



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**GOŞGARÇAY (BATI AZERBAJCAN) PORFİR
BAKIR YATAĞININ JEOLJİK,
MİNERALJİK, PETROGRAFİK VE
JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

NİJAT ALİMAMMADOV

YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZİ

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ

Ekim-2021
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

NİJAT ALİMAMMADOV tarafından hazırlanan “Goşgarçay (Batı Azerbaycan) porfir bakır yatağının jeolojik, mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri” adlı tez çalışması 11/10/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Unvanı Adı SOYADI

.....

Danışman

Unvanı Adı SOYADI

Prof. Dr. Fetullah ARIK

Üye

Unvanı Adı SOYADI

Dr. Öğr. Üyesi Alican ÖZTÜRK

Üye

Unvanı Adı SOYADI

Dr. Öğr. Üyesi Bilgehan YABGU HORASAN

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN
Enstitü Müdürü

Bu tez çalışması Bilimsel Araştırma Projesi (BAP) tarafından **211007014** nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Nijat ALİMAMMADOV

Tarih:

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GOŞGARÇAY (BATI AZERBAJYAN) PORFİR BAKIR YATAĞININ JEOLJİK, MİNERALJİK, PETROGRAFIK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Nijat ALİMAMMADOV

**Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Fetullah Arık

2021, 54 Sayfa

Jüri

**Prof. Dr. Fetullah ARIK
Dr. Öğr. Üyesi Alican ÖZTÜRK
Dr. Öğr. Üyesi Bilgehan YABGU HORASAN**

Bakır eski çağlardan günümüze kadar farklı uygulama alanlarında insanlık için vazgeçilmez bir doğal kaynaktır. Bu yüksek lisans tez çalışmasında Azerbaycan Cumhuriyeti'nin batısında ülkenin en önemli doğal zenginliklerinden biri olarak kabul edilen Goşgarçay porfir bakır yatağının jeolojik, mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Çalışmanın asıl konusu olan Goşgardağ (Batı Azerbaycan) porfir bakır yatağı 19. yüzyılda keşfedilmiş ve 20. yüzyılda Eski Sovyet araştırmacıları tarafından daha detaylı araştırmalara konu olmuştur. 20. yüzyılın sonundan itibaren Küçük Kafkasya'nın Azerbaycan kısmının ve özellikle Murovdağ cevherleşme alanının Goşgardağ ve Goşgarçay cevher alanlarında umut verici porfir bakır yataklarının keşfedilmesi bölgeye daha fazla ilgi duyulmasına neden olmuştur. Goşgardağ cevherleşme alanı ve etrafında farklı bileşimli plutonik komplekslerin, hidrotermal alterasyon zonlarının, metasomatitlerin ve cevherleşmeyle kökensel ilişkisi olan fayların bulunması, bölgedeki maden yatak ve zuhurlarının gözlemsel jeolojik özellikleri, jeokimyasal ve jeofiziksel anomalilerin varlığı bölgenin detaylı olarak incelenmesi için araştırmacıların ilgisini çekmektedir.

Bu çalışmada Goşgarçay porfir bakır yatağının jeolojik, yapısal, mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin araştırılarak cevherin yayılımı, geometrisi, tenör ve rezervinin ortaya konularak yatağın işletilmesi için en uygun yöntemin tespit edilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla; Goşgarçay porfir bakır yatağında cevher ve yankayaçlar tespit edilmiş, cevherleşmesinin yapısal özellikleri araştırılmış, cevher mineralleri ile bazı göstere ve iz elementlerin metasomatitlerde ve yan kayaçlardaki dağılımı belirlenmeye çalışılmış ve yüksek tenöre sahip cevherleşme alanlarının sınırları ortaya konulmuştur.

Goşgarçay cevherleşme alanında başlıca andezit-bazalt kompleksleri, bazik ve ortaç volkanikler, proklastikler ve sedimanter kayaçlar yüzeylemektedir. Goşgarçay porfir-bakır yatağında bulunan başlıca cevher mineralleri pirit, kalkopirit, sfalerit ve manyetitdir. Cevherleşme içinde gang mineralleri ile yankayaçlarda kuvars, plajiyoklas, alkali feldispat, kil mineralleri, zeolitler, dolomit, kalsit, amfibol, hematit ve mikalar tespit edilmiştir.

Goşgarçay porfir Cu yatağında cevher ve yankayaçlardan alınan numunelerde ana bileşenlerin ortalama miktarı % 56.7 SiO₂, % 8.16 Al₂O₃, % 6.37 Fe₂O₃, % 2.75 CaO, % 2.14 MgO, % 1.61 Na₂O ve % 1.09 K₂O şeklindedir.

Goşarçay porfir bakır yatağında ortalama 19094,6 ppm Cu bulunmakta olup değişim aralığı 34.2 - 64500 ppm'dir. Yataktaki Cu mineralojik ve petrografik analizlerde belirlenen kalkopirit, bornit, ile bakır içeren sülfatlara bağlıdır. Yataktaki Zn oranı 12.2- 437 ppm arası değişirken 11.3 ppm'e ulaşan Au, 475 ppm'e ulaşan As, 234 ppm'e ulaşan V, 373 ppm'e ulaşan Ba içelikleri önemli görülmektedir Cevher mikroskopisi çalışmalarında yaygın gözlenen pirit, kalkopirit, sfalerit ve galenit Pb, Zn, Fe ve Cu'm ana mineralleridir.

Goşarçay porfir-bakır yatağından alınan % 100'e yakın saflıkta ayrılan numunelerde kükürt izotopu analizlerine göre $\delta^{34}\text{S}$ değerleri ‰ -0.5 ile ‰ 6.5 arasında değişmektedir. Kalkopiritlerin $\delta^{34}\text{S}$ değerleri ‰ -0.2 - ‰ 0.2, piritlerin $\delta^{34}\text{S}$ değerleri -0.5 - ‰ 6.5 arasında değişirken bornitin ise $\delta^{34}\text{S}$ değeri ‰ 0.1'dir

Yataktan alınan 4 adet kuvarslı numunede gerçekleştirilen sıvı kapanım çalışmasına göre, birincil ve ikincil kapanımlar belirlenmiş olup birincil kapanımlar mineralin oluşumu sırasında, ikincil kapanımlar ise mineralin oluşumu sonrası mikro kırıklarda oluşmuştur. Birincil kapanımlar, oda sıcaklığında sıvı ve gaz (SG-tip) içeren iki fazlı kapanımlar olup sıvı faz gaz fazından hacimsel olarak daha büyük ve baskındır. Ölçülen SG-tip birincil kapanımların boyutları 5-30 mµ arasında olup yaygın olarak 15 mikron boyutundadır. SG-tipi kapanımlarda yapılan ölçümlerde Tm-ice değerlerinin -1.5 ile -4.8 °C arasında, homojenleşme sıcaklıkları ise (Th, °C) 253.3 °C ile 380°C arasında değişmekte olup Tm-ice'a karşılık gelen tuzluluklar ise %2,6 ile %7,6 NaCl arasında değişmektedir.

Goşarçay porfir bakır yatağında yapılan jeolojik incelemeler cevher ve yankayaçların litolojik özellikleri, mineralojik-petrografik ve jeokimyasal analizler ile kükürt izotopu ve sıvı kapanım verilerine göre cevherleşme bölgedeki cevherleşme Dogger yaşlı volkanosedimanter kayaçları kesen Geç Kretase yaşlı bazik-ortaç plutonik kayaçların sınırında hipotermal koşullarda oluşmuştur.

Anahtar Kelimeler: Azerbaycan, Alterasyon, Porfir bakır, Altın, hipotermal, Goşarçay

ABSTRACT

MS THESIS

GEOLOGICAL, MINERALOGICAL, PETROGRAPHICAL AND GEOCHEMICAL PROPERTIES OF THE GOSHGARCHAY (WEST AZERBAIJAN) PORPHYRY COPPER DEPOSIT

Nijat ALİMAMMADOV

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Geological Engineering**

Advisor: Prof. Dr. Fetullah ARIK

2021, 54 Pages

Jury

**Prof. Dr. Fetullah ARIK
Asst. Prof. Dr. Alican ÖZTÜRK
Asst. Prof. Dr. Bilgehan YABGU HORASAN**

Copper is an indispensable natural resource for humanity in different application areas from ancient times to the present. In this master thesis, it is aimed to investigate the geological, mineralogical, petrographical and geochemical properties of the Goshgarchay porphyry copper deposit, which is considered one of the most important natural sources of the country in the west of the Republic of Azerbaijan.

The main subject of the study, the Goshgardag (West Azerbaijan), porphyry copper deposit was discovered in the 19th century and was the subject of more detailed studies by the former Soviet researchers in the 20th century. Since the end of the 20th century, the discovery of promising porphyry copper deposits in the Goshgardag and Goshgarchay ore fields of the Azerbaijan part of the Lesser Caucasus and especially the Murovdag mineralization area has led to more interest in the region. The presence of plutonic complexes with different compositions, hydrothermal alteration zones, metasomatites and faults originating from the mineralization in and around the Goşgardağ mineralization area, the observational geological features of the mineral deposits and occurrences in the region, the presence of geochemical and geophysical anomalies attract the attention of researchers to examine the region in detail.

In this study, it is aimed to determine the most suitable method for the operation of the deposit by investigating the geological, structural, mineralogical-petrographical and geochemical properties of the Goşgarçay porphyry copper deposit, revealing the distribution, geometry, quantity, and reserve of the ore. To this aim, In the Goşgarçay porphyry copper deposit, ores and bedrocks were identified, the structural features of the mineralization were investigated, the distribution of ore minerals and some indicators and trace elements in metasomatites and host rocks were tried to be determined, and the boundaries of high-grade mineralization areas were determined.

In the Goşgarçay mineralization area, mainly andesite-basalt complexes, basic and intermediate volcanics, proclastics and sedimentary rocks crop out. The main ore minerals found in the Goşgarçay porphyry-copper deposit are pyrite, chalcopyrite, sphalerite, and magnetite. In the mineralization, gangue minerals, quartz, plagioclase, alkali feldspar, clay minerals, zeolites, dolomite, calcite, amphibole, hematite, and micas were detected in the wall rocks.

The average amount of the main components in the samples taken from the ores and bedrocks in the Goşgarçay porphyry Cu deposit is 56.7% SiO₂, 8.16% Al₂O₃, 6.37% Fe₂O₃, 2.75% CaO, 2.14% MgO, 1.61% Na₂O and 1.09% K₂O.

There is an average of 19094.6 ppm Cu in the Goşgarçay porphyry copper deposit and the variation interval is 34.2 - 64500 ppm. Cu in the deposit is bound to chalcopyrite, bornite, and copper-containing sulfates determined in mineralogical and petrographical analyzes. While the Zn ratio in the deposit varies between 12.2 and 437 ppm, Au reaching 11.3 ppm, As reaching 475 ppm, V reaching 234 ppm, Ba reaching 373 ppm are significant. Pyrite, chalcopyrite, sphalerite and galenite is the main minerals of Pb, Zn, Fe and Cu.

According to the sulfur isotope analyzes, $\delta^{34}\text{S}$ values vary between ‰ -0.5 and ‰ 6.5 in samples separated at nearly 100% purity from the Goşgarçay porphyry-copper deposit. The $\delta^{34}\text{S}$ values of chalcopyrites vary between ‰ -0.2 - ‰0.2, the $\delta^{34}\text{S}$ values of pyrites vary between -0.5 - ‰6.5, while the $\delta^{34}\text{S}$ value of bornite is ‰0.1

According to the fluid inclusion study performed on 4 quartz samples taken from the deposit, primary and secondary inclusions were determined, and primary inclusions were formed during the formation of the mineral, and secondary inclusions were formed in microfractures after the formation of the mineral. Primary inclusions are two-phase inclusions containing liquid and gas (SG-type) at room temperature, and the liquid phase is larger and predominant in volume than the gas phase. The measured SG-type primary inclusions are 5-30 μm in size, commonly 15 microns in size. In the measurements made in SG-type inclusions, T_{m-ice} values vary between -1.5 and -4.8 °C, homogenization temperatures (T_h, °C) vary between 253.3 °C and 380 °C, and salinities corresponding to T_{m-ice} are 2%, It varies between 6 and 7.6% NaCl.

According to the geological investigations carried out in the Goşgarçay porphyry copper deposit, the lithological properties of the ores and bedrocks, mineralogical-petrographical and geochemical analyzes, and sulfur isotope and fluid inclusion data, the mineralization in the mineralization region was formed in hypothermal conditions on the border of the Late Cretaceous aged basic-intermediate plutonic rocks that cut the Dogger aged volcano-sedimentary rocks.

Keywords: Azerbaijan, Alteration, Porphyry copper, Gold, hypothermal, Goshgarçay

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, değerli bilgilerini benimle paylaşan, kendisine ne zaman danışsam bana kıymetli zamanını ayırıp sabırla ve büyük bir ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden gelenden fazlasını sunan, her sorun yaşadığımda yanına çekinmeden gidebildiğim, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen ve gelecekteki mesleki hayatımda da bana verdiği değerli bilgilerden faydalanacağımı düşündüğüm kıymetli ve danışman hoca statüsünü hakkıyla yerine getiren Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanı çok sevdiğim Sn. Prof. Dr. Fetullah ARIK'a teşekkürü bir borç biliyorum.

Çalışmanın başından bu yana gerek numunelerin hazırlanmasında gerek mikroskop çalışmalarında gerekse de tez yazımı aşamasında çok büyük yardımlarını gördüğüm ve bundan sonraki akademik çalışmalarım da birlikte çalışmaktan çok mutluluk duyacağım insan, üniversitemizin Sn. Araştırma Görevlisi Dr. Yeşim ÖZEN'e sonsuz teşekkür ederim.

Araştırmamda bölgeden alınan numunelerin incelenmesi ve kayaç petrografisi çalışmalarında bana bilgisi ve tecrübesiyle katkıda bulunan Dr. Öğr. Üyesi Gürsel KANSUN' a teşekkür ederim.

Araştırmanın yapılabilmesi için gerekli maddi desteği sağlayan Konya Teknik Üniversitesi Rektörlüğü ve Bilimsel Araştırma Projesi Koordinatörlüğüne çok teşekkür ederim.

Araştırma bölgesi hakkında bilgileri benimle bölüştüğü için Bakü Devlet Üniversitesinden Sn. Doç. Dr. Mamoy MANSUROV'a çok teşekkür ederim.

Çalışma konum ile bilgilerin bulunmasında bana büyük katkısı olan, üniversitemizin doktora öğrencisi ve aynı zamanda Azergold CJSC Şirketin'den jeoloji yüksek mühendisi Sn. Coşqun İSMAYIL'a sonsuz teşekkürler.

Son olarak Türkiye Cumhuriyeti'nde eğitim görmek istediğimde beni maddi ve manevi olarak destekleyen aileme sonsuz teşekkür ederim.

Nicat ALİMAMMADOV
KONYA-2021

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|------|
| ÖZET | iv |
| ABSTRACT..... | vi |
| ÖNSÖZ | viii |
| İÇİNDEKİLER | ix |
| ŞEKİLLER LİSTESİ | xi |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI | 3 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM..... | 8 |
| 3.1. Saha öncesi Çalışmalar | 8 |
| 3.2 Saha Çalışmaları | 8 |
| 3.3 Laboratuvar Çalışmaları..... | 8 |
| 3.3.1. Mineralojik ve Petrografik çalışmalar | 8 |
| 3.3.1.1. Petrografik çalışmalar | 8 |
| 3.3.1.2. X-Ray Difraktometre (XRD) analizleri | 11 |
| 3.3.2. Kimyasal analizler | 11 |
| 3.3.3. S izotopu analizleri | 12 |
| 3.3.4. Sıvı Kapanım analizi | 12 |
| 3.4. Büro Çalışmaları | 12 |
| 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA..... | 14 |
| 4.1. Genel Jeoloji ve Stratigrafi..... | 14 |
| 4.1.1. Murovdağ cevherleşme bölgesi..... | 14 |
| 4.1.1.1. Elbektaş zuhuru | 15 |
| 4.1.1.2. Çanakçı Zuhuru | 15 |
| 4.1.1.3. Meydanyal cevherleşme alanı..... | 17 |
| 4.1.1.4. Goşgardağ cevherleşmeleri..... | 17 |
| 4.1.2. Goşgarçay porfir bakır yatağının konumu ve jeolojik özellikleri..... | 19 |
| 4.2. Magmatizma | 23 |

| | |
|--|-----------|
| 4.3. Yapısal Jeoloji | 26 |
| 4.3.1. Kıvrımlar | 26 |
| 4.3.2. Faylar..... | 26 |
| 4.3.2.1. Murovdağ fayı | 27 |
| 4.3.2.2. Alahançalı fayı..... | 27 |
| 4.3.2.3. Çanakçı fayı | 28 |
| 4.3.2.5. Goşgarçay fayı | 28 |
| 4.3.2.4. Hanlar-Hoşbulak fayı..... | 28 |
| 4.3.2.5. Murovdağ-Zod normal fayı | 28 |
| 4.3.2.6. Kuzey Murovdağ atım fayı..... | 28 |
| 4.3.2.7. Göygöl-Hoşbulak fayı | 29 |
| 4.3.2.8. Balaca Goşgar fay zonu | 29 |
| 4.4. Jeolojik Evrim | 29 |
| 4.5. Madencilik Tarihçesi | 33 |
| 4.6. Mineralojik- Petrografik İncelemeler | 33 |
| 4.6.1. Yan kayaç petrografisi..... | 33 |
| 4.6.2. Cevher mikroskobisi çalışmaları | 35 |
| 4.6.3. X-Işınları difraktometre (XRD) analizleri..... | 37 |
| 4.7. Jeokimyasal Çalışmalar..... | 40 |
| 4.8. S İzotopu çalışmaları..... | 43 |
| 4.9. Sıvı Kapanım Çalışmaları | 45 |
| 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER | 49 |
| 5.1 Sonuçlar | 49 |
| 5.2 Öneriler | 50 |
| KAYNAKLAR | 51 |

ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 1.** Goşgarçay (Murovdağ -Azerbaycan) porfir bakır yatağının yer bulduru haritası. 2
- Şekil 2.** Tetis metalojenik Kuşağı'ndaki porfiri Cu, Au, Mo, Ag yatakları (<http://www.angloasianmining.com/operations/overview>, 2018)..... 4
- Şekil 3.** Küçük Kafkaslar'ın jeolojik yapısı ana tektonik bölgeler ve maden yataklarının yeri A: Agarak, Al: Alaverdi Bölgesi, Am: Amulsar, B: Beqtakari, Bo: Bolnisi bölgesi, C: Çovdar, G: Goşa, Ge: Gedebeş İli, K: Kadjaran, Ka: Kapan bölgesi, M: Madneuli, Ben: Mehmana bölgesi, MH: Meghradzor-Hanqavan bölgesi, S: Sakdrisi, Te: Teghout, To: Toukhmanouk, Z: Zod / Sotk. MOP: Meghri-Ordubad plütönu. PSSF: Pambak-Sevan-Sunik fay sistemi (Mederer ve ark., 2014; Moritz ve ark., 2016) 5
- Şekil 4.** Goşgarçay porfir bakır yatağından alınan numune örnekleri 9
- Şekil 5.** Goşgardağ cevherleşme alanından alınan örneklerden hazırlanmış ince kesit fotoğrafları 10
- Şekil 6.** Goşgardağ cevherleşme alanından alınan örneklerden yapılmış parlatma kesit fotoğrafları..... 11
- Şekil 7.** Sıvı kapanım incelemeleri için hazırlanan cevherli kuvars örnekleri..... 13
- Şekil 8.** Goşgarçay porfir bakır yatağının jeolojik haritası (Babazade ve ark., 1990); 1) Kuvaterner yaşlı elüvyal tortul kayalar; 2) Alüvyal, prolüvyal tortul kayalar; 3) Andezitik lav tüfler; 4) Diyabazlar ve bazik tüfler; 5) Diyabaz-porfirit dayakları; 6) Tabakalı gabro ve gabro-piroksenitler; 7) Gabro ve gabro diyoritler; 8) Diyoritler ve kuvarslı diyoritler; 9) Monokuvars; 10) Kuvars-serisit; 11) Propillit (Saçılım-damar cevherleşmesi); 12) Cevher kontrol fayı; 13) Muhtemel faylar; 14) İkincil kuvarsit fasiyeslerinin sınırları; 15) Yüksek tenörlü porfir-bakır cevherleşmesinin sınırları; 16) Porfir-bakır- cevherleşmesinin yayılma alanı; 17) Maden sondajları 21
- Şekil 9.** Vedi ofiyolit kuşağından Kür çukuru jeolojik kesiti (Veliyev ve ark., 2018). 32
- Şekil 10.** Goşgarçay porfir bakır yatağından derlenen örneklerden yapılan incekesitlerde gözlenen porfirik dokulu trakiandezit içerisindeki plajioklas (plg) (a: +N, b: //N). 34
- Şekil 11.** Goşgarçay porfir bakır yatağından derlenen örneklerden yapılan incekesitlerde gözlenen tanesal dokulu monzodiyorit içerisindeki plajioklas (plg), ortoklas (or), amfibol (amp), biyotit (bio) ve opak mineral (op) (a: +N, b: //N)..... 34
- Şekil 12.** Goşgarçay porfir bakır yatağından derlenen örneklerde yapılan cevher mikroskobu çalışmalarında gözlenen kalkopirit (cpy), pirit (py), sfalerit (sph) ve gang minerali (g). 35
- Şekil 13.** Goşgarçay porfir bakır yatağından derlenen örneklerde yapılan cevher mikroskobu çalışmalarında gözlenen özşekilsiz kalkopirit (cpy) içerisinde kapanım şeklinde gözlenen yarı özşekilli pirit (py) ve gang (g) mineralleri..... 36
- Şekil 14.** Goşgarçay porfir bakır yatağından derlenen örneklerde yapılan cevher mikroskobu çalışmalarında gözlenen kalkopirit (cpy) içerisinde sfalerit kapanımları (sph) ile pirit (py)..... 36
- Şekil 15.** Goşgarçay porfir bakır yatağından derlenen monzogabro ve monzodiyorit örneklerinde sıklıkla rastlanan manyetit (mt)..... 37
- Şekil 16.** Goşgarçay porfir bakır cevherleşmesinde XRD çalışması yapılan NA- 6 ve NA-12 numaralı örnekler 38
- Şekil 17.** Goşgarçay porfir Cu cevherleşmesine XRD çalışması yapılan NA- 6 ve NA- 12 numaralı örneklere ait difraktogramlar..... 38

| | |
|--|----|
| Şekil 18. Goşgarçay porfir bakır cevherleşmesinde XRD çalışması yapılan NA- 15 ve NA-16 numaralı örnekler | 39 |
| Şekil 19. Goşgarçay porfir-Cu cevherleşmesine XRD çalışması yapılan NA- 15 ve NA- 16 numaralı örneklere ait difraktogramlar..... | 39 |
| Şekil 20. Goşgarçay porfir bakır yatağındaki kayaçların AFM diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971). | 42 |
| Şekil 21. Goşgarçay Yatağındaki volkanik kayaçların Toplam Alkali-Silis (TAS) diyagramı (Le Bas ve ark., 1986)..... | 42 |
| Şekil 22. Goşgarçay porfir bakır yatağındaki derinlik kayaçlarının Toplam Alkali-Silis (TAS) diyagramı (Middlemost, 1994)..... | 43 |
| Şekil 23. Goşgarçay cevherleşmesinden derlenen bazı örneklerdeki kalkopirit, pirit ve bornitteki $\delta^{34}\text{S}$ değerlerinin histogramı..... | 44 |
| Şekil 23. (a, b, c, d) Kuvars minerallerinde tespit edilen SG-tipi, birincil kökenli sıvı kapanım birlikteliklerinin (FIAs) görünümü..... | 46 |
| Şekil 25. Kuvars minerallerinden elde edile homojenleşme sıcaklığı (Th) - Frekans histogramı | 48 |
| Şekil 26. Kuvars minerallerinden elde edilen homojenleşme sıcaklığı- % NaCl eşdeğeri tuzluluk diyagramı..... | 48 |

ÇİZELGELER LİSTESİ

| | |
|--|----|
| Çizelge 1. Goşgarçay porfir bakır yatağından derlenen örneklerin kimyasal analiz sonuçları ve istatistiksel özeti (Ana Bileşenler %, diğerleri ppm; Ort.: ortalama, Std. Sp.: standart sapma, Std. Ht.: standart hata, Min.: minimum, Max.: maksimum) | 41 |
| Çizelge 2. Goşgarçay yatağındaki sülfid minerallerinin ve H_2S 'in $\delta^{34}\text{S}$ izotop değerleri (H_2S hesaplanmasında kullanılan formüller, pirit için $1000 \ln \alpha_{(\text{mineral}-\text{H}_2\text{S})} = 0.40 (10^6/T^2)$; kalkopirit için $1000 \ln \alpha_{(\text{mineral}-\text{H}_2\text{S})} = -0.05 (10^6/T^2)$; bornit için $1000 \ln \alpha_{(\text{mineral}-\text{H}_2\text{S})} = -0.25 (10^6/T^2)$; Ohmoto ve Rye (1979) ve Ohmoto ve Goldhaber (1997)'den alınmıştır. $T=350 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak hesaplanmıştır. | 44 |
| Çizelge 3. Kuvars kristallerinden elde edilen mikrotermometrik veriler..... | 47 |

1. GİRİŞ

Güney Kafkaslar'ın doğusunda Hazar Denizi'nin batısında bulunan Azerbaycan Cumhuriyeti'nin % 65'inin alt tropikal, % 33'ü ise ılıman iklime sahiptir. Azerbaycan Cumhuriyeti'nin en önemli doğal kaynakları sahip olduğu zengin petrol ve doğal gaz yataklarıdır. Ülkedeki petrol bulunduran başlıca bölgeler Abşeron yarımadasında, Hazar Denizi Şelfinde Bakü, Güney-Doğu Şirvan, Merkezi Aran, Gobustan, Ceylançöl, Acınohur ve Siyezen (Deveci)'dir. Ülkedeki petrol yataklarının %70'inden fazlası ve doğal gaz rezervlerinin % 90'ından fazlası 3000 m'den daha derinde bulunmaktadır.

Azerbaycan Cumhuriyeti'nde ekonomik öneme sahip başlıca metalik maden yatakları altın, gümüş, bakır, demir, mangan, titan, kobalt, krom, kalay ve molibdendir. Bunların dışında alunit, soda, kil, mika, jips, çeşitli süstaşları ve doğal yapı malzemeleri ve endüstriyel hammaddeler bulunmaktadır.

Azerbaycan'ın petrol ve doğal gaz gibi hidrokarbon yataklarının dışındaki metalik maden, endüstriyel hammadde ve doğal yapı malzemeleri kaynaklarının önemli bir çoğunluğu yakın zamana kadar işgal edilen Karabağ bölgesinde yer almaktadır. Karabağ'da bulunan 155 tür doğal kaynağın 5'i altın, 6'sı civa, 2'si bakır, 1'i kurşun ve çinko gibi metalik maden yatağıdır. Bölgede ayrıca keşfedilen 19 adet mermer, 10 adet zımpara, 4 adet çimento hammaddesi, 13 adet çeşitli yapı malzemelerinin yanısıra, 1 soda, 21 pomza ve volkan külü, 10 kil, 9 kum-çakıl, 5 inşaat kumu, 9 alçı, anhidrit ve jips, 1 perlit, 1 obsidyen ve 3 vermikulit yatağı ile 14 süs taşları (akik, oniks, jadeyit, peridotit vb) yatağı vardır. Karabağ bölgesi hem tatlı su kaynakları hem de mineralli su kaynakları bakımından zengindir.

Goşgarçay porfir bakır yatağı Lök Karabağ yapısal-metalojenik bölgesinin güneyinde, Büyük Goşgarçay ve Küçük Goşgarçay nehirlerinin birleştiği noktada, Hoşbulak köyünün yaklaşık 10 km güneybatısında yer almaktadır (Şekil 1). Küçük Kafkasya'daki Lök Karabağ yapısal-metalojenik bölgesinin güneyinde, Murovdağ antiklinoryumunun kuzeybatı kanadının orta kesiminde yer alan Goşgarçay bakır porfir yatağı ve çevresindeki zuhurları kapsayan alan, oldukça karmaşık bir jeolojik yapıya sahiptir. Bu çalışmada Goşgarçay porfir-bakır maden yatağının jeolojik, yapısal jeolojik, mineralojik, petrografik özelliklerinin araştırılması, jeokimyasal verilerin değerlendirilerek tenör ve rezervi ile yaklaşımlar yapılması ve yatağın işlenmesi için en

uygun yöntemin seçilmesi amaçlanmıştır. Dolayısıyla daha önceki çalışmalardan yararlanılarak maden yatağı sınırları kapsamında yüksek tenörlü porfir-bakır taşıyan önemli yapılar ve alanların belirlenmesi, porfir-bakır cevherleşmesinin yapısal özelliklerinin ortaya konulması, metasomatitlerde ve yan kayalarda farklı elementlerin yayılım özelliklerinin öğrenilmesi ve yüksek tenöre sahip cevherleşme alanının sınırlarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca Sovyetler döneminden sonra Azerbaycan'ın Jeolojik açıdan petrole yoğunlaşması nedeniyle yatak yeterince detaylı araştırılmamıştır. Bu alandaki eksikliğin giderilmesi için bölgede daha önce gerçekleştirilen çalışmalar temel alınarak daha detaylı verilere göre yatağın oluşum koşulları ile ilgili bilgilerin güncellenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 1. Goşgarçay (Murovdağ -Azerbaycan) porfir bakır yatağının yer bulduru haritası.

İnceleme alanı ve yakın çevresini kapsayan Küçük Kafkaslar sert ve nemli iklim tipine sahiptir. Bölgede yıllık ortalama sıcaklığı 0°C ile +8°C arasındadır. En soğuk aylar Aralık, Ocak ve Şubat olup kış döneminde sıcaklık -25°'ye kadar düşmekte, yaz aylarında 22-25°'ye kadar yükselmektedir. Kış aylarında baskın olarak kar yağışları gerçekleşirken ortalama kar kalınlığı 30-50 cm'ye ulaşmaktadır. Karla kaplı dönem genellikle 4-5 ay, bazı yıllarda 6 aya kadar uzayabilmektedir. Yaz aylarında sık-sık yağmur, zaman zaman dolu yağışları gerçekleşmektedir. Yağışlar tarımsal ve madencilik faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemektedir.

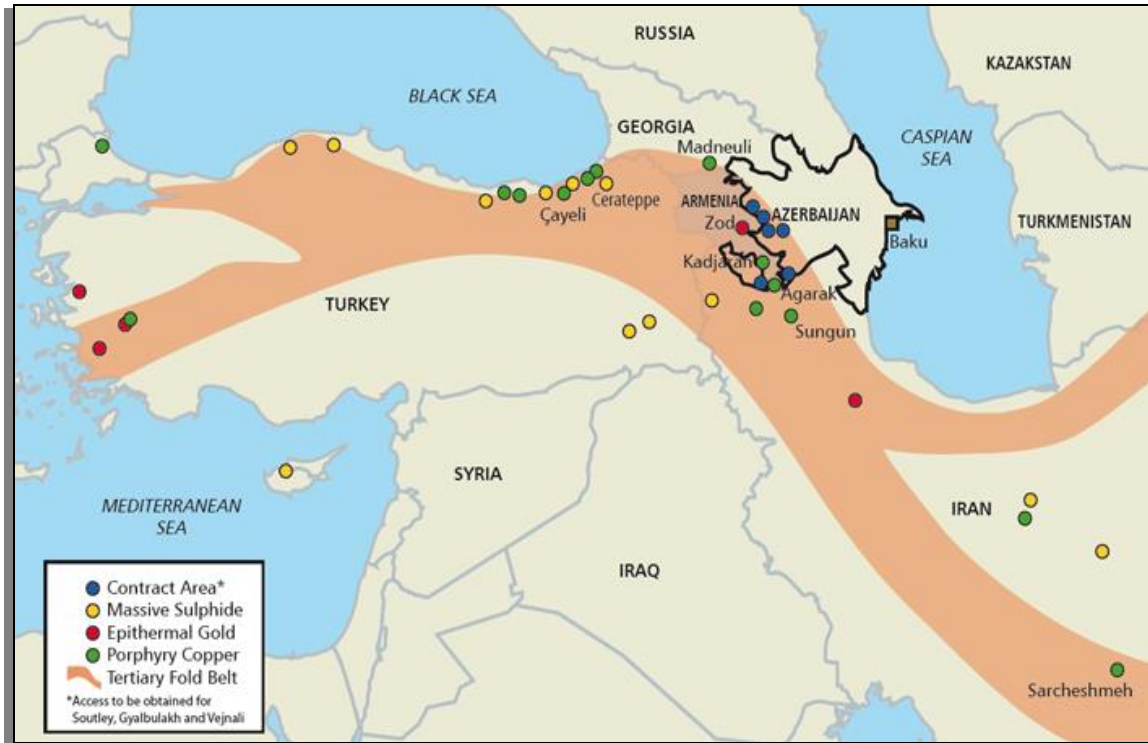
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Dünyanın sayılı petrol ve doğal gaz yataklarının bir bölümüne sahip olan Azerbaycan Cumhuriyeti'nde aynı zamanda önemli altın, gümüş, bakır, demir, mangan, titan, krom, kobalt, kalay, molibden vb. metalik maden yatakları, alunit, soda, kil, mika, jips, vb endüstriyel hammaddeler, çeşitli süstaşları, doğal yapı malzemeleri, tatalı ve mineralli su kaynakları bakımından da zengindir (UN, 2000; <https://www.gzt.com/dunya-politika/turk-dunyasinin-kiskandiran-yeralti-kaynaklari-2797842>).

Goşgarçay porfir bakır yatağı Azerbaycan'ın batısında Küçük Kafkasya bölgesinde, Lök Karabağ yapısal-metalojenik bölgesinin güneyinde, Göyçe-Hekere bölgesinin kuzeyindeki Murovdağ antiklinoryumunun kuzeybatı kanadının orta kesiminde yer almaktadır. Yatak büyük ve küçük Goşgarçay nehirlerinin birleştiği noktada Hoşbulak köyünün 10-12 km güneybatısında bulunmakta olup ismini bu iki nehirden almıştır.

Goşgarçay porfir bakır yatağı Küçük Kafkaslar bölgesinde yer almaktadır (Singer ve ark., 2008). Küçük Kafkaslar Tetis Tektonik Kuşağı'nın içinde yer alan Alp-Himalaya orojenik kuşağının orta bölümündeki Türkiye-İran yükselimi içinde Karadeniz'den-Gürcistan-Ermenistan-Azerbaycan-Hazar Denizi'ne kadar uzanan bölgedir (Şekil 2; Mederer ve ark., 2014; Moritz ve ark., 2016; Rezeau ve ark., 2017; İsmayıl ve ark., 2018; Arık, 2019). Goşgarçay porfir bakır yatağı Gedebeş altın bakır yataklarının güneydoğusunda (İsmayıl, 2019; Arık, 2019) bulunmaktadır. Küçük Kafkaslar'daki maden yatakları Mesozoyik'te meydana gelen Avrupa-Asya (Avrasya) çarpışma kuşağıyla ilişkilidir. Bölgedeki maden yatakları birincisi Avrasya çarpışmasından sonra gelişen magmatik yay oluşumu ve ikincisi Senozoyik'te gelişen yitim olmak üzere iki farklı jeodinamik süreçle ilişkilidir (Hemon ve ark., 2012; Mederer ve ark., 2014; Moritz ve ark., 2016; Moritz ve ark., 2017; İsmayıl, 2019; İsmayıl ve ark., 2020; İsmayıl ve ark., 2021a, İsmayıl ve ark., 2021b).

Tetis Tektonik Kuşağı boyunca çok sayıda önemli maden yatakları vardır. Kuşaktaki başlıca Au ve Mo porfir bakır yatakları Türkiye'de 0.8 g/ton Au içeren Çayeli ile % 5.1 Cu içinde 0.03 g/t Au içeren Cerattepe yatakları, Gürcistan'da 1.03 g/t Au içeren Madneuli yatağı, Ermenistan'daki % 0.27 Cu, % 0.055 Mo, 0.03 g/ton Au içeren Kadjaran, % 0.46 Cu,% 0.027 Mo, 0.025 g/t Au içeren Agarık ile 4.3 g/t Au içeren Tekhout – Zod yatakları ile İran'daki % 0.75 Cu,% 0.01 Mo içeren Sar Chesmeh ve Sungun yataklarıdır (Şekil 2; Moritz ve ark., 2016).

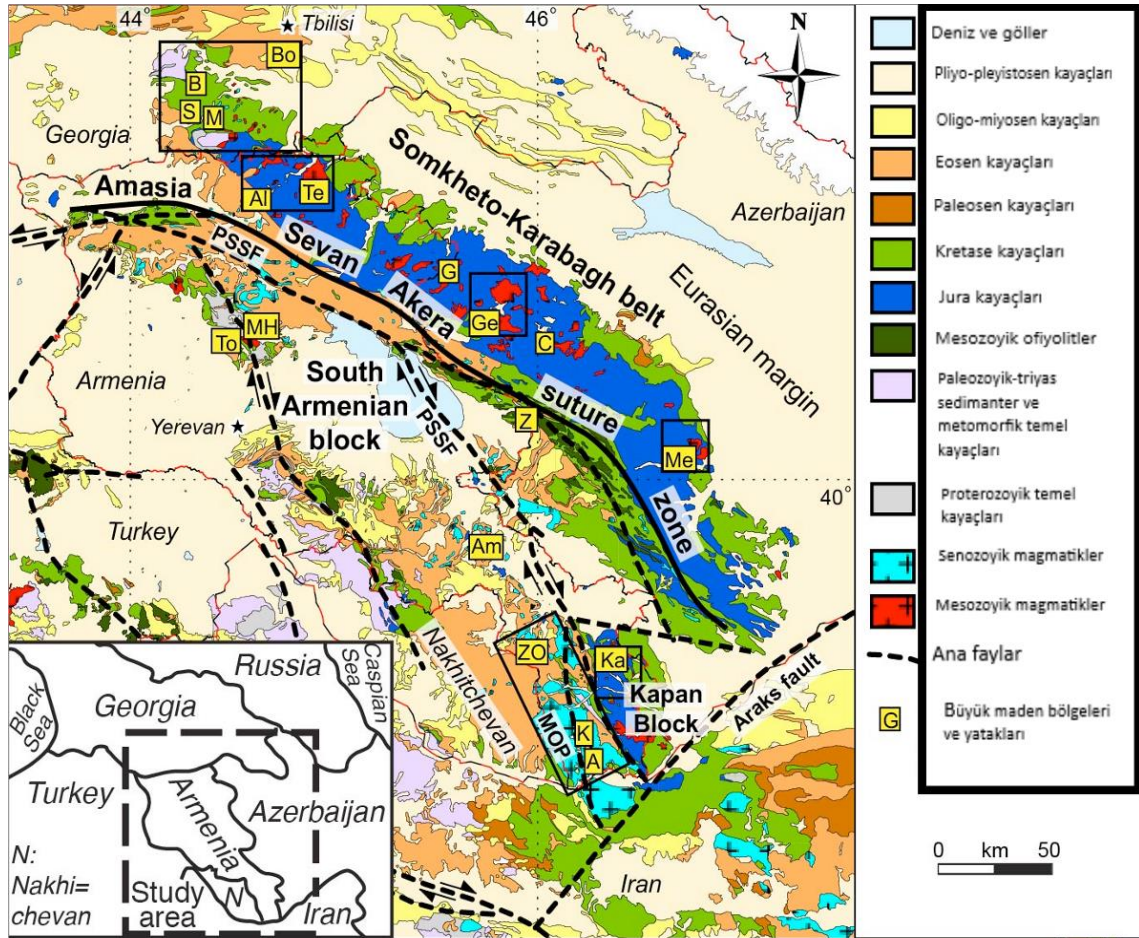


Şekil 2. Tetis metalojenik Kuşağı'ndaki porfiri Cu, Au, Mo, Ag yatakları (<http://www.angloasianmining.com/operations/overview>, 2018).

Küçük Kafkasya bölgesinde Paleozoyik sonu Mesozoyik başlangıcında Paleotetis Okyanusu'nun ve Mesozoyik-Senozoyik geçişinde Neotetis Okyanusu'nun kapanmaları esnasında tekrarlayan yığışmalar ve çarpışmalar gerçekleştirmiştir (Şekil 3; Barrier, 2008; Sosson ve ark., 2010; Rolland, 2017; İsmayıl, 2019; İsmayıl ve ark., 2020, İsmayıl ve ark., 2021a ve b). Türk-İran yükselimi boyunca yitimden çarpışmaya ve çarpışma sonrası döneme kadar gelişen jeodinamik süreçler ve bu süreçte oluşan magmatik kayaların petrojenezi tartışmalıdır (Rezeau ve ark., 2017). Arabistan-Avrasya çarpışmasının başlangıcı bazı araştırmacılara göre Geç Eosen-Oligosen (Vincent ve ark., 2007; Allen ve Armstrong, 2008; Agard ve ark., 2011; Ballato ve ark., 2011; Van Hunen ve Allen, 2011; Rolland ve ark., 2012; ile Moritz ve ark., 2016), bazılarının göre Erken-Orta Miyosen (McQuarrie ve ark., 2003; Okay ve ark., 2010) Mohajjel ve Fergusson (2000)'a göre ise Geç Kretase'dir.

Küçük Kafkaslar'ın Azerbaycan bölümünde Antik çağlardan bu yana madencilik yapılan başlıca yataklar Gedebey, Daşkesen, Kazak Alaverdi, Şamlık, Mishana, Zengezur, Şenerdere ve Goşa İtgırılan yatakları olup bazılarında halen işletme yapılmaktadır. Bölgede maden yatakları araştırmaları yapan Babazade ve ark. (2009) ile Alizade ve ark. (2017) bölgede çok evreli oldukça karmaşık bir polimetallik metalojeniye sahip olan bakır, kurşun, çinko, molibden, civa, antimuan ve altın dahil olmak üzere çeşitli metallerin zenginleştiği olduğunu belirtmişlerdir (<http://aimc.az>

/index.php?option=com_content&view=article&id=71&Itemid=72, Babazade ve ark., 1989).



Şekil 3. Küçük Kafkaslar'ın jeolojik yapısı ana tektonik bölgeler ve maden yataklarının yeri A: Agarak, Al: Alaverdi Bölgesi, Am: Amulsar, B: Beqtakari, Bo: Bolnisi bölgesi, C: Çovdar, G: Goşa, Ge: Gedebey İli, K: Kadjaran, Ka: Kapan bölgesi, M: Madneuli, Ben: Mehmana bölgesi, MH: Meghradzor-Hanqavan bölgesi, S: Sakdrisi, Te: Teghout, To: Toukhmanouk, Z: Zod / Sotk. MOP: Meghri-Ordubad plütünü. PSSF: Pambak-Sevan-Sunik fay sistemi (Mederer ve ark., 2014; Moritz ve ark., 2016)

Abdullayev ve ark. (1981) Azerbaycan'daki Mesozoyik magmatizması ve bununla ilişkili altın cevherleşmelerini konu alan çalışmalarında Azerbaycan'daki bakır aramaları ile ilgili madencilik tarihçesini de ele almışlardır. Araştırmacılar Küçük Kafkasya'daki ve Azerbaycan topraklarındaki bakır aramalarının Kafkas Cumhuriyetlerinin (Azerbaycan, Gürcistan ve Ermenistan) Rusya'ya (Eski SSCB) katılmasından sonra sistematik hale getirildiğini ve çok sayıda porfir bakır yataklarının bulunduğunu belirtmişlerdir.

Goşgarçay porfir-bakır yatağının bulunduğu Büyük ve Küçük Goşgarçay nehirlerinin birleştiği bölgede granitoidik sokulumlar ve damar kayaları Bajosiyen (Orta Jura) yaşlı magmatikleri kesmektedir. Bajosiyen yaşlı magmatik kayalar

çoğunlukla gabro, gabro-diyorit, diyorit, kuvars diyorit ve porfir diyoritlerle temsil edilmektedir. Yatak ve çevresinde Jura-Kretase yaşlı magmatik ve volkanik kayalarla birlikte Kuvaterner yaşlı sedimanter kayaları yüzeylemektedir. Şikhalibeyli (1964) ve Abdullayev ve ark. (1988) maden yatağının kendi içinde; 1) Ocagdağ-Zivlen antiklinali, 2) Goşgardağ senklinali ve 3) Küçük Goşgardağ antiklinali şeklinde sıralandıklarını belirtmektedirler. Yatağın çevresinde yapılan araştırmalara göre,

1) Jeolojik ve jeokimyasal deneyler sonucu Murovdağ antiklinoryumunda bakır-polimetaldan başka önemli sayılabilecek oranda gümüş, altın, bakır-molibden cevherleşmeleri bulunma ihtimali yüksektir.

2) Bölgede Murovdağ ve Goşgarçay cevherleşme alanları olmak üzere cevher taşıyan iki metalojenik bölge vardır. Bunlardan başka Buzlukçay-Karaçay ve Ömer nehrinin üst kısımlarında altın ve bakır anomalileri vardır.

3) Goşgarçay yatağının orta kısmında çok detaylı olmasa da yapılan hesaplamalara göre 150 m derinlikte ve 500-600 ton bakır rezervi vardır. Goşgarçay yatağının orta kısmında ayrı ayrı sondajlarla yüksek tenörlü cevherleşmenin 300 m'den daha derine inmesi kenarlara doğru birkaç büyük cevherleşmelerin olduğu ve bu cevherleşmelerin porfir-bakır cevherleşmesi olduğu düşünülmektedir.

Şikhalibeyli (1964-1967), Abdullayev ve ark. (1988), Rüstemoğlu (1981) ve başka araştırmacılar tarafından Goşgardağ antiklinalinin kuzeyde Daşkesen ve güneyde Torağaçay senklinoryumuyla sınırlandığını belirtilmiştir. Murovdağ antiklinoryumu Goşgardağ maden yatağı sınırlarında bulunan kıvrımlı yapıya uyumludur. Bölgede porfir-bakır yataklarının yerleşmesi güneydoğu yönlü faylar boyunca gerçekleşmiştir. Dolayısıyla kuzeydoğu yönlü fayların Goşgarçay maden yatağının merkez kısmından geçen fay ile kesişme bölgesinde işletilebilir yataklar oluşmaktadır. Maden yatağının uzanımı boyunca ve ona dik yönde gelişen faylarla yapısı kısmen bozulmuştur. Bu fayların en büyükleri Murovdağ bindirme fayı, Alahaçallı fayı ve Çanakçı fayıdır. Goşgarçay porfir bakır yatağı ve çevresinde Murovdağ antiklinoryumunun kuzey kanadına ait Orta Jura'nın (Dogger) iki farklı döneminde oluşmuş Bajosiyen yaşlı bazik kayalar ile Batoniyen yaşlı ortaç bileşimli magmatik kayalar bulunmaktadır. Yatak Lök-Karabağ ve Göyçe-Ağdam bölgeleri olarak tanımlanan iki farklı yaşta yapısal-formasyon arasındaki sınırı oluşturmaktadır. Murovdağ Antiklinoryumunun uzunluğu 50 km'den fazla, genişliği ise 4-5 km'dir. Komşu bölgedeki Şemkir ve Göy-Göl horstları ile Malm yaşlı Kepez-Daşkesen senklinoryumu ile sınırlanmaktadır. Antiklinoryum kuzeydoğuya doğru önemli biçimde genişlemektedir.

Bölgede çalışan araştırmacıların çoğu Murovdağ magmatiklerinin Malm ve Alt Bajosiyen yaşlı olduğunu belirtmiş olup şikhalibeyli (1964-1967)'ye göre Murovdağ grubu magmatiklerinin yaşı Batoniyen'e kadardır.

Goşardağ grubu magmatiklerinin oluşturduğu masif Murovdağ cevherleşme alanında en büyük masif olarak kabul edilir ve ilk olarak Abdullayev ve ark. (1981) tarafından bölümlere ayrılmıştır. Bu masif Genceçay nehrinin yukarı kısmında başlayarak, eř boyutlu olarak 7-8 km²'lik bir alanda yayılım göstermektedir. Masif gabro, gabro-diyorit, kuvars-diyorit ve granodiyoritlerden oluşmaktadır. Magmatiklerin en önemli kısmı olarak görülen yukarı kısım Abdullayev ve ark. (1981) tarafından granitoyidik magmanın asimilasyonu olarak tanımlanmıştır. Ocagdağ masifi ise aynı ismi taşıyan Ocagdağ ilçesinde bulunmaktadır. Magmatik masif tabakalı yapıdan oluşmuş olup eğimi Dogger yaşlı volkanik-proklastiklerin eğimine uyumludur. Ocagdağ Masifi gabro, gabro-diyorit, gabro-doleritlerden oluşmaktadır.

Küçük Goşarçay masifi Küçük ve Büyük Goşarçay nehirleri arasında bulunmaktadır. Masif yer altında birleşik tek bir kütle halinde iken yüzeyde ayrı ayrı noktalarda mostra vermektedir. Bu masif Goşarçay antiklinalinin çekirdeğinde gözlenmekte olup daha yaşlı yan kayalarla aktif temas halindedir. Buradaki yan kayalar yoğun bir şekilde hidrotermal alterasyona maruz kalmışlardır. Bu alterasyonlar kuvarslaşma, kaolinleşme, piritleşme, serisitleşme, hornfelsleşme ve epidotlaşmayla temsil edilmektedir. Bazı yerlerde kayalar tam olarak silisleşmiştir. Cevherli damarlar kısıtlı oranda gözlenmekte olup Alt Bajosiyen volkaniklerinin damar kayaları olarak kabul edilmektedir. Volkanik kayalar içinde çoğunlukla gabro-dolerit, dolerit-porfirit, kuvars-dolerit-porfirit daykları bulunmaktadır (Abdullayev ve ark., 1981).

Goşarçay maden yatağında sınırlı şekilde ultrabazik kayalar da yer almaktadır. Ultrabazik kayaların varlığı farklı araştırmacılar tarafından farklı şekillerde açıklanmıştır. Başlangıçta Abdullayev ve ark. (1981) tarafından Büyük ve Küçük Goşarçay bölgesinde araştırılan ultrabazik daha sonra birkaç Sovyet jeolog tarafından araştırılmış olup bu kayaların Üst Kretase yaşlı oldukları belirtilmiştir. şikhalibeyli (1964)'ye göre bu ultrabazik kayalar Küçük Kafkasya'nın Dogger yaşlı kayalarını keserek yüzeylemiş olup benzer ilişkiler Karabağ antiklinoryumunun Sarıbaba Dağı maden yatağında da görülmektedir. Hem Murovdağ hem de Karabağ antiklinoryumunda ultrabazik kayalar bindirme fayları ile yerleşmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Giriş bölümünde belirtilen amaç doğrultusunda saha, laboratuvar ve büro çalışmalarından oluşan jeolojik ve jeokimyasal çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

3.1. Saha öncesi Çalışmalar

Çalışmamızın bu aşamasında araştırma bölgemiz ve çevresinin, jeoloji ile ilgili daha önce araştırmacılar tarafından yürütülmüş, araştırılmış olan rapor ve yayınlar derlenmiştir. Ayrıca bu dönemde arazi çalışmaları için ilgili kurumdan ve üniversiteden, (Bakü Devlet Üniversitesi, Jeoloji fakültesi, Faydalı Gazıntılar Kafedrası) gerekli olabilecek izin belgeleri Konya Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanlığı ile karşılıklı anlaşma sonucu alınmıştır. Arazide araştırma yapan şirket ve jeologlarla harita, bilgi ve malzeme temin edilmiştir.

3.2 Saha Çalışmaları

Araştırma yaptığımız bölge ve çevresindeki alanda incelemeler, prospeksiyon işleri yapmış birçok araştırmacıların prospeksiyon sonuçları, eski haritaların yatakla uyuşması dikkatli bir şekilde gözden geçirilmiş ve dolayısıyla bu çalışmalardan yararlanılarak arazi incelemelerine gidilmiştir. Eskiden bölgeden alınan numune sonuçları, Sovyet ve Azerbaycan jeologlarının araştırmaları ve aldıkları sonuçları kullanarak, bölgeyi daha detaylı öğrenmeye ve kesin bilgiler edinmeye özen gösterilmiştir.

Buna göre; kayaç ve cevher mineralojisi analizi, kimyasal analiz (ana oksit ve iz elementleri), izotop analizi için, yan kayaç, alterasyon zonu ve cevher zonundan ayrıntılı ve sistematik örneklemeler yapılmıştır. Bu amaçla Goşgarçay porfir bakır cevherleşmesinden ve yan kayaçlardan toplam 17 adet numune derlenmiştir (Şekil 4).

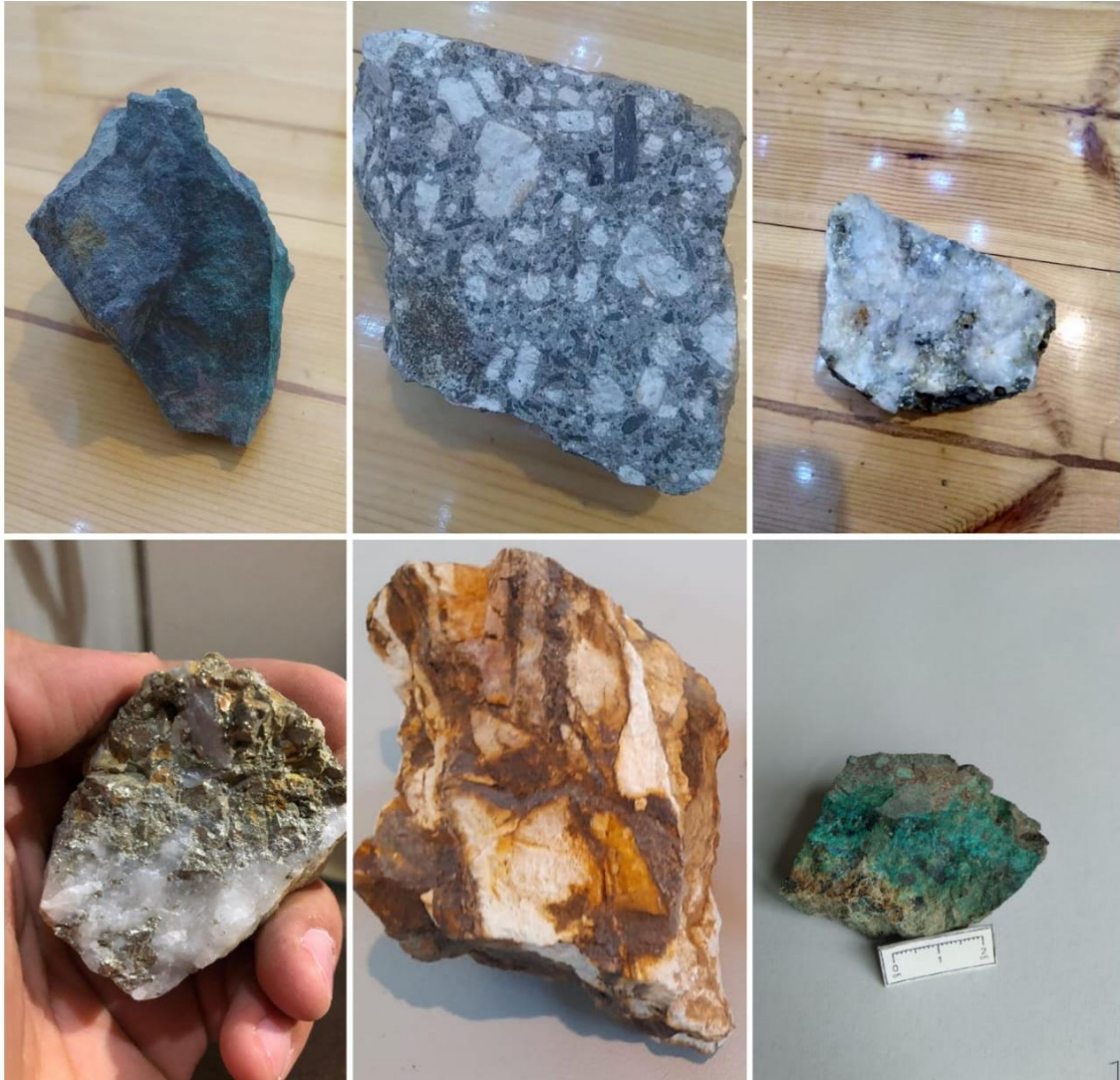
3.3 Laboratuvar Çalışmaları

3.3.1. Mineralojik ve Petrografik çalışmalar

3.3.1.1. Petrografik çalışmalar

İlk etapta bütün kayaç ve cevher örneklerinin mineralojik bileşimlerinin belirlenmesi için ince kesit ve parlatma kesitleri hazırlanmıştır. Bundan sonra cevher,

yan kayaç ve alterasyon zonlarından derlenen örneklerden yapılan ince kesitler ve parlatma kesitleri üzerinden mineralojik ve petrografik incelemeler yapılarak mineral parajenezleri ortaya konulmuş ve yapı/doku özellikleri belirlenmiştir. Mineralojik incelemeler aynı zamanda jeokimyasal analizler için uygun örnek seçiminin yapılacağı bir aşama olarak değerlendirilmiştir.

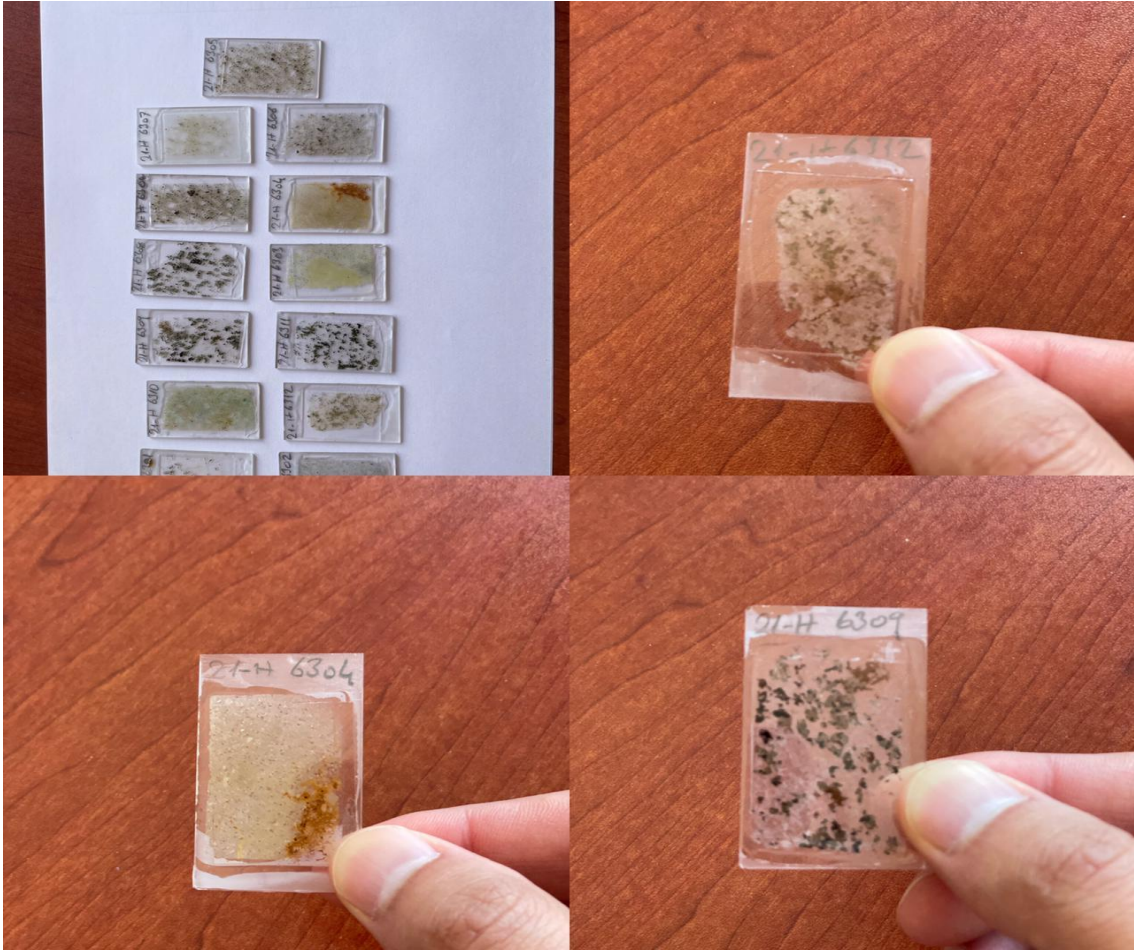


Şekil 4. Göşgarçay porfir bakır yatağından alınan numune örnekleri

Saha çalışmaları sırasında derlenen farklı formasyonlara ve cevherleşme bölgelerindeki birimlere ait 13 örneğin ince kesiti Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) Laboratuvarında yaptırılmıştır (Şekil 5).

İnce kesiti yapılan örneklerin, mineralojik bileşimi ve dokusal özelliklerini saptamak amacıyla, Konya Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümünde yer alan Leica marka DM2700P model alttan aydınlatmalı polarizan mikroskobunda 10x, 5x, 2.5x büyütme objektifli mikroskopta incelenmiş ve fotoğrafları çekilmiştir. Saha

çalışmaları ile saptanan bulgular, laboratuvar çalışmaları ile eşleştirilmiş ve incekesitlerin incelenmesi ile elde edilen petrografik sonuçlar litolojilerin belirlenmesinde kullanılmıştır.



Şekil 5. Goşgardağ cevherleşme alanından alınan örneklerden hazırlanmış ince kesit fotoğrafları

İnceleme alanında gözlenen cevher mostralarından cevher ve cevherli örneklerin 8'i parlatma kesit için hazırlanmıştır (Şekil 6). Bu numunelerden 10 mm genişliğinde kesilen parça örneklerin yatay lap makinesi ile kenar ve köşeleri aşındırılmıştır. Kesme ve aşındırma işlemi Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) laboratuvarlarında yapılmıştır.

Bir kısmı kalıplara yerleştirilen bu örnekler üzerine sertleştirici ve hızlandırıcı ile karıştırılmış polyester dökülmüştür. Birkaç gün beklemeye tabi tutulan örnekler kalıptan çıkarıldıktan sonra, yatay lap makineleri üzerinde aşındırılmış ve 9-3 mikronluk elmas macun ile alümina kullanılarak 5-10 dakika süreyle parlatılmıştır. Konya Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümünde yer alan Leica marka DM2700P model üstten aydınlatmalı polarizan mikroskobunda 10x, 5x büyütmeli objektifli mikroskopta incelenmiş ve fotoğrafları çekilmiştir.



Şekil 6. Goşgardağ cevherleşme alanından alınan örneklerden yapılmış parlatma kesit fotoğrafları

3.3.1.2. X-Ray Difraktometre (XRD) analizleri

Goşgarçay porfir bakır cevherleşmesinde yer alan cevher ve cevherli kayaç numunelerinden 9 numunenin X-ray difraktometre analizi, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA)'nde gerçekleştirilmiştir. Bu cihaz, bakır anotlu X ışını tüpüne sahiptir ve analizlerde 1.544 Å dalga boyuna sahip Cu-K ışınları kullanılmaktadır. Maksimum 60 KV ve 50 mA' de çalıştırılmaktadır. Toz ve düzgün yüzeyli katı örneklerin kalitatif mineralojik veya faz analizleri ve kristal yapı tanımlanması yapılmaktadır. Her örnek için öğütülmüş en az 5 gram civarında numune kullanılmıştır

3.3.2. Kimyasal analizler

Goşgarçay porfir bakır maden yatağından toplam 17 örneğin kimyasal bileşimlerinin belirlenmesi amacı ile ALS Global Kimyasal Analiz Laboratuvarında ICP-MS yöntemiyle ana oksit ve iz element analizleri yaptırılmıştır. Bu örnekler içerisinde iz elementlerden Au, Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, Ge, Hf, Hg, In, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, P, Pb, Pd, Pt, Rb, Re, S, Sb, Sc, Se, Sn, Sr, Ta, Te, Th, Ti, Tl, U, V, W, Y, Zn, Zr içerikleri saptanmıştır.

3.3.3. S izotopu analizleri

Goşgarçay porfir bakır yatağındaki cevherleşme alanından, çoğunlukla sıvı kapanım içeren mineraller ve minerallerin oluşum sıraları dikkate alınarak seçilen 7 adet sülfid minerali (kalkopirit, pirit, bornit) $\delta^{34}\text{S}$ analizleri, Arizona Üniversitesi Duraylı İzotop Laboratuvarında yaptırılmıştır. Binoküler mikroskopta $\delta^{34}\text{S}$ izotop analizleri için seçilen mineraller öğütülmüş ve $\delta^{34}\text{S}$ değerleri için süreklilik-akış gaz-oran kütle spektrometresi (ThermoQuest Finnigan Delta PlusXL) ile ölçülerek kütle spektrometresi ile birleştirilip element analiz aleti (Costech) kullanılarak O_2 ve V_2O_5 ile $1030\text{ }^\circ\text{C}$ 'de tutuşturulmuştur. Standartlaştırma OGS-1 ve NBS123 uluslararası standartlarına ve laboratuvarlar arasında karşılaştırılan diğer birçok sülfid ve sülfat minerallerine göre yapılmıştır. Tekrarlanmış dahili standartlara dayalı hassasiyet ± 0.15 olacak şekilde ölçülmüştür.

3.3.4. Sıvı Kapanım analizi

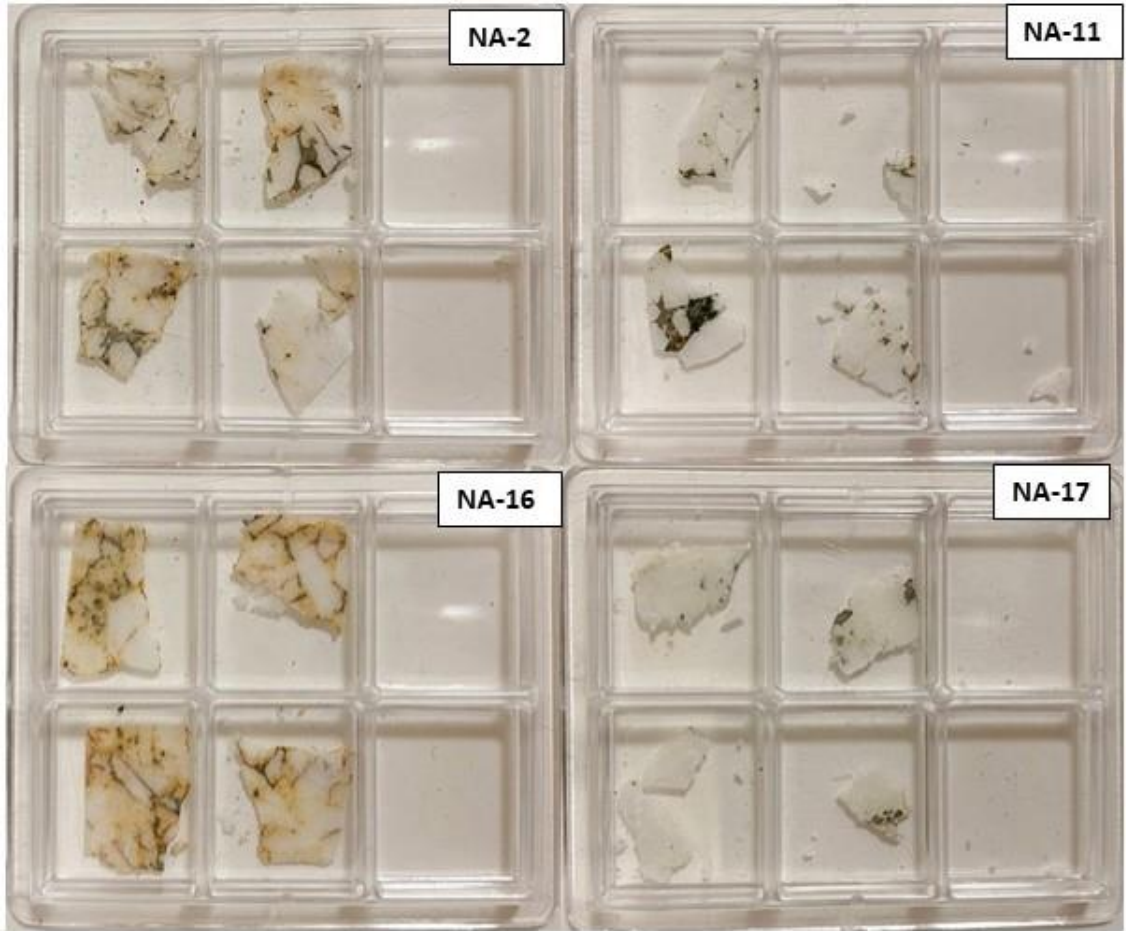
Sıvı kapanım çalışmaları, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Jeoloji Mühendisliği Bölümü Sıvı Kapanım Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. NA-2, NA-11, NA-16, ve NA-17 numaralı 4 adet kuvars içeren kayaç, sıvı kapanım çalışması için istenilen kalınlığa kadar aşındırılmış ve parlatılmıştır (Şekil 7). 80-120 mikron arası kalınlığına kadar inceltelen ince kesitler hazırlanarak sıvı kapanım petrografisi çalışmaları yapılmıştır. Sıvı kapanımı petrografisi çalışmalarında tüm örneklerdeki sıvı kapanımlar kökensel olarak birincil ve ikincil olarak ayırt edilmiş ve mikrotermometrik ölçümler sırasında faz değişimlerinin izlenebileceği şeffaflıktaki ve büyüklükteki sıvı kapanımlar ölçüm için belirlenmiştir (Şekil 7). Hazırlanan iki tarafı parlatılmış ince kesitlerin Olympus marka mikroskoba monteli "Linkham THMG - 600 soğutma-ısıtma (heating-freezing) sisteminde mikrotermometrik ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Tespit edilen sıvı kapanımlar ölçülmeden önce, sentetik sıvı kapanım standartları ile homojenleşme sıcaklığı (Th) ölçülmüş ve $200 < \text{Th} < 300\text{ }^\circ\text{C}$ için $\pm 7\text{ }^\circ\text{C}$, $300\text{ }^\circ\text{C} < \text{Th}$ için ise $\pm 10\text{ }^\circ\text{C}$ olarak belirlenmiştir.

3.4. Büro Çalışmaları

Saha öncesi çalışmalar, saha çalışmaları ve derlenen yan kayaç, alterasyon zonu ve cevher numunelerinin analizlerinden (mineralojik, kimyasal, izotop vd.) elde edilen tüm veriler yorumlanarak, daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Kimyasal

analiz sonuçları istatistiksel yöntemler ile değerlendirilerek örnek gruplarına ait ortalama, medyan, standart sapma, standart hata, anakitle aritmetik ortalamasının güven aralığı gibi değişkenlik ölçüleri ortaya konulmuştur.



Şekil 7. Sıvı kapanım incelemeleri için hazırlanan cevherli kuvars örnekleri

Rapor yazımı aşamasında, mineral, kayaç ve izotop analizlerinden elde edilen veriler istatistiksel analiz, kelime işlemci, elektronik hesaplama, bilgisayar destekli tasarım konularında hazır bilgisayar paket programlarında değerlendirilmiştir. Arazi, laboratuvar ve istatistiksel analizler sonucunda elde edilen bütün veriler kullanılarak sahadaki cevherleşmelerin birbirleri ve yan kayaçları ile ilişkileri yorumlanmıştır. Son aşamada ise bütün bulgular birleştirilerek tez yazımı gerçekleştirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Genel Jeoloji ve Stratigrafi

Goşgarçay cevherleşme alanının jeolojik yapısı andezit-bazalt kompleksinin bazik ve ortaç volkanojen, prioklastik ve bir miktar da sedimanter kayalardan oluşmaktadır.

4.1.1. Murovdağ cevherleşme bölgesi

Murovdağ cevherleşme alanının farklı bölgelerinde bakır içeren jeokimyasal anomaliler bulunmaktadır. Saha ve laboratuvar gözlemlerine göre anomaliler hem cevherleşme alanlarında hem de cevherleşmelerin çevresindeki birkaç km'lik alanda yayılım göstermektedir. Murovdağ cevherleşme bölgesinde Orta ve Üst Jura yaşlı bazik ve asitik volkaniklerde ve piroklastiklerde bakır, polimetalik altın-bakır, porfir bakır cevherleşmeleri tespit edilmiştir. Bu cevherleşmelerin büyük bir kısmı farklı yönlü fay, ezilme bozulmalarına ve onların kesişme noktalarına aittir.

Cevherleşme bölgesinde bulunan magmatik oluşumların araştırılması cevherli dislokasyon sistemlerin farklı gelişim evrelerinde aynı yaşa ve benzer özelliklere sahip magmatik zonları farklı şekilde etkilemiştir. Magmatizmanın özelliklerine göre cevherli yapılar bölgenin jeolojik gelişim tarihinde birkaç defa tektonik etkinliğe maruz kalarak zenginleştiklerini göstermektedir.

Murovdağ cevherleşmelerini oluşturan magmatizma Gedebey-Delidağ gibi Küçük Kafkasya'nın diğer bölgelerinde de etkin olmuştur. Küçük Kafkasya'nın diğer bölgelerinde olduğu gibi Murovdağ cevherleşme alanında da araştırmacılar cevherleşmenin boyutundan çok hangi magmatik kayaların hangi cevherleşmeyle ilişkili olduğu konusuna yoğunlaşmışlardır.

Günümüzde bu cevherleşme bölgesinde çok yönlü jeoloji, jeofizik, havadan araştırmalar sonucu birkaç yeni cevherli magmatik kompleks bulunmuştur. Araştırmalar sonucu bu magmatik komplekslerin Üst ve Orta Jura, Kretase yaşlı volkanik kayaların yüksek cevherleşme oranına sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

Bölgedeki anomaliler orijinal kaynaktan ayrıldıktan sonra farklı yollardan geçerek temas halinde oldukları kayalarla reaksiyon sonucunda bileşimleri değişen ve farklı cevher elementleriyle zenginleşerek bölgeye yerleşen çözeltilerle ilişkilidir. Dolayısıyla Murovdağ maden bölgesinin cevherli magmatik komplekslerinin içeriği ve ayrışması yalnızca çözeltilerin kökeniyle değil esas olarak onların birincil cevherli

yapılar oluşturmaları, endojen proseslerin ergimiş çözeltilerin içeriğine ve ayrışma süreçlerine olan etkisine bağlıdır.

Murovdağ maden alanı içinde maden yataklarının oluşumunda endojen magmatik süreçlerin rolü daha büyüktür. Bölgedeki farklı türde cevherleşmeler çeşitli yaş ve içerikte magmatik komplekslerle ilgilidir. Buna uygun olarak kalsedon, altın içeren porfir bakır, bakır ve polimetallik altın cevherleşmesi Dogger ve Malm magmatizması ile ilgilidir. Altın ve gümüş miktarının artarak bağımsız polimetallik altın tip cevherleşmeler ve civa zuhurları ise Geç Kretase'de oluşmuştur. Bu mekanizmaya bağlı olarak yörede başta Elbektaş, Çanakçı, Meydandal, Goşgardağ ve Goşgarçay cevherleşmeleri gibi farklı bileşimli çok sayıda maden yatak ve zuhuru oluşmuştur.

4.1.1.1. Elbektaş zuhuru

Birincil cevherli yapıların magmatik kayalarında jeokimyasal anomali bölgeleri eşit olmayan şekilde dağılmış durumda olup en yoğun bakır anomalisi bu zuhurdadır. Elbektaş zuhurunda bakır tenörüne göre 2.5 km² genişlikte bir alanda çoğunlukla Oxfordiyen-Kimmericiyen, az miktarda Batoniyen yaşlı kayaları kaplayan jeokimyasal anomali bulunmaktadır.

Jeolojik yapısal, petroloji-jeokimyasal verileri esas alarak Murovdağ antiklinoryumunun Turagaçay, Ağdere Ağcakent, Daşkesen, dereleriyle kesiştiği noktalarda Alpin cevherleşmelerinin Kimmeriyen yaşlı cevherleşmelerin olduğu bölgenin üzerinde geliştiğini göstermektedir. Dolayısıyla daha önce var olan fayların tektonik olarak hareketlenmesi sonucu, kuzeybatı ve kuzeydoğu yönlü yeni fay ve çatlakların oluşumuna neden olmuş ve cevherli çözeltiler bu kanallar boyunca hareket ederek daha zengin bakır ve altın yataklarının oluşumunu sağlamıştır.

4.1.1.2. Çanakçı Zuhuru

Çanakçı bakır zuhuru Genceçay havzasının doğu kısmında, Goşgarçay cevherleşme alanının kuzeydoğusunda aynı ismi taşıyan köyün 0.5 km güneybatısındaki antiklinal içindeki Orta Jura çökelleri içinde gelişmiştir. Çanakçı zuhuru tahmini buradaki antiklinal yapının kıvrım eksenine yönünde uzanmaktadır. Zuhurun alt kısımlarında az kalınlıklı hidrotermal alterasyon zonları bulunmaktadır (Mammadov ve Mehdiyev, 1962).

Çanakçı cevher zonu kalınlığı, yüzeyde 3-5 m ile 15-20 m arasında, uzunluğu ise 250 m ile 1.5-2.0 km arasında değişmektedir. Zonlar birbirinden 25-180 m

mesafede ve birbirine paralel eğime sahiptirler. Küçük çaplı cevher zonlarının kalınlığı 1.0 m ile 6.0 m arasında değişmektedir. Uzunluğu 600 m'ye kadardır (Hasanov 1975). Hidrotermal ürünler kuvarlaşmış ve kaolinleşmiş, ikincil kuvarsitlerin kuvars-kaolin fasiyeslerinde bulunmaktadır. Bölgede, 15-20 m derinlikte kısa bir galeri ile araştırılmıştır. Galeriden alınan numunelerde zuhurun yoğun saçılımlı pirit, kalkopirit, galenit ve sfaleritten oluştuğu belirlenmiştir. Bazı yerlerde pirit, küçük masif-mercek toplulukları şeklinde yoğunlaşmıştır. Zuhurda % 0.01-0.012 Cu, % 0.01-1.0 Zn ve %0.002 Co bulunmaktadır. Birkaç numunede altın da tespit edilmiştir.

Çanakçı zuhurunda cevherli zon kuvars-diyorit daykalarıyla çevrelenmiştir Zon daykının asılı salbandında (tavan kayacı) bulunuyor ve saçılımlı ve saçılımlı-damarcık tip kükürt- kalsedon ve polimetalik cevherleşmeye sahiptir. Aynı cevherleşme dayklarda da bulunmaktadır. Hasanov (1975)'a göre cevherli zonalarda % 0.1-2.5 arasında Cu ve % 0.25 Zn bulunmaktadır. Cevherli zonun varlığı sahada yapılan 1:10.000 ölçekli jeokimyasal araştırmalar sonucunda elde edilen jeokimyasal anomalilerle doğrulanmıştır. Bu anomalinin ortalama Cu tenörü %0.01-0.04 ve Zn tenörü % 0.01-0.1 arasında değişmektedir.

Dastafur Nehri boyunca Goşgarçay grubu bakır zuhurunun batı kısmından geçen, iki jeolojik-jeokimyasal prospeksiyon kesitinde bir dizi anomali belirlenmiştir. Birinci kesimde Cu tenörü genel olarak ortalama % 0.008-0.01, bazen de % 0.05-0.06 aralığında değişmektedir. Burada yüksek miktarlarda kobalt, çinko ve kurşun da mevcuttur. Bakırın Co ve yer yer Mo ile pozitif korelasyon ilişkisi vardır. Kobalt ise Pb ve Zn ile negatif korelasyona sahiptir. Yatakta Mo düşük olmasına karşın bazı alanlarda temel değerlerin üzerine çıkmaktadır. Yüksek Mo değerleri çoğu yerde fayların bulunduğu alanda, magmatiklerin yüzelediği alanlarda gözlenmektedir.

Murovdağ antiklinoryumu sınırları içinde, Şemkirçay ve Zivlençay nehirlerinin kesişme noktasında yapılan testin sonuçlarına göre, altın, zinober, sfalerit, galenit, kalkopirit, bornit, kovellin ve malahit tespit edilmiştir. Zivlençay boyunca ikinci kesimde yüksek oranda Cu, Zn, Pb ve Co tespit edilmiştir. Murovdağ antiklinoryumunda en yüksek Cu miktarı (% 0.1-0.5) tüflü kumtaşlarında belirlenmiştir. Bölgede % 0.01-0.05 Zn bulunmakta olup Cu ile pozitif korelasyona sahiptir.

Balaca Goşgarçay havzasında ince damarlı altın ve kalkopirit cevherleşmeleri Goşgarçay yatağı metasomatitleri ile alakalıdır. Balaca Goşgarçayda keşfedilmiş zinober belirtileri büyük ihtimalle Murovdağ bindirme bölgesinde karbonatlı kuvars kütlelerinin yüzeye çıkışlarıyla ilişkilidir (Mikayilov, 1978).

4.1.1.3. Meydanyal cevherleşme alanı

Meydandal cevherleşmesi Toğanalı nehrinin yukarı kesiminde Çıraqderesi zuhurunun 3 km batısında Au, Ag ve Hg bakımından zengin birden fazla element anomalisine sahip olan cevherleşmedir. Yan kayaçlar Kimmericiyen yaşlı andezitlerdir. Zuhur Kafkasya ve en dairesine yakın yönünde uzanan kırılmaların kavuştuğu noktada bulunuyor. Bakır zenginleşmesinin olduğu 4 alt bölge bulunmakta olup bölgede ortalama % 1.2-5.2 Cu, 2000-3000 g/t Pb, 100 g/t Zn, 0.4-0.42g/t Au, 13.4 g/t Ag tespit edilmiştir.

Cevherleşme alanındaki kırık yapılarının çözümlenmesi ile bölgede hidrotermal alterasyona uğramış kayaçların geniş alanlarda yayıldığı ve magmatik yapı ve litolojik faktörleri de göz önünde bulundurulduğunda cevherleşmenin daha derine gömüldüğünü tahmin edilmektedir (Mansurov, 2012).

4.1.1.4. Goşgardağ cevherleşmeleri

Bu zuhur adını aynı ismi taşıyan coğrafi yükseklikten almaktadır. Zuhur çevresinde gabro, diyorit, granodiyorit içerikli magmatikler ve Bajosiyen yaşlı piroklastik oluşumlar yaygındır. Volkanik kayaçlar Goşgardağ magmatikleri ile kesilmiştir.

Goşgardağ zuhurunda Goşgarçay yatağına benzer olarak çoğunlukla pirit, kalkopirit ve molibdenit az miktarda sfalerit ve galenitler vardır. Gang minerali olarak kuvars yaygındır.

Goşgardağ cevherleşmesi KD-GB doğrultuda 0.3 km²'lik alanı (1.0x0.3 km) kapsamaktadır. Alan içerisinde, bir dizi ince damarlı ve sürekli olmayan piritlerin eşlik ettiği kalınlıkları 1.0 ila 4.0 m arasında değişen ikincil kuvarsit alt bölgeleri bulunmaktadır. 1 ve 2 numaralı alt bölgeler daha ilgi çekici olup 1 numaralı alt bölge 1.0 m kalınlığında ve 80 m uzunluğundadır. Bu alt bölgede % 0.06-2.9 Cu, % 0.01-0.08 Co ve % 0.02-0.072 Mo ve farklı miktarlarda Au bulunmaktadır.

İkinci alt bölge yüzeyde birinci bölgeye paralel olarak 70 m uzunlukta ve 0.5-1.0 m kalınlıktadır. Bu alt bölgede % 0.06-2.40 Cu, % 0.001-0.011 Co bir numunede % 0.03 Ce ve % 0.005 kadar Te belirlenmiştir. İkinci alt bölgede ayrıca Au varlığı da belirlenmiştir.

Saha jeokimyasal test verilerine göre (Mikayilov ve ark., 1981) 12 km²'lik alanda 25 tane küçük Cu anomalisi (Cu % 0.01-0.05) ve 22' ye yakın Zn anomalisi (% 0.01-0.05)

0.004-0.02) tespit edilmiştir. Bu anomalinin merkezleri genellikle çakışmaktadır. Sözü edilen anomaliler tüm bölge boyunca yayılmış durumda olup Goşgardağ bakır sülfid zuhurunda, farklı yönlü kırılmaların kesişme noktasında yoğunlaşmışlardır. Bu anomalilerin çoğu bilinen cevher zuhurları sınırlarında (Güney Goşgardağ, Sarısu) içerisinde dir. Ek olarak bölgede, molibden, çinko ve kurşunun bazı zayıf anomalileri de bilinmektedir (Mansurov, 2012).

4.1.1.4.1. Doğu Goşgardağ bakır altın zuhuru.

Zuhur Goşgardağ zirvesinin (3361.0 m) 3.5 km doğusunda, Alahançalı köyünün yukarısında, Genceçayın'ın ilk sol kolunun Genceçay ile birleştiği noktada yer almaktadır. Bölgede başlıca Alt Bajosiyen yaşlı andezit, andezit-bazalt, dolerit, dolerit-porfiritler ve bunların çeşitli kırık litoklastikleri ve aglomeralar vardır. Cevherleşme kompleksi, gabroid, diyorit, kuvars-diyorit ve bazen de onların daykları ile kesilip yarılmıştır. Cevherli bölge, güneybatı yönünde K 110-120° eğimli, 20-40 m kalınlıklı olup gabroid ve diyorit-porfiritlerin kontakt zonu 1.500 m'ye kadar uzanmaktadır.

Derinlik kayaçlarının teması boyunca kayaçlar farklı oranda metasomatik başkalaşıma maruz kalmışlardır. Alterasyona maruz kalmış zonun kayaçları kuvarlaşmış ve ikincil kuvarsitlere dönüşmüşler. Zon merkezi kısımda birbirinden 300-500 m mesafede bulunan ve K 55-60° doğrultusuna sahip iki paralel çatlak sistemi ile kesilmektedir. Çatlak sistemi 70° açıyla kuzeybatı yönünde düşmüştür. Bölgenin orta kesiminden alınan numune analiz sonuçlarına göre, çalışma alanında kuzeybatıdan güneydoğuya, bölgenin eni yönünde çatlak sistemleri ile kesişme alanında ve bölgenin aşağı kısmında Au oranı büyük oranda artmaktadır.

Yapılan araştırmalar sırasında, Doğu Goşgardağ bölgesini, 1.850 m yükseklikten 250-500 m kuzeybatı yönünde kesen, güneybatı yönünde 3 km'ye kadar aralıklı çıkışlarla izlenen cevherleşmeler belirlenmiştir. Güneydoğu Goşgardağ cevherleşme alanında zenginleştirme tesisinde bu alanda yapılan bir testte 1.5 m kalınlığında Au damarında 1.0 g/t Au tenörü belirlenmiştir. Doğu Goşgardağ cevher zuhurunun sınırları içinde bazı yerlerde 1.5 m kalınlığa sahip cevherli damarda 1.0 gr/t Au belirlemiştir. Doğu Goşgarçay cevherleşme zuhuru için zuhur parametreleri ve yüzeyden alınan numune analiz sonuçlarına göre uzunluğu 740 m kalınlığı 4.67 m olan zonda 1.26 g/t ; Au ve 10.39 g/t Ag bulunmaktadır (Mansurov, 2012)

4.1.1.4.2. Güneydoğu Goşgardağ cevherleşme zuhuru

Cevherleşme alanı, Goşgardağın zirvesinin (3361.0m) 1.8-2 km güneydoğusundadır. Cevherleşme alanında büyük çoğunlukla Alt Bajosiyen yaşlı dolerit porfiritik aglomeraları, gabro ve bunları kesen ve büyük araziyi kapsayan gabro, gabro-diyorit, gabro-dolerit, diyorit ve kuvars diyoritler bulunmaktadır. Cevherleşme sahasının batı ve güneybatısında dolerit-porfir içeren daykların çıkışları da vardır.

1:10.000 ölçekli prospeksiyon işleri sırasında, cevherleşme sahası sınırlarında, hidrotermal alterasyon bölgelerinde coğrafi şartların izin verdiği alanlarda hendekler ve kuyular açılarak numuneler alınmıştır. Sahada toplam hacmi 297,8 m³ olan sahip üç hendek ve toplam uzunluğu 10 m olan 2 kuyu kazılmıştır. Cevherleşme alanı sınırlarında gabroidler, bazen diyoritler (doğu kesiminde), içinde hidrotermal alterasyona uğramış kayaçlar (ikincil kuvarsitlere geçmiş, piritler, breşik, yoğun kuvarlaşmış) kayaçlardan oluşan bölge aralıklı olarak batıdan doğuya doğru 1.2 km mesafede uzanmaktadır. Alterasyon bölgesinin kalınlığı 30-50 m arasında değişmektedir.

Önceki prospeksiyon ve planlama çalışmaları sonucunda bölgenin uzunluğu 1.0 km ve kalınlığının 100-15 m olduğu kaydedilmiş ve bu parametrelere göre bölgede elementlerin miktarı şu şekilde belirlenmiştir; % 0.06- 2.4 Cu, % 0.02-0.025 Mo, % 0.01-0.5 Pb ve % 0.01-0.08 Co belirlenmiştir (Hasanov, 1970).

Mikayilov ve Ramazanov (1977-1980) bu alanda 1:5000 ölçeğinde jeokimyasal çalışmalar yapmış ancak Hasanov'un bilgileri doğrulanamamıştır. Jeokimyasal çalışmalar sonucunda % 0.01-0.1 Pb, 0.01-1.0 g/t Ag ve % 0.01-0.05 Co bulunan anomaliler ortaya çıkarılmıştır.

4.1.2. Goşgarçay porfir bakır yatağının konumu ve jeolojik özellikleri

Murovdağ cevher bölgesinde Murovdağ granitoidleriyle ilişkili olarak Goşgarçay Goşgardağ Gızılarhac ve Keçeldağ gibi çok sayıda porfir bakır cevherleşmesi bulunmaktadır. Abdullayev ve ark. (1988) Murovdağ grubu magmatik oluşumları tarafından jeolojik durum ve konumlarına uygun olarak Goşgardağ ve Gızılarhac grupları olmak üzere iki farklı gruba ayrılmıştır. Murovdağ grubu magmatiklerinin temeli Şemkir gabro-diyorit-granodiyoritlerinden çok farklı değildir.

Bunlar Daşkesen-Zurnaabad, Daşbulag, Gabagtepe masiflerine göre negatif gravite anomalisiyle karakteristiktir.

Goşgardağ magmatikleri konum olarak Goşgardağ'ın kuzey ve batı tarafında Küçük ve Büyük Goşgarçay'ın birleştiği noktada bulunmaktadır. Goşgardağ ilçesinde bu mağmatikler 10 km²'ye ulaşan oldukça geniş bir alanda yüzeylemektedir. Merkezde masifin genişliği 1,5 km iken dışa doğru 10 km'ye kadar genişlemektedir. Ağsal damar yapısı belirgindir. Masifin batı devamında küçük apofizler vardır. Bu sokulum kayaçları güneye yakın eğimli lokal antiklinal yapılara uyumludur.

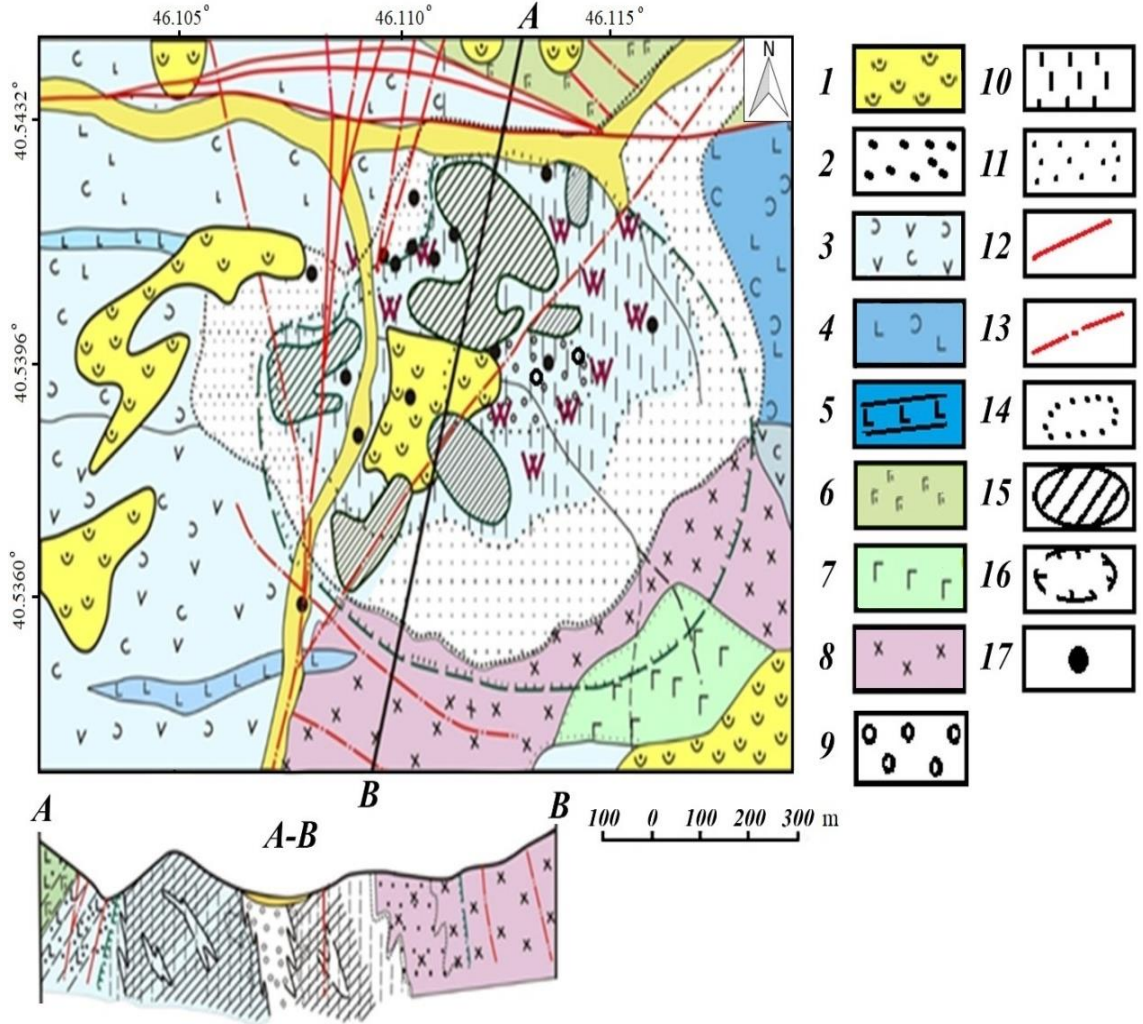
Babazade ve ark. (2008)'na göre Balaca Goşgardağ magmatik masifi Küçük ve Büyük Goşgarçay Nehir'leri arasında yüzeylemiş olup Goşgarçay porfir-bakır cevherleşmesinin oluşumunu sağlamıştır. Magmatik kayaçlar Küçük Goşgardağ antiklinalinin kıvrım eksenini keserek, yan kayaçlarla sınırları boyunca etkisini göstermiştir. Bu kontakt zonu boyunca yan kayaçlar hidrotermal alterasyona maruz kalmış, kuvarlaşmış, kaolinleşmiş, epidotlaşmış, Goşgarçay porfir-bakır cevherleşmesi içinde ise ikincil kuvarlarla çevrilmiştir (Şekil 8).

Mağmatiklerin yüzeyledikleri bir başka alan Büyük ve Küçük Goşgar Nehir'lerinin birleştikleri noktadadır. Buradaki açılmalar üç kütle şeklindedir ki bu kitleler izole olunmuş az veya çok izometrik şekilde ve D-B doğrultulu ve kuzeybatıya eğimlidir. Bu kütleler yüzeyde ayrı ayrı görünmesine karşın derinlerde tek bir kütle oluşturmakta ve birbirinden türeme silişleşmiş kesimlerle ayrılmıştır. Yan kayaçlar Murovdağ antiklinoryumunun kuzeydoğu kanadında bulunan Alt Bajosiyen yaşlı tüfojen-proklastik kayaçlardır.

Ocagdağ magmatik masifi ise Murovdağ antiklinoryumunun kuzeybatı kanadındaki Ocagdağ çevresinde tabaka şekilli 100-200 m kalınlığa ulaşan kuvars-diyorit, gabro-diyoritler, az oranda diyorit ve gabro-doleritlerden oluşmaktadır. Endokontakt bölgesinde kayaçlar daha fazla bazik karakterlidir. Ocagdağ magmatikleri Bajosiyen yaşlı volkanik proklastik oluşumlarla temas halindedir.

Damar kayaçları ise köken ve bileşim bakımından farklıdır. Asidik bileşimli dayklar Üst Bajosiyen riyodasitlerden oluşmuştur. Bu dayklar cevherleşme sınırları dışında bulunmaktadır. Mağmatiklere bağlı dayklar daha az gelişmiştir. Farklı bileşimlere sahip volkanik dayklarsa Alt Bajosiyen volkanikleri içinde daha yaygındır. Bu daykların bileşimi oldukça zengin olup gabro dolerit, dolerit, diyorit, diyorit-porfirit, gabro diyorit porfirit bileşimlidir.

Kayaçların jeolojik durumu, yerleşimi, morfolojik özellikleri, petrografik içerikleri ve yapı doku özellikleri bu magmatiklerin en az iki evrede yüzeylediklerini göstermektedir. Birinci fazda gabroyidler ikinci fazda granitoidler yüzeylemiştir. Magmatik kayaçların karakteristik özelliği damar ayrılmalarının bulunmamasıdır.



Şekil 8. Goşgarçay porfir bakır yatağının jeolojik haritası (Babazade ve ark., 1990); 1) Kuvaterner yaşlı elüvyal tortul kayaçlar; 2) Alüvyal, prolüvyal tortul kayaçlar; 3) Andezitik lav tüfler; 4) Diyabazlar ve bazik tüfler; 5) Diyabaz-porfirit daykları; 6) Tabakalı gabro ve gabro-piroksenitler; 7) Gabro ve gabro diyoritler; 8) Diyoritler ve kuvarşlı diyoritler; 9) Monokuvars; 10) Kuvars-serisit; 11) Propillit (Saçılım-damar cevherleşmesi); 12) Cevher kontrol fayı; 13) Muhtemel faylar; 14) İkincil kuvarsit fasiyeslerinin sınırları; 15) Yüksek tenörlü porfir-bakır cevherleşmesinin sınırları; 16) Porfir-bakır- cevherleşmesinin yayılma alanı; 17) Maden sondajları

Goşgardağ porfir bakır yatağında andezit-bazalt bileşimli volkanojenik, volkanojenik-piroklastik ve sedimanter kayaçlar bulunmaktadır. Jura yaşlı sedimanlar farklı litolojik katmanlar ve tabakalar şeklinde prospeksiyon sahasının genelinde gözlenmektedir. Alt Bajosiyen yaşlı bu kayaçlar alt kısmında tüfitler, orta kısımda büyük kırıntılı aglomeralar ve üst kesimde püskürük kayaçlarla yanal düşey geçişli

tüfitlerle temsil edilmektedir. Şamiyev (2010)'e göre bu sedimanların kalınlığı değişken olup sahanın güneydoğusunda 2200 m, kuzeybatıda ise 350 m olup güneybatıda kalınlık 6 kat artmaktadır.

Abdullayev ve ark. (1981) Alt Bajosiyen yaşlı kayaçları 1) Büyük kayalardan oluşan tüfitler ve aglomeralar ile 2) Porfir-tüfojen kayaçlar olarak iki bölüme ayırmıştır. Ramazanov (1990) ise ikinci tabaka kayaçları; 1) Tüfler ve aglomeralar, 2) Aglomeralar ve 3) Doleritler ve dolerit porfiritletler olmak üzere üç alt tabakaya ayırmıştır. Birinci horizon kayaçlarının en kalını (900 m) Goşgardağ maden yatağının sınırında Zivlençay-Genceçay arasında yer almaktadır. Buradaki kayaçların kalınlığı kuzeybatı ve güneydoğu kısımlarına doğru giderek artmaktadır. Birinci horizonun sedimanları ikinci horizonu ait kayaçlarla örtülmektedir. İkinci horizon sedimanlarının kalınlığının en fazla olduğu kısım (700 m) Genceçay'ın yukarı kesiminde olup kuzeybatı yönünde azalmaktadır.

Goşgardağ maden yatağında derinlik ve yüzey kayaçlarını oluşturan magmatizma birbirini takip eden evrelerde gelişmişlerdir. Murovdağ antiklinoryumu Alp Jeosenklinal evresinin başlangıç döneminde gelişmiş Bajosiyen yaşlı bazalt-andezit ve riyolitlerden oluşmuştur. Goşgardağ maden yatağında büyük çoğunlukla Alt Bajosiyen bazalt-andezit bileşimli yarı derinlik kayaçları yaygındır. Alt Bajosiyen yaşlı kayaçlar grubu içinde andezit-bazaltik içeriğe sahip lav akıntılarında küre şeklinde ayrışmalar görülmektedir (Abdullayev ve ark., 1988).

Volkanik kayaçlar andezit, andezit-bazalt ve dolerit-porfirlerden oluşmaktadır. Erken oluşan Bajosiyen volkanik kayaçlarında kloritleşme, epidotlaşma ve bazen silisleşme ve kalsitleşme vardır. Bu kayaçlar çoğunlukla bazaltların, andezit-bazaltların ve andezitlerin kırıntı kayaçları ile temsil edilen proklastiklerden oluşmaktadır. Goşgardağ maden yatağının magmatik oluşumu bazik, ortaç ve asidik bileşimli Goşgardağ, Ocagdağ ve Küçük Goşgarçay masiflerinden oluşmuştur (Abdullayev ve ark., 1981; Rüstemov, 1981). Bu masifler Dogger yaşlı kalın püskürük-proklastik kayaçları keserek onlarla sınır oluşturmuştur.

Rüstemov (1981) ve Abdullayev ve ark. (1981) Murovdağ magmatiklerinin Lök-Karabağ yapısındaki gabro-diyorit-granodiyoritlere benzer olarak Malm ve Alt Kretase yaşlı olduğunu belirtmişlerdir. Goşgardağ magmatikleri gabroyid fazını oluşturan gabro, gabro-norit, gabro-diyorit ve daha az oranda gabro-piroksenit ile kuvars-diyorit, diyorit ve granodiyoritleriyle temsil edilen granitoyid fazından oluşmaktadır. Bu magmatikler tek fazlı ve çok fazlı masif olarak kabul edilmektedir. Magmatik kayaçların Goşgardağ

çıkışlarını temsil eden kısmı tabakalı yapılar ve stoksu kütleler şeklindedir. Tabakalı yapıların uzunluğu 7-8 km, genişliği ise 100-500 m'dir.

Goşğardağ magmatiklerinde kontakt metazomatik alterasyonlar farklı dönemlerde oluşan ikincil kuvarslarla temsil edilmektedir. Burada saçılımlı ve saçılımlı damarcık tipi sülfid mineralizasyonu gelişmiştir. Hidrotermal alterasyona uğramış kayaçların genişliği 150-200 m olup yer yer 400-500 m'ye kadar ulaşmaktadır.

4.2. Magmatizma

Murovdağ cevher bölgesindeki başlıca bakır porfir cevherleşmeleri Goşğarçay, Goşğardağ, Gızılarhac, Keçeldağ ve başka birkaç zuhuru kapsamaktadır. Bunlar konum ve köken olarak Murovdağ granitoidleriyle ilişkilidir. Murovdağ grubu sokulum kayaçları Abdullayev (1988) tarafından jeolojik durum ve konumlarına uygun olarak Goşğardağ ve Gızılarhac grupları olmak üzere iki gruba ayrılmıştır.

Goşğardağ ve Gızılarhac magmatikleri Murovdağ antiklinoryumunun eksenine paralel olarak uzanmaktadır. Burada plutonikler Bajosiyen yaşlı sedimanları kesmektedir. Murovdağ silsilesi Batoniyenden'den sonra yükselerek karasal koşullar egemen olmuştur (Şikhalibeyli, 1964). Murovdağ grubu magmatikleri negatif gravite anomalisine sahip olup Daşkesen-Zurnabad, Daşbulag, Gabagtepe masiflerinde olduğu gibi Şemkir gabro-diyorit-granodiyoritlerine benzemektedir.

Goşğardağ maden yatağı ve etrafında derinlik ve yüzey magmatizması süreklidir. Murovdağ antiklinoriyumu Alpin orojenezinin başlangıç döneminde gelişen Bajosiyen yaşlı bazalt-andezit riyolitlerden oluşmuştur. Goşğarçay maden yatağının sınırlarında büyük çoğunlukla Alt Bajosiyen yaşlı bazalt-andezitik bileşimli damar ve yüzey kayaçları yaygındır. Alt Bajosiyen yaşlı kayaçlar grubu içinde, andezit-bazaltik içeriğe sahip lav akıntılarında küre şeklinde ayrımlar görülmektedir.

Volkanik kayaçlar Bajosiyen yaşlı andezit, andezit-bazalt ve dolerit-porfirler ve baskın olarak aynı bileşimli proklastiklerden oluşmaktadır. Volkanik kayaçlarda kloritleşme, epidotlaşma ve bazen kuvarlaşma, kalsitleşmeyle tanımlanan alterasyonlar vardır.

Goşğardağ maden yatağındaki magmatik kayaçlar bazik, ortaç ve asidik bileşimli Goşğardağ, Ocagdağ ve Küçük Goşğarçay masiflerinden oluşmuştur. Bu magmatikler farklı zamanlarda Abdullayev (1981), Rüstemov (1981) ve başka

araştırmacılar tarafından Dogger yaşlı kalın volkanik piroklastik kayaçları keserek volkanik kayaçlarla temas noktalarında etkilerini göstermişlerdir.

Rüstemov ve Abdullayev (1981) tarafından Murovdağ magmatiklerinin Malm ve Alt Kretase yaşlı olduğu açıklanmıştır. Bu fikri savunan araştırmacıların büyük çoğunluğu maden yatağı arazisini Lök-Karabağ yapısının başka bir magmatik parçası olarak, gabro-diyorit-granodiyorit oluşumlarına dahil etmişlerdir.

Goşgardağ grubu magmatikleriyle ilgili ilk defa Abdullayev (1981) bu magmatiklerin Genceçay'ın yukarı kısımlarında 7-8 km²'lik bir alanda yüzeylediklerini gözlemlemiştir. Magmatikler içerik bakımından gabro, gabro-diyorit, daha derinde kuvars-diyorit, granodiyoritlerden oluşmuşlardır. Bu magmatikler tek fazlı ve çok fazlı masif olarak kabul edilmekte olup bazik kayaçlardan mafik kayaçlara geçişler vardır.

Ocagdağ magmatik masifi aynı isimli dağın etrafında Murovdağ antiklinoryumunun kuzeybatı kanadında bulunmakta olup tabakalar şeklinde kalınlıkları 100-200 metreye ulaşan gabro-diyoritler ve gabro doleritlerden oluşmaktadır.

Balaca Goşgardağ magmatik masifi Küçük ve Büyük Goşgarçay Nehir'leri arasında yüzeylemektedir. Goşgarçay porfir bakır yatağı bu masifle ilişkilidir. Magmatik oluşum Küçük Goşgardağ antiklinalinin kıvrım eksenini keserek, yan kayaçlara teması boyunca etkisini göstermiştir. Kontakt zonu boyunca yan kayaçlar hidrotermal alterasyona maruz kalmış, kuvarlaşmış, kaolinleşmiş, epidotlaşmış, Goşgarçay porfir bakır yatağı sınırları içinde ise ikincil kuvarsitlerle çevrilmiştir.

Damar kayaçları köken ve bileşim bakımından farklıdır. Formasyonun asidik bileşimli daykları cevherleşme alanının sınırları dışında Üst Bajosiyen riyodasitlerinden oluşmuştur. Magmatiklerle doğrudan ilişkili dayklar daha azdır. Gabro dolerit, dolerit, diyorit, diyorit-porfirit, gabro diyorit porfirit gibi farklı bileşime sahip volkanik dayklar ise Alt Bajosiyen volkanikleri içinde fazla yaygındır.

Goşgardağ magmatikleri konum olarak Goşgardağ'ın kuzey ve batı kesiminde Küçük ve Büyük Goşgarçay'ın birleştiği noktada yer almaktadır. Magmatikler Abdullayev (1948) tarafından araştırılmıştır. Bu magmatiklerin daha büyük yüzeylemeleri Goşgardağ ilçesinde bulunmakta olup 10 km'ye kadar genişleyen alan içinde dağılım göstermektedir.

Merkezde masifin eni 1.5 km, açılmış kısmı 10 km'ye kadar genişlemektedir. Ağsal damar yapısı baskındır. Masifin batı devamında küçük apozifler vardır. Magmatikler güneye yakın yönlü lokal antiklinal yapılara uyumludur.

Magmatik kayaçların Goşgardağ çıkışlarını temsil eden yapı tabakalı yapılar ve stok kitleleridir. Tabakalı yapıli kitlelerin boyu 7-8 km, eni ise 100-500 metredir. Ocagdağ magmatikleri Bajosiyen yaşlı volkanik piroklastik oluşumlarla temas halindedir.

Magmatiklerin yüzeyledikleri bir başka önemli bölge Büyük ve Küçük Goşgar Nehir'lerinin birleştiği noktadadır. Buradaki açılmalar birbirinden izole ve izometrik olarak şekillenmiş üç kitle halindedir. Bu kitleler yüzeyde birbirinden ikincil kuvarsitli zonlarla ayrılmasına rağmen daha derinlerde tek bir kitle oluşturmaktadır. Yan kayaçlar Murovdağ antiklinoryumunun kuzeydoğu kanadında bulunan Alt Bajosiyen yaşlı tüfojen-piroklastik kayaçlardır.

Yukarıda ismi geçen magmatik masifler petrografik bileşimlerine göre ayrılabilir. Petrografik özelliklerine göre Goşgardağ magmatikleri en başta gabroid fazını oluşturan gabro, gabroid, gabro diyorit ve daha az oranda gabro-piroksenit, granitoyit fazının diyorit ve granodiyoritleriyle temsil edilmektedir. Ocagdağ çevresindeki magmatik kütleler ise kuvars-diyoriti gabro-diyorit ve az oranda diyoritlerle gabrolardan oluşmaktadır. Endokontakt bölgesinde kayaçlar daha bazik karakterlidir.

Goşgardağ magmatikleri daha keskin oranda farklılık sergilemekte olup içeriğinde bu sokulumun büyük bir kısmını oluşturan kuvars diyoritler ve granodiyoritler çoğunluktadır. Bunlarla birlikte yer yer gabro ve gabro diyoritlerin oluşturduğu çıkışlar da bulunmuştur. Kontakt metasomatik başkalaşımın farklı fasiyeli ikincil kuvarsitlerle temsil olunmuş ve Goşgardağ ve Goşgarçay arazisinde daha çok gelişmişlerdir. Burada saçılımlı ve saçılımlı damarcık tip sülfid mineralleşmeleri bulunmaktadır. Hidrotermal alterasyona uğramış kayaçların genişliği 150-200 m, bazı kısımlardaysa 400-500 m ye kadar ulaşmaktadır.

Kayaçların jeolojik özellikleri, konumları, morfolojik durumları, petrografik içerikleri ve yapı doku özellikleri magmatiklerin en az iki evrede yüzeylediklerini göstermektedir. Birinci evrede gabroidler ikinci evrede ise granitoyidler yüzeylemiştir.

4.3. Yapısal Jeoloji

4.3.1. Kıvrımlar

Goşgarçay maden yatağı tektonik açıdan Murovdağ antiklinoryumunun kuzeybatı kısmına uyumludur. Şikhalibeyli (1964) ve Abdullayev (1988) maden yatağının jeolojik-tektonik durumu ile ilgili olarak antiklinoryum kuzeyde Daşkesen, güneyde ise Torağaçay senklinoryumuyla ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Bu antiklinoryum güneyden batıya doğru hareket eden, yelpaze şeklinde asimetrik bir yapıya sahiptir. Şikhalibeyli (1964-1967) maden yatağının kendi içinde aşağıdaki yapılara ayrıldığını belirtmektedir.

- 1) Ocagdağ-Zivlen antiklinali
- 2) Goşgardağ senklinali
- 3) Küçük Goşgardağ antiklinali

Murovdağ antiklinoryumu Goşgardağ maden yatağı sınırlarında bulunan kıvrımlı yapıya uyumludur. Maden yatağında enine ve boyuna kırılma bozulmaları gelişmiştir. Bu tip yapılardan en büyükleri Murovdağ bindirme fayı, Alahançalı fayı ve Çanakçı fayıdır.

Küçük Goşgardağ antiklinal zonu en dairesine yakın uzanmaya sahip olup, Murovdağ antiklinoryumunun en uç güney noktasında ayrılmaktadır. Bu oluşumun jeolojik yapısında Alt Bajosiyen yaşlı dik eğimli (50-60°) piroklastik tortul kayalar bulunmektedir.

Murovdağ antiklinoryumunun güney kesiminde bulunan güneye yakın yönlü Bala Goşgardağ antiklinal bölge yer almaktadır. Antiklinal, alt Bajosiyen yaşlı volkanojen-piroklastik oluşumlardan oluşmaktadır ve kendi içinde Murovdağ atılım fayı (atılma yer değişmesi) yakınlığında, özellikle antiklinalin sağ kısmında sert bir düşüşe (50-80°) sahip katmanı andırmaktadır.

4.3.2. Faylar

Porfir bakır ve polimetal cevherleşmesinin blok yapısının belirlenmesinde farklı yönde fayların rolü büyüktür. Bölgede Murovdağ, Alahançalı, Çanakçı, Murovdağ-Zod, Göygöl-Hoşbulak, Hanlar-Hoşbulak, Kuzey Murovdağ ve Balaca-Goşgar fayları gibi çok sayıda önemli kırık yapısı vardır. Yukarıda ismi geçen bölgesel ölçekli büyük derinlik kırılmalarından başka çok sayıda farklı yönde kırıklar mevcuttur. Yaşına göre

ise D-B doğrultulu yönlü faylar K-G doğrultulu faylardan daha yaşlıdır. Bu faylarda birincilerin ikinciler tarafından kesildiği ve farklı aralıklarla farklı yönlere doğru kaydıkları çok açık gözlenmektedir. Bu faylardan Alahaçallı fayı D-B yönlü ve Küçük Goşgarçay fayı ise K-G doğrultuludur.

Yukarıda ismi geçen büyük ölçekli faylardan başka daha küçük ölçekli faylar da vardır. Faylar kuzeybatı (280-300 m) güneye yakın (330-10) kuzeydoğu (10-80) yönündedirler. Kuzeybatı fayları daha yaşlıdır. Onların yaşı Jura ve daha yaşlıdır.

Kuzeydoğu ve enine yönlü kırılmalar ise Kretase yaşlı ve kısmen de Paleojen yaşlı kırılmalar olarak kabul edilmektedir. Jenetik anlamda atılım, eğim atım, bindirme ve bindirme atım fayları olarak bölünmektedirler. Bazen, kırılma bölgeleri kayaçlarda yoğun çatlaklar, ara sıra kırılmalar ve ezilmeler hidrotermal değişmeler ile karakterize edilir.

4.3.2.1. Murovdağ fayı

Bu fay ilk defa Pavlov (1978) tarafından keşfedilmiş olup araştırmacı fayın Türkiye'den başlayarak Azerbaycan'da Araz Nehri'ne kadar uzandığını belirtmiştir. Daha sonra Abdullayev (1988) bu fayı Kafkasya bindirme fayı, Şikhalibeyli (1967) ise Murovdağ bindirme fayı olarak isimlendirmiştir.

Hasanov (1984) bu yapının her yerde bindirme fayı özelliğine sahip olmadığını ve kuzeybatı kısmına doğru normal fay gibi davrandığını belirtmektedir. Dolayısıyla bu yapının "Murovdağ bindirme fay bindirmesi" teriminin kullanılmasının daha doğru olacağını söylüyor. Şunu da unutmamak gerekiyor ki birçok yerde yapının eğim açısı 45° den büyüktür. Bu fayın en büyük önemi jeotektonik gelişme tarihi farklı iki yapıyı (Lök-Karabağ ve Göyçe-Hekere) birbirinden ayırıyor olmasıdır.

4.3.2.2. Alahaçallı fayı

Alahaçallı fayı kuzeydoğu doğrultulu 75-85° eğimli bir faydır. Alahaçallı fayı boyunca Büyük ve Küçük Goşgarçay Nehir'lerinin kavuştuğu noktada fayın bir bloğunda ultrabazik kayaçlar yüzeylerken diğer kısmında tabakalı gabro-diyorit çıkışları bulunmaktadır. Alahaçallı eğim atımlı fayının Küçük Goşgarçay güneye eğimli fayının kesiştiği noktada Goşgarçay bakır porfir maden yatağının aynı ismi taşıyan mağmatik kayaçlar serisi bulunmaktadır.

4.3.2.3. Çanakçı fayı

Çanakçı fayı Murovdağ antiklinoryumunu ve Daşkesen senklinoryumu gibi iki farklı kıvrımlı yapıyı birbirinden ayırmaktadır.

4.3.2.5. Goşgarçay fayı

Bölgedeki en önemi faylardan biri Goşgarçay fayıdır. İsmi geçen fayın yatımı aynı isimli nehirle aynı yönde izlenmekte olup Ocagdağ silsilesine kadar uzanmaktadır. Bu kırılma bozulmaları değişmeye maruz kalmış yeryüzüne çıkışlarıyla kendini ortaya çıkarmaktadır.

4.3.2.4. Hanlar-Hoşbulak fayı

Bölgedeki genişlemeli yapı içinde en büyük fay Hanlar-Hoşbulak fayıdır. Hanlar-Hoşbulak düşey fayı kuzeyden Şemkir antiklinoryumunu Daşkesen senklinoryumundan ayırmaktadır. Bu kırılmanın güneybatı devamı Goşgardağ'dan geçerek, Goşgarçay maden yatağının orta kısmından geçmektedir. Bu yapı Şıkhlibeyli (1964)'ye göre Batoniyen devrinin başlarında oluşmuş ve Şemkir- Göygöl antiklinalinin sınırlarının oluşmasında etkisi olmuştur.

4.3.2.5. Murovdağ-Zod normal fayı

Murovdağ-Zod fayı Murovdağ'ın zirvesinden geçip kuzeydoğu yönünde Torağaçay fayına doğru yönelmektedir. Murovdağ antiklinoryumunun güneybatısında basamaklı yapıya benzer dalımla karakteristiktir.

Aramalar zamanı bu bölgede yüksek tenörlü altın bulunabilecek birkaç nokta tespit edilmiştir. Doğu Goşgarçay, Yukarı Destefurçay ve Aşağı Destefurçay maden zuhurları ve cevherleşmelerini taşıyan farklı değişim arazileri enine ve güneye yakın yatıma sahip faylarda görülmektedir. Kesişme noktalarının çoğu altın ve gümüşte yüksek tenör göstermektedir.

4.3.2.6. Kuzey Murovdağ atım fayı

Kuzey Murovdağ atım fayı (Hasanov, 1964'e göre Galakent- Çanaxçı Fayı) Bajosiyen tortul kayaçlarının üzerine (veya Lök-Ağdam yapısal formasyon zonunun kuzey ve güney sınırları) kuzeybatı yönünde Torağaçay'ın memba kısmından geçmektedir.

Arazide kuzeydoğu, enine yakın, enine yönünde kırılmalar yaygın olup genetik anlamda bindirme veya nap şeklindedirler. Kayaçlar yüzeyde ezilmiş, dağılmış ve çoğu zaman hidrotermal metasomatizmaya uğramış 50-100 metreden (Goşgardağ), 2 km'ye kadar (Buzlug) şerit şeklinde yapılardan oluşmaktadır. Büyük çoğunlukla bu kırılmalar da Kafkasya yönlü kırılmalar gibi örtülmüştür.

4.3.2.7. Göygöl-Hoşbulak fayı

Doğu-batı doğrultulu faylardan en büyüğü Göygöl Hoşbulak eğim atımlı normal fayıdır. Bu fay Doğuda Şemkir antiklinoryumunu Daşkesen senklinoryumu ile sınırlandırmakta olup, Goşgarçay cevherleşme alanının merkezinden geçmektedir.

4.3.2.8. Balaca Goşgar fay zonu

Daha küçük çaplı kırılmalar en dairesine yakın, (270-300⁰), güney ve güneye yakın yönlü (10-40⁰) faylar olarak bilinmektedirler. Bu faylar arasında tarafından bulunmuş Balaca Goşgarçay güneye yakın yönlü fayı özel öneme sahiptir. Bu kırılma aynı isimli nehir boyunca uzanarak, cevherleşme alanını güneybatıdan kuzeydoğuya doğru kesmektedir ve daha ileride Ocagdağ silsilesine kadar uzanıyor. Bu fayın Alahançalı fayı ile kesiştiği nokta Goşgarçay yatağının porfiri bakır cevherleşmesiyle ilişkili olan granitoid masifine uygundur.

4.4. Jeolojik Evrim

Goşgarçay porfir bakır yatağında Jura yaşlı sedimanlar tabakalı ve kompleks yapıya sahip farklı litolojik içeriğe sahip bir dizi çökeltiden, çamur ve karmaşık kayalardan oluşmuş ve bölge boyunca dağılmıştır.

Jura yaşlı kayaçlar genellikle Orta Jura (Bajosiyen) yaşlı volkanojenik sedimanlar, volkanik kayaçlar ve magmatik kayaçlarla temsil edilmektedir. Goşgarçay yatağındaki Alt Bajosiyen yaşlı tortulların alt kısmı volkano-tortul fasiyeslerden oluşmaktadır. Orta kısımda volkanik breş, volkanik konglomera ve aglomeralar bulunurken, üste doğru volkanojenik içerikli malzeme artmaktadır. Hasanov (1981)'a göre cevherli zonun kesitinin kalınlığı kuzeybatıda 350 m, güneydoğuda ise 2200 m'dir.

Goşgarçay cevherleşme bölgesinde Alt Bajosiyen yaşlı bazalt, andezit ve riyolit bileşimli volkanik ve piroklastik kayaçlar yer almaktadır. Alt Bajosiyen yaşlı kayaçlar kesitin en alt kısmında volkano-tortul fasiyesli, orta kısmında, büyük ölçekli kırıntılı

litoklastik kayaçlar fasiyesi (tüf breşleri, tüf konglomeraları vb), en üst kısımda ise volkanşklere değişen proklastik kayaç fasiyeslerinden oluşmaktadır.

Goşgarçay cevherleşme bölgesinde Alt Bajosiyen yaşlı bazalt, andezit ve riyolitik bileşimli volkanik ve proklastik kayaçlar yer almaktadır. Maden yatağındaki Alt Bajosiyen yaşlı kayaçların alt kısmı tüfojen tortul fasiyeslerden oluşmaktadır. Abdullayev ve ark. (1962) tarafından Alt Bajosiyen yaşlı birimler;

- 1) İri kayalı tüf, tüfit (tüfbreş) ve aglomera tabakaları
- 2) Porfirite- tüfojen kayaçlar olmak üzere iki grupta ele alınmıştır.

Recebov tarafından ikinci tabaka kayaçlar 3 alt gruba ayrılmıştır.

1. Tüfler ve tüfbreşler;
2. Tüfkonglemeralar;
3. Doleritler ve dolerit porfirler.

Alt Bajosiyen yaşlı kayaçları araştıran Hasanov (1970) bu kayaçları daha detaylı olarak 4 horizona ayırmıştır:

1. Tüfitler, tüflü çakıltaşları, kumtaşları ve bazen tüfitlerle geçişli orta kalınlıklı aglomeralar (Kalınlık 500-900 m)
2. Yer yer breşik lav ve breşik tüf, tüfitler ve tüflü kumtaşı ara tabakaları içeren kalın aglomera (Kalınlığı 300- 700 m)
3. Aglomera, yer yer volkanik breşler, tüflü konglomeralar ve tüfitlerle uyumlu iri kırıntılı breşler (Kalınlığı 250- 400m)
4. Tüflü çakıltaşı, tüflü kumtaşı ve yer yer aglomeralarla geçişli tüfitler (Kalınlığı 10-200 m).

Birinci horizon sedimanlarının maksimum kalınlığı 900 m'dir, Goşgardağ prospeksiyon alanı sınırları dışında yer alan Zivlençay-Genceçay arasındaki alanda gözlenmektedir. Bu horizonun sedimanları hem kuzeybatı hem de güneydoğu yönünde yavaş yavaş azalmaktadır. Birinci horizon kayaçları ikinci horizon sedimanlarıyla kaplıdır. İkinci horizon tortullarının Genceçayın yukarı kısımlarında en yüksek kalınlığa (700 m) ulaşmakta olup ve kalınlık kuzeybatı yönünde azalmaktadır.

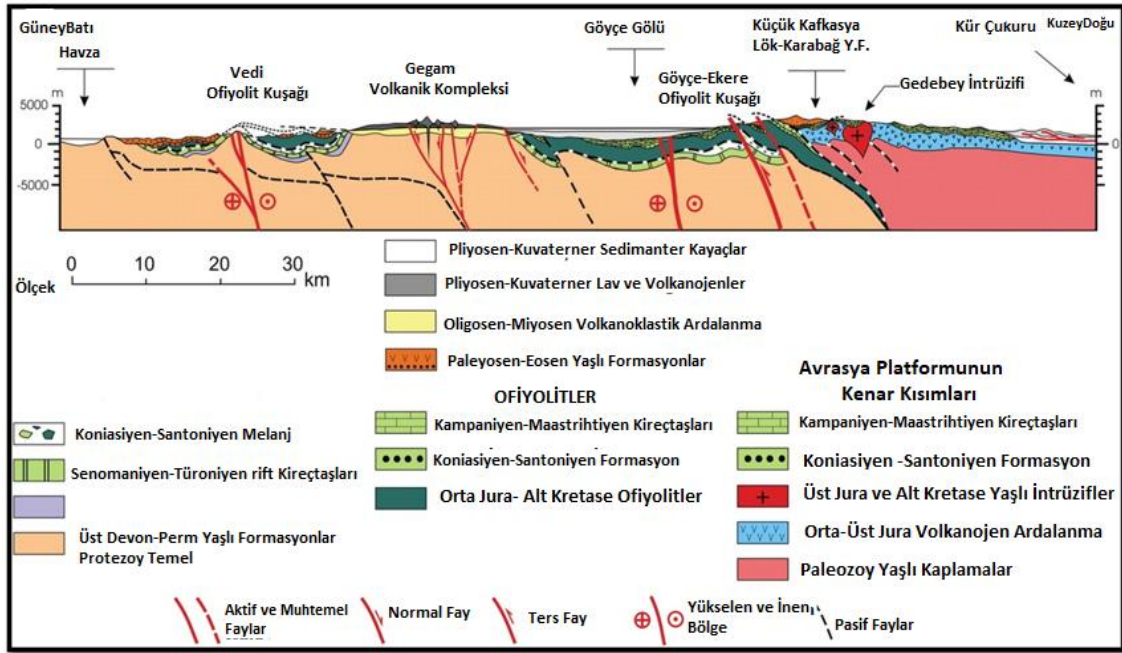
Araziadaki tüm cevherleşmeler ve cevherleşme zonları çoğunlukla Dogger (Alt Bajosiyen) yaşlı kayalar içinde ve onlarla kontakt halindeki magmatik masif boyunca gelişen hidrotermal- metasomatik alterasyon zonlarında gözlemlenmektedir.

Murovdağ antiklinoryumu asimetrik bir yapıya sahip olup çekirdeği Alt Bajosiyen yaşlı magmatik kayalardan oluşmaktadır. Kanatlardaysa Üst Bajosiyen ve Batoniyen yaşlı volkanik ve volkanik-proklastik kayalar yer almaktadır.

Bölgede çalışmalar yapan araştırmacılara göre Goşgarçay maden yatağı sınırları içinde Alt Bajosiyen yaşlı birimlerden yalnızca ilk üç horizona ait kayalar bulunmaktadır. Alt Bajosiyen yaşlı magmatik kayalar daha çok bazik karakterli kayalar olup, Üst Bajosiyen ve Batoniyen yaşlı kayalarla örtülmektedir. Murovdağ eğim atımlı fayı Goşgarçay yatağının kenarında Göyçe-Karabağ bölgesinin sınırı boyunca Alt Bajosiyen yaşlı magmatik kayalarla Torağaçay senklinoryumunun Kretase yaşlı birimlerini tektonik olarak yan yana getirmiştir (Hasanov, 1970; Abdullayev ve ark., 1988).

Prospeksiyon yapılan tüm cevherleşme alanlarında, Orta Jura (Alt Bajosiyen) yaşlı kayalar içinde ve onlarla intruzif masifin teması boyunca oluşmuş hidrotermal metasomatik bölgeler gözlenmektedir. Alt Bajosiyen yaşlı volkanik kayalar Goşgardağ, Ocagdağ ve Küçük Goşgardağ granitoid masifleriyle temsil edilen Goşgarçay magmatik masifiyle kesilmiştir. Üst Bajosiyen ve Batoniyen yaşlı bu magmatikler Dogger yaşlı oluşumların kalın tabakalarını keserek onlarla sınır oluşturmuştur. Bu magmatiklerin alt yaş sınırı yeterince açık şekilde ve güvenilir kaynaklarda gösterilirken, üst yaş sınırı hiçbir kaynakta net olarak belirtilmemektedir. Malm ve Alt Kretase yaşlı magmatik kayaların yaşı daha net ve açık şekilde Abdullayev ve ark. (1988) tarafından belirtilmiştir.

Küçük Kafkasya'nın Azerbaycan kısmında yapısal-formasyonlar kuzeyden güneye doğru Lök-Karabağ, Göyçe-Ekere, Mishana-Zengezur ve Aras olarak ayrılmıştır. Dağkesemen maden bölgesi Lök-Karabağ yapısal-formasyon bölgesinin Kazak grabeninde yer almaktadır. Lök-Karabağ yapısal-formasyonu yetkin kıtasal kabuk üzerinde oluşmuş ada yaylarının alternatifi olarak tanımlanmaktadır. Bu formasyon kuzeydoğudan Kür dağırasası çukuru ile, güneybatıdan ise Göyçe-Ekere formasyonu ile sınırlanmaktadır (Şekil 9).



Şekil 9. Vedi ofiyolit kuşağından Kür çukuru jeolojik kesiti (Veliyev ve ark., 2018).

Yukarıda belirtildiği gibi Goşgarıdağ cevherleşme alanında gelişen sedimanlar çoğunlukla Alt Bajosiyen tortullardır. Bu sedimanlar cevherleşme bölgesinin güneybatı sınırını oluşturan Murovdağ eğim atımlı normal fayı boyunca Torağaçay senklinalinin Kretase yaşlı sedimanlarıyla tektonik temas halindedir.

Hidrotermal alterasyonlar yukarıda söylediğimiz gibi kırılma alterasyon zonu boyu, magmatik kayaların temasında, damar ve dayklar da gelişmiştir. Hem magmatik kayalar hem de onlarla sınırı olan volkanojen oluşumlar hidrotermal alterasyona maruz kalmıştır.

Kretase yaşlı sedimanlar Goşgarçay porfir bakır yatağının güneybatı kısmında Murovdağ kırılması boyunca Erken Kretase'de oluşan Beriasiyen-Valenjnyen yaşlı kireçtaşları, Hotriviyen yaşlı andezitler ve onların aglomeraları, Albiyen yaşlı ince taneli kumlarla ara tabakalı killi kayalar ile Geç Kretase'de oluşan ve Santoniyen yaşlı magmatik ve proklastik tortul kayalarla temsil edilmektedir.

Kuvaterner yaşlı kayalar kil, kum ve çeşitli kaya parçalarının karışımından oluşan elüvyal-delüvyal, delüvyal-prolüvyal sedimanlardan ve kum, kil, kumlu-çakıllı karışımdan oluşan alüvyal, alüvyal-prolüvyal sedimanlardan oluşmaktadır. Bu sedimanlar çoğunlukla dağ etekleri ve nehir vadileri boyu yayılmaktadır. Bundan başka dik dağ yamaçlarında ve bazı nehir vadilerinde (Destefurçay) kolüvyal sedimanlar da bulunmaktadır.

Jura ve Üst Kretase yaşlı art arda ayrılmış olan bazalt-andezit, dasit-riyolit, gabro-diyorit-granodiyorit, gabro-ultrabazik formasyonların kalsedon, bakır, polimetalik bakır-altın-, altın-bakır-porfir, kromit gibi cevherleşmelere uygun olduğu bilinmektedir. Bu tip zuhurlara Daşgışlag, Garagaya, Gızılğaya, Göygöl-Sarıs, Çanakçı, Yulallar, Şorsu, Alahaçallı, Zilvençay, Şahsenem, Goşgardağ vb örnek verilebilir. Bu zuhurlardan birçoğu yüksek tenörlüdür.

4.5. Madencilik Tarihçesi

Küçük Kafkasya'da ve genel Azerbaycan' da madencilik 2000 yıldan daha fazla tarihe sahiptir. Zaman zaman farklı araştırmacılar tarafından araştırılan yataklar Safevi Osmanlı Rusya, Azerbaycan ve Ermenistan tarafından işletilmiştir. Günümüzde Goşgarçay yatağının bulunduğu Daşkesen ili ve çevresinde dünyaca meşhur Zeylik alünit yatağı da dahil birçok yatak kullanılmaktadır.

Goşgarçay yatağı bölgesinde detaylı araştırma çalışmaları 18. yüzyılın sonlarından başlamıştır. Araştırmalar çoğu Sovyet araştırmacıları tarafından yapılmıştır. Şikhalibeyli (1964) bölgede Goşgardağ ve Gızılhac cevherleşmelerinin magmatizmasını araştırmış, bölgede çoğunlukla Bajosiyen yaşlı kayaçların olduğunu belirtmiştir. Ayrıca bu iki cevherleşme alanının Murovdağ antiklinoryumunun doğrultusuna paralel olarak bulunduğunu yazmıştır.

Rüstemov ve Abdullayev (1981) bölgede çoğunlukla, Küçük Goşgarçay, Ocagdağ, Goşgardağ cevherleşme alanlarında Malm ve Dogger yaşlı mağmatikleri ve genel Lök Karabağ yapısal metalojenik bölgesinin mağmatizmasını araştırmışlardır.

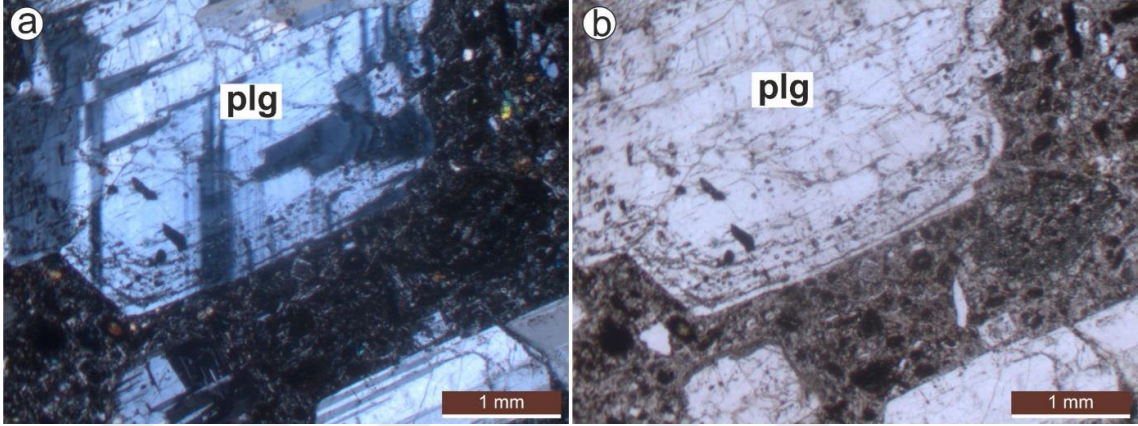
Daha sonralar bölgede altın, gümüş, demir, bakırın bulunması maden bölgesine ilgiyi daha da artırmıştır. Bölgede en son Mansurov (2012) ve Babazade ve ark. (2016) tarafından çok da detaylı olmayan prospeksiyon çalışmaları yapılmıştır.

4.6. Mineralojik- Petrografik İncelemeler

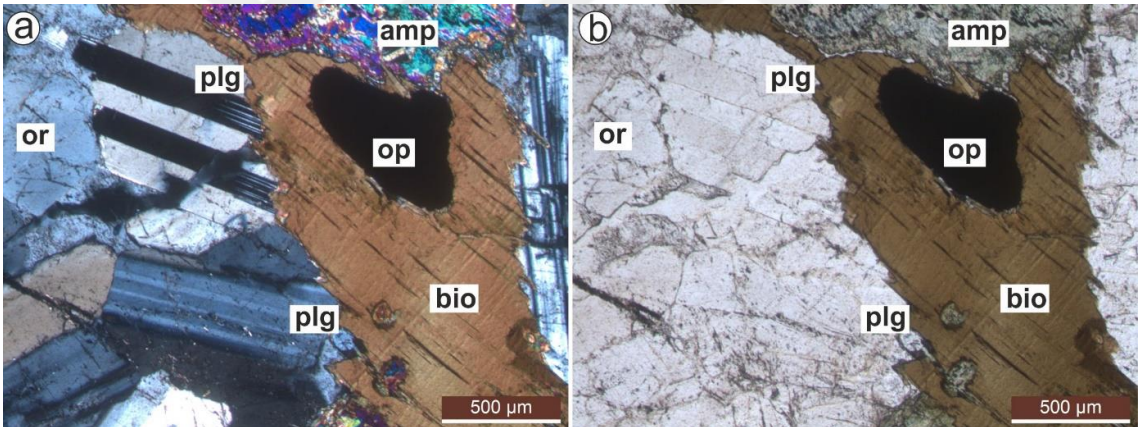
4.6.1. Yan kayaç petrografisi

Goşgarçay porfir bakır yatağına ait cevherleşme bölgesinden derlenen 13 örneğin polarizan mikroskopta incelenen ince kesitlerinde porfirik ve holokristalin porfirik dokulu andezit, traki-andezit ve traki-dasitler gözlenmiştir. Hamur fazında yoğun silisleşme gözlenen bu kayaçlar içerisinde plajiyoklaz, klinopiroksen, biyotit,

amfibol (hornblend), kuvars, klorit ve sanidine rastlanmıştır (Şekil 10 ve Şekil 11). Cevherleşme bölgesinde yer alan tanelel dokulu monzogabro ve monzodiyorit örneklerinde ise plajiyoklaz, biyotit, kuvars, amfibol (hornblend), klinopiroksen, ortoklas ve opak mineralleri gözlenmiştir. Kayaçlarda yer yer silisleşme, kaolinleşme ve uralitleşme de gözlenmiştir.



Şekil 10. Goşgarçay porfir bakır yatağından derlenen örneklerden yapılan ince kesitlerde gözlenen porfirik dokulu trakiandezit içerisindeki plajiyoklaz (plg) (a: +N, b: //N).

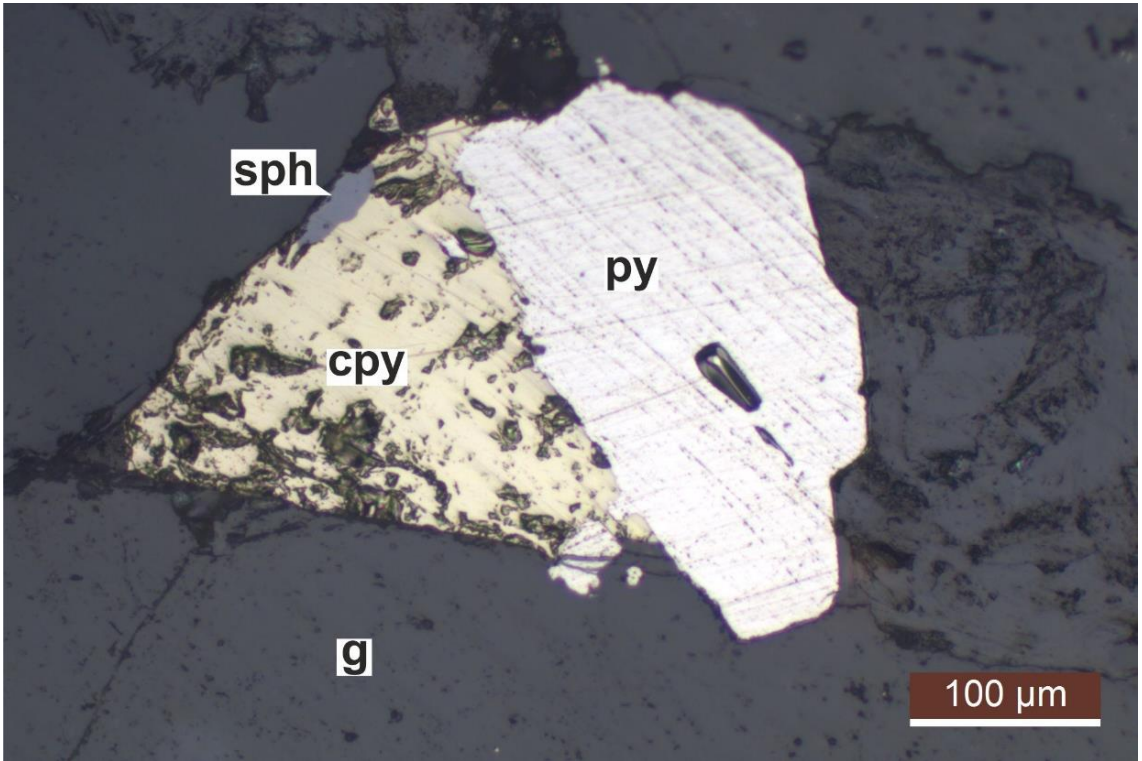


Şekil 11. Goşgarçay porfir bakır yatağından derlenen örneklerden yapılan ince kesitlerde gözlenen tanelel dokulu monzodiyorit içerisindeki plajiyoklaz (plg), ortoklaz (or), amfibol (amp), biyotit (bio) ve opak mineral (op) (a: +N, b: //N).

Cevherleşme alanında yer alan kayaçların alterasyon türlerine bakıldığında yaygın olarak arjilik ve propilitik alterasyonlar gözlenmiş olup arjilik alterasyon içerisinde kaolinit, profillit ve illit yaygın olarak bulunurken, propilitik alterasyon içerisinde klorit, epidot ve kalsit yaygın olarak gözlenmiştir.

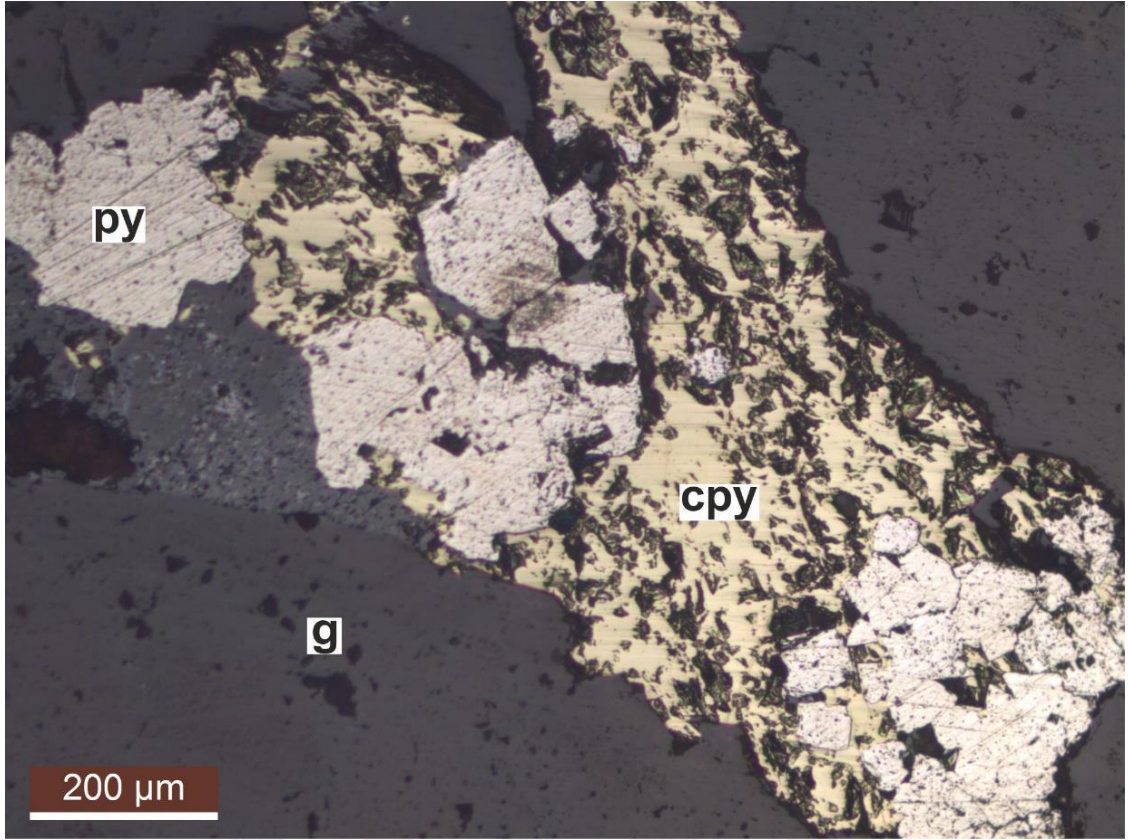
4.6.2. Cevher mikroskobisi çalışmaları

Goşgarçay porfir bakır yatağından alınan 8 numunenin parlatma kesitleri yapılmıştır. Parlatma kesitler mikroskop altında incelendiğinde görülen mineraller pirit, kalkopirit, sfalerit, manyetit ve gang mineralidir. Goşgarçay cevherleşmesi içerisinde en yaygın görülen birincil minerallerden biri **kalkopirittir**. Cevherleşme içerisinde kalkopiritlere genellikle özşekilsiz olarak rastlanmaktadır (Şekil 12). Piritler ise genel olarak kalkopirit ile birlikte bulunmakta olup yer yer özşekli yer yer de özşekilsiz olarak gözlenmektedir (Şekil 13). Oldukça yaygın olarak gözlenen **piritler** yer yer kalkopiritlerde kapanım halinde yer almaktadır.

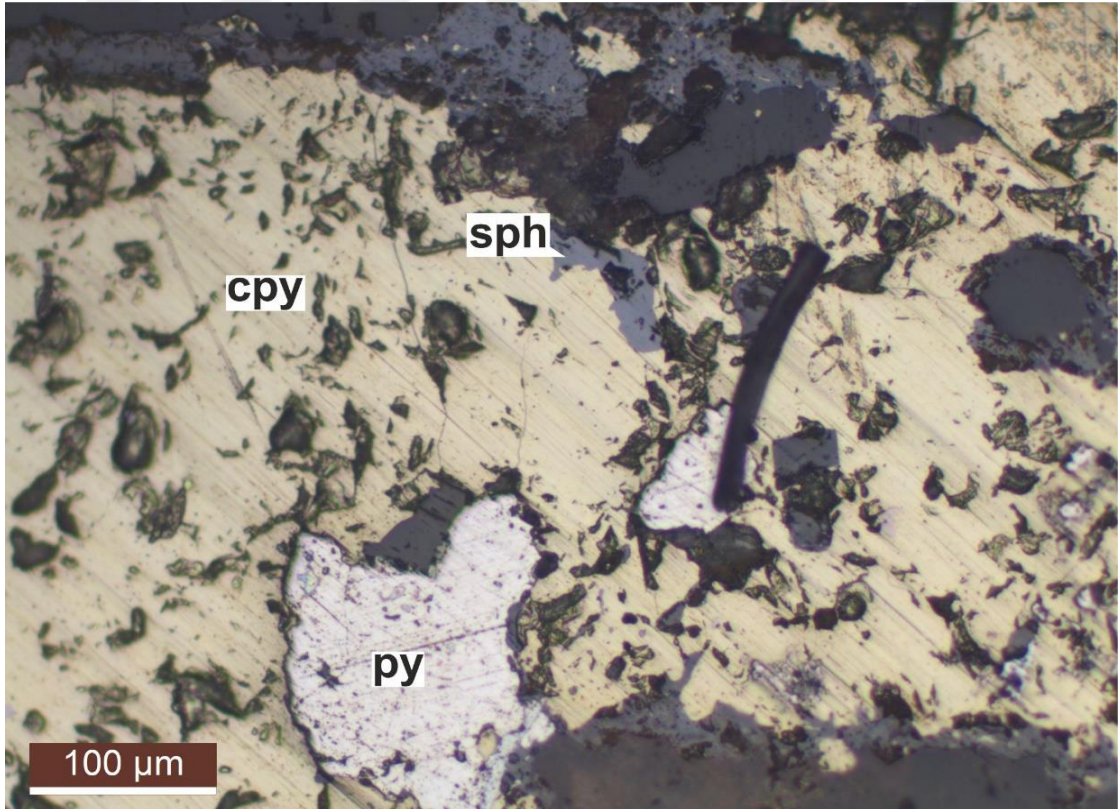


Şekil 12. Goşgarçay porfir bakır yatağından derlenen örneklerde yapılan cevher mikroskobu çalışmalarında gözlenen kalkopirit (cpy), pirit (py), sfalerit (sph) ve gang minerali (g).

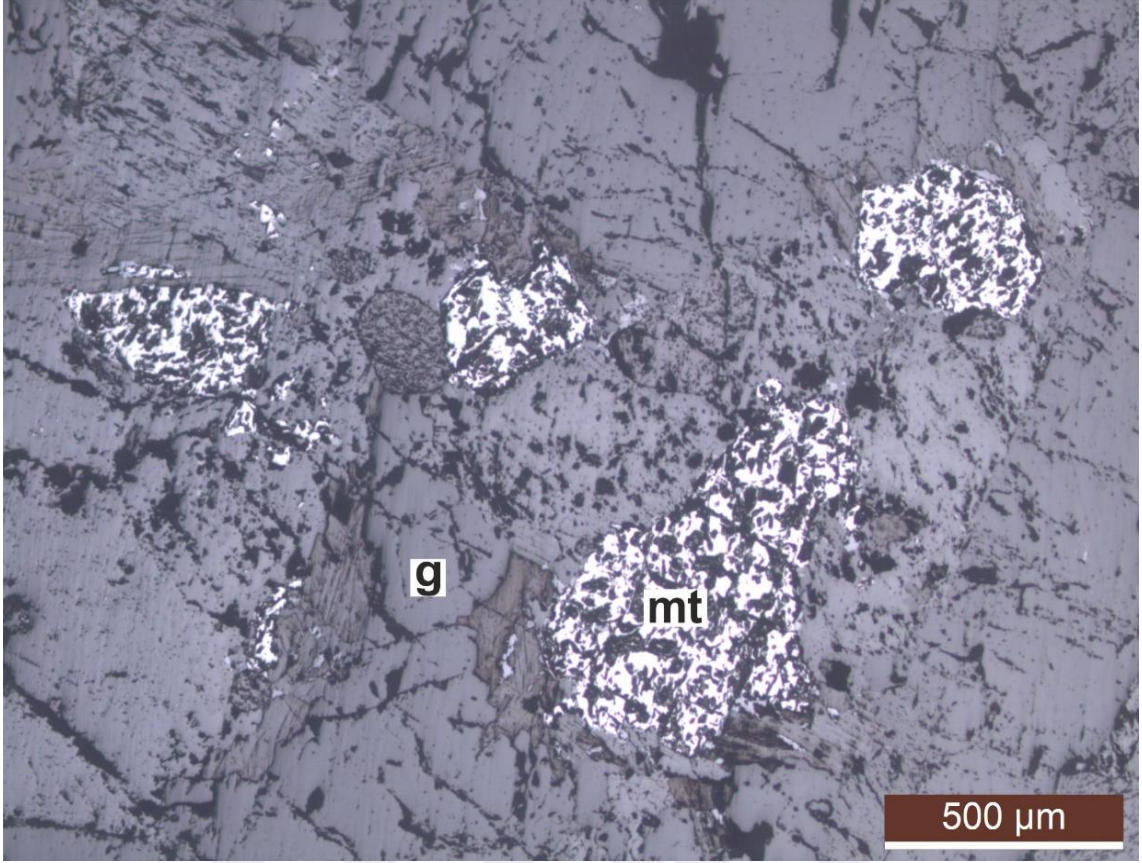
Cevherleşme içerisinde çok nadir olarak gözlenen özşekilsiz **sfalerit**, kalkopiritlerde kapanım halinde görülmektedir (Şekil 14). Cevherleşme bölgesinden derlenen kayalardan monzogabro ve monzodiyoritler içerisinde ise yaygın olarak **manyetite** rastlanmaktadır (Şekil 15).



Şekil 13. Goşgarçay porfir bakır yatağından derlenen örneklerde yapılan cevher mikroskobu çalışmalarında gözlenen özşekilsiz kalkopirit (cpy) içerisinde kapanım şeklinde gözlenen yarı özşekli pirit (py) ve gang (g) mineralleri.



Şekil 14. Goşgarçay porfir bakır yatağından derlenen örneklerde yapılan cevher mikroskobu çalışmalarında gözlenen kalkopirit (cpy) içerisinde sfalerit kapanımları (sph) ile pirit (py).



Şekil 15. Goşgarçay porfir bakır yatağından derlenen monzogabbro ve monzodiorit örneklerinde sıklıkla rastlanan manyetit (mt).

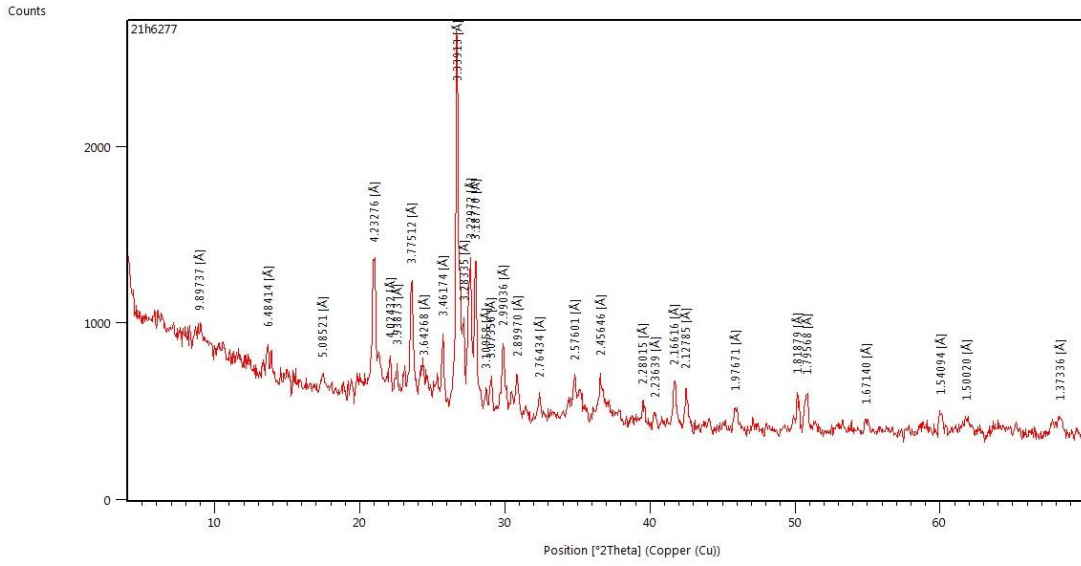
4.6.3. X-Işınları difraktometre (XRD) analizleri

Goşgarçay porfir bakır yatağından derlenen alterasyon, cevher ve kayaç örneklerinden parlatma ve ince kesit çalışmalarında gözlenemeyen minerallerin belirlenmesi için Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nde (MTA) X-Ray Difraktometre (XRD) analizleri yapılmıştır.

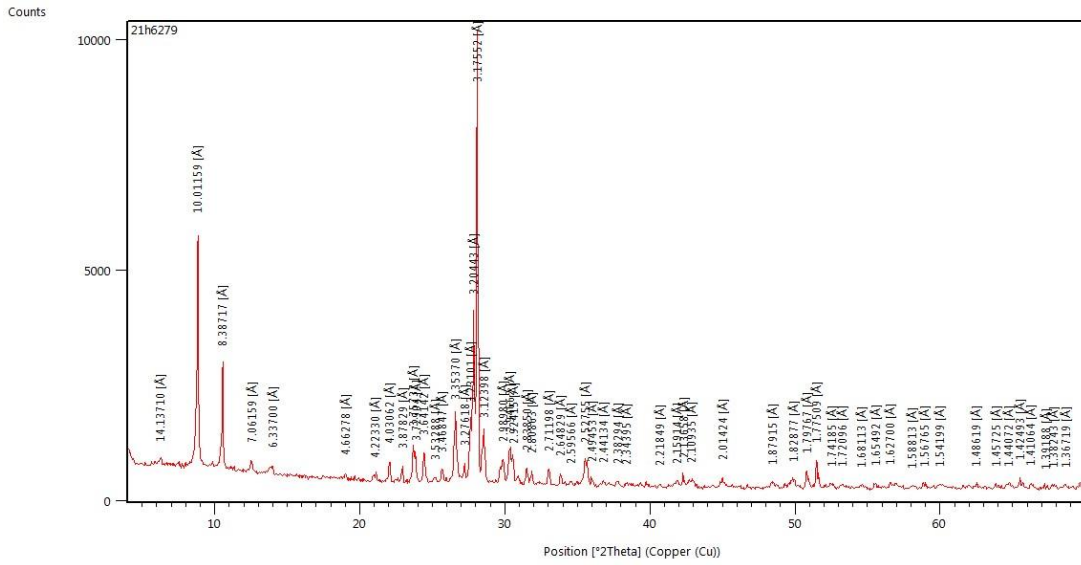
Cevherleşme ve alterasyon örneklerinin XRD analizleri sonucu tespit edilen başlıca mineraller **kuvars, plajiolklas, alkali feldispat, kil mineralleri, zeolit, dolomit, kalsit, amfibol, hematit ve mika mineralleridir**. İnce kesit, parlak kesit ve XRD analizleri sonucunda cevherleşme bölgesinde tespit edilen alterasyon zonları ise **potasik, fillik ve propilitik** alterasyonlardır (Şekil 16, Şekil 17, Şekil 18 ve Şekil 19).



Şekil 16. Goşgarçay porfir bakır cevherleşmesinde XRD çalışması yapılan NA- 6 ve NA-12 numaralı örnekler

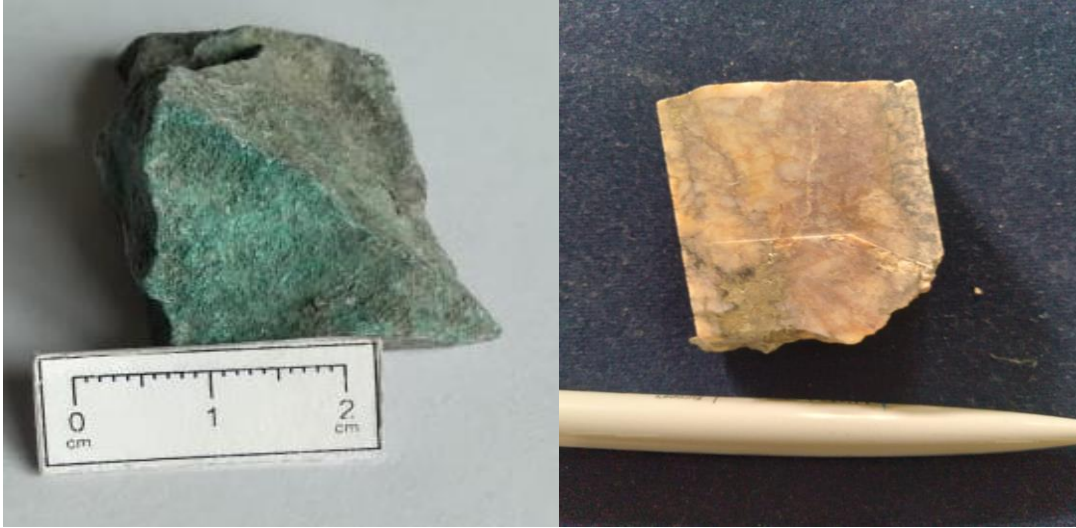


a. NA-6 Nolu örneğe ait XR-Difraktogramı

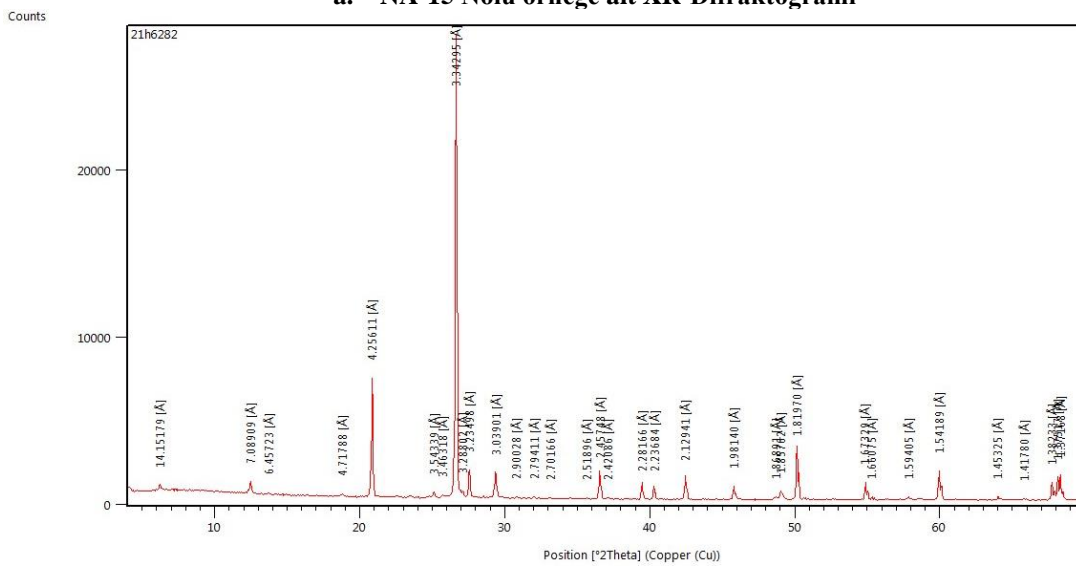
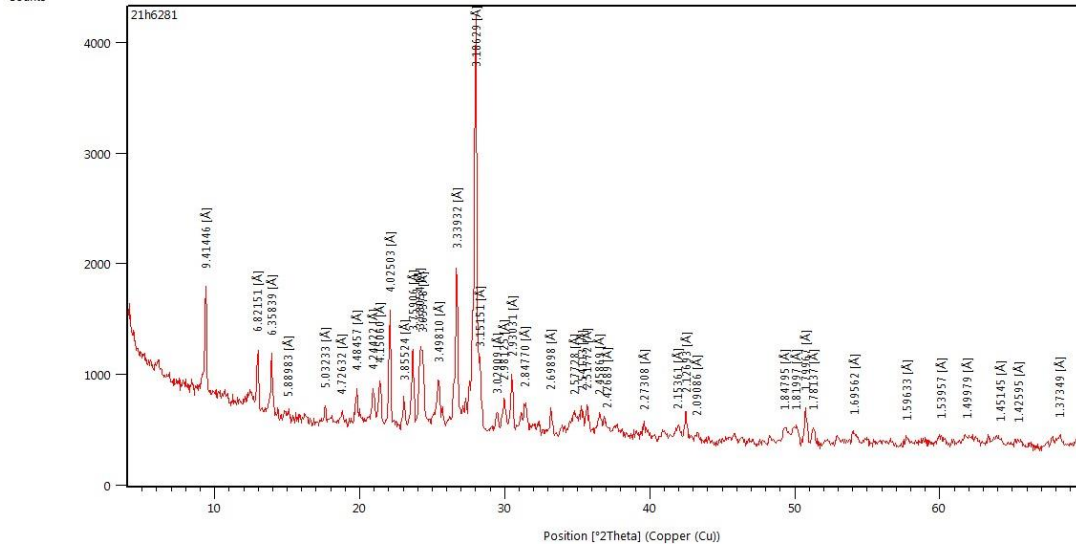


b. NA-12 Nolu örneğe ait XR-Difraktogramı

Şekil 17. Goşgarçay porfir Cu cevherleşmesine XRD çalışması yapılan NA- 6 ve NA- 12 numaralı örnekler için difraktogramlar



Şekil 18. Goşgarçay porfir bakır cevherleşmesinde XRD çalışması yapılan NA- 15 ve NA-16 numaralı örnekler



Şekil 19. Goşgarçay porfir-Cu cevherleşmesine XRD çalışması yapılan NA- 15 ve NA- 16 numaralı örneklere ait difraktogramlar

4.7. Jeokimyasal Çalışmalar

Goşgarçay porfir bakır yatağından toplam 13 numunenin kimyasal analizleri yapılmıştır. Analizlerde Al, Ca, Fe, K, Mg, Na, P, S, ve Ti sonuçları % olarak verilirken, ana bileşenlerle birlikte yüksek değerlere ulaşan Cu, Zn, Au, Ag gibi diğer iz elementler ppm cinsinden verilmiştir. İnceleme alanından alınan numunelerde ortalama, en büyük ve en küçük değerler, bu değerlerin değişim aralıkları, standart sapma ve standart hata değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 1).

Goşgarçay porfir Cu yatağında analizi gerçekleştirilen ana oksitlerden SiO₂ % 56.7, Al₂O₃ % 8.16, Fe₂O₃ % 6.37, CaO % 2.75, MgO % 2.14, Na₂O % 1.61, K₂O % 1.09 ortalama değerlere sahiptir (Çizelge 1).

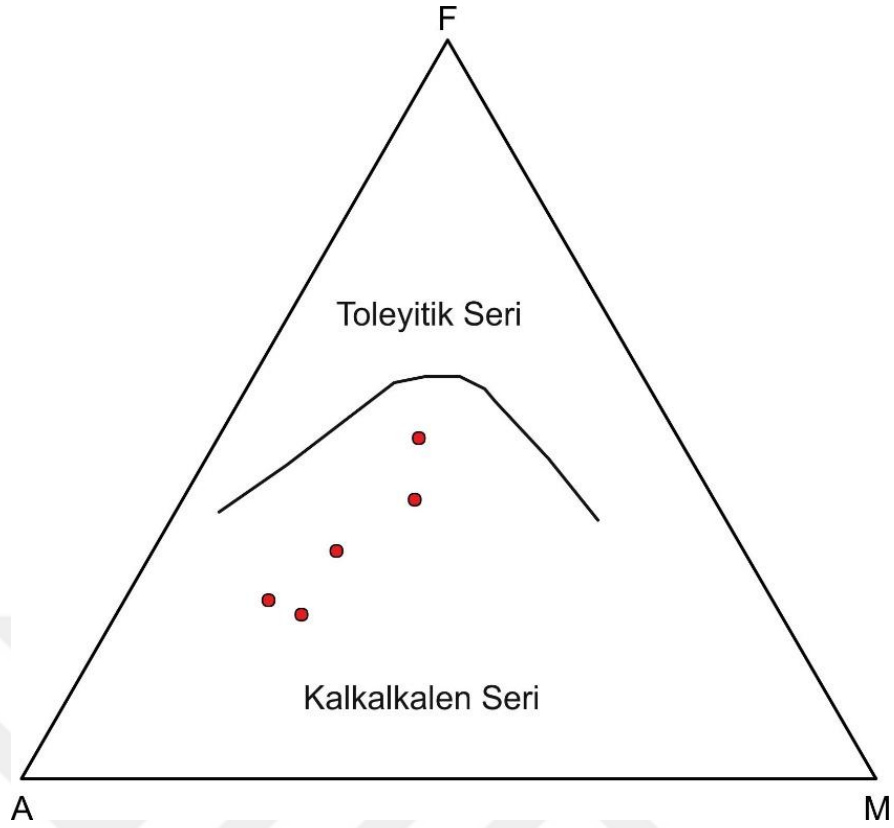
Goşgarçay yatağında ortalama 19094,6 ppm. Cu bulunmakta olup değişim aralığı 34.2ppm- 64500 ppm'dir. Yataktaki Cu mineralojik ve petrografik analizlerde belirlenen kalkopirit, bornit, sfalerit ile bakır içeren sülfatlara bağlıdır. Cu içeriği bakımından Goşgarçay yatağı önemli oranda Cu içeren polimetalik bir porfir yataktır.

Goşgarçay yatağında Zn oranı 12.2- 437 ppm arası değişiyor. Yatakta benzer olarak 475 ppm e ulaşan As, 11.3 ppm' e ulaşan Au, 234 ppm'e ulaşan V, 373 ppm'e ulaşan Ba içerikleri önemli görülmektedir (Çizelge 1). Cevher mikroskobisi çalışmalarında yaygın gözlenen pirit, kalkopirit, sfalerit ve galenit Pb, Zn, Fe ve Cu'nun ana mineralleridir.

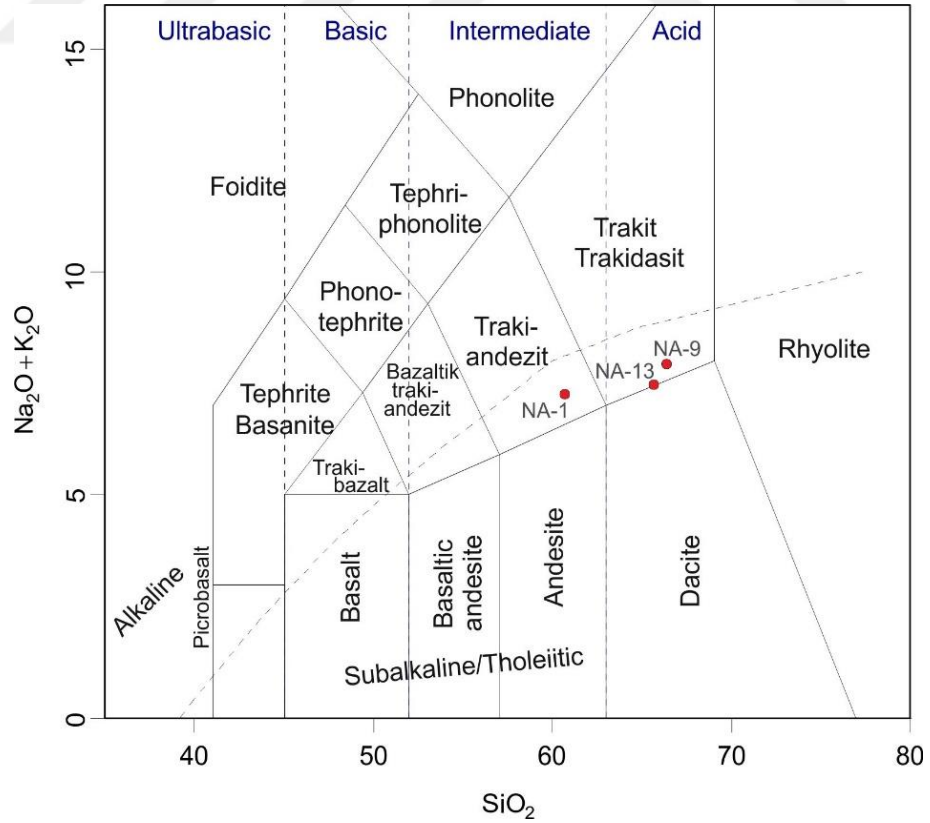
Goşgarçay yatağından alınan numunelerin en yüksek Au değeri 11.3 ppm'dir. Yataktaki Ag değerleri 21 ppm'e kadar yükselmektedir. Altın ve gümüş içeriği bakımından değerlendirildiğinde Goşgarçay porfir bakır yatağı aynı zamanda önemli bir Au cevherleşmesi olarak kabul edilebilir. Au değeri 11.3 ppm olan NA-16 numaralı numunede Fe₂O₃ % 11.74, Cu % 4.84 ve Zn 333 ppm'dir. Dolayısıyla bu numunede altının özellikle kalkopiritlerle ilişkili olarak zenginleştiği düşünülmektedir.

Kimyasal analiz sonuçlarına göre Goşgarçay yatağı Cu, As, Ba bakımından zengin olan porfirik yataktır.

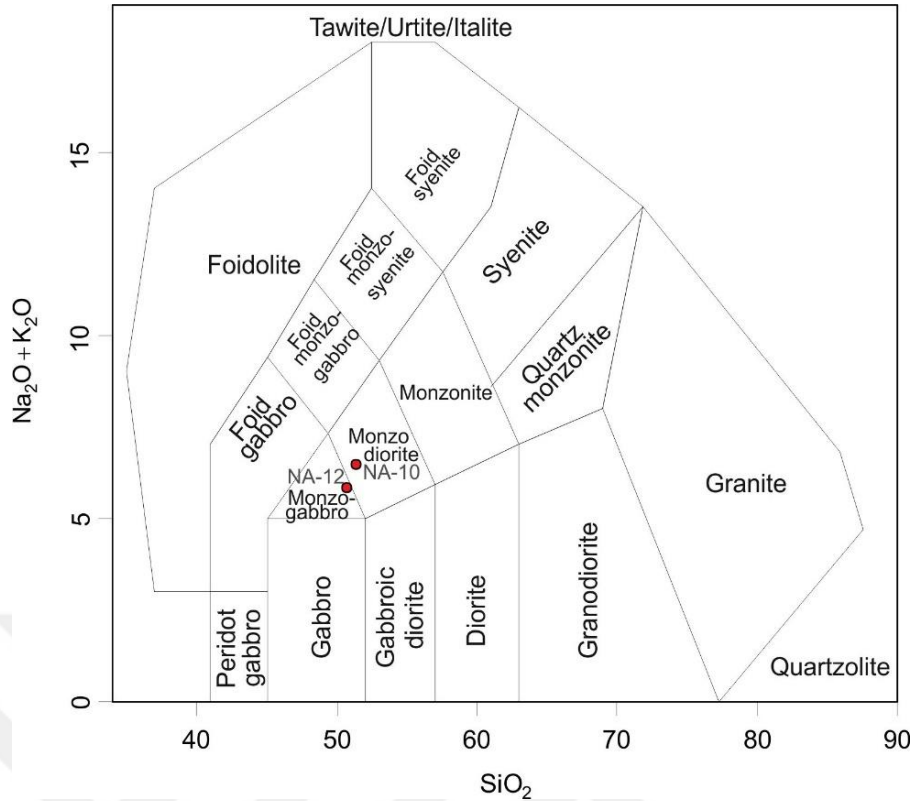
Cevherleşme bölgesinden derlenen kayaç örneklerinden yapılan kimyasal analiz sonuçlarının değerlendirilmesi ile kayaçların kalkalkalen seri oldukları (Şekil 20, 21 ve 22) ve volkanik kayaçların traki-andezit ve traki-dasit bileşiminde, derinlik kayaçlarının ise monzogabro ve monzodiyorit bileşiminde oldukları görülmüştür (Şekil 22).



Şekil 20. Goşgarçay porfir bakır yatağındaki kayaçların AFM diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971).



Şekil 21. Goşgarçay Yatağındaki volkanik kayaçların Toplam Alkali-Silis (TAS) diyagramı (Le Bas ve ark., 1986)



Şekil 22. Goşgarçay porfir bakır yatağındaki derinlik kayaçlarının Toplam Alkali-Silis (TAS) diyagramı (Middlemost, 1994).

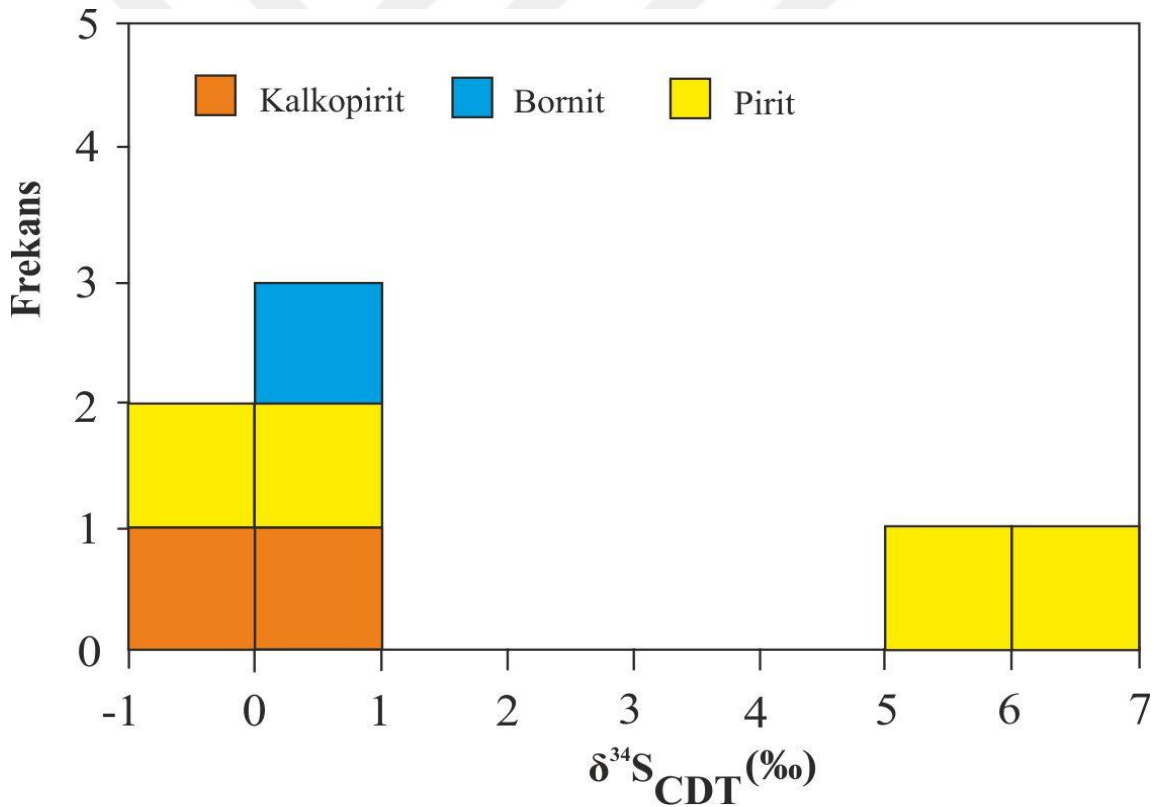
4.8. S İzotopu çalışmaları

Kükürt izotop analizleri için Goşgarçay porfir bakır yatağından derlenen ve kimyasal analizlere göre altın içeriği yüksek olan (NA-2, NA-11, NA-16) cevher örnekleri de dikkate alınarak sülfid mineralleri (kalkopirit, bornit ve pirit) % 100'e yakın saflıkta ayrılmıştır. Arizona Üniversitesi Duraylı İzotop Laboratuvarında gerçekleştirilen analizlerinin sonuçları örnek numarası ve mineral türü de dikkate alınarak Çizelge 1'de verilmiştir. Analiz sonuçlarındaki hassasiyet ‰ 0.15 olarak ölçülmüştür. Buna göre, Goşgarçay cevherleşmesindeki minerallerin $\delta^{34}\text{S}$ değerleri ‰ -0.5 ile ‰ 6.5 arasında değişmektedir. Kalkopiritlerin $\delta^{34}\text{S}$ değerleri ‰ -0.2 ile ‰ 0.2 arasında değişirken, piritlerin $\delta^{34}\text{S}$ değerleri -0.5 ile ‰ 6.5 arasında değişmektedir. Bornitin ise $\delta^{34}\text{S}$ değeri ‰ 0.1'dir (Çizelge 2; Şekil 23). $\delta^{34}\text{S}$ değerlerinin dağılımının darlığı (binde ± 5) ve binde sıfıra yakınlıkları magmatik hidrotermal yatakların özellikleridir (Jensen, 1967; Gökçe, 1993; Özen, 2012; Özen ve Arık, 2015; İsmayıl ve ark., 2021a, İsmayıl ve ark. 2021b). Cevherleşmeye ait kalkopirit, bornit ve piritin hesaplanan $\delta^{34}\text{S}_{\text{H}_2\text{S}}$ değerleri ise Çizelge 2. de verilmiştir. Buna göre $\delta^{34}\text{S}_{\text{H}_2\text{S}}$ değerleri, kalkopirit için ‰ -0.07 ile ‰ 0.3; pirit için ‰ -1.5 ile ‰ 5.5 ve bornit için ‰ 0.7'dur.

Çizelge 2. Goşgarçay yatağındaki sülfid minerallerinin ve H₂S'in δ³⁴S izotop değerleri (H₂S hesaplanmasında kullanılan formüller, pirit için $1000 \ln \alpha_{(\text{mineral-H}_2\text{S})} = 0.40 (10^6/T^2)$; kalkopirit için $1000 \ln \alpha_{(\text{mineral-H}_2\text{S})} = -0.05 (10^6/T^2)$; bornit için $1000 \ln \alpha_{(\text{mineral-H}_2\text{S})} = -0.25 (10^6/T^2)$; Ohmoto ve Rye (1979) ve Ohmoto ve Goldhaber (1997)'den alınmıştır. T=350 °C olarak hesaplanmıştır.

| Mineral | Örnek No | δ ³⁴ S (‰) | δ ³⁴ SH ₂ S |
|------------|----------|-----------------------|-----------------------------------|
| Kalkopirit | NA-2 | 0.2 | 0.3 |
| | NA-16 | -0.2 | -0.07 |
| Pirit | NA-16 | -0.5 | -1.5 |
| | NA-17-1 | 6.5 | 5.5 |
| | NA-17-2 | 5.7 | 4.7 |
| | NA-11 | 0.4 | -0.6 |
| Bornit | NA-16 | 0.1 | 0.7 |

Goşgarçay cevherleşmesindeki pirit, kalkopirit ve bornite ait δ³⁴S değerlerinin birbirilerine yakın değerler göstermesi bu minerallerin aynı kökenli akışkandan kaynaklandığını göstermektedir. Cevherleşmeye ait sülfidli minerallerin δ³⁴S değerlerine göre süksesyonun pirit-1 → kalkopirit → bornit → pirit-2 şeklinde olduğu söylenebilir.



Şekil 23. Goşgarçay cevherleşmesinden derlenen bazı örneklerdeki kalkopirit, pirit ve bornitteki δ³⁴S değerlerinin histogramı

Kükürt izotop jeotermometresine göre cevherleşme sıcaklık hesaplamalarında anlamlı sıcaklık değerlerine ulaşamamıştır.

4.9. Sıvı Kapanım Çalışmaları

Sıvı kapanım çalışmaları, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Jeoloji Mühendisliği Bölümü Sıvı Kapanım Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. NA-2, NA-11, NA-16, ve NA-17 numaralı 4 adet kuvars içeren kayaç, sıvı kapanım çalışması için istenilen kalınlığa kadar aşındırılmış ve parlatılmıştır (Şekil 24). 80-120 mikron arası kalınlığına kadar inceltelen ince kesitler hazırlanarak sıvı kapanım petrografisi çalışmaları yapılmıştır. Sıvı kapanımı petrografisi çalışmalarında tüm örneklerdeki sıvı kapanımlar kökensel olarak birincil ve ikincil olarak ayırt edilmiş ve mikrotermometrik ölçümler sırasında faz değişimlerinin izlenebileceği şeffaflıktaki ve büyüklükteki sıvı kapanımlar ölçüm için belirlenmiştir (Şekil 24). Hazırlanan iki tarafı parlatılmış ince kesitlerin Olympus marka mikroskoba monteli "Linkham THMG - 600 soğutma-ısıtma (heating-freezing) sisteminde mikrotermometrik ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Kuvars minerallerinde tespit edilen sıvı kapanımların petrografisi Roedder (1984) ile Van den Kerkhof ve Hein (2001) tarafından belirtilen kökensel sınıflama kriterleri dikkate alınarak yapılmıştır. Bu kriterlere göre, birincil kapanımlar mineralin oluşumu sırasında, ikincil kapanımlar ise mineralin oluşumu sonrası mikro kırıklarda oluşmaktadır (Roedder, 1984; Shepherd ve ark., 1985). İncelenen kuvars örneklerinde hem birincil hem de ikincil kapanımların varlığı tespit edilmiştir. Ancak ölçümler birincil kapanım olduğundan emin olunan sıvı kapanımlardan yapılmıştır. Birincil kapanımlar, oda sıcaklığında sıvı ve gaz (SG-tip) içeren iki fazlı kapanımlardır.

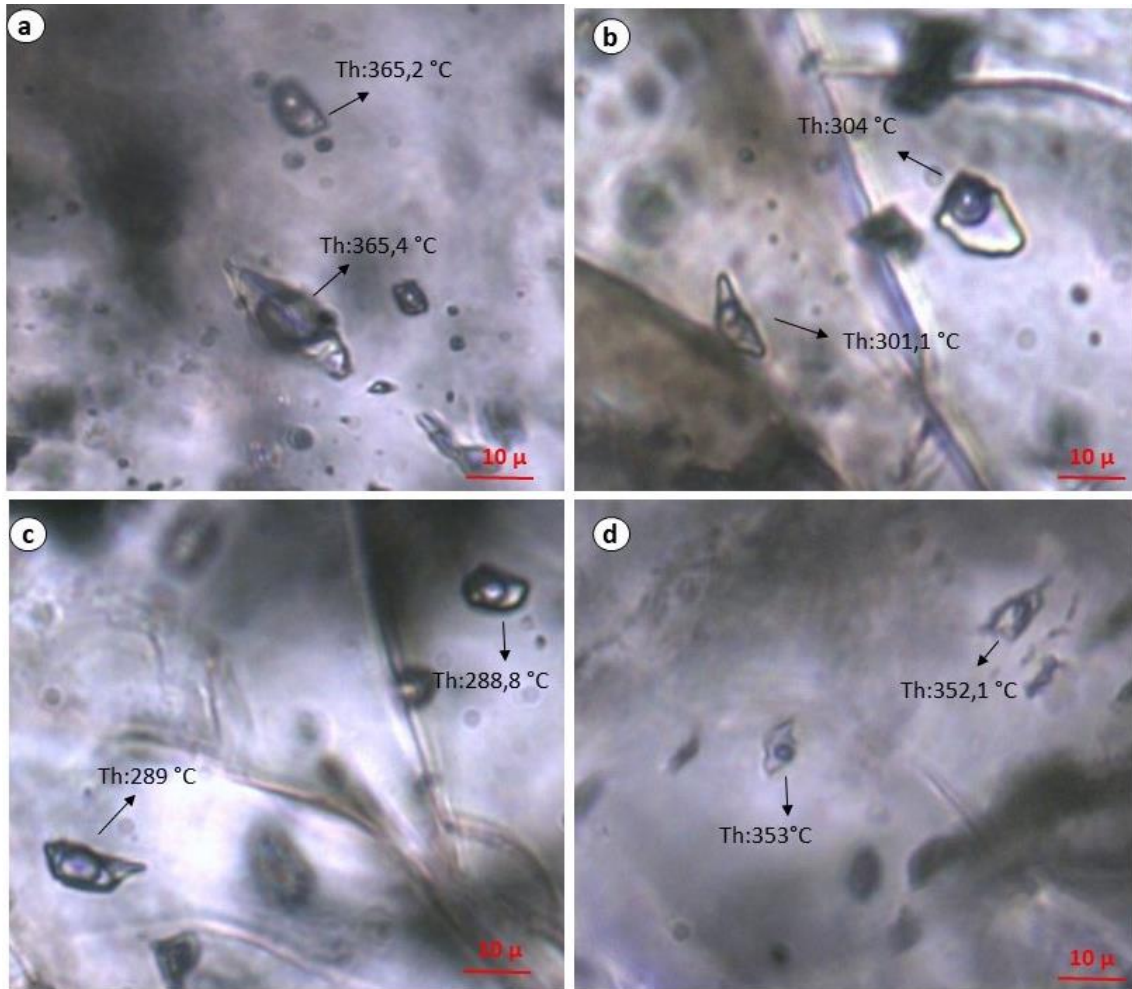
SG-tip kapanımlarda sıvı faz gaz fazından hacimsel olarak daha büyük ve baskındır (Şekli 24). Ölçülen SG-tip birincil kapanımların tamamı gaz fazında homojenleşmiştir. Kırık ve çatlaklar boyunca gelişen ikincil kapanımlarda ise ölçüm gerçekleştirilmemiştir.

İncelenen kuvars örneklerinde tespit edilen sıvı kapanımların boyutları 5-30 µm arasında olup yaygın olarak 15 mikron boyutundadır. İncelenen kuvars örneklerinde yapılan mikrotermometrik ölçümlerde sıvı kapanımların Son Buz Ergime Sıcaklığı (T_{m-ice} °C) ve Homojenleşme Sıcaklıkları (T_h °C) ölçülmüştür (Tablo 1).

SG-tipi kapanımlarda yapılan ölçümlerde T_{m-ice} değerlerinin -1.5 ile -4.8 °C arasında olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen son buz ergime sıcaklıkları (T_{m-ice}) Bodnar'ın (1993) eşitliğine göre değerlendirilmiş ve % NaCl eşdeğerleri tuzlulukları hesaplanmıştır.

Mikrotermometrik ölçümlerde SG-tipi kapanımların homojenleşme sıcaklıkları (Th, °C) 253.3 °C ile 380°C arasında değişmekte, Tm-ice'a karşılık gelen tuzluluklar ise %2,6 ile %7,6 NaCl arasında değişmektedir (Tablo 1).

Elde edilen Th değerlerinin dağılımını Th vs. frekans histogramında değerlendirilmiştir (Şekil 25). Şekil 25'te de görüleceği gibi sıvı kapanımların Th verileri iki grupta yoğunlaşmaktadır (Şekil 25). Birinci gruptaki kapanımlardan 34 adet Th verisi 250-300°C arasında (ortalama 278°C Th) ve ortalama %5,2 NaCl eşdeğeri tuzluluğa sahiptir. İkinci gruptaki kapanımların sıcaklıkları daha yüksek olup, 21 adet Th değer 350-380°C arasında değişmekte ve ortalama 366°C Th ile ortalama %5 NaCl eşdeğeri tuzluluğa sahiptir. Kuvars minerallerinden elde edilen toplam 62 adet Th değerinin ortalaması ise 313 °C (n=62) olarak belirlenmiştir.



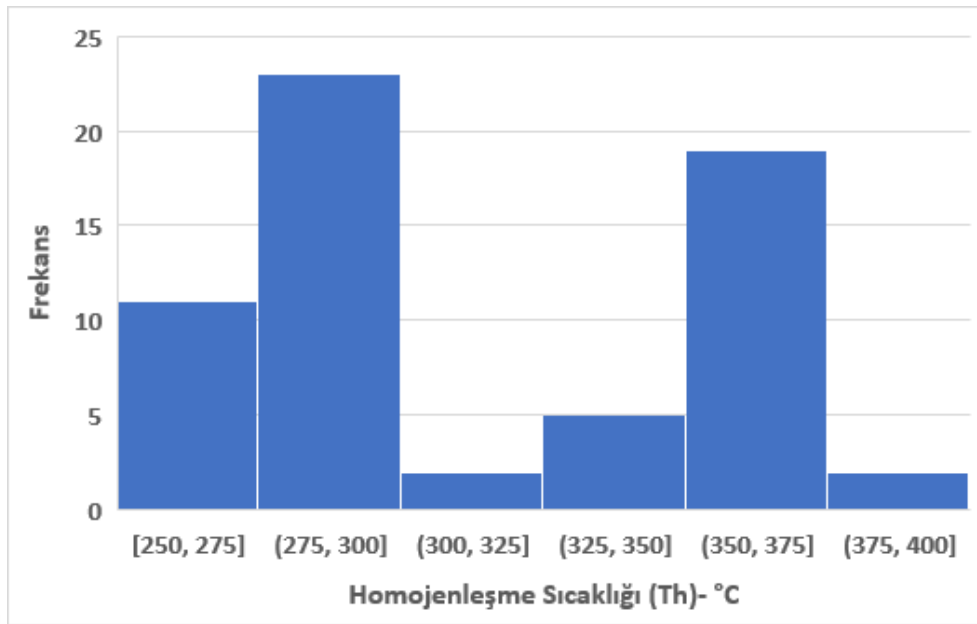
Şekil 24. (a, b, c, d) Kuvars minerallerinde tespit edilen SG-tipi, birincil kökenli sıvı kapanım birlikteliklerinin (FIAs) görünümü.

İncelenen 4 örnekteki kuvars minerallerinde ölçüme uygun sıvı kapanım tespit edilmiştir. NA-16 numaralı örnekte sıvı kapanım tespit edilememiştir. Bu örneklerden

hazırlanan 4 parlak ince kesitte, kuvars minerallerinden toplam 62 adet birincil kökenli sıvı ve gaz içeren sıvı kapaçta mikrotermometrik ölçümler yapılmıştır.

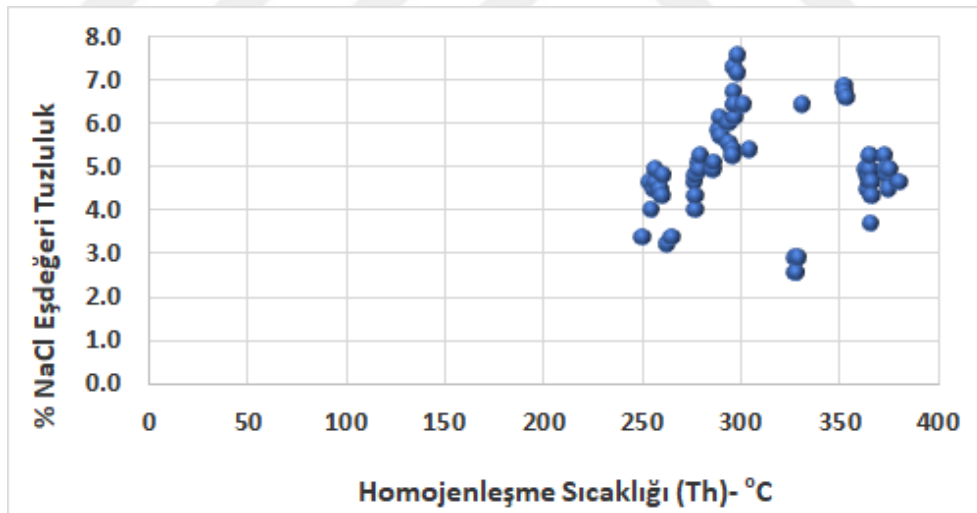
Çizelge 3. Kuvars kristallerinden elde edilen mikrotermometrik veriler

| | Örnek | Son Buz Ergime Sıcaklığı T _m -ice (° C) | Homojenleşme Sıcaklığı (° C) | % NaCl Eşdeğer Tuzluluk | | Örnek | Son Buz Ergime Sıcaklığı T _m -ice (°C) | Homojenleşme Sıcaklığı (° C) | % NaCl Eşdeğer Tuzluluk |
|----|-------|--|------------------------------|-------------------------|----|-------|---|------------------------------|-------------------------|
| 1 | NA-2 | -3.0 | 285.5 | 5.0 | 32 | NA-11 | -3.2 | 372.2 | 5.3 |
| 2 | NA-2 | -3.1 | 286.0 | 5.1 | 33 | NA-11 | -2.8 | 365.8 | 4.6 |
| 3 | NA-2 | -2.6 | 276.8 | 4.3 | 34 | NA-11 | -3.0 | 362.8 | 5.0 |
| 4 | NA-2 | -2.8 | 276.0 | 4.6 | 35 | NA-11 | -2.9 | 364.4 | 4.8 |
| 5 | NA-2 | -2.9 | 276.3 | 4.8 | 36 | NA-17 | -1.9 | 262.3 | 3.2 |
| 6 | NA-2 | -2.4 | 276.5 | 4.0 | 37 | NA-17 | -2.9 | 260.0 | 4.8 |
| 7 | NA-2 | -3.2 | 279.1 | 5.3 | 38 | NA-17 | -2.7 | 255.6 | 4.5 |
| 8 | NA-2 | -3.1 | 278.0 | 5.1 | 39 | NA-17 | -2.8 | 256.3 | 4.6 |
| 9 | NA-2 | -3.0 | 278.3 | 5.0 | 40 | NA-17 | -2.8 | 253.3 | 4.6 |
| 10 | NA-2 | -4.0 | 330.6 | 6.4 | 41 | NA-17 | -2.0 | 264.4 | 3.4 |
| 11 | NA-2 | -4.1 | 353.1 | 6.6 | 42 | NA-17 | -2.7 | 258.8 | 4.5 |
| 12 | NA-2 | -4.3 | 352.0 | 6.9 | 43 | NA-17 | -2.6 | 259.9 | 4.3 |
| 13 | NA-2 | -4.2 | 352.1 | 6.7 | 44 | NA-17 | -2.4 | 254.4 | 4.0 |
| 14 | NA-2 | -1.7 | 327.0 | 2.9 | 45 | NA-17 | -2.0 | 253.3 | 3.4 |
| 15 | NA-2 | -1.7 | 328.8 | 2.9 | 46 | NA-17 | -3.0 | 256.3 | 5.0 |
| 16 | NA-2 | -1.5 | 327.6 | 2.6 | 47 | NA-17 | -3.8 | 296.6 | 6.2 |
| 17 | NA-2 | -1.5 | 327.3 | 2.6 | 48 | NA-17 | -3.3 | 295.5 | 5.4 |
| 18 | NA-11 | -2.9 | 364.0 | 4.8 | 49 | NA-17 | -3.5 | 289.5 | 5.7 |
| 19 | NA-11 | -2.8 | 365.4 | 4.6 | 50 | NA-17 | -3.7 | 293.3 | 6.0 |
| 20 | NA-11 | -2.9 | 374.0 | 4.8 | 51 | NA-17 | -3.6 | 288.2 | 5.9 |
| 21 | NA-11 | -2.8 | 365.0 | 4.6 | 52 | NA-17 | -3.8 | 288.8 | 6.2 |
| 22 | NA-11 | -2.6 | 366.0 | 4.3 | 53 | NA-17 | -4.0 | 296.6 | 6.4 |
| 23 | NA-11 | -2.7 | 364.2 | 4.5 | 54 | NA-17 | -3.2 | 295.6 | 5.3 |
| 24 | NA-11 | -2.7 | 374.2 | 4.5 | 55 | NA-17 | -3.4 | 293.6 | 5.6 |
| 25 | NA-11 | -3.0 | 375.1 | 5.0 | 56 | NA-17 | -4 | 301.0 | 6.4 |
| 26 | NA-11 | -3.2 | 365.2 | 5.3 | 57 | NA-17 | -3.3 | 304.0 | 5.4 |
| 27 | NA-11 | -2.8 | 380.0 | 4.6 | 58 | NA-17 | -4.0 | 296.5 | 6.4 |
| 28 | NA-11 | -3.0 | 365.2 | 5.0 | 59 | NA-17 | -4.6 | 296.0 | 7.3 |
| 29 | NA-11 | -2.9 | 364.4 | 4.8 | 60 | NA-17 | -4.8 | 297.7 | 7.6 |
| 30 | NA-11 | -3.0 | 373.0 | 5.0 | 61 | NA-17 | -4.5 | 297.7 | 7.2 |
| 31 | NA-11 | -2.2 | 365.5 | 3.7 | 62 | NA-17 | -4.2 | 296.0 | 6.7 |



Şekil 25. Kuvars minerallerinden elde edile homojenleşme sıcaklığı (Th) - Frekans histogramı.

Elde edilen mikrotermometrik verilere göre kuvars oluşumunda etkin olan akışkanların başlangıçta ortalama %5 NaCl tuzluluğa ve 366 °C sıcaklığa sahip olduğu, cevherleşmenin ilerleyen aşamasında akışkanların sıcaklığı ortalama 278 °C'ye tuzluluk ise ortalama % 5.2 NaCl ile fazla bir değişim geçirmemiştir (Şekil 26).



Şekil 26. Kuvars minerallerinden elde edilen homojenleşme sıcaklığı- % NaCl eşdeğeri tuzluluk diyagramı.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Goşgarçay porfir bakır yatağı Azerbaycan'ın batısında, Küçük Kafkaslar'ın Lök Ağdam yapısal-metalojenik bölgesinin güneyinde Murovdağ antiklinoryumunun kuzeybatı kanadında yer almaktadır.

Goşgarçay porfir bakır yatağı ve yakın çevresinde Bajosiyen (orta Jura) yaşlı çoğunlukla bazaltların, andezit-bazaltların ve andezitlerin kırıntı kayaçları ile temsil edilen proklastiklerden oluşan volkanik kayaçlar ve az oranda sedimanter kayaçlar bulunmaktadır. Volkanik kayaçlar Malm ve Alt Kretase yaşlı gabro, gabro-norit, gabro-diyorit ve daha az oranda gabro-piroksenit ile kuvars-diyorit, diyorit ve granodioritleriyle temsil edilen magmatik kayaçlarla kesilmektedir.

Goşgardağ porfir bakır cevherleşmesi Bajosiyen yaşlı volkano-sedimanter kayaçlara sokulum yapan Üst Jura-Alt Kretase yaşlı magmatik kayaçların sınırında magmatik kayaçlara bağlı olarak oluşmuştur.

Goşgarçay porfir-bakır yatağında belirlenen başlıca cevher mineralleri pirit, kalkopirit, sfalerit ve manyetittir. Yatakta genellikle kuvarsla temsil edilen gang mineralleri bulunmaktadır.

Yan kayaçlarda başlıca kuvars, plajioloklas, alkali feldispat, kil, zeolit, dolomit, kalsit, amfibol, hematit ve mikalar bulunmaktadır. Kayaçlarda yaygın olarak arjilik ve propilitik alterasyonlar gözlenmiş olup arjilik alterasyon zonunda kaolinit, profillit ve illit, propilitik alterasyon içerisinde klorit, epidot ve kalsit yaygın olarak gözlenmiştir.

Goşgarçay porfir bakır yatağında analizi gerçekleştirilen ana oksitlerden SiO₂ % 56.7, Al₂O₃ % 8.16, Fe₂O₃ % 6.37, CaO % 2.75, MgO % 2.14, Na₂O % 1.61, K₂O % 1.09 ortalama değerlere sahiptir.

Goşgarçay yatağında ortalama 19094,6 ppm. Cu bulunmakta olup değişim aralığı 34.2ppm- 64500 ppm'dir. Yataktaki Cu mineralojik ve petrografik analizlerde belirlenen kalkopirit, bornit, sfalerit ile bakır içeren sülfatlara bağlıdır.

Goşgarçay yatağında 11.3 ppm'e ulaşan Au yatağın aynı zamanda altın yatağı olarak değer kazanmasını sağlamıştır. Yatakta Zn oranı 12.2- 437 ppm arası değişirken. 475 ppm'e ulaşan As, 234 ppm'e ulaşan V, 373 ppm'e ulaşan Ba içerikleri önemli görülmektedir. Cevher mikroskobisi çalışmalarında yaygın gözlenen pirit, kalkopirit, sfalerit ve galenit Pb, Zn, Fe ve Cu'ın ana mineralleridir.

Goşgarçay porfir-bakır yatağından alınan numunelerden kükürt izotopu analizi de yapılmıştır. Kükürt izotop analizleri için kalkopirit, bornit ve piritlerde $\delta^{34}\text{S}$ değerleri ‰ -0.5 ile ‰ 6.5 arasında değişmektedir. Kalkopiritlerin $\delta^{34}\text{S}$ değerleri ‰ -0.2 ile ‰ 0.2 arasında değişirken, piritlerin $\delta^{34}\text{S}$ değerleri -0.5 ile ‰ 6.5 arasında değişmektedir. Bornitin ise $\delta^{34}\text{S}$ değeri ‰ 0.1'dir.

Goşgarçay yatağından alınan kuvars minerallerinde hem birincil hem de ikincil kapanımlar bulunmakta olup birincil kapanımlar oda sıcaklığında sıvı ve gaz (SG-tip) içeren iki fazlı kapanımlardır. SG-tip kapanımlarda yapılan ölçümlerde Tm-ice değerlerinin -1.5 ile -4.8 °C, homojenleşme sıcaklıkları (Th, °C) 253.3 °C ile 380°C arasında değişmekte, Tm-ice'a karşılık gelen tuzluluklar ise % 2.6 ile % 7.6 NaCl arasında değişmektedir. Sıvı kapanımların Th verileri iki grupta yoğunlaşmakta olup birinci gruptaki kapanımlardan 34 adet Th verisi 250-300°C arasında (ortalama 278°C Th) ve ortalama % 5,2 NaCl eşdeğeri tuzluluğa sahiptir. İkinci gruptaki kapanımların sıcaklıkları daha yüksek olup, 21 adet Th değer 350-380°C arasında değişmekte ve ortalama 366°C Th ile ortalama % 5 NaCl eşdeğeri tuzluluğa sahiptir. Kuvars minerallerinden elde edilen toplam 62 adet Th değerinin ortalaması ise 313 °C (n=62) olarak belirlenmiştir.

Saha gözlemleri, mineralojik, petrografik, jeokimyasal S izotopu ve sıvı kapanım verilerine göre Goşgarçay porfir bakır yatağı Erken Kretase döneminde Orta Jura yaşlı kayalara sokulum yapan gabroid ve granodiyoritlere bağlı olarak gelişen porfir-hidrotermal ir maden yatağıdır.

5.2 Öneriler

Goşgarçay porfir bakır yatağından derlenen sınırlı sayıda numune üzerinde gerçekleştirilen mineralojik, petrografik, jeokimyasal, sıvı kapanım ve S izotop verilerine göre bu yatak hem bakır hem de Au ve Ag bakımından zengin olup Batı Azerbaycan'ın doğal kaynak potansiyeline katkı sağlayabilecek bir cevherleşmedir.

Goşgarçay yatağı ve çevresinde gerçekleştirilecek ayrıntılı jeolojik, petrografik, jeokimyasal, izotopik ve miktotermometrik analizlerle yatağın Au, Ag ve Cu tenör ve rezervi ortaya konularak Azerbaycan Cumhuriyeti'nin yeraltı kaynak potansiyeli geliştirilebilecektir.

Yatakta yapılacak olan ayrıntılı araştırmalarla söz konusu porfir bakır yatağının oluşum modeli ortaya konularak Azerbaycan'ın batısındaki diğer cevherleşmelerle birlikte 2020 yılına kadar işgal altında olan Karabağ bölgesindeki diğer metalik maden yataklarının oluşum koşulları hakkında değerlendirmeler yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abdullayev, A. Z. ve Aliyev, S. A., 1996, 1962-1963 yılları arasında Gedebeý, Bakü, 47-56 (Rusça).
- Abdullayev, R. N., 1988, Küçük Kafkasya içerisindeki Mesozoik magmatik formasyonu ve ilişkili endojen cevherleşmesi, (Rusça), Bakü, 158s.
- Agard, P., Omrani, J., Jolivet, L., Whitechurch, H., Vrielynck, B., Spakman, W., Monié, P., Meyer, B. ve Wortel, R., 2011, Zagros orogeny: a subduction-dominated process, *Geological Magazine*, 148 (5-6), 692-725.
- Agard, P., Omrani, J., Jolivet, L., Whitechurch, H., Vrielynck, B., Spakman, W., Monié, P., Alizadeh, A. A., Guliyev, I. S., Kadirov, F. A. and Eppelbaum, L.V., 2017, Economic Minerals of Azerbaijan. Volume II: Economic Geology and Applied Geophysics, In: *Geosciences of Azerbaijan.*, In, Eds: Regional Geology Reviews. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-40493-6_2, Print ISBN978-3-319-40492-9, Online ISBN978-3-319-40493-6, eBook Packages Earth and Environmental Science, Springer, Cham, p. 25-106.
- Allen, M. B. ve Armstrong, H. A., 2008, Arabia–Eurasia collision and the forcing of mid-Cenozoic global cooling, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 265 (1-2), 52-58.
- Arık, F., 2012, Genetic Characteristics of the Gozecukuru As-Sb Deposits near Kutahya, Turkey, *Journal Geological Society of India*, 80 (December 2012), 855-868.
- Babazade, V. M., Mahmudov, A. İ., Ramazanov, V. G., 1990, Porfiri bakır ve molibden yatakları, Bakü: Azerbaycan Devlet Yayınevi, 377.
- Babazadeh, V. M., 2000, Sülfürlü cevher oluşumlarının jeolojik- jenetik genel modellemesi, Eds, Bakü: Bakü Devlet Üniversitesi Yayınevi (Doğa bilimleri serisi), N1, 105-126.
- Babazadeh, V. M., Abdullayeva, Ş. F., 2012, Asil metalik-magmatik sistemler, Bakü, Ozan yayınevi, 275s.
- Babazadeh, V. M., Ağasıyev, M. A., Ramazanov, V.G., 1989, Küçük Kafkas'ın bakır-porfir yataklarının tipik jeoloji modellemesi, Bakü, 81-123.
- Babazadeh, V. M., Hüseyinov, G. S., Ekberov Ş. F., Hüseyinov, A. İ., Bağirova, E. Y., 2002, Gedebeý bakır-kuvars filizlerinde altın (Küçük Kafkas), Bakü Devlet Üniversitesi yayınevi, N1, Bakü, 116-126.
- Babazadeh, V. M., Ramazanov, V. G., Mansurov, M. İ., 2005, Azerbaycan'ın mineral-maden kaynakları, Ozan yayınevi, Bakü, 808s.
- Babazadeh, V. M., Veliyev, A., Abdullayeva, S. F., Imamverdiyev, N. A., Mammedov, S. M., Ibrahimov, J. R. ve Bayramov, A., 2015, New Perspective Gadir Mineralization Field in Gedabek Ore Region, *ANAS earth science*, No 2, 8p.
- Babazadeh, V., Mursalov, S., Veliyev, A., Imamverdiyev, N., Abdullayeva, S., Bayramov, A., Talibov, M., 2019. Geochemical anomalies in the NW flank of Gedabek mine (Lesser Caucasus, Azerbaijan). *International Journal of Mining Sciences (IJMS)* 5 (1), 31–42.
- Babazadeh, V.M., Ramazanov, V.G., Mansurov, M.İ., Abdullayeva Ş.F., Murselov, S.S., 2006, Dagkesemen cevher kütlesi, Lök-Karabağ bölgesinin gelecek vaat eden bir metalojenik birimi, Bakü Devlet Üniversitesi yayınevi, N1, Bakü, 74-86s.
- Ballato, P., Uba, C. E., Landgraf, A., Strecker, M. R., Sudo, M., Stockli, D. F., Friedrich, A. ve Tabatabaei, S. H., 2011, Arabia-Eurasia continental collision: Insights from late Tertiary foreland-basin evolution in the Alborz Mountains, northern Iran, *Bulletin*, 123 (1-2), 106-131.
- Barrier E, Vrielynck B (2008) Paleotectonic Maps of the Middle East., Middle East Basins Evolution Programme, CGMW, Atlas, Maps., pp 1–14,
- Hemon, P., Moritz, R. ve Ramazanov, V., 2012, The Gedabek Epithermal Cu–Au Deposit, Lesser Caucasus, Western Azerbaijan: geology, alterations, petrography and evolution

- of the sulfidation fluid states, In: In Integrated Exploration and Ore Deposits, Proceedings SEG 2012 Conference, Eds, Lima, Peru p. (p. Poster 50).
http://aimc.az/index.php?option=com_content&view=article&id=71&Itemid=72
<http://www.angloasianmining.com/operations/overview> 2018
<https://www.gzt.com/dunya-politika/turk-dunyasinin-kiskandiran-yeralti-kaynaklari-2797842>,
 [Ziyaret Tarihi: 25.07.2021]
- Irvine ve Baragar 1971
- İsmayıl C, Arık F, Özen Y, 2020, Mineralogical and ore petrographic, comparison of Gedabey and Gadir deposits in Gedabey region, (Western Azerbaijan). Azerbaijan Nat Academic Sci ANAS, Transac Earth Sci N2:49–60,
- İsmayıl, C., 2019, Gedebeý (Batı Azerbaycan) Au-Cu yatağının jeolojik, mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin incelenmesi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliđi ABD, Yüksek lisans tezi, 92 s.
- İsmayıl, C., Arık, F. ve Özen, Y., 2018, Preliminary Geological and Mineralogical Features of Gedabek (Western Azerbaijan) Au-Cu Deposit". Engineering Sciences Journal of Omer Halisdemir University 7, 1153-1158.
- İsmayıl, C., Arık, F., Özen, Y., Bayramov, A., 2021b, Geochemical, mineralogical and sulfur isotopic evidence on the genesis of the Gadir Au-Ag-Cu-Pb-Zn deposit (NW Azerbaijan) in the Lesser Caucasus, Arabian Journal of Geosciences (2021) 14: 1298, 20 pp, <https://doi.org/10.1007/s12517-021-07520-6>
- İsmayıl, C., Özen, Y., Arık, F. and Veliyev, A., 2021a, Genesis of the Gedabek Au-Ag-Cu deposit (Azerbaijan) in the Lesser Caucasus: Insights from geochemistry, fluid inclusion and sulfur isotope, Journal of Asian Earth Sciences, 206, February 2021, 104627, <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2020.104627>
- Le Bas, M. J., Le Maitre, R. W., Streckeisen, A., Zanettin, B., 1986, A Chemical Classification of Volcanic Rocks Based on the Total Alkali-Silica Diagram, IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks A. Journal of Petrology, 27, 3, 745–750.
- Mammadov, M. N., 2006, Küçük Kafkasya, Talış ve Urmiya-Doktar alkali ve subalkali serilerinin oluşumu ve evrimi koşullarının bazı jeolojik ve petrolojik sorunları, Bakü Devlet Üniversitesi Doğa Bilimleri sayısı, N3, Bakü, 91-98s. (Rusça).
- Mederer, J., Moritz, R., Zohrabyan, S., Vardanyan, A., Melkonyan, R. ve Ulianov, A., 2014, Base and precious metal mineralization in Middle Jurassic rocks of the Lesser Caucasus: a review of geology and metallogeny and new data from the Kapan, Alaverdi and Mehmana districts, Ore Geology Reviews, 58, 185-207.
- Middlemost, E. A. K., 1994, Naming materials in the magma/igneous rock system, Earth-Science Reviews, 37, 3–4, 215-224
- Mohajjel, M. ve Fergusson, C. L., 2000, Dextral transpression in Late Cretaceous continental collision, Sanandaj–Sirjan zone, western Iran, Journal of Structural Geology, 22 (8), 1125-1139.
- Moritz, R., Melkonyan, R., Selby, D., Popkhadze, N., Gugushvili, V., Tayan, R. ve Ramazanov, V., 2016, Metallogeny of the Lesser Caucasus: from arc construction to post-collision evolution, In: Special publications of the Society of Economic Geologists., (19), 157-192.
- Moritz, R., Melkonyan, R., Selby, D., Popkhadze, N., Gugushvili, V., Tayan, R. ve Ramazanov, V., 2016, Metallogeny of the Lesser Caucasus: from arc construction to post-collision evolution, In: Special publications of the Society of Economic Geologists., Society of Economic Geologists, 157-192.
- Moritz, R., Rezeau, H., Mederer, J., Gialli, S., Hemon, P., Lavoie, J., Calder, M., Hovakimyan, S., Melkonyan, R. ve Tayan, R., 2017, Gold deposits of the Lesser Caucasus: products of successive Mesozoic and Cenozoic geodynamic settings, Mineral Resources to Discover - 14th SGA Biennial Meeting 2017, 1, 67-70.

- Moritz, R., Selby, D., Ovtcharova, M., Mederer, J., Melkonyan, R., Hovakimyan, S., Tayan, R., Popkhadze, N., Gugushvili, V., and Ramazanov, V., 2012. Diversity of geodynamic settings during Cu, Au and Mo ore formation in the Lesser Caucasus: New age constraints, in European Mineralogical Conference, Frankfurt, Germany, Proceedings: European Mineralogical Conference, 1, abstract EMC2012-745.
- Ohmoto, H. and Goldhaber, M. B., 1997. Sulfur and Carbon Isotopes, In: Barnes H (ed.) 517–612. New York, NY: Wiley.
- Ohmoto, H., Rye, O., 1979. Isotopes of sulfur and carbon. In: Barnes, H.L. (Ed.), *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*. Wiley, New York, pp. 506–567.
- Okay, A. I., Zattin, M. ve Cavazza, W., 2010, Apatite fission-track data for the Miocene Arabia-Eurasia collision, *Geology*, 38 (1), 35-38.
- Pierre H., 2013, The Gedabek quartz-adularia-pyrite altered, Cu-Au-Ag epithermal deposit, Western Azerbaijan, Lesser-Caucasus: Geology, alteration, mineralization, fluid evolution and genetic model, University of Geneva, Switzerland, 37.
- Ramazanov, V.G., Kalenderov, B.G., Tahmazova, T.G., Mansurov M.İ., 2009, Azerbaijan Cumhuriyeti topraklarında altın içeriğinin tahmini değerlendirmesi, *Doğa ve teknik bilimler yayınevi, Moskova*, N 4, 194-197s.
- Rezeau, H., Moritz, R., Leuthold, J., Hovakimyan, S., Tayan, R. ve Chiaradia, M., 2017, 30 Myr of Cenozoic magmatism along the Tethyan margin during Arabia– Eurasia accretionary orogenesis (Meghri–Ordubad pluton, southernmost Lesser Caucasus), *Lithos*, 288, 108-124.
- Roedder, E., 1984. Fluid Inclusions. *Rev. Mineral.* 12, 644.
- Rolland, Y., 2017, Caucasus collisional history: Review of data from East Anatolia to West Iran, *Gondwana Research*, 49, 130-146.
- Rolland, Y., Perincek, D., Kaymakci, N., Sosson, M., Barrier, E. ve Avagyan, A., 2012, Evidence for~ 80–75 Ma subduction jump during Anatolide–Tauride–Armenian block accretion and~ 48 Ma Arabia–Eurasia collision in Lesser Caucasus–East Anatolia, *Journal of Geodynamics*, 56, 76-85.
- Rolland, Y., Perincek, D., Kaymakçı, N., Sosson, M., Barrier, E., Avagyan, A., 2012. Evidence for~ 80–75 Ma subduction jump during Anatolide–Tauride–Armenian block accretion and~ 48 Ma Arabia-Eurasia collision in Lesser Caucasus-East Anatolia. *J. Geodyn.* 56, 76–85.
- Sadikov, E., Veliyev, A., Bayramov, A., Mammadov, S. ve İbrahimov, J., 2018, Isotope geochemical characteristics (Sm-Nd, Rb-Sr, S) and U-Pb SHRIMP II the age of the Gedabek intrusive (Azerbaijan), *Regional geology and metallurgy, Russian*, 83-94 (Rusça).
- Shepherd T. J. and Allen, P .M., 1985, Metallogenesis in the Harlech Dome, North Wales: A fluid inclusion interpretation, *Mineralium Deposita*, 20, 159–168
- Singer, D. A., Berger, V. I. ve Moring, B. C., 2008, Porphyry copper deposits of the World Database and grade and tonnage models, 2008: U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1155, 45 p. and digital data, accessed December 31, 2013, at <http://pubs.usgs.gov/of/2008/1155/>.
- Sosson, M., Rolland, Y., Müller, C., Danelian, T., Melkonyan, R., Kekelia, S., Adamia, S., Babazadeh, V., Kangarli, T. ve Avagyan, A., 2010, Subductions, obduction and collision in the Lesser Caucasus (Armenia, Azerbaijan, Georgia), new insights, *Geological Society, London, Special Publications*, 340 (1), 329-352.
- Şemiyev R.A., Goşgarçay bakır porfir yatağının yapısı ve morfolojisi, *Azerbaycan jeolojisi, Bakü 2010, cumhuriyet ilmi konferansı dökümanları*, s47-48.
- Şikhalibeyli, E.Ş., 1972, Küçük Kafkasya'daki Mega antiklinoriler, *SSCB Jeolojisi, cilt XLVII (jeolojik tanım), Azerbaycan SSCB*, 330-349s.

- Şikhalibeyli, E.Ş., 1996, Azərbaycan'ın jeolojik yapısının ve tektoniğinin bazı problemlili sorunları, Elm yayınevi, Bakü, 215s.
- United Nations, , 2000, Geology and mineral resources of Azerbaijan: New York, United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP), Atlas of mineral resources of the ESCAP region, 15, 216 pp., In, Eds, p.
- Van den Kerkhof, A. M and Hein, U.F., 2001, Fluid inclusion petrography Lithos 55 2001. 27–47 www.elsevier.nl/locate/lithos
- Van Hunen, J. ve Allen, M. B., 2011, Continental collision and slab break-off: A comparison of 3-D numerical models with observations, Earth and Planetary Science Letters, 302 (1-2), 27-37.
- Veliyev A, Bayramov A, Ibrahimov J, Mammadov S, Alizhadeh G., 2018, Geological Setting and Ore Perspective of the New, Discovered Gadir Low Sulfidation Epithermal Deposit, Gedabek, NW Flank, Lesser Caucasus, Azerbaijan. Universal J Geosci 6(3):, 78–101,
- Vincent, S. J., Morton, A. C., Carter, A., Gibbs, S. ve Barabadze, T. G., 2007, Oligocene uplift of the Western Greater Caucasus: an effect of initial Arabia–Eurasia collision, Terra Nova, 19 (2), 160-166.
- 8.Баба-заде В.М., Ахмедов Д.М., Каландаров Б.Г., Мамедов М.Н., Имамвердиев Н.А., Халафлы А.А.,Мансуров М.И, Велиев З.А., Гусейнов А.И. Роль рудоконцентрирующих структур в потенциальной рудоносности магматических образований Муровдагского рудного района (Малый Кавказ). //Вестник Бакинского Университета. 2009, № 3, с 110-118.
- 15.Микайылов С.М., Гаджиев Д.А.-Отчет о результатах посков работ на медь в пределах Муровдагского антиклинория за 1977-1980г.г. Азгоефонд, Баку, 1980.
- Шихалибейли Э.Ш. Геологические строение и история тектонического развития восточной части Малого Каказа, т. 1,2,3. Баку, изд. АН Азерб ССР, 1964-1967, 250с.; 270с.; 315с.
- Павлова И.Г. Медно-порфиновые месторождения. Ленинград, Недра, 1978, 310с.