementler, hafif nadir toprak elementler ve ağır nadir toprak elementler kapsamında elde edilen verilen ile Şekil 3.11a ve b'de gözlenen negatif Nb, Ta, Ti ve Zr anomalileri volkanitlerin yitim ilişkili kıtasal yay magması özelliğinde olduğunun göstergesidir (Pearce 1983; Ringwood 1990; Stolz vd., 1990; Kelemen vd., 1990).

Ti/100-Zr-Sr/2 tektonik ayırtman diyagramına aktarıldığında örneklerin kalk alkali bazalt (Şekil 3.12a) alanında yer aldığı (Pearce ve Cann, 1973).



Şekil 3.12. Volkanik kayaların tektonik ayırtman grafikleri Ti/100-Zr-Sr/2 diyagramı (MORB: Okyanus tabanı bazaltı, CAB: Kalk-alkali bazaltı, IAT: Adayayı toleyitik bazaltı), (Pearce ve Cann, 1973).

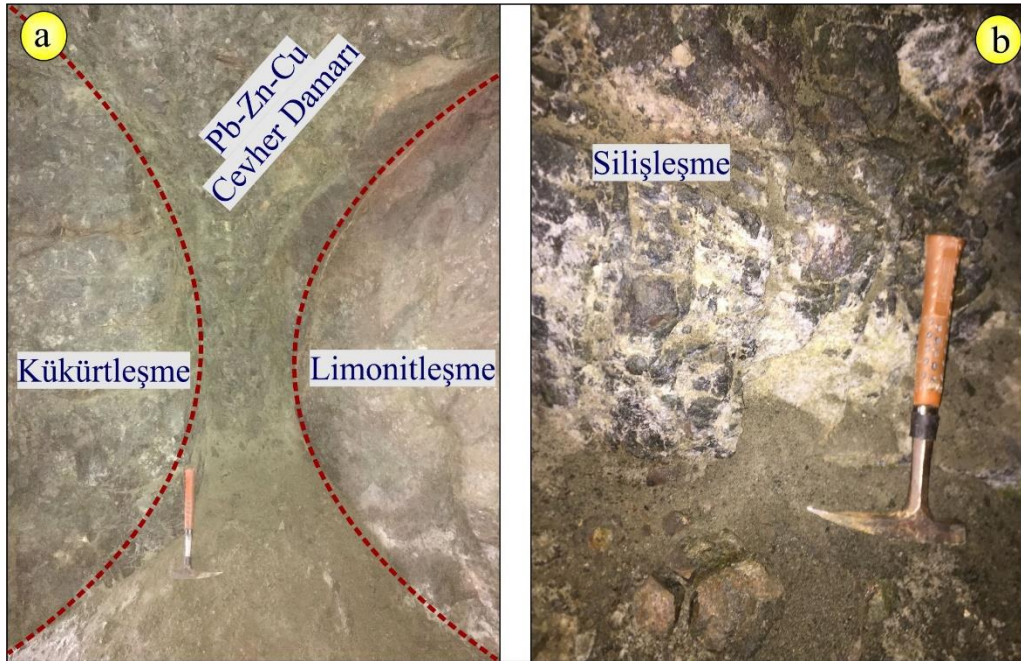
### 3.3. Kılıçören (Gümüşhane ) Cu-Zn-Pb ± (Ag, Au) Cevherleşmesinin Jeolojisi

#### 3.3.1. Giriş

Cevherleşme Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonuna ait andezitler içerisinde gerçekleşmiş ve ortaya polimetalik tür cevherleşme meydana gelmiştir. Cevherleşmeye neden olan ısı kaynağı inceleme alanı dışında yer alan Üst Kretase yaşlı Kaçkar-I Granitoidir (Güven, 1993). Söz konusu magmatik sokulumun sığ derinliklere yükselmesi ve hidrotermal ergiyiklerin uygun kırık ve çatlaklara gelip yerleşmesi cevherleşmenin oluşumunda birincil etkindir. Bu bölümde cevherleşme ve çevresinin detay jeolojisi, alterasyonu ve cevher minerallerinin parajenezi ve süksesyonu anlatılacaktır.

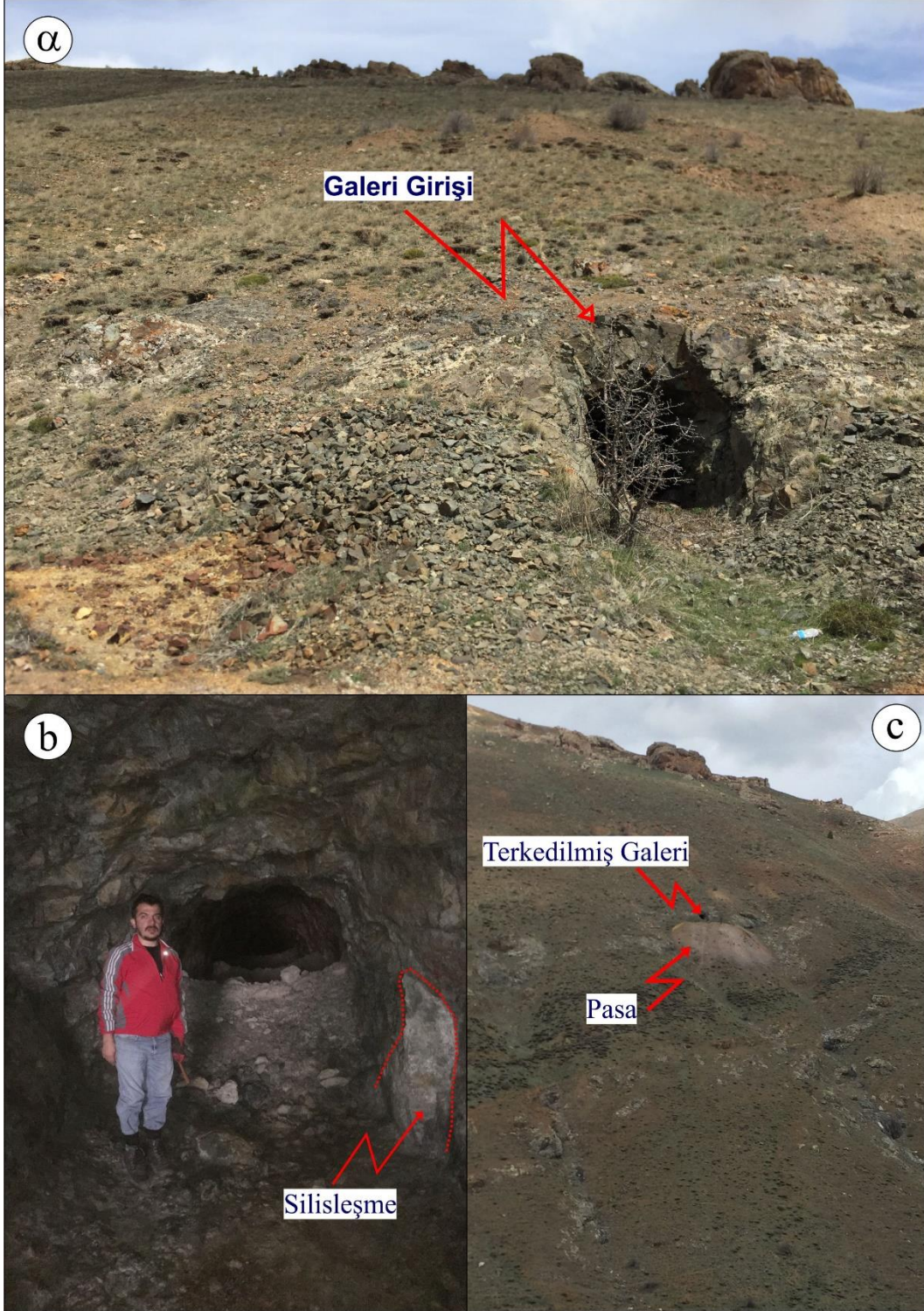
#### 3.3.2. Cevherleşme Jeolojisi ve Gelişen Alterasyonlar

Çalışılan cevherleşme Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonu içerisindeki andezit kayaları içinde gelişen KB-GD doğrultulu kırık hatlarına yerleşmiş olarak gözlenmektedir. Arazide gözlenen damarlar birkaç santimeden bir iki metreye kadar değişen kalınlıklarda ve birkaç metre devam eden uzunluğundadır (Şekil 3.13).



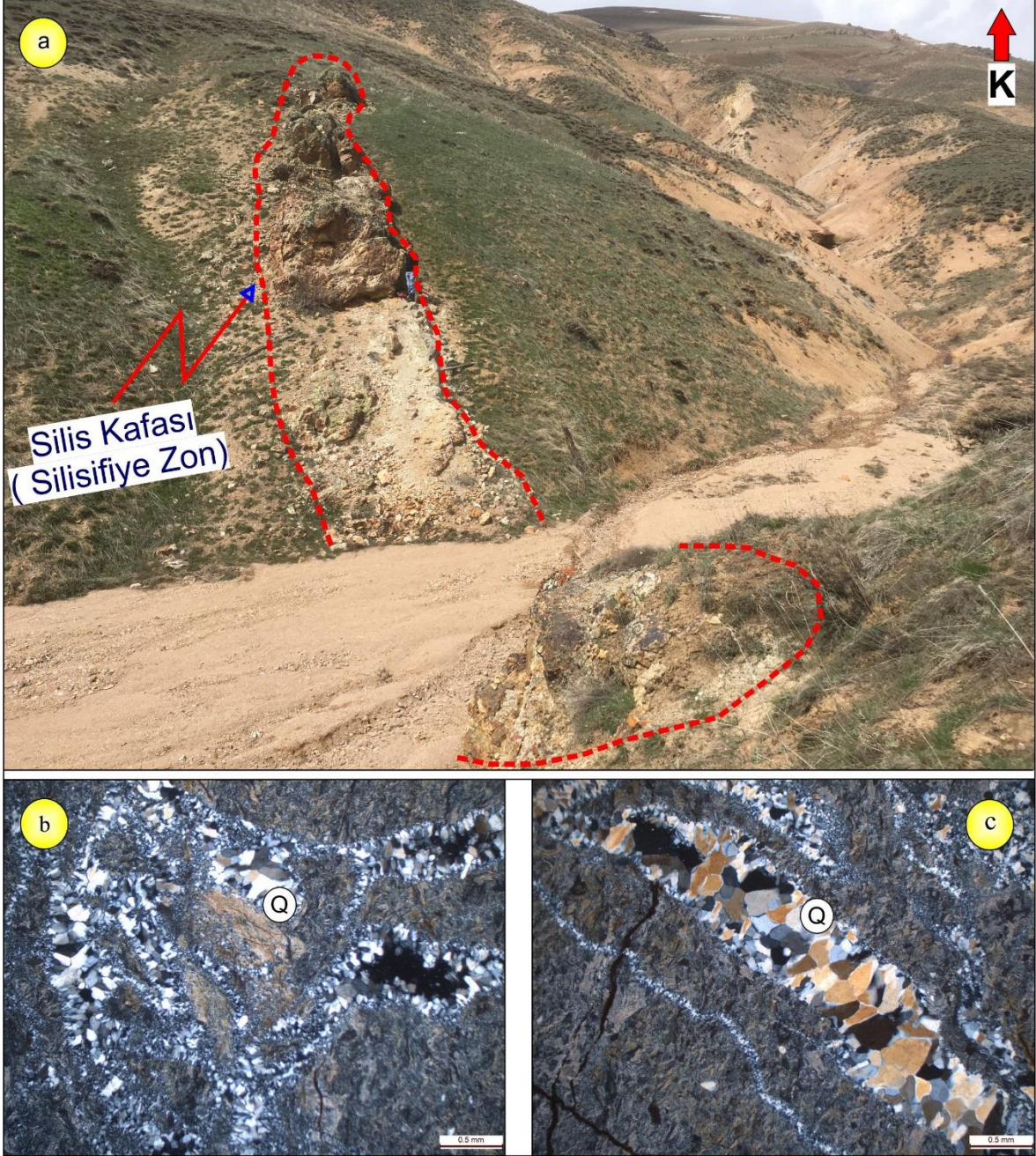
Şekil 3.13. a) Galeri içerisinde andezit kayalarını kesen cevher damarının görünümü, b) Galeri içerisinde cevherleşmenin olduğunun göstergesi olan silişleşme alterasyonu.

Cevherleşmenin en iyi gözlemlendiği alan olan Madenin Sırtı bölgesinde terketilmiş olan galeri; 2151 m yükseklikte, K10B doğrultulu 2,5 m genişliğinde 3 m yüksekliğinde yaklaşık 100 m devam etmektedir. Ayrıca pasa da bulunmaktadır (Şekil 3.14).



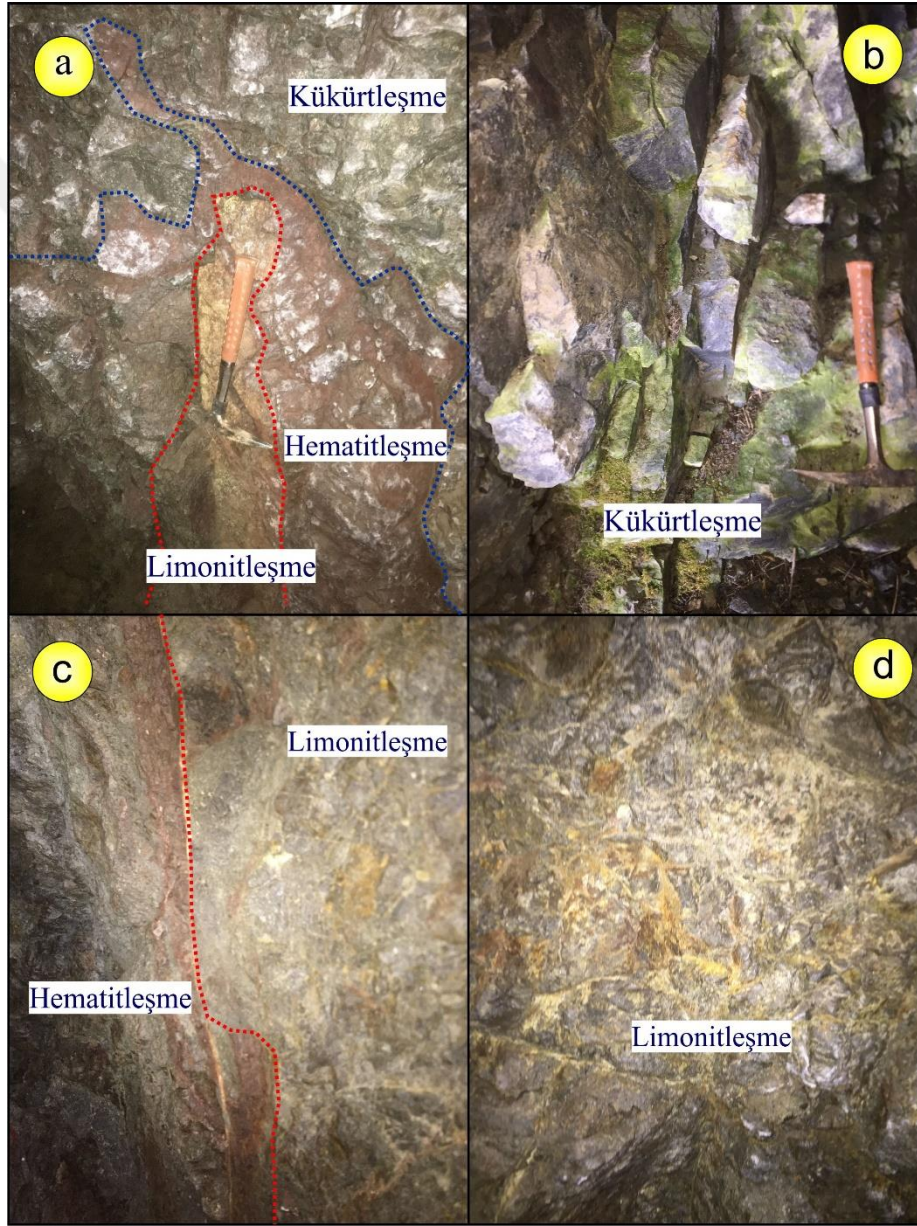
Şekil 3.14. Madenin Sırtı bölgesindeki terkedilmiş madenin galerisi ve pasası

Bunun yanı sıra çalışma sahasında K25B doğrultulu yaklaşık 5 kalınlığında ve 50 metre uzunluğunda bir silisifiye zon tespit edilmiştir. Silis kafası olarak da adlandırılan silisifiye zonlara ait mostraların çalışılan alanda gözlenmesi, cevherleşmenin düşük sıcaklıkta, bir başka ifade ile epitermal sistemde geliştiğine işaret etmektedir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. İnceleme alanında gözlenen (a) silisifiye zonun, (b) ve (c) silisleşmenin ince kesit görünümü (Q: Kuvars)

Yapılan arazi gözlemleri neticesinde gerek galeri içinden, gerekse çevresinden alınan örneklerde pirit, kalkopirit, sfalerit, galen ve kuvars gibi mineraller makroskobik olarak görülmektedir. Bunun yanı sıra bölgede cevherleşmeye işaret eden hidrotermal çözeltilerin meydana getirdiği pek çok alterasyon türü gözlenmektedir. Özellikle cevher damarına yakın kesimlerde gözlenen silisleşmeye ilaveten, piritlerin oksidasyonu sonucu hematitleşme ve limonitleşme en sık gözlenen alterasyon ürünleridir (Şekil 3.16). Sahada lokal bölgelerde kloritleşme ve kükürtleşme türü alterasyonlar da gözlenmektedir.



Şekil 3.16. Arazide gözlenen alterasyonlar (a) limonitleşme, hematitleşme, kükürtleşme, (b) kükürtleşme, (c): limonitleşme ve hematitleşme, (d) limonitleşme

### 3.3.3. Cevher Mikroskobisi

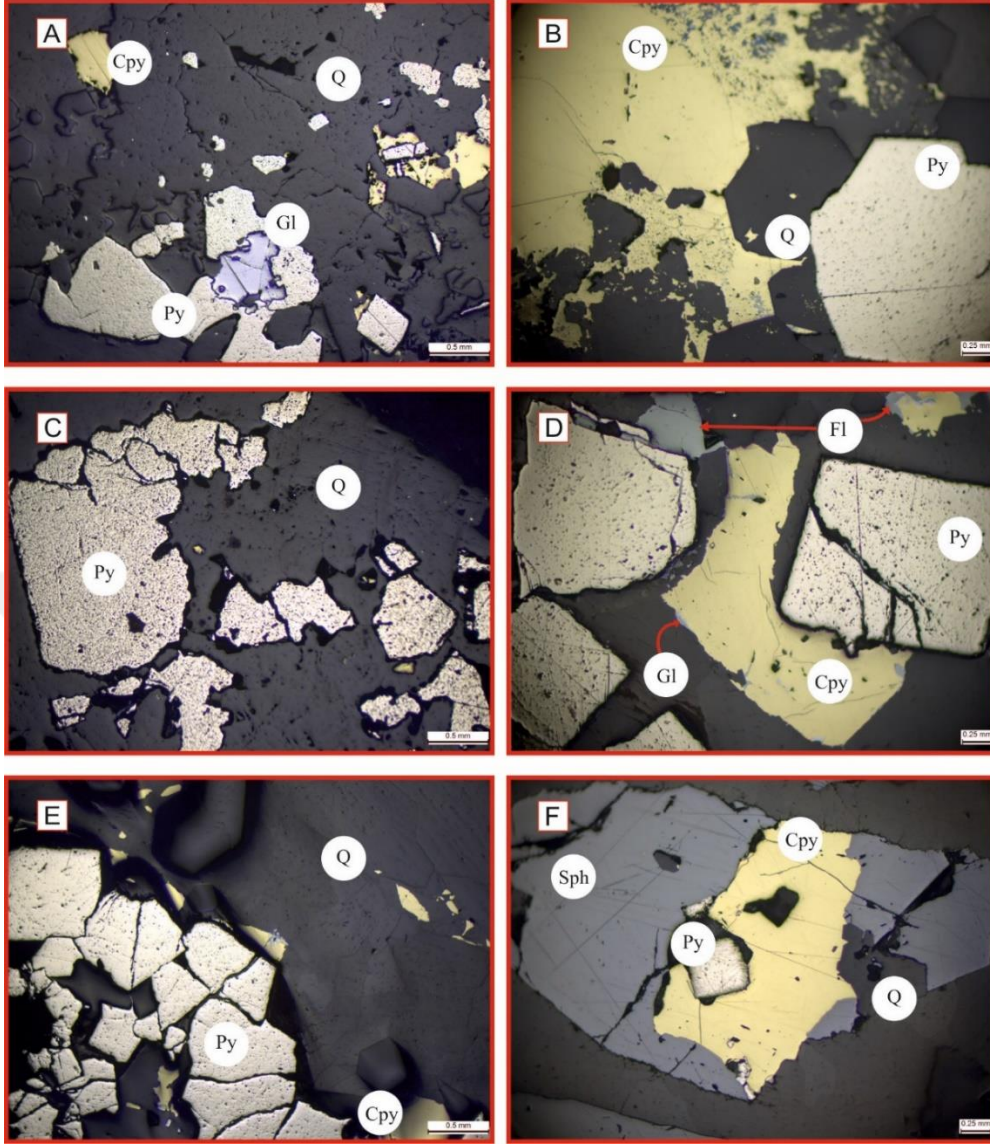
Kılıçören Pb-Zn-Cu cevherleşenin bulunduğu alanda yer alan galeri, damar ve pasadan derlenen cevherli örnekler üzerinde mikroskobik incelemeler gerçekleştirilmiştir. Buna göre çalışılan madende cevher oluşumunun 2 farklı evrede gerçekleştiği tespit edilmiştir (Tablo 3.2.). Birinci evreden sonra kataklastik dokunuların ortaya çıkmasına sebebiyet veren kırılma olayı ve ornatım, ikinci evreden sonra ise sadece ayrılım dokuları ile ornatımın yanı sıra kırılma da gerçekleşmiştir. Her iki evrenin sonunda ise oksidasyon evresinde hematit ve limonit mineralleri oluşurken, malahit-azurit ile kovellin-kalkozin kalkopirit ve galenlerin çevresi ve kırıkları boyunca ikincil mineraller nadir olsada gözlenmektedir.

Tablo 3. 2. Cevherleşmenin parajenezi ve süksesyonu

Parajenez	I. FAZ	II.FAZ	Süperjen Mineralleri
Pirit	—————	—————	
Kalkopirit	—————		
Sfalerit	- - - - -	—————	
Galen	—————	- - - - -	
Fahlerz	—————	- - - - -	
Kuars	—————	- - - - -	
Hematit			—————
Limonit			—————

#### 3.3.3.1. Pirit

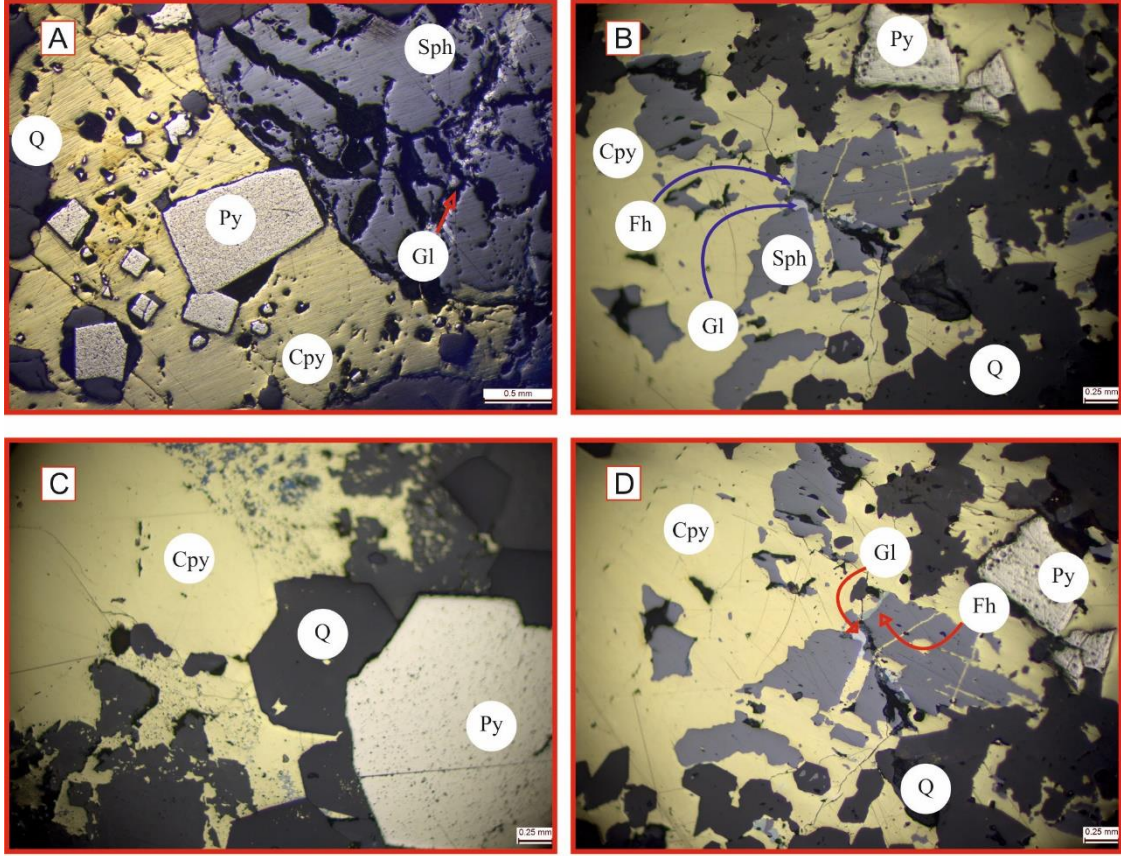
Parlak kesitler de metalik sarı rengi ile kolayca tanınan pirit ilk oluşan cevher minerali olmakla birlikte genel olarak kalkopirit, sfalerit ve kuvars ile birlikte gözlenmektedir. Kesitlerde çoğunlukla yarı öz şekilli ve şekilsiz nadiren de öz şekilli olarak gözlenir (Şekil 3.17 D ve F). Genellikle kuvars içerisinde kapanım halinde bulunan pirit mineralleri kırılma tektoniğine bağlı olarak kırıklı ve parçalı bir yapıda görülmektedir (Şekil 3.17 E).



Şekil 3.17. Pirit mineralinin mikroskopik görünümü (Py: Pirit, Cpy: Kakopirit, Sph: Sfalerit, Gl: Galen, Fl: Fahlerz, Q: Kuvars)

### 3.3.3.2. Kalkopirit

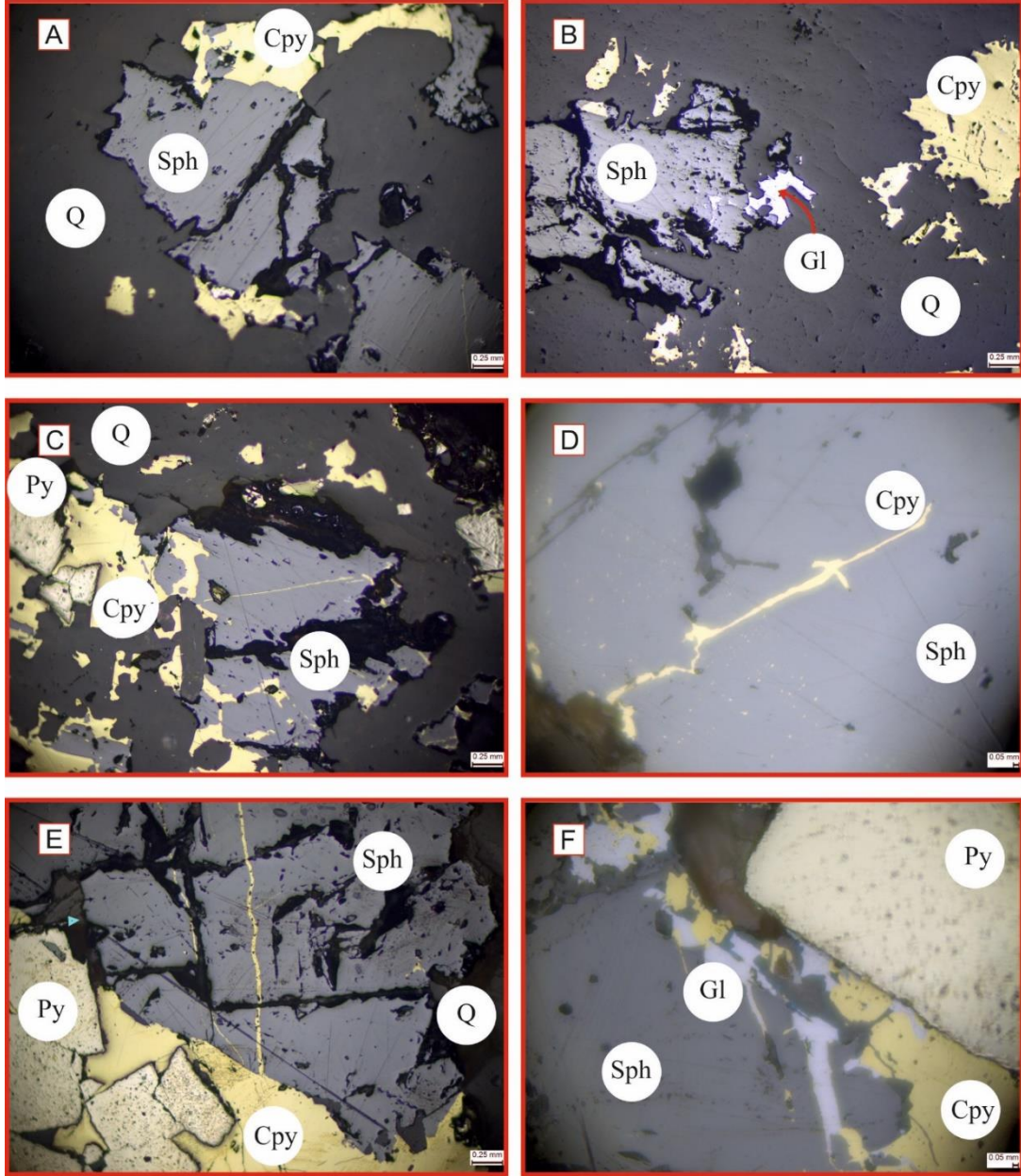
Pirit mineralinden daha koyu sarı rengi ile ayrılan kalkopirit, kesitlerde genel olarak orta ve iri kristalli, öz şekilsiz ve çoğunlukla da pirit, sfalerit ve kuvars ile birlikte görülmektedir. Kataklastik izleri de görülen kalkopirit, gerek sfaleriti ornatmış halde gerekse de sfalerit içinde ayrılım şeklinde gözlenir. Çoğunlukla öz şekilli ve yarı özşekilli pirit kapanım içeren kalkopiritler nadiren de galeni ornatmışlardır. Kırılma tektoniğine bağlı olarak kalkopiritlerin çatlaklarında ve dokanaklarında kuvars gangü öz şekilli olarak gözlenebilmektedir (Şekil 3.18 B, D ve C).



Şekil 3.18. Kalkopirit mineralinin mikroskobik görünüşleri (Py: Pirit, Cpy: Kakopirit, Sph: Sfalerit, Gl: Galen, Fl: Fahlerz, Q: Kuvars)

### 3.3.3.3. Sfalerit

Sfalerit genelde iri kristalli düzensiz şekilli geniş yüzeyli ve bazen de küçük-orta kristaller şeklinde gri-açık ve gri renklerde izlenir. Çoğunlukla kalkopirit ile ilişki içinde olan sfalerit minerali bazen kalkopirit tarafından ornatılmış bazen de kalkopriti ornatmış olarak gözlenmesinin yanı sıra eş oluşumu ifade eden kalkopirit ayrımları da içermektedir (Şekil 3.19 B, C ve D). Kataklastik yapılanmadan dolayı sfalerit içinde oluşan kılcal çatlaklara kalkopirit yerleşimi (Şekil 3.19 D ve E) gerçekleşmiş ve yıldız dokusunun oluşmasına sebebiyet vermiştir (Şekil 3.19 D). Kesitlerde nadiren olsa sfaleritin galen mineralini ornatmış olduğu görülmektedir (Şekil 3.19 F). Cevher oluşumunun son evresine karşılık gelen kuvars gangi yerleşimi sırasında, kuvars diğer cevher minerallerinin kırıklarına yerleştiği gibi, sfalerit minerallerinin de kırıklarına yerleşmiştir (Şekil 3.19 A, C ve E).

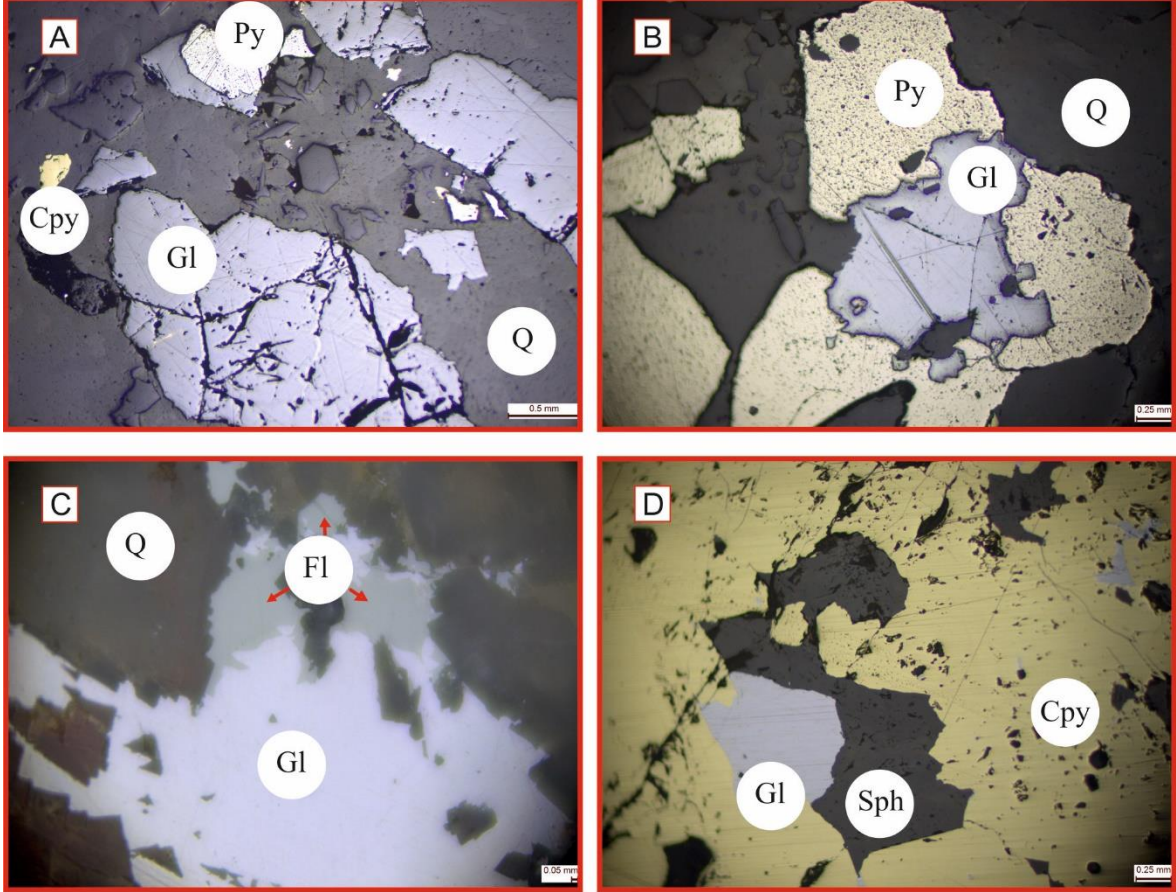


Şekil 3.19. Sfalerit mineralinin mikroskobik görünüşleri (Py: Pirit, Cpy: Kakopirit, Sph: Sfalerit, Gl: Galen, Fl: Fahlerz, Q: Kuvars)

#### 3.3.3.4. Galen

Çelik mavisi veya krem mavisi renklerde izlenen ve sfalerite göre daha açık renkler sergileyen galen, belirgin olarak derin parlatma çizikleri (Şekil 3.20 A, B) içermesinin yanı sıra karakteristik tanıma özelliği olan üçgen dilinim yüzeylerine de sahiptir (Şekil 3.20 C). Galen minerali çoğunlukla sfalerit, kalkopirit ve pirit ile birlikte izlenir. Pirit tarafından ortanılmış halde gözlenen galen, aynı zamanda kalkopirit içinde kapanım halinde

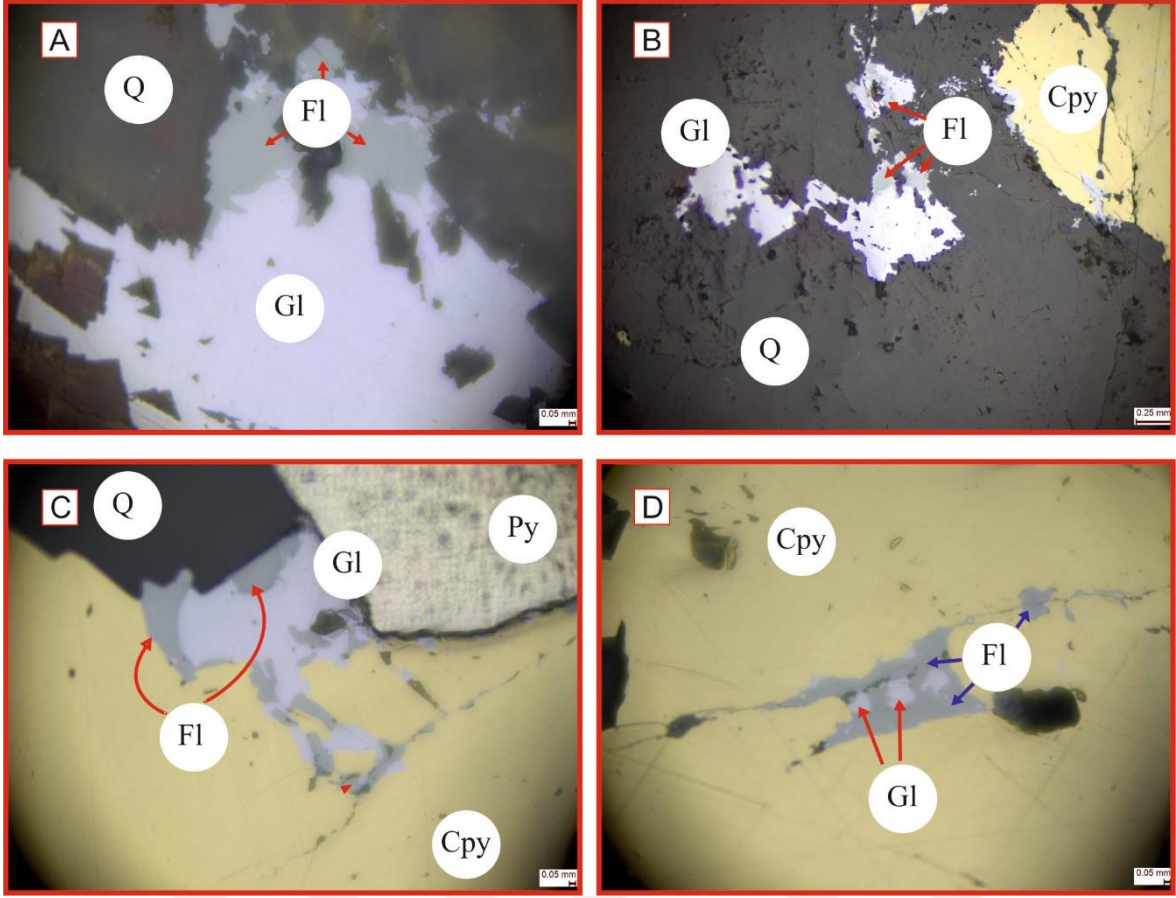
gözlenmektedir (Şekil 3.20 D). Bunun yanı sıra galen içerisinde fahlerz kapanımları da bulunmaktadır (Şekil 3.20 C). Galen minerali de kırık tektonği etkisine maruz kalmış ve diğer cevher minerallerinde olduğu gibi parçalanmış galen aralarına ise öz şekilli kuvars mineralleri yerleşmiştir (Şekil 3.20 A).



Şekil 3.20. Galen mineralinin mikroskobik görünüşleri (Py: Pirit, Cpy: Kakopirit, Sph: Sfalerit, Gl: Galen, Fl: Fahlerz, Q: Kuvars)

### 3.3.3.5. Fahlerz

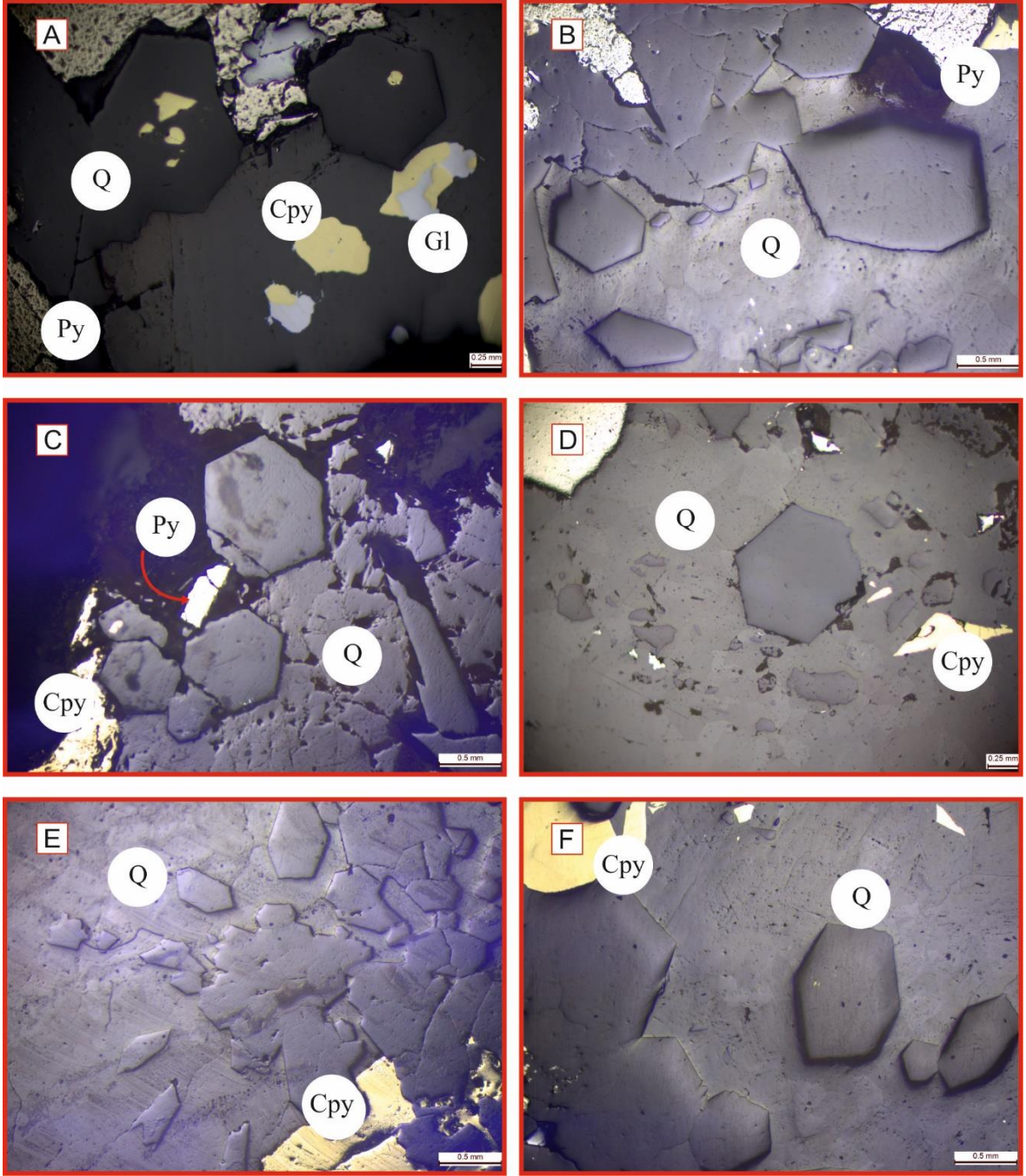
Parajenez kapsamında nadiren gözlenen fahlerz mineralleri yeşilimsi gir renklere çoğunlukla da galen içerisinde kapanım şeklinde gözlenir. Fahlerz minerali cevher oluşumunun birinci evresinde kalkopirit içerisinde (Şekil 3.21 B ve D) gözlenirken cevher oluşumunun ikinci evresinde ise galen içerisinde gözlenmektedir. (Şekil 3.21 A ve C).



Şekil 3.21. Fahlerz mineralinin mikroskobik görünümüleri (Py: Pirit, Cpy: Kakopirit, Gl: Galen, Fl: Fahlerz, Q: Kuvars)

### 3.3.3.6. Kuvars

Parlak kesitlerde genellikle öz şekilli olarak gözlenen kuvars, cevherleşme oluşum sırasında iki evrede de gözlenmektedir. Cevherleşmenin birinci evresinde gözlenen kuvars, kırık tektoniğine bağlı olarak cevher minerallerinde gözlenen kırıklar arasına dolgu olarak yerleşmiştir (Şekil 3.22 A). Sıcaklığın düştüğü cevher oluşum sürecinin tamamlanmaya başladığı zaman gelen ikinci evrede ise öz şekilli kuvars kristalleri gözlenmektedir. Söz konusu kuvars mineraller boşluk dolgusu ve taraklı yapı göstermektedir (Şekil 3.22 B, C ve D). Bu şekilde gözlenen kuvars mineralleri cevherleşmenin epitermal sistemde geliştiğine işaret etmektedir (Örneğin, Akaryalı, 2010; Akaryalı, 2016; Akaryalı ve Akbulut, 2016)

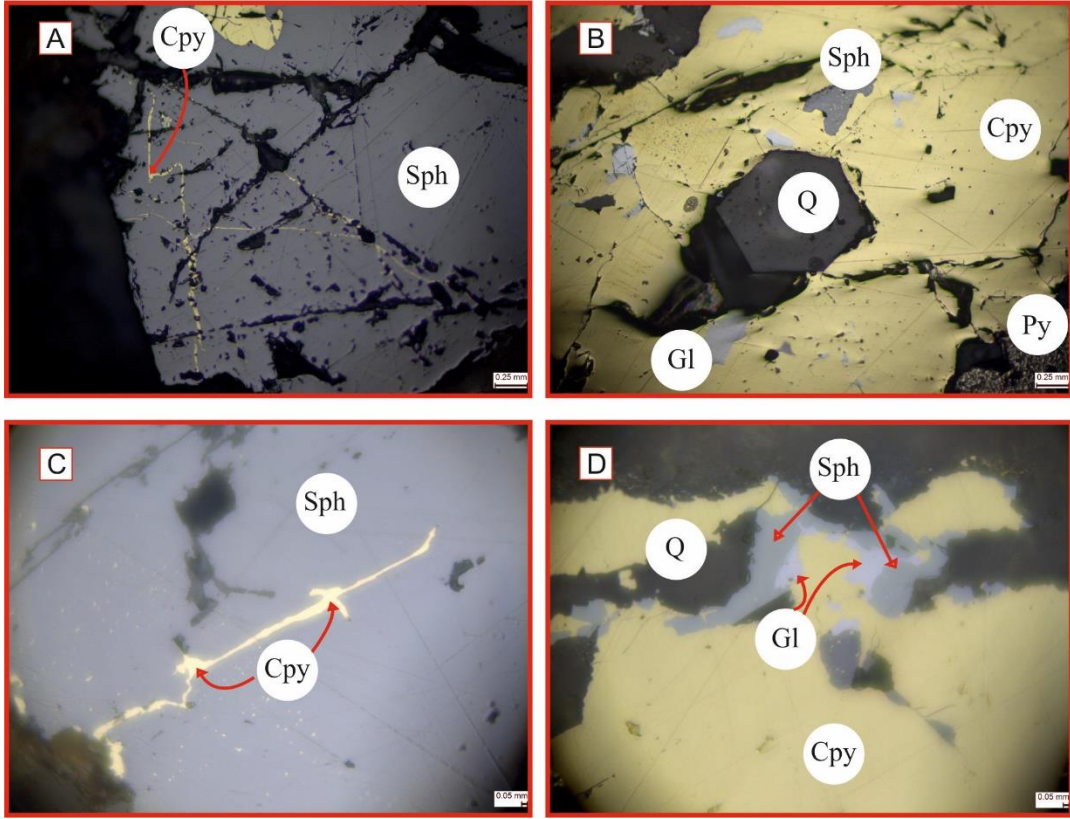


Şekil 3.22. Kuvars mineralinin mikroskobik görünümüleri (Py: Pirit, Cpy: Kakopirit, Gl: Galen, Q: Kuvars)

### 3.3.4. Dokuların Petrografik Anlamı

Cevherleşmenin oluşumunu ve geçirdiği değişimleri gerçek anlamda ortaya çıkarabilmek için cevher minerallerinin yapı-doku ilişkilerinin belirlenmesi zorunlu bir ihtiyaçtır. Cevher minerallerinin birbirleriyle olan ilişkileri cevherin dokusal, minerallerinin

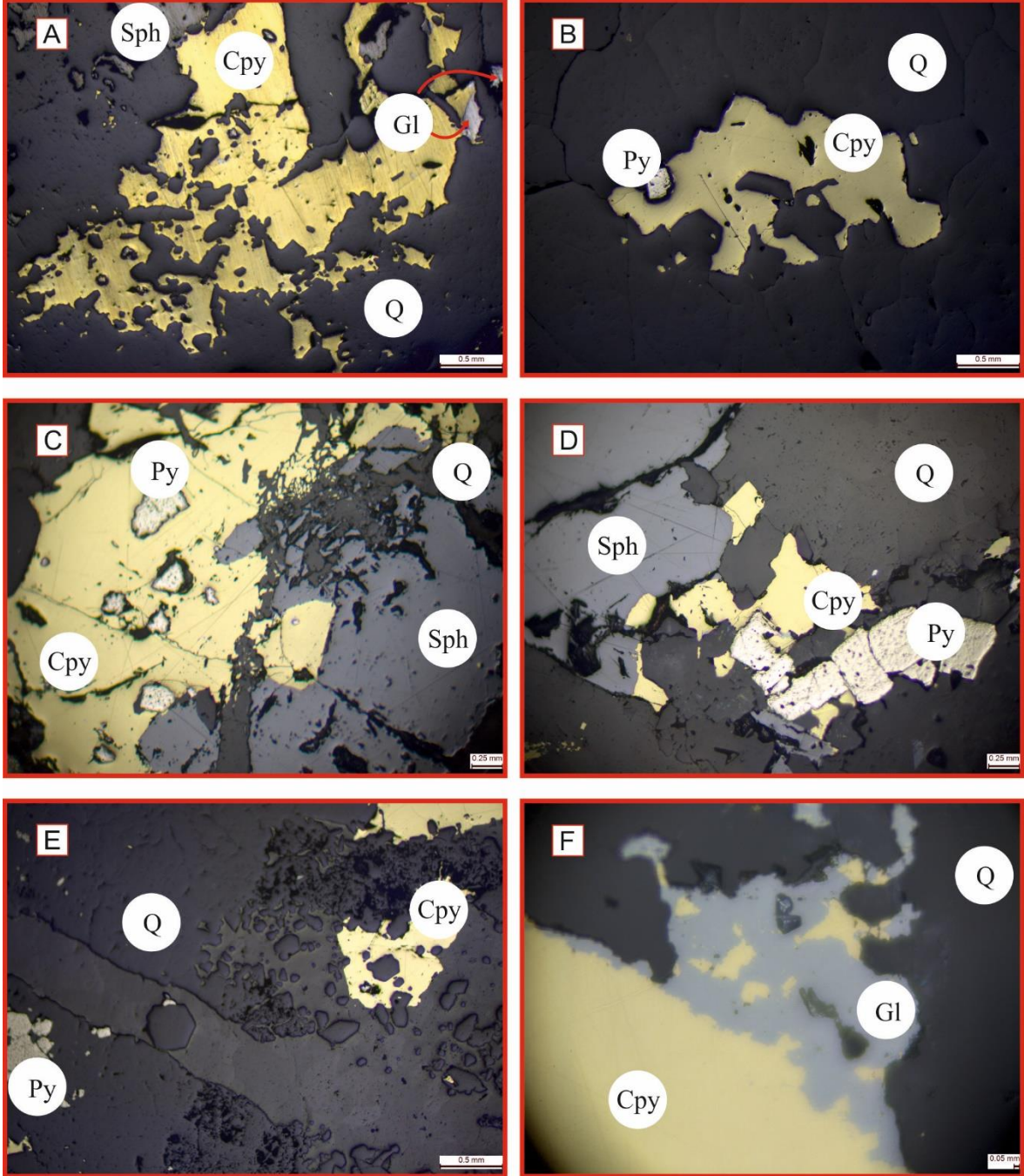
tane sınırlarının durumu ise yapısal özelliklerini temsil eder. Bu çalışma kapsamında yürütülen mikroskobik incelemeler neticesinde cevherleşmede ornatım, kapanım, ayrılım ve kataklastik dokularının gözleendiği tespit edilmiştir. En karakteristik ayrılım dokusu kalkopirit ve sfalerit mineral çifti arasında gözlenmektedir. Kalkopirit ayrımları sfalerit mineralinin içinde gelişmiş güzel dağılmış kümelenmelerinin yanı sıra sfaleritin kenar kısımlarında yoğunlaşma şeklinde gözlenmektedir (Şekil 3.23) Söz konusu sfaleritin kenar kısımlarındaki kalkopirit yoğunlaşmasını Eldridige vd., (1983) aynı zamanda oluşumundan ziyade sonrada ornatım yoluyla oluşmaya bağlamaktadır. Midi Pb-Zn madeni üzerinde çalışmalar gerçekleştiren Lermi (2003) söz konusu bu tip kalkopirit ayrımlarını, cevher oluşum sırasında ortam sıcaklığının artmasından dolayı gelişen yeniden kristallenme ile ilişkilendirmiştir.



Şekil 3.23. Cevher mineralleri arasında gözlenen ayrılım dokuları

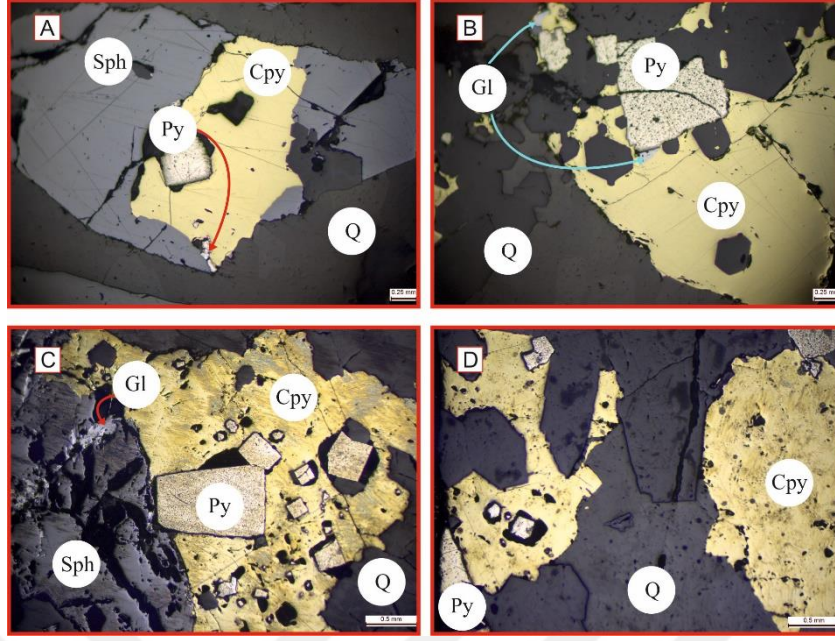
Herhangi bir cevher mineralinin başka bir cevher minerali tarafından yerinin alınması (ornatılması) cevher mikroskobisi incelemelerinde en sık gözlenen bir dokusal özelliktir. Elde edilen bulgular özellikle sfalerit ve galenin kalkopirit tarafından ornatıldığını

göstermektedir. Bunun yanı sıra kalkopirit-pirit ve kalkopirit-kuvars mineralleri arasında da ornatım dokuları gözlenmektedir (Şekil 3.24).



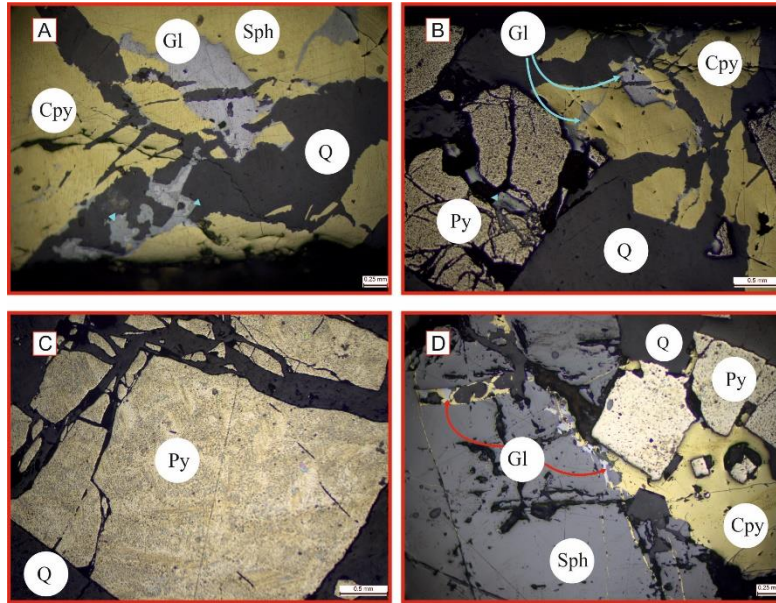
Şekil 3. 24. Cevher mineralleri arasında gözlenen ornatım dokuları

Cevher mikroskobisi incelemelerine göre kalkopirit içerisinde pirit, sfalerit içerisinde ise kalkopirit-pirit şeklinde kapanım dokuları tespit edilmiştir (Şekil 3.25).



Şekil 3. 25. Cevher mineralleri arasında gözlenen kapanım dokuları

Cevher oluşumundan sonra meydana gelen tektonik hareketler neticesinde, cevher minerallerinin kırılıp parçalanması şeklinde ortaya çıkan kataklastik doku (Şekil 3.26) kapanım dokularının çeşitliliğini artırmıştır. Cevherlerde meydana gelen kırıklar arasına yerleşen kuvars minerali de hemen hemen her cevher mineralinde kapanım şeklinde gözlenmektedir.



Şekil 3. 26. Cevher mineralleri arasında gözlenen kataklastik dokuları

Gümüşhane yöresi, bulunduğu tektonik ortam ve geçirdiği jeodinamik evrime bağlı olarak değişik kayaç türleri ile ilişkili olarak farklı tiplerde cevherleşmeler barındırmaktadır. Bunlardan kuşkusuz en önemli olanları epitermal sistemde gelişmiş Au-Ag yataklarıdır. Bunun yanısıra bu çalışma konusunu da oluşturan Cu-Pb-Zn yatakları da Gümüşhane yöresinde bulunmaktadır. Özellikle çalışma konusunu oluşturan Kılıçören Cu-Zn-Pb cevherleşmesi, cevherleşmenin içinde litolojik birim (Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonu) bakımından, Gümüşhane ilinde bulunan Midi-Karamustafa (Şiran-Gümüşhane) Pb-Zn (Lermi 2003), Altınpınar (Torul-Gümüşhane) Pb-Zn ± Au (Akaryalı, 2016) ve Ünlüpınar (Kelkit-Gümüşhane) Pb-Zn-Cu±Au (Akaryalı ve Akbulut, 2016) cevherleşmeleri ile benzerlik göstermektedir. Her üç cevherleşme de Şenköy Formasyonu'na ait andezitik kayaçlarda gelişen kırıklara yerleşmiştir. Bu tez kapsamında Kılıçören cevherleşmesine yönelik elde edilen alterasyon, mineral birlikteliği, cevherleşmenin oluşum sırası gibi veriler de Midi-Karamustafa, Altınpınar ve Ünlüpınar cevherleşmeleri ile benzer özelliklere sahiptir. Midi-Karamustafa, Altınpınar ve Ünlüpınar cevherleşmeleri üzerine yapılan detaylı jeokimyasal ve izotop çalışmaları, söz konusu cevherleşmelerin epitermal sistemde gelişmiş damar tip cevherleşme olduğunu ortaya koymaktadır. Kılıçören cevherleşme sahasında gözlenen silisifiye zonlar (silis kafası) ile cevher mikroskobisi çalışmalarında tespit edilen öz şekilli kuvars ve bu mineralin oluşturduğu boşluk dolgusu ve tarak yapısı da çalışılan sahasının epitermal sistemde gelişebileceğini öne çıkaran bulgulardır.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kılıçören Köyü (Gümüşhane) Madenin Sırtı yöresinde bulunan Pb-Zn-Cu±Au cevherleşmesinin jeolojisi, volkanik kayaçların jeokimyası ve cevher mikroskobisi çalışmalarını konu alan yüksek lisans tezi kapsamında elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda verilmiştir.

1. Gümüşhane iline bağlı Kılıçören Köyü (Gümüşhane) Madenin Sırtı yöresinde Trabzon H43-b1 ve b2 paftasında yer alan çalışma sahasının jeoloji haritasına göre alanda yaşlıdan gence doğru Şenköy, Berdiga ve Yazıyurdu Formasyonu yüzeyleme vermektedir.

2. Çalışma alanında gelişen cevherleşme Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonuna ait andezitik kayaçlar içinde gözlenmektedir. Mikroskobik olarak plajiyoklas, piroksen ve opak minerallerden oluşan andezitik kayaçlar, arazide kırıklı ve çatlaklı, gri ve yeşilimsi gri renklerde gözlenir.

3. Elde edilen ana, iz ve nadir toprak element içerikleri, volkanik kayaçların kalk-alkali karakterli bir magmadan itibaren türediğini ve çoğunlukla andezit, yer yer ise andezit/bazalt bileşiminde olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte volkanik kayaçların “volkanik yay bazaltı” ortamına benzer bir tektonik ortamdan itibaren geliştiğini göstermektedir.

4. Gerek iz gerekse nadir toprak element dağılımları kayaçların benzer manto kaynağından türediklerini ve elde edilen negatif Eu anomalisi plajiyoklas ayırılmasının geliştiğini ifade etmektedir. Örneklerin Nb, Ta, Ti ve Zr içerikleri volkaniklerin yitim ilişkili kıtasal yay mağması özelliğinde olduğunu işaret etmektedir.

5. Cevherleşme, Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonu’na ait andezitlerde gelişen KB-GD doğrultulu kırık hatlarında, kalınlıkları ve uzunlukları birkaç metreye varan damarlara yerleşmiş olarak gözlenmektedir. Ayrıca K25B doğrultulu yaklaşık 5 kalınlığında ve 50 metre uzunluğunda gözlenen silisifiye zon (silis kafası) cevherleşmenin epitermal sistemde geliştiğine işaret etmektedir. Sahada silisleşmenin yanı sıra hematitleşme, limonitleşme, kloritleşme ve kükürtleşme şeklinde alterasyon ürünleri de gelişmiştir.

6. Cevher mikroskobisi çalışmaları neticesinde, cevherleşmenin iki evrede geliştiği ve parajenezinin ise pirit, kalkopirit, galen, sfalerit, fahlerz ve kuvars minerallerinden oluştuğu tespit edilmiştir. Kayaçlarda gözlene ornatım, ayrılım, kapanım ve kataklastik dokular cevher mineralleri arasında gözlenen en önemli doku türlerini oluşturmaktadır.

7. Özellikle kuvars içeren örneklerde, öz şekilli kuvars kristallerinin yanı sıra boşluk dolgusu ve taraklı yapının gözlenmesi, sahadaki cevherleşmenin epitermal sitemde gelişen damar tip bir cevherleşme olduğuna işaret etmektedir.

8. Bu çalışma kapsamında elde edilen bulguların ileride yapılacak ineral kimyası, sıvı kapanım ve duraylı izotop çalışmaları ile desteklenmesi sonucu cevherleşmenin oluşum modeli ortaya çıkarılabilir. Bu sayede, elde edilecek yeni bulgular bölgede yapılacak yeni maden sahası aramalarına katkı sağlayacaktır.



## 5. KAYNAKLAR

- Ağar, Ü., 1977. Demirözü (Bayburt) ve Köse (Kelkit) Bölgesinin Jeolojisi, Doktora Tezi, İ.Ü., Fen Fakültesi, İstanbul, 56.
- Akaryalı, E., 2010. Arzular (Gümüşhane KD-Türkiye) Altın Yatağının Jeolojik, Mineralojik, Jeokimyasal ve Kökensel İncelenmesi, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- 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., 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. Ünlüınar, Eylence Yayla (Kelkit-Gümüşhane) Epitermal Pb-Zn±Au Cevherleşmesinin Gamma Ray Spektrometre Ölçümleri İle İncelenmesi, Gümüşhane, Türkiye
- 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.
- Aslan, N., ve Akçay, M., 2011. Mastra (Gümüşhane) Au-Ag Yatağının Jeolojik, Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri, 63. Jeoloji Kurultayı, MTA, Ankara.
- 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.
- Boynton, W. V., 1984. Cosmochemistry of Rare Earth Elements: Meteorite Studies. In: Henderson, P. (Ed), Rare Earth Element Geochemistry, Elsevier, Amsterdam., 63-114.
- 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. İstala ve Köstere (Torul-Gümüşhane) madenlerinin mineralojik ve dokusal özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Eyüboğlu, Y., Bektaş, O., Seren, A., Nafız, 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., Dudas, F.O. ve 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
- Güven, İ.H., 1993. Doğu Pontidlerin Jeolojisi ve 1/250.000 Ölçekli Kompilasyonu. MTA Yayınları, Ankara, 65 s.
- 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, *Can J. Earth. Sci.*, 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.
- 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.
- Keskin, İ., Korkmaz, S., Gedik, İ., Ateş, M., Gök, L., Küçümen, Ö. ve Erkal, T. 1989. Bayburt Dolayının Jeolojisi. Maden Tetkik ve Aarama Genel Müdürlüğü Rapor No: 8995,129 s, Ankara (yayımlanmamış).
- Ketin, İ 1966: Anadolunun Tektonik Birlikleri MTA Dergisi Sayı:66 MTA Ankara

- Kurt, A.H., 2018. Gümüşdamla (Aydıntepe-Bayburt) Skarn Cevherleşmesinin Jeolojik, Mineralojik ve Kökensele İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane.
- 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 Kökensele İncelenmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, 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.) Conlinalental 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 İncelenmesi, 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
- Sipahi, F. ve Sadıklar, B., 2010. Zigana (Gümüşhane, KD-Türkiye) Volkanitlerinin Alterasyon Mineralojisi ve Kütle Değişimi, Türkiye Jeoloji Bülteni, 53, 2-3.
- 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, vol. 24, p.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.
- 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.
- Turan, S., 2012 Zigana (Torul, Gümüşhane, KD Türkiye) Yöresi Damar Tip Pb-Zn-Cu±Barit Cevherleşmelerinin Kökensele Açısından Karşılaştırmalı İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Türk-Japon Ekibi, 1985. The Republic of Turkey Report on The Cooperative Mineral Exploration of Gümüşhane Area, Phase 1, 72.
- Tüysüz, N., 2000. Geology, Lithochemistry and Genesis of the Murgul Massive Sulfide Deposit, NE Turkey, Chem. Erde, 60, 231-250.
- Winchester, J.A. ve Floyd, P.A., 1977. Geochemical Discrimination of Different Magma Series and Their Diferantation Products Using Immobile Elements, Chem. Geol., 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, Y., 1973. Gümüşhane Granitinin Yerleşmesi, Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi, Bildiriler Kitabı: 485-490.

## ÖZGEÇMİŞ

Fatih Şal, 1987 yılında Trabzon' da doğdu. 2002-2006 yılları arasında lise öğrenimini Trabzonun Akçaabat ilçesinde tamamladı. 2008 yılında Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümünde Lisans öğrenimine başladı. 2011-2012 öğretim yılında Lisans öğrenimini bölümü tamamladıktan sonra 2014-2015 öğrenim yılında Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Öğrenimine başladı. Halen Özel bir şirkette Operasyon Uzmanı olarak görev yapmaktadır.

