

T.C.
YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YERKÖY-KAHYAKÖY (YOZGAT) BÖLGESİ POLİMETAL
CEVHERLEŞMESİNİN JEOKİMYASI VE MADEN MİKROSKOBİK
ÖZELLİKLERİ**

OSMAN İLKER KEMALDAR

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Nursel ÖKSÜZ

İkinci Tez Danışmanı

Doç. Dr. İsmail KOÇAK

YOZGAT-2022

T.C.
YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YERKÖY-KAHYAKÖY (YOZGAT) BÖLGESİ POLİMETAL
CEVHERLEŞMESİNİN JEOKİMYASI VE MADEN MİKROSKOBİK
ÖZELLİKLERİ**

OSMAN İLKER KEMALDAR

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Nursel ÖKSÜZ

İkinci Tez Danışmanı

Doç. Dr. İsmail KOÇAK

Bu çalışma Yozgat Bozok Üniversitesi Araştırma Projeleri Birimi tarafından
6601-FBE/20-351 kodu ile desteklenmiştir.

YOZGAT-2022

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan eder, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Osman İlker KEMALDAR

08/02/2022

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YERKÖY-KAHYAKÖY (YOZGAT) BÖLGESİ POLİMETAL CEVHERLEŞMESİNİN JEOKİMYASI VE MADEN MİKROSKOBİK ÖZELLİKLERİ

OSMAN İLKER KEMALDAR

YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. NURSEL ÖKSÜZ

İKİNCİ DANIŞMAN: DOÇ. DR. İSMAİL KOÇAK

Çalışma alanı, Yerköy ilçesinin (Yozgat) 10 km Güneydoğusu ve Kahyaköy mahallesinin 2 km Güneybatısında bulunmakta olup cevherleşme Orta Anadolu kristalen kompleksi granitoidlerinin monzogranitleri içerisinde gözlenmektedir. Cevherleşme, Geç Kretase-Erken Paleosen yaşlı Kötüdağ Volkanitinin getirdiği hidrotermal akışlara bağlı olarak oluşmuştur. Cevherleşmenin ana mineral bileşenleri polimetalik karakter sergileyen manyetit, hematit, götit, kalkopirit, kovellin, bornit, malahit, azurit ve fahlerz'dir.

Cevher örneklerinin jeokimyasal incelemeleri sonucunda cevherleşmede volkanik aktivitenin önemli etkisi olduğu düşünülmektedir. Cevherleşmede hem birincil hem de alterasyon ürünü oluşumlar belirlenmiştir. Kalkopiritin ve kovellinin götit tarafından ornatıldığı ve manyetit de hematite dönüştüğü saptanmıştır. Bu durum cevherleşmenin birkaç evreden oluştuğunu şeklinde yorumlanmıştır. Bunun yanında cevherleşmenin volkanik aktiviteye bağlı daha düşük sıcaklıkta oluştuğu da düşünülebilir. Geç Kretase-Erken-Paleosen döneminde yaşanan volkanizma birincil cevherleşmeyi, dolayısı ile birincil mineralleri oluştururken, daha sonra gelen hidrotermal ve meteorik sular sonucunda ise ikincil minerallerin oluşmasına ya da var olan minerallerin değişmesine sebep olmuştur.

2022, 61 SAYFA

ANAHTAR KELİMELER: Polimetal, hidrotermal, kovellin, azurit, malahit, Yerköy (YOZGAT)

ABSTRACT

MASTER THESIS

GEOCHEMISTRY AND ORE MICROSCOPIC CHARACTERISTICS OF THE POLYMETAL MINERALIZATION OF THE YERKÖY-KAHYAKÖY (YOZGAT) REGION

OSMAN İLKER KEMALDAR

**YOZGAT BOZOK UNIVERSITY
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
DEPARTMENT OF GEOLOGICAL ENGINEERING**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. NURSEL ÖKSÜZ

Co-Supervisor: Assoc. Prof. Dr. İSMAİL KOÇAK

The study area is located 30 km Southwest of Yozgat province, 10 km Southeast of Yerköy district, and 2 km Southwest of Kahyaköy district, and mineralization is observed in monzogranite in Central Anatolian Granitoids within the Central Anatolian crystalline complex. The mineralization was formed due to the hydrothermal flows brought by the Late Cretaceous-Early Paleocene aged Baddag Volcanite that cut the Central Anatolian Granitoids. Minerals exhibiting polymetallic character including magnetite, hematite, goethite, chalcopyrite, covellite, bornite, malachite, azurite, and fahlerz were determined in the bright section examinations made in the ore samples.

Geochemical investigations were also carried out on the ore samples observed in the study area. As a result of these investigations, it is thought that volcanic activity has an important effect on mineralization. In the mineralization, both primary and alteration product formations were determined. It was determined that chalcopyrite and covellite were replaced by goethite and magnetite was transformed into hematite. This situation was interpreted as the mineralization consisting of several phases. In addition, it can be thought that the mineralization is a mineralization that developed at a lower temperature due to volcanic activity. While the volcanism experienced in the Late Cretaceous-Early-Paleocene period formed the primary mineralization and thus the primary minerals, the subsequent hydrothermal and meteoric waters caused the formation of secondary minerals or the change of existing minerals.

2022, 61 PAGES

KEYWORDS: Polymetal, hydrothermal, covellite, azurite, malachite, Yerköy (YOZGAT)

ÖNSÖZ

Bu çalışma Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Kahyaköy (Yerköy) polimetal cevherleşmesinin jeokimyasal özelliklerini ve cevher parajenezini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Yozgat Bozok Üniversitesi tarafından desteklenen çalışmanın başlangıcından sonuna kadar her aşamasında bilgi, deneyim ve tecrübesi ile beni aydınlatan, destekleyen ve her türlü yardımda bulunan değerli danışmanlarım Doç. Dr. Nursel ÖKSÜZ ve Doç. Dr. İsmail KOÇAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım esnasında kaybettiğimiz babam Fikret KEMALDAR'ı saygı ile anıyor, desteğini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan annem Gülbahar KEMALDAR'a teşekkür ederim.

Osman İlker KEMALDAR
YOZGAT 2022

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
TABLolar DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
1.GİRİŞ	1
1.1. İNCELEME ALANININ TANITIMI	1
1.2. ÇALIŞMANIN AMACI.....	1
1.3. MATERYAL VE METOT.....	1
1.4. ÇALIŞMA SAHASININ ÖZELLİKLERİ	2
1.4.1. Coğrafiik Konum, Yerleşim ve Ulaşım	2
1.4.2. Jeomorfoloji, Bitki Örtüsü ve İklim.....	2
1.5. ÖNCEL ÇALIŞMALAR.....	3
2.GENEL JEOLojİ	7
2.1. KIRSEHİR MASİFİ.....	7
2.1.1.Bozçaldağ Formasyonu	8
2.1.2.Orta Anadolu Granitoyidleri.....	8
2.1.3.Karaboğazdere Gabrosu (Kk).....	9
2.1.4. Kötüdağ Volkaniti (Kkö).....	9
2.1.5. Baraklı Formasyonu	9
2.1.6. Boğazköy Formasyonu.....	10
2.1.7. İncik Formasyonu.....	12
2.2. İÇ ANADOLU GRUBU (Tİ):.....	12
2.2.1.Ürgüp Formasyonu.....	13
3. ÇALIŞMA ALANININ STRATİGRAFİSİ	15
4. CEVHERLEŞMENİN MİNERALojİSİ	18
4.1. MADEN MİKROSKOBİK İNCELEMELER	18
4.1.1. Manyetit (Fe ₃ O ₄)	19
4.1.2. Hematit (Fe ₂ O ₃).....	21
4.1.3. Götüt (FeO(OH)).....	23

4.1.4. Kalkopirit (CuFeS_2).....	24
4.1.5. Kovellin (CuS).....	25
4.1.6. Bornit (Cu_5FeS_4).....	26
4.1.7. Malahit $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$	27
4.1.8. Azurit $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$	28
4.1.9. Fahlerz.....	29
5.CEVHERLEŞMENİN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ.....	29
5.1. ANA ELEMENT JEOKİMYASI.....	29
5.2. ESER ELEMENT JEOKİMYASI.....	31
5.3. NADİR TOPRAK ELEMENT (NTE) JEOKİMYASI.....	36
KAYNAKÇA.....	42
ÖZGEÇMİŞ.....	48

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.....	3
Şekil 2. 1. İnceleme alanına ait genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti (Akçay vd., 2007'den değiştirilerek).....	14
Şekil 3. 1. Çalışma alanının jeoloji haritası (Akçay vd., 2007'den değiştirilerek).....	16
Şekil 3. 2 a, b, c. Monzogranit-granit dokanağında gözlenen cevherleşme, d. Altere monzogranit-granit.....	17
Şekil 4. 1. Cevher örneklerine ait XRD difraktogramı	18
Şekil 4. 2. Cevher örneklerine ait XRD difraktogramı	18
Şekil 4. 3. Cevher örneklerine ait XRD difraktogramı	19
Şekil 4. 4. K-18 nolu örnek; a. I.Nikol-Pembemsi kahverengi gözlenen manyetit ve manyetitten dönüşmüş hematitler. b. II.Nikol-İzotrop gözlenen manyetit ve hematitler.....	20
Şekil 4. 5. K-18 nolu örnek; a. I.Nikol-Manyetit, hematit ve onları kesen götit oluşumları b. II. Nikol İzotrop manyetit, hematit, tipik kırmızı turuncu yansıma götit oluşumu.	20
Şekil 4. 6. K-6 nolu örnek; a. I.Nikol-Pembemsi kahverengi manyetit ve yer yer kovellinin ornatması mavimsi. b. II.Nikol-Kuvvetli turuncu iç yansıma kovellin.	20
Şekil 4. 7. K-20 nolu örnek; a. I.Nikol-Manyetit, hematit, götit ve kovellin. b. II. Nikol Görüntüsü	21
Şekil 4. 8. K-15 nolu örnek; a.I.Nikol-Krem, açık sarı hematit. b. II.Nikol-Belirgin mavimsi renk	22
Şekil 4. 9. K-15 nolu örnek; a.I.Nikol-Çubuksu yapı Hematit. b. II.Nikol-Belirgin Mavi renk.....	22
Şekil 4. 10. K-9 nolu örnek; a.I.Nikol-Kremsi Hematit. b. II.Nikol-Kırmızı iç yansıma gösteren hematit.	22
Şekil 4. 11. a. K-10 nolu örnek; I.Nikol-Açık ve koyu gri renkli Götit. b. II.Nikol-Kırmızı, turuncu iç yansıma gösteren götit oluşumları.	23
Şekil 4. 12. K-2 nolu örnek; a.I.Nikol-Kolloidal doku gözlenen götit. b.II. Nikol İzotrop.	24
Şekil 4. 13. K-18 nolu örnek; a.I.Nikol-Hematitin ornatılması ile oluşmuş götit. b.II. Nikol-Kırmızı-Turucu İç yansıma.	24
Şekil 4. 14. K-15 nolu örnek; a.I.Nikol-Belirgin sarı Kalkopirit. b.II.Nikol- Zayıf anizotropi.	25
Şekil 4. 15. K-15 nolu örnek; a.I.Nikol-Götit tarafından ornatılmış kalkopirit. b.II. Nikol Zayıf anizotropi.	25
Şekil 4. 16. K-38 nolu örnek; a.I.Nikol- Mavi Kovellin b.II. Nikol Güçlü turuncu.....	26
Şekil 4. 17. K-38 nolu örnek; a. I.Nikol, götit tarafından ornatılmış kovellin. Mavi renk Kovellin. b.II.Nikol turuncu-sarı kovellin.....	26
Şekil 4. 18. K-15 nolu örnek; Bornit, götit ve malahit a.I.Nikol- Turuncumsu kahverengi b.II. Nikol-Zayıf anizotropi.	27
Şekil 4. 19. K-15 nolu örnek; Bornit, götit ve azurit. a.I.Nikol ve b.II. Nikol.	27
Şekil 4. 20. K-20 nolu örnek; Malahit ve kovellinin birinci (a) ve ikinci nikol (b) parlak kesit. Görüntüleri. (I. ve II. Nikol).....	28
Şekil 4. 21. K-15 nolu örnek; Azurit, bornit ve götitin birinci (a) ve ikinci nikol (b) parlak kesit görüntüleri. (I. ve II. Nikol).....	28
Şekil 4. 22. K-15 nolu örnek; Fahlerz ve hematitin parlak kesit görünümü, a. I. Nikol, b. II. Nikol	29
Şekil 5. 1. Cevher örneklerinin kondrite göre normalize dilerek çizilmiş spider diyagramı (Normalize değerler Evensen vd., 1978'den alınmıştır)	39

TABLolar DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 5 1. Cevher Örneklerindeki Anaoksit Element İçerikleri (%)	30
Tablo 5 2. Anaoksit Elementleri Korelasyon değerleri.....	31
Tablo 5. 3. Cevher Örneklerinde Eser Element İçerik Değerleri (ppm)	34
Tablo 5. 4. Eser Element Korelasyon Değerleri	36
Tablo 5. 5. Cevher numuneleri NTE Değerleri	38



SİMGELER VE KISALTMALAR

ALKOS: Aşırı doygun alkali

As: Arsenik

Ba: Baryum

Be: Berilyum

Bi: Bizmut

CAFEM: Kafemik

NTE: Nadir Toprak Elementleri

HNTE: Hafif Nadir Toprak Elementleri

ANTE: Ağır Nadir Toprak Elementleri

Ce: Seryum

Cd: Kadmiyum

Co: Kobalt

Cr: Krom

Cs: Sezyum

Cu: Bakır

Dy: Disprozyum

Er: Erbiyum

Eu: Evropiyum

Ga: Galyum

Gd: Gadolinyum

Ge: Germanyum

Hf: Hafniyum

Ho: Holmiyum

In: İndiyum

İAMK: İç Anadolu Magmatik Kuşağı

La: Lantan

Mo: Molibden

MTA: Maden Tetkik ve Arama

Nb: Niyobyum

Nd: Neodimyum

Ni: Nikel

OAKK: Orta Anadolu Kristalen Kuşağı

Pb: Kurşun

Pr: Praseodim

Rb: Rubidyum

Sb: Antimon

Sm: Samaryum

Sr: Stronsiyum

Tb: Terbiyum

Ti: Titanyum

Tm: Tulyum

Th: Toryum

U: Uranyum

V: Vanadiyum

VAG: Volkanik Yay Granitoyidleri

Y: İtriyum

Yb: İterbiyum

FORMÜLLER

Al₂O₃: Alüminyum oksit

CaO: Kalsiyum oksit

Fe₂O₃ : Demir Oksit

K₂O: Potasyumoksit

MgO: Magnezyum oksit

MnO: Manganez oksit

Na₂O: Sodyum oksit

P₂O₅: Difosforpentoksit

SiO₂: Silisyu oksit

TiO₂: Titanyum dioksit

Fe₃O₄: Manyetit

Fe₂O₃: Hematit

FeO(OH): Götüt

CuFeS₂: Kalkopirit

CuS: Kovellin

Cu₅FeS₄: Bornit

Cu₂CO₃: Malahit

Cu₃(CO₃)₂(OH)₂: Azurit

Cu₆[Cu₄(Fe,Zn)₂]As₂S₁₃: Tennantit

Cu₆[Cu₄(Fe,Zn)₂]Sb₄S₁₃: Tetrahedrit



1.GİRİŞ

1.1. İNCELEME ALANININ TANITIMI

Çalışma alanı ve civarı gerek tarihsel anlamda gerekse günümüzdeki madencilik çalışmaları kapsamında oldukça önemli bir konumdadır. Yozgat ve çevresi metalik madenler bakımından oldukça önemli bir potansiyele sahiptir. Cu, Pb, Zn, Fe, Mn gibi madenler Yozgat'ın çeşitli bölgelerinde önemli yayılımlar sergilemektedir. Çalışma alanında gözlenen cevherleşmenin çeşitli incelemeler sonucunda önemli oranda Fe içeriğine de sahip olduğu tespit edilmiştir. Buna göre cevherleşmenin polimetal bir oluşum olduğu düşünülmektedir. Bölgedeki cevherleşmenin kökeni ve mineral parajenezine yönelik incelemeler bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Yozgat'ın merkez, Yerköy, Akdağmadeni, Sarıkaya, Boğazlıyan ve Şefaati gibi ilçelerinde de Cu-Pb-Zn-Fe-Mn oluşumları gözlenmektedir.

1.2. ÇALIŞMANIN AMACI

Çalışmanın amacı, Yozgat ili Yerköy ilçesi Kahyaköy civarında belirlenen polimetal cevherleşmenin jeolojik, jeokimyasal, mineralojik ve kökensel özelliklerinin incelenmesine dayanır. Bu kapsamda çalışma alanında yaygın olarak belirlenen bakır, demir cevherleşmeleri bölgenin jeolojik konumu da dikkate alınarak, yüzeyde izlenen cevher karakteri ile birlikte jeolojik özellikleri incelenmiştir. Bunun yanında, cevherleşmenin parajenezini, oluşum ortamı ve kökeni, çevrede gözlenen birimlerin cevherleşmeye katkısı da tez çalışmasının temelini oluşturmuştur.

1.3. MATERYAL VE METOT

Tez çalışması için öncelikle detaylı bir literatür çalışması yapılmıştır. Hem bölge ile ilgili hem de Türkiye'de ve Dünyada gözlenen benzer cevherleşmelerle ilgili yapılmış çalışmalar derlenmiştir. Bu çalışmalara tez süresince devam edilmiştir. Tez sahasının incelenmesi için öncelikle 2019 yaz ayında arazi çalışmaları yapılmıştır. Daha sonra 2020 yılında da yeniden araziye çıkılarak ikinci bir örnekleme çalışması yapılmıştır. Arazi çalışmaları sırasında Kahyaköy civarında gözlenen polimetal cevherleşmelerden jeokimyasal analizler için ve cevher mikroskobisi çalışmaları için 40 adet cevher örneği ile petrografik amaçlı çok sayıda yan kayaç örneği alınmıştır. Arazi gözlemlerine dayanarak gerekli alanlar fotoğraflanmıştır. Jeokimyasal verileri elde etmek için 20 adet cevher örneği Bozok Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Laboratuvarında 100 mesh

büyükliğünde toz hale getirilmiştir. Bu örneklerin ana oksit, eser element ve Nadir Toprak Elementleri (NTE) analizleri de ICP-ES ve ICP-MS yöntemi ile MTA Laboratuvarında yaptırılmıştır. 15 örnek için parlak kesitler yine aynı birimde hazırlanmış, Bozok Üniversitesi Laboratuvarında bulunan üstten aydınlatmalı Leica mikroskobunda incelenmiştir. Cevher parajenezinin doğruluğu için 15 adet örnekte, Yozgat Bozok Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (BİLTEM)'nde XRD analizleri yaptırılmıştır. Buna göre cevher parajenezi, yapı doku şekilleri belirlenerek ilgili yerler fotoğraflanmıştır. Jeokimyasal verilerin de tamamlanması ile çalışma alanındaki cevherleşme kökensel olarak değerlendirilmiştir.

1.4. ÇALIŞMA SAHASININ ÖZELLİKLERİ

1.4.1. Coğrafi Konum, Yerleşim ve Ulaşım

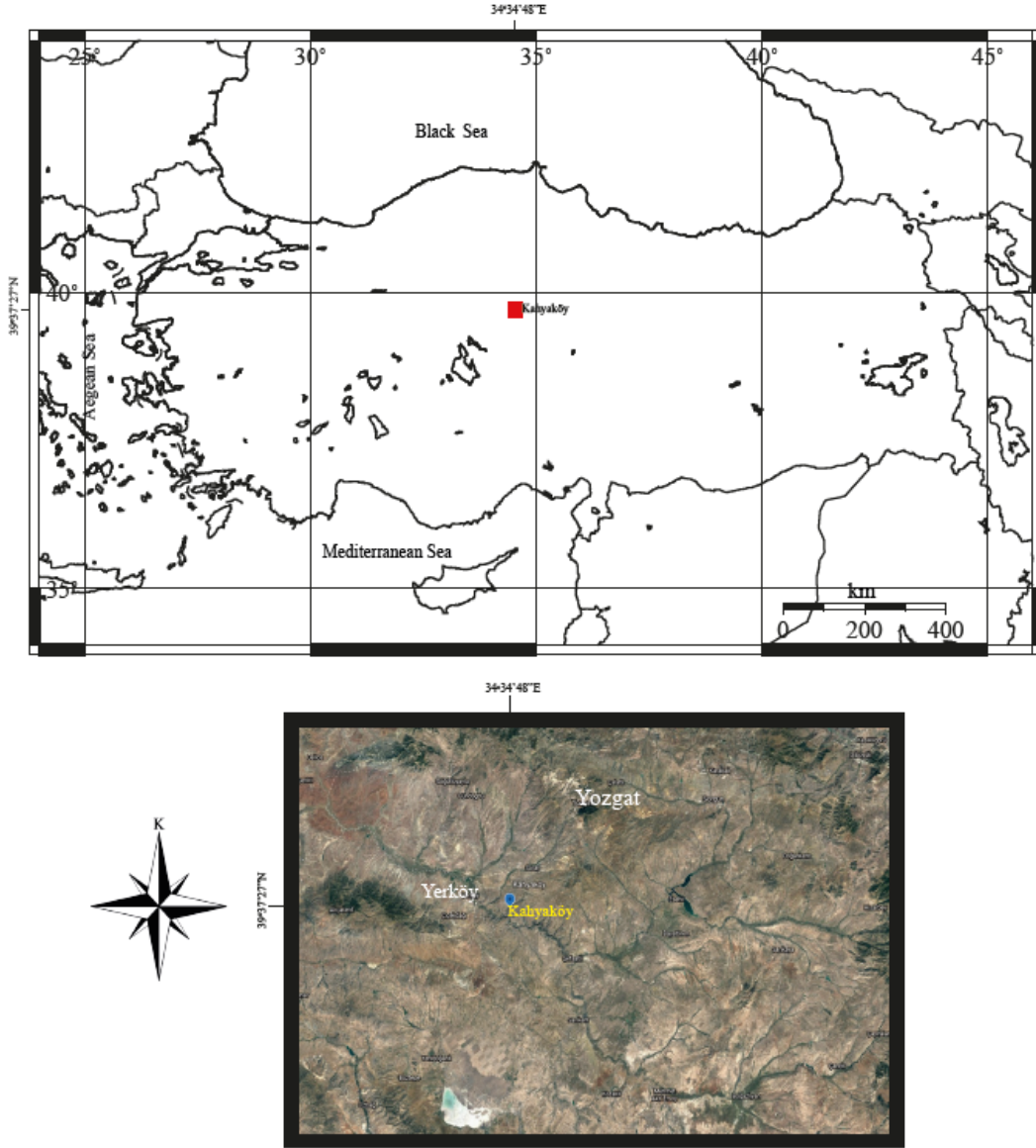
Çalışma alanı Yozgat ilinin 30km Güneybatısında olup, Yerköy ilçesinin 10km Güneydoğusunda ve Kahyaköy mahallesinin 2km Güneybatısında İ33d4 paftası içerisinde yer almaktadır (Şekil 1). Bölgede yerleşim yeri olarak Yerköy ilçesi, Delice, Cakcak, Kahyaköy ve Kördeve mahalleleri bulunmaktadır. Çalışma alanı çevresinde ulaşım oldukça kolay olup bölgeye gidiş, asfalt ve yer yer stabilize yollarla sağlanmaktadır. Ankara-Yozgat karayolu üzerinde bulunan Yerköy ilçesi ve Delice mahalleleri arası asfalt yol ile bağlanırken, Kahyaköy bağlantı yolu stabilize şeklindedir. Arazi çalışması sırasında ulaşımda herhangi bir olumsuzluk ile karşılaşılmamıştır.

1.4.2. Jeomorfoloji, Bitki Örtüsü ve İklim

Yozgat ili topraklarının %56'sı ekili dikili alanlardan, %28'i ormanlardan, %15'i çayır ve meralardan oluşmaktadır. Akdağlar, Bozok yaylasının tepeleri ile Merkez ilçede 270 hektarlık bir bölge orman ve fundalıklarla kaplıdır.

Yozgat ilinde sert kara iklimi hüküm sürer. Karasal iklimin hüküm sürdüğü ilçede yazlar; sıcak ve kurak, kışlar; soğuk ve sert geçmektedir. Yaz ile kış, gece ile gündüz arasında büyük ısı farklılıkları vardır. Isı, -23° C ile +37° C arasında seyreder.

İlçedeki geniş düzlükler ve aşınmış tepeler, yer şekillerinin genel hatlarını oluşturmaktadır. Arazinin büyük bir kısmını, Delice ırmağının taşıdığı alüvyonlarla üzerini örttüğü Yerköy Ovası kaplamakta olup, doğu ve güneyden Çiçekdağı ve Orta Dağı ile diğer kenarlarda da aşınmış tepeler kuşatılmıştır. En önemli akarsuyu Karanlıkdere vadisinden sonra ilçe sınırlarına giren Delice Irmağıdır.



Şekil 1. 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası

1.5. ÖNCEL ÇALIŞMALAR

Çalışma alanı olan Kahyaköy bölgesinde gözlenen polimetal oluşumlarının jeolojisi ve kökeni ile ilgili daha önce herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Bununla birlikte çalışma alanının yakın çevresinde ve Yozgat ili içerisinde tektonik, petrografik ve cevherleşme ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Ketin (1955) Yozgat bölgesinin jeolojisini incelediği çalışmasında; bölgedeki derinlik kayalarını “kristalin kayalar” şeklinde tanımlamış, bunları asidik ve bazik olarak

iki gruba ayırmıştır. Arazi gözlemleri; birimlerin mineralojik-petrografik açıdan homojen olmadığını, arazi çalışmalarında asidik ve bazik plütonların birbirleriyle girift halde bulduklarını, aralarında kesin dokanak bulunmadığını ve büyük bir ihtimalle aynı yaşta olduklarını belirtmiştir. Ayrıca bölgede iri K-feldispat megakristalli granitler, kuvars siyenit, tonalit ve monzonit bileşiminde kayaçların varlığı da tanımlanmıştır.

Ayan (1969), Yozgat-Yerköy bölgesinde ilk çalışan araştırmacılardan. Araştırmacı, havzanın Kuzeybatı ve Güneydoğusunda Orta Eosen yaşlı andezitik volkanitler görüldüğünü belirtmektedir. Ayan çalışmasında, Yozgat ilinin Kuzey ve Kuzeybatı kısımlarında da benzer formasyonların geniş bölgeleri kapsadığını ve çalışma sahasında çeşitli oranda tuf ve aglomeralar yanında, piroksen ve ojitli andezitler ile boşluklu bazaltların yer aldığından söz etmektedir.

Çapan vd., (1983), Ankara Melanji ile ilgili çalışmasında Pontitler ve Kırşehir masifi arasındaki çarpışmanın ilk evresinin Senoniyen'in ilk evrelerinde büyük ölçekli sol yönlü doğrultu atınlı hareketler sonucu oluştuğunu ileri sürmüştür. Çarpışmayı izleyen evrede ise Kampaniyen'de alkalin volkanizma ve plütonizmanın gerçekleştiğini belirtmiştir.

Tolluoğlu (1986), "Kırşehir Masifi'ni kesen felsik intrüziflerin Kötüdağ ve Buzlukdağ petrografik ve jeokimyasal karakterleri" adlı çalışmasında, Kırşehir Masifi'ni batıdan kuşatan ve yer yer keskin dokanaklarla kesen intrüzif kayaçları, İç Anadolu Magmatik Kuşağı olarak adlandırmıştır. İç Anadolu Magmatik Kuşağı'nın (İAMK) tipik örnekleri olarak Kötüdağ Volkaniti ve Buzlukdağ Siyenitoyidi'ni belirlemiştir. Araştırmacıya göre Kalkalkali-alkali bileşimli Kötüdağ Volkaniti kıta kenarı volkanizmasına işaret etmektedir. Buna karşın Buzlukdağ Siyenitoyidi ise Kırşehir Masifi içine stok ve dayklar şeklinde yerleşmiş, damar türevleri ise foidli-siyenitlerden oluşmakta ve ana kütleli kesmekte olduğunu belirtmiştir. Siyenitoyidler, lökokratik bileşimli ve aşırı doygun alkali (ALKOS) karaktere sahiptir. Araştırmacı, İç Anadolu Magmatik Kuşağı'nda yüzeyleyen intrüzif serileri dış zonda kalkalkali, iç zonda (masif içinde) alkali karakterleri olarak belirlemiştir.

Boztuğ (1995), Yozgat Batoliti'nin güney kesiminde yaptığı çalışmada, batolitin orta-kaba taneli ve holokristalin-hipidiyomorf taneseli dokulu, yer yer ise iri K-feldispat minerallerinin varlığıyla belirginleşen porfirik dokulu monzonit, kuvars monzonit, kuvars monzodiyorit, adamellit ve siyenit porfir türü damar kayaçlarından oluştuğunu belirtmiştir. Bu granitoidlerin tipik olarak metalümin, kafemik (CAFEM), silisli aşırı doygun alkali (ALKOS) yönelim gösterdiklerini ve I tipi bir magma ürünü olduklarını belirterek, bunların

Alt Tersiyer'deki çarpışma ile ilgili kabuk kalınlaşmasına bağlı olarak da kısmi erimeye uğramaları sonucu ürettikleri magmadan itibaren meydana gelebileceklerini ileri sürmüştür.

Akıman vd., (1993), Orta Anadolu Kristalen Kompleksi'nin (OAKK) batı kenarında yer alan granitoidlerin jeokimyasal karakteristiklerini incelemiştir. Bu bölgedeki granitoidler, granit-monzonit aralığında oluşmuş bir bileşime sahip olup, alümino-kafemik ve kafemik, metalümino ve peralümino karakterlidir. Araştırmacı granitoidlerin tamamının S-tipi ve I-tipi olduğunu ileri sürmüştür. Bu birimlerin çarpışmayla eş zamanlı (syn-collisional) çarpışma sonrası (post collisional) tektonik konumlu, kıtasal kabuk kökenli oluşunu açıklamıştır.

Göncüoğlu ve Türeli (1994), Yozgat Batoliti'nde İzmir-Ankara-Erzincan suture zonunun güney kesiminde yaptıkları çalışmada bu birimlerin monzogranit, granodiyorit ve kuvars diyorit bileşimli kalkalkalin, volkanik yay granitoidleri (VAG) ve yer yer de çarpışmayla eş zamanlı (syn-COLG) olduklarını saptamıştır.

Erlar ve Bayhan (1995), Orta Anadolu Kristalen Kompleksi içerisinde yer alan granitoid bileşimli kayalar "Orta Anadolu Granitoidleri" olarak tanımlamıştır. Bu araştırmacılara göre, Orta Anadolu Granitoidleri'nin kuzey kenarında Yerköy, Yozgat, Sorgun, Sarıkaya, Osmanpaşa ve Şefaati arasındaki batolit boyutlarındaki granitoidler genellikle monzogranit, kuvars monzogranit ve granitoid bileşimli ve kalkalkali karakterli olarak gözlenmektedir. Hem I tipi, hem de S tipi özellik sergileyen bu granitoidlerin ada yayı granitoidleri, levha içi granitoidleri ve çarpışma sonrası granitoidleri bölgelerinde yer aldıklarını savunmaktadır.

Erlar ve Göncüoğlu (1996), Kretase Ofiyolitik Melanjı; Eosen örtü birimleri ve/veya faylarla sınırlanan, mineralojik ve jeokimyasal olarak da birbirinden farklı Yerköy-Şefaati, Yozgat, Kerkenez, Karlıtepe, Mükremin, Gelingüllü, Ocaklı, Sivritepe ve Mugallı şeklinde haritalanabilir alt birimlere ayrılmıştır. Bunlar Yozgat alt biriminin peralüminyum lökograditleri dışında esasen subalkali-kalkalkali karakterli metalüminalı monzogranitlerden oluşmaktadır.

Ekici (1997), "Yozgat Batoliti Yozgat Güney Kesiminin Petrolojisi" başlıklı tez çalışmasında; bölgede yüzlek veren plütonik kayalar gruplandırmıştır. Buna göre; I-tipi, çarpışma sonrası (Post-COLG) kalkalkalin karakterli Lök köy K-feldispat megakristalli monzograniti, Büyük lök monzograniti, S-tipi çarpışmayla eş zamanlı (Syn-COLG) Sarıhacılı lökograditi, düşük K'lu toleyitik M-tipi karakterli Başnayayla diyorit/gabrosudur. Bu birimlerden Lök köy ve Büyük lök birimlerinde mafik ve felsik magmaların heterojen karışımı sonucu meydana gelen mikrogranüler dokulu mafik magmatik anklavlar (MME)

gözlenmektedir. Sonuç olarak, Yozgat batolitinde S-tipi, I-tipi, M-tipi magma kaynaklarının birlikteliği savunulmaktadır.

Tatar (1997), “Yozgat Batoliti Şeaaatli Kuzey kesiminin (Güney Yozgat) petrolojik incelenmesi” başlıklı yüksek lisans tez çalışması kapsamında, bölgede yüzeyleyen felsik plütonik kayalar mineralojik-petrografik ve jeokimyasal açıdan incelemiş ve kayaları alt birimlere ayırmıştır. Ayrıca bu çalışma kapsamında, felsik plütonik kayaların oluşumunda etken olan magma karışımının süreçlerini (magma mixing ve magma mingling) ve magma evrimi aşamasında ise fraksiyonel kristalleşmenin varlığını ortaya koymuştur.

Tatar ve Boztuğ (1999 (Seymen, 1982)), Yozgat Batoliti GB kesimindeki monzonitik birimlerin fraksiyonel kristalleşme ve magma mingling/mixing süreçlerini araştırmıştır. Yozgat Batoliti, Anatolid-Pontid çarpışma sisteminin pasif kenarında yer almaktadır. Bu batolitin S-tipi, çarpışmayla eş zamanlı, iki mikalı granitler; I-tipi, çarpışma sonrası, kalkalkalin, monzonitik birlik ve M-tipi çarpışma sonrası toleyitik mafik magmayı karakterize eden gabro/diyorit birlikteliğinden oluştuğunu ileri sürmüştür.

Akçe ve Kadioğlu (2005), Yozgat Batoliti kuzey kesimindeki lökograditlerin petrolojisini inceledikleri çalışmada; Yozgat Batoliti, Orta Anadolu Kristalin Karmaşığının en büyük felsik plütonunu temsil etmekte olup; başlıca granitik ve gabroyitik kayalardan oluşmuştur. Bu granitler başlıca kuvars, K-feldispat, mika ve granat mineralleri içermektedir. Tüm kayaç jeokimyasına göre, granitler subalkalin magmatik kayalar olup, kalkalkalin bileşimli ve çarpışmayla eş zamanlı oldukları tespit edilmiştir.

Öksüz (2011) çalışmasında, Eymir (Yozgat) bölgesindeki manganez oluşumunun jeokimyasını incelemiştir. Bu çalışmada cevher örneklerinin ana oksit, eser element ve NTE içerikleri analiz edilmiş ve değerler jeokimyasal olarak yorumlanmıştır. Çalışmanın sonucunda bölgedeki manganez yatağının hidrotermal ve hidrojenetik katkıli volkanosedimanter bir oluşum olduğu sonucuna varılmıştır.

Öksüz ve Okuyucu (2014) çalışmasında ise Büyükmahal (Yozgat) bölgesinde Artova Ofiyolitik Kompleksi içerisindeki radyolaritlerle bantlı ve mercek şeklinde gözlenen manganez oluşumlarının kökenini araştırılmıştır. Buna göre yazarlar, manganez oluşumunun saf bir hidrotermal ya da saf bir hidrojenetik oluşumun aksine her iki oluşumdan da etkilenen bir cevherleşmenin varlığından bahsetmiştir.

Öksüz (2018), Derbent ve Eymir bölgelerinde Artova Ofiyolitik Karmaşığındaki manganez yataklarında mineralojik bulguları incelediği çalışmada iki bölgedeki cevher yataklarının aynı tip olmasına rağmen mineral topluluklarının oldukça farklı olduklarını saptamıştır ve manganez yataklarında gözlenen farklılıkların hangi süreç ya da faktörler

tarafından etkilendiğini belirlemek amacıyla jeokimyasal ve mineralojik varyasyon incelemelerinde bulunmuştur. Parajenetik ve jeokimyasal sonuçlar, Eymir ve Derbent bölgelerindeki yatakların düşük sıcaklıklı hidrotermal yataklar olduğunu göstermiş ve incelenen manganez minerallerinde gözlenen jeokimyasal farklılıkların önemli ölçüde yayılma merkezinden olan mesafeye, pH-Eh ve sıcaklıklardaki değişikliklere bağlı olduğu sonucuna varmıştır.

Öksüz vd., (2021) çalışması, Yozgat bölgesinde gözlenen manganez yataklarının tektonik, mineralojik ve jeokimyasal olarak incelenmesini içermektedir. Altı ayrı bölgede yüzeyleyen manganez oluşumlarından (Derbent, Baltasarılar, Cihanpaşa, Büyükmahal, Eymir ve Kadışehri) örnekler alınarak hem cevher parajenezi olarak hem de tektonik ve jeokimyasal olarak değerlendirmelerde bulunulmuştur.

2. GENEL JEOLJİ

Yerköy ilçesi, Kahyaköy-Delice-Kördeve mahalleleri arasında bulunan çalışma alanında Kırşehir Masifi ve İzmir-Ankara-Erzincan zonu birimleri gözlenmektedir. Jeolojik formasyonların yaşlıdan gence doğru zaman sıralaması, tanımlamaları ve ölçeksiz hazırlanmış jeolojik stratigrafik kesiti Şekil 2.1'de gösterilmekte olup birimler aşağıda özetlenmiştir.

2.1. KIRSEHİR MASİFİ

Çalışma alanı Kırşehir masifi metamorfitlelerinden oluşmaktadır. Metamorfitleler, düşük ve orta basınç, yüksek sıcaklık koşullarında yeşil şist, amfibolit ve granülit fasiyes nitelikleri taşımaktadır. Çalışma alanı Yozgat-İ33d4 paftasının Güneybatısında Kahyaköy-Delice-Kördeve mahalleleri arasında bulunmaktadır. Taban ilişkileri görülemeyen metamorfitleler, Kampaniyen-Maastrichtiyen? yaşlı intrüzifler ve bunların yüzey karşılığı olan volkanik kayalar tarafından kesilir. Bunun üzerine Eosen-Kuvarterner yaşlı çökeller uyumsuzlukla gelir (Akçay vd.,2007). Kırşehir Masifi'nde kesin yaş bulgusu elde edilememiş olup, Paleozoyik yaşlı olabileceği düşünülmektedir. Kırşehir masifi, mermerlerden oluşan Bozçaldağ Formasyonu, Üst Kretase yaşlı Orta Anadolu Granitoidleri, Karaboğazdere Gabrosu, Kötüdağ Volkanitleri, Eosen yaşlı Baraklı Formasyonu, Boğazköy Formasyonundan oluşmaktadır. Eosen yaşlı Boğazköy Formasyonu ise Alımpınar Volkanit üyesi, Dasit üyesi ve Kireçtaşı üyesinden oluşmaktadır (Akçay vd., 2007).

2.1.1.Bozçaldağ Formasyonu

Bölgedeki mermer ve rekristalize kireçtaşları Seymen (1982) tarafından Bozçaldağ formasyonu olarak adlandırılmıştır. Egemen kaya türü beyaz, gri renkli, çoğunlukla iri kalsit kristalli, orta-kalın katmanlı ve masif mermerler şeklindedir. Yer yer amfibol şist, mikaşist ara düzeyleri içerir. Birim bölgede Hacılı köyü güneyinde çok dar bir alanda gözlenmekte olup yaş verecek fosil veya fosil izi gözlenmemiştir (Akçay vd., 2007).

2.1.2.Orta Anadolu Granitoidleri

Çalışma alanında granit, granodiyorit, kuvars monzonit, kuvars siyenit ve bunların porfirlerinden oluşan kayaç grubu Orta Anadolu granitoyiti Kara, 1997) olarak tanımlanmıştır.

Birim çeşitli evre ve fazda sığ yerleşmiş, plüton ve stoklar ile onların kenar zonlarında gelişen damar kayaçlarından oluşur. Bunlar Orta Anadolu'da gözlenen ofiyolitlerin Kırşehir metamorfiteğini üzerlemesi ile oluşan kabuk kalınlaşması sonucu kısmi ergime ile gelişmiştir (Kara, 1997). Renk, doku, yapı ve mineral bileşimi kayaç türüne bağlı olarak değişir. Bu kayaç grupları yer yer birbirleriyle geçişlidir. Granitoidlerde (özellikle graniyotidlerde) magmatik farklılaşma neticesinde mafik minerallerin yoğunluktan dolayı çökmesi ve bir araya toplanması belirgin bir özelliktir (Kara, 1997).

Bölgede Eosen-Kuvarterner yaşlı sedimenter kayaçlar tarafından uyumsuzlukla örtülen granitoidler, Kırşehir masifine ait metamorfiteğini kesmektedir(Akçay vd., 2007). Granitoidlerden yapılan radyometrik yaş tayinleri 54 milyon yıl (Ayan, 1963), 71 milyon yıl (Ataman, 1972) şeklindedir. Göncüoğlu (1982, 1986) ise bu granitoidlerden 95 my yaş elde etmiştir. Tuz gölü havzasında granitoidlerin Maastrichtiyen yaşlı Kartal formasyonuna, malzeme verdikleri gözlenir (Rigo de Righi ve Cortesini, 1959; Arıkan, 1975). Buna göre, birimin yaşı Senomaniyen? Senoniyen olmalıdır (Akçay vd., 2007).

Birim, Baranadağ masifi (Ayan, 1963), Cefalıkdağ granodiyoriti (Ataman, 1972), Karacaali plütonu (Seymen, 1982) Yozgat granitoyidi (Kara, 1997), Orta Anadolu intrüsiyonlarına (Kara, 1997) karşılık gelir.

2.1.3. Karaboğazdere Gabrosu (Kk)

Yozgat ili güneyinde ve doğusunda, yüzeyleyen gabrolar, Karaboğazdere gabrosu olarak adlandırılmıştır (Akçay vd., 2007). Birim, daha önce Bilgin vd., (1986) tarafından Karaboğazdere gabro üyesi olarak tanımlanmıştır. Birim, koyu yeşil, siyah renkli, alt kesimlerde iri, üst kesimlerde mikro taneli gabrolardan oluşur. Genel olarak plajiyoklas ve mafik mineral bileşimlidir. Plajiyoklaslar özşekilli andezin ve labrador karakterindedir. Mafik mineraller özşekilli piroksen (ojit) ve az ölçüde demirli opak oluşumlardır (Akçay vd., 2007).

Karaboğazdere gabrosu, Bazik İntüzifleri (Ketin, 1955, 1963) ve Karakaya ultramafitine (Seymen, 1982) karşılık gelir.

2.1.4. Kötüdağ Volkaniti (Kkö)

Riyolit, riyodasit, latit bileşimli lav ve tüflerden oluşan birim Seymen (1981) tarafından adlanmıştır. Orta Anadolu granitoidlerinin kenar zonlarında gelişen riyolit, riyodasit, dasit ve latit bileşimli damar ve yüzey kayaçlarından oluşur (Akçay vd., 2007). Birim içerisindeki kristal camsı tuf, litik kristal tuf (riyodasik tuf), riyolitik tüfler gri, beyaz, mor renkli, akma yapılı ve gaz boşluklu olup, primer kuvars, ayrıışmış plajiyoklas mikrolitleri ve mafik mineraller içerir (Akçay vd., 2007). Gaz boşlukları kalsit ve klorit dolguludur. Kristal cam parçaları kloritleşmiş ve silisleşmiştir. Hamur ise albitleşmiş ve karbonatlaşmıştır.

Bazı yerlerde gabroları kesen dayk kümesi şeklinde, bazı yerlerde ise lav ve tuf akıntıları şeklinde yüzeyleyen Kötüdağ volkaniti, Eosen ve Miyosen tortulları tarafından uyumsuz olarak üzerlenir (Akçay vd., 2007). Bu birimin, çalışma alanı dışında Ankara karışığını uyumsuz olarak örttüğü ve Alt Eosen tortulları tarafından uyumsuz olarak örtüldüğü belirtilir (Seymen, 1981).

Kötüdağ volkaniti Seymen (1981) tarafından Geç Kretase-Erken Paleosen yaşlı kabul edilmiştir.

2.1.5. Baraklı Formasyonu

Çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşlarından oluşan karasal çökeller, Kara ve Dönmez (1990) tarafından Baraklı formasyonu olarak adlandırılmıştır. Alüvyal yelpaze özelliği gösteren birim genelde tabakalanmasız, tabakalanmanın belirli olduğu yerlerde kalın tabakalı, kızıl renkli, kötü boylanmalı, yer yer breşik karakterde, ince kum boyutundan blok boyutuna kadar değişen metamorfite, bazik ve granit çakılları (Özcan, 1980) içeren

konglomeralar ile başlar. Havza ortalarına doğru akarsu ve gölSEL fasiyeslerine geçer. Bu kesimlerde ardalı ve mercekSEL, kırmızımsı grimsi renkli çamurtaş, kumtaş ve çakıltaşları ile temsil edilen istif, çapraz katmanlanma, oygu, dolgu ve kanal izi yapıları göstermektedir ve düzensiz tabakalanmalıdır (Akçay vd., 2007). Havza içinde göreceli olarak daha iyi derecelenmeli, boylanmalı ve tabakalanmalı çamurtaş, kumtaş ve çok az çakıltaş seviyeleri görülür (Akçay vd., 2007). Bu seviyeler yer yer 1-10cm kalınlıkta kömür damarcıkları içerir.

Birim, Yozgat İ-33 paftasında yer alan, Karabıyık, Bozlar, Salmanfakılı köyleri civarında, İnceşehir ve Şefaati Kuzeydoğusunda, Şahinoğlu güneyinde ve Yerköy Kuzeybatısında yayılım gösterir. Baraklı formasyonu altındaki birimleri uyumsuz olarak örter (Akçay vd., 2007).

2.1.6. Boğazköy Formasyonu

Volkanik ara düzeyli, kumtaş, silttaş, az çakıltaş, çamurtaş ile kireçtaşlarından oluşan birim, Özcan vd., (1980) tarafından Boğazköy Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Boğazköy Formasyonu, en altta az belirgin tabakalı, gri, yer yer kırmızı renkli çakıltaş, kumtaş ile başlar. Bunların üzerinde kömür ara seviyeli, açık gri, gri renkli, paralel katmanlı, boylanmalı, iyi tutturulmuş kumtaş ve silttaş, çok az ince taneli çakıltaşları yer alır (Akçay vd., 2007). Birimin orta düzeyleri gri renkli, orta kalın katmanlı, yer yer killi-kumlu masif kireçtaşları, en üst kesimleri ise türbiditik çakıltaş, kumtaş ara düzeyleri içeren yeşilimsi gri renkli, masif, midye kabuğu kırılmalı çamurtaşlarından oluşur (Oktay, 1981).

Bölgede ve yakın çevresinde birimin alt dokanağı, transgressif özelliğinden dolayı bazı yerlerde intrüziyonların üzerine bazı yerlerde ise metamorfizmlerin üzerine aşıl uyumsuzlukla gelir. Birim, yaklaşık doğu-batı uzanımlı bir hat boyunca Ankara-İzmir-Erzincan zonuna ait kayaçlar tarafından tektonik olarak üzerlenir. Çalışma alanının diğer kesimlerinde ise İncik Formasyonu ve İç Anadolu grubuna ait karasal çökeller tarafından uyumsuzlukla örtülür (Akçay vd., 2007). Birimin bölgedeki kalınlığı 100-550m arasında değişmektedir (Oktay, 1981).

Boğazköy formasyonu kıyı-şelf ortamında çökelmiş, sığ kesimlerde çakıltaş, kumtaş, çamurtaş, derin kesimlerde ise türbiditik çakıltaş-kireçtaş ara düzeyli silttaş-kıltaş şeklindedir. Birimin yaşı Eosen'dir (Oktay, 1981). Formasyon içinde, kumlu-siltli kireçtaş ve masif kireçtaşlarından oluşan Kireçtaş üyesi, bazalt ve bazaltik bileşimli piroklastiklerden oluşan Alimpınar volkanit üyesi ve dasitik tüfler ile yer yer dasitik riyolitik kayaçlardan oluşan Dasit üyesi olmak üzere üç üye ayrılanmıştır (Akçay vd., 2007).

Boğazköy Formasyonu, Çayraz Formasyonu, Hacıbalı Formasyonu (Norman, 1972), Siddikküçükboğaz çakıltası, Arzılar kireçtaşı, Çadırılıhacıyusuf Formasyonu (Oktay, 1981), Ceritkale Formasyonu (Bilgin vd., 1986) Meşeköy Formasyonu (Kara ve Dönmez, 1990) ve Çevirme Formasyonuna (Kara, 1991) karşılık gelir.

2.1.6.1. Alimpınar Volkanit Üyesi

Bazalt ve bazaltik bileşimli piroklastiklerden oluşan birim, Kara (1997) tarafından Çevirme formasyonu, Alimpınar volkanit üyesi olarak adlandırılmıştır. Üye Boğazköy formasyonu içerisinde de çoğunlukla ara düzeyler halinde gözlenmektedir. Denizaltı volkanizmasını belirleyen taban yapılarını gösteren bazaltlar, morumsu-siyah renkli, iri camsı mineralli, bol çatlaklı ve eklemlidir (Akçay vd., 2007). Piroklastikler ise sarımsı renkli, aşınma yüzeyleri girintili çıkıntılı olup, siyah renkli cam parçaları içerir. Birim içerisinde yer yer ametist oluşumları bulunur. Alimpınar volkanit üyesi, Birgili vd., (1975) tarafından tanımlanan Bayat formasyonu içerisindeki volkanik seviyelere karşılık gelir.

2.1.6.2. Dasit Üyesi

Egemen olarak dasitik tüfler ile yer yer dasitik, riyolitik kayalardan oluşan birim, Dasit üyesi olarak ayırtlanmıştır (Akçay vd., 2007). Boğazköy formasyonunun çökel kesimleri ile yanal ve düşey geçişlidir. Boğazköy formasyonunun üst seviyelerine denk gelen bu volkanitler, çalışma alanında Köçekkömü, Kırıksoku ve Evcı köyleri dolaylarında yüzeyleir (Akçay vd., 2007).

Volkanizmanın Lütésiyen ve/veya Geç Eosen yaşlı olabileceği düşünülmektedir. Birim, Yukarıçakmak volkaniti ve Pamukpınar tufü (Yılmaz ve Özer, 1984) ile deneştirilebilir.

2.1.6.3. Kireçtaşı Üyesi

Nummulit, mercan, gastropod ve lamelli, gri renkli, orta kalın katmanlı, kumlu-siltli kireçtaşı ve masif kireçtaşlarından oluşan birim, Kireçtaşı üyesi olarak adlandırılmış olup Deliler ve Karakaya köyleri civarında yüzeyleir (Akçay vd., 2007). Kireçtaşının kalınlığı 5-100m arasında değişmektedir (Oktay, 1981). Kireçtaşı üyesi, Arzılar kireçtaşı (Oktay, 1981) ve Dulkadirli kireçtaşı üyesine (Kara, 1991) karşılık gelir.

2.1.7. İncik Formasyonu

Çalışma alanında ve yakın çevresinde yüzeyleyen, regresif özellikli, evaporitli, kırmızı, kahve ve gri renkli, paralel çapraz katmanlı, az köşeli, yuvarlak taneli, orta-iyi, yer yer gevşek tutturulmuş karasal çakıltası, kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmasından oluşan birim, Birgili vd., (1975) tarafından İncik Formasyonu olarak adlandırılmıştır.

İncik Formasyonunun alt kesimleri, orta-iyi tutturulmuş, ince-orta kalın paralel katmanlı kumtaşları ile ardalanmalı, jips-anhidritli çamurtaşlarından; orta ve üst düzeyler ise çamurtaşları ile ardışıklı ve üste doğru artan oranda, çapraz katmanlı çakıltası ve kumtaşlarından oluşur (Kara, 1997).

Birim, Deli Hasanlı, Dambasan, Bacılı, Güllüoluk, Kırıkalfakılı, Büyüknefes, Sağlık, Musabeyli, Topaç, Hatip, Küçüknefes, Aydıngün, Harkasan, İğdecik, Kömüşören ve Yukarıelmahacılı köyleri dolaylarında yayılım göstermektedir. İncik formasyonu Boğazköy formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelmektedir (Akçay vd., 2007). Üst Miyosen-Pliyosen çökelleri tarafından uyumsuzlukla örtülür. Birimin kalınlığı, yöreye göre değişmektedir. Yaş verilecek bir bulgu elde edilemeyen birim, stratigrafik konumuna göre Oligosen olarak yaşlandırılmıştır (Akçay vd., 2007).

İncik Formasyonu, Deliceirmak formasyonu (Kara ve Dönmez, 1990), Mezgit formasyonu (Rigo de Righi ve Cortesini, 1959) ve Mezgit grubuna (Uygun, 1982) karşılık gelir.

2.2. İÇ ANADOLU GRUBU (Tİ):

Ürgüp formasyonu ve Kozaklı kireçtaşı üyesinden oluşan İç Anadolu Grubu, karasal koşullarda çökelen birimin, yamaç molozu ile temsil edilen kesimleri kırmızı renkli, tane desteksiz çakıltası, az kumtaşı ve bunların içinde bulunduğu çamurtaşlarından oluşur (Akçay vd., 2007). Kanal fasiyeslerini oluşturan kesimleri kızıl, kahverenkli, çapraz katmanlı, çakıltası, kumtaşı, çamurtaşı, jips ve anhidritlerden, bazı yerlerde ise çakıltası, kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı ve ignimbrit ara düzeylerinden oluşmaktadır. İç Anadolu grubuna ait çökeller Miyosen öncesi kayalar uyumsuzlukla örter (Akçay vd., 2007). Üstünde ise uyumsuz olarak Kuvarterner çökelleri yer alır (Akçay vd., 2007).

Birimin yaşı, yayılım gösterdiği değişik yerlerden elde edilen, *Cyprideis cf.vetroundulate* KIRSTIC, *Cyprideis torosa* JONES, *Cyprideis tuberculata* (MEHES), *Jlyocypris gibba*, *Hypraion gracila* KAUP, *Choerolophodon Pentellici*'ye ait alt azı dişi, Proboscidae (Filler) takımına ait kemik ve diş parçaları, kömür bantlarından alınan *Monoporollenites solaris*, *Pityosporites microalatus*, *Periporopollenites multiparatus*

polen gibi fosillere göre Geç Miyosen-Pliyosen'dir (Kara ve Dönmez, 1990). Ancak Özcan vd., (1990) tarafından Konya, Kadınhanı, Ilgın dolaylarında yapılan araştırmalarda İç Anadolu grubu içerisinde değerlendirilebilecek çökellerle geçişli ve ardalanmalı yüzeylemeleri bulunan volkanitlerin yaşları da göz önüne alınarak çökellerin yaşı Orta Miyosen-Pliyosen olarak kabul edilmiştir (Akçay vd., 2007).

2.2.1.Ürgüp Formasyonu

Kızıl-kahve renkli, katmansız veya az belirgin katmanlı, çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı ve ignimbrit ara düzeylerinden oluşan birim, Pasquare (1968) tarafından Ürgüp Formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Ürgüp formasyonu tüm Orta Anadolu'da geniş bir alanda yüzeilenmektedir. Bölgede yapılan 1/100.000 ölçekli haritada Ürgüp Formasyonu, İç Anadolu Grubu içerisinde gösterilerek haritalanmıştır (Akçay vd., 2007). Yozgat-İ33 paftasında karasal çökeller içerisinde mercek ve bantlar şeklinde gözlenen kireçtaşları, Kozaklı kireçtaşı üyesi olarak ayırtlanmıştır (Akçay vd., 2007).

2.2.1.1. Kozaklı Kireçtaşı Üyesi

İç Anadolu Grubu gölsel çökelleri içinde yatay konumlu bant ve merccekler şeklinde yüzeyleyen beyaz-bej renkli, masif, çok sert, bazı kesimleri mikritik, yer yer kırıntılı, killi, boşluklu kireçtaşı düzeyleri, Kara ve Dönmez (1990) tarafından Kozaklı Kireçtaşı üyesi olarak adlandırılmıştır. Üyenin kalınlığı 1-8m arasında değişmektedir (Akçay vd., 2007). Birim Pasquare (1968)'nin Kışladağ üyesinin bir bölümü olarak deneştirilebilir (Akçay vd., 2007).

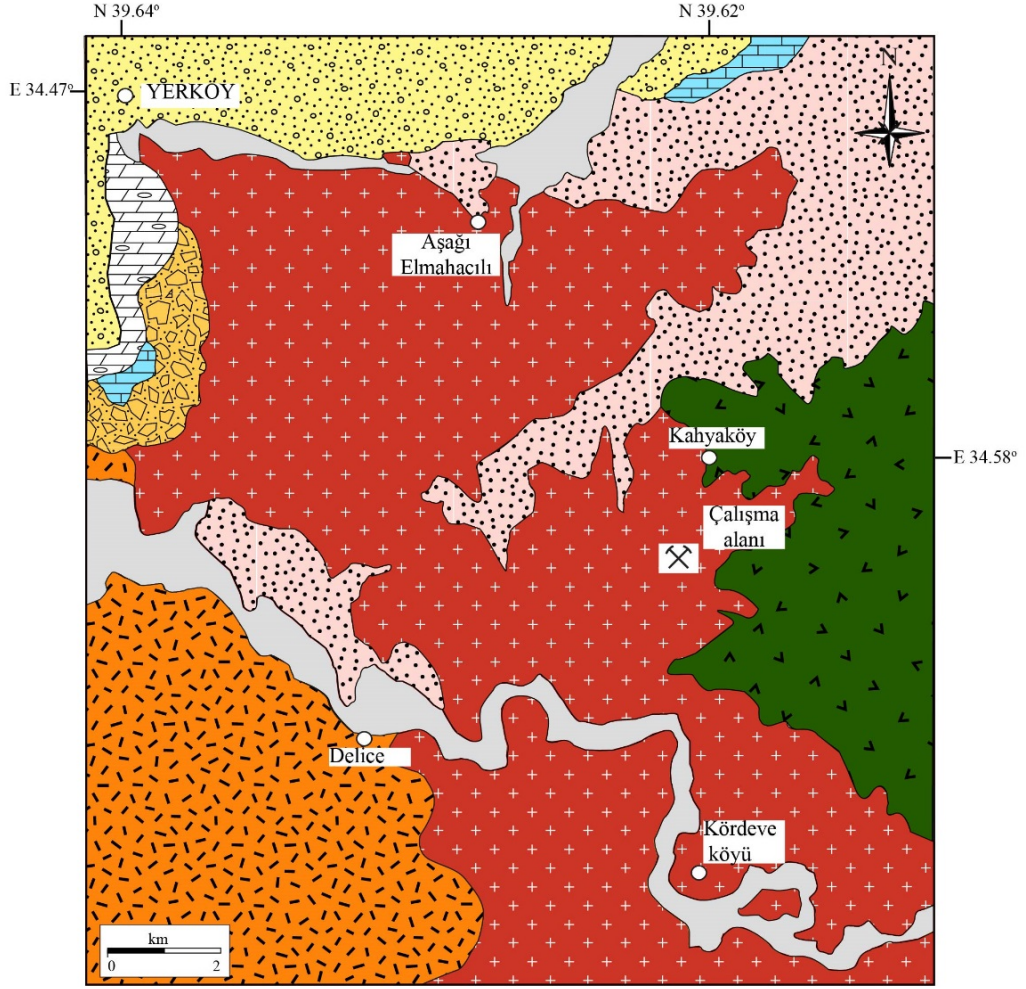
ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	GRUP	FORMASYON	ÜYE	SİMGE	KAYA TÜRÜ	AÇIKLAMALAR		
	KUVARTERNER					Qal		Alüvyon UYUMSUZLUK		
SENOZOYİK	TERSİYER	ORTA MİYOSEN-PLİYOSEN	İÇ ANADOLU GRUBU	ÜRGÜP	KOZANLI KIREÇTAŞI	Tmük		Çakıltı, Kumtaşı, Çamurtaşı, Kiltası		
						Tmü		Kireçtaşı		
		ÜST EOSEN-ALT MİYOSEN		İNCİK				Toi		Çakıltı, Kumtaşı, Çamurtaşı UYUMSUZLUK
										Kireçtaşı
		EOSEN		BOĞAZKÖY	BARAKLI	KIREŞTAŞI ÜYESİ ALİMPINAR VOLKANITI BASİT ÜYESİ		Tebo		Çakıltı, Kumtaşı, Silttaşı, Kiltası
								Teboar		Dasit
								Tebod		Bazalt, Tüf, Tüfit
								Tebo		UYUMSUZLUK Granit, granitporfir, granodiyorit, granodiyorit porfir, Kuvarsdiyorit, kuvarsmonzonit Gabro Riyolit, Riyodasit
		KRETASE			ORTA ANADOLU-GRANI TOYDI KARABOĞAZDERE GABROSU KÖTÜDAĞ VOLKANITI			Kk		Mermer
								Kkö		
Kog										
PALEOZOYİK				BOZÇALDAĞ		Pzb				

Şekil 2. 1. İnceleme alanına ait genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti (Akçay vd., 2007)

3. ÇALIŞMA ALANININ STRATİGRAFİSİ

Çalışma alanında yüzeyleyen en yaşlı birim Orta Anadolu Granitoidleridir. Bu birim granit, granodiyorit, kuvars monzonit, kuvars siyenit, monzogranit ve bunların porfirlerinden oluşmaktadır. Bu birimler çalışma alanının kuzey, güney ve batısında yaygın olarak gözlenmektedir (Şekil 3.1). Cevherleşme bu granit-monzogranitlerin dokanaklarındadır (Şekil 3.2a, b, c). Monzogranit beyaz renkli ve oldukça alteredir. Özellikle killeşme yoğun olarak gözlenmektedir (Şekil 3.2a, d). Çalışma alanının doğusunda yaygın olarak belirlenen Karaboğaz gabrosu, koyu renkli ve oldukça küçük kristallidir. Bu birimin üzerine uyumlu olarak gelen Kötüdağ volkaniti ise çalışma alanının Güneybatısında yayılım göstermektedir. Bol kırıklı çatlaklı olan birim, riyolit, riyodasit ve latit bileşimli lav ve tüflerden oluşmaktadır (Akçay vd., 2007).

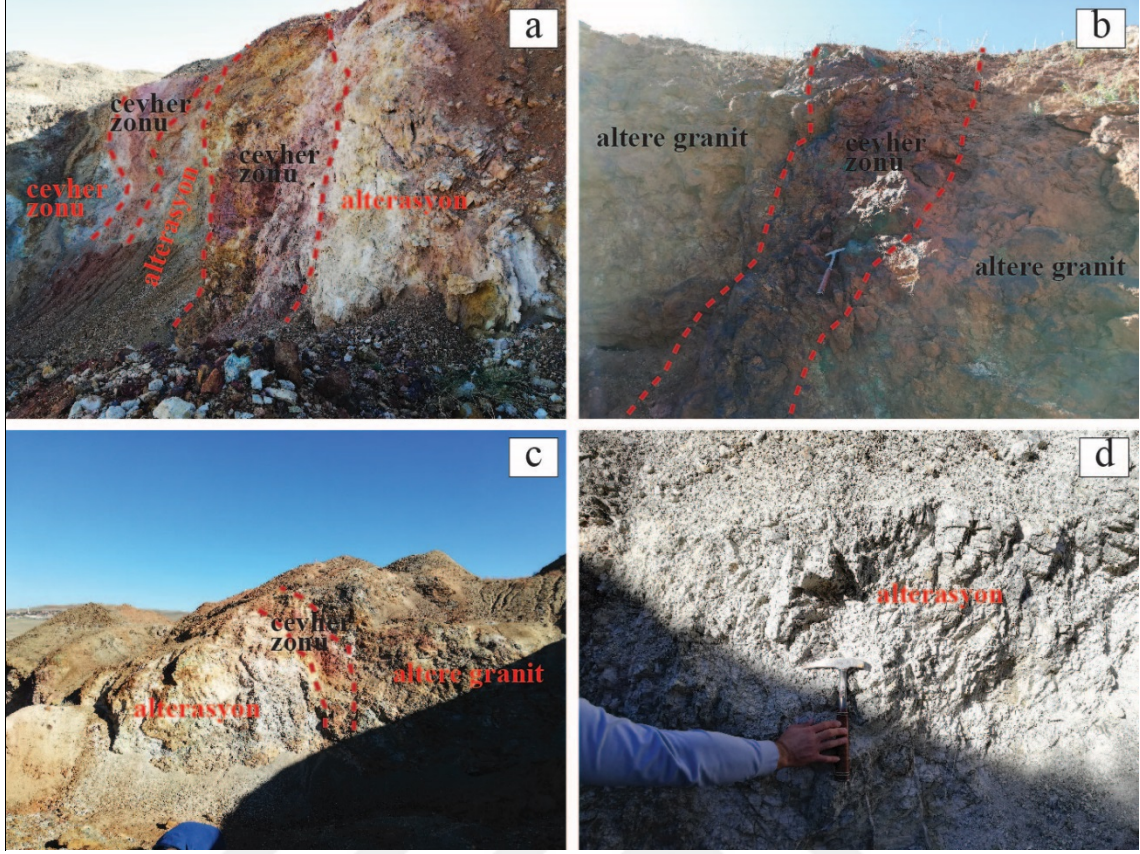
Bu birimlerin üzerine uyumsuzlukla Baraklı, Boğazköy ve İncik Formasyonu gelmektedir. Baraklı Formasyonu, çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşlarından oluşan karasal çökellerden oluşmaktadır (Akçay vd., 2007). Birim, çalışma alanının Kuzeybatısında gözlenmektedir (Şekil 3.1). Boğazköy Formasyonu ise volkanik ara düzeyli, kumtaşı, silttaşı, az çakıltaşı, çamurtaşı ile kireçtaşlarından oluşmakta olup Alimpınar volkanit üyesi, Dasit üyesi ve Kireçtaşı üyesinden oluşmaktadır (Akçay vd., 2007). Çalışma alanında yalnızca kireçtaşı üyesi gözlenmekte olup nummulit, mercan, gastropod ve lamelli, gri renkli, orta kalın katmanlı, kumlu-siltli kireçtaşı ve masif kireçtaşlarından oluşmaktadır. Boğazköy Formasyonu ve kireçtaşı üyesi bölgenin Kuzeybatısında dar bir alanda yüzlek vermektedir (Şekil 3.1). Çalışma alanının Kuzey-Kuzeybatısında altındaki birimlerle uyumsuz olarak gözlenen İncik Formasyonu, evaporitli, kırmızı, kahve ve gri renkli, karasal çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı ar dalanmasından oluşmaktadır. İncik Formasyonunun üzerine de uyumsuz olarak İç Anadolu Grubu gelmektedir. Birim karasal çökellerden oluşmakta olup, kırmızı renkli çakıltaşı, az kumtaşı ve bunların içinde bulunduğu çamurtaşlarından oluşur (Akçay vd., 2007). Son olarak bu birimin üzerinde ise uyumsuz olarak Kuvarterner çökelleri yer alır (Şekil 3.1).



AÇIKLAMALAR

Kuvaterner		Alüvyon		Çalışma alanı
Orta Miyosen Pliyosen		İç Anadolu Grubu		
Üst Eosen Alt Miyosen		İncik Formasyonu		
Eosen		Boğazköy Formasyonu		
		Kireçtaşı üyesi		
		Baraklı Formasyonu		
Kretase		Kötüdağ volkaniti		
		Karaboğazdere gabrosu		
		Orta Anadolu Granitoidleri		

Şekil 3. 1. Çalışma alanının jeoloji haritası (Akçay vd., 2007)



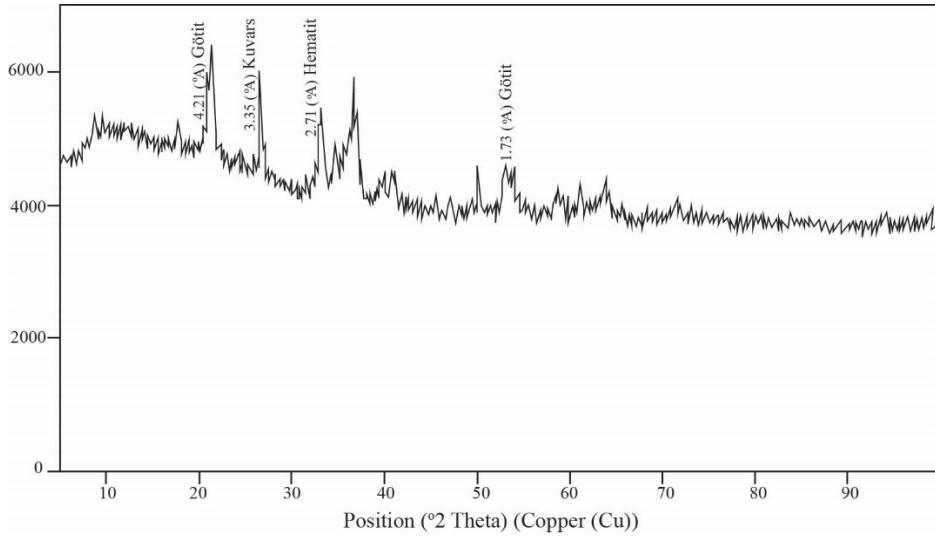
Şekil 3. 2 a, b, c. Monzogranit-granit dokanağında gözlenen cevherleşme, d. Altere monzogranit-granit

Bölgede oldukça geniş bir alanı kapsayan magmatizma gerçekleşmiştir (Ketin, 1955). Bu magmatizma Üst Kretase ve Orta Eosen döneminde denizaltı volkanizması şeklindedir. Orta Eosen birimleri, sığ denizel ve volkanik fasiyeste gelişmiş kayalarla temsil edilmektedir. Orta Eosen'in sonuna doğru deniz yavaş yavaş çekilmeye başlamış, lagünler oluşarak Orta Eosen'in sonlarına doğru jipsli, killi marnlar oluşmuştur. Orta Eosen'in sonunda ise deniz daha fazla çekilmiş, aynı zamanda yükselme ve aşınmalar meydana gelmiş ve Oligosen'in kırmızı renkli konglomeratik birimlerini oluşturmuştur. Oligosen boyunca ise deniz daha çok çekilerek lagünler oluşmuştur. Oligosen sonunda yer yer acı ve tatlı su gölleri kalmış, deniz ise tamamen çekilmiştir (Ketin, 1966).

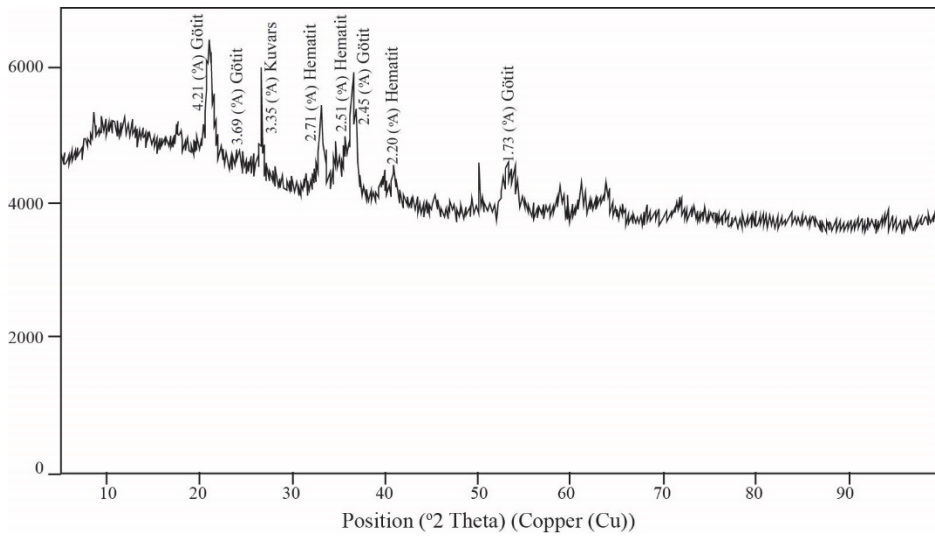
4. CEVHERLEŞMENİN MİNERALOGİSİ

4.1. MADEN MİKROSKOBİK İNCELEMELER

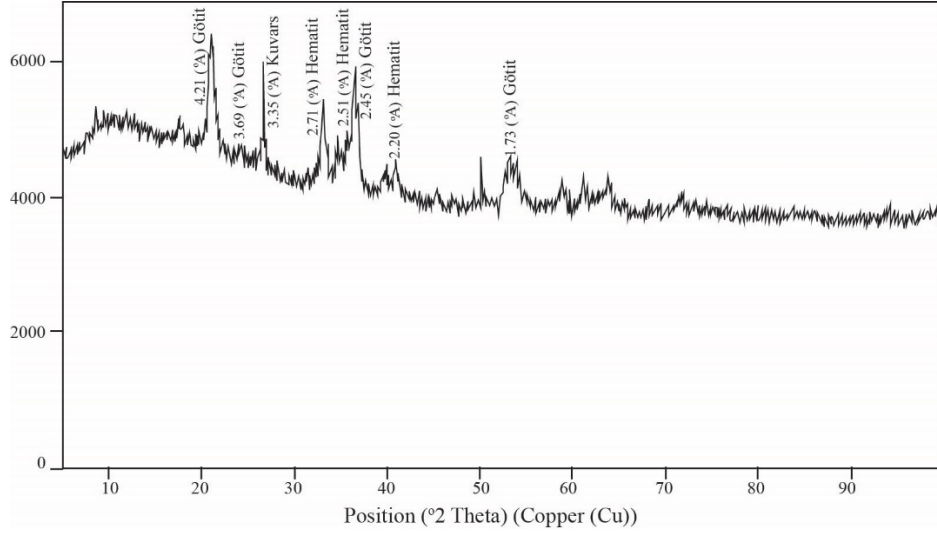
Çalışma alanında damar ve mercer şeklinde gözlenen cevherleşmenin parajenezini belirlemek için araziden derlenen 20 adet cevher örneğinden öncelikle parlak kesit yapılarak üstten aydınlatmalı mikroskopta parajenez ve yapı-doku özellikleri incelenmiştir. Bunları desteklemek için 15 adet örnekten de Yozgat Bozok Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (BİLTEM)'nde XRD (X-Ray Difraktogramı) analizi yaptırılmıştır. Tüm bu çalışmalara göre çalışma alanındaki cevher parajenezi; manyetit, hematit, götit, kalkopirit, kovellin, bornit, malahit, azurit ve fahlerz, gang ise kuvars olarak belirlenmiştir. (Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3).



Şekil 4. 1. Cevher örneklerine ait XRD difraktogramı



Şekil 4. 2. Cevher örneklerine ait XRD difraktogramı



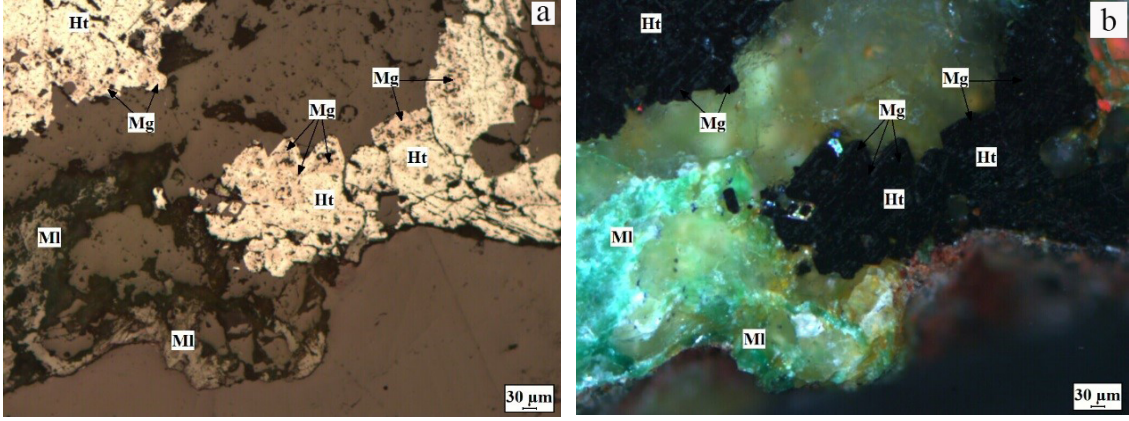
Şekil 4. 3. Cevher örneklerine ait XRD difraktogramı

4.1.1. Manyetit (Fe_3O_4)

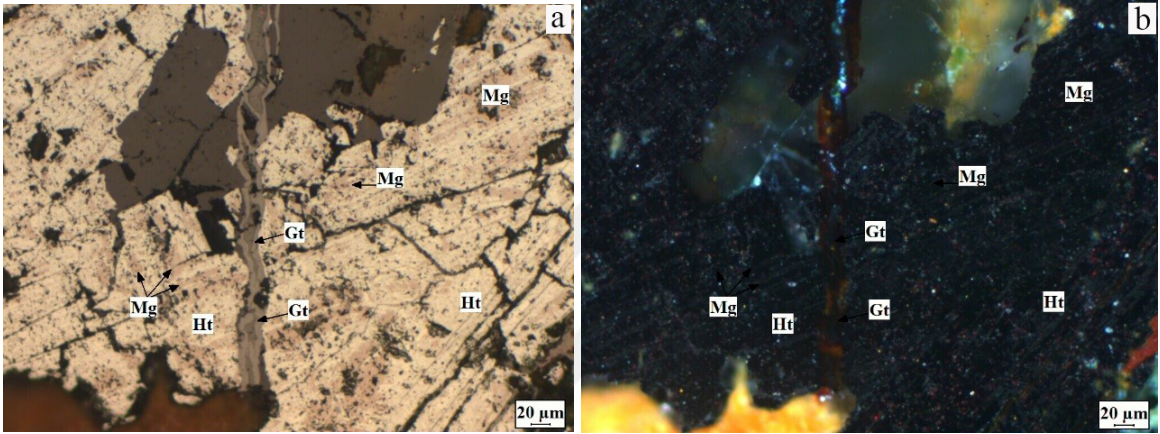
Çalışma sahasında en sık gözlenen mineral manyetittir. Demir oksit bileşimli olan manyetit, magmatik ve metamorfik kayalarda aksesuar olarak bulunurken, bantlı demir oluşumları dahil olmak üzere sedimanter kayalarda, göl ve deniz tortullarında hem kırıntılı taneler hem de manyetofosiller olarak da oluşabilir (Carmichael ve Ghiorso, 1986). Cevherin oluştuğu koşulları değerlendirmede oldukça büyük önem taşımaktadır. Manyetit, ortamın oksijeni ile reaksiyona girerek hematite dönüşebilir. Bu dönüşüm ortamın oksijen fugasitesini anlamak için gösterge oluşturur (Carmichael ve Ghiorso, 1986).

Cevher örneklerin parlak kesit incelemelerinde de manyetitin hematite dönüşümleri dikkat çekmektedir. Manyetitler maden mikroskopik incelemelerde birinci nikolde pembemsi kahverengi gözlenirken ikinci nikolde ise izotroptur (Şekil 4.4a,b). Hematite dönüşümler ise oldukça yaygındır. Çalışma sahasındaki parlak kesit incelemelerinde gözlenen ve ikincil olarak oluştuğu düşünülen götitler de manyetit ve hematiti keser tarzda gözlenmektedir (Şekil 4.5a,b). Bazı parlak kesitlerde, Şekil 4.6'te gözlendiği gibi manyetit hemen hemen tamamen hematite dönüşmüştür. Bu oluşumların oksidasyon sonucunda oluştuğu düşünülmektedir (Craig ve Vaughan, 1994). Daha sonra ise kovellin hematiti ornatmıştır. Kırık çatlaklarda gözlenen götit ise ikincil olarak oluşmuş en genç mineraldir.

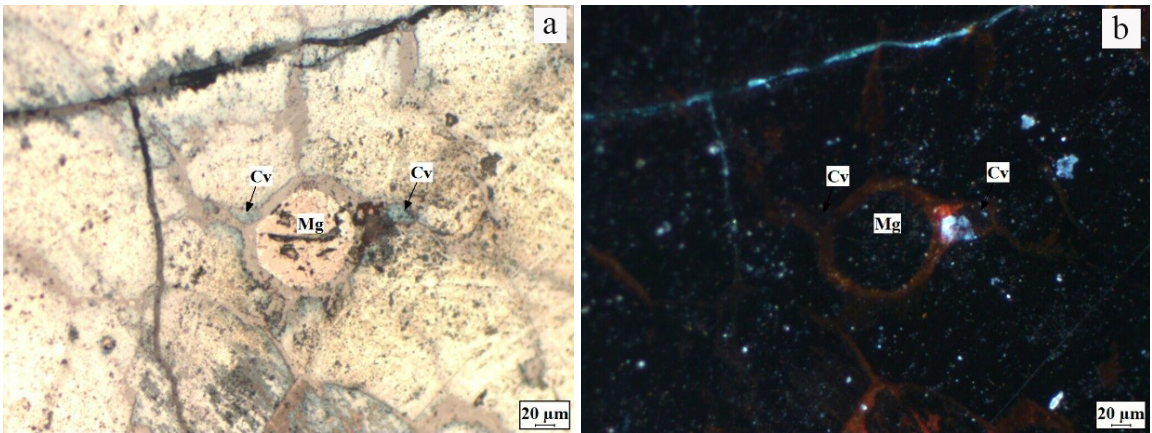
Çalışma alanındaki cevherleşme sürecinde manyetitin hematite dönüşümü yaygın olarak gözlenmektedir. Cevher parajenezinde gözlenen kovellin ise yoğun olarak götit tarafından ornatılmıştır (Şekil 4.7a, b).



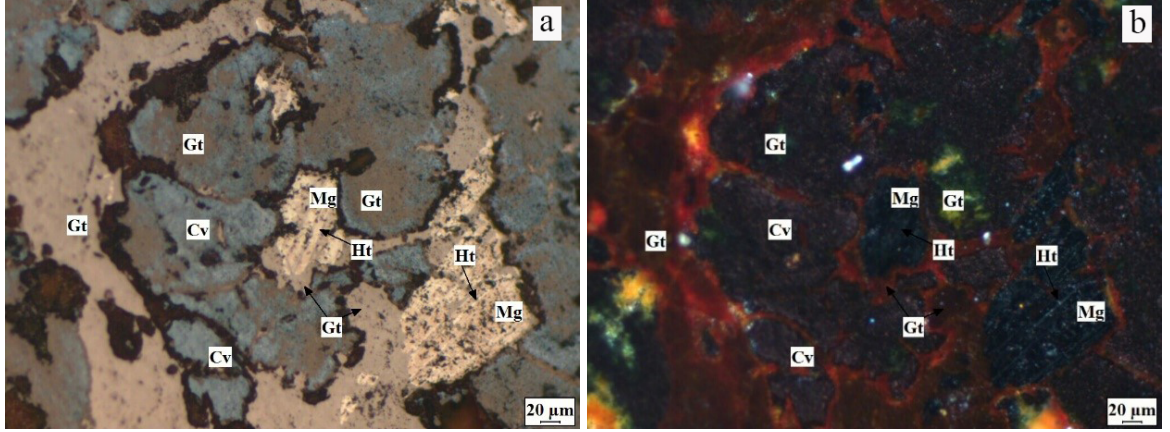
Şekil 4. 4. K-18 nolu örnek; a. I.Nikol-Pembemsi kahverengi gözlenen manyetit ve manyetitten dönmüş hematitler. b. II.Nikol-İzotrop gözlenen manyetit ve hematitler



Şekil 4. 5. K-18 nolu örnek; a. I.Nikol-Manyetit, hematit ve onları kesen götüt oluşumları b. II. Nikol İzotrop manyetit, hematit, tipik kırmızı turuncu yansıma götüt oluşumu.



Şekil 4. 6. K-6 nolu örnek; a. I.Nikol-Pembemsi kahverengi manyetit ve yer yer kovellinin ornatması mavimsi. b. II.Nikol-Kuvvetli turuncu iç yansıma kovellin.

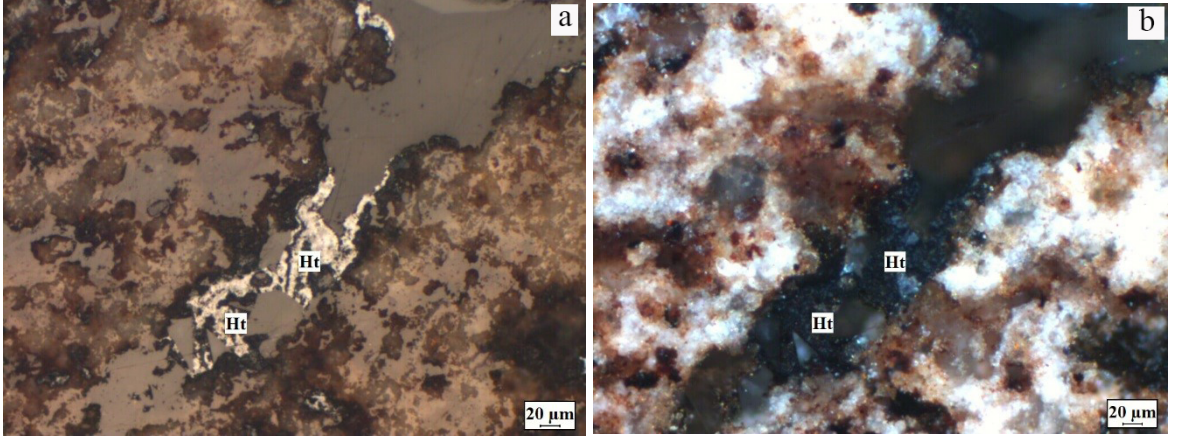


Şekil 4. 7. K-20 nolu örnek; a. I.Nikol-Manyetit, hematit, götit ve kovellin. b. II. Nikol Görüntüsü

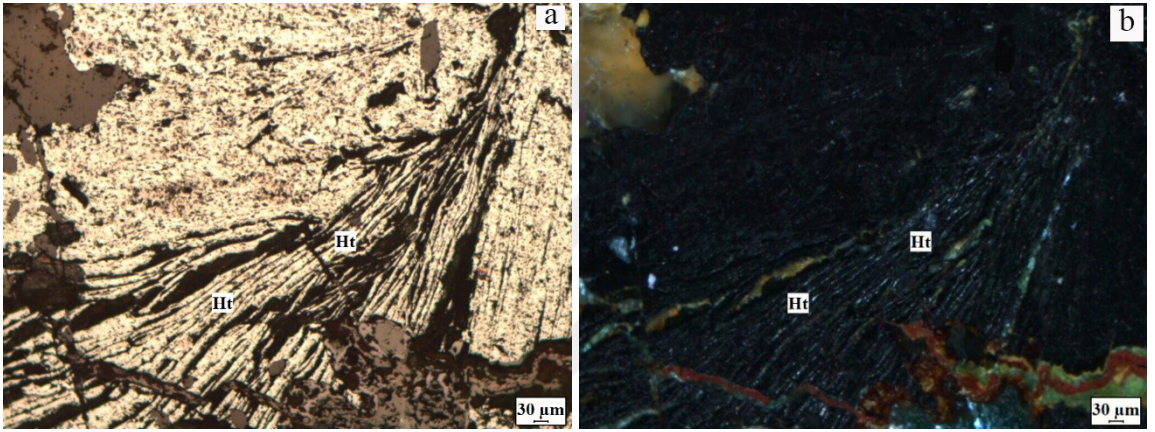
4.1.2. Hematit (Fe_2O_3)

Hematit çalışma alanında yaygın olarak gözlenen ikinci mineraldir. Parlak kesit incelemelerinde birinci nikolde krem, açık sarı, ikinci nikolde ise oldukça belirgin mavimsi renkte gözlenmektedir (Şekil 4.8a, b). Mineral bazı kesitlerde çubuksu yapısı ile dikkat çekse de yer yer pembemsi manyetit kalıntıları da gözlenmektedir (Şekil 4.9a, b). Hematitin bazı kesitlerde oldukça belirgin kırmızı iç yansıma gösterdiği de gözlenmiştir (Şekil 4.10a, b). Hematit, yeryüzünde yaygın olarak gözlenen bir diğer demir oksittir.

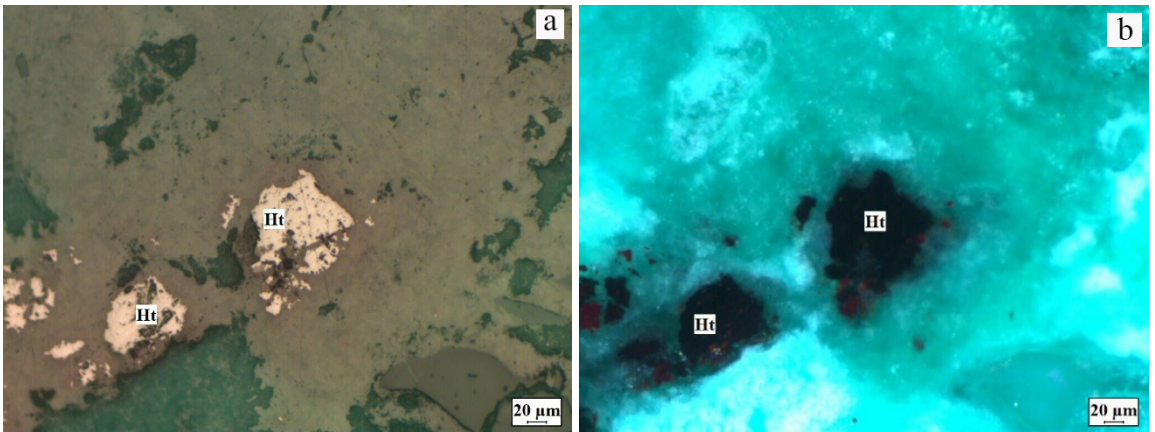
Hidrotermal damarlarda ve magmatik kayalarda aksesuar mineral olarak bulunabilir. Volkanik ve birçok metamorfik kayalarda, kontakt metamorfik yataklarda, birincil veya ikincil olarak sedimanter kayalarda yaygın olarak oluşabilir (Çağatay, 1979). Dünyada gözlenen çoğu önemli hematit oluşumu sedimanter kökenli olarak bilinse de değişik kökenli yataklarda, değişik kristal şekillerinde gözlenebilir. Örneğin hematit minerali yüksek ısıda oluşan maden yataklarında iğne, düşük ısıda oluşan yataklarda ise levha biçimi gösterir. Çok düşük ısılarda oluşan hematitler ise ışınal-lifsi biçimde olup jellerden oluşur (Çağatay, 1979).



Şekil 4. 8. K-15 nolu örnek; a.I.Nikol-Krem, açık sarı hematit. b. II.Nikol-Belirgin mavimsi renk



Şekil 4. 9. K-15 nolu örnek; a.I.Nikol-Çubuksu yapı Hematit. b. II.Nikol-Belirgin Mavi renk



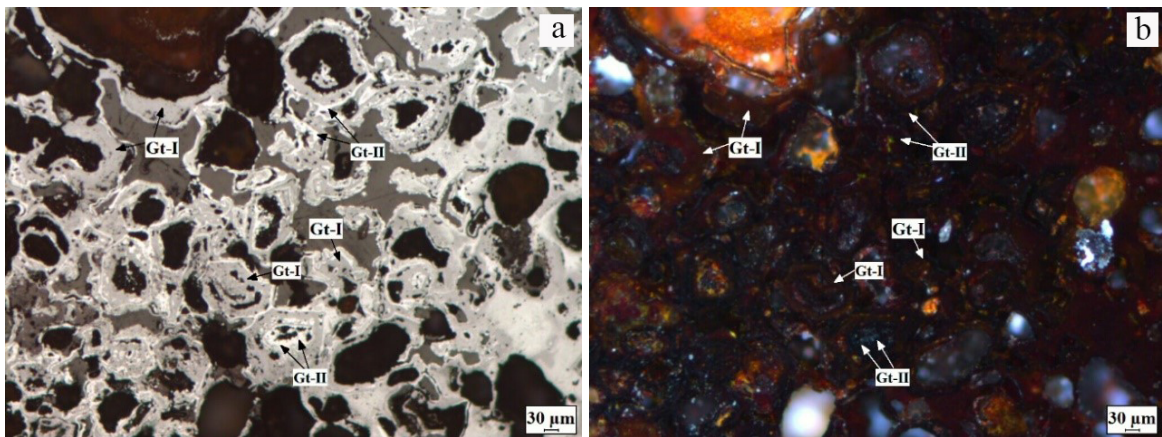
Şekil 4. 10. K-9 nolu örnek; a.I.Nikol-Kremsi Hematit. b. II.Nikol-Kırmızı iç yansıma gösteren hematit.

4.1.3. Götüt (FeO(OH))

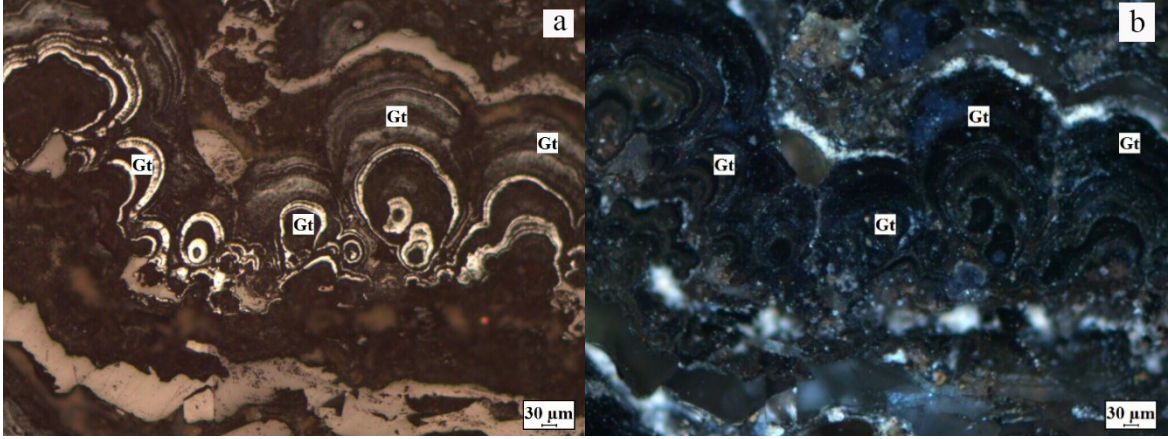
Oksihidroksit bileşimli götüt; ferroksit ve lepidokrositin polimorfudur. Götüt, düşük sıcaklıktaki oluşumlarda özellikle sedimanter ortamlarda ve demirce zengin cevherleşmelerin olduğu yerlerde günlenme sonucunda da sıklıkla gözlenir (Zee vd., 2003). Bunun yanında götüt oluşumu, Fe²⁺'nin Fe³⁺'e oksidasyonu sonucunda da oluşabilir. Bu da yukarıda bahsedildiği gibi götütün yüzey koşullarında günlenme sonucunda oluşmasına yol açar. Bu şekilde gözlenen oksidasyon değişikliği nedeniyle, götütte yaygın olarak psödomorf oluşumlara sık rastlanır (Larese-Casanova vd., 2010).

Parlak kesit incelemelerinde de oldukça belirgin gözlenen götütler, ikincil oluşumları ve dokusal özellikleri dikkate alındığında çalışma alanındaki birkaç farklı oluşumun da varlığını göstermektedir (Şekil 4.11-4.13). Birinci nikelde açık-koyu gri renklere gözlenen götüt, ikinci nikelde sarı, turuncu, kırmızı iç yansıması ile tipiktir (Şekil 4.11-4.13). Bazı parlak kesitlerde ise izotrop özellik göstermektedir (Şekil 4.12b). Bu götütlerde koloidal doku belirlenmiştir (Şekil 4.12a,b). Koloidal doku oluşumdaki sedimentasyonun belirtici olarak bilinmektedir (Schwartz, 1951).

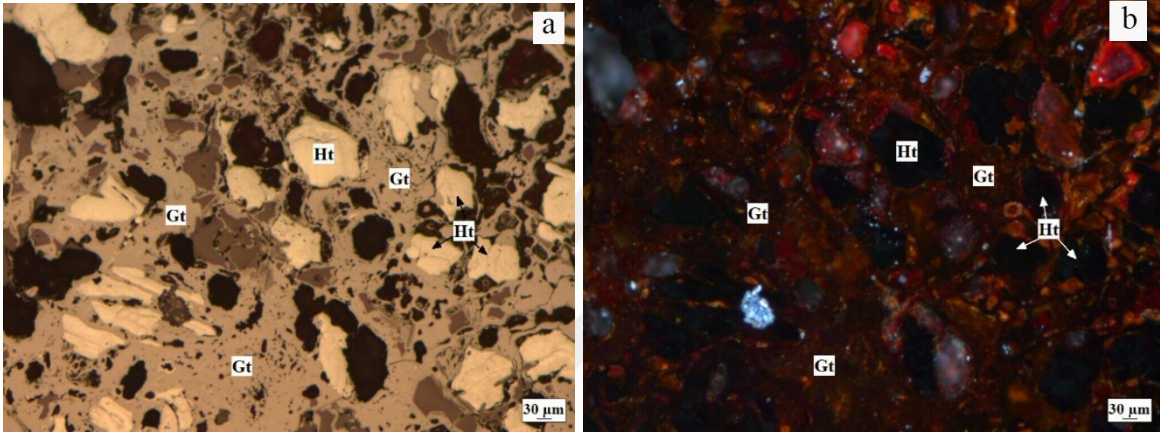
Çalışma alanında en sık rastlanan oluşum ise hematitin ornatım ürünü olarak oluşmuş götütlerdir (Şekil 4.13a,b).



Şekil 4. 11. a. K-10 nolu örnek; I.Nikol-Açık ve koyu gri renkli Götüt. b. II.Nikol-Kırmızı, turuncu iç yansıma gösteren götüt oluşumları.



Şekil 4. 12. K-2 nolu örnek; a.I.Nicol-Kolloidal doku gözlenen götit. b.II. Nicol İzotrop.

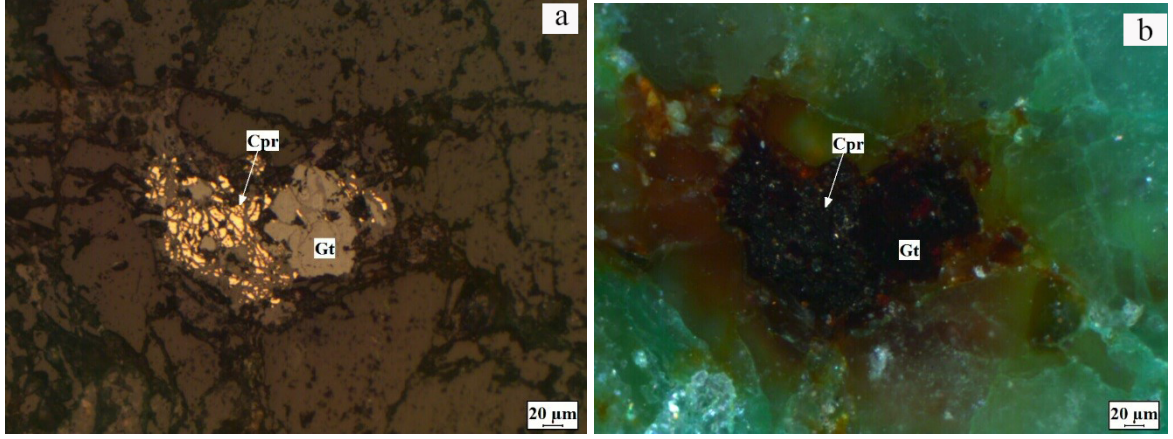


Şekil 4. 13. K-18 nolu örnek; a.I.Nicol-Hematitin ornatılması ile oluşmuş götit. b.II. Nicol-Kırmızı-Turucu İç yansıma.

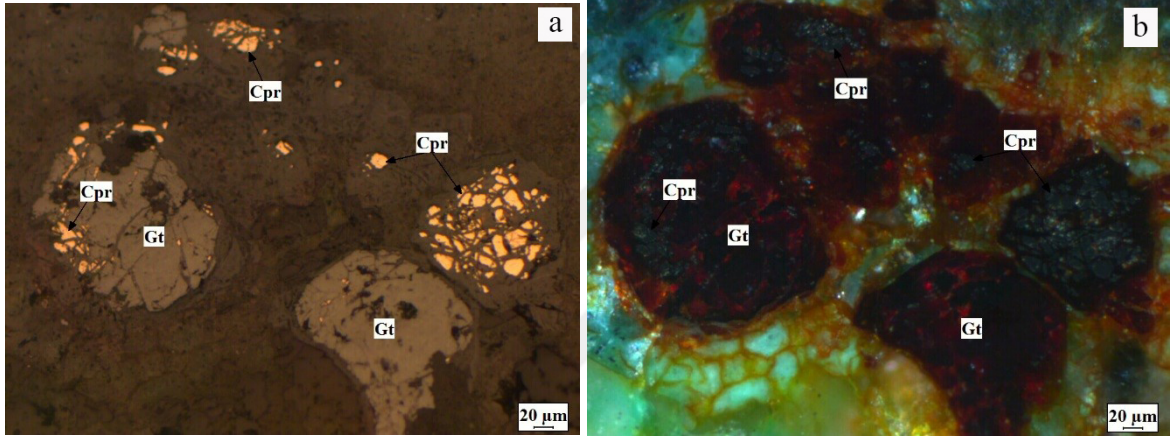
4.1.4. Kalkopirit ($CuFeS_2$)

Çalışma alanında kalkopirit çok yaygın olmamakla birlikte az da olsa belirlenmiştir (Şekil 4.14, 4.15). Parlak kesitlerde birinci nikolde belirgin sarı, ikinci nikolde ise çok zayıf anizotropisi ile tanınır (Şekil 4.14, 4.15). Çoğu örnekte götit tarafından ornatılmıştır (Şekil 4.14a, 4.15a).

Kalkopirit, bakır yataklarında en bol bulunan bakır sülfid mineralidir. Oluşumları çok çeşitlidir. Aksesuar mineral olarak magmatik kayalarda gözlenebilirken, magmatik ayrışma sonucunda ya da kontakt metamorfik zonlarda da gözlenebilir. Birçok volkanojenik masif sülfid yataklarında da kalkopiritin varlığı bilinir.



Şekil 4. 14. K-15 nolu örnek; a.I.Nikol-Belirgin sarı Kalkopirit. b.II.Nikol- Zayıf anizotropi.

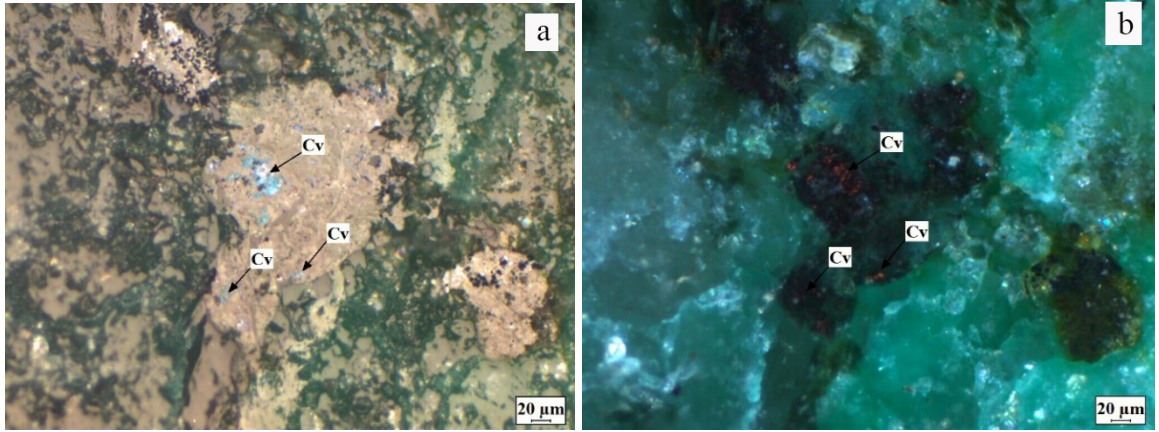


Şekil 4. 15. K-15 nolu örnek; a.I.Nikol-Götitten tarafından ornatılmış kalkopirit. b.II. Nikol Zayıf anizotropi.

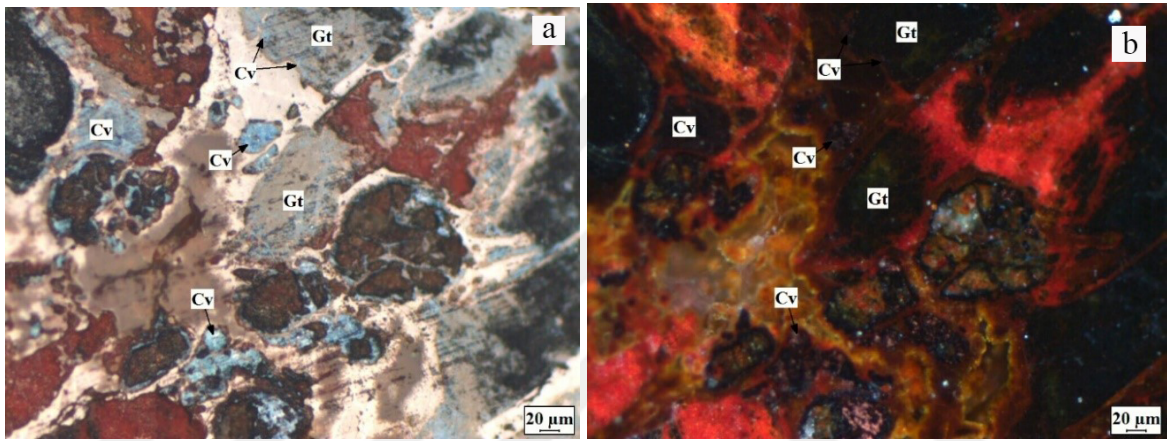
4.1.5. Kovellin (CuS)

Kovellin, çalışma alanında manyetit, hematit ve götitten sonra en yaygın mineraldir. Parlak kesitlerde birinci nikolde mavi, ikinci nikolde çok güçlü turuncu renk göstermektedir (Şekil 4.16a, b). Bunun yanında götitten tarafından ornatılmış kovellinlere de oldukça sık rastlanmaktadır (Şekil 4.17 a, b).

Kovellin, genellikle bakır sülfid yataklarında ikincil olarak oluşan, nadir gözlenen bakır sülfid mineralidir. Özellikle kalkopirit, kalkosin ve bornit gibi minerallerin alterasyon ürünü olarak oluşabilir (Acton 2012). Türkiye’de de kalkopirit, bornit, fahlerz ve kalkosin içerikli yatak ve zuhurlarda genellikle ikinci olarak rastlanır (Çağatay 1979). Bunun yanında kovellin, yüksek sıcaklıkta hidrotermal kökende oluşur (Pracejus 2008).



Şekil 4. 16. K-38 nolu örnek; a.I.Nikol- Mavi Kovellin b.II. Nikol Güçlü turuncu.

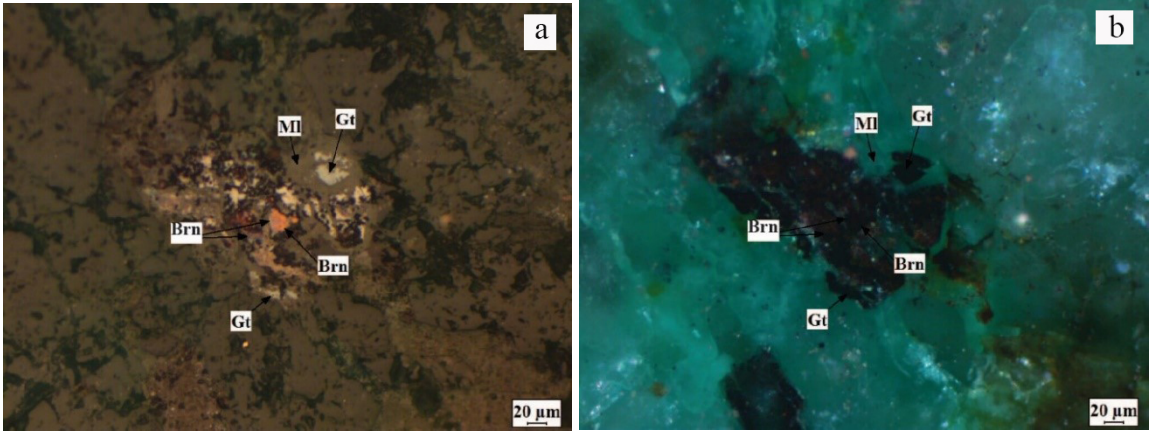


Şekil 4. 17. K-38 nolu örnek; a. I.Nikol, götite tarafından ornatılmış kovellin. Mavi renk Kovellin. b.II.Nikol turuncu-sarı kovellin.

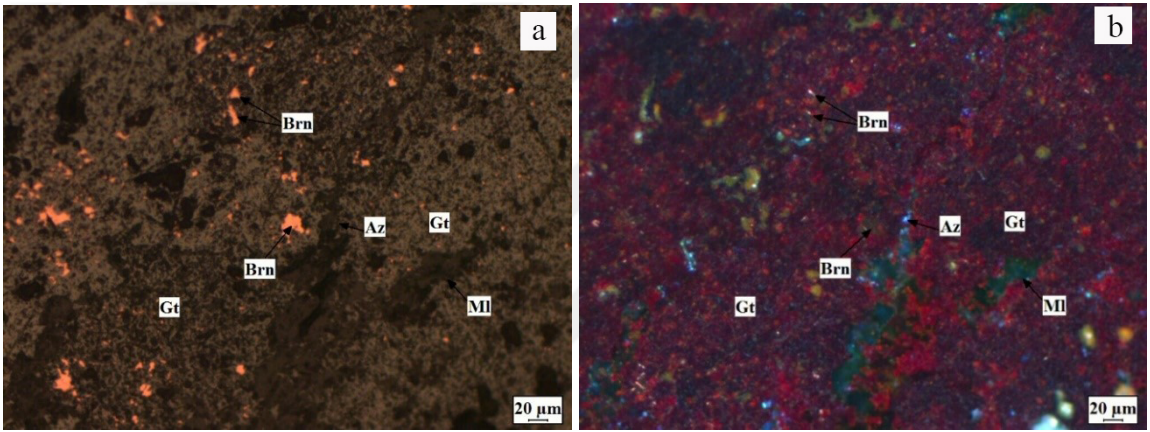
4.1.6. Bornit (Cu_5FeS_4)

Çalışma alanında daha az oranda bulunan bornit, birinci nikolde turuncumsu kahverengi, ikinci nikolde ise zayıf anizotropisi ile tanınır (Şekil 4.18, 4.19). Parlak kesitte bornit ile birlikte malahit, azurit ve götite de gözlenmektedir.

Bornit, daha çok porfiri bakır yataklarında özellikle kalkopiritle birlikte gözlenen bakır sülfid mineralidir. Bunun yanında magmatik kayalarda saçınımlı olarak ve kontakt metasomatik yataklarda, pegmatitik sistemlerde ve bakırlı sedimanter birimlerde de bulunabilir. Alterasyonla kalkosit ve kovelline dönüşebilir.



Şekil 4. 18. K-15 nolu örnek; Bornit, götite ve malahit a.I.Nikol- Turuncumsu kahverengi b.II. Nikol-Zayıf anizotropi.

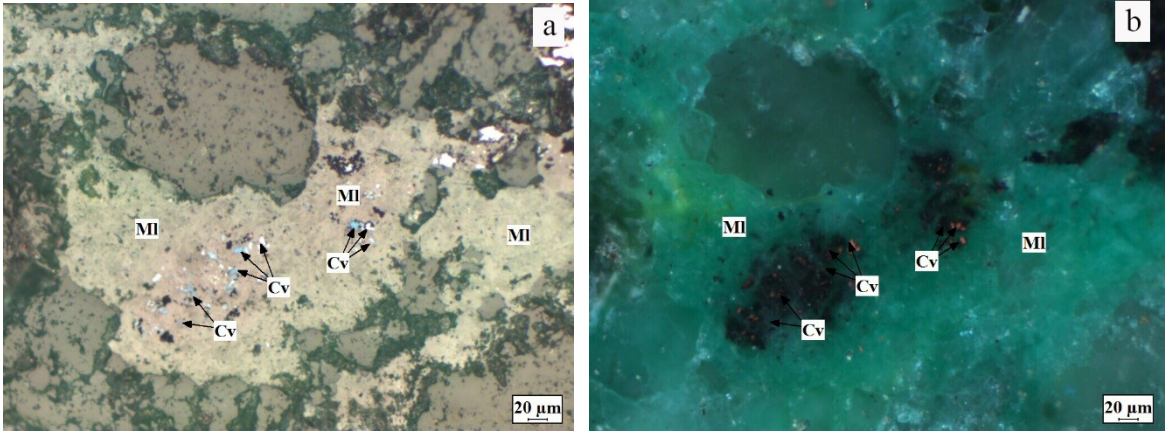


Şekil 4. 19. K-15 nolu örnek; Bornit, götite ve azurit. a.I.Nikol ve b.II. Nikol.

4.1.7. Malahit $Cu_2CO_3(OH)_2$

Çalışma alanında yaygın gözlenen bir mineral olup, parlak kesitlerde birinci nikelde grimsi yeşil, ikinci nikelde ise anizotropi ve kuvvetli iç yansıması ile tipiktir. Malahitin kovellinle birlikte bulunması da dikkat çekmektedir (Şekil 4.20a, b).

Malahit, genellikle birincil sülfidik bakır cevherlerinin süperjen ayrışması ve oksidasyonu sonucu oluşur ve genellikle azurit, götite ve kalsit ile birlikte bulunur. Bunun yanında bakır yataklarında genellikle üst zonlarda oksitlenme sonucu oluşur (Palache vd., 1951). Hidrotermal çözeltilerin kırık ve boşluklarında ise botryoidal, lifli veya dikit şeklindedir (Palache vd., 1951).

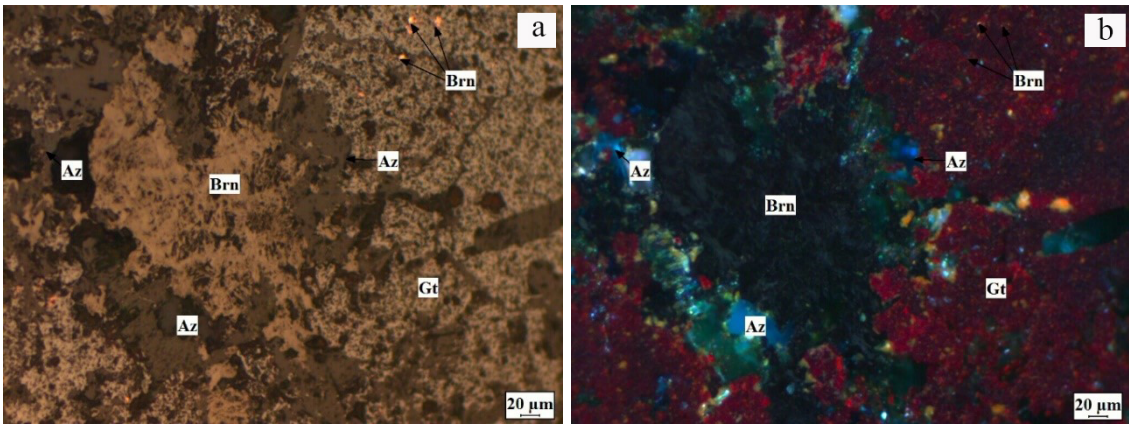


Şekil 4. 20. K-20 nolu örnek; Malahit ve kovellinin birinci (a) ve ikinci nikel (b) parlak kesit. Görüntüleri. (I. ve II. Nikol).

4.1.8. Azurit $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$

Çalışma alanında yaygın olarak gözlenen azurit, birinci nikelde gri kahverengi ikinci nikelde tipik mavi rengi ile dikkat çekmektedir. Bunun yanında parlak kesitte belirlenen azurit, götit ile birlikte bulunurken yer yer de bornit kapanımları içermektedir (Şekil 4.21a, b)

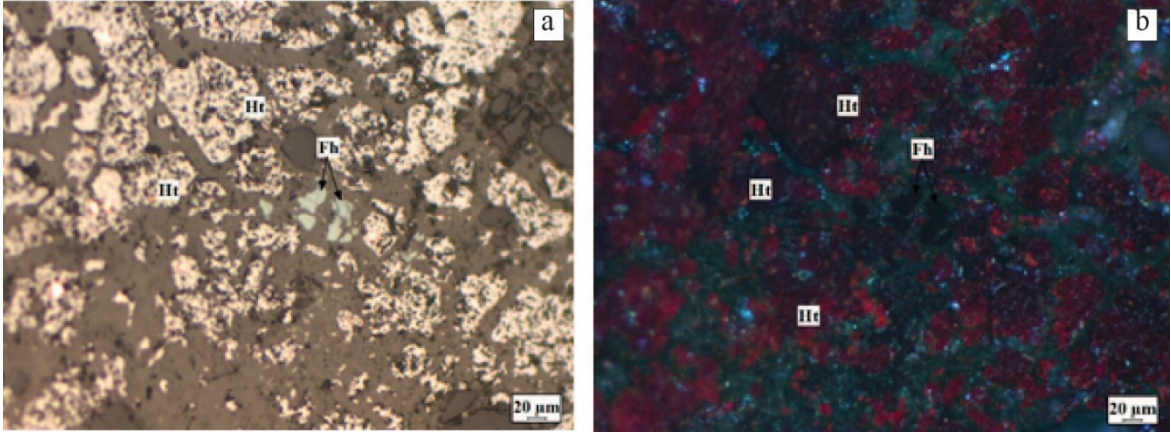
Azurit, bakır yataklarında alterasyon ürünü olarak oluşur. Malahite oranla daha duraysızdır ve sık sık pseudomorf olarak malahite dönüşür (Simpson vd., 1964).



Şekil 4. 21. K-15 nolu örnek; Azurit, bornit ve götitin birinci (a) ve ikinci nikel (b) parlak kesit görüntüleri. (I. ve II. Nikol).

4.1.9. Fahlerz (tennantit ($\text{Cu}_6[\text{Cu}_4(\text{Fe},\text{Zn})_2]\text{As}_4\text{S}_{13}$) ve tetrahedrit ($\text{Cu}_6[\text{Cu}_4(\text{Fe},\text{Zn})_2]\text{Sb}_4\text{S}_{13}$)

Tennantit ve tetrahedrit olarak iki gruba ayrılan fahlerz, birinci nikolde zeytini yeşilimsi gri renkli As içerikli olanlar ise kırmızı iç yansıması ile tanınır. İkinci nikolde ise izotropdur. Çalışma alanında az oranda bulunan fahlerz, zeytin yeşili renkli görünümde ve izotropdur (Şekil 4.22a, b). Parlak kesitte hematit ile birlikte gözlenmektedir. Hematitler kırmızı iç yansımaları ile tipiktir (Şekil 4.22b).



Şekil 4. 22. K-15 nolu örnek; Fahlerz ve hematitin parlak kesit görünümü, a. I. Nikol, b. II. Nikol

5. CEVHERLEŞMENİN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Çalışma alanından alınan cevher örneklerinin jeokimyasal özellikleri incelenerek cevherleşmenin kökeni ile ilgili bilgiler edinilmektedir. Bu amaçla çalışma alanından alınan 18 adet cevher örneği için ana oksit, eser element ve NTE analizleri yapılmış, sonuçlar değerlendirilmiştir (Tablo 5.1, 5.3, 5.5).

5.1. ANA ELEMENT JEOKİMYASI

Jeokimyasal analiz sonuçlarına göre cevher örneklerinde SiO_2 değerleri en düşük %9.70, en yüksek %69.40 ve ortalama %46.19, Fe_2O_3 değerleri en düşük %0.10, en yüksek %67.50 ve ortalama %21.70, Al_2O_3 değerleri en düşük %0.70, en yüksek %16.60 ve ortalama %4.71; CaO değerleri en düşük %0.10, en yüksek %14.2 ve ortalama %1.38, Na_2O değerleri en düşük %0.10, en yüksek %2.10 ve ortalama %0.55; MgO değerleri en düşük %0.10, en yüksek %0.47 ve ortalama %1.70; K_2O değerleri en düşük %0.10, en yüksek %0.44 ve ortalama %1.30 arasında değişken değerlere sahiptirler. Cevher örneklerinde bollukları daha az olan MnO , P_2O_5 , TiO_2 gibi ana bileşen içerikleri ise %10'den daha düşük

değerlere sahiptir. Bu verilere göre birincil cevher örneklerin başlıca Si, Al, Fe ve Ca gibi ana bileşenlerden oluştuğu görülmektedir (Tablo 5.1). Ana bileşen içeriklerinin birbirleri ile korelasyonları neticesinde SiO₂'nin Fe₂O₃ ile -0.62 değeri ile negatif korelasyon gösterdiği görülmektedir. Al₂O₃'ün CaO ve TiO₂ bileşenleri ile 0.66 ve 0.69 değerleri ile pozitif korelasyon göstermektedir. CaO ile MgO arasında ise 0.67 değeri ile pozitif korelasyon görülmektedir (Tablo 5.2).

Volkanik kayalardaki Al₂O₃/TiO₂ oranı 8.00-21.00 aralığındadır (Hayashi vd., 1997; Sugitani vd., 1996). Kahyaköy polimetal cevherleşmesinin Al₂O₃/TiO₂ oranları 3.50-78.00 ve ortalama 33.75 olarak hesaplanmıştır (Tablo 5.1). Bu oran çalışma alanı cevher oluşumunda volkanik aktivitenin önemli bir etkisinin olduğunu göstermektedir.

Tablo 5 1. Cevher Örneklerindeki Anaoksit Element İçerikleri (%)

Örnek no %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	MnO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂	A.Z	Al ₂ O ₃ /TiO ₂
K-2	69.40	0.70	0.10	26.20	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	2.80	7.00
K-6	22.20	4.10	2.30	9.80	0.10	0.80	0.10	0.10	0.10	0.10	21.30	41.00
K-10	62.50	1.80	0.30	15.00	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	10.20	18.00
K-15	32.60	7.40	0.30	47.70	1.30	0.20	0.10	0.20	0.10	0.20	9.00	37.00
K-18	9.70	0.80	0.10	67.50	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	11.80	8.00
K-22	69.20	7.80	0.20	4.00	0.40	0.50	0.10	0.10	0.10	0.10	8.10	78.00
K-25	49.10	2.30	0.10	0.20	0.40	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	10.10	23.00
K-33	50.50	16.60	14.20	1.40	1.10	1.70	0.10	2.10	0.10	0.30	11.80	55.33
K-34	67.20	0.90	0.20	25.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	5.80	9.00
K-35	24.10	3.90	2.20	9.60	0.10	0.70	0.10	0.10	0.10	0.10	20.80	39.00
K-36	60.30	1.60	0.30	14.50	0.90	0.10	0.10	0.20	0.10	0.20	19.50	8.00
K-37	33.20	7.10	0.20	44.10	1.10	0.20	0.10	1.90	0.10	0.10	15.20	71.00
K-38	10.60	0.70	0.10	65.20	0.30	0.40	0.10	1.80	0.10	0.20	18.40	3.50
K-39	65.40	7.40	2.10	4.10	0.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	17.90	74.00
K-40	48.10	2.40	0.20	0.10	0.20	1.50	0.10	0.20	0.10	0.10	25.00	24.00
K-41	51.20	14.20	0.10	24.80	0.30	0.80	0.10	0.90	0.10	0.30	7.10	47.33
K-42	59.90	3.10	0.40	9.70	0.40	0.20	0.10	1.20	0.10	0.10	21.80	31.00
K-43	46.19	4.71	1.38	21.71	0.44	0.47	0.10	0.55	0.10	0.14	23.40	33.38
Ort.	46.19	4.71	1.38	21.71	0.44	0.47	0.10	0.55	0.10	0.14	14.44	33.75
Min.	9.70	0.70	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	2.80	3.50
Max.	69.40	16.60	14.20	67.50	1.30	1.70	0.10	2.10	0.10	0.30	25.00	78.00

Tablo 5 2. Anaoksit Elementleri Korelasyon değerleri

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	MnO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂	A.Za
SiO ₂	1.00	0.14	0.01	-0.62	-0.04	-0.10	0.00	-0.24	0.00	-0.07	-0.33
Al ₂ O ₃		1.00	0.66	-0.30	0.45	0.59	0.00	0.49	0.00	0.69	-0.15
CaO			1.00	-0.32	0.34	0.67	0.00	0.48	0.00	0.51	0.03
Fe ₂ O ₃				1.00	0.17	-0.41	0.00	0.24	0.00	0.11	-0.19
K ₂ O					1.00	0.06	0.00	0.48	0.00	0.49	-0.11
MgO						1.00	0.00	0.32	0.00	0.43	0.29
MnO							1.00	0.00	1.00	0.00	0.04
Na ₂ O								1.00	0.00	0.52	0.12
P ₂ O ₅									1.00	0.00	0.04
TiO ₂										1.00	-0.16
A.Za											1.00

5.2. ESER ELEMENT JEOKİMYASI

Jeokimyasal analiz sonuçlarına göre cevher örneklerinde As mineralinin en yüksek değeri 4764.00ppm, en düşük 12.00ppm ve ortalama 2060.30ppm değerlerinde gözlenmiştir (Tablo 5.3). As, Be ile negatif korelasyon (-0.67) yaparken, sırasıyla Bi (0.80), Cd (0.88), Mo (0.71) ve Sb (0.87) ile pozitif korelasyon içerisindedir. Cu elementi, hiçbir elementle pozitif ya da negatif korelasyon yapmazken, en yüksek değere sahiptir. Cu değeri, en yüksek 50000.00ppm, en düşük 458.00ppm ve ortalama 25582.70ppm'dir. Mo için en yüksek değer, 198.60ppm, en düşük 0.70ppm ve ortalama 64.80ppm olarak hesaplanmıştır. Mo, As (0.71), Cd (0.89), Ga (0.67), Sb (0.77) ve Ge (0.73) ile pozitif korelasyon göstermektedir. Sb, en yüksek değeri 169.00ppm, en düşük 5.30ppm ve ortalama 44.30ppm olarak hesaplanmıştır. Sb, As (0.87), Bi (0.80), Cd (0.95) ve Mo (0.77) ile pozitif korelasyon göstermektedir. Bi, en yüksek 145.40ppm, en düşük 0.70ppm ve ortalama 33.60ppm olarak gözlenmiştir. Bi, As (0.80), Cd (0.65) ve Sb (0.80) ile pozitif korelasyon göstermektedir. Pb, en yüksek 707.70ppm, en düşük 18.10ppm ve ortalama 247.10ppm olarak gözlenmiştir (Tablo 5.3). Pb, yüksek değerliklerine rağmen diğer elementlerle korelasyon oluşturmamaktadır. Ba, en yüksek 463.00ppm, en düşük 8.80ppm ve ortalama 150.50ppm olarak hesaplanırken Cr (0.83) ile pozitif korelasyon göstermektedir. Sr, en yüksek 297.90ppm, en düşük 44.80ppm ve ortalama 112.40ppm hesaplanmıştır. Sr, Cs (0.79), Nb (0.77) ve Rb (0.65) ile pozitif korelasyon göstermektedir. Zr, en yüksek 205.90ppm, en düşük 8.10ppm ve ortalama

44.30ppm olarak hesaplanmıştır. Ayrıca Zr, Hf (0.83) elementi ile pozitif korelasyon göstermektedir (Tablo 5.4).

Vanadium alterasyon anında oldukça duraylı bir elementtir (Jiancheng vd., 2006). $V/(V+Ni)$ değeri, karasal katkının artışına bağlı olarak yükselir. Ayrıca aerobik mikrobiyal metabolik prosesler anında da oksik şartlar hakimdir (Jiancheng vd., 2006). Bunun yanında $V/(V+Ni)$ oranı 0.60'dan düşük ise mineralizasyon anındaki şartların anoksik olduğunu ifade eder (Marynowski vd., 2012). Çalışma alanındaki cevher örneklerinin tamamının $V/(V+Ni)$ oranı 0.60'nın üzerinde hesaplanmıştır (Tablo 5.3). Dolayısı ile bölgede gerçekleşen cevherleşmede oksik şartların hakim olduğu söylenebilir.

As, Cu, Co Mo, Pb, Sb, Sr, Zn Bi ve V gibi elementler hidrotermal akışkanlarda zenginleşme gösterir (Nicholson 1992; Metz vd., 2000; Wohlgemuth-Ueberwasser vd., 2015). Bu elementlere bakıldığında çalışma alanındaki tüm cevher örneklerinde zenginleşme gözlenmektedir (Tablo 5.3).

Kalkofil bir element olan ve düşük sıcaklıklı hidrotermal (epitermal) evresinde çok yaygın gözlenen Sb'nin volkanik aktivite ile yakından ilişkili olduğu bilinmektedir (Petrascheck ve Pohl, 1982; Koç vd., 2017). As, Hg, Pb, Ag, Au ve Se ile ilişkilidir. Yine kalkofil bir element olan As, sıklıkla volkanik aktiviteler ve hidrotermal fazlarda önemli miktarda bulunmaktadır (Heinrich, 2005; Zeng vd., 2018). Yüksek arsenik içerikleri ise hidrotermal yataklardaki sediman girdisinin belirteçidir (Nicholson 1992). Çalışma alanındaki As zenginleşmesi 12.00-4764.00ppm (ortalama 2060.30ppm) aralığındadır (Tablo 5.3). Bu zenginleşme hidrotermal akışkanların göstergesi olabilir (Şaşmaz vd., 2014).

Cevherlerdeki düşük Mo içeriği hidrotermal akışkanlardaki düşük sıcaklığı yansıtabilir (Hein vd., 2008; Sasmaz vd., 2014). Çalışma alanında bu değer 0.70-198.60ppm (ortalama 64.80ppm) aralığında olup cevherleşmede düşük sıcaklıktaki bir hidrotermal oluşumdan bahsedilebilir (Tablo 5.3).

Hidrotermal yataklardaki Co içeriği hidrojenetik yataklara göre daha düşüktür. Öyle ki yüksek Co konsantrasyonu, derin denizel çevrenin göstergesidir (Del Rio Salas vd., 2008). Çalışma alanındaki cevher örneklerine ait Co değeri 10.90-88.10ppm (ortalama 34.30) değerindedir (Tablo 5.3). Bu veriler cevherleşmedeki hidrotermal kökenli bir cevherleşmeyi yansıtmaktadır.

Sr/Ba oranına bakıldığında bu oranın 1'den büyük olması, ortamın denizel olduğunu, küçük olması ise oluşumda kıtasal tatlı suyun varlığını gösterir (Tolluoğlu, 1986). Çalışma alanındaki örneklerde Sr/Ba oranı 0.11-13.47 (ortalama 2.32) değerlerine sahiptir. Tüm

cevher örneklerin Sr/Ba oranının ortalamasının 1'den yüksek olması, çalışma alanındaki cevherleşmenin denizel ortamda oluştuğunu ifade etmektedir.



Tablo 5. 3. Cevher Örneklerinde Eser Element İçerik Değerleri (ppm)

Örnek no ppm	As	Be	Bi	Cd	Co	Cu	Ga	Ge	Hf	Mo	Ni	Sb	V	Co/Ni	V/(V+Ni)
K-2	1687.00	0.20	48.00	10.90	38.50	1552.10	31.30	3.40	0.50	81.80	1.40	25.70	9.70	27.50	0.87
K-6	587.10	1.30	0.90	6.20	45.20	>50000	5.80	1.50	0.30	4.40	20.10	18.70	94.00	2.25	0.82
K-10	4764.00	0.20	145.40	56.50	56.90	13409.10	27.30	1.70	1.30	126.20	0.30	169.00	67.70	189.67	1.00
K-15	2771.20	<0.1	6.10	19.30	11.00	1770.90	15.80	5.50	0.70	55.30	2.50	29.20	14.90	4.40	0.86
K-18	2967.60	<0.1	24.00	53.40	13.50	47003.50	117.00	8.70	0.50	198.60	25.30	111.70	76.90	0.53	0.75
K-22	1332.30	0.90	10.90	3.10	88.10	>50000	15.40	0.70	4.80	6.60	6.90	6.80	32.50	12.77	0.82
K-25	1369.30	0.20	18.20	3.90	10.90	>50000	11.20	0.30	1.20	7.50	0.10	10.00	1.80	109.00	0.95
K-33	12.00	1.00	<0.1	<0.1	11.20	458.00	14.10	0.40	1.00	0.70	5.10	5.50	14.00	2.20	0.73
K-34	1680.00	0.20	45.00	12.00	36.10	1560.00	29.90	3.20	0.40	79.20	1.20	23.10	9.50	30.08	0.89
K-35	585.00	1.10	0.70	5.90	44.20	14225.00	5.70	1.60	0.30	5.60	18.50	19.20	89.90	2.39	0.83
K-36	4751.00	0.10	132.00	52.30	57.10	1885.60	26.10	1.50	1.10	110.90	0.40	150.90	71.20	142.75	0.99
K-37	2758.00	0.20	7.20	20.10	12.30	43587.00	15.20	5.30	0.70	50.20	2.40	22.50	15.90	5.13	0.87
K-38	2965.00	0.10	21.80	54.10	14.80	>50000	24.10	8.50	0.40	195.90	22.80	108.90	77.10	0.65	0.77
K-39	1340.00	0.70	11.20	3.60	85.00	13569.00	22.90	0.50	3.30	7.60	7.20	7.20	34.70	11.81	0.83
K-40	1401.00	0.80	17.90	3.40	11.10	45687.00	16.20	0.30	1.00	7.10	2.10	9.80	24.50	5.29	0.92
K-41	1680.00	0.30	5.60	8.90	33.00	>50000	30.20	0.40	0.90	54.00	4.80	5.30	8.90	6.88	0.65
K-42	2375.00	0.90	43.00	23.50	14.90	1635.00	21.50	0.60	0.40	110.40	17.90	30.30	32.90	0.83	0.65
K-43	2060.32	0.55	33.62	21.07	34.34	24146.40	25.28	2.59	1.11	64.82	8.18	44.34	39.77	4.20	0.83
Ort.	2060.32	0.55	33.62	21.07	34.34	16191.43	25.28	2.59	1.11	64.82	8.18	44.34	39.77	31.02	0.84
Min.	12.00	0.10	0.70	3.10	10.90	458.00	5.70	0.30	0.30	0.70	0.10	5.30	1.80	0.53	0.65
Max.	4764.00	1.30	145.40	56.50	88.10	47003.50	117.00	8.70	4.80	198.60	25.30	169.00	94.00	189.67	1.00

Tablo 5. 3. Cevher Örneklerinde Eser Element İçerik Değerleri (ppm) (Devam)

Örnek no ppm	Ba	Cr	Cs	Nb	Pb	Rb	Sr	Ta	Zr	Hf	Sc	Th	U	Sr/Ba
K-2	103.00	5.90	1.40	0.50	281.20	13.50	44.80	1.00	21.40	0.50	3.50	0.70	2.20	0.43
K-6	8.80	5.50	1.40	0.30	43.90	6.20	118.50	0.10	8.30	0.3	17.80	0.30	7.20	13.47
K-10	46.70	6.70	0.50	0.80	423.40	11.80	123.50	0.80	57.70	1.30	3.10	0.50	10.30	2.64
K-15	379.90	8.40	2.7	1.50	164.90	23.60	137.20	0.50	32.90	0.70	6.80	0.30	3.00	0.36
K-18	463.00	13.90	0.20	0.10	707.70	10.00	51.00	0.20	20.40	0.50	2.10	0.60	18.60	0.11
K-22	25.10	5.60	0.90	1.20	149.50	24.90	87.20	0.50	205.90	4.80	6.40	0.60	14.90	3.47
K-25	96.30	4.50	1.40	1.00	557.70	30.90	53.90	0.60	55.70	1.20	3.90	0.50	2.30	0.56
K-33	136.80	5.70	16.60	2.40	18.10	59.30	297.90	0.40	38.80	1.00	7.70	0.90	0.30	2.18
K-34	105.90	5.70	1.30	0.40	278.60	15.10	48.20	0.90	20.90	0.40	3.40	0.60	2.10	0.46
K-35	18.20	5.30	1.40	0.30	48.20	7.10	120.10	0.20	8.10	0.30	15.20	0.40	6.90	6.60
K-36	44.20	6.40	0.60	0.70	428.90	10.90	119.20	0.70	55.10	1.40	3.20	0.50	9.70	2.70
K-37	360.80	8.20	2.50	1.40	161.70	24.10	145.80	0.40	33.40	0.80	6.40	0.20	2.90	0.40
K-38	421.00	12.90	0.10	0.20	154.90	9.80	55.90	0.30	21.40	0.50	2.50	0.70	17.20	0.13
K-39	23.50	5.40	0.70	1.30	142.50	25.80	92.10	0.50	48.70	3.90	6.10	0.60	13.50	3.92
K-40	92.80	4.90	1.10	0.90	561.20	35.80	54.10	0.70	54.90	1.10	3.80	0.40	2.40	0.58
K-41	133.20	10.10	2.90	2.20	54.00	55.40	225.40	0.30	45.90	1.30	7.20	0.80	1.20	1.69
K-42	99.30	5.20	1.20	0.50	23.90	13.20	136.00	0.40	23.80	0.90	4.60	0.70	6.90	1.37
K-43	150.50	7.08	2.14	0.92	247.08	22.20	112.40	0.50	44.31	1.29	6.10	0.55	7.15	0.75
Ort.	150.50	7.08	2.14	0.92	247.08	22.20	112.40	0.50	44.31	1.29	6.10	0.55	7.15	2.32
Min.	8.80	4.50	0.10	0.10	18.10	6.20	44.80	0.10	8.10	0.30	2.10	0.20	0.30	0.11
Max.	463.00	13.90	16.60	2.40	707.70	59.30	297.90	1.00	205.90	4.80	17.80	0.90	18.60	13.47

Tablo 5. 4. Eser Element Korelasyon Değerleri

	As	Be	Bi	Cd	Co	Cu	Ga	Ge	Hf	In	Mo	Ni	Sb	Tl	V
As	1.00	-0.67	0.80	0.88	0.03	-0.14	0.33	0.38	-0.10	0.00	0.71	-0.14	0.87	0.24	0.25
Be		1.00	-0.47	-0.53	0.14	0.03	-0.69	-0.48	0.15	0.00	-0.62	0.52	-0.50	-0.15	0.30
Bi			1.00	0.65	0.24	-0.48	0.11	-0.11	-0.05	0.00	0.43	-0.35	0.80	-0.08	0.21
Cd				1.00	-0.15	-0.11	0.51	0.58	-0.27	0.00	0.89	0.24	0.95	0.44	0.50
Co					1.00	-0.10	-0.15	-0.38	0.73	0.00	-0.23	-0.12	0.08	-0.43	0.24
Cu						1.00	0.13	0.17	0.16	0.00	-0.02	0.30	-0.11	0.37	0.15
Ga							1.00	0.57	-0.13	0.00	0.67	0.37	0.42	0.51	0.19
Ge								1.00	-0.36	0.00	0.73	0.44	0.41	0.48	0.27
Hf									1.00	0.00	-0.35	-0.23	-0.17	-0.12	-0.16
In										1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mo											1.00	0.39	0.77	0.61	0.35
Ni												1.00	0.12	0.54	0.68
Sb													1.00	0.30	0.57
Tl														1.00	0.19
V															1.00

Tablo 5. 4. Eser Element Korelasyon Değerleri (Devam)

	Ba	Cr	Cs	Nb	Pb	Rb	Sr	Ta	Zr	Hf	Sc	Th	U
Ba	1.00	0.83	-0.02	-0.05	0.20	-0.05	-0.08	-0.28	-0.27	-0.43	-0.36	-0.08	0.23
Cr		1.00	-0.15	-0.12	0.19	-0.09	-0.05	-0.40	-0.20	-0.28	-0.30	0.15	0.49
Cs			1.00	0.68	-0.35	0.69	0.79	-0.12	-0.05	-0.09	0.16	0.46	-0.45
Nb				1.00	-0.34	0.91	0.77	-0.03	0.28	0.29	0.03	0.26	-0.48
Pb					1.00	-0.17	-0.57	0.37	0.04	-0.15	-0.59	-0.16	0.20
Rb						1.00	0.65	-0.02	0.22	0.18	-0.06	0.42	-0.51
Sr							1.00	-0.34	-0.04	-0.02	0.33	0.29	-0.39
Ta								1.00	0.16	0.01	-0.59	0.09	-0.31
Zr									1.00	0.83	-0.17	0.09	0.26
Hf										1.00	0.04	0.09	0.38
Sc											1.00	-0.35	-0.17
Th												1.00	0.06
U													1.00

5.3. NADİR TOPRAK ELEMENT (NTE) JEOKİMYASI

Jeokimyasal değerlendirmeler yapmak için çalışma alanından alınan cevher örneklerinin NTE içeriklerinden faydalanılmıştır. 18 adet cevher örneği kökensele değerlendirilmeleri için analiz yapılmıştır ve sonuçlar Tablo 5.5’de sunulmuştur. Yapılan analize göre cevher örneklerinin \sum NTE değerleri 6.30-103.80ppm ve ortalama 31.05ppm değerlerindedir. Çalışma alanındaki cevher örneklerinde HNTE (Hafif Nadir Toprak Element) oranı 3.80-21.76ppm ve ortalama 67.50ppm, ANTE (Ağır Nadir Toprak Element) oranları 0.90-36.30 ve ortalama 9.29ppm değerlerini verirken HNTE/ANTE oranları ise 0.68-9.22 ve ortalama 2.89 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler HNTE değerlerinin, ANTE

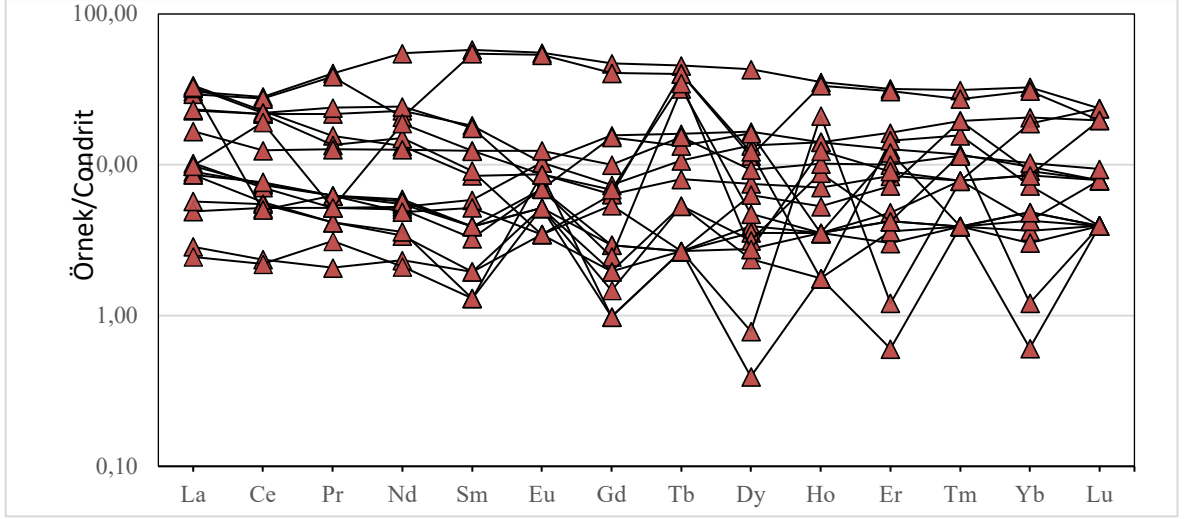
değerlerine göre zenginleştiğini göstermektedir. Bu oran, cevher içeren hidrotermal çözeltilerdeki HNTE'nin ANTE'ye göre daha duraylı olmasından dolayı öncelikli olarak zenginleştiğini (Ruhlin ve Owen 1986; Zarasvandi vd., 2013) ifade eder. Dolayısıyla çalışma alanındaki cevher oluşumlarında hidrotermal çözeltilerin önemli rol aldığı söylenebilir.

Bu zenginleşme kondrite göre normalize edilen La_N ve Yb_N ($La_N/Yb_N=3.04$) ile Tb_N ve Yb_N ($Tb_N/Yb_N=2.23$) oranları ile de belirlenmiştir. Bunlarla birlikte Eu ve Ce anomalileri de değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler sonucunda NTE verileri kondrite göre normalize edilerek spider diyagramı çizilmiştir (Şekil 5.1). Eu anomalisi diyagramda pozitif anomali sunmaktadır. Anomali değeri $Eu^*=Eu_N/[2/3Sm_N+1/3Gd_N]$ ile hesaplandığında 5 örneğin yüksek pozitif anomali sunduğu görülmektedir. Ce anomalisi Eu anomalisine göre daha karmaşıktır. La'nın varlığı ve davranışına göre Ce anomalisi etkilenmektedir. Ce anomalisinin La zenginleşmesine göre veya başka bir deyişle Ce tüketilmesine göre cevherleşme de deniz suyuna işaret ederken pozitif La anomalisi hidrotermal yatakların oluşumlarını nitelemektedir.

La zenginleşmesi bazı durumlarda yalancı negatif Ce^* anomalisine yol açabilmektedir. Bunu için iki farklı hesaplama ile Ce^* anomalisi belirlenmiştir. $Ce^*=Ce_N/[2/3La_N+1/3Pr_N]$ ve $Pr^*=Pr_N/(Ce_N \times Nd_N)^{1/2}$ hesaplamaları yapılmıştır (Tablo 5.5). Ce^* hesaplamalarında 18 örnekten 4'ü pozitif, 14'ü negatif anomaliyi desteklemektedir (0.21-2.31 ve ortalama 0.94). Pr^* hesaplaması sonucunda 6 örnekte pozitif, 12 örnekte negatif anomali Ce^* negatif anomali hesaplamalarını destekler niteliktedir.

Tablo 5. 5. Cevher numuneleri NTE Değerleri

ppm	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	ΣNTE	HNTE	ANTE	HNTE/ ANTE	Ce*	Pr*	Ce anom	Eu*	La _N / Yb _N	Y/Ho	Tb/ Yb
K-2	0.70	1.50	0.20	1.10	0.30	0.20	0.40	0.10	0.70	0.20	0.50	0.10	0.60	0.10	4.40	6.70	4.00	2.70	1.48	0.90	0.89	-0.06	1.77	0.79	1.25	0.73
K-6	7.50	18.00	3.90	26.00	8.90	3.20	9.60	1.70	10.90	2.00	5.30	0.80	5.40	0.60	41.30	103.80	67.50	36.30	1.86	0.83	1.03	-0.14	1.02	0.94	1.17	1.39
K-10	2.40	4.70	0.60	2.60	0.60	0.30	0.60	0.10	1.00	0.20	0.70	0.10	0.80	0.10	7.70	14.80	11.20	3.60	3.11	0.86	0.98	-0.06	1.45	2.02	2.18	0.55
K-15	2.20	4.80	0.60	2.8	0.60	0.40	0.60	0.1	0.90	0.20	0.70	0.10	0.70	0.10	6.20	11.90	8.60	3.30	2.61	0.93	0.93	-0.02	1.93	2.12	1.76	0.63
K-18	2.10	3.60	0.40	1.60	0.30	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	1.10	9.20	8.30	0.90	9.22	0.79	0.95	-0.08	3.18	14.1 7	0.62	4.41
K-22	1.20	3.30	0.50	2.50	0.90	0.60	1.50	0.40	3.40	0.80	2.70	0.50	3.40	0.50	26.30	22.20	9.00	13.20	0.68	1.03	0.99	0.01	1.63	0.24	1.86	0.52
K-25	8.20	14.50	1.50	6.30	1.30	0.50	1.30	0.30	1.90	0.40	1.40	0.20	1.40	0.20	12.90	39.40	32.30	7.10	4.55	0.83	0.90	-0.07	1.11	3.95	1.83	0.94
K-33	5.60	13.90	2.10	10.80	2.80	0.60	3.20	0.60	4.20	0.80	2.10	0.30	1.60	0.20	26.00	48.80	35.80	13.00	2.75	0.97	0.98	-0.02	0.60	2.36	1.84	1.65
K-34	0.60	1.40	0.30	1.00	0.20	0.30	0.30	0.20	0.60	0.10	0.60	0.10	0.50	0.10	5.00	6.30	3.80	2.50	1.52	0.82	1.45	-0.03	3.82	0.81	2.84	1.76
K-35	7.20	17.50	3.70	9.80	8.40	3.10	8.30	1.50	2.90	1.90	5.10	0.70	5.10	0.50	39.20	75.70	49.70	26.00	1.91	0.85	1.61	0.01	1.07	0.95	1.17	1.30
K-36	2.50	4.50	0.50	2.40	0.50	0.40	0.50	1.20	1.20	0.20	0.80	0.20	0.70	0.20	8.10	15.80	10.80	5.00	2.16	0.83	0.87	-0.08	2.31	2.41	2.30	7.56
K-37	2.10	4.90	0.60	2.70	0.60	0.30	0.40	0.20	0.80	0.50	0.70	0.30	0.20	0.10	5.90	14.40	11.20	3.20	3.50	0.98	0.94	0.00	1.59	7.09	0.67	4.41
K-38	1.40	3.50	0.40	1.70	0.20	0.50	0.20	0.10	0.20	1.20	0.20	0.20	3.10	0.60	1.50	13.50	7.70	5.80	1.33	1.06	0.94	0.04	7.23	0.30	0.07	0.14
K-39	7.90	3.20	0.60	2.30	0.80	0.20	1.30	1.50	3.10	0.10	2.40	0.40	1.20	0.10	21.50	25.10	15.00	10.10	1.49	0.21	1.26	-0.66	0.62	4.44	12.19	5.51
K-40	5.70	13.90	1.30	7.10	1.40	0.20	1.10	0.10	1.60	0.30	1.20	0.50	1.50	0.20	13.20	36.10	29.60	6.50	4.55	1.09	0.75	0.03	0.44	2.56	2.49	0.29
K-41	8.00	14.10	2.30	11.50	2.70	0.40	3.10	0.50	4.10	0.20	2.00	0.10	0.80	0.10	25.20	49.90	39.00	10.90	3.58	0.74	1.03	-0.13	0.41	6.75	7.14	2.76
K-42	4.08	7.96	1.22	5.96	1.91	0.72	2.04	0.57	2.35	0.58	1.66	0.29	1.69	0.24	15.34	31.26	21.84	9.42	2.32	0.81	1.01	-0.09	1.07	1.63	1.51	1.49
K-43	2.40	12.20	0.50	8.90	1.90	0.50	1.40	1.30	0.70	0.70	1.50	0.20	1.40	0.50	13.00	34.10	26.40	7.70	3.43	2.31	0.27	0.17	0.82	1.16	1.05	4.09
Ort.	3.99	8.19	1.18	6.13	1.91	0.71	2.00	0.62	2.26	0.58	1.65	0.29	1.68	0.25	15.21	31.05	21.76	9.29	2.89	0.21	0.27	-0.66	0.41	0.24	0.07	0.14
Min.	0.60	1.40	0.20	1.00	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	1.10	6.30	3.80	0.90	0.68	2.31	1.61	0.17	7.23	14.1 7	12.19	7.56
Max.	8.20	18.00	3.90	26.00	8.90	3.20	9.60	1.70	10.90	2.00	5.30	0.80	5.40	0.60	41.30	103.80	67.50	36.30	9.22	0.94	0.99	-0.07	1.78	3.04	2.44	2.23



Şekil 5. 1. Cevher örneklerinin kondrite göre normalize edilerek çizilmiş spider diyagramı (Normalize değerler Evensen vd., 1978'den alınmıştır)

6. SONUÇLAR

Bölgede yapılan arazi incelemeleri, cevher mikroskobisi çalışmaları sonucunda parajenezin belirlenmesi ve cevherleşme ile ilgili ilk bulgulara ulaşılmıştır. Parajenez; manyetit, hematit, götit, kalkopirit, kovellin, bornit, malahit, azurit, fahlerzden oluşmaktadır.

Çalışma sahasında manyetitler en yaygın cevher mineralidir. Bunun yanında alterasyonun belirteci olarak manyetitlerin çoğunda hematite dönüşümler dikkat çekmektedir. Götit ise kırık çatlaklarda manyetit ve hematiti keser tarzda ikincil olarak oluşmuş en genç mineraldir. Bazı götitlerde koloidal doku oluşumları sedimantasyonun belirteci olarak düşünülmektedir. Bunların yanında kovellin ise hematiti ornatmış olup hematit belirgin kırmızı iç yansıması ile tipiktir. Yine de kovellin çalışma alanında manyetit, hematit ve götitten sonra en yaygın mineraldir. Bornit, daha az oranda bulunmaktadır ve malahit, azurit ve götit ile birlikte dikkat gözlenmektedir.

Kahyaköy polimetal cevherleşmesinin Al_2O_3/TiO_2 oranları (3.50-78.00 ve ortalama 33.75) cevher oluşumunda volkanik aktivitenin önemli bir etkisinin olduğunu göstermektedir. Bunun yanında cevher örneklerinde belirlenen $V/(V+Ni)$ oranının (0.60'tan büyük), bölgede gerçekleşen cevherleşmedeki oksik şartları işaret ettiği düşünülebilir. Yine cevher örneklerinde belirlenen As ve Sb elementlerinin de yüksek değerler sunması cevherleşmedeki volkanik aktiviteleri ve hidrotermal fazların varlığını göstermektedir. Bununla birlikte düşük Mo içeriği, hidrotermal akışkanlardaki düşük sıcaklığı yansıtabilir.

Çalışma alanındaki cevher örneklerinin ΣNTE değerleri 6.30-103.80ppm ve ortalama 31.05ppm değerlerindedir. Bunun yanında HNTe oranı 3.80-21.76ppm ve ortalama 67.50ppm, ANTE oranları 0.90-36.30 ve ortalama 9.29ppm değerlerini verirken HNTe/ANTE oranları ise 0.68-9.22 ve ortalama 2.89 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler HNTe değerlerinin, ANTE değerlerine göre zenginleştiğini göstermektedir. Bu oran, cevher içeren hidrotermal çözeltilerdeki HNTe'nin ANTE'ye göre daha duraylı olmasından dolayı öncelikli olarak zenginleştiğini ifade eder. Dolayısıyla çalışma alanındaki cevher oluşumlarında hidrotermal çözeltilerin önemli rol aldığı söylenebilir.

Eu ve Ce anomalileri cevherleşmenin kökeninin yorumlanması açısından önemlidir. Anomali değeri $Eu^* = Eu_N / [2/3Sm_N + 1/3Gd_N]$ ile hesaplandığında 5 örneğin yüksek pozitif anomali sunduğu görülmektedir. Ce anomalisi Eu anomalisine göre daha karmaşıktır. Bu sebeple Ce* anomalisi iki farklı hesaplama ile belirlenmiştir. Hesaplamanın birinde 18 örnekten 4'ü pozitif, 14'ü negatif anomali gözlenirken diğer hesaplama sonucunda ise 6

örnekte pozitif, 12 örnekte negatif anomali göstererek birbirini destekler nitelikte gözlenmiştir.

Tüm bunlar değerlendirildiğinde cevherleşmede hem birincil hem de alterasyon ürünü minerallerin varlığı belirlenmiştir. Bu durum cevherleşmenin birkaç evreden oluştuğunun göstergesi olabilir. Bunun yanında cevherleşmenin volkanik aktiviteye bağlı olarak gelişmiş daha düşük sıcaklıkta oluşan bir cevherleşme olduğu da düşünülebilir. Geç Kretase-Erken-Paloesen döneminde yaşanan volkanizma birincil cevherleşmeyi, dolayısı ile birincil mineralleri oluştururken, daha sonra gelen hidrotermal ve meteorik sular sonucunda ise ikincil minerallerin oluşmasına ya da var olan minerallerin değişmesine sebep olmuştur.



KAYNAKÇA

- Acton, A., Q. (2012). Chlorine Compounds-Advances in Research and Application. ScholarlyMedia LLC. ISBN 9781481600040. OCLC 1024280169 (2012)
- Akçay, A. E., Dönmez, M., Kara, H., Yergök, A. F., & Esentürk, K. (2007). Turkish Geological Maps Series with a scale of 1/100000, Yozgat-i33 Map. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) yayını*, 80, 1-16.
- Akçe, M. A., & Kadioğlu, Y. (2005). Yozgat Batoliti kuzey bölümündeki lökograditlerin petrolojisi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 48(2), 1-20.
- Akıman, O., Erler, A., Göncüoğlu, M. C., Güleç, N., Geven, A., Türeli, T. K., & Kadioğlu, Y. K. (1993). Geochemical characteristics of granitoids along the western margin of the Central Anatolian Crystalline Complex and their tectonic implications. *Geological Journal*, 28(3-4), 371-382.
- Arıkan, Y. (1972). Tuzgölü havzasının jeolojisi ve petrol olanakları. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) Dergisi*, 85, 17-37
- Ataman, G. (1972). Orhaneli granodiyoritik kütlelerinin radyometrik yaşı. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 15(2), 125-130.
- Ayan, M. (1963). Contribution a l'etude petrographique et geologique de la region situee au NE de Kaman. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) yayını*, 332 p.
- Ayan, T. 1969. Çankırı-Yerköy Havzası petrol imkanları jeolojik ve tektonik etüdü. *TPAO*, Rapor No: 469, 101s., Ankara.
- Bilgin, Z. R., Akarsu, B., Arbas, A., Elibol, E., Yaşar, T., Esentürk, K., Güner, E., Kara, H. (1986). Kırıkkale - Kesikköprü - Çiçekdağ Alanının Jeolojisi. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) yayını*, Rapor No: 7876 (yayımlanmamış), Ankara.
- Birgili, Ş. Y. (1975). Çankırı-Çorum Havzasının Jeolojisi Ve Petrol Olanakları. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) yayını*, Rapor no:5621, (yayımlanmamış).
- Boztuğ, D. (1995). Kırşehir bloğundaki Yozgat batoliti doğu kesiminin (Sorgun güneyi) petrografisi, ana element jeokimyası ve petrojenezi. İstanbul Üniversitesi, *Yerbilimleri*, 9,1-2; 1-20
- Carmichael, Ian, S., Ghiorso, & Mark, S. (June 1986). "Oxidation-reduction relations in basic magma: a case for homogeneous equilibria". (2-3).
- Çağatay, A. (1979). Maden Mikroskopisi. *Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları*, 72.
- Çapan, U., Lauer, J. P., & Whitechurch, H. (1983). Ankara melanji (Orta Anadolu): Tetis kapanışını belirlemede önemli bir eleman. *Yerbilimleri*, 35-44.

- Del Rio Salas, R., Ruiz, J., Ochoa-Landín, I., Noriega, O., Barra, F., Meza-Figueroa, D., Pazmoreno, F. (2008): Geology, Geochemistry and Re-Os systematics of manganese deposits from the Santa Rosalía Basin and adjacent areas in Baja California Sur, México. *Mineralium Deposita*, 43/4, 467-482.
- Ekici, T. &. (1997). Anatolid-Pontid çarpışma sisteminin pasif kenarında yer alan Yozgat batolitinde syn-COLG ve post-COLG granitoyid birlikteliği. *Geosound*, 2(30), 519-538.
- Erler, A., & Bayhan, H. (1995). Orta Anadolu granitoidleri nin genel değerlendirilmesi ve sorunları. *Yerbilimleri*, 16(17), 49-69.
- Erler, A., & Göncüoğlu, M. (1996). Geologic and tectonic setting of the Yozgat batholith, northern Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. *International Geology Review*, 38(8), 714-726.
- Evensen, M.N., Hamilton, P. and O’Nions, R.K. (1978). Rare-earth abundances in chondritic meteorites. *Geochim. Cosmochim Acta*, 42, 1199-1212.
- Göncüoğlu, M. C., & Türeli, T. K. (1994). Alpine collisional-type granitoids from Western Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. *Journal of Kocaeli University*, 1, 39-46.
- Göymen, G., & KOÇ, Ş. (2000). "Ore Microscopy". *Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Yayını*, No: 60.
- Hayashi, K.I., Fujisawa, H., Holland, H.D., Ohmoto, H. (1997). Geochemistry of 1.9 Ga sedimentary rocks from northeastern Labrador, Canada, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 61/19, 4115–4137
- Heinrich, C. (2005). The physical and chemical evolution of low-salinity magmatic fluids at the porphyry to epithermal transition: a thermodynamic study. *Mineralium Deposita*, 39(8), 864-889.
- Hein, J.R., Schulz, M.S., Dunham, R.E., Stern, R.J., Bloomer, S.H. (2008). Diffuse flow hydrothermal manganese mineralization along the active Mariana and Southern Izu-Bonin arc system, Western Pasific.– *Journal of Geophysical Research*, 113
- James, R. C., & Vaughan, J. D. (1994). Ore microscopy and ore petrography. *Printed in the United States of America, Vaughan-2nd ed.*
- Jiancheng, X., Xiaoyong, Y., Jianguo, D. (2006). Geochemical Characteristics of Sedimentary Manganese Deposit of Guichi, Anhui Province, China.– *Journal of Rare Earths*, 24, 374–380.

- Kara, H. (1990). "1/100.000 ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye jeoloji. *MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi*.
- Kara, H. (1991). 1/100.000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Kırşehir-G18 paftası, No: 37, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayını*, Ankara.
- Kara, H. (1997). 1/100,000 Ölçekli açınsama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Yozgat-G19 paftası, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayını*, Ankara.
- Ketin, İ. (1955). Yozgat bölgesinin jeoloji ve Orta Anadolu masifinin tektonik durumu. *TJK Bülteni*, 6 (1), 1-28.
- Ketin, İ., (1963). 1/500000 ölçekli türkiye jeoloji haritası, Kayseri paftası izahnamesi. *MTA yayını*, 83 s.
- Ketin, İ. (1966). Tectonic units of Anatolia. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) yayını*, 66, 20-34.
- Koç, Ş., Kayrazlı, Ö., & Koçak, İ. (2017). Geochemistry of Kestelek Colemanite Deposit, Bursa, Turkey. *Journal of Earth Science*, 28(1), 63-77.
- Larese-Casanova, P., Haderlein, S. B., & KAPPLER, A. (2010). "Biomineralization of lepidocrocite and goethite by nitrate-reducing Fe(II)-oxidizing bacteria: Effect of pH, bicarbonate, phosphate, and humic acids". *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol.74, No.13, PP.3721-3734.
- Marynowski, L., Zaton, M., Rakocinski, M., Filipiak, P., Kurkiewicz, S., Pearce, T.J. (2012). Deciphering the upper Famennian Hangenberg Black Shale depositional environments based on multi-proxy record.– *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecology*, 347, 66–86
- Metz, S., & Trefry, J. (2000). Chemical and mineralogical influences on concentrations of trace metals in hydrothermal fluids. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 64(13), 2267-2279.
- Nicholson, K. (1992). Genetic Types of Manganese Oxide Deposits in Scotland: Indicators of Paleo Ocean Spreading Rate and a Devonian Geochemical Mobility Boundary. *Economic Geology*, 87, 1301–1309.
- Norman, T. (1972). Ankara Yahşihan Bölgesinde Üst Kretase-Alt Tersiyer İstifinin Stratigrafisi. . *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni* 15, 2, 180-277.
- Oktay, F. (1981). "The geology of the sedimentary cover of the Central Anatolian Massif around Savcılı-Büyükoba (Kaman)". *ITU Faculty of Mining. Associate Professor thesis, Istanbul*.

- Öksüz, N. (2011). Geochemical characteristics of the Eymir (Sorgun-Yozgat) manganese deposit, Turkey. *Journal of Rare Earths*, 29(3), 287-296.
- Öksüz, N. (2011a). Derbent (Yozgat) Bölgesindeki Manganez Cevherleşmelerinin Jeokimyası ve Kökeni. *Yerbilimleri. H.Ü Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni*, 32 (3), 213-234.
- Öksüz, N. (2018). Mineralogical findings from manganese deposits in the artova ophiolite complex, derbent-eymir area, Yozgat, Turkey. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) dergisi*, 156(156), 137-150.
- Öksüz, N., & Okuyucu, N. (2014). Mineralogy, geochemistry, and origin of Buyukmahal manganese mineralization in the Artova ophiolitic complex, Yozgat, Turkey. *Journal of Chemistry*.
- Öksüz, N., Koçak, İ., & Temiz, U. (2021). Geochemical and tectonic characteristics of manganese mineralization in the Yozgat region, Turkey. *Geological Quarterly*, 65(2), 65-31.
- Özcan, A. E. (1980). Kuzey Anadolu Fayı-Kırşehir Masifi ara- sının temel jeolojisi. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) yayını, Ankara, Rapor no: 6722*.
- Palache, C., Berman, H., & Frondel, C. (1951). The System of Mineralogy of James Dwight Dana and Edward Salisbury Dana, Yale University 1837-1892, Volume II: Halides, Nitrates, Borates, Carbonates, Sulfates, Phosphates, Arsenates, Tungstates, Molybdates, Etc. *John Wiley and Sons, Inc., New York, 7th edition, revised and enlarged.*, 252-255.
- Pasquare, G. (1968). Geology of the cenozoic volcanic area of Central Anatolia (Provinces of Kayseri and Nevsehir, Turkey). *Atti Accademia Nazionale dei Lincei*, 9(1), 53-204.
- Petrascheck, E., & Pohl, W. (1982). Lagerstättenlehre, E., Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. 441p.
- Precajus, B. (2008). The Ore Minerals Under the Microscope. *Edited by Bernard Precajus*, 895.
- Rigo de Righi, M. ve Cortesini, A., (1959). Regional studies Central Anatolia Basin, progres report 1, *Turkish Gulf Oil Comp. Petrol İşleri Gen. Md.*, Ankara.1-89
- Ruhlin DE, Owen RM (1986) The rare earth element geochemistry of hydrothermal sediments from the East Pasific Rice: examination of a seawater scavenging mechanism. *Gechimica et Cosmochimica Acta* 50: 393-400

- Schwartz, G. M. (1951). "Classification and definitions of textures and mineral structures in ores". *Economic Geology, Vol.46*, pp.578-591.
- Seymen, İ. (1981), Kaman (Kırşehir) dolayında Kırşehir Masifi'nin stratigrafisi ve metamorfizması. *Türkiye Jeol. Kur. Bült*, 24, 101-108.
- Seymen, I. (1982). Kaman dolayında Kırşehir masifinin jeolojisi. *İTÜ Maden Fak. Doç. Tezi*, 164s.
- Simpson, D. R., Fisher, R., & Libsch, K. (1964). Thermal stability of azurite and malachite.
- Sugitani, K., Horinuchi, Y., Adachi, M. & Sugisaki, R. (1996): Anomalously low Al₂O₃/TiO₂ values for archean cherts from the pilbara block, Western Australia- possible evidence for extensive chemical weathering on the early earth.– *Precambrian Research*, 80/1–2, 49–76.
- Şaşmaz A, Turkeyilmaz B, Ozturk N, Yavuz F, Kumral M (2014) Geology and geochemistry of Middle Eocene maden complex ferromanganese deposits from Elazığ-Malatya Region, Eastern, Turkey *Ore Geology Reviews*, 56: 352–372
- Tatar, S. &. (1999). Fractional crystallization and magma mingling/mixing processes in the monzonitic association in the SW part of the composite Yozgat batholith (Şefaatlı-Yerköy, SW Yozgat). *Turkish Journal of Earth Sciences*, 7(3), 215-230.
- Tatar, S. (1997). Yozgat batoliti Şefaatlı kuzey kesiminin (Güney Yozgat) petrolojik incelenmesi. CÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, (yayınlanmamış).
- Tiryaki, C. (2012). Yozgat Batoliti'ni Oluşturan Lökogranitlerin ve Yozgat Volkanitlerinin Petrolojisi, Yüksek Lisans Tezi. *T.C. Cumhuriyet Üniversitesi*, 1-135.
- Tolluoğlu, A. (1986). Orta Anadolu masifinin güneybatısında (Kırşehir yöresinde) Petrografik ve petrotektonik incelemeler. *HÜ Fen Bilimleri Enstitüsü (Doctoral dissertation, Doktora Tezi, Ankara, 8 Ek.(unpublished)*, 237.
- Tüvar, O. (Eylül 2015). Yozgat-Yerköy Doğusunun Mineralojik, Petrografik ve Jeokimyasal İncelenmesi Yüksek Lisans Tezi. *T.C. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 1-112.
- Uygun, A. (1981). Tuz Gölü Havzasının Jeolojisi, Evaporit Oluşumları ve Hidrokarbon Olanakları,. *TJK, İç Anadolunun Jeolojisi Sempozyumu*, 66-71.
- Van Der Zee, C., Roberts, D. R., Rancourt, D. G., & Slomp, C. P. (2003). Nanogoethite is the dominant reactive oxyhydroxide phase in lake and marine sediments. *Geology*, 31(11), 993-996.

- Wohlgemuth-Ueberwasser, C., Viliolen, F., Petersen, S., & Vorster, C. (2015). Distribution and solubility limits of trace elements in hydrothermal black smoker sulfides: An in-situ LA-ICP-MS study. *JGCA*, 159, 16-41.
- Yılmaz, A., & Özer, S. (1984). Kuzey Anadolu Bindirme Kuşağı'nın Akdağmadeni (Yozgat) ile Karaçayır (Sivas) arasındaki bölümünün temel jeoloji incelemesi ve Tersiyer havzasının yapısal evrimi:Ketin Simpozyum. *TJK Yayını*, 163-174.
- Zarasvandi A, Lentz D, Rezai M, Pourkaseb H (2013) Genesis of the Nasirabad manganese occurrence, Fars province, Iran: Geochemical evidences. *Chemie der Erde*, 73: 495-508
- Zeng, Z., Wang, X., Oi, H., & Zhu, B. (2018). Arsenic and Antimony in Hydrothermal Plumes from the Eastern Manus Basin, Papua New Guinea. *Geofluids*, 2018, 6079586.