T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÜMÜŞDAMLA (AYDINTEPE-BAYBURT) SKARN CEVHERLEŞMESİNİN JEOLOJİK, MİNERALOJİK VE KÖKENSEL İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ali Hakim KURT

KASIM 2018
GÜMÜŞHANE

GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

GÜMÜŞDAMLA (AYDINTEPE-BAYBURT) SKARN CEVHERLEŞMESİNİN JEOLOJİK, MİNERALOJİK VE KÖKENSEL İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ali Hakim KURT

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

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 19.11.2018
Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 21.12.2018

KASIM 2018

KABUL ve ONAY

Doç. Dr. Enver AKARYALI danışmanlığında **Ali Hakim KURT** tarafından hazırlanan **"GÜMÜŞDAMLA (AYDINTEPE - BAYBURT) SKARN CEVHERLEŞMESİNİN JEOLOJİK, MİNERALOJİK VE KÖKENSEL 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 Mehmet Ali GÜCER

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Özgür BİLİCİ

ONAY

Bu tez 29./01./19. tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ferkan SİPAHİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu çalışma, Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (GÜBAP) Koordinatörlüğü'nce desteklenmiştir. Proje No: 17.F5114.02.03.

TEZ BEYANNAMESİ

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlamış olduğum "**Gümüşdamla (Aydıntepe-Bayburt) skarn cevherleşmesinin jeolojik, mineralojik ve kökensel incelenmesi**" 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.07/01/2019

Ali Hakim KURT

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÜMÜŞDAMLA (AYDINTEPE-BAYBURT) SKARN CEVHERLEŞMESİNİN JEOLOJİK, MİNERALOJİK VE KÖKENSEL İNCELENMESİ

Ali Hakim KURT

Gümüşhane Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. Enver AKARYALI
2018, 55 sayfa

İnceleme alanı, Bayburt ilinin kuzeyinde yer alan Aydıntepe İlçesi Gümüşdamla Köyü yakın çevresini kapsamaktadır. Bu çalışmada bölgenin 1/25000 ölçekli jeolojik haritası ve cevherleşme alanında 1/2000 ölçekli detay maden jeoloji haritası yapılmıştır. Çalışma alanında Kabaköy Formasyonu'nun tortul birimleri ve Kaçkar Granitoyidine ait kayaçlar yüzeyleme vermektedir. Detaylı inceleme yapılan cevherleşme alanı ve yakın çevresi Eosen yaşlı Kaçkar Granitoyidi ile Kabaköy Formasyonu kontağında bulunmaktadır. İnceleme alanında cevherleşmenin parajenezini belirlemek amacıyla sistematik örnekleme yapılmış, parlak kesitler hazırlanarak cevher mikroskobu altında incelenmiştir. Cevherleşmenin parajenezini ağırlıklı olarak manyetit ve hematit az oranda ise pirit ve kalkopirit oluşturmaktadır. Arazide yapılan gözlemler sonucunda hematitleşme,

limonitleşme, epidotlaşma ve killeşme türü alterasyonlar tespit edilmiştir. petrokimyasal verilere göre volkanik kayaçlar andezit, andezit/bazalt ve trakiandezit türünde olup, negatif Nb, Ta, Ti ve Zr anomalileri ile karakteristiktir. Bu durum volkanitlerin yitimle ilişkili kıtasal yay mağmatizmasından itibaren türediğini işaret etmektedir. Bununla birlikte, tektonik ayırtman diyagramları volkanik kayaçların kalk-alkali bazalt özelliğinde olduğu göstermektedir. Granitik kayaçların ise monzogranit ve granit bileşiminde, subalkalen karakterli, yüksek potasyumlu kalk alkali içerikli metalümin ve peralümin karakterli ve I tipinde volkanik yay graniti olduğu saptanmıştır. Th, K, Rb gibi elementlerdeki zenginleşme kabuk etkisini, Nb ve Ti elementlerindeki negatif anomali ise granitik kayaçların ana magmalarının gelişiminde yitim etkisinin olduğunu göstermektedir. Cevherli örneklerden yapılan mineral kimyası analiz sonuçlarına göre piroksenlerin diyopsit, plajiyoklasların andezin ve anortit, granatların grossular ve andradit bileşiminde olduğu belirlenmiştir. Piroksen ve granatların mineral kimyası değerlerine göre çalışma alnında bulunan skarn cevherleşmesinin Fe-Skarn tipinde olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bayburt, Epidot, Granat, Mineral kimyası, Skarn

ABSTRACT
MS THESIS

THE INVESTIGATION OF GÜMÜŞDAMLA (AYDINTEPE-BAYBURT) SKARN MINERALIZATION AS GEOLOGICAL, MINERALOGICAL AND GENESIS

Ali Hakim KURT

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Enver AKARYALI
2018, 55 pages

The study area is located in the vicinity of Gümüşdamla Village of Aydıntepe District in the north of Bayburt province. In this study, 1/25000 scale geological map of the region and 1/2000 scale detailed mining geology map of mineralization area was made. The sedimentary units of Kabaköy Formation and rocks belonging to Kaçkar Granitoid outcrops in the study area. Detailed investigation of the mineralized area and its immediate surroundings are in the contact of Eocene aged Kaçkar Granitoid with Kabaköy Formation. In order to determine the paragenesis of mineralization in the study area, polished sections were prepared from the systematically collected samples and these are examined under ore microscope. The paragenesis of the mineralization is composed of intensively magnetite and hematite and to a lesser amount pyrite and chalcopyrite are also found. As a result of field observations, hematitization, limonitization, epidotization and argilitization were

determined as the alteration types. The observed volcanic rocks are andesite, andesite / basalt and trachyandesite, according to chemical naming diagram of volcanic rocks of Nb/Y versus Zr/TiO_2*0.0001. The negative Nb, Ta, Ti and Zr anomalies detected in the REE diagrams indicate that the volcanics in the studied areas carry features of subduction related continental arc magmas, and according to the tectonic discrimination graphs, they are the calc-alkaline basalt in characters. When the results were transferred to the granitic rocks classification diagram, it was determined that the samples are monzogranite and granite in composition with subalkalenic, high-potassium calc-alkaline-containing metaluminous and peraluminous character and they found to be I type of volcanic arc granite. The enrichment in elements such as Th, K, Rb expresses the crustal effect , and the negative anomaly in Nb and Ti indicates relation of subduction in the development of the main magma of the granitic rocks. According to the results of mineral chemical analysis, it was determined that pyroxene is diopside, plagioclase is andezine and anorthite, garnet is grossular and andradite in composition. Considering the mineral chemical values of pyroxene and garnets, it is concluded that skarn mineralization found in the study area is Fe-Skarn type.

Keywords: Bayburt, Epidote, Garnet, Mineral Chemistry, Skarn

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Çalışmaya maddi destek sağlayan Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (GÜBAP) Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.

Çalışmaların her aşamasında bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım başta yol göstericim danışman hocam Doç.Dr. Enver AKARYALI'ya sonsuz 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 çalışmaları ve örneklerin hazırlanmasında katkısı olan kıymetli meslektaşım, Jeoloji Mühendisi Fatih ŞAL'a, ince kesitlerin hazırlanmasındaki büyük katkılarından dolayı Tekniker Ferdi DAYANÇ'a, tezin hazırlanması aşamasında emeğini esirgemeyen saygıdeğer büyüğüm Özcan DUMANLILAR'a teşekkürü borç bilirim.

Çalışmalarım sırasında bana her zaman ileriyi gösteren ve meslektaşım olan değerli ablam Jeoloji Yüksek Mühendisi Ümmü Gülsüm KURT başta olmak üzere, sevgili kardeşlerim Şahan Tuğrul KURT ve Aslı Zehra KURT'a, bugünlere gelmeme vesile olan anne ve babama çok teşşekür ederim.

Ali Hakim KURT
Gümüşhane, 2018

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

KABUL ve ONAY 4
TEZ BEYANNAMESİ 5
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. İnceleme Alanının Konumu 1
1.3. Jeomorfoloji, İklim ve Bitki Örtüsü 2
1.4. Çalışmanın Amacı 2
1.5. Bölgesel Jeoloji 3
1.6. Önceki Çalışmalar 5
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR 8
2.1. Giriş 8
2.2. Arazi Çalışması 8
2.3. Laboratuvar Çalışmaları 9
2.3.1. İnce ve Parlak Kesitlerin Hazırlanması 9
2.3.3. Kimyasal Analiz İçin Örnek Hazırlanması 9
2.4. Analitik Yöntemler 10
2.4.1. ICP-AES ve ICP-MS Yöntemleri 10
2.4.2. Elektron Mikroprob Analizleri 10
2.5. Büro Çalışmaları 11
3. BULGULAR ve TARTIŞMA 12
3.1. Çalışma Alanının Stratigrafisi 12
3.1.1. Kabaköy Formasyonu 14
3.1.2. Kaçkar Granitoyidi 17
3.1.3. Alüvyon 21

3.2. Volkanik Kayaçların Jeokimyası 21
3.2.1. Giriş 21
3.2.2. Volkanik Kayaçların Kimyasal Sınıflandırılması 21
3.2.3. Ana, İz ve Nadir Toprak Element Kimyası 24
3.2.4. Tektonik Ortam 26
3.3. Kaçkar Granitoyidi'nin Jeokimyası 27
3.3.1. Giriş 27
3.3.2. Magmatik Kayaçların Kimyasal Sınıflandırılması 27
3.3.3. Ana, İz ve Nadir Toprak Element Kimyası 30
3.3.4. Tektonik Konum 31
3.4. Gümüşdamla Skarn Cevherleşmesi 33
3.4.1. Gümüşdamla Skarn Cevherleşmesinin Detay Jeolojisi 33
3.4.2. Cevher Mikroskobisi Çalışmaları ve Mineral Kimyası 35
3.4.2.1. Piroksen 37
3.4.2.2. Pilajiyoklas 39
3.4.2.3. Epidot 41
3.4.2.4. Granat 43
3.4.2.5. Manyetit 45
4. SONUÇLAR 47
5. KAYNAKLAR 48
6. EKLER 56
ÖZGEÇMİŞ

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası. 3

Şekil 1.2. Doğu Pontidler'in başlıca tektonik ve litolojik birlikleri. 4

Şekil 3.1. İnceleme alanının genel stratigrafik kolon kesiti. 12

Şekil 3.2. Çalışma alanını kapsayan bölgenin 1/25000 ölçekli genel jeoloji haritası. 13

Şekil 3.3. Kabaköy Formasyonuna ait Andezitlerin arazideki genel görünümü. 14

Şekil 3.4. Kabaköy Formasyonuna ait Andezitlerin ince kesit görünümü 16

Şekil 3.5. Kaçkar Granitoyidi'nin arazideki genel görünümü (Gavurkalesi Sırtı). 17

Şekil 3.6. Kaçkar Granitoyidi'ne ait örneklerin modal analiz sonuçlarının QAP diyagramındaki dağılımları (Streckeisen, 1976). 18

Şekil 3.7. Kaçkar Granitoyidi'ne ait örneklerinin mikroskop altındaki görünümü..... 20

Şekil 3.8. Gümüşdamla/Aydın Tepe (Bayburt) yörelerindeki volkanik kayaçların Nb/Y'ye karşı Zr/TiO2 diyagramı (Winchester ve Floyd, 1976)..... 23

Şekil 3.9. Gümüşdamla/Aydıntepe (Bayburt) yörelerindeki volkanik kayaçlarının AFM üçgen diyagramı. 23

Şekil 3.10. Gümüşdamla-Aydıntepe (Bayburt) yöresindeki volkanik kayaçlarının (a) SiO2 (%)'ye karşı K2O (%) ve (b) Co-Th diyagramı. 24

Şekil 3.11. Gümüşdamla-Aydıntepe (Bayburt) yörelerindeki volkanik kayaçlarının iz element dağılım diyagramları, (a) MORB'a göre, (b) kondirite normalize edilmiş NTE dağılımları. 25

Şekil 3.12. Gümüşdamla-Aydıntepe (Bayburt) yöresindeki volkanik kayaçların tektonik ayırtman grafiği (Wood, 1980) 26

Şekil 3.13. Kaçkar Granitoyidi örneklerinin P-Q diyagramındaki, (Debon ve Le Fort, 1983) yerleri. 29

Şekil 3.14. Kaçkar Granitoyidi örneklerinin AFM diyagramındaki konumu. Toleyitik-kalk alkali ayrım eğrisi Irvine ve Baragar, (1971)'den alınmıştır..... 29

Şekil 3.15. Molar A/CNK' ya karşı A/NK değişimine bağlı olan alümino bazlı sınıflama (Maniar ve Piccoli, 1989) diyagramı. 30

Şekil 3.16. SiO2'e karşı K2O diyagramı (Le Maitre vd.,1989). 30

Şekil 3.17. Kaçkar Granitoyidi kayacının; a) İlksel manto (Sun ve McDonough, 1989), b) Kondirite (Boynton, 1984) göre normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları 31

Şekil 3.18. (a)SiO2'ye karşı A/CNK (%) değişimleri (Chappel ve White, 1974), (b) SiO2'ye karşı P2O5 değişim diyagramları (Chappel ve White, 1992). 32

Şekil 3.19. Kaçkar Granitoyidi'ne ait kayaç örneklerinin Rb/30-Hf-Ta*3 (Haris vd., 1986) tektonik ortam ayırtman diyagramındaki konumları 32
Şekil 3.20. Gümüşdamla Yayla cevherleşme sahasının 1/2.000 ölçekli detay maden jeoloji - alterasyon haritası. 33
Şekil 3.21. Gümüşdamla Yayla cevherleşme sahasına ait maden jeolojisi ve alterasyon haritasına ait jeolojik enine kesit 34
Şekil 3.22. a) Gümüşdamla Cevherleşmesi işletilmiş galeri girişi, b) İşletilmiş galeri önündeki cevher yığınları. 34
Şekil 3.23. Gümüşdamla cevherleşmesi içerisindeki epidotlaşmalar, b) Gümüşdamla cevherleşmesine ait manyetit damarcıkları. 35
Şekil 3.24. Gümüşdamla cevherleşmesine ait manyetit minerallerinin parlak kesit görüntüleri. 36
Şekil 3.25. Gümüşdamla Yayla yöresinde yer alan cevherleşmenin mikroskobik görünümü. A-B) Öz şekilli kuvarslar ve kataklastik pirit, C-D) Öz şekilli kuvars gangı içinde altın kapanımları, E) Kataklastik dokuda pirit, piritlerin arasında kalsit ve kuvars dolgusu, F) Kalkoprit içinde galen kapanımları. 37
Şekil 3.26. Piroksen minerallerinin mikroskobik (a, c,e ve g) ve BSE (b, d, f ve h) görünümleri 38
Şekil 3.27. Gümüşdamla skarn yatağındaki piroksenlerin a) Wo-En-Fs ve b) Johansinit Diyopsit-Hedenberjit üçgen diyagramlarındaki konumu. Cu ve Fe-skarn yatağındaki piroksen değerleri Einaudi ve Burt (1982)'den alınmıştır. 39
Şekil 3.28. Plajiyoklas minerallerinin mikroskobik (a, c,e ve g) ve BSE (b, d, f ve h) görünümleri 40
Şekil 3.29. Plajiyoklasların An-Ab-Or üçgen diyagramında sınıflandırılması. 41
Şekil 3.30. Epidot minerallerinin mikroskobik (a ve c) ve BSE (b ve d) görünümleri 42
Şekil 3.31. Epidotların kimyasal içeriklerinde FeO ile Al2O3 arasındaki değişimler 42
Şekil 3.32. Granat minerallerinin mikroskobik (a ve c) ve BSE (b ve d) görünümleri 43
Şekil 3.33. Gümüşdamla skarn yatağındaki granatların Pirop + Almandin + Spessartin – Grossular - Andradit üçgen diyagramında sınıflandırılması. Cu ve Fe skarn yatağındaki piroksen değerleri Einaudi ve Burt (1982)'den alınmıştır. 44
Şekil 3.34. Granatların kimyasal içeriklerinde FeO ile Al2O3 arasındaki değişimler 44
Şekil 3.35. Manyetit minerallerinin mikroskobik (a ve c) ve BSE (b ve d) görünümleri. 45

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 3.1. Kaçkar Granitoyidine ait kesitlerden yapılan modal analiz sonuçları. 18

Tablo 3.2. Gümüşdamla yörelerinde yüzeyleme veren volkanik kayaçların ana, iz ve nadir toprak element analiz sonuçları. 22

Tablo 3.3. Kaçkar Granitoyidi'nin ana (%), iz (ppm) ve nadir toprak element (ppm) içerikleri 28

Tablo 3.4. Gümüşdamla Cu-Sakarn cevherleşmesinin süksesyonu 46

Ek Tablo 1. Gümüşdamla Skarn örneklerindeki piroksenlerin mikroprob analiz sonuçları. 56

Ek Tablo 2. Gümüşdamla Skarn örneklerindeki plajiyoklasların mikroprob analiz sonuçları 60

Ek Tablo 3. Gümüşdamla Skarn örneklerindeki epidotların mikroprob analiz sonuçları. 64

Ek Tablo 4. Gümüşdamla Skarn örneklerindeki granatların mikroprob analiz sonuçları. 66

Ek Tablo 5. Gümüşdamla Skarn örneklerindeki manyetitlerin mikroprob analiz sonuçları 70

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

An	: Anortit
Au	: Altın
As	: Arsenik
ANTE	: Ağır nadir toprak elementler
BİLE	: Büyük iyon yarıçaplı litofil elementler
BSE	: Geri taramalı elektron mikroskop görüntüsü
Cm	: Santimetre
D.L.	: Dedeksiyon Limiti
G	: Gram
HNTE	: Hafif nadir toprak elementler
IAB	: Ada yayı bazaltı
ICP-AES	: İndüktif eşleşmiş plazma – atomik emisyon spektrometri
ICP-MS	: İndüktif eşleşmiş plazma – kütle spektrometri
K	: Potasyum
Mg#	: Magnezyum numarası
MORB	: Okyanus ortası sırtı bazalt
MTA	: Maden Tetkik Arama
NTE	: Nadir toprak elementler
OIB	: Okyanus adası bazaltı
ONTE	: Orta nadir toprak elementler
Ppb	: Part per bilion (milyarda bir)
Ppm	: Part per million (milyonda bir)
R	: Korelasyon katsayısı
YÇAE	: Yüksek çekim alanlı elementler
M	: Mikron

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Balkanlar'dan Himalayalar'a kadar uzanan yaklaşık 6000 km uzunluğundaki metalojeni kuşağı içinde yer alan Pontitler, Türkiye'nin önemli bir maden yataklarınıiçerisinde barındırmaktadır. Yaklaşık 700 km uzunluğundaki Doğu Pontid metalojenik provensi (bölge) içinde farklı tiplerde çok sayıda bakır, kurşun, çinko, molibden, demir ve mangan zuhur ve yatakları yer almaktadır (Akpınar vd., 2006). Doğu Karadeniz Bölgesi, özellikle de Gümüşhane kurşun, çinko, bakır ve bunların yanı sıra altın ve gümüş gibi değerli metaller açısından yüksek bir potansiyele sahiptir. Bölgenin jeodinamik evrimi ve cevherleşmelerini meydana getiren magmatizma maden yataklarının yaygın olmasında en önemli rolü oynamaktadır. Başta masif sülfit, porfiri bakır, skarn ve epitermal damar tipi Cu, Pb, Zn, Au ve Ag olmak üzere bölgede konu ile ilgili çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir (Gettinger, 1962; Dixon ve Pereire, 1974; Adamia, vd., 1977; Aslaner, 1977; Pejatoviç, 1979; Leitch, 1981; Şengör ve Yılmaz, 1981; Yalçınalp, 1992; Bektaş ve Güven, 1995; Lermi, 1996; Akçay, vd., 1998; Tüysüz, 2000; Çiftçi, 2000; Lermi 2003; Eyüboğlu 2010, Akaryalı, 2010; Akaryalı ve Tüysüz 2013).

Bu çalışmanın da içerisinde bulunduğu Gümüşhane-Bayburt yöresi ve çevresi, geçmişte olduğu gibi günümüzde de madencilik açısından önemli bir konuma sahiptir. Bölge işletilen, işletilmeyi ve/veya keşfedilmeyi bekleyen pek çok önemli maden yatağını barındırmaktadır. Doğu Pontid Tektonik Birliği'nin hâkim kırık sistemi içerisinde ve dokanaklarında sisteme paralellik sunarak KB-GD ve D-B doğrultulu fay ve kırık sistemlerinde neotektonik konumu ile uyumlu cevherleşmeşler gelişmiştir. Bu çalışma kapsamında incelenen skarn cevherleşmesi de, aynı kırık sistemine bağlı olarak alanda yüzeyleme veren birimlerin dokanaklarında, Au ve Ag gibi kıymetli metaller içeren Pb, Zn, Cu cevherleşmeleri ile birlikte ortaya çıkmıştır.

1.2. İnceleme Alanının Konumu

İnceleme alanı Doğu Karadeniz Bölgesi, Bayburt ili, Aydıntepe ilçesi Gümüşdamla Köyü civarında olup, 1/25000 ölçekli Trabzon H44-a2 paftası içinde, yaklaşık 12 km^2'lik

bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1.1). Çalışma alanı Bayburt İline 33 km, Aydıntepe İlçesine ise 7 km uzaklıkta olup yöreye ulaşım Gümüşhane–Bayburt Karayolu ile sağlanmaktadır. Cevherleşme sahasına ise Aydıntepe'den kuzey-doğu istikametinde 6 km stabilize yolla ulaşılmaktadır.

1.3. Jeomorfoloji, İklim ve Bitki Örtüsü

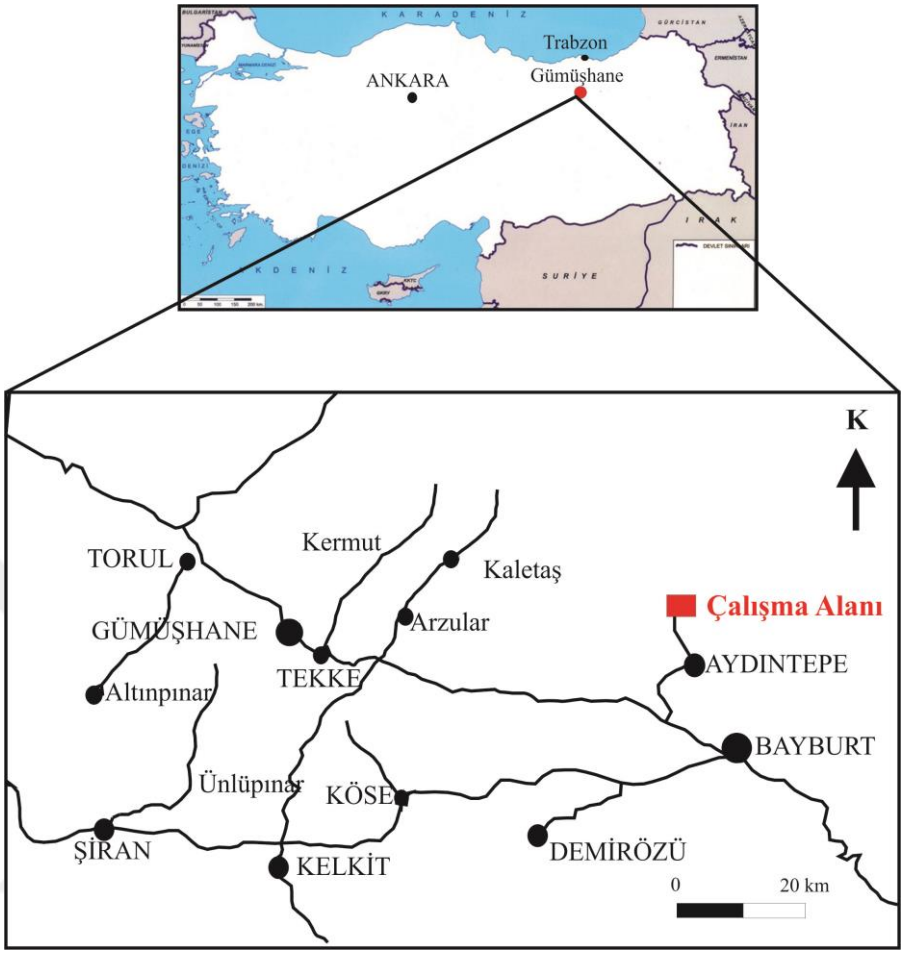
İnceleme alanında en önemli yerleşim alanı Gümüşdamla Köyü'dür. İnceleme alanında topografya oldukça engebelidir. En önemli yükseltisi Karadağ (2717 m), Satıahmet Tepesi (2723 m), Titreme Tepesi (2472 m) ve Sarıyar Tepesi (2472 m)'dir. Gümüşdamla Deresi ve kolları inceleme alanındaki en önemli dereleri oluşturmaktadır. Çalışma sahasında bu derelere bağlı birçok kuru dere de bulunmaktadır.

Gümüşdamla Deresi'nin bulunduğu alanlarda yer yer tarlalar ve bahçeler görülmektedir. Yüksek kesimlerde çam ve meşe türü ağaçlar gözlenirken, akarsu kenarlarında ise söğüt ve kavak ağaçları gözlenmektedir. Yörenin iklimi karasal iklimle denizel iklim arasında değişmekte, yazları oldukça sıcak, ilkbahar ayları yağış bakımından bol ve kış ayları ise soğuk ve kar yağışlı geçmektedir.

Topografyanın tarıma elverişsiz olması ve iklimin sert geçmesi nedeniyle yöre halkı daha çok hayvancılıkla geçimini sağlamaktadır. Ekili araziler ancak yöre halkının kendi geçimlerini karşılayacak kadardır ve meraya kalan alanlar hayvancılık için otluklar olarak kullanılmaktadır.

1.4. Çalışmanın Amacı

Çalışma konusunu oluşturan Gümüşdamla (Aydıntepe-Bayburt) skarn cevherleşmesi, Eosen yaşlı Kabaköy Formasyonu ile Kaçkar Granitoyidi ile ilişkilidir. Bu çalışmada, Doğu Pontidler'in, Güney Zonunda Gümüşdamla Köyü'nde bulunan skarn cevherleşmesinin; jeolojisi, petrografisi, jeokimyası ve mineral kimyası özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.

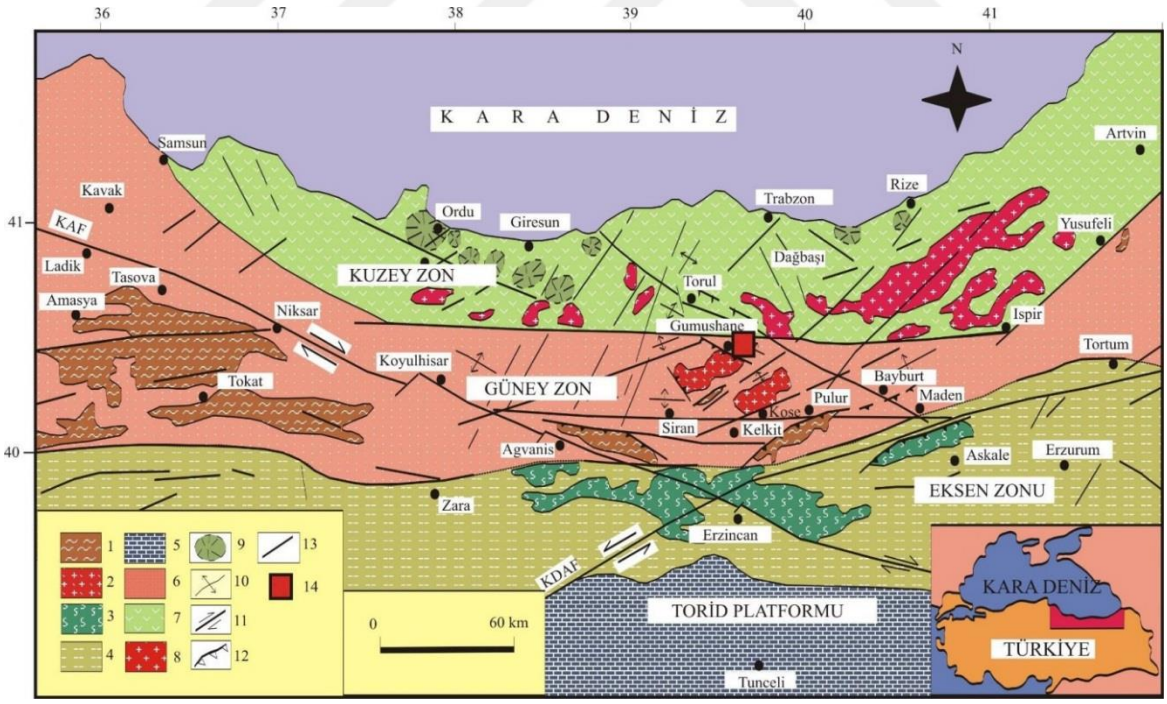
1.5. Bölgesel Jeoloji

Doğu Pontid Orojenik Kuşağı, bölgede mostra veren magmatik, metamorfik ve sedimanter kayaçların dağılımına ve birimlerin tektonik özelliklerine bağlı olarak Kuzey Güney ve Eksen zonu olmak üzere üç bölgeye ayrılmakta ve herbir tektonik zon yaklaşık KB, KD ve D-B uzanımlı bölgesel ölçekli faylar ile sınırlanmaktadır (Eyüboğlu vd., 2006; Şekil 1.2). Bu faylar, bölgedeki havzaların acıkmasını-kapanmasını, magmatik kayaçlar ve bununla ilgili cevherleşmelerin yerleşimlerini kontrol eden ana tektonik unsurları teşkil etmektedir (Eyüboğlu vd., 2006; Şekil 1.2).

Doğu Pontid Orojenik Kuşağı'nın Güney Zonu içinde yer alan inceleme alanının temelini karbonifer yaşlı (320.3±1.7; Topuz vd., 2007) Kurtoğlu metofitleri oluşturmaktadır. Metamorfik kayaçlar, Geç Karbonifer yaşlı Gümüşhane Graniti (Yılmaz, 1973; Çoğulu, 1975) tarafından kesilmektedir. Doğu Pontidler'in Hersinyen temelini

temsil eden bu iki birim, Erken-Orta Jura yaşlı volkano-sedimanter istif (Şenköy Formasyonu; Kandemir, 2004; Kandemir ve Yılmaz, 2009) ile 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 itibaren, Alt Kretase sonuna kadar süren dönemde, magmatik ve tektonik açıdan oldukça duraylı olup, bu dönemde karbonatlı kayaçların çökelimi (Berdiga Formasyonu; Pelin, 1977) egemendir.

Kuzey Zonu ve Güney Zonu'nda farklı litolojilerin görülmeye başlandığı Üst Kretase'de, Güney Zon magmatik aktiviteden uzak türbiditik karakterli çökeller(Kermutdere Formasyonu; Tokel, 1972) ile temsil edilmektedir (Kermutdere Formasyonu; Tokel, 1972). Bütün bu birimler, Gümüşhane ve yakın cevresinde, tabandan lokal olarak konglomeralar ve nummulitli kireçtaşları ile başlayıp üste doğru andezit-bazalt lav ve bunların piroklastikleri (Alibaba Formasyonu; Tokel, 1972) tarafından uyumsuz olarak örtülür. Bölgede en genç birimleri, Kuvaterner yaşlı traverten, taraça ve alüvyonlar oluşturmaktadır.



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 kayaçları, (5) Karbonatlar, (6) Başlıca Mesozoyik ve Senozoyik sedimanter kayaçları, (7) Geç Kretase ve Eosen yaşlı yay volkanikleri, (8) Eosen granitleri, (9) Kaldera veya dom, (10) Kıvrım ekseni, (11) Doğrultu atımlı fay, (12) Bindirme fayı, (13) Tanımlanmamış fay (14) Çalışma alanı (Eyüboğlu vd. 2006'dan alınmıştır).

1.6. Önceki Çalışmalar

Geçmişten günümüze kadar, bölgede inceleme alanını kapsayan çok sayıda jeolojik araştırma yapılmıştır. Bu çalışmalar ile yörenin detaylı jeolojik haritaları çıkarılmış ve yüksek lisans tezi kapsamında kullanılan isimlendirmeler yapılmıştır. Yörede yapılan maden yatakları ile ilgili başlıca çalışmalar aşağıda özeltlenmiştir.

Yalçınalp (1992); Güzelyayla (Maçka- Trabzon) porfiri Cu-Mo Cevherleşmesinin jeolojik Yerleşimi ve Jeokimyası' adlı doktora tezinde Güzelyayla Mo-Cu cevherleşmesinin yöredeki granit sokulumlarına bağlı olarak geliştiğini vurgulayarak Pontid Alt Bazik karmaşığı ve Zigana granatoyidi içindeki kuvarslı mikrodiyoritler içinde gelişen maden yatağının storkwork ve saçınım şeklinde yerleştiğini söylemiştir. Buna ek olarak potasik, fillik ve propilitik ayrışma zonları izlenen yatakta arjillik kuşağın gelişmediğini, Güzelyayla porfiri Cu-Mo yatağının mezotermal karakterde olduğunu ve 280-460 °C arasında oluştuğunu ileri sürmüştür.

Akçay ve Çavga (1997); Olucak (Gümüşhane) Köyü'nün 3.2 km KB'sinde Liyas yaşlı Zimonköy Formasyonu içinde, KD-GB ve KB-GD doğrultulu faylar boyunca kalınlığı kuvars damar ve damarcıklarına bağlı olarak gelişen sahada cevher mineralleri olarak altınla birlikte pirit, kalkopirit, çinkoblend, fahlerz ve galeni tespit etmişlerdir. Altının çoğunlukla kuvarsın içinde, nadiren de cevher minerallerinden kalkopiritin içinde oluştuğunu gang mineralleri olarak kuvars, serizit, kalsit, barit, illit, kaolen ve adularya bulunduğu ifade edilmiştir.

Çubukçu (1998) ve Tüysüz vd. (1994); Kaletaş'ta (Gümüşhane) altın cevherleşmesini KB-GD doğrultulu silisleşmiş, illitleşmiş ve organik maddece zengin bir zonda geliştiğini, cevher mineralleri olarak altın ile birlikte pirit, stibnit, arsenik, nabit kükürt, cıva (realgar, orpiment), hematit, limonit ve gang olarak kuvars, kalsit, dolomit ile değişik kil minerallerinin (illit, alünit, halloysit, kaolen,) bulunduğu ve cevherleşmenin yapılan çalışmalarda sedimanter tip (Karlin tipi) bir epitermal altın yatağı olduğu ileri sürülmüştür.

Lermi (2003); İnceleme alanın kuzeyinde Midi (Karamustafa-Şiran) yöresinde Liyas yaşlı Şenköy Formasyonu içinde yer alan Pb-Zn cevherleşmesini çalışmış ve sonucunda cevherleşmenin genelde fay ve kırıklar boyunca, devamı olmayan mercekler şeklinde yerleşmiş olduğunu, cevherleşmenin mineral parajenezinde pirit, pirotin, kalkopirit, manyetit, tetrahedrit, bornit, arsenopirit, nabit altın, elektrum, enarjit-luzonit, simitsonit,

serizit, sfalerit, galen gang olarak ise limonit, hematit, kalsit, dolomit, ankerit, siderit, kuvars, epidot, klorit, illit ve kaolinit bulunduğunu ifade etmiştir.

Sipahi ve Sadıklar (2010); Zigana (Gümüşhane, KD-Türkiye) Volkanitlerinin Alterasyon Minerolojisi ve Kütle Değişimi' başlıklı çalışmasında bazalt ve andezitlerde %2-61 kütle kazancı, Dasit-I %71 kütle kazancı ve %42 kütle kaybı ve Dasit II'de %44 kütle kazancı ve %32 kütle kaybı hesaplamıştır bu veriler ışığında alterasyon minerallerinin oluşumunda kırıklar boyunca hareket eden hidrotermal sıvıların önemli rol oynadığını düşünmektedir. Sonuç olarak, çalışma alanında kayaçlardaki alterasyon ürünleri muhtemelen mezo-epitermal evrede, asidik-hafif alkali ortam şartlarında kayaçlardaki minerallerin hidrotermal alterasyonu ile oluşmuşlardır. Buna bağlı olarak kayaçlarda farklı hidrotermal alterasyon koşulları geliştiği için farklı kütle değişimleri görülmektedir.

Aslan ve Akçay (2011); Gümüşhane ili Mastra au madeninde yaptıkları çalışmada Pirit, sfalerit, galen ve kalkopiritten elde edilen δ34S değerlerinin genel olarak -1,7‰ ile –6,2‰ gibi dar bir aralıkta değiştiğini, bu değerlerin kükürtün mağmatik kaynaklı olduğunu, kuvars ile dengede olan çözeltilerin δ18O değerleri +4,5‰ ile +6,2‰ arasında, killer ile dengede olan çözeltilerin δ18O değerleri +5,8‰ ila +9,8‰ arasında olduğunu ifade eden Aslan ve Akçay (2011) sıvı kapanımlardan maden yatağının geniş bir sıcaklık aralığında (113-390 °C) oluştuğu tespit etmişlerdir. Kükürt izotop jeotermometresi yardımıyla, sülfürlü mineral çiftlerinden üç farklı sıcaklık değeri elde edilerek, (T1: 147±15 °C, T2: 287±21 °C ve T3: 365±28 °C), kuvars ve kil minerallerinden yapılan oksijen izotop jeotermometresi de bu mineraller için ortalama 348,5 °C'lik bir oluşum sıcaklığı belirlemişlerdir.

Sipahi (2011); Gümüşhane ili Arnastal mevkininde skarn cevherleşmesine yönelik olarak yaptığı çalışma kapsamında, elde ettiği mineral kimyası verilerine göre, cevherleşmenin minreral parajenezinin piroksen, garnet, epidot minerallerinden oluştuğu ve cevherleşmenin Fe-Skarn tipinde olduğunu ortaya koymuştur.

Turan (2012); "Zigana (Torul, Gümüşhane, KD Türkiye) Yöresi Damar Tip Pb-Zn-Cu±Barit Cevherleşmelerinin Kökensel Açıdan Karşılaştırmalı İncelenmesi" adlı yüksek lisans tezi çalışmasında; Zigana yöresindeki damar tip cevherleşmelerin yüzeysel kökenli çözeltilerle kısmen seyreltilmiş mağmatik kökenli çözeltilerden oluştuklarını, eş yaşlı olduklarını ve muhtemelen Hamsiköy porfiri yatağı ile ilişkili olan bir porfiri tip cevherleşmenin dış kesimlerine karşılık geldiklerini ifade etmektedir

Akbulut vd., (2014); inceleme alanında yaptıkları çalışmada cevher mineral parajenezi pirit, kalkopirit, sfalerit, galen altından, kuvars ve kalsit mineralinden oluştuğunu, volkaniklerin mineral kimyasına göre klinopiroksenlerin ojit bileşiminde olduğu, cevher minerallerin mineral kimyasına göre cevherleşmenin magmatik kökenli olduğunu belirlemişlerdir.

Akaryalı, (2016); Liyas yaşlı volkanitler içinde gelişen Altınpınar (Torul) Pb-Zn cevherleşmesine yönelik yapmış olduğu sıvı kapanım, mineral kimyası ve duraylı izotop çalışmalarına göre, cevherleşmenin granitik kayaçlarla ilişkili epitermal damar tip olduğunu ortaya koyumuştur.

Akaryalı ve Akbulut (2016); Ünlüpınar (Kelkit-Gümüşhane) yöresinde gelişen Pb-Zn cevherleşmesi üzerinde yapılan sıvı kapanım, mineral kimyası ve duraylı izotop çalışmalarına göre cevherleşmenin oluşumunda adakitik olmayan granitik kayaçların etkili olduğunu belirlemiştir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Giriş

Bu çalışma kapsamında inceleme sahasında yüzeyleme veren birimler, stratigrafik adlama kuralları dikkate alınarak ayırtlanmış, seçilen volkanik kayaç ve cevher örneklerinden jeokimyasal analizler yapılmış ve elde edilen bulgular Doğu Pontid Orojenik Kuşağında yapılan diğer çalışmalarla da deneştirilerek, Gümüşdamla cevherleşmesi ve ona ev sahipliği yapan Eosen yaşlı volkanik kayaçların; oluşum, köken ve yaş ilişkileri yorumlanmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda yapılan çalışmalar; arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olarak üç ayrı aşamada gerçekleştirilmiştir.

2.2. Arazi Çalışması

Arazi çalışmalarının ilk etabı, Gümüşdamla cevherleşmesinin de içinde bulunduğu yaklaşık 30 km^2'lik bir alan içinde yaygın olan birimlerin tanımlanması, stratigrafiklerinin ortaya konması ve yapısal özelliklerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmaları kapsamaktadır. Bu doğrultuda, Gümüşdamla ve çevresinde yaygın olan birimlerde yapılan gözlemler neticesinde mevcut yapısal unsurlardan ölçümler alınmış, formasyon sınırları haritaya işlenmiş ve 1/25000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmıştır. Birimler arası ilişkiler belirlendikten sonra, Gümüşdamla cevherleşmesinin yan birimleri ve yapısal unsurlar kapsamlı olarak incelenmiştir.

Arazi çalışmaları neticesinde yapılan örneklemeler şu şekilde özetlenebilir: 1/ 25000 ölçekli haritalama işlemleri sırasında, birimleri temsil eden kayaçlardan petrografik ve kimyasal analiz amaçlı örnekler alınmıştır. Gümüşdamla cevherleşmesine ait, cevher mineral dizilimini, gang minerallerini ve minerallerin kimyasını ortaya koymak, cevherleşmede mineral zonlanmasını belirlemek için faz farklılıklarını da dikkate alarak cevherleşme örneklenmiştir. Ayrıca Gümüşdamla sahasında Gümüşdamla Yayla mevkisinde gözlenen cevherleşmelerin bulunduğu alanın 1/2000 ölçekli detay alterasyon haritası oluşturulmuştur.

2.3. Laboratuvar Çalışmaları

2.3.1. İnce ve Parlak Kesitlerin Hazırlanması

Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit hazırlama laboratuarında, çalışma sahasından toplanan kayaçların, petrografik ve mineralojik tayinlerine yönelik ince kesitler yapılmıştır. İnce kesit hazırlama esnasında kayaçlardan alınan 0.5x2x4 cm boyutundaki plakacıklar, bir yüzeylerinin pürüzlülükleri giderildikten sonra 1 mm kalınlığındaki 2.5x5 cm boyutundaki cam üzerine kanada balzamı kullanılarak yapıştırılmıştır. Cam üzerine yapışmış olan plaka, dereceli aşındırıcılar yardımıyla 0.025 mm kalınlığa kadar inceltilerek petrografik tayin için hazır hale getirilmiştir.

Gümüşdamla cevherleşme sahasından derlenen cevher ve yan kayaç örneklerinden, cevher mineral parajenezini ve dizilimini 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 ve yan kayaç örneklerinden hazırlanan parlak kesitler ise üstten aydınlatmalı cevher mikroskobu ile incelenerek cevherleşmenin mineral parajenezi belirlenmiştir.

2.3.3. Kimyasal Analiz İçin Örnek Hazırlanması

İnceleme alanından sistematik olarak alınan örneklerin, petrografik incelemeleri tamamlandıktan sonra, seçilen örneklerden ana, iz ve nadir toprak element analizi, değerli metal analizi yapılmıştır. Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde, 250-300 g kayaç örnekleri çeneli kırıcıda parçalandıktan sonra, Tungsten-karbitten yapılmış halkalı öğütücülerde 200 mesh boyutuna kadar öğütülmüş ve çeyrekleme yöntemi ile yaklaşık 40-50 g toz örnek kimyasal analiz için ayrılmıştır.

2.4. Analitik Yöntemler

2.4.1. ICP-AES ve ICP-MS Yöntemleri

Çalışma kapsamında yapılan kimyasal analizler ACME Analytical Laboratories Ltd. (KANADA) analitik kimya laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. İnceleme sahasında yüzeyleyen volkanik ve granitik kayaçların sınıflandırılması, jeodinamik ortamı ve kökeninin tespit edilmesine yönelik olarak 11 adet kayaç örneğinin ana element analizleri; İndüktif Eşleşmiş Plazma (Inducticly Coupled Plasma)-Atomik Emisyon Spektrometri (ICP-AES) yöntemiyle analiz edilmiştir. Aynı örneklerin iz ve nadir toprak element analizleri ise ICP- MS (Kütle Spektrometresi) yöntemiyle analiz edilmiştir.

ICP-AES analiz yönteminde, bir örnekte bulunan elementler atomlaştırma işlemi için (ICP hamlacı ile) buhar haline getirilerek atomlarına dönüştürülür. Akabinde ise buhar içindeki atomik türlerin emisyonunun ölçümleri yapılır (Thompson ve Walh, 1983). Ana element analizleri için 0.2 g örnek 1.5 g $LiBO_2$'de eritilmiş ve %5'lik 100 mL HNO_3 içinde çözündürülmüştür. Analiz yapılan alete standartlar (STD SO 18) girildikten sonra örnekler analiz edilmiştir.

ICP-MS yöntemi ise 0.25 g toz örnek üzerinde gerçekleştirilir. Yöntemin esası şu şekildedir. Analiz edilecek örnekler ICP hamlacı ile atomlaştırılır, iyonlaştırılır ve kütle/yük oranına göre ayrılan iyonların sayımı ile sayısal sonuçlar elde edilir (Jenner vd., 1990). Numuneler, karbon içeriklerinin uçurulması için 200 °C de 100 mL $HClO_4$-HNO_3-HCl-HF çözeltisinde köpürmeleri gidinceye kadar bekletilmiştir. Metalleri çözmek amacıyla 10 mL kral suyu ($3HDNO_3$-HDHCl) ile sulandırılarak bekletilen numuneler, seyreltildikten, filtrelendikten ve cihaza standart (STD SO 18) okutulduktan sonra analiz edilmişlerdir.

2.4.2. Elektron Mikroprob Analizleri

Gümüşdamla cevherleşme sahasından alınan 4 adet cevherli örnekler ile gözlenen cevher minerallerinin mikroprob analizleri New Mexico Bureau of Geology & Mineral Resources New Mexico Institute of Mining & Technology KANADA'da elektron mikroprob laboratuvarında CAMECA SX-100 model cihaz ile 20 kV ve 30 nA koşulları altında yapılmıştır.

2.5. Büro Çalışmaları

Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucu elde edilen veriler büro çalışmaları sırasında değerlendirilmiştir. Arazi çalışmaları neticesinde hazırlanan haritalar, kesitler ve analiz sonuçları paket programları kullanılarak grafikler ve tablolar oluşturulmuştur. Sonuçta tüm veriler değerlendirilmiş ve Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na göre tezin yazımı gerçekleştirilmiştir.

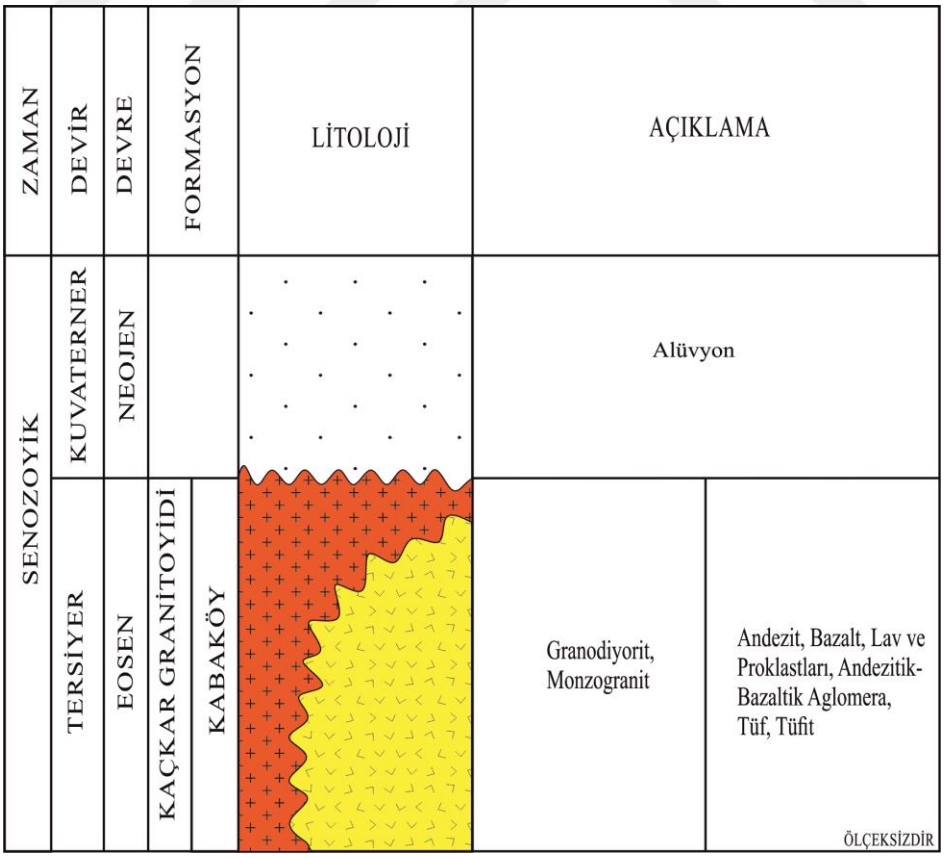
3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Çalışma Alanının Stratigrafisi

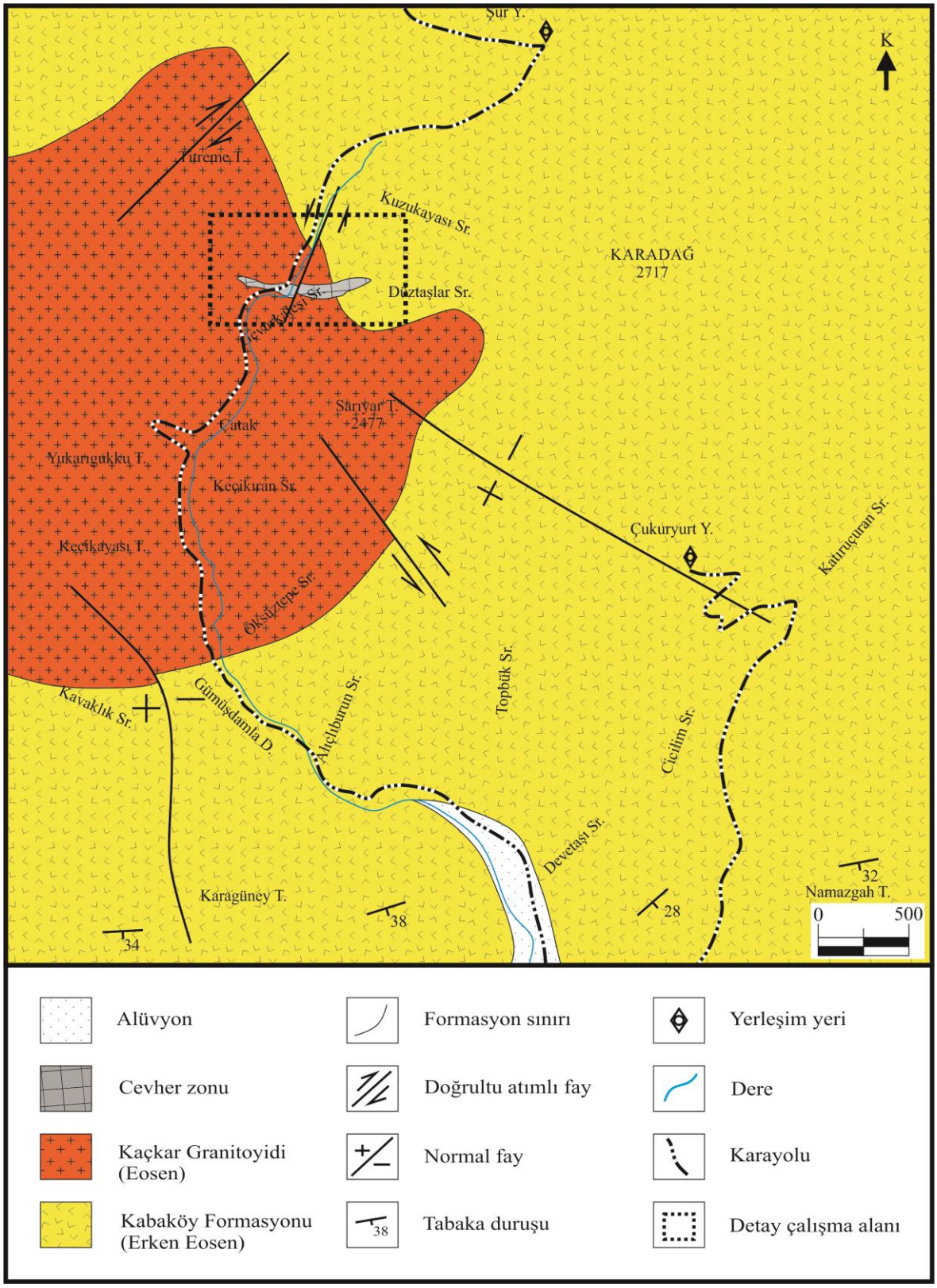
Çalışma alanı ve yakın çevresindeki kayaçlar yaşlıdan gence doğru (Şekil 3.1 ve 3.2) aşağıdaki gibidir.

- Kabaköy Formasyonu (Erken Eosen)
- Kaçkar Granitoyidi (Eosen)
- Alüvyon (Kuvaterner)

Çalışma konusunu oluşturan cevherleşme, Kabaköy Formasyonu ile Kaçkar Granitoyidi dokanağında geliştiğinden, bu bölümde cevherleşmeye ev sahipliği yapan birimler detaylı olarak ele alınmıştır.



Şekil 3.1. İnceleme alanının genel stratigrafik kolon kesiti.

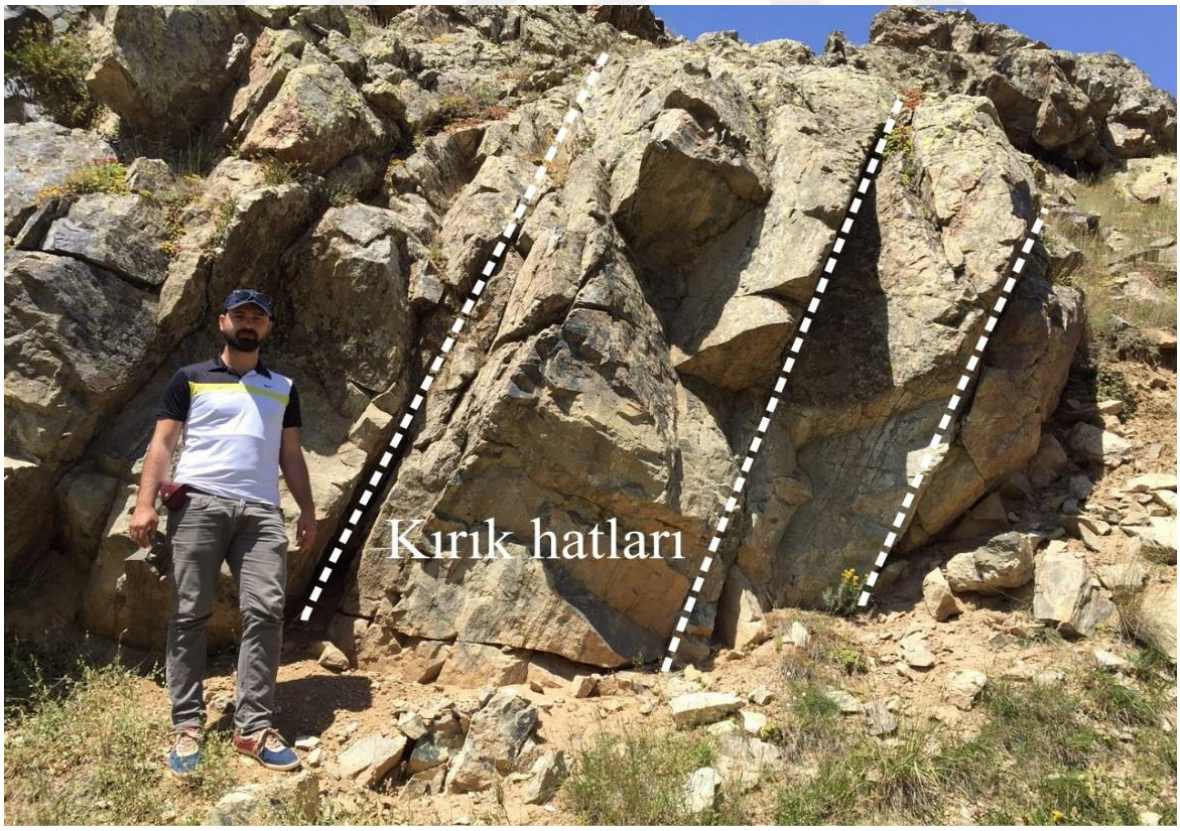


Şekil 3.2. Çalışma alanını kapsayan bölgenin 1/25000 ölçekli genel jeoloji haritası.

3.1.1. Kabaköy Formasyonu

Andezit-bazalt, lav ve piroklastları, kumtaşı ve kumlu kireçtaşından oluşan birime Güven (1993) tarafından "Kabaköy Formasyonu" adı verilmiştir. Kabaköy Formasyonu sahada yaklaşık 48 km^2'lik bir alandaki yayılımı genel olarak Karadağ (2717 m), Karagüney Tepe (2131 m), Namazgâh Tepe (2025 m), Devetaşı Sırtı ve Kuzukayası Sırtı civarlarında göstermektedir. Birimin volkanik kesimi; andezit-bazalt lav ve piroklastları, andezitik-bazaltik aglomera tüf ve tüfit ardalanmasından oluşmaktadır. Kabaköy Formasyonu ağırlıklı olarak çalışma alanının güneyinde yayılım göstermekle beraber granitik kayaç ile olan dokanak çalışma alanının kuzey batı kesimindedir.

Cevherleşmenin bulunduğu alanda daha çok andezitik kayaçlar egemen olup, birimde yer alan kumtaşı, kumlu kireçtaşı, aglomera ve tüf ardalanmaları granitik kayaç dokanağından daha uzak kesimlerde yüzeyleme vermektedir. Cevherleşme sahasında ganitik kayaç dokanağında gözlenen kırıklı ve çatlaklı andezitik kayaçlar (Şekil 3.3); koyu gri ve gri renklerde, ayrışmanın yoğun olduğu bölgelerde ise sarımsı renklerde gözlenir.



Şekil 3.3. Kabaköy Formasyonuna ait Andezitlerin arazideki genel görünümü.

Granitik kayaç ile olan dokanağında, düşük sıcaklıklı kontak metamorfizmanında etkisinin yanı sıra yüzey suların da katkısıyla sahada meydana gelen hidrotermal alterasyonlardan kaynaklı oluşan alterasyon ürünleri olarak silisleşme, epidotlaşma, hematitleşme ve killeşme görülmektedir. Altreayonun daha yoğun olduğu bölgelerde saçınımlı pirit minerallerini de görmek mümkünkür. Ayrıca Gavurkalesi Sırtında ve çevresinde andezitik kayaçların kıtık ve çatlaklarında manyetit oluşumları gözlenmektedir. Söz konusu alterasyonlara ve manyetit oluşumlarına ait detaylı bilgiler tezin maden jeoloji bölümünde ele alınmıştır.

Kabaköy Formasyonundan alınan örneklerde yapılan ince kesit incelemeleri andezitik kayaçlar kapsamında gerçekleştirilmiştir. Birimde yer alan aglomera, kumtaşı ve kumlu kiraçtaşı örnekleri üzerinde ince kesit incelemeleri gerçekleştirlmemiştir. Andezitik kayaçların mikroskobik incelemeleri neticesinde; andezitlerin mikrolitik ve mikrolitik porfirik doku gösterdiği, ana mineral bileşeni plajiyoklasların öz şekilli ve yarı öz şekilli olarak iri ve mikrolitik kristalli olduğu (Şekil 3.4), albit ikizlenmesi gösterdiği, sözme açılarından yararlanılarak yapılan cins tayinine göre andezin bileşiminde olduğu, yer yer ayrışmış ve serizitleş oldukları belirlenmiştir (Şekil 3.4 C, H, F).

Amfibol, açık yeşil renk tonu, açık sarıdan yeşile dönüşen pleokroizma gösteren rengi ile tanınır ve çoğunlukla öz şekilsiz olarak yaklaşık kesitte yaklaşık % 5 - 6 oranında bulunur. Amfibollerin ayrışmasından dolayı kayaçta kloritleşme ve epidotlaşma gelişmiştir (Şekil 3.4 B, G).

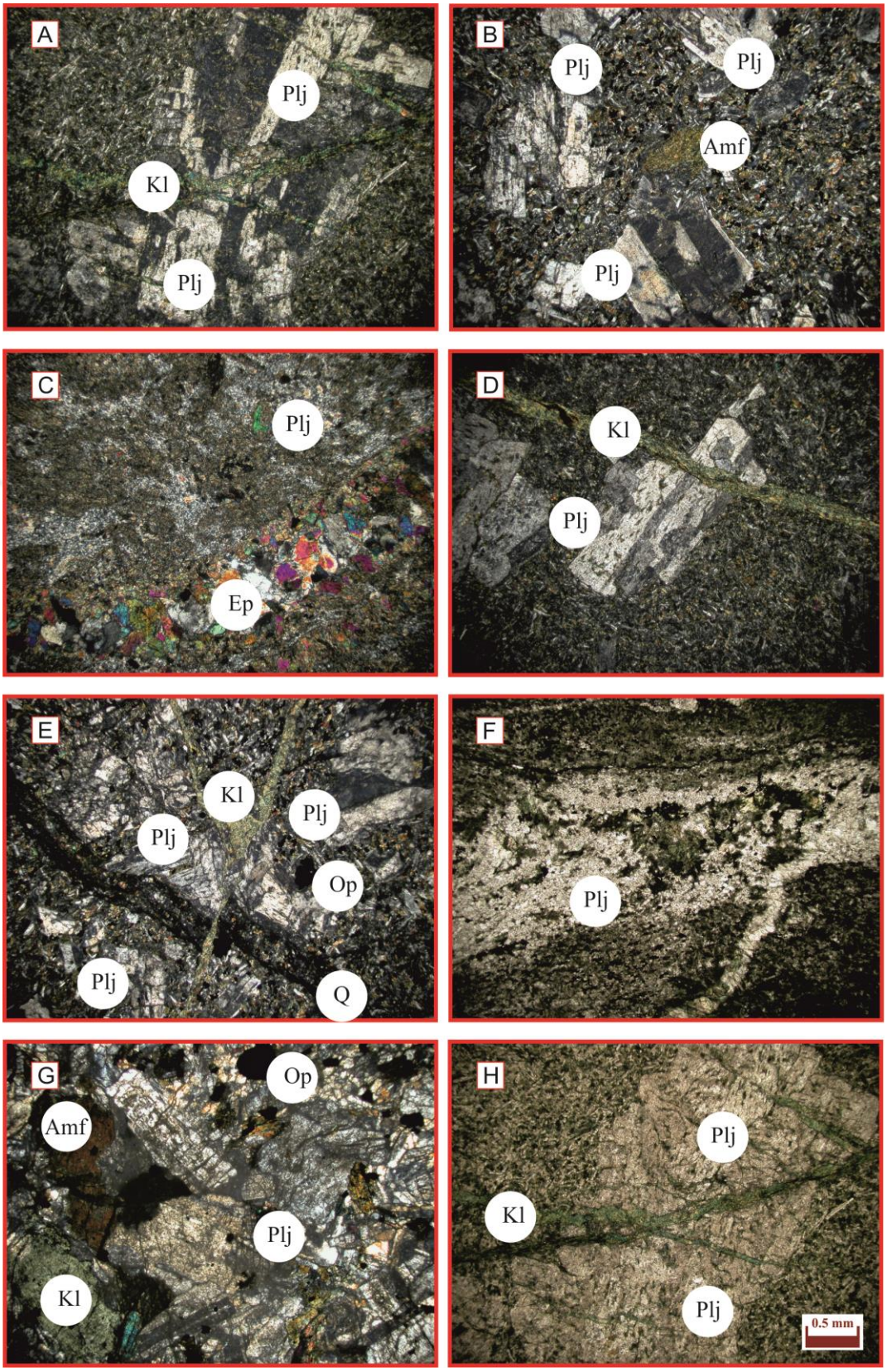
Çift nikolde canlı renklerde gözlenen epidotlar, kayaç içerisinde çok kırıklı yapıda ve öz şekilsiz olarak gözlenmektedir (Şekil 3, 4 C).

Öz, yarı öz şekilli plajiyoklasların kırıkları içerisinde gözlenen klorit minerali her iki nikolde de gösterdiği yeşil rengi ile kolaylıkla tanınmaktadır (Şekil 3.4 A, D, E, G, H).

Kayaç içerisinde düzensiz olarak yerleşmiş, yarı öz şekilli ve öz şekilsiz halde dağınık olarak opak mineraller bulunmaktadır (Şekil 3.4 E, G).

Hamur, plajiyoklas, amfibol ve alterasyon minerallerinin mikro ve kripto boyutundaki kristallerinden meydana gelmektedir.

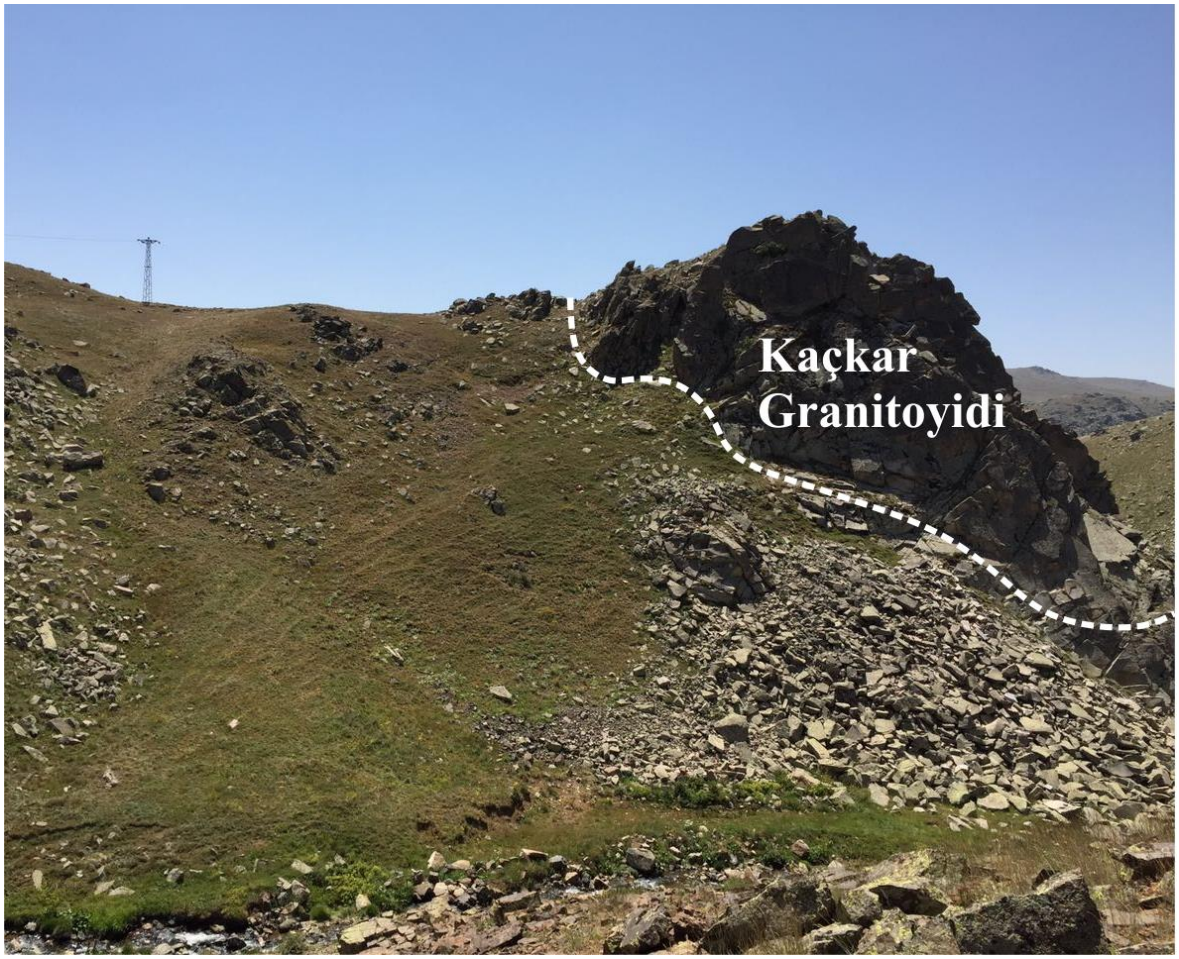
İnceleme alanında, bu birim içerisinde karakteristik fosillere rastlanmamıştır. Daha önceki çalışmalarda Güven (1993) Kabaköy Formasyonu'nu içerisinde makro ve mikro fosiller saptamış ve bu birime Eosen yaşı vermiştir. Bu çalışmada da Kabaköy Formasyonu'nun yaşı Eosen olarak alınmıştır.



Şekil 3.4. Kabaköy Formasyonuna ait Andezitlerin ince kesit görünümü (Plj: Plajiyoklas, Amf: Amfibol, Ep:Epidot, Kl: Klorit, Q:Kuvars, Op: Opak mineral).

3.1.2. Kaçkar Granitoyidi

İnceleme alanının kuzey, kuzeybatı kesimlerinde yüzeylenen granitik kayaçlar daha önce yapılan çalışmalarda Güven (1993) tarafından "Kaçkar Granitoyidi" olarak adlandırılmıştır. Çalışma alanında benzer litolojik özellik gösteren bu birim için aynı ad benimsenmiştir. Kaçkar Granitoyidi inceleme alanında Titreme Tepe, Keçikayası Tepe ve Kavaklı sırtı mevkiilerinde yüzeylenmekte olup yaklaşık 7 km^2'lik bir alan kaplamaktadır.



Şekil 3.5. Kaçkar Granitoyidi'nin arazideki genel görünümü (Gavurkalesi Sırtı).

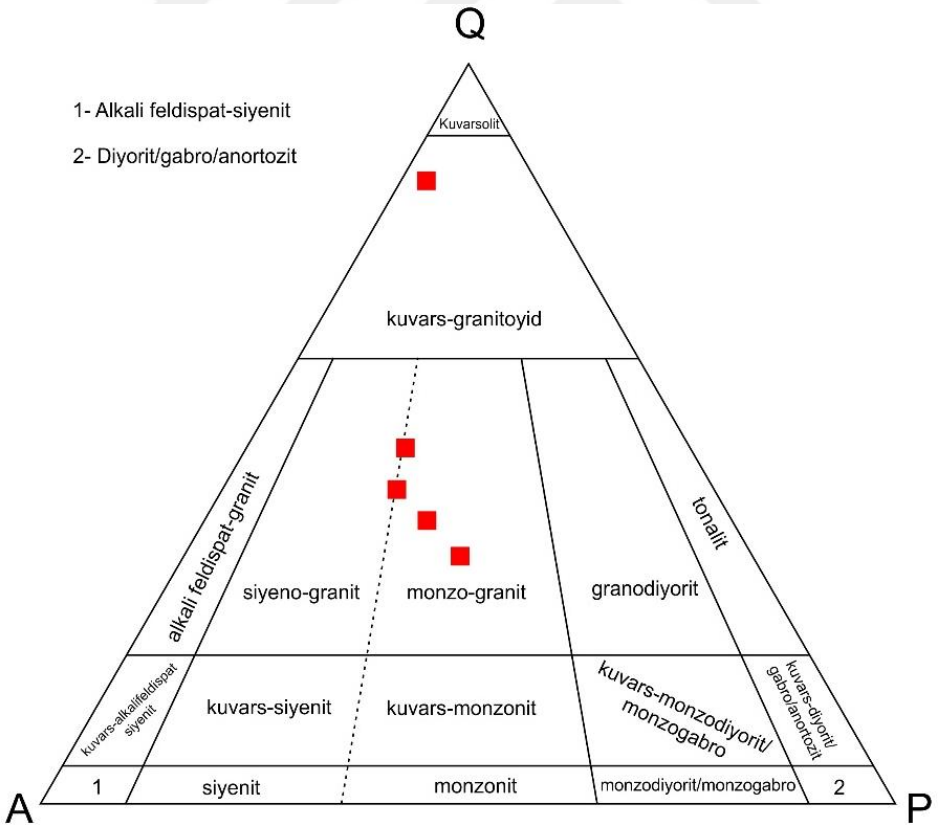
Kaçkar Granitoyidi inceleme alanının kuzeybatısında Eosen yaşlı Kabaköy Formasyonu'nu keserek yerleşmiştir. Granitik kayaçlar; renk, alterasyon gibi özellikleriyle diğer birimlerden kolayca ayırt edilmektedir. Mostra veren yüzeyler oldukça sert ve sağlam olup, üst kısmı oldukça ayrışmış ve toprak örtüsüyle kaplanmıştır. Çatlak yüzeyleri boyunca kloritleşme, kalsitleşme, silisleşme, killeşme, hematitleşme ve epidotlaşma

izlenmektedir. Genellikle gri, koyu gri tonlarda görülen monzogranit bileşimli kayaçlarda makroskobik olarak kuvars, biyotit ve amfibol mineralleri kolaylıkla ayırt edilmektedir.

Kaçkar Granitoyidi'nden alınan örneklerin ince kesitleri üzerinde modal analiz yapılmış ve sonuçlar QAP diyagramına (Streckeisen, 1976) aktarılmıştır. Buna göre granitik kayaçların, kuvars-granotoyid ve monzogranit bileşimli olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.1; Şekil 3.6).

Tablo 3.1. Kaçkar Granitoyidine ait kesitlerden yapılan modal analiz sonuçları.

Örnek No	Kuvars	Ortoklas	Plajiyoklas	Opak	Biyotit	Amfibol
ELF-2	27.5	45.1	22.3	0.4	0.6	4.1
ELF-5	83.0	14.5	0.8	0.3	0.4	1.0
ELF-7	40.1	37.0	18.6	0.9	0.6	2.7
ELF-10	24.1	45.8	21.3	1.3	0.5	7.0
ELF-13	29.3	28.6	25.3	3.7	0.6	12.5



Şekil 3.6. Kaçkar Granitoyidi'ne ait örneklerin modal analiz sonuçlarının QAP diyagramındaki dağılımları (Streckeisen, 1976).

Kayacın ana bileşenlerini plajiyoklas (% 40-50), alkali feldispat (% 15- 20), kuvars (% 15-17), amfibol (% 10-12), ile az miktarda opak ve piroksen mineralleri oluşturmaktadır.

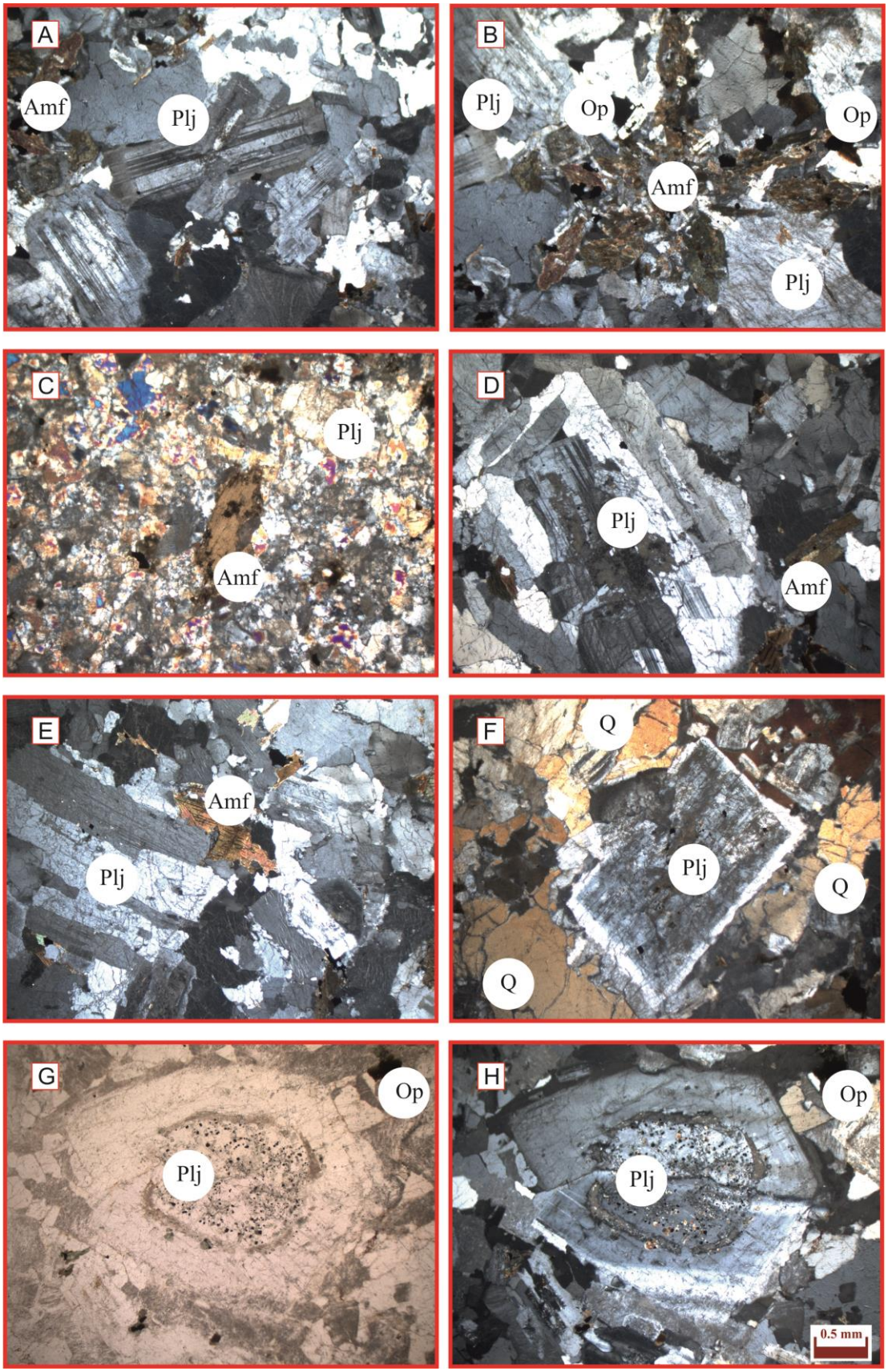
Monzogranitler orta-iri taneli dokuda gözlenmekle beraber, ana bileşen olarak kayaçta plajiyoklas (%18-28), alkali feldispat (%28-45), kuvars (%27-40), biyotit (%1), amfibol (%4-12), ile az miktarda opak mineraller bulunmaktadır. Granüler dokunun yanı sıra intergranüler ile kuvars ve feldispat mineralleri arasında gelişmiş mirmekitik doku da görülmektedir. Alkali feldispat oranı fazla olan örneklerde çoğunlukla grafik doku izlenmektedir (Şekil 3.7 A, B ve E).

Yarı öz şekilli prizmatik ve öz şekilli kristaller şeklinde gözlenen plajiyoklaslarda ikizlenmeler belirgin olarak gözlenmekle beraber, nadiren de olsa plajiyoklaslar biyotit ve amfibol kapanımları içermektedir (Şekil 3.7B, C ve E). Ayrıca plajiyoklas kristallerinde zonlu dokular da gelişmiştir (Şekil 3.7G ve H). İnce-orta taneli öz şekilsiz, çatlaklı ve dalgalı sönme gösteren kuvars mineralleri feldispat minerallerine benzerlik göstermesine rağmen karşın tek optik eksenli pozitif olmalarından rahatlıkla ayırt edilmektedir (Şekil 3.7F).

Alkali feldspatların sınırları pek belirgin değildir ve kesitte genel olarak öz şekilsiz ve serisitleşmiş olarak gözlenirler. Kayaçta yoğun olmamakla birlikte kahverengi tonları ve açık sarıdan kahveye değişen pleokroizma rengi ve tek yönlü dilimleri ile tanınan biyotit mineralleri kayaç içerisinde genellikle yarı öz şekilli bazen de öz şekilsiz olarak gözlenirler.

Açık yeşil renk tonu, açık sarıdan yeşile dönüşen pleokroizma gösteren amfibol mineralleri (Şekil 3.7A, b, c ve E) genellikle opak mineralleri ile birlikte yarı öz şekilli prizmatik kristaller halinde bulunurlar. Ayrışma etkisiyle dilinim izleri pek belirgin olmayan amfibol mineralleri yaklaşık 15o civarında sönme açısı gösterirler. Öz şekilsiz ve dağınık halde gözlenene opak mineraller amfibollerin etrafında yoğun olarak izlenir.

Çalışma alanını da içine alan çalışmasında Güven (1993), birimin Erken Eosen olduğunu belirtmiştir. Buna dayanılarak bu çalışmada bu birimin yaşı Erken Eosen olarak kabul edilmiştir.



Şekil 3.7. Kaçkar Granitoyidi'ne ait örneklerinin mikroskop altındaki görünümü (Plj: Plajiyoklas, Q: Kuvars, Amf: Amfibol, Op: Opak mineraller).

3.1.3. Alüvyon

Kuvaterner yaşlı alüvyonlar Gümüşdamla Deresi ve kolları boyunca gelişmiştir. Çalışma sahsında yaklaşık 1,5 km^2'lik bir alanda ve sadece vadi tabanında yüzeyleme göstermektedir. Alüvyon içerisinde çevre kayaçların blok boyutundan kil boyutuna kadar değişen boyutlarda malzemelerini gözlemek mümkündür. Alüvyonlar güncel olarak oluşmaya devam etmektedir.

3.2. Volkanik Kayaçların Jeokimyası

3.2.1. Giriş

Gümüşdamla köyü ve cevresinde yüzeyleme veren volkanik birimlerin petrokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla seçilen örneklerden ana (%) iz (ppm) ve nadir toprak element (ppm) analizleri gerçekleştirilmiş, sonuçlar ise Tablo 3.2.'de verilmiştir

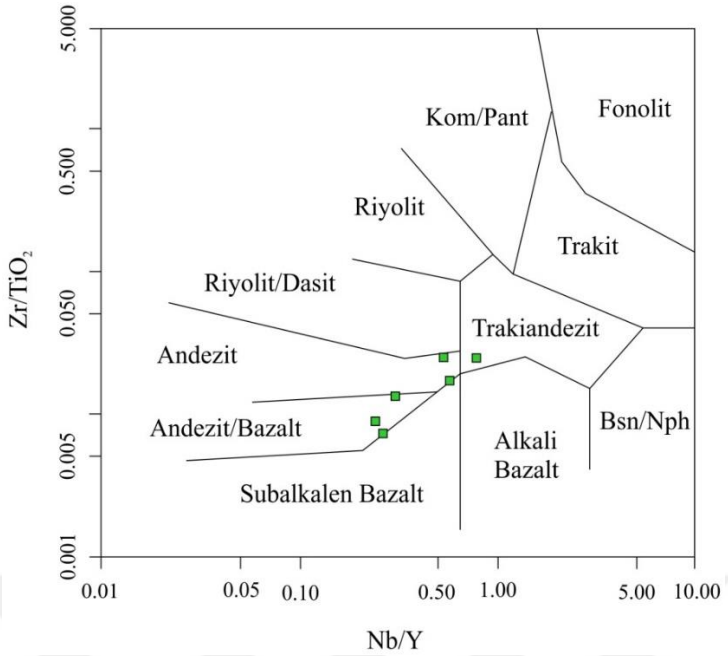
3.2.2. Volkanik Kayaçların Kimyasal Sınıflandırılması

Sahadan alınan örnekler üzerinde ana ve iz element analizlerinden yararlanılarak jeokimyasal sınıflama ve adlama işlemleri yapılmıştır. Alterasyonlu sahalardan alınan örnekler üzerinde genellikle hareketsiz elementler üzerinden yapılan adlamalar kullanılmaktadır. Kabaköy Formasyonundan alınan örneklerin analizlerinin değerlendirilmesinde Winchester ve Floyd (1976) tarafından önerilen Nb/Y'ye karşı Zr/TiO_2*0.0001 kimyasal adlandırma diyagramı tercih edilmiştir. Bu diyagrama göre örnekler andezit, andezit/bazalt, trakiandezit alanlarında yer almıştır (Şekil 3.8). SiO_2'ye karşı K_2O ayrım diyagramına (Le Maitre vd., 2002); aktarıldığında ise örneklerin bazalt, bazaltik andezit ve andezit alanlarında Yüksek-K, Orta-K ve Düşük-K bölgelerine düşmektedirler (Şekil 3.10 a). Aşırı derecede alterasyona maruz kalan iklimler için geliştirilen Th-Co diyagramına aktarılan örnekler (Hastie vd., 2007), elde edilen sonuçlar yüksek-K şoşonitik bileşimli bazaltik andezit/andezit, kalk alkalin bileşimli bazaltik andezit/andezit, riyolit/dasit alanına düşmektedir (Şekil 3.10 b).

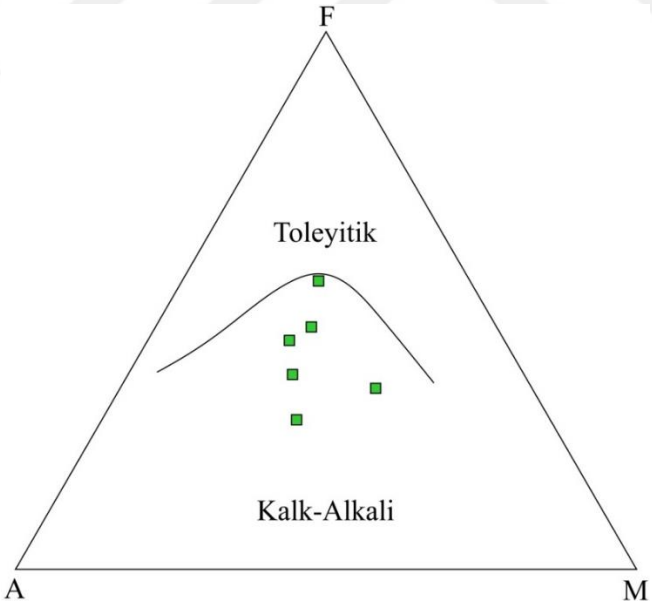
Tablo 3.2. Gümüşdamla yörelerinde yüzeyleme veren volkanik kayaçların ana, iz ve nadir toprak element analiz sonuçları.

Sample	**AK1**	**AK3**	**AK5**	**AK6**	**AK7**	**AK8**
SiO_2	56.83	51.66	49.94	55.38	58.55	53.92
Al_2O_3	17.13	19.19	19.64	16.56	16.31	16.62
Fe_2O_3*	7.7	7.62	10.03	7.24	3.8	4.61
MgO	3.89	3.73	3.8	4.81	3.87	5.09
CaO	7.73	9.22	9.53	5.78	10.46	15.03
Na_2O	4.33	4.12	3.57	3.61	3.04	1.61
K_2O	0.23	1.46	0.55	3.09	1.99	1.49
TiO_2	0.8	0.98	1.07	0.79	0.66	0.58
P_2O_5	0.2	0.18	0.26	0.14	0.19	0.19
MnO	0.17	0.25	0.22	0.15	0.13	0.2
Cr_2O_3	0.006	0.003	0.004	0.009	0.016	0.012
A.K.	0.8	1.3	1.1	2.1	0.7	0.4
Tablo	99.81	99.78	99.77	99.81	99.79	99.79
Ba	183	432	296	880	619	477
Sc	23	28	27	24	20	12
Co	11	12.4	18.8	21.2	19.4	18.6
Cs	0.4	2.2	1	0.4	1	0.7
Ga	14.4	17.9	19.7	16	16.3	16.8
Hf	2.6	1.9	2.3	3.4	4.7	3.9
Nb	6.2	4.6	5.6	10.6	10.2	11.8
Rb	4.5	46.2	9.5	55.6	62.6	47.4
Sr	428.7	527.6	564.7	298.8	491.3	398.7
Ta	0.4	0.3	0.2	0.6	0.9	0.8
Th	4.7	1.8	1.9	7.2	14.9	13.6
U	1.3	0.4	0.6	2	3.1	3.5
V	218	303	284	182	120	124
W	<0.5	1.1	0.6	0.6	0.8	<0.5
Zr	101.1	67.1	92.7	125	159.8	141.1
Y	20	17.2	22.4	17.9	18.7	14.9
Cu	29.1	28.7	105.6	3.9	31.5	41.7
Pb	6.5	4.4	4.2	1.8	3.4	3.4
Zn	18	53	31	49	20	17
Ni	5.2	4.9	3.8	21.3	7.8	10
La	18.4	13.3	19.4	23.3	29.4	33.9
Ce	36.6	25.6	41.2	46.7	55.4	65
Pr	4.38	3.13	5.24	5.36	6.07	7.08
Nd	16.9	13.4	22.4	21.4	22.3	26.1
Sm	3.65	3.23	5.11	3.89	4.5	4.82
Eu	1.04	1.01	1.56	0.9	0.94	1.06
Gd	3.83	3.36	5.12	3.56	3.92	3.77
Tb	0.6	0.53	0.73	0.54	0.57	0.51
Dy	3.59	3.21	4.33	3.19	3.31	2.82
Ho	0.74	0.66	0.9	0.65	0.68	0.54
Er	2.12	2	2.57	1.98	2.02	1.58
Tm	0.31	0.29	0.36	0.28	0.28	0.23
Yb	2.08	1.83	2.19	1.86	1.82	1.57
Lu	0.32	0.28	0.34	0.28	0.28	0.23
Mg#	50.02	49.23	42.88	56.83	66.86	68.63
Eu/Eu*	0.85	0.94	0.93	0.74	0.68	0.76
La_N/Yb_N	5.96	4.90	5.97	8.45	10.89	14.56

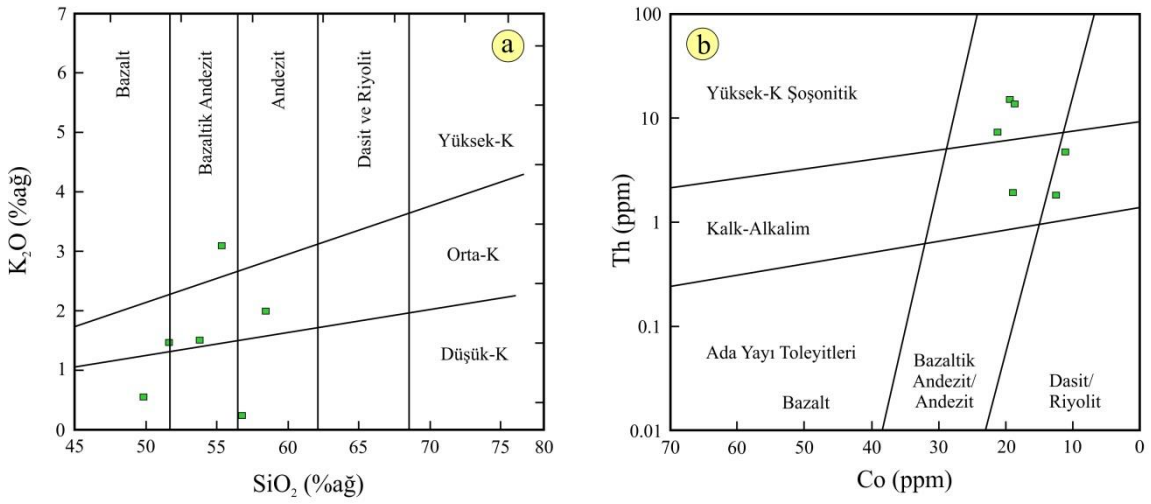
Fe_2O_3*: Fe_2O_3 cinsinden toplam demir. A.K. (Ateşte Kayıp): Toplam uçucu içeriği. Mg# = molar MgO / molar (MgO+FeOT)*100. Eu/Eu* = $Eu_N/\sqrt{(Sm_N \times Gd_N)}$, N= Kondridit değerleri (Boynton 1984).



Şekil 3.8. Gümüşdamla/Aydın Tepe (Bayburt) yörelerindeki volkanik kayaçların Nb/Y'ye karşı Zr/TiO_2 diyagramı (Winchester ve Floyd, 1976).



Şekil 3.9. Gümüşdamla/Aydıntepe (Bayburt) yörelerindeki volkanik kayaçlarının AFM üçgen diyagramı (Toleyitik-kalk-alkali ayırım eğrisi Irvine ve Baragar, 1971'e göredir).



Şekil 3.10. Gümüşdamla-Aydıntepe (Bayburt) yöresindeki volkanik kayaçlarının (a) SiO_2 (%)'ye karşı K_2O (%) ve (b) Co-Th diyagramı (Le Maitre vd., 2002; Hastie vd., 2007).

3.2.3. Ana, İz ve Nadir Toprak Element Kimyası

Gümüşdamla Yayla yörelerinde yüzeylenen volkanik kayaçların ana ve iz element kimyasal sonuçlarına göre; SiO_2 % 58.55-49.94, Na_2O %4.33-1.61, Al_2O_3 % 19.64-16.31, Fe_2O_3 % 10.03-3.80, MgO % 5.09-3.73, CaO % 15.03-5.78, K_2O %3.09-0.23, TiO_2 % 1.07-0.58, Ba % 880-183, Rb % 62.60-4.50, Sr % 564.7-298.8, Th % 14.9-1.8, U % 3.5-0.4, Zr % 159.8-67.1 değerleri arasında değişmektedir.

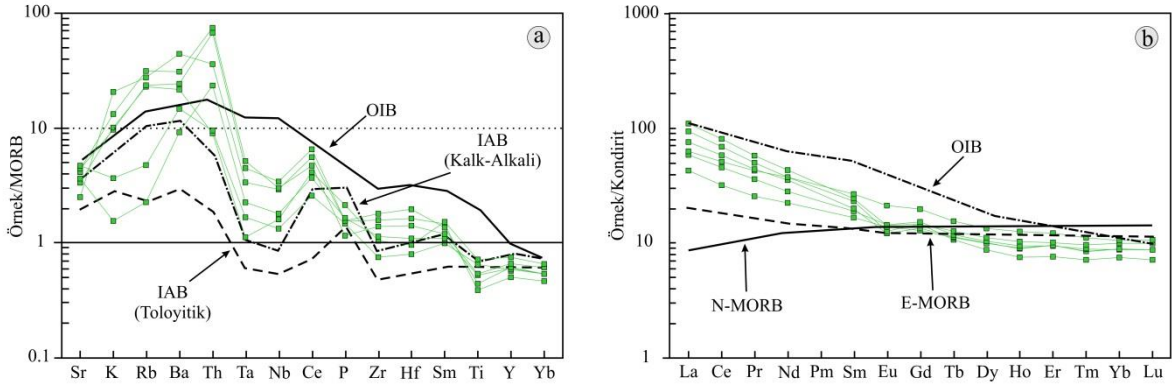
Gümüşdamla yöresindeki volkanitleri oluşturan örneklerin MORB'a göre (Sun ve McDonough, 1989) normalleştirilmiş olan iz element değişim diyagramında büyük iyon yarıçaplı litofil element (B.İ.Y.L.E) konsantrasyonları bakımından zenginleşme, yüksek çekim alanlı elementler (Y.Ç.A.E) bakımından fakirleşme görülmektedir (Şekil 3.11a). Örneklerdeki bu yönsemeler kalk-alkali karakterli ada yayı bazaltı yönsemesi ile benzerlik sunmakta olup, bu durum incelenen kayaçların benzer bir tektonik ortamdan itibaren türediğine işaret etmektedir.

Örneklerin değişimlerinin birbirine paralellik sunması, kayaçların benzer kökenden türediklerini göstermektedir. Çalışılan volkanitlerin kondirite göre (Boynton, 1984) normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları ise kayaçların aynı manto kaynağından türedikleri şeklinde yorumlanabilmektedir (Şekil 3.11b). Söz konusu diyagram incelendiğinde hemen hemen tüm nadir toprak elementlerce bir zenginleşmeyle

görülmesine rağmen özellikle hafif nadir toprak elementlerin (H.N.T.E.), ağır nadir toprak elementlere göre daha fazla zenginleştiği saptanmıştır (Şekil 3.11).

NTE dağılımlarında kayaçlarda gözlenen negatif Eu anomalisi söz konusu volkanitlerin gelişiminde plajiyoklas ayrımlaşması ile ilişkilendirilmiştir. Fujimaki vd., (1984)' e göre hafif nadir toprak elementlerin (H.N.T.E.), diğer nadir toprak elementlere göre daha fazla zenginleşmesi ve dağılım diyagramında gözlenen konkav yapı volkanik kayaçların gelişiminde klinopiroksen ve hornblend ayrımlaşması şeklinde olduğu yorumlanmıştır.

Büyük iyon yarıçaplı litofil elementlerin yüksek çekim alanlı elementlere göre zenginleşme göstermesi ve hafif nadir toprak elementlerin ağır nadir toprak elementlere göre zenginleşme göstermesi ile NTE diyagramlarında tespit edilen negatif Nb, Ta, Ti ve Zr anomalilerinin görülmesi çalışılan sahalardaki volkanitlerin yitim ilişkili kıtasal yay magması özelliğinde olduğunun göstergesidir (Pearce 1983; Ringwood 1990; Stolz vd., 1990; Kelemen vd., 1990). B.İ.Y.L.E. ve H.N.T.E.'ce tespit edilen zenginleşme ise yiten okyanusal litosferden ve/veya yiten litosfer üzerindeki sedimentlerden açığa çıkan akışkanların manto kaması içine girişi ile ilişkilidir (Ringwood, 1990; Hawkesworth vd., 1991).

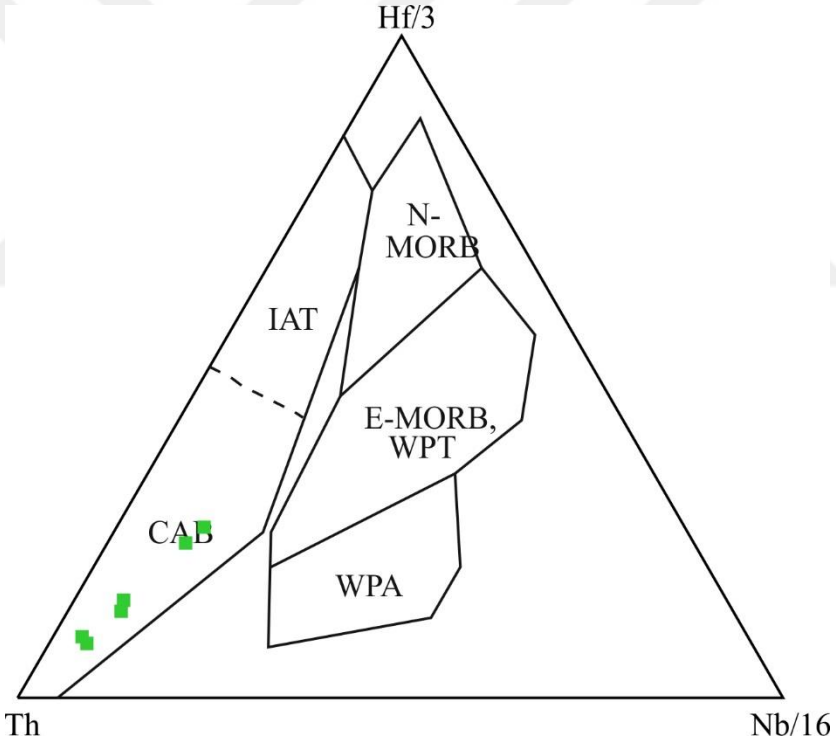


Şekil 3.11. Gümüşdamla-Aydıntepe (Bayburt) yörelerindeki volkanik kayaçlarının iz element dağılım diyagramları, (a) MORB'a göre, (b) kondirite normalize edilmiş NTE dağılımları (MORB: Normal Okyanus Ortası Sırtı Bazaltları, Z OOSB; Zenginleşmiş Okyanus Ortası Bazaltları, OIB: Okyanus Adası Bazaltları, IAB: Ada Yayı Bazaltları. Normalleştirme değerleri, N-MORB ve E-MORB; Sun ve McDonough, 1989'dan, Boynton (1984); IAB: Pearce, 1982'den alınmıştır).

3.2.4. Tektonik Ortam

Gümüşdamla yörelerindeki volkanitlerinin jeokimyasal diyagramlarındaki değişimlerine bakıldığında iz element değişimlerinde Nb, Ta, Zr ve Ti bakımından tüketilme, Sr, K, Ba, Rb ve H.N.T.E. bakımından bir zenginleşme görülmekte olup, bu değerler volkanitlerin magmasının bir yitim zonu ortamında geliştiğini göstermektedir (Pearce ve Peate, 1995; Turner, 2005).

İncelenen volkanitlerin, alterasyondan fazla etkilenmediği bilinen Th, Ta, Zr ve Nb gibi elementlerin birbirleriyle ilişkilerine göre tektonik ortamları çözümlenmeye çalışılmıştır. Wood; Hf/3-Th-Nb/16 tektonik ayırtman grafiğine göre, örnekler kalkalkali bazalt alanına düşmektedir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Gümüşdamla-Aydıntepe (Bayburt) yöresindeki volkanik kayaçların tektonik ayırtman grafiği (Wood, 1980). N-MORB; Normal okyanus ortası sırtı bazaltları, E-MORB, WPT; Zenginlesmis okyanus ortası sırtı ve toleyitik levha içi bazaltları, WPA; Alkalin levha içi bazaltları, CAB-IAT; Kalkalkali bazaltları ve ada yayı toloyitleri.

3.3. Kaçkar Granitoyidi'nin Jeokimyası

3.3.1. Giriş

1970'li yıllardan itibaren jeokimyasal verilerin jeolojik çalışmalarda aktif olarak kullanılmaya başlanması ile birlikte, özellikle magmatik kayaçları oluşturan ana magmaların doğası, kaynak alanı, yerleşim zamanı ve jeodinamik ortamının belirlenmesinde önemli adımlar atılmıştır. Eosen yaşlı Kaçkar Granitoyid'inden aldığımız 5 örneğin ana, iz ve nadir toprak element içerikleri Kanada'daki ACME laboratuvarında ICP-MS ve ICP-ES yöntemleri kullanılarak saptanmış ve elde edilen sonuçlar yardımı ile kayaç gruplarının; ayrıntılı jeokimyasal özellikleri, kökensel bir ilişkilerinin var olup olmadığı ve jeotektonik ortamları yorumlanmaya çalışılmıştır.

3.3.2. Magmatik Kayaçların Kimyasal Sınıflandırılması

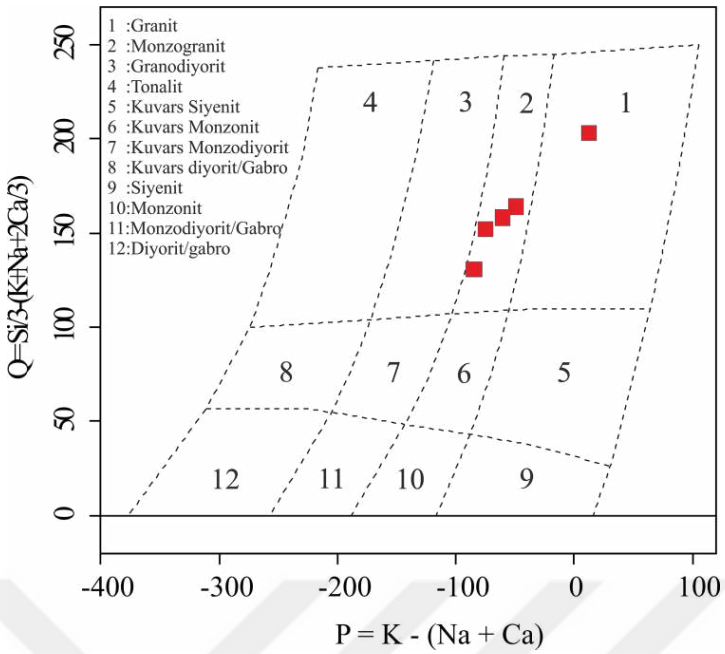
Kaçkar Granitoyidine ait; ana oksit bileşimleri, SiO_2 (% 64.59-75.71), Na_2O (% 2.74-3.38), Al_2O_3 (%12.57-15.45), Fe_2O_3 (%1.32-4.94), MgO (% 0.36-1.93), CaO (% 0.93-3.94), K_2O (% 3.92-5.52) ve TiO_2 (% 0.18-0.57) arasında değişmektedir. Bu kayaçlar ayrıca Ba (396-870 ppm), Rb (117.6-167.2 ppm), Sr (97.8-293.2 ppm), Th (13.8-22.5 ppm), U (2.1-6.9 ppm), Zr (117.2-206.6 ppm), La (29.7-51.4 ppm) ve Y (16.9-24.5 ppm), Yb (1.74-2.55 ppm) içerikleri ile karakteristiktir (Tablo 3.3).

Kimyasal analiz sonuçları, Debon ve Le Fort (1983)'un granitik kayaçları sınıflama diyagramına aktarıldığında örnekler monzogranit ve granit bileşiminde olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.13). Kaçkar Granitoyidi'nden alınan subalkalen karakterli örneklerin tümü AFM diyagramında (Irvine ve Barager, 1971) kalkalkalen özelliktedir (Şekil 3.14) ve tüm örnekler yüksek potasyumlu kalk alkali içeriklerine sahiptirler (Şekil 3.16). Alüminyum doygunluklarını dikkate alan Maniar ve Piccoli (1989) diyagramında örneklerin tamamı metalümin ve petalümin karakterli olduğu saptanmıştır (Şekil 3.15).

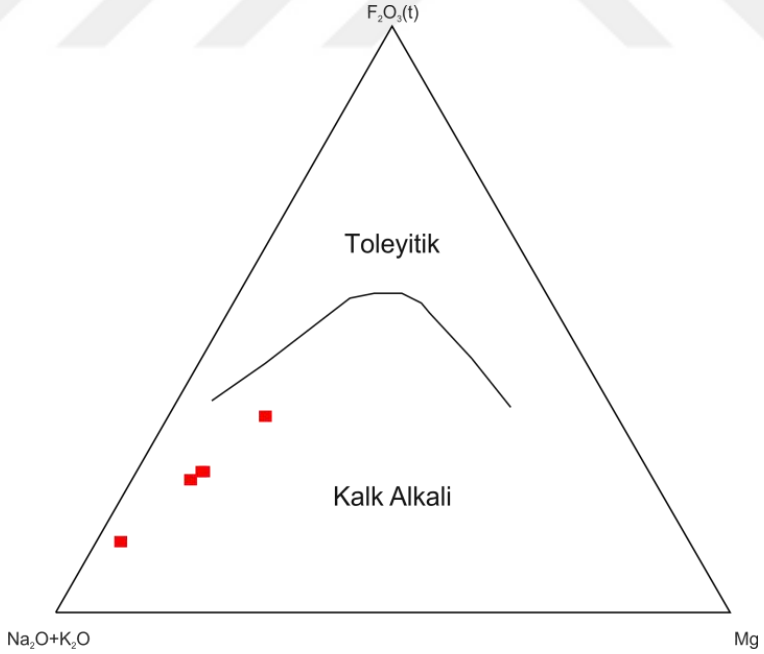
Tablo 3.3. Kaçkar Granitoyidi'nin ana (%), iz (ppm) ve nadir toprak element (ppm) içerikleri

Örnek No	**EF2**	**EF5**	**EF7**	**EF10**	**EF13**
SiO_2	70.27	75.71	69.72	69.11	64.59
Al_2O_3	14.53	12.57	14.66	15.03	15.45
Fe_2O_3*	2.78	1.32	3.03	3.02	4.94
MgO	0.98	0.36	1.1	1.16	1.93
CaO	2.46	0.93	2.8	2.96	3.94
Na_2O	3.13	2.74	3.19	3.38	3.03
K_2O	4.5	5.52	4.35	4.1	3.92
TiO_2	0.29	0.18	0.34	0.32	0.57
P_2O_5	0.08	0.04	0.09	0.09	0.13
MnO	0.07	0.03	0.07	0.06	0.11
Cr_2O_3	0.002	<0.002	0.003	0.002	0.003
A.K.	0.7	0.5	0.5	0.6	1.2
Toplam	99.92	99.96	99.92	99.91	99.85
Ba	782	396	856	790	870
Sc	6	3	7	7	13
Co	5.1	2.5	6	6.4	12.1
Cs	2.8	2.9	3.4	2.9	2.1
Ga	16	9.5	13.1	13.3	13.7
Hf	4.6	4.2	4.6	4.8	5.7
Nb	8.1	13.8	9.4	10	9.5
Rb	130.1	167.2	144.3	136.3	117.6
Sr	246	97.8	265.9	271.5	293.2
Ta	0.7	1.8	0.9	0.9	0.7
Th	19.4	26.4	16.6	22.5	13.8
U	4.9	6.9	2.1	5.9	2.1
V	52	15	54	57	116
W	0.8	1.6	1	1	1.3
Zr	156.4	117.2	159.8	159.9	206.6
Y	16.9	21.1	17.1	21	24.5
Cu	11.5	5.9	13.8	12.1	53.7
Pb	8.6	8.1	9.8	9.7	20.4
Zn	26	10	24	24	42
Ni	4.3	2.8	4	3.7	5.1
La	29.7	35.6	31.7	51.4	30.8
Ce	53.4	62	59.9	93.9	61.3
Pr	5.6	6.12	6	9.3	6.69
Nd	18.5	19.7	20.4	29.3	25
Sm	3.07	3.34	3.6	4.71	4.73
Eu	0.57	0.39	0.7	0.7	0.9
Gd	2.8	3.08	3.13	3.88	4.3
Tb	0.4	0.49	0.44	0.54	0.66
Dy	2.55	3.22	2.87	3.26	4.03
Ho	0.52	0.69	0.53	0.67	0.84
Er	1.55	2.15	1.74	1.97	2.47
Tm	0.24	0.36	0.27	0.33	0.38
Yb	1.74	2.55	1.92	2.28	2.53
Lu	0.29	0.4	0.32	0.36	0.4
Eu/Eu*	0.59	0.37	0.64	0.50	0.61
La_N/Yb_N	11.51	9.41	11.13	15.20	8.21
Mg#	41.09	35.05	41.80	43.18	43.60

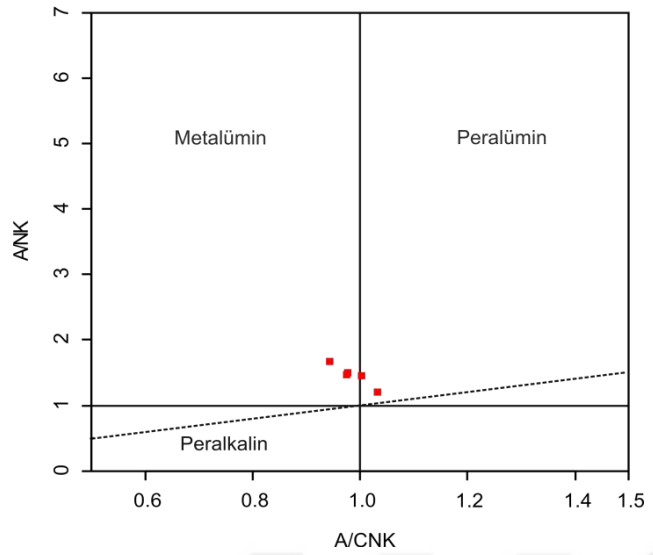
Fe_2O_3*: Fe_2O_3 cinsinden toplam demir. A.K. (Ateşte Kayıp): Toplam uçucu içeriği. Mg# = molar MgO / molar (MgO+FeOT)*100. Eu/Eu* = $Eu_N/\sqrt{(Sm_N \times Gd_N)}$, N= Kondridit değerleri (Boynton 1984).



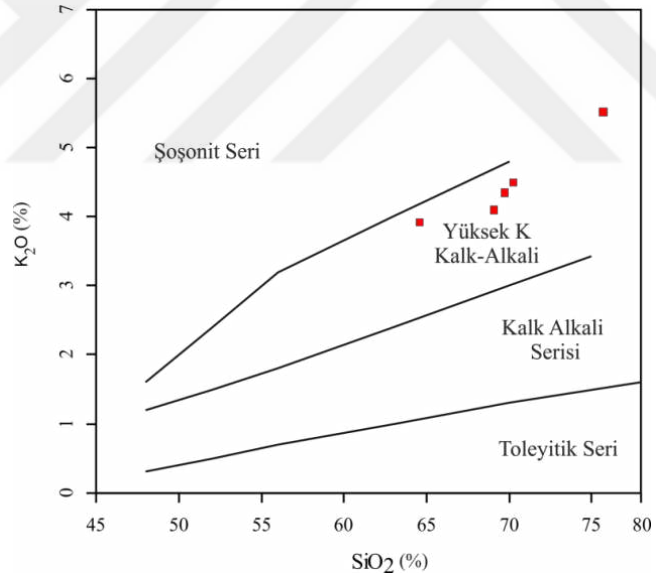
Şekil 3.13. Kaçkar Granitoyidi örneklerinin P-Q diyagramındaki, (Debon ve Le Fort, 1983) yerleri.



Şekil 3.14. Kaçkar Granitoyidi örneklerinin AFM diyagramındaki konumu. Toleyitik-kalk alkali ayrım eğrisi Irvine ve Baragar, (1971)'den alınmıştır.



Şekil 3.15. Molar A/CNK' ya karşı A/NK değişimine bağlı olan alümino bazlı sınıflama (Maniar ve Piccoli, 1989) diyagramı.



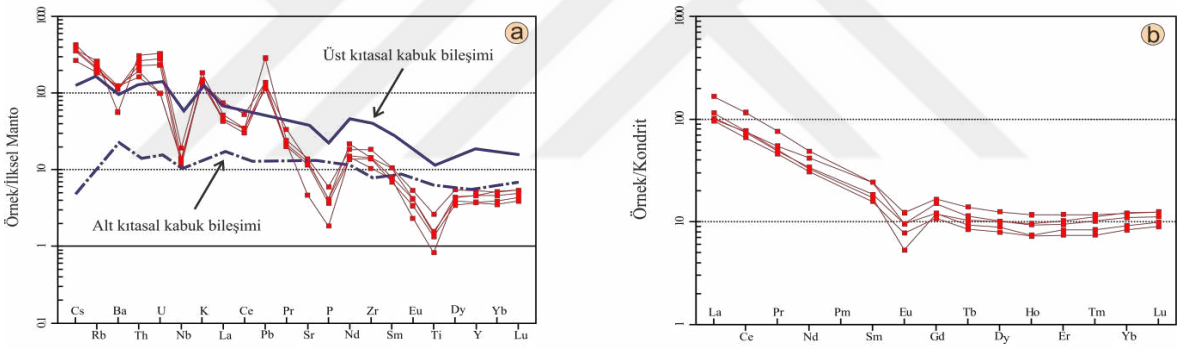
Şekil 3.16. SiO_2'e karşı K_2O diyagramı (Le Maitre vd.,1989).

3.3.3. Ana, İz ve Nadir Toprak Element Kimyası

Kaçkar Granitoyidi'nin ilksel mantoya göre normalize edilmiş iz element dağılım diyagramlarına göre genel olarak büyük iyon yarıçaplı elementlerde (B.İ.Y.E.) özellikle de Rb, Th, U'da oldukça fazla zenginleşme tespit edilmiştir (Şekil 3.17). P elementinde ise

belirgin bir negatif anomali belirlenmiştir. Th, K, Rb gibi elementlerdeki zenginleşme kabuk etkisini, Nb ve Ti elementindeki negatif anomali ise granitik kayaçlarda ana magma gelişiminde, yitim ilişkisi olduğunu ifade etmektedir. İz element özellikleri genel olarak değerlendirildiğinde; söz konusu magmatik kayaçların kıtasal yay granitlerine benzerlik göstermektedir. Örneklerde gözlenen yönsemeler, üst kıtasal kabuk bileşimi ile benzerlik sunmaktadır.

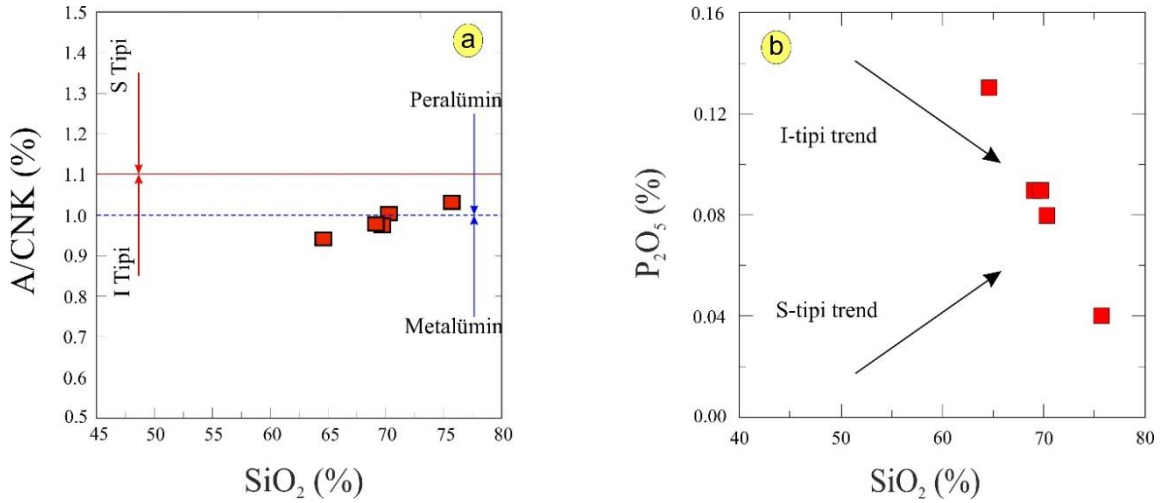
Kaçkar Granitoyidi'nden alınan örneklerin kondirite göre normalleştirilmiş nadir toprak element (NTE) diyagramına (Şekil 3.17b) göre tüm örneklerin birbirine paralellik sunması granitoyidi oluşturan kayaçların benzer kökenden türediklerini göstermektedir. Diyagramda gözlenen hafif nadir toprak element zenginleşmelerinin, orta ve ağır nadir toprak elementlere göre fazla olması, dağılımların orta kısmının çukur olması ve H.N.T.E.'e doğru konkav bir yapı gözlenmesi, hornblend fraksiyonlaşması ile, negatif Eu anomali ise plajiyoklas ayrımlaşması ile açıklanmaktadır.



Şekil 3.17. Kaçkar Granitoyidi kayacının; a) İlksel manto (Sun ve McDonough, 1989), b) Kondirite (Boynton, 1984) göre normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları

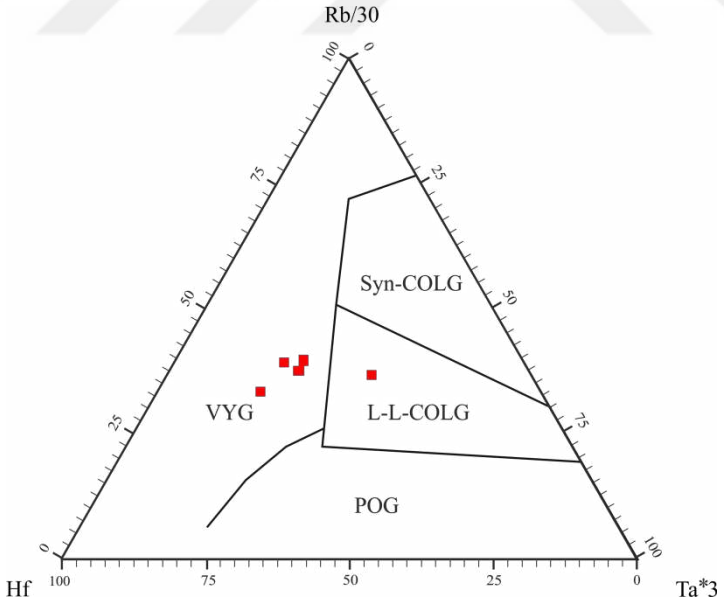
3.3.4. Tektonik Konum

Chappel ve White (1974) tarafından magmatik kayaçların tektonik ortamlarını belirlemeye yönelik olarak hazırlanan SiO_2'ye karşılık molar A/CNK diyagramına göre çalışılan kayaçların büyük çoğunluğunun volkanik yayların tipik granitoyidi olan I tipi granitoyid alanında yer aldığı belirlenmiştir (Şekil 3.18). Chappel ve White (1992) tarafından geliştirilen SiO_2'ye karşı Pb ve P_2O_5 değişim diyagramlarına göre elde edilen negatif korelasyonlar, granitoyidin I tipinde olduğunu göstermektedir (Şekil 3.19).



Şekil 3.18. (a)SiO_2'ye karşı A/CNK (%) değişimleri (Chappel ve White, 1974), (b) SiO_2'ye karşı P_2O_5 değişim diyagramları (Chappel ve White, 1992).

Kaçkar Granitoyidi'ne ait örnekler Harris vd., (1986) tarafından önerilen Rb/10-Hf-Ta*3 ve Rb/30-Hf-Ta*3 diyagramlarında örnekler volkanik yay granitoyidi ortamında türeyen örnekler ile benzerlik göstermektedir (Şekil 3.19).

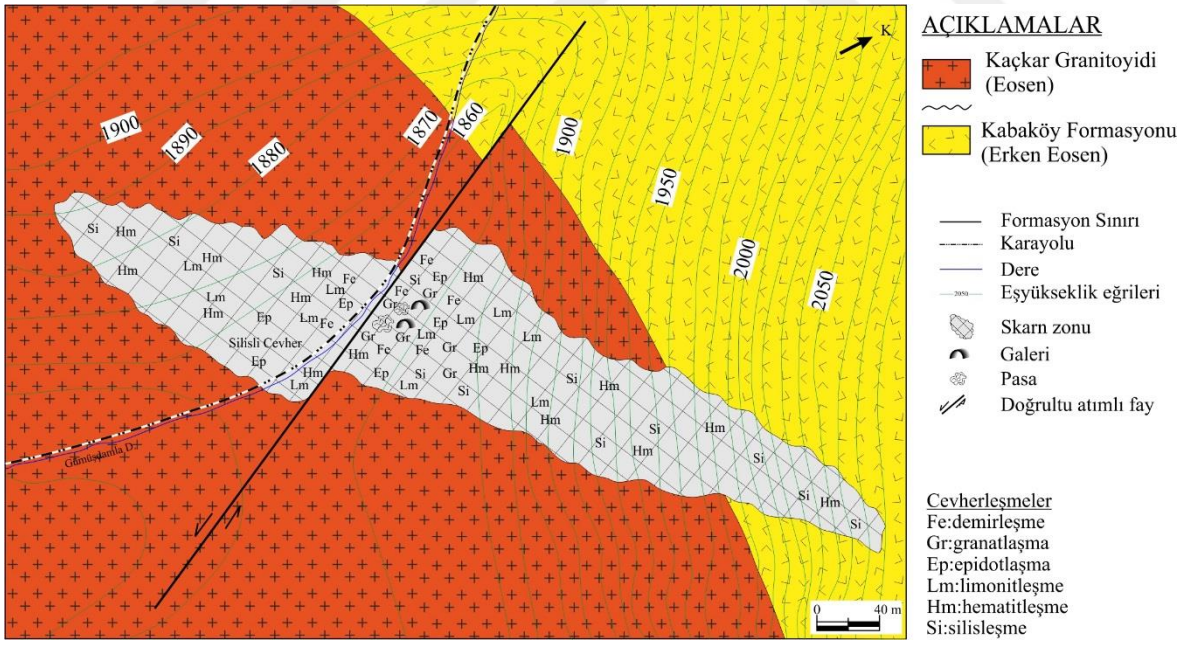


Şekil 3.19. Kaçkar Granitoyidi'ne ait kayaç örneklerinin Rb/30-Hf-Ta*3 (Haris vd., 1986) tektonik ortam ayırtman diyagramındaki konumları. POG: Plaka ortası granitleri, VYG: Volkanik yay granitleri, L-L-COLG: Levha-levha carpışma ortası levha granitleri.

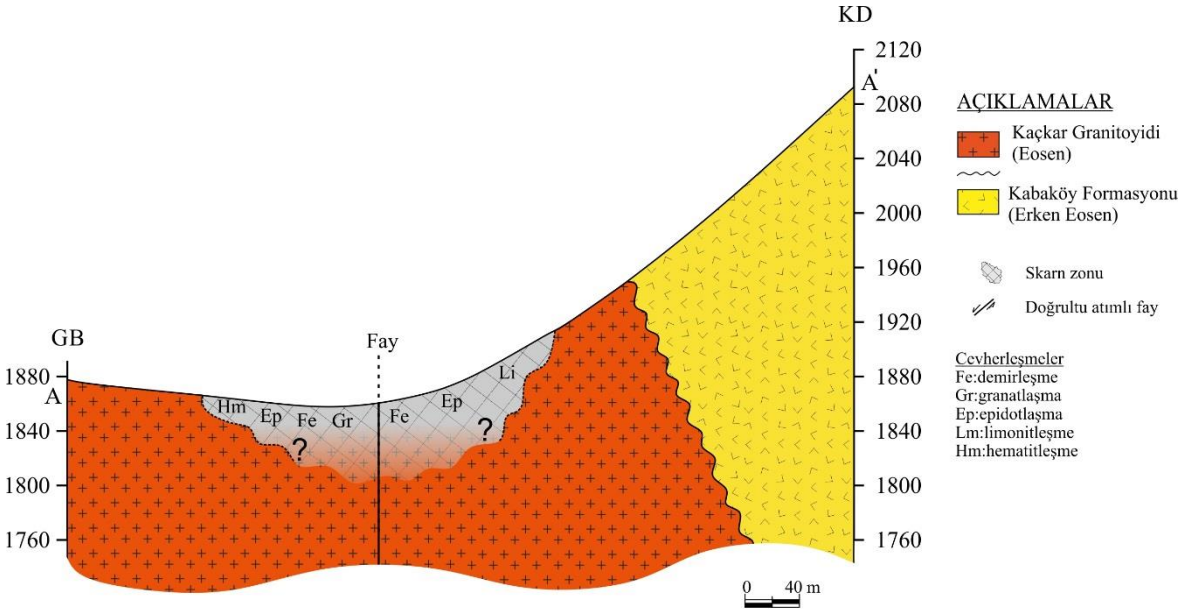
3.4. Gümüşdamla Skarn Cevherleşmesi

3.4.1. Gümüşdamla Skarn Cevherleşmesinin Detay Jeolojisi

Skarn yatakları magmatik kayaçların karbonatlı kayaçlar içerisine sokulum yapması sonucunda magmatik kayaçtan karbonatlı birime başta Si olmak üzere daha az oranda Al, Mg ve Fe ilave edilmesiyle, karbonatlı minerallerin başlıca Ca silikatlı ve Mg silikatli minerallere dönüşmesi ile oluşur. Çalışılan sahada skarn yatağı granitik kayaçlar ile andezitik kayaçların dokanağında gelişmekte olup, granitik kayaçların karbonatlı kayaçlar ile dokanağı çalışma sahası dışında gözlenmektedir. Skarn cevherleşmesi granitik kayaç içerisinde yer alan K70D doğrultulu kırık hattı ile ilişkilidir. Skarn cevherleşmesinin kalınlığı yaklaşık 40 m, uzunluğu ise 250 m'dir. Söz konusu iki birimin dokanaklarında manyetit, hematit, epidot ve garnet mineralleri gözlenmekle beraber manyetit minerallerine pirit ve kalkopirit mineralleri eşlik etmektedir. Cevherleşme sahası içerisinde iki adet terkedilmiş galeri bulunmaktadır (Şekil 3.20 ve 21).



Şekil 3.20. Gümüşdamla Yayla cevherleşme sahasının 1/2.000 ölçekli detay maden jeoloji - alterasyon haritası.



Şekil 3.21. Gümüşdamla Yayla cevherleşme sahasına ait maden jeolojisi ve alterasyon haritasına ait jeolojik enine kesit

Çalışma sahasında yapılan detay incelemeler sonucunda, alanda eski işletilmiş galerilerin önünde cevher yığınları ve pasaların bulunduğu, (Şekil 3.22 a ve b), özellikle skarn cevherleşmenin gözlendiği alanda demirleşme, hematitleşme, limonitleşme garnetleşme, epidotlaşma ve silisleşme türü alterasyonların bulunduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.23a ve b). Bu alterasyonlara ileveten killeşme oluşumları da sahada gözlenmektedir. Hidrotermal alterasyonun en belirgin ayrışma ürünü olarak hematitleşmeler cevherleşme ve yakın çevresinde gözlemlenmiştir. Terkedilmiş eski galeri girişlerinde ve çevresinde, gözlenen asidik özellikli suların oluşumunda, yüzeysel suların etkisiyle demir içeren manyetit ve hematit minerallerinin ayrışmaları etkili olmuştur.

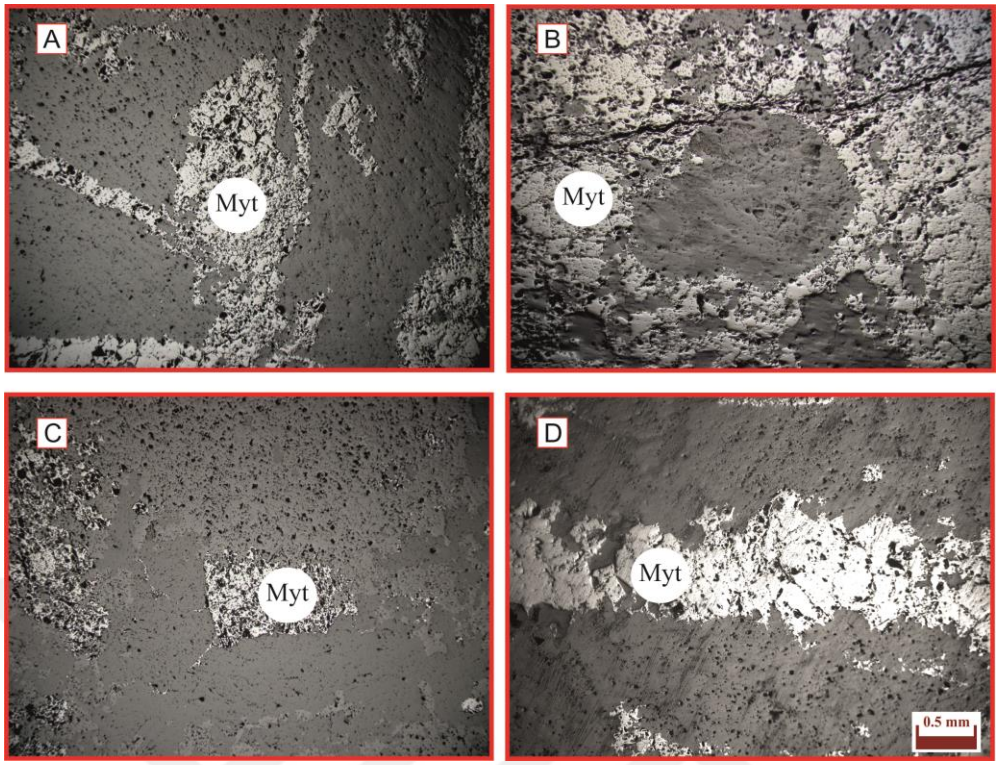
Şekil 3.22. a) Gümüşdamla Cevherleşmesi işletilmiş galeri girişi, b) İşletilmiş galeri önündeki cevher yığınları.

Şekil 3.23. Gümüşdamla cevherleşmesi içerisindeki epidotlaşmalar, b) Gümüşdamla cevherleşmesine ait manyetit damarcıkları.

3.4.2. Cevher Mikroskobisi Çalışmaları ve Mineral Kimyası

Gümüşdamla cevherleşme sahasından alınan cevherli örneklerin cevher mikroskobisi incelemeleri sonucunda yoğun olarak manyetit az oranda da pirit ve kalkopirit minerallerinin varlığı tespit edilmiştir.

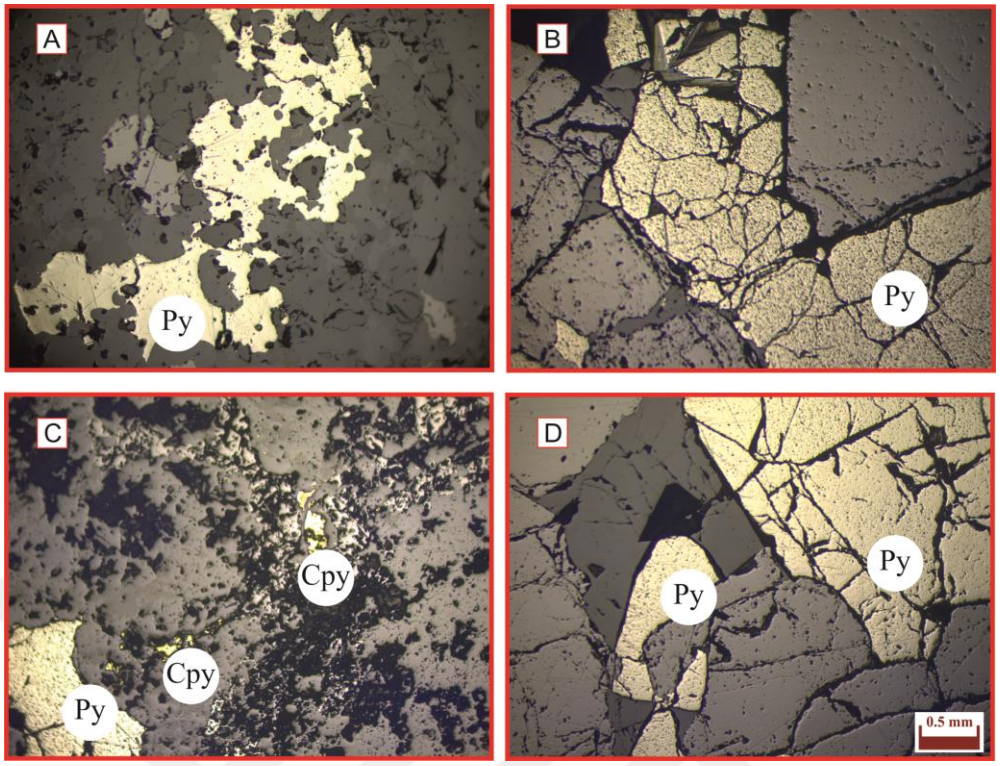
Manyetit, en yaygın gözlemlenen ceveher minerali olup, beyazımsı gri rengi karakteristiktir. Parlak kesitlerde yaklaşık %70 oaranında, 0.04 mm'den 1 mm'ye değişen boyutlarda yarı özşekilli-özşekilsiz iri tanelerin yanı sıra gang içerisinde küçük taneler halinde ve kırıklı yapı gösteren şekiller halinde bulunur. (Şekil 3.24). İki evrede oluşan manyetitin gang tarafından ornatıldığı, ilk evrede oluşan manyetitler alterasyon sonucu hematite dönüşmüştür. İkinci fazda oluşan manyetit minerallaeir ise daha çok öz şekilsiz ve kırıklı olarak gözlenmektedir.



Şekil 3.24. Gümüşdamla cevherleşmesine ait manyetit minerallerinin parlak kesit görüntüleri.

Pirit, manyetit mineralinden sonra en yaygın mineral olarak gözlenen mineral olup, açık sarı renklerde özşekilsiz ve kısmende öz şekilli olarak 0.25 mm'ye varan boyutlarda gözlenir. İki farklı evrede pirit minerali oluşumu gerçekleşmiştir. Hem kalkopiritler tarafından ornatılmış hemde kalkopiritler içerisinde kapanım halinde gözlenen piritlerin (Şekil 3.25 A ve B) yanı sıra tektonik faaliyetlere bağlı olarak kataklastik doku gösteren pirit mineralleri de gözlenmekltedir (Şekil 3.25 B-D).

Kalkopirit minerali ise açık sarı renklerde çoğunlukla öz şekilsiz olarak, 0.02 mm'den 0.5 mm arasında değişen boyutlarda, manyetiti içinde kapanımlar halinde iki farklı evrede gözlenir. Pirit minerallerini ornatan kalkopirit minerallaeri bazen de gang içinde parçalanmış küçük taneler şeklinde saçınımlar halinde bulunmaktadır. (Şekil 3.25 C). Cevherleşme sahasında ise gang minerali olarak öz şekili ve yarı öz şekilli kuvars (Şekil 3.25C) minerali ile öz şekilsiz olarak kalsit (Şekil 3.25E) minerallari tespit edilmiştir.

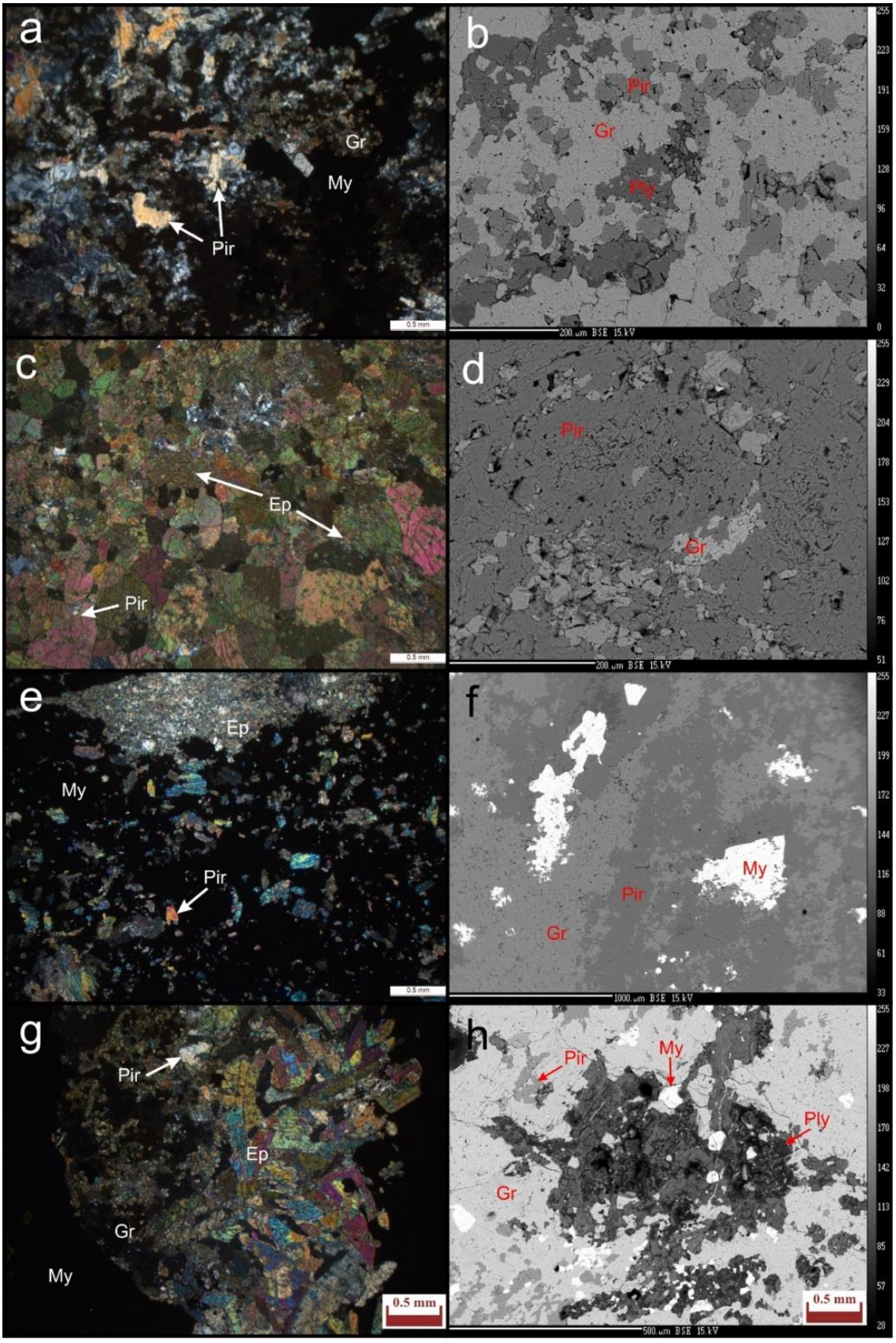


Şekil 3.25. Gümüşdamla Yayla yöresinde yer alan cevherleşmenin mikroskobik görünümü. A-B) Öz şekilli kuvarslar ve kataklastik pirit, C-D) Öz şekilli kuvars gangı içinde altın kapanımları, E) Kataklastik dokuda pirit, piritlerin arasında kalsit ve kuvars dolgusu, F) Kalkoprit içinde galen kapanımları (Gl: Galen; Py: Pirit; Cp: Kalkopirit; Q: Kuvars; Au: Altın; Kl: kalsit).

Gümüşdamla skarn cevherleşmesindeki minerallerin türlerini ve cevher minerallerinin kimyasal bileşimini belirlemek amacıyla silikat minerallerinden piroksen, plajiyoklas, epidot ve granat ile cevher minerali manyetitin mineral kimyası çalışmaları alt başlıklar halinde aşağıda ele alınmıştır.

3.4.2.1. Piroksen

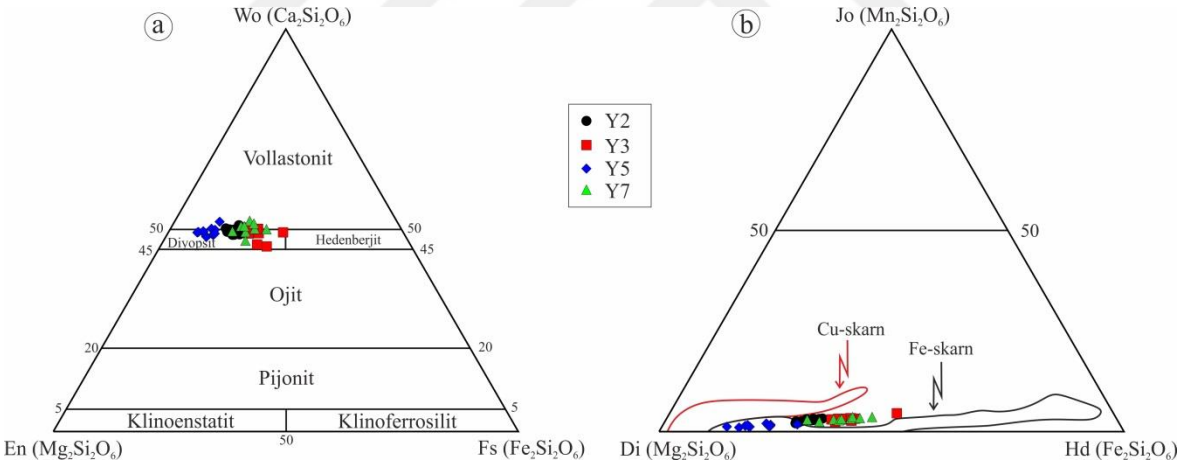
Gümüşdamla skarn cevherleşmesinden alınan örneklerin mikroskobik incelenmesi sonucu piroksen minerallerine manyetit, granat ve epidot minerallerinin eşlik ettği tespit edilmişdir (Şekil 3.26).



Şekil 3.26. Piroksen minerallerinin mikroskobik (a, c,e ve g) ve BSE (b, d, f ve h) görünümleri (Pir: Piroksen, Ply: Plajiyoklas, Ep: Epidot, Gr: Granat My: Manyetit)

Piroksenlerin kimyasal analiz sonuçlarına göre (Ek Tablo 1) SiO_2, CaO ve Na_2O değerlerinin sırasıyla; % 44.14 – 59.60, % 22.76 – 27.7 ve % 0.02 – 0.33 arasıda, MnO değerlerinin ise % 0.34 – 1.43 arasında değişmektedir. İnce kesitte yer yer hafif yeşilimsi görülen minerallerde TiO_2 içeriği % 0.01-0.22 arasında değişmekte olup, düşük Al_2O_3 (% 0.30-3.47) içeriklerine sahiptir. Bununla birlikte, MgO ve FeO^T değerleri ise sırasıyla % 14.63-15.16 ve % 8.11-8.64 aralığındadır. İncelenen örneklerde, Morimoto vd.'nin (1988) sınıflamasına göre piroksenlerin türleri diyopsit olarak belirlenmiştir (Şekil 3.27a). Bu mineraller genel olarak $Wo_{47-53}En_{25-43}Fs_{6-24}$ bileşimindedir ve $Mg/(Mg+Fe^{+2})$ oranları 0.51-0.88 (n=45) arasında değişmektedir.

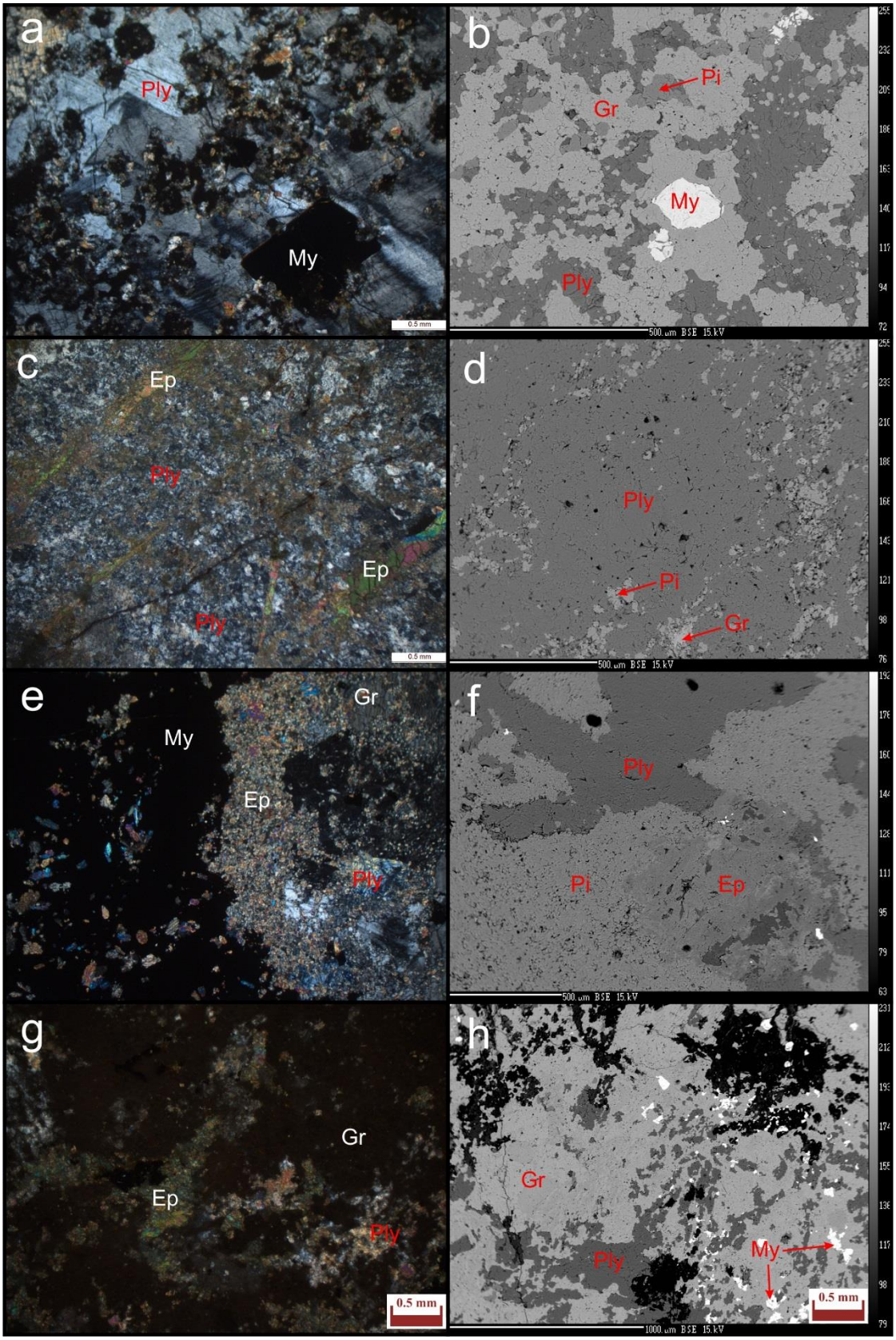
Nakano vd. (1994) tarafından yapılan çalışmalarda skarn yataklarında Al_2O_3 bileşiminin genellikle %1'in altında olduğu ifade edilse de, inceleme alalnındaki piroksenlerin Al_2O_3 konsantrasyonları % 3.47'ye varan değerlere ulaşmaktadır. Johansenit-Diyopsit-Hedenberjit üçgen diyagramında göre ise örneklerin Fe-skarn bölgelerinde yoğunlaştığı ($Jo_{1-5}Di_{47-85}Hd_{14-49}$) tespit edilmiştir (Şekil 3.27b).



Şekil 3.27. Gümüşdamla skarn yatağındaki piroksenlerin a) Wo-En-Fs ve b) Johansinit Diyopsit-Hedenberjit üçgen diyagramlarındaki konumu. Cu ve Fe-skarn yatağındaki piroksen değerleri Einaudi ve Burt (1982)'den alınmıştır.

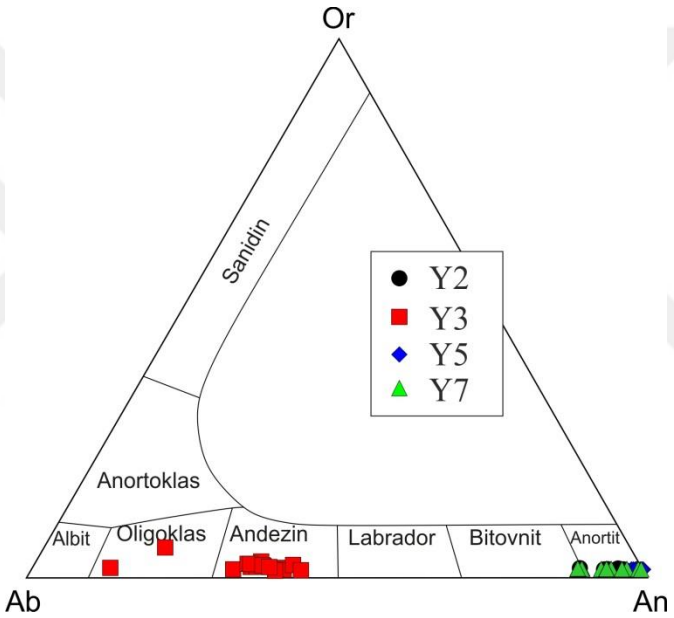
3.4.2.2. Pilajiyoklas

Gümüşdamla skarn cevherleşmesi kapsamında incelenen örneklerde bir diğer ana mineral türünü oluşturmakta olup, öz şekilli ve yarı öz şekilli gelişmiştir. Plajiyoklasların granat, epidot, piroksen ve manyetitle birlikte bulunduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.28).



Şekil 3.28. Plajiyoklas minerallerinin mikroskobik (a, c,e ve g) ve BSE (b, d, f ve h) görünümleri (Ply: Plajiyoklas, Pir: Piroksen, Ep: Epidot, Gr: Granat My: Manyetit)

Örneklerden elde edilen analiz sonuçları ve yapılan hesaplamalar Ek Tablo 2'de verilmiştir. SiO_2 değerleri %36.89 - 99.86, CaO ve Na_2O içerikleri ise sırasıyla % 0.07 – 21.08 ve % 0.05 – 11.38 arasında değişmektedir. Plajiyoklasların kompozisyonu $An_{13-99}Ab_{0-86}Or_{0-12}$ aralığında değişmekte olup, sınıflama diyagramında (Einaudi ve Burt 1982) türlerinin andezin ve anortit (iki örnek oligoklas) olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.29). Anortit türü çıkan plajiyoklasların, hidrotermal alterasyon etkisi ile An içeriklerinin yükselmiş olabileceği düşünülmektedir. Örnek dağılımları bakımından ise Y3 örneğinin genellikle andezin (An_{35}), diğer örneklerin (Y2, Y5 ve Y7) ise anortit (An_{96}) bileşiminde olduğu saptanmıştır.

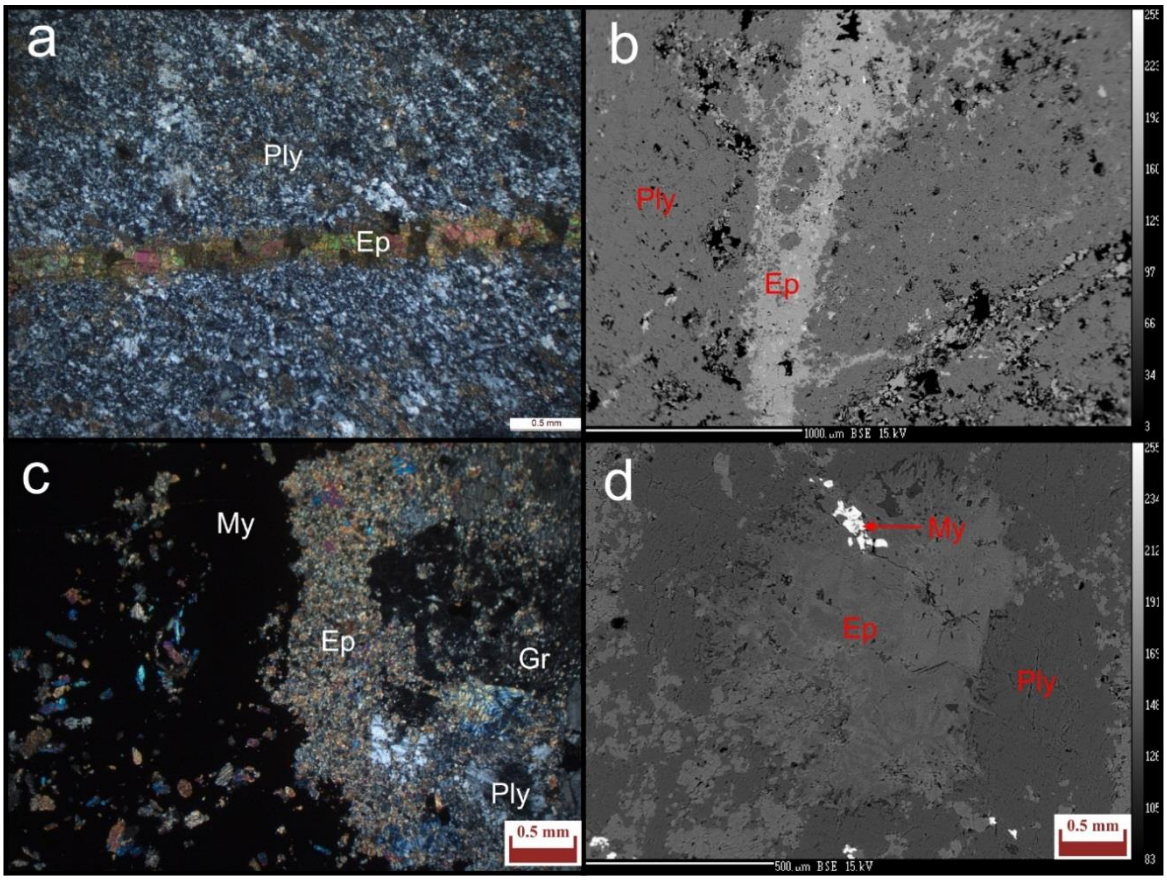


Şekil 3.29. Plajiyoklasların An-Ab-Or üçgen diyagramında sınıflandırılması.

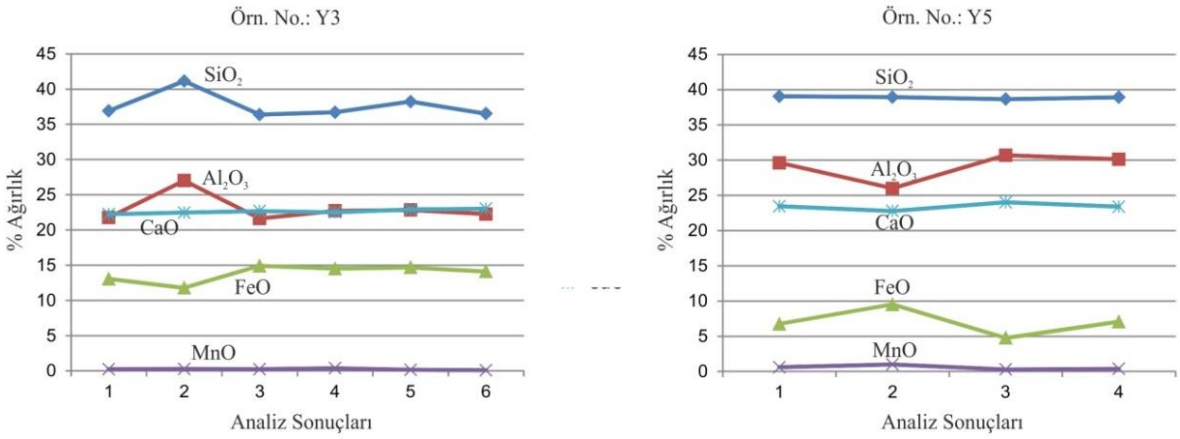
3.4.2.3. Epidot

Gümüşdamla skarn yatağında epidotlar cevhere yakın yerlerde daha çok andezitlerin kırık ve çatlaklarında damarlar halinde, granat ve hematitlerle birlikte daha çok piroksenlerin yerini almış olarak gözlenmektedir (Şekil 3.30). İncelenen örneklerin kimyasal kompozisyonları SiO_2 % 32.54 – 50.63 ve Al_2O_3 oranları % 19.69 – 34.58 arasında değişim sunmaktadır (Ek Tablo 3). Bununla birlikte, FeO değerleri ise % 1.34 – 15.64 arasında değişmektedir. MnO değerlerindeki değişim % 0.02 – 0.37 dar bir

aralıktadağılım göstermektedir. Epidotların kimyasal içerikleri, merkezden kenara doğru bir istikamette yapılan ölçüm sonuçlarına bağlı olarak incelendiğinde FeO ile Al_2O_3 bileşimleri arasında kompozisyon farklılığı (zonlanma vb)pek gözlenmemiştir (Şekil 3.31).



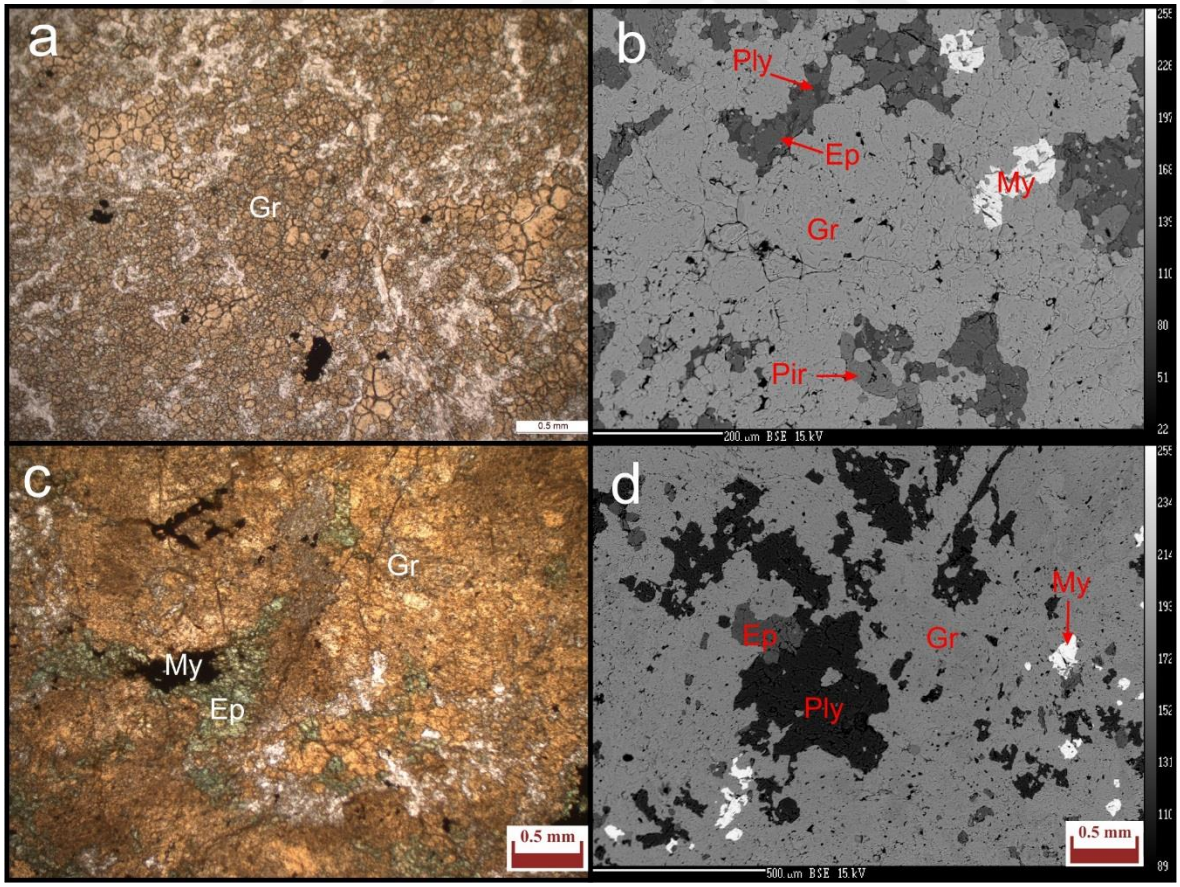
Şekil 3.30. Epidot minerallerinin mikroskobik (a ve c) ve BSE (b ve d) görünümleri (Ply: Plajiyoklas, Ep: Epidot, Gr: Granat My: Manyetit)



Şekil 3.31. Epidotların kimyasal içeriklerinde FeO ile Al_2O_3 arasındaki değişimler

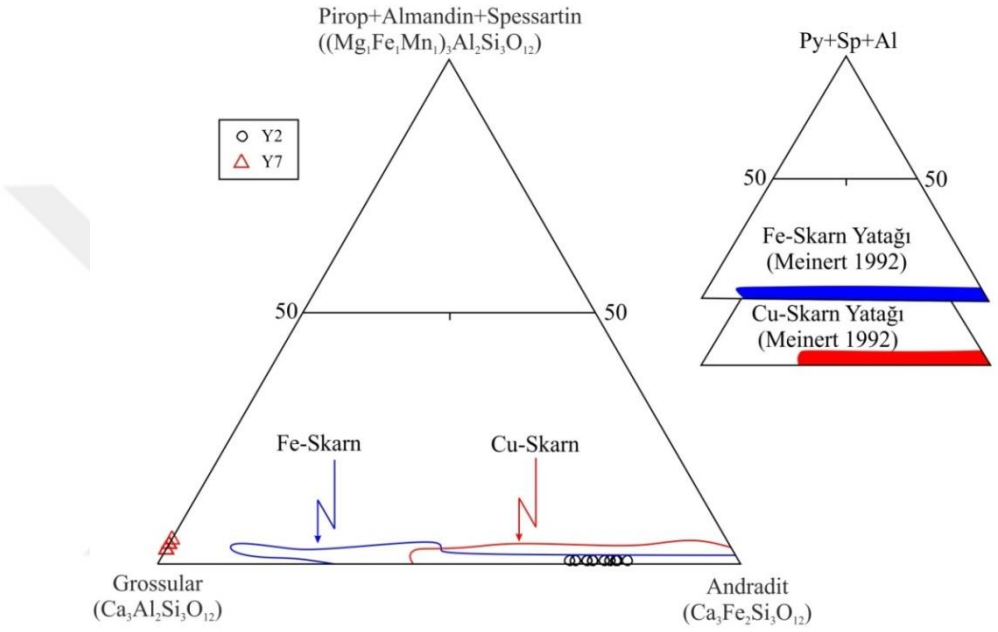
3.4.2.4. Granat

İncelenen örneklerde granat mineralleri, sarımsı kahverengi ve yuvarlağımsı, kırıklı öz ve yarı öz özellikte görülmektedir (Şekil 3.32a). Granatların çatlaklarında kalıntı olarak epidot (Şekil 3.32c) ve manyetit mineralleri gözlenmektedir (Şekil 3.32b ve d). Granatlarda gerçekleştirilen kimyasal analiz sonuçları Ek Tablo 4'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre granatların iki farklı bileşimsel özellik sergilediği tespit edilmiştir. I.grup granatlarda (Y2 nolu örnek) FeO^T içerikleri % 20.91-24.37 arasında değişirken, II.grup granatlarda (Y7) ise bu oran % 0.93-1.68 aralığındadır. Benzer durum MnO, MgO ve CaO içeiklerinde de gözlenmekte olup, I.grup örneklerde sırasıyla % 1.36-1.84, % 0.07-0.19 ve % 29.44-31.55 arasında değişirken, II.grup örneklerde bu oranlar sırasıyla % 30.33-32.83, % 20.32-27.24 ve % 0.08-0.32 arasındadır. Bununla birlikte, I.grup granatlar andradit ($Alm_0Grs_{19-29}Prp_0And_{70-80}Sps_1$) türünde iken, II.grup granatlar grossular ($Alm_0Grs_{29-97}Prp_{0-1}And_0Sps_{2-4}$) türündedir (Şekil 3.33).

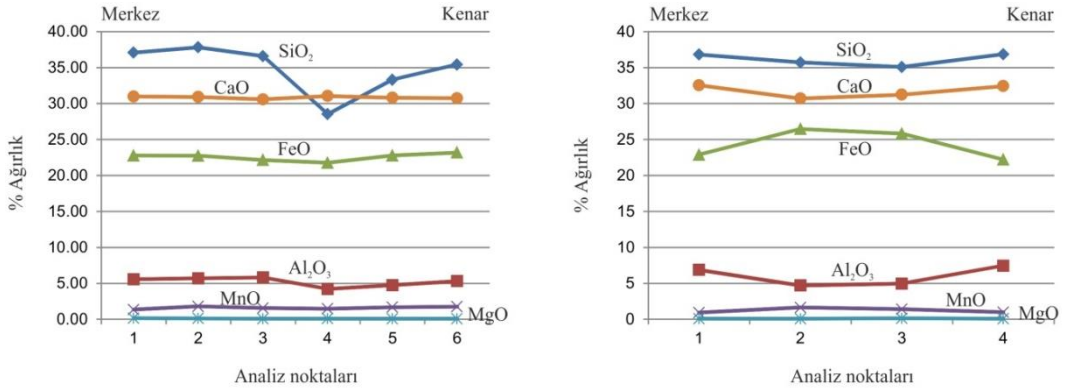


Şekil 3.32. Granat minerallerinin mikroskobik (a ve c) ve BSE (b ve d) görünümleri (Pir: Piroksen, Ply: Plajiyoklas, Ep: Epidot, Gr: Granat My: Manyetit)

Bununla birlikte, bazı örneklerde kimyasal zonlanmayı ortaya çıkarmak amacıyla iri kristalli granatlar üzerinde merkezden kenara profiller alınmış, bileşimler yer yer değişiklik göstermekle birlikte belirgin bir zonlanmanın görülmediği ve ana oksitlerin yaklaşık homojen dağıldığı tespit edilmiştir (Şekil 3.34). Bu durum, çalışma alanına yakın bölgede gelişmiş Fe-skarn yataklarındaki (Arnastal-Gümüşhane Fe-skarn yatağı; Sipahi, 2011) granatların kimyasal bileşimleri ile benzerlik göstermektedir.



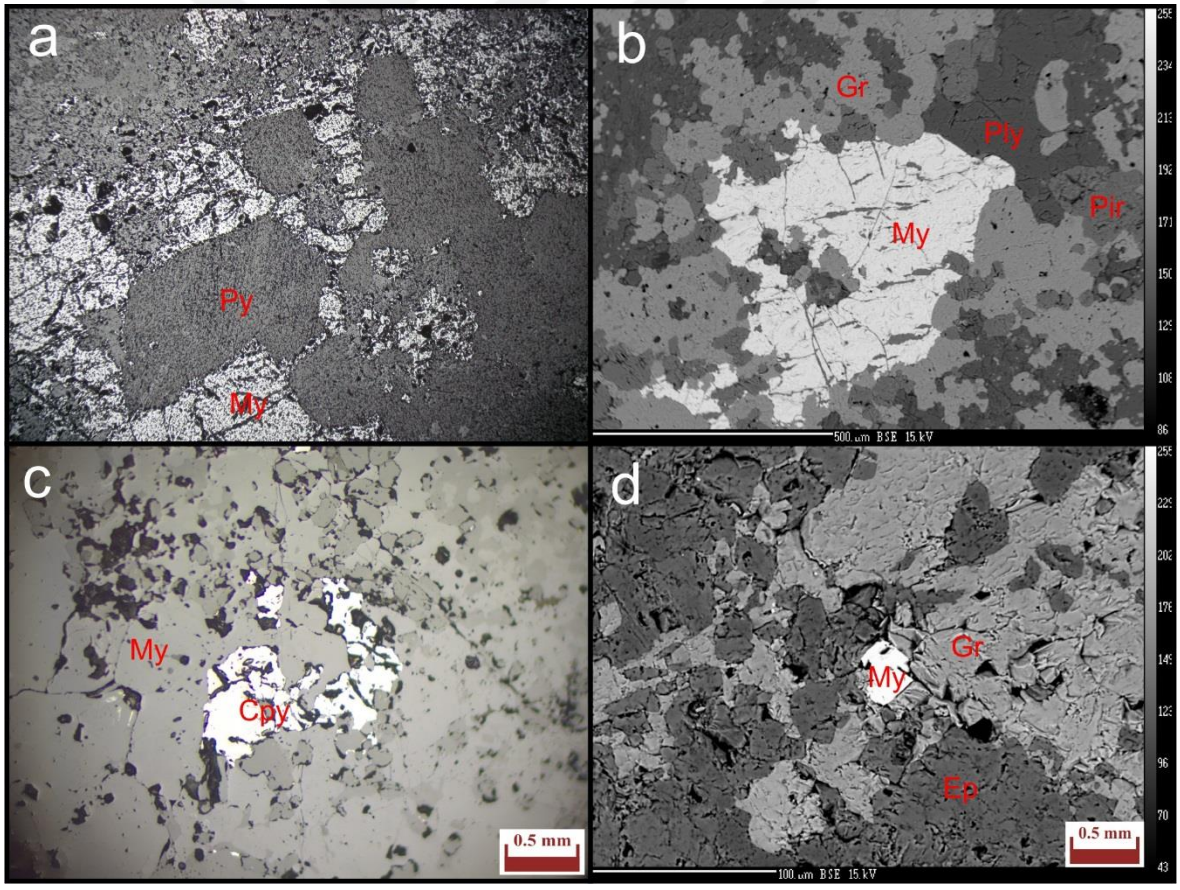
Şekil 3.33. Gümüşdamla skarn yatağındaki granatların Pirop + Almandin + Spessartin – Grossular - Andradit üçgen diyagramında sınıflandırılması. Cu ve Fe skarn yatağındaki piroksen değerleri Einaudi ve Burt (1982)'den alınmıştır.



Şekil 3.34. Granatların kimyasal içeriklerinde FeO ile Al_2O_3 arasındaki değişimler

3.4.2.5. Manyetit

Gümüşdamla skarn cevherleşmesinden alınan örneklerde manyetitlerin genellikle granat, epidot, piroksen az miktarda plajiyoklaslarla birlikte yer aldığı, cevherli örneklerde ise daha çok pirit ve kalkopiritle birliktelik gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 3.35). İncelenen örneklerdeki manyetitlere ait mineral kimyası analiz sonuçları Ek Tablo 5'de verilmiştir. Manyetit minerallerinin yaklaşık homojen bileşimde olduğu ve herhangi bir iz element zenginleşmesi içermediği ortaya konmuştur. FeO^T içeriklerinin % 73.10 – 93.20 arasında değiştiği manyetitlerin bazı iri kristalli olanlarında (Y5-51 Y5-56 nolu analiz merkezden kenara doğru TiO_2 ve MnO içeriklerinin arttığı (TiO2 için; % 0.19-4.08 ve MnO için; % 0.64-3.71) görülmektedir (Ek Tablo 5).



Şekil 3.35. Manyetit minerallerinin mikroskobik (a ve c) ve BSE (b ve d) görünümleri (Pir: Piroksen, Ply: Plajiyoklas, Ep: Epidot, Gr: Granat My: Manyetit. Cpy: Kalkopirit, Py: Pirit).

Gümüşdamla skarn cevherleşmesine yönelik olarak gerçekleştirilen gerek polarizan mikroskobi gerekse cevher mikroskobi çalışmlarından elde edilen bulgular yardımıyla cevherleşmenin süksesyonu Tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4. Gümüşdamla Cu-Sakarn cevherleşmesinin süksesyonu

Mineraller	Endoskarn	Ekzoskarn		Oksidasyon
		I. Faz	II. Faz	
Piroksen	?			
Granat	?			
Epidot	?			
Manyetit	?			
Pirit				
Kalkopirit				
Kuvars	?			
Kalsit	?			
Hematit				

Gümüşdamla Fe-Sakarn tip cevherleşmesinde tespit edilen silikat minerallerinden piroksen, epidot ve granatın ilk olarak sokulum kayacın bünyesinde yani endoskarn zonunda daha sonra ekzoskarn zonunda iki faklı evrede oluşumlarının devam ettiği, cevher minerali manyetitin oluşumunun ise endoskarn zonunda başlayıp ekzoskarn zonunda iki farklı evrede gerçekleştiği, pirit ve kalkopiritin ise ekzoskarn zonunda hem birinci hemde ikince evrede oluştuğu tespit edilmiştir. Gang minerallerinden kuvars ve kalsitin oluşumları endoskarn zonunda başlayıp ekzoskarn zonunda her iki fazda da devam etmiştir. Hematit ve limonit mineralleri ise cevherleşmenin oksidasyon zonu evresinde oluşmuştur. Çalışma kapsamında gerek cevher mikroskobisi gerekse mineral kimyası çalışmaları kapsamında elde edilen verilere bağlı olarak Gümüşdamla skarn cevherleşmesinin Fe-Skarn tipinde olduğu sonucuna varılmıştır. Buna bağlı olarak çalışma sahasına yakın bölgede yer alan ve daha önce çalışılmış olan skarn cevherleşmelerine (Özdil (Trabzon) Fe-Cu skarn (Aslan 1991; Sadıklar, 1993), Arnastal (Gümüşhane) Fe-skarn (Sipahi, 2011), Eğrikar (Gümüşhane) Fe-Cu Skarn (Sipahi vd., 2017), Kopuz (Gümüşhane) Fe-skarn (Sipahi vd., 2018) ait skarn mineral parajenezi ve minral kimyası verileri, Gümüşdamla skarn cevheleşmesine ait parajenez, süksesyon ve minral kimyası verileri ile karşılaştırıldığında önemli benzerlikler göze çarpmaktadır. Söz konusu bu benzelikler ise çalışılan cevherleşmenin Fe-skarn tip bir cevherleşme olduğu yönünde varılan sonucu destekler niteliktedir.

4. SONUÇLAR

Gümüşdamla (Aydıntepe-Bayburt) skarn cevherleşme sahasında alterasyon çalışma amacına yönelik olarak yapılan jepkimya, cevher mikroskopisi, alterasyon ve mineral kimyası çalışmalarına bağlı olarak elde edilen önemli sonuçlar aşağıda kısaca maddeler halinde sunulmuştur.

Bayburt ilinin kuzeyinde yer alan Aydıntepe İlçesi Gümüşdamla Köyü yakın çevresinde yer alan skarn cevherleşmesinin bulunduğu alan ve çevresinde Eosen yaşlı Kabaköy Formasyonu ve Kaçkar Granitoyidi yer almaktadır.

Kabaköy Formasyonu tortul ara katkılı; andezit-bazalt lav ve piroklastları, andezitik-bazaltik aglomera tüf ve tüfit ardalanmasından oluşmaktadır. Kabaköy Formasyonu keserek yerleşen Kaçkar Granitoidi; renk, alterasyon gibi özellikleriyle diğer birimlerden kolayca ayrılabilmektedir. Makroskobik olarak kuvars, biyotit, amfibol ve feldispat mineralleri tanınmaktadır. Kaçkar Granitoyidi'nden alınan örneklerden ince kesitlerin üzerinden modal analiz yapılmış ve sonuçlar QAP diyagramına aktarıldığında granitoyidin, kuvars-granodiyorit ve monzogranit bileşimli olduğu belirlenmiştir.

Volkanik kayaçların petrokimyasal özelliklerine göre, andezit, andezit/bazalt ve trakiandezit oldukları, NTE diyagramlarında tespit edilen negatif Nb, Ta, Ti ve Zr anomalilerinin görülmesi çalışılan sahalardaki volkanitlerin yitim ilişkili kıtasal yay magması özelliğinde olduğu ve tektonik ayırtman grafiklerine göre ise kalk alkali bazalt özelliğinde olduğu tespit edilmiştir. Granitik kayaçların petrokimyasal özellikleri; örneklerin monzogranit ve granit bileşiminde, subalkalen karakterli, yüksek potasyumlu kalk alkali içerikli metalümin ve peralümin karakterli ve I tipinde volkanik yay graniti olduğunu işaret etmektedir.

Alterasyon ürünleri olarak hematitleşme, limonitleşme, epidotlaşma ve killeşme tespit edilmiştir. Cevherleşmenin parajenezini belirlemek amacıyla çalışma sahasından sistematik örneklerden parlak kesitlerin incelenmesi sonucu, cevherleşmenin manyetit ve hematit olmak üzere az oranda da olsa pirit ve kalkopiritten oluştuğu belirlenmiştir. Mineral kimyası analiz sonuçlarına göre piroksenlerin diyopsit, plajiyoklasların andezin ve anortit, granatların grossular ve andradit bileşiminde olduğu, piroksen ve granatların mineral kimyası değerlerine göre ise çalışma alnında bulunan skarn cevherleşmesinin Fe-Skarn tipinde olduğu sonucuna varılmıştır.

5. KAYNAKLAR

Adamia, S., Lordkitanidze, M.B. ve Zakariadze, G.S., 1977. Evoluation of an Active Continental Margine as Examplified by the Alpine History of Caucasus, Tectonophysics, 40, 183-189.

Ağar, Ü., 1977. Demirözü (Bayburt) ve Köse (Kelkit) Bölgesinin Jeolojisi, Doktoratezi, İ.Ü., Fen Fakültesi, İstanbul, 56.

Akaryalı, E., 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.

Akbulut, K., Akaryalı, E., İbrahim Akpınar, İ., Atay, U., Gümüşdamla Yayla (Kelkit-Gümüşhane) Pb-Zn±Au±Ag Cevherleşmesinin Petrografisi Ve Cevher Mikroskobisi, 67. Türkiye Jeoloji Kurultayı, MTA, Ankara.

Akçay, M. ve Çavga, H., 1997. Geology, Mineralogy and Genesis of the Auriferous Quartz Veins in the Olucak (Gümüşhane) Area, Selçuk Universty 20th Anniversary Geology Smposium, Ekim, Konya, Bildiriler Kitabı: 189-202 (in Turkish with Engl. Abstr.).

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.

Akpınar, İ. Akaryalı, E. Demir, Y., 2006. Gümüşhane İli Maden Potansiyeli, Gümüşhane Valiliği, İl Özel İdaresi Müdürlüğü, Gümüşhane.

Aslan, N., ve Akçay, M., 2011. Mastra (Gümüşhane) Au-Ag Yatağının Jeolojik, Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri, 63. Jeoloji Kurultayı, MTA, Ankara.

Aslaner, M., 1977. Türkiye Bakır-kurşun-çinko Yataklarının Jeolojik ve Bölgesel Sınıflamasıyla Plaka Tektoniği Yönünden İncelenmesi, KTÜ Yerbilimleri Fakültesi, Yayın No: 12, Trabzon.

Bacon, C.R. ve Hirschmann, M.M., 1988. Mg/Mn partitioning as a test for equilibrium between coexisting Fe-Ti oxides, American Mineralogist. 73, 57-61.

Bakker, R.J., 2003. Package FLUIDS 1. Computer Programs for Analysis of Fluid Inclusion Data and for Modelling Bulk Fluid Properties, Chem. Geol., 194, 3-23.

Barret, T.J. Cattalani, S. and Maclean W.H., 1993. Volcanic lithogeochemistry and alteration at the Delbridge massive sulfide deposit, Noranda Quebec, Jour. Of Geochem. Expoloration, 48, 135-173

Barret, T.J. ve MacLean, W.H., 1991. Chemical, Mass, and Oxygen Isotopic Changes During Extreme Hydrothermal Alteration of an Archean Rhyolite, Noranda, Econ. Geology, 86, 406-441.

Barret, T.J., Cattalani, S. ve MacLean, W.H., 1991a. Massive Sulfide Deposits of the Noranda Area, Quebec. I. The Horne Mine, Can. J. Earth Sci., 28, 465-488.

Barret, T.J., Cattalani, S., Chartrand, F. ve Jones, P., 1991b. Massive Sulfide Deposits of the Noranda Area, Quebec. II. The Aldermac Mine, Can. J. Earth Sci., 28, 1301-1327.

Barret, T.J., MacLean, W.H., Cattalani, S., Hoy, L. ve Riverin, G., 1991c. Massive Sulfide Deposits of the Noranda Area, Quebec. III. The AnsilMine, Can. J. Earth Sci., 28, 1699-1733.

Baykal, F., 1952. Kelkit-Şiran Bölgesinde Jeolojik Araştırmalar, MTA Raporu No: 2205, Ankara.

Bektaş, O. ve Güven, İ.H., 1995. Alaskan Aphinitic Type Ultramafic and Mafic Complexes as the Root Zone of the Eastern Pontide Magmatic Arc (NE Turkey), Geology of the Black Sea Region, 189-196. 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.

Bodnar, R.J., 1993. Revised Equation and Table for Determining the Freezing Point Depression of H2O-NaCl Solutions, Geochim. Cosmochim. Acta, 57, 683-684.

Bowers, T.S. ve Helgeson, H.C., 1983. Calculation of the Thermodynamic and Geochemical Consequences of Non Ideal Mixing ın The System H2O-CO2-NaCl on Phase Relation in Geologic System: Metamorphic Equilibria at High Pressures and Temperatures, Amer. Mineralogist, 68, 1059-1075.

Boynton, W. V., 1984. Cosmochemistry of Rare Earth Elements: MeteoriteStudies. In: Henderson, P. (Ed), Rare Earth Element Geochemistry, Elsevier, Amsterdam., 63-114.

Böhlke, J.K. ve Irwin, J.J., 1992. Laser Microprobe Analysis of Cl, Br, I and K in Fluid Inclusions: Implications for Sources of Salinity in Some Ancient Hydrothermal Fluids, Geochim. Cosmochim. Acta, 56, 203-226.

Brown, P.E., 1989. Flinkor: A Microcomputer Program for the Reduction and Investigation of Fluid-Inclusion Data, Am. Mineral., 74, 1390-1393.

Browne, P.R.L. ve Lovering, J.F., 1973. Composition of Sphalerites from the Broadlands Geothermal Field and their Significance to Sphalerite Geothermometry and Geobarometry, Econ. Geology, 68, 381-387.

Campbell, A:R. ve Larson,P.B., 1998. Introduction to stable isotope applications in hydrothermal systems, in Richhards, P.J., Larson, J.P., eds., Techniques in Hydrothermal Ore Deposits Geology, Reviews in Econ. Geology, 10, 173-193.

Chorowiecz, J., Dhont, D. ve Adıyaman, Ö., 1998. Isotope Geochemistry of Xenoliths from East Africa: Imlications for Devolopment of Mantle Reservoirs and Their Interaction, Earth Planet. Sci. Lett., 68, 209-220.

Cooke, D.R. ve Simmons, S.F., 2000. Characteristics and Genesis of Epithermal Gold Deposit. In Hageman, G.S., Brown, E. (eds), Gold in 2000, reviews in Economic Geology, 13, 221-241.

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.

Çubukçu, A., 1998. Kaletaş (Gümüşhane) Epitermal Altın Cevherleşmesinin Jeolojisi, Jeokimyası ve Mineralojisi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Dewey, J.F., Pitman, W.C., Ryan, W.B.F. ve Bonnin, J., 1973. Plate Tectonics and Evolution of Alpine System, Geological Society of America Bulletin, 84, 3137-3180.

Dixon, J.C. ve Pereire, J., 1974. Plate Tectonics and Mineralization in the Tethyan Region, Min. Deposita, 9, 185-198.

Droop, G.T.R. (1987) A general equation for estimating Fe3+ concentration in ferromagnesian silicates and oxides from microprobe analyses, using stoichiometric criteria. Min. Mag, 51, 431-435

Einaui, M.T., Burt, D.M. 1982. "Introduction-Terminology, Classification and CompositionofSkarn Deposits, A Special Issue Devoted to Skarn Deposits", Economic Geology, 77 (4), 745-754.

Eren, M., 1983. Gümüşhane-Kale Arasının Jeolojisi ve Mikrofasiyes İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Erguvanlı, K., 1952. Trabzon-Gümüşhane Arasının Jeolojisi, MTA, Ankara.

Eyüboğlu, Y., 2010. Late Cretaceous High-K Volcanism in the Eastern Pontide Orogenic Belt: Implications for the Geodynamic Evolution of NE Turkey, International Geology Review, 52, 142-186.

Eyüboğlu, Y., Bektaş, O. ve Pul, D., 2007. Mid-Cretaceous olistostromalophiolitic mélange developed in the back-arc basin of the eastern Pontide magmatic arc (NE Turkey, International Geology Review. 49, 12, 1103-1126.

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., Chung, S.L., Santosh, M., Dudas, F.O. ve Akaryalı, E., 2010. Transition from Shoshonitic to Adakitic Magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: Implications for Slab Window Melting, Gondwana Research, in press.

Faure, G., 1986. Principles of Isotope Geology, Second Edition, John Wiley and Sons Inc., New York, 598 s.

Field, C.W. ve Fifarek, R.H., 1985. LightIsotopeSytematics in the Epithermal Environment, in Berger, B.R., Bekte, P.M., Eds., Geology and Geochemistry of Geothermal Systems, Reviews in Econ. Geology, 2, 99-128.

Foley, N.K., Bethke, P.M. ve Rye, R.O., 1989. A Reinterpretation of δDH2O Values of Inclusions Fluids in Contemporaneous Quartz and Sphalerite, Cerede Mining District, Colorado. Econ. Geology, 84, 1996-1997.

Gettinger, T.E., 1962. 1/500000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Trabzon Paftası ve İzahnamesi, MTA Yayını, Ankara,

Gottesmann, W. ve Kampe, A., 2007. Zn/Cd ratios in Calcsilicate- hosted Sphalerite Ores at Tumurtijn-ovoo, Mongolia, Chemie Der Erde, 67, 323-328.

H. P. And O'Nein, J. R. (eds.), Stable Isotopes in High Temperature Geological Processes, Reviews in Mineralogy, Mineralogical Society of America, 16, 491 - 560.

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.

Hedenquist, J.W., Matsuhisa, Y., Izawa, E., White, N.C., Giggenbach, W. F. veAoki, M., 1994. Geology, Geochemistry, andOrigin of High Sulfidation Cu-Au Mineralization in the Nansatsu District, Japan: EconomicGeology, 89, 1-30.

Hoefs, J., 1987. Stable Isotope Geochamistry, 3rd edn. Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 241 s.

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.

Jenner, G.J., Longerich, H.P., Jackson, S.E. ve Fryer, B.J., 1990. ICP-MS a Powerful Tool for High Precision Trace-element Analysis in Earth Sciences; Evidence from Analysis of Selected U.S.G.S. Reference Samples, Chem. Geology, 83, 133-148.

Kahraman, İ., Kansız, H., Dursun, A., Yılmaz, H. ve Erçin, A.İ., 1984. Gümüşhane Yöresinin Jeolojisine ve Cevherleşmesine Ait Jeoloji Raporu, MTA Raporu, No: 1951,

Ketin, İ., 1951. Bayburt Bölgesinin Jeolojisi, İ.Ü. Fen Fakültesi Mecmuası, Cilt:16, İstanbul.

Killias, S.P., Kalogeropoulos, S.I. ve Madsen, J.K., 1996. Fluid Inclusion Evidence for the Physical Conditions of Sulfide: in the Olympias Carbonate-Hosted Pb-Zn (Au, Ag) Sulfide Ore Deposit, E. Chalkidiki Peninsula, N. Grece, Min. Deposita, 31, 394-406.

Le Maitre, R.W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre Le Bas, M.J., Sabine, P.A., Schimid, R., Sorenson, H., Streckeisen, A., Woolley, A.R. ve Zanettin, B., 1989. A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms Blackwell, Oxford.

Leitch, C.H.B., 1981. Mineralogy and Textures of the Lahanos and Kızılkaya Massive Sulfide Deposits, Northeasthern Turkey, and their Similarity to Kuroko Ores, Min. Deposita, 16, 241-257.

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.

MacLean, W.H. ve Kranidiotis, P., 1987. Immobile Elements as Monitors of Mass Transfer in Hydrothermal Alteration: Phelps Dogge Massive Sulfide Deposit, Matagami, Quebec, Econ. Geology, 82, 951-962.

MacLean, W.H., 1990. Mass Change Calculations in Altered Rock Series, Mineral Deposita, 25, 44-49.

Meschede, M., 1986. A method of discriminating between different types of mid-ocean ridge basalts and continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram, Chemical Geology, 56, 207-218.

Morimoto, M., 1988. Nomenclature pyroxenes, Mineralogical Magasine, 52, 535-550.

Nakano, T., Yoshino, T., Shimazaki, H., Shimizu, M. 1994. “Pyroxene Composition as an Indicator in the Classification of Skarn Deposits”, Economic Geology, 89, 1567-1580.

Ohmoto, H. ve Rye R.O., 1970. The Blue bell Mine, British Colombia. I. Minerology, Paragenesis, Fluid Inclusions and the Isotopes of Hydrogen Oxygen and Carbon, Econ. Geology, 65, 417-437.

Ohmoto, H. ve Rye, 1974. Hydrogen and oxygen isotopic compositions of fluid inclusions in Kuruko deposits, Japan, Econ. Geology, 69, 947-953.

Ohmoto, H. ve Rye, R. O., 1979. Isotopes Sulfur and Carbon: In Barnes, H. L. (Ed.), Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits, Second Edition, 509 - 567, John Wiley and Sons Inc., New York.

Ohmoto, H., 1986. Stable Isotope Geochemistry of Ore Deposits: In Valley, J. W., Taylor, O'Neil, J. R. ve Taylor, B.E., 1969. Oxygen Isotope Fractionation Between Muscovite and Water. Jour. Geophys. Research, 74, 6012-6022.

O'Neil, J. R., 1986. Theoretical and Experimental Aspects of Isotopic Fractionation, In: Valley, W. and J. R. O'Neil (Eds.), Stable Isotopes in High Temperatures Geological Processes, Reviews in Mineralogy, 16, 1-40.

Pearce, J.A., Cann, J. R., 1973. Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses, Earth Planett. Sci. Lett., 19, 290-300.

Pejatoviç, S., 1979. Pontid Tipi Masif Yataklarının Metalojenisi, MTA Yayın No: 177.

Pelin, S., 1977. Alucra (Giresun) Güneydoğu Yöresinin Petrol Olanakları Bakımından Jeolojik İncelemesi, KTÜ yayını, 87, 103.

Potter, R.W., Clynne M.A. ve Brown D.L. 1978. Freezing Point Depression of Aqueous Sodium Chloride Solutions, Econ. Geol., 73, 284-285.

Roedder, E., 1984. Fluid Inclusions: Reviews in Minorology, v. 12, Mineralogical Society of America, Washington, 644.

Rye, R. O. ve Ohmoto, H., 1974. Sulfur and Carbon Isotopes and Ore Genesis, A Review, Economic Geology, 69, 826 - 842.

Samson, I.M. ve Russel, M.J., 1987. Genesis of the Silvermines Zinc-led-barite Deposit Ireland: Fluid Inclusion and Stable Isotope Evidence, Econ. Geology, 82, 371-394.

Scott, S.D. ve Barnes, H.L., 1971. Sphalerite Geothermometry and Geobarometry, Econ.

Seymen, İ., 1975. Kelkit Vadisi Kesiminde Kuzey Anadolu Fay Zonunun Tektonik Özelliği, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Shepherd, T.J. ve Rankin A.H., 1998. Fluid Inclusion Techniques of Analyses, In Richhards, P.J., Larson, J.P., Eds., Techniques in Hydrotherman Ore Deposits Geology, Reviews in Econ. Geology, 10, 125-149.

Shepherd, T.J., Rankin, A.N. ve Alderton, D.H.M., 1985. A Practical Quide to Fluid Inclusion Studies, Blacie&Son Press, London, 238 s.

Shriver, N.A. ve MacLean, W.H., 1993. Mass, Volume and Chemical Changes in the Alteration Zone at the Norbec Mine, Noranda, Quebec, Min. Deposita, 28, 157-166.

Sipahi, F. 2011. "Formation of Skarns at Gümüşhane (Northeastern Turkey)", NeuesJahrbuch 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.

Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981. Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach. Techtonophysics, 75, 181-241.

Taylor, B.E., 1986. Magmatic volatiles: Isotopic variation of C, H and S, Reviews in Mineralogy, 16, 185-226.

Thompson, M. ve Walsh, J.N., 1983. A Handbook of Inductively Coupled Plasma Spectrometry; Blackie, Glasgow, 380.

Tokel, S., 1972. Stratigraphical and Volcanic History of the Gümüshane Region (NE Turkey), Doktora Tezi, University of College, London.

Topuz, G., 2000. Turpetrologie der metamorphen Gesteine des Pulur-Massivs, NE-Turkei, Unpublizierte Dissertation, Universitat Heidelberg, 276 s.

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., S., Zigana (Torul, Gümüşhane, KD Türkiye) Yöresi Damar Tip Pb-Zn-Cu±Barit Cevherleşmelerinin Kökensel Açıdan 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, Lithogeochemistry and Genesis of the Murgul Massive Sulfide Deposit, NE Turkey, Chem. Erde, 60, 231-250.

Tüysüz, N., Er, M., Yılmaz, Z. ve Akıncı, A., 1995. Geology, Minralogy and Alteration of the Mastra Epitermal Gold-silver Deposits, Gümüşhane NE-Turkey,Turkish Journal of Earth Sciences, 4, 11-21.

Tüysüz, N., Özdoğan, K., Er, M., Yılmaz, Z. ve Ağanoğlu, A., 1994. Pontid Adayayında Carlin Tipi Kaletaş (Gümüşhane) Altın Zuhuru, Türkiye Jeol. Bült., 37, 41-46.

Wilkinson, J.J., 2001. Fluid Inclusions in Hydrothermal Ore Deposits, Lithos, 55, 229-272.

Wilkinson, J.J., Rankin, A.H., Mulshaw, S.C., Nolan,J. ve Ramsey, M.H., 1994. Laser Ablation-ICP-AES for the Determination of Metals in Fluid Inclusions: An Application to the Study of Magmatic Ore Fluids. Geochim. Cosmochim. Acta, 58, 1133-1146.

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.

Xuexin, S., 1984. Minor Elements and Ore Genesis of the Fankou Lead-Zinc Deposit, China, Mineral. Deposita, 19, 95-104.

Yalçınalp, B., 1992. Güzelyayla (Maçka-Trabzon) Porfiri Cu-Mo Cevherleşmesinin Jeolojik Yerleşimi ve Jeokimyası, DoktoraTezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Yılmaz, C., 2002. Gümüşhane-Bayburt Yöresindeki Mesozoyik Havzalarının Tektono-Sedimantolojik Kayıtları ve Kontrol Etkenleri, Türkiye Jeoloji Bülteni, 45, 1, 141-165.

Yılmaz, Y., 1972. Petrology and Structure Of The Gümüşhane Granite and Surrounding Rock, N.E. Andolin Ph.DThesis, Uni.Of London,266 s.(Yayınlanmamış).

Yılmaz, Y., 1973. Gümüşhane Granitinin Yerleşmesi, Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi, Bildiriler Kitabı: 485-490.

Zheng, Y.F. ve Hoefs, J., 1993. Carbon and oxygen isotopic covariations hydrothermal calcite: The oretical modelind on mixing processes and application to Pb-Zn deposits in the Harz Mountains, Germany, Min. Deposita, 28, 2, 79-89.

6. EKLER

Ek Tablo 1. Gümüşdamla Skarn örneklerindeki piroksenlerin mikroprob analiz sonuçları.

Mineral	**Piroksen**													
Örnek no	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2
Analiz No	Y2-13	Y2-14	Y2-15	Y2-16	Y2-25	Y2-26	Y2-27	Y2-28	Y2-29	Y2-30	Y2-43	Y2-44	Y2-45	Y2-46
Profil (m-k)	m	m	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO_2	52.05	53.29	52.01	51.37	52.32	51.40	52.57	51.90	52.39	52.25	50.66	52.04	52.46	52.41
TiO_2	0.02	0.03	0.03	0.02	0.07	0.05	0.02	0.07	0.02	0.04	0.05	0.03	0.02	0.02
Al_2O_3	0.53	0.36	1.05	0.41	1.25	0.80	0.39	0.91	0.34	0.42	0.86	0.61	0.31	0.37
FeO^T	9.07	9.44	9.17	10.00	10.72	10.71	9.51	10.10	10.22	9.07	10.18	9.69	9.75	10.17
MnO	0.67	0.74	0.84	0.97	0.96	1.04	0.85	1.02	0.92	0.69	0.98	0.98	0.93	0.91
MgO	12.52	12.64	12.62	11.64	11.91	11.33	12.34	11.69	11.87	12.34	11.11	12.02	11.99	12.02
CaO	24.53	24.43	24.26	24.08	24.10	24.03	24.12	24.22	24.06	24.53	24.22	24.40	24.31	24.41
Na_2O	0.20	0.15	0.09	0.11	0.13	0.10	0.11	0.14	0.11	0.19	0.14	0.12	0.12	0.13
Toplam	99.59	101.08	100.07	98.60	101.46	99.46	99.91	100.05	99.93	99.53	98.20	99.89	99.89	100.44
Si	1.961	1.982	1.951	1.968	1.948	1.957	1.981	1.959	1.980	1.972	1.951	1.964	1.981	1.969
Ti	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Al	0.024	0.016	0.046	0.019	0.055	0.036	0.017	0.040	0.015	0.019	0.039	0.027	0.014	0.016
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe^{+3}	0.068	0.030	0.056	0.053	0.055	0.054	0.028	0.048	0.031	0.049	0.066	0.053	0.032	0.054
Fe^{+2}	0.218	0.263	0.231	0.268	0.278	0.287	0.271	0.271	0.292	0.237	0.262	0.253	0.276	0.266
Mn	0.021	0.023	0.027	0.031	0.030	0.034	0.027	0.033	0.029	0.022	0.032	0.031	0.030	0.029
Mg	0.703	0.701	0.706	0.665	0.661	0.643	0.693	0.658	0.669	0.694	0.638	0.676	0.675	0.673
Ca	0.990	0.973	0.975	0.988	0.961	0.980	0.974	0.979	0.974	0.992	1.000	0.986	0.984	0.983
Na	0.015	0.011	0.007	0.008	0.009	0.007	0.008	0.010	0.008	0.014	0.010	0.009	0.009	0.009
Toplam	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Mg#	0.76	0.73	0.75	0.71	0.70	0.69	0.72	0.71	0.70	0.75	0.71	0.73	0.71	0.72
En	0.37	0.36	0.37	0.35	0.35	0.34	0.36	0.34	0.35	0.36	0.34	0.35	0.35	0.35
Fs	0.11	0.14	0.12	0.14	0.15	0.15	0.14	0.14	0.15	0.12	0.14	0.13	0.14	0.14
Wo	0.52	0.50	0.51	0.51	0.51	0.51	0.50	0.51	0.50	0.52	0.53	0.51	0.51	0.51

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Mg# = $Mg/(Mg+Fe^{+2})$. Yapısal formüller 6 oksijene göre hesaplanmıştır. m: merkez, k: kenar

Ek Tablo 1'in devamı.

Mineral	**Piroksen**												
Örnek no	Y3	Y3	Y3	Y3	Y3	Y3	Y3	Y3	Y3	Y3	Y5	Y5	Y5
Analiz No	Y3-05	Y3-08	Y3-09	Y3-10	Y3-31	Y3-32	Y3-33	Y3-34	Y3-57	Y3-58	Y5-09	Y5-11	Y5-12
Profil (m-k)	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	m	k
SiO_2	51.65	54.31	52.37	50.99	51.68	50.73	51.20	50.46	51.39	53.77	51.91	53.93	51.83
TiO_2	0.01	0.01	0.02	0.01	0.13	0.13	0.06	0.13	0.06	0.03	0.08	0.09	0.11
Al_2O_3	0.40	0.44	0.32	0.30	0.88	0.97	0.64	0.91	0.62	0.44	1.59	1.42	1.95
FeO^T	12.46	12.11	11.37	11.46	12.43	12.60	11.90	12.16	15.40	13.11	7.35	6.18	7.41
MnO	0.95	0.79	0.97	0.99	1.03	1.00	0.99	1.02	1.43	0.89	0.48	0.49	0.55
MgO	10.22	11.28	11.02	10.41	10.14	9.78	10.06	9.82	8.23	10.52	13.71	15.02	13.50
CaO	23.61	23.44	23.84	23.92	23.45	23.55	23.41	23.40	23.34	22.92	24.74	24.81	24.63
Na_2O	0.24	0.30	0.27	0.24	0.33	0.31	0.23	0.31	0.27	0.30	0.09	0.07	0.05
Toplam	99.54	102.68	100.18	98.32	100.07	99.07	98.49	98.21	100.74	101.98	99.95	102.01	100.03
Si	1.980	2.009	1.984	1.973	1.969	1.956	1.982	1.960	1.975	2.013	1.931	1.955	1.929
Ti	0.000	0.000	0.001	0.000	0.004	0.004	0.002	0.004	0.002	0.001	0.002	0.002	0.003
Al	0.018	0.019	0.014	0.014	0.040	0.044	0.029	0.042	0.028	0.019	0.070	0.061	0.086
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe^{+3}	0.040	0.016	0.037	0.058	0.039	0.061	0.020	0.054	0.038	-0.025	0.070	0.030	0.054
Fe^{+2}	0.360	0.390	0.324	0.313	0.358	0.346	0.365	0.341	0.457	0.436	0.159	0.157	0.176
Mn	0.031	0.025	0.031	0.032	0.033	0.033	0.032	0.034	0.047	0.028	0.015	0.015	0.017
Mg	0.584	0.622	0.622	0.600	0.576	0.562	0.581	0.569	0.472	0.587	0.760	0.812	0.749
Ca	0.970	0.929	0.968	0.992	0.957	0.973	0.971	0.974	0.961	0.919	0.986	0.963	0.982
Na	0.018	0.022	0.020	0.018	0.024	0.023	0.017	0.023	0.020	0.022	0.006	0.005	0.004
Toplam	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Mg#	0.62	0.61	0.66	0.66	0.62	0.62	0.61	0.63	0.51	0.57	0.83	0.84	0.81
En	0.31	0.32	0.33	0.32	0.30	0.30	0.30	0.30	0.25	0.30	0.40	0.42	0.39
Fs	0.19	0.20	0.17	0.16	0.19	0.18	0.19	0.18	0.24	0.22	0.08	0.08	0.09
Wo	0.51	0.48	0.51	0.52	0.51	0.52	0.51	0.52	0.51	0.47	0.52	0.50	0.51

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Mg# = $Mg/(Mg+Fe^{+2})$. Yapısal formüller 6 oksijene göre hesaplanmıştır. m: merkez, k: kenar

Ek Tablo 1'in devamı.

Mineral	**Piroksen**												
Örnek no	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5	Y7	Y7	Y7	Y7
Analiz No	Y5-18	Y5-19	Y5-20	Y5-36	Y5-37	Y5-38	Y5-39	Y5-42	Y5-43	Y7-13	Y7-14	Y7-15	Y7-16
Profil (m-k)	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO_2	52.87	53.73	52.91	53.45	49.45	52.99	52.68	52.83	52.35	53.68	49.98	51.17	50.84
TiO_2	0.03	0.05	0.04	0.03	0.22	0.04	0.05	0.06	0.09	0.07	0.20	0.09	0.09
Al_2O_3	1.25	1.11	0.69	0.59	3.47	1.31	0.78	1.11	1.64	1.03	1.65	1.23	1.69
FeO^T	5.47	6.33	5.80	4.54	9.03	7.74	7.26	5.95	7.49	11.06	11.53	12.70	14.00
MnO	0.34	0.41	0.47	0.40	0.56	0.48	0.67	0.53	0.47	0.73	0.88	0.95	1.06
MgO	15.13	15.02	14.76	15.46	12.18	14.10	14.01	14.69	13.82	11.97	10.93	10.27	9.34
CaO	24.86	24.71	24.79	25.16	24.32	24.39	24.47	24.88	24.43	23.64	23.76	23.93	23.63
Na_2O	0.08	0.04	0.08	0.02	0.11	0.13	0.03	0.07	0.06	0.24	0.14	0.16	0.19
Toplam	100.03	101.40	99.54	99.65	99.34	101.18	99.95	100.12	100.35	102.42	99.07	100.50	100.84
Si	1.948	1.960	1.965	1.973	1.863	1.947	1.961	1.951	1.941	1.980	1.913	1.942	1.935
Ti	0.001	0.001	0.001	0.001	0.006	0.001	0.001	0.002	0.003	0.002	0.006	0.003	0.003
Al	0.054	0.048	0.030	0.026	0.154	0.057	0.034	0.048	0.072	0.045	0.074	0.055	0.076
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe^{+3}	0.054	0.033	0.044	0.028	0.115	0.056	0.043	0.051	0.047	0.009	0.098	0.067	0.064
Fe^{+2}	0.114	0.160	0.136	0.113	0.170	0.182	0.184	0.133	0.186	0.332	0.271	0.336	0.382
Mn	0.011	0.013	0.015	0.013	0.018	0.015	0.021	0.017	0.015	0.023	0.029	0.031	0.034
Mg	0.831	0.817	0.817	0.851	0.684	0.772	0.778	0.809	0.764	0.658	0.624	0.581	0.530
Ca	0.981	0.966	0.986	0.995	0.982	0.960	0.976	0.985	0.970	0.934	0.975	0.973	0.963
Na	0.006	0.003	0.006	0.001	0.008	0.009	0.002	0.005	0.004	0.017	0.010	0.012	0.014
Toplam	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Mg#	0.88	0.84	0.86	0.88	0.80	0.81	0.81	0.86	0.80	0.66	0.70	0.63	0.58
En	0.43	0.42	0.42	0.43	0.37	0.40	0.40	0.42	0.40	0.34	0.33	0.31	0.28
Fs	0.06	0.08	0.07	0.06	0.09	0.10	0.09	0.07	0.10	0.17	0.15	0.18	0.20
Wo	0.51	0.50	0.51	0.51	0.53	0.50	0.50	0.51	0.51	0.49	0.52	0.51	0.51

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Mg# = $Mg/(Mg+Fe^{+2})$. Yapısal formüller 6 oksijene göre hesaplanmıştır. m: merkez, k: kenar

Ek Tablo 1'in devamı.

Mineral	**Piroksen**				
Örnek no	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7
Analiz No	Y7-44	Y7-45	Y7-68	Y7-70	Y7-71
Profil (m-k)	m	k	k	m	k
SiO_2	51.88	49.03	49.49	49.68	49.82
TiO_2	0.03	0.05	0.17	0.18	0.08
Al_2O_3	1.36	1.35	2.08	2.51	1.84
FeO^T	9.94	12.38	13.10	12.02	12.06
MnO	0.87	1.03	0.97	0.81	0.91
MgO	12.20	9.85	9.74	10.79	10.61
CaO	24.09	23.79	23.67	22.99	23.58
Na_2O	0.11	0.14	0.20	0.14	0.17
Toplam	100.48	97.62	99.42	99.12	99.07
Si	1.944	1.917	1.901	1.902	1.910
Ti	0.001	0.001	0.005	0.005	0.002
Al	0.060	0.062	0.094	0.113	0.083
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe^{+3}	0.059	0.112	0.108	0.084	0.104
Fe^{+2}	0.253	0.292	0.313	0.301	0.283
Mn	0.028	0.034	0.032	0.026	0.030
Mg	0.681	0.574	0.558	0.616	0.606
Ca	0.967	0.996	0.974	0.943	0.969
Na	0.008	0.011	0.015	0.010	0.013
Toplam	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Mg#	0.73	0.66	0.64	0.67	0.68
En	0.36	0.31	0.30	0.33	0.33
Fs	0.13	0.16	0.17	0.16	0.15
Wo	0.51	0.53	0.53	0.51	0.52

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Mg# = $Mg/(Mg+Fe^{+2})$. Yapısal formüller 6 oksijene göre hesaplanmıştır. m: merkez, k: kenar

Ek Tablo 2. Gümüşdamla Skarn örneklerindeki plajiyoklasların mikroprob analiz sonuçları

Mineral	**Plajiyoklas**														
Örnek No	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y3	Y3	Y3	Y3	Y3	Y3	Y3	Y3
Analiz No	Y2-07	Y2-08	Y2-19	Y2-21	Y2-23	Y2-39	Y2-40	Y3-01	Y3-02	Y3-04	Y3-18	Y3-19	Y3-20	Y3-21	Y3-22
Profil (m-k)	m	k	m	m	m	m	k	m	k	k		merkezden - kenara			
SiO_2	43.55	43.10	44.11	44.21	44.38	42.88	43.05	58.73	58.42	56.40	55.92	58.96	56.99	59.70	58.16
Al_2O_3	35.75	35.35	34.77	35.22	34.88	34.99	34.51	25.29	26.74	25.72	24.58	25.20	25.45	25.38	25.19
CaO	19.00	19.07	18.56	18.95	18.50	19.22	17.86	7.64	8.54	8.46	7.74	7.16	7.80	7.29	7.64
FeO^T	0.54	0.91	0.64	0.65	0.62	0.45	0.52	0.33	0.38	0.39	0.26	0.22	0.25	0.26	0.25
SrO	0.07	0.06	0.10	0.04	0.08	0.09	0.09	0.07	0.04	0.07	0.11	0.08	0.06	0.04	0.07
BaO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01
Na_2O	0.39	0.42	0.67	0.48	0.74	0.49	1.16	7.11	7.06	6.70	7.71	8.07	7.11	7.45	7.29
K_2O	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.04	0.05	0.42	0.22	0.15	0.26	0.17	0.28	0.35	0.25
Toplam	99.34	98.92	98.86	99.56	99.22	98.16	97.24	99.60	101.40	97.89	96.57	99.85	97.96	100.47	98.84
Si	2.031	2.025	2.066	2.056	2.070	2.029	2.052	2.643	2.588	2.589	2.609	2.646	2.611	2.657	2.636
Al	1.966	1.957	1.920	1.931	1.918	1.951	1.939	1.341	1.396	1.392	1.352	1.333	1.374	1.331	1.346
Fe^{+2}	0.021	0.036	0.025	0.025	0.024	0.018	0.021	0.012	0.014	0.015	0.010	0.008	0.010	0.010	0.009
Ca	0.950	0.960	0.932	0.944	0.925	0.974	0.912	0.368	0.405	0.416	0.387	0.344	0.383	0.348	0.371
Na	0.035	0.038	0.061	0.043	0.067	0.045	0.107	0.620	0.606	0.596	0.698	0.702	0.632	0.643	0.641
K	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.003	0.024	0.012	0.009	0.015	0.010	0.016	0.020	0.014
Toplam	5.004	5.016	5.005	5.001	5.005	5.019	5.034	5.009	5.023	5.017	5.071	5.044	5.026	5.009	5.018
Or	0.06	0.06	0.12	0.12	0.06	0.24	0.30	2.38	1.21	0.86	1.41	0.92	1.59	1.97	1.41
Ab	3.58	3.83	6.12	4.38	6.75	4.40	10.49	61.25	59.21	58.39	63.41	66.48	61.27	63.63	62.43
An	96.36	96.11	93.76	95.50	93.19	95.36	89.22	36.37	39.58	40.75	35.18	32.60	37.14	34.41	36.16

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 8 oksijene göre hesaplanmıştır. An, Ab ve Or: sırasıyla Anortit, Albit ve Ortoklas yüzdeleri. Fe^{+2} toplam Fe olarak alınmıştır. m: merkez, k: kenar.

Ek Tablo 2'nin devamı.

Mineral	**Plajiyoklas**												
Örnek No	Y3	Y3	Y3	Y3	Y3	Y3	Y3	Y3	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5
Analiz No	Y3-24	Y3-25	Y3-26	Y3-27	Y3-29	Y3-38	Y3-39	Y3-41	Y5-01	Y5-02	Y5-03	Y5-05	Y5-06
Profil (m-k)	m	k	m	k	k	m	m	m	m	k	m	m	k
SiO_2	56.68	56.76	59.16	56.99	56.56	58.33	99.86	89.56	42.72	42.96	42.73	42.97	43.49
Al_2O_3	25.43	25.82	25.24	24.77	24.84	26.10	0.37	4.50	35.74	35.90	36.01	36.16	36.26
CaO	8.10	8.52	7.26	7.63	9.34	7.97	0.07	0.63	19.61	19.53	19.61	19.78	19.47
FeO^T	0.32	0.40	0.38	0.40	0.98	0.38	0.06	0.29	0.17	0.39	0.23	0.22	0.40
SrO	0.04	0.06	0.13	0.13	0.08	0.07	0.04	0.04	0.07	0.11	0.10	0.09	0.10
BaO	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
Na_2O	6.79	6.36	7.28	7.01	6.60	6.97	0.15	2.35	0.15	0.10	0.15	0.05	0.13
K_2O	0.12	0.30	0.34	0.29	0.14	0.24	0.02	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Toplam	97.49	98.24	99.78	97.23	98.53	100.08	100.57	97.42	98.48	99.01	98.83	99.28	99.87
Si	2.607	2.595	2.654	2.631	2.595	2.613	3.981	3.765	2.011	2.013	2.005	2.007	2.018
Al	1.379	1.391	1.335	1.348	1.343	1.378	0.017	0.223	1.983	1.983	1.992	1.990	1.983
Fe^{+2}	0.012	0.015	0.014	0.015	0.038	0.014	0.002	0.010	0.007	0.015	0.009	0.009	0.016
Ca	0.399	0.417	0.349	0.377	0.459	0.383	0.003	0.028	0.989	0.980	0.986	0.990	0.968
Na	0.606	0.564	0.633	0.628	0.587	0.605	0.012	0.192	0.014	0.009	0.014	0.005	0.012
K	0.007	0.017	0.019	0.017	0.008	0.014	0.001	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Toplam	5.010	5.000	5.005	5.017	5.031	5.008	4.016	4.221	5.005	5.001	5.006	5.001	4.997
Or	0.70	1.75	1.94	1.67	0.78	1.37	6.52	1.20	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Ab	59.85	56.46	63.22	61.40	55.68	60.44	74.32	86.05	1.36	0.92	1.36	0.46	1.19
An	39.45	41.79	34.84	36.93	43.54	38.19	19.16	12.75	98.58	99.02	98.58	99.49	98.75

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 8 oksijene göre hesaplanmıştır. An, Ab ve Or: sırasıyla Anortit, Albit ve Ortoklas yüzdeleri. Fe^{+2} toplam Fe olarak alınmıştır. m: merkez, k: kenar.

Ek Tablo 2'nin devamı.

Mineral	**Plajiyoklas**												
Örnek No	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5	Y7	Y7	Y7
Analiz No	Y5-13	Y5-14	Y5-15	Y5-16	Y5-24	Y5-25	Y5-26	Y5-27	Y5-44	Y5-45	Y7-01	Y7-02	Y7-03
Profil (m-k)	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m
SiO_2	43.05	43.20	43.21	43.20	42.56	43.10	43.91	43.55	42.81	42.46	42.88	44.08	44.31
Al_2O_3	36.01	36.28	35.86	35.71	35.33	35.58	36.36	35.80	35.55	35.71	35.22	33.50	33.70
CaO	19.51	19.57	19.48	19.49	19.34	19.44	19.20	19.02	19.36	19.40	19.06	17.57	17.78
FeO^T	0.16	0.22	0.31	0.38	0.29	0.36	0.46	0.44	0.38	0.84	0.45	0.67	0.54
SrO	0.10	0.05	0.11	0.11	0.06	0.08	0.08	0.10	0.11	0.06	0.08	0.09	0.13
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Na_2O	0.15	0.07	0.17	0.16	0.19	0.18	0.22	0.25	0.18	0.16	0.33	1.20	1.11
K_2O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03
Toplam	98.99	99.39	99.15	99.07	97.79	98.75	100.24	99.17	98.41	98.63	98.05	97.15	97.61
Si	2.015	2.012	2.020	2.022	2.018	2.023	2.027	2.033	2.018	2.002	2.028	2.100	2.100
Al	1.986	1.992	1.976	1.970	1.974	1.969	1.979	1.970	1.975	1.984	1.963	1.881	1.883
Fe^{+2}	0.006	0.009	0.012	0.015	0.011	0.014	0.018	0.017	0.015	0.033	0.018	0.027	0.021
Ca	0.978	0.977	0.976	0.978	0.982	0.978	0.950	0.951	0.978	0.980	0.966	0.897	0.903
Na	0.014	0.006	0.015	0.015	0.017	0.016	0.020	0.023	0.016	0.015	0.030	0.111	0.102
K	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002
Toplam	4.999	4.996	5.000	5.000	5.004	5.000	4.994	4.994	5.003	5.014	5.006	5.016	5.011
Or	0.06	0.06	0.06	0.06	0.00	0.00	0.06	0.06	0.06	0.06	0.12	0.12	0.18
Ab	1.37	0.64	1.55	1.46	1.75	1.65	2.03	2.32	1.65	1.47	3.03	10.99	10.13
An	98.57	99.30	98.39	98.48	98.25	98.35	97.91	97.62	98.29	98.47	96.84	88.89	89.69

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 8 oksijene göre hesaplanmıştır. An, Ab ve Or: sırasıyla Anortit, Albit ve Ortoklas yüzdeleri. Fe^{+2} toplam Fe olarak alınmıştır. m: merkez, k: kenar.

Ek Tablo 2'nin devamı.

Mineral	**Plajiyoklas**												
Örnek No	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7
Analiz No	Y7-04	Y7-05	Y7-06	Y7-07	Y7-08	Y7-46	Y7-47	Y7-54	Y7-55	Y7-56	Y7-57	Y7-58	Y7-59
Profil (m-k)	k	m	k	m	k	m	k		merkezden - kenara			m	k
SiO_2	44.57	43.27	45.10	44.20	43.28	44.24	43.85	42.58	42.42	42.51	42.81	43.20	45.36
Al_2O_3	33.99	34.56	34.17	34.78	34.09	35.06	35.04	35.59	35.50	35.80	36.08	35.30	33.27
CaO	17.41	18.54	17.64	18.27	18.42	18.36	18.37	19.23	19.16	19.32	19.21	18.64	16.23
FeO^T	0.57	0.48	0.64	0.70	0.74	0.45	0.61	0.35	0.23	0.31	0.47	0.44	0.74
SrO	0.03	0.07	0.12	0.10	0.07	0.10	0.07	0.05	0.10	0.12	0.07	0.07	0.09
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
Na_2O	1.10	0.60	1.19	0.78	0.69	0.68	0.68	0.13	0.13	0.13	0.08	0.41	0.25
K_2O	0.03	0.03	0.04	0.02	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	1.83
Toplam	97.71	97.56	98.89	98.84	97.31	98.90	98.66	97.95	97.55	98.20	98.72	98.07	97.80
Si	2.104	2.054	2.107	2.070	2.063	2.068	2.057	2.014	2.014	2.007	2.009	2.038	2.148
Al	1.891	1.934	1.882	1.920	1.915	1.931	1.938	1.984	1.987	1.993	1.996	1.963	1.857
Fe^{+2}	0.023	0.019	0.025	0.027	0.029	0.018	0.024	0.014	0.009	0.012	0.018	0.017	0.029
Ca	0.881	0.943	0.883	0.917	0.941	0.919	0.923	0.975	0.975	0.978	0.966	0.942	0.823
Na	0.101	0.055	0.108	0.071	0.064	0.062	0.062	0.012	0.012	0.012	0.007	0.038	0.023
K	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.111
Toplam	5.001	5.007	5.007	5.006	5.012	4.998	5.006	5.000	4.998	5.003	4.997	5.000	4.991
Or	0.18	0.18	0.24	0.12	0.12	0.06	0.18	0.06	0.06	0.12	0.06	0.12	11.55
Ab	10.24	5.52	10.85	7.16	6.34	6.28	6.27	1.21	1.21	1.20	0.75	3.82	2.40
An	89.57	94.30	88.91	92.72	93.54	93.66	93.55	98.73	98.73	98.68	99.19	96.05	86.05

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 8 oksijene göre hesaplanmıştır. An, Ab ve Or: sırasıyla Anortit, Albit ve Ortoklas yüzdeleri. Fe^{+2} toplam Fe olarak alınmıştır. m: merkez, k: kenar.

Ek Tablo 3. Gümüşdamla Skarn örneklerindeki epidotların mikroprob analiz sonuçları.

Mineral	**Epidot**												
Örnek No	Y3	Y3	Y3	Y3	Y3	Y3	Y3	Y3	Y3	Y3	Y3	Y3	Y3
Analiz No	Y3-45	Y3-47	Y3-49	Y3-50	Y3-51	Y3-52	Y3-63	Y3-64	Y3-65	Y3-66	Y3-67	Y3-68	Y3-69
Profil (m-k)	m		kenardan - kenara				merkezden - kenara				merkezden - kenara		
SiO_2	39.39	36.89	36.38	36.70	38.22	36.51	37.12	34.75	36.21	34.58	38.76	37.61	38.88
TiO_2	0.07	0.41	0.10	0.08	0.15	0.22	0.32	0.06	0.17	0.25	0.06	0.26	0.15
Al_2O_3	24.35	21.77	21.63	22.72	22.83	22.26	22.23	20.83	20.87	19.88	25.56	23.57	27.07
CaO	22.34	22.24	22.69	22.51	22.93	23.02	23.03	22.96	22.86	23.02	22.30	22.89	23.12
MnO	0.22	0.24	0.24	0.37	0.15	0.09	0.08	0.15	0.12	0.10	0.18	0.29	0.23
FeO_T	14.63	13.05	14.90	14.51	14.68	14.11	14.36	14.86	15.14	15.64	11.55	13.12	9.36
Na_2O	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
H_2O	1.84	1.73	1.72	1.76	1.80	1.75	1.76	1.67	1.71	1.61	1.84	1.79	1.87
F	0.13	0.08	0.11	0.09	0.10	0.09	0.09	0.11	0.11	0.19	0.08	0.10	0.08
O=F	0.05	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.08	0.03	0.04	0.03
Toplam	102.92	96.38	97.73	98.72	100.83	98.03	98.96	95.35	97.14	95.20	100.29	99.60	100.72
Si	6.031	6.035	5.892	5.869	5.983	5.883	5.921	5.800	5.911	5.800	6.042	5.939	5.998
Ti	0.008	0.050	0.012	0.010	0.018	0.027	0.038	0.008	0.021	0.032	0.007	0.031	0.017
Al	4.394	4.198	4.129	4.282	4.212	4.228	4.179	4.098	4.015	3.930	4.696	4.386	4.922
Fe^{+3}	1.527	1.631	2.018	1.941	1.787	1.901	1.903	2.074	2.067	2.194	1.205	1.674	1.050
Fe^{+2}	0.346	0.154	0.000	0.000	0.135	0.000	0.013	0.000	0.000	0.000	0.301	0.058	0.158
Mn	0.029	0.033	0.033	0.050	0.020	0.012	0.011	0.021	0.017	0.014	0.024	0.039	0.030
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ca	3.665	3.898	3.937	3.857	3.846	3.974	3.936	4.106	3.998	4.137	3.725	3.873	3.822
Na	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003
Toplam	16.000	16.000	16.022	16.012	16.000	16.026	16.000	16.106	16.028	16.106	16.000	16.000	16.000

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 25 oksijene göre hesaplanmıştır. m: merkez, k: kenar.

Ek Tablo 3'ün devamı.

Mineral	**Epidot**												
Örnek No	Y3	Y3	Y3	Y3	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5
Analiz No	Y3-70	Y3-71	Y3-72	Y3-73	Y5-21	Y5-22	Y5-57	Y5-58	Y5-59	Y5-61	Y5-62	Y5-63	Y5-64
Profil (m-k)		merkezden - kenara			m	k	m	m	m	m	m	m	k
SiO_2	40.34	32.97	38.49	40.96	39.14	40.06	40.23	39.88	39.12	39.06	38.94	38.65	38.92
TiO_2	0.02	0.04	0.06	0.06	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.05	0.02	0.08
Al_2O_3	27.31	20.92	25.61	25.45	31.08	34.54	34.58	33.53	33.94	29.61	25.98	30.68	30.12
CaO	22.01	22.90	23.03	21.48	23.82	23.84	23.94	24.08	23.88	23.45	22.77	24.02	23.38
MnO	0.16	0.08	0.28	0.29	0.21	0.68	0.58	0.25	0.79	0.60	1.00	0.29	0.38
FeO_T	10.73	12.63	11.61	11.18	4.77	1.34	1.38	2.91	1.94	6.74	9.51	4.76	7.07
Na_2O	0.03	0.00	0.00	0.43	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
H_2O	1.90	1.62	1.83	1.87	1.91	2.01	2.00	1.99	1.99	1.92	1.88	1.90	1.92
F	0.09	0.08	0.11	0.10	0.09	0.03	0.04	0.03	0.00	0.05	0.01	0.07	0.06
O=F	0.04	0.03	0.05	0.04	0.04	0.01	0.02	0.01	0.00	0.02	0.01	0.03	0.02
Toplam	102.55	91.21	100.98	101.77	100.97	102.50	102.75	102.68	101.67	101.42	100.14	100.38	101.91
Si	6.130	5.747	5.959	6.275	5.938	5.933	5.943	5.916	5.858	5.938	6.061	5.908	5.888
Ti	0.002	0.005	0.007	0.007	0.000	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.006	0.002	0.009
Al	4.891	4.298	4.673	4.595	5.557	6.029	6.021	5.862	5.990	5.305	4.766	5.527	5.370
Fe^{+3}	0.853	1.841	1.394	0.969	0.566	0.106	0.094	0.301	0.243	0.813	1.100	0.609	0.836
Fe^{+2}	0.511	0.000	0.109	0.463	0.039	0.060	0.077	0.060	0.000	0.044	0.138	0.000	0.059
Mn	0.021	0.012	0.037	0.038	0.027	0.085	0.073	0.031	0.100	0.077	0.132	0.038	0.049
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ca	3.584	4.277	3.820	3.526	3.872	3.783	3.789	3.827	3.831	3.820	3.797	3.934	3.790
Na	0.009	0.000	0.000	0.128	0.000	0.003	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000
Toplam	16.000	16.179	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.024	16.000	16.000	16.024	16.000

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 25 oksijene göre hesaplanmıştır. m: merkez, k: kenar.

Ek Tablo 4. Gümüşdamla Skarn örneklerindeki granatların mikroprob analiz sonuçları.

Mineral	**Granat**												
Örnek No	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2
Analiz No	Y2-09	Y2-10	Y2-11	Y2-12	Y2-31	Y2-32	Y2-33	Y2-34	Y2-35	Y2-36	Y2-49	Y2-50	Y2-51
Profil (m-k)	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m
SiO_2	37.47	35.66	37.3	38.26	36.49	35.84	35.43	37.16	35.96	37.2	36.85	36.4	37.41
TiO_2	0.47	0.36	0.32	0.34	0.35	0.35	0.38	0.35	0.45	0.41	0.36	0.43	0.41
Al_2O_3	4.99	5.57	6.42	6.58	5.85	5.58	5.56	5.87	5.11	4.72	6.06	4.24	5.89
FeO^T	23.46	22.41	21.76	21.74	21.84	22.65	22.21	22.07	23.04	23.87	20.91	24.37	22.09
MnO	1.38	1.63	1.84	1.46	1.6	1.52	1.57	1.73	1.66	1.73	1.42	1.56	1.63
MgO	0.14	0.12	0.15	0.19	0.11	0.15	0.14	0.11	0.09	0.07	0.18	0.08	0.13
CaO	31.51	31.18	31.29	31.55	31.24	29.44	31.51	30.59	31.25	30.88	30.46	30.93	30.99
F	0.05	0.02	0.08	0.06	0.08	0.07	0.06	0.04	0.08	0.07	0.07	0.07	0.05
Toplam	99.46	96.97	99.13	100.16	97.54	95.59	96.83	97.92	97.62	98.92	96.29	98.05	98.59
Si	3.039	2.963	3.018	3.062	3.004	3.021	2.942	3.054	2.970	3.039	3.068	3.005	3.052
Ti	0.029	0.023	0.019	0.020	0.022	0.022	0.024	0.022	0.028	0.025	0.023	0.027	0.025
Al	0.477	0.545	0.612	0.621	0.568	0.554	0.544	0.569	0.497	0.454	0.595	0.413	0.566
Fe^{+3}	1.318	1.395	1.259	1.167	1.319	1.298	1.441	1.220	1.431	1.348	1.178	1.443	1.223
Fe^{+2}	0.274	0.162	0.213	0.288	0.185	0.298	0.102	0.297	0.160	0.282	0.278	0.239	0.284
Mn	0.095	0.115	0.126	0.099	0.112	0.109	0.110	0.120	0.116	0.120	0.100	0.109	0.113
Mg	0.017	0.015	0.018	0.023	0.014	0.019	0.017	0.013	0.011	0.009	0.022	0.010	0.016
Ca	2.738	2.776	2.712	2.705	2.755	2.659	2.803	2.693	2.765	2.703	2.717	2.736	2.708
Toplam	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
And	0.769	0.740	0.706	0.701	0.725	0.742	0.739	0.727	0.762	0.782	0.710	0.803	0.727
Grs	0.222	0.248	0.279	0.286	0.263	0.246	0.250	0.260	0.228	0.208	0.277	0.189	0.261
Sps	0.008	0.010	0.013	0.010	0.011	0.010	0.010	0.012	0.010	0.009	0.010	0.008	0.011
Alm	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Prp	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002
Mg#	0.06	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.15	0.04	0.06	0.03	0.07	0.04	0.05

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 12 oksijene göre hesaplanmıştır. m: merkez, k: kenar. Mg#= $Mg/(Mg+Fe^{+2})$

Ek Tablo 4'ün devamı.

Mineral	**Granat**												
Örnek No	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7
Analiz No	Y2-52	Y2-53	Y2-54	Y2-55	Y2-56	Y2-57	Y2-58	Y7-17	Y7-18	Y7-19	Y7-20	Y7-21	Y7-22
Profil (m-k)	k	mk			merkezden - kenara			m	k	m	k	m	k
SiO_2	34.66	37.09	37.83	36.6	28.53	33.31	35.43	35.04	35.43	35.89	34.86	36.55	36.38
TiO_2	0.43	0.4	0.37	0.36	0.38	0.38	0.39	0.64	0.49	0.6	0.52	0.8	0.54
Al_2O_3	4.8	5.56	5.7	5.82	4.22	4.75	5.31	4.72	4.98	4.81	4.45	6.48	4.57
FeO^T	22.8	22.78	22.75	22.15	21.77	22.77	23.19	1.46	1.68	1.5	1.6	1.01	1.58
MnO	1.59	1.36	1.8	1.57	1.47	1.69	1.76	31.36	30.52	31.19	31.1	32.34	31
MgO	0.07	0.16	0.12	0.08	0.1	0.09	0.09	26.01	26.23	26.27	27.24	22.69	26.61
CaO	31.4	30.98	30.91	30.59	31.05	30.81	30.75	0.09	0.09	0.09	0.11	0.16	0.09
F	0.04	0.09	0.07	0.05	0.08	0.02	0.07	0.06	0.06	0.08	0.07	0.12	0.08
Toplam	95.77	98.39	99.51	97.19	87.57	93.82	96.99	99.38	99.44	100.4	99.91	100.1	100.8
Si	2.921	3.032	3.060	3.030	2.626	2.869	2.947	2.925	2.957	2.964	2.903	2.984	2.996
Ti	0.027	0.025	0.023	0.022	0.026	0.025	0.024	0.040	0.031	0.037	0.033	0.049	0.033
Al	0.477	0.536	0.543	0.568	0.458	0.482	0.521	0.464	0.490	0.468	0.437	0.623	0.444
Fe^{+3}	1.526	1.296	1.238	1.266	2.048	1.610	1.454	0.014	0.097	0.084	0.003	0.052	0.132
Fe^{+2}	0.081	0.261	0.301	0.268	0.372	0.030	0.159	0.014	0.097	0.084	0.003	0.052	0.132
Mn	0.113	0.094	0.123	0.110	0.115	0.123	0.124	0.103	0.119	0.105	0.113	0.070	0.110
Mg	0.009	0.019	0.014	0.010	0.014	0.012	0.011	0.011	0.011	0.011	0.014	0.019	0.011
Ca	2.835	2.713	2.679	2.713	3.062	2.843	2.740	2.805	2.729	2.760	2.775	2.828	2.735
Toplam	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	6.366	6.353	6.367	6.293	6.606	6.351
And	0.771	0.744	0.739	0.730	0.785	0.772	0.756	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Grs	0.219	0.246	0.248	0.259	0.206	0.217	0.233	0.961	0.955	0.960	0.956	0.969	0.958
Sps	0.009	0.009	0.011	0.011	0.008	0.009	0.011	0.035	0.042	0.036	0.039	0.024	0.039
Alm	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Prp	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.004	0.004	0.004	0.005	0.007	0.004
Mg#	0.10	0.07	0.05	0.04	0.04	0.28	0.07	0.44	0.10	0.12	1.28	0.27	0.08

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 12 oksijene göre hesaplanmıştır. m: merkez, k: kenar. Mg#= $Mg/(Mg+Fe^{+2})$.

Ek Tablo 4'ün devamı.

Mineral	**Granat**												
Örnek No	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7
Analiz No	Y7-23	Y7-24	Y7-25	Y7-26	Y7-27	Y7-28	Y7-29	Y7-30	Y7-31	Y7-32	Y7-33	Y7-48	Y7-49
Profil (m-k)	m	k	m	k	m	k	m	k	m	m	k	m	k
SiO_2	35.96	36.13	36.02	33.8	36.17	37.03	35.12	34.69	36.2	34.42	36.99	36.08	36.56
TiO_2	1.17	0.51	1.04	0.82	0.59	0.78	0.62	0.53	0.59	0.56	0.59	0.67	0.02
Al_2O_3	6.6	4.76	7.95	6.9	4.8	7.9	7.55	4.97	4.86	4.71	4.97	4.98	7.52
FeO^T	1.21	1.6	1.18	1.07	1.56	1.09	1.09	1.19	1.43	1.59	1.53	1.39	1.04
MnO	31.9	30.9	32.46	32.57	30.98	32.31	32.83	31.61	31.27	30.33	30.35	31.26	32.55
MgO	22.68	26.49	20.32	21.05	26.02	20.58	20.94	25.39	26.42	26.25	25.94	25.61	21.6
CaO	0.22	0.09	0.32	0.23	0.1	0.3	0.22	0.13	0.1	0.1	0.11	0.14	0.11
F	0.11	0.05	0.08	0.05	0.05	0.09	0.06	0.08	0.09	0.07	0.07	0.08	0.08
Toplam	99.84	100.52	99.33	96.47	100.25	100.04	98.42	98.57	100.93	98.02	100.53	100.19	99.44
Si	2.948	2.985	2.941	2.856	2.993	3.002	2.901	2.910	2.973	2.918	3.050	2.980	2.989
Ti	0.072	0.032	0.064	0.052	0.037	0.048	0.039	0.033	0.036	0.036	0.037	0.042	0.001
Al	0.638	0.464	0.765	0.687	0.468	0.755	0.735	0.491	0.470	0.471	0.483	0.485	0.724
Fe^{+3}	0.050	0.133	0.003	0.172	0.136	0.086	0.101	0.041	0.099	0.034	0.251	0.099	0.012
Fe^{+2}	0.050	0.133	0.003	0.172	0.136	0.086	0.101	0.041	0.099	0.034	0.251	0.099	0.012
Mn	0.084	0.112	0.082	0.077	0.109	0.075	0.076	0.085	0.099	0.114	0.107	0.097	0.072
Mg	0.027	0.011	0.039	0.029	0.012	0.036	0.027	0.016	0.012	0.013	0.014	0.017	0.013
Ca	2.802	2.735	2.840	2.948	2.747	2.806	2.905	2.840	2.751	2.755	2.681	2.766	2.851
Toplam	6.601	6.353	6.752	6.662	6.380	6.745	6.699	6.398	6.367	6.326	6.390	6.409	6.671
And	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Grs	0.962	0.957	0.959	0.965	0.958	0.962	0.966	0.966	0.961	0.956	0.957	0.960	0.971
Sps	0.029	0.039	0.028	0.025	0.038	0.026	0.025	0.029	0.035	0.040	0.038	0.034	0.025
Alm	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Prp	0.009	0.004	0.013	0.009	0.004	0.012	0.009	0.006	0.004	0.004	0.005	0.006	0.005
Mg#	0.35	0.08	0.93	-0.20	0.08	0.30	-0.37	-0.65	0.11	0.27	0.05	0.15	0.53

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 12 oksijene göre hesaplanmıştır. m: merkez, k: kenar. Mg#= $Mg/(Mg+Fe^{+2})$.

Ek Tablo 4'ün devamı.

Mineral	**Granat**			
Örnek No	Y7	Y7	Y7	Y7
Analiz No	Y7-50	Y7-51	Y7-52	Y7-53
Profil (m-k)	m	k	m	k
SiO_2	36.82	35.72	35.09	36.86
TiO_2	0.03	0.68	0.62	0.03
Al_2O_3	6.88	4.7	4.95	7.45
FeO^T	0.93	1.64	1.41	0.99
MnO	32.55	30.7	31.23	32.42
MgO	22.88	26.47	25.82	22.21
CaO	0.08	0.08	0.13	0.09
F	0.09	0.05	0.07	0.08
Toplam	100.24	100.02	99.3	100.09
Si	2.999	2.969	2.927	2.999
Ti	0.002	0.043	0.039	0.002
Al	0.660	0.460	0.487	0.714
Fe^{+3}	0.040	0.126	0.022	0.054
Fe^{+2}	0.040	0.126	0.022	0.054
Mn	0.064	0.115	0.100	0.068
Mg	0.010	0.010	0.016	0.011
Ca	2.840	2.734	2.791	2.826
Toplam	6.598	6.345	6.379	6.640
And	0.000	0.000	0.000	0.000
Grs	0.975	0.956	0.960	0.973
Sps	0.022	0.040	0.034	0.023
Alm	0.000	0.000	0.000	0.000
Prp	0.003	0.003	0.006	0.004
Mg#	0.20	0.07	0.43	0.17

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 12 oksijene göre hesaplanmıştır. m: merkez, k: kenar. Mg#= $Mg/(Mg+Fe^{+2})$.

Ek Tablo 5. Gümüşdamla Skarn örneklerindeki manyetitlerin mikroprob analiz sonuçları

Mineral	**Manyetit**												
Örnek No	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y3
Analiz No	Y2-01	Y2-02	Y2-03	Y2-04	Y2-05	Y2-06	Y2-17	Y2-18	Y2-37	Y2-38	Y2-47	Y2-48	Y3-43
Profil (m-k)	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m
SiO_2	0.03	0.12	0.07	3.05	0.07	0.15	0.05	0.12	0.09	0.07	0.27	0.06	2.33
TiO_2	0.25	0.11	0.08	0.09	0.12	0.08	0.10	0.15	0.28	0.24	0.16	0.12	0.10
Al_2O_3	0.64	0.09	0.35	1.93	0.30	0.40	0.26	0.23	0.22	0.15	0.29	0.13	0.79
Cr_2O_3	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01
FeO	90.59	91.54	92.91	84.95	91.31	91.23	93.20	91.70	91.82	91.27	90.83	91.82	86.12
MnO	0.11	0.05	0.13	0.07	0.10	0.09	0.17	0.21	0.24	0.25	0.23	0.20	0.20
MgO	0.03	0.00	0.01	1.41	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.09	0.01	0.10
CaO	0.05	0.56	0.03	0.67	0.05	0.23	0.01	0.39	0.05	0.12	0.23	0.35	0.89
Toplam	91.71	92.48	93.60	92.18	91.96	92.24	93.84	92.81	92.73	92.14	92.13	92.73	90.54
Si	0.001	0.005	0.003	0.115	0.003	0.006	0.002	0.005	0.003	0.003	0.010	0.002	0.091
Ti	0.007	0.003	0.002	0.003	0.004	0.002	0.003	0.004	0.008	0.007	0.005	0.003	0.003
Al	0.029	0.004	0.016	0.086	0.014	0.018	0.012	0.010	0.010	0.007	0.013	0.006	0.036
Cr	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000
Fe^{+3}	1.954	1.980	1.974	1.678	1.973	1.964	1.978	1.971	1.966	1.973	1.956	1.982	1.775
Fe^{+2}	1.001	0.983	0.999	1.009	1.001	0.995	0.998	0.986	1.002	0.996	0.993	0.984	1.044
Mn	0.004	0.002	0.004	0.002	0.003	0.003	0.005	0.007	0.008	0.008	0.008	0.007	0.007
Mg	0.002	0.000	0.001	0.079	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.005	0.001	0.006
Ca	0.002	0.023	0.001	0.027	0.002	0.010	0.000	0.016	0.002	0.005	0.010	0.014	0.037
Toplam	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Fe#	1.00	1.00	1.00	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	0.99

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 4 oksijene göre hesaplanmıştır. m: merkez, k: kenar. Fe#= $Fe^{+2}/(Mg+Fe^{+2})$.

Ek Tablo 5'in devamı.

Mineral	**Manyetit**												
Örnek No	Y3	Y3	Y3	Y3	Y3	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5
Analiz No	Y3-44	Y3-53	Y3-59	Y3-60	Y3-61	Y5-07	Y5-08	Y5-28	Y5-29	Y5-30	Y5-31	Y5-32	Y5-33
Profil (m-k)	m	m	k	k	m	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO_2	2.61	0.48	9.94	2.69	0.59	0.06	0.12	0.06	0.09	0.08	0.08	0.05	0.28
TiO_2	0.09	0.02	0.07	0.11	0.03	0.09	0.25	0.10	0.33	0.53	0.23	0.10	0.13
Al_2O_3	0.98	0.11	5.65	0.92	0.08	0.25	0.29	0.30	0.46	0.70	1.22	0.33	0.29
Cr_2O_3	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01
FeO	87.61	90.49	73.10	86.61	89.80	92.91	91.85	91.58	91.25	90.64	91.05	92.18	90.98
MnO	0.19	0.10	0.18	0.21	0.15	0.48	0.62	0.46	0.66	0.86	0.61	0.49	0.41
MgO	0.13	0.01	0.03	0.16	0.01	0.12	0.08	0.17	0.16	0.34	0.37	0.07	0.04
CaO	0.71	0.26	4.91	0.97	0.51	0.03	0.17	0.05	0.09	0.03	0.11	0.05	0.20
Toplam	92.34	91.48	93.89	91.69	91.17	93.95	93.41	92.73	93.05	93.19	93.70	93.29	92.35
Si	0.100	0.019	0.358	0.104	0.023	0.002	0.005	0.002	0.003	0.003	0.003	0.002	0.011
Ti	0.003	0.001	0.002	0.003	0.001	0.003	0.007	0.003	0.010	0.015	0.007	0.003	0.004
Al	0.044	0.005	0.240	0.042	0.004	0.011	0.013	0.014	0.021	0.032	0.055	0.015	0.013
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
Fe^{+3}	1.750	1.956	1.040	1.744	1.948	1.978	1.963	1.976	1.953	1.932	1.926	1.975	1.957
Fe^{+2}	1.060	1.005	1.163	1.051	0.997	0.981	0.980	0.978	0.979	0.970	0.965	0.983	0.991
Mn	0.006	0.003	0.005	0.007	0.005	0.015	0.020	0.015	0.021	0.028	0.020	0.016	0.013
Mg	0.007	0.001	0.002	0.009	0.001	0.007	0.005	0.010	0.009	0.019	0.021	0.004	0.002
Ca	0.029	0.011	0.190	0.040	0.021	0.001	0.007	0.002	0.004	0.001	0.004	0.002	0.008
Toplam	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Fe#	0.99	1.00	1.00	0.99	1.00	0.99	1.00	0.99	0.99	0.98	0.98	1.00	1.00

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 4 oksijene göre hesaplanmıştır. m: merkez, k: kenar. Fe#= $Fe^{+2}/(Mg+Fe^{+2})$.

Ek Tablo 5'in devamı.

Mineral	**Manyetit**												
Örnek No	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5	Y5	Y7	Y7	Y7
Analiz No	Y5-34	Y5-35	Y5-48	Y5-49	Y5-50	Y5-51	Y5-52	Y5-53	Y5-54	Y5-56	Y7-09	Y7-10	Y7-11
Profil (m-k)	m	k	m	k	m				merkezden - kenara		m	k	m
SiO_2	0.08	0.12	0.09	0.09	0.10	0.06	0.05	0.06	0.10	0.07	0.11	0.32	0.10
TiO_2	0.14	0.08	0.22	0.19	0.69	0.19	0.08	0.73	0.16	4.08	0.16	0.18	0.17
Al_2O_3	0.27	0.49	0.38	0.46	0.64	0.70	0.31	0.56	0.31	3.39	0.26	0.33	0.28
Cr_2O_3	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01
FeO	92.42	91.19	92.63	91.38	90.78	91.50	92.66	91.27	92.21	79.90	92.35	90.11	91.48
MnO	0.57	0.47	0.63	0.57	0.99	0.64	0.56	0.94	0.55	3.71	0.18	0.19	0.20
MgO	0.11	0.16	0.29	0.16	0.43	0.46	0.31	0.31	0.28	1.06	0.02	0.02	0.00
CaO	0.02	0.10	0.01	0.11	0.01	0.02	0.01	0.01	0.03	0.13	0.17	0.26	0.16
Toplam	93.62	92.63	94.25	92.96	93.66	93.58	94.00	93.91	93.65	92.38	93.26	91.40	92.42
Si	0.003	0.005	0.003	0.003	0.004	0.002	0.002	0.002	0.004	0.003	0.004	0.013	0.004
Ti	0.004	0.002	0.006	0.005	0.020	0.005	0.002	0.021	0.005	0.117	0.005	0.005	0.005
Al	0.012	0.022	0.017	0.021	0.029	0.031	0.014	0.025	0.014	0.152	0.012	0.015	0.013
Cr	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
Fe^{+3}	1.973	1.964	1.964	1.961	1.924	1.953	1.977	1.929	1.969	1.608	1.970	1.949	1.969
Fe^{+2}	0.982	0.978	0.973	0.977	0.967	0.960	0.968	0.975	0.973	0.934	0.995	0.999	0.996
Mn	0.018	0.015	0.020	0.019	0.032	0.021	0.018	0.030	0.018	0.120	0.006	0.006	0.007
Mg	0.006	0.009	0.016	0.009	0.024	0.026	0.018	0.018	0.016	0.060	0.001	0.001	0.000
Ca	0.001	0.004	0.000	0.005	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.005	0.007	0.011	0.007
Toplam	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Fe#	0.99	0.99	0.98	0.99	0.98	0.97	0.98	0.98	0.98	0.94	1.00	1.00	1.00

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 4 oksijene göre hesaplanmıştır. m: merkez, k: kenar. Fe#= $Fe^{+2}/(Mg+Fe^{+2})$.

Ek Tablo 5'in devamı.

Mineral	**Manyetit**												
Örnek No	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7	Y7
Analiz No	Y7-12	Y7-36	Y7-37	Y7-38	Y7-39	Y7-40	Y7-41	Y7-42	Y7-43	Y7-60	Y7-61	Y7-62	Y7-63
Profil (m-k)	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO_2	0.06	0.09	0.10	0.06	0.05	0.06	0.08	0.07	0.10	0.04	0.05	0.11	0.11
TiO_2	0.20	0.12	0.06	0.19	0.15	0.16	0.13	0.13	0.09	0.15	0.22	0.12	0.12
Al_2O_3	0.22	0.19	0.04	0.30	0.17	0.12	0.08	0.10	0.04	0.08	0.13	0.27	0.24
Cr_2O_3	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
FeO	92.30	92.68	91.21	90.71	92.46	91.36	92.07	91.19	91.80	92.12	91.34	92.21	92.20
MnO	0.19	0.20	0.06	0.19	0.17	0.17	0.18	0.19	0.19	0.18	0.18	0.19	0.15
MgO	0.01	0.00	0.02	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.04	0.01	0.01	0.02	0.02
CaO	0.18	0.16	0.25	0.13	0.22	0.24	0.37	0.29	0.46	0.20	0.26	0.11	0.13
Toplam	93.18	93.48	91.75	91.62	93.24	92.13	92.91	91.99	92.71	92.80	92.18	93.04	93.00
Si	0.002	0.003	0.004	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004	0.002	0.002	0.004	0.004
Ti	0.006	0.003	0.002	0.006	0.004	0.005	0.004	0.004	0.003	0.004	0.006	0.003	0.003
Al	0.010	0.009	0.002	0.014	0.008	0.006	0.004	0.005	0.002	0.004	0.006	0.012	0.011
Cr	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe^{+3}	1.974	1.978	1.987	1.970	1.979	1.980	1.982	1.982	1.985	1.984	1.977	1.972	1.974
Fe^{+2}	0.994	0.994	0.992	0.995	0.992	0.991	0.986	0.988	0.979	0.991	0.991	0.996	0.996
Mn	0.006	0.006	0.002	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.005
Mg	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001
Ca	0.007	0.007	0.010	0.005	0.009	0.010	0.015	0.012	0.019	0.008	0.011	0.005	0.005
Toplam	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Fe#	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 4 oksijene göre hesaplanmıştır. m: merkez, k: kenar. Fe#= $Fe^{+2}/(Mg+Fe^{+2})$.

ÖZGEÇMİŞ

Ali Hakim KURT 22 Şubat 1990'da Gölmarmara'da (MANİSA) doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Gölmarmara'da tamamladıktan sonra 2008 yılında Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde lisans öğrenimine başladı. 2012 yılında lisans öğrenimini tamamladıktan sonra 2014 yılında Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı.