

**T.C.
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SİVAS**

**AKGÜNEY (KABADÜZ-ORDU) BAKIR – KURŞUN – ÇİNKÜ
YATAĞININ JEOLJİSİ**

**Yüksek Lisans Tezi
Esra ÜNAL**

Danışman: Prof. Dr. Ahmet GÖKCE

**Haziran - 2006
SİVAS**

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

**AKGÜNEY (KABADÜZ-ORDU) BAKIR – KURŞUN – ÇİNKO YATAĞININ
JEOLJİSİ**

Esra ÜNAL

Cumhuriyet Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet GÖKCE

Akgüney bakır - kurşun - çinko yatağı, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan ve günümüzde işletilmekte olan çok sayıdaki bakır - kurşun - çinko yataklarından birisidir. Bu yataklar, aşırı derecede bozunmuş Üst Kretase yaşlı andezitik kayalar içinde fay zonları boyunca gelişmiş damar tipi oluşumlar şeklindedirler. Yörede 7 adet cevher damarı belirlenmiş olup D-1, D-2, D-3, D-4, D-5, D-6 ve D-7 şeklinde numaralanmışlardır. D-1, D-2, D-3, D-4, D-5 ve D-6 numaralı damarlar K 70-80⁰ B, 50-60⁰ KD konumlu, D-7 damarı ise DB doğrultulu 25⁰ G konumludur.

Cevher damarları ileri derecede limonitleşmiş ve hematitleşmiş kuvars damarları şeklinde yüzeylemekte olup galerilerde işletilen, D-2 ve D-3 damarlarında, birincisi küçük kristalli ve bol piritli, diğeri iri kristalli ve piritin yanı sıra kalkopirit, sfalerit, galenit, fahlerz ve limonit; gang minerali olarak ise kuvars ve kalsit içeren iki farklı yapıda cevher gözlenmiştir. Belirtilen

minerallerin oluşum sıraları (süksesyon), “ pirit – galenit - kalkopirit-I – sfalerit – kalkopirit-II (\pm fahlerz) – kuvars – kalsit” şeklindedir.

Sıvı kapanım incelemeleri; hidrotermal çözeltiler içinde CaCl_2 , MgCl_2 , NaCl ve olasılıkla KCl gibi tuzların bulunduğunu, tuzluluklarının % NaCl eşdeğeri olarak % 24.34 ile 13.94 (ort. = %19.0) aralığında değiştiğini, çözeltilerin kuvars kristallerinin oluşumu sırasında sıcaklıklarının 349.0 ile 276.0 $^{\circ}\text{C}$ aralığında (ort. 307.0 $^{\circ}\text{C}$) değiştiğini, daha sonraki evrelerde ise 211.0 $^{\circ}\text{C}$ ' ye kadar düştüğünü göstermektedir.

Kükürt izotopları jeokimyası incelemelerine göre; piritlerde $\delta^{34}\text{S}$ 'in ‰ 2,42 ile 3,02 aralığında ($n = 2$, ort = $\text{‰} +2,72$), kalkopiritlerde ‰ 0,91 ile 1,77 aralığında ($n = 3$, ort = $\text{‰} +1,28$), sfaleritlerde ‰ 0,75 ile 1,72 aralığında ($n = 4$, ort = $\text{‰} +1,41$), galenitlerde ise ‰ -0,63 ile 0,60 aralığında ($n = 3$, ort = $\text{‰} -0,09$) değişmekte olup $\delta^{34}\text{S}$ değerlerinin ve çözeltilerdeki H_2S ' in tahmini $\delta^{34}\text{S}$ değerlerinin ‰ 0.0' a çok yakın oluşu ve çok dar bir aralıkta değişmesi (homojen) çözeltilerdeki kükürtün magmatik kökenli olduğunu düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Akgüney, Doğu Karadeniz Bölgesi, Bakır-Kurşun-Çinko Yatağı, Cevher mikroskopisi, Sıvı kapanım, Kükürt izotopları jeokimyası.

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

**GEOLOGY OF AKGÜNEY (KABADÜZ-ORDU) CUPPER – LEAD – ZİNC
DEPOSİTS**

Esra ÜNAL

Cumhuriyet University
İnstitut of Applied and Natural Sciences
Department of Geological Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet GÖKCE

Akgüney copper – lead – zinc deposit is one of the widely occurred and workable deposits in the Eastern Black Sea Region of Turkey. This deposit consist of ore veins occurred along the fault zones hosted by hardly altered, Upper Cretaceous andesitic rocks. Seven ore veins have been identified and numbered as D-1, D-2, D-3, D-4, D-5, D-6 and D-7. These ore veins, excluding the D-7, have strikes and dips of N 70-80⁰ W, 50–60⁰ NE, while the last one has E-W, 25⁰ S.

Ore veins crop out as hardly limonitized and hematitized quartz veins. In the mining adits, two different ore types were distinguished. The first one consists of quartz and fine grained pyrite, while the second one consists of quartz, calcite and coarse grained sulfide minerals such as chalcopyrite, galena, sphalerite, fahlor and secondary limonite veinlets in addition to pyrite. The

succession of these minerals were identified as; pyrite – galena – chalcopyrite-I – sphalerite – chalcopyrite-II (\pm fahlor) – quartz – calcite.

Fluid inclusion data indicate that the ore forming fluids contain CaCl_2 , MgCl_2 , NaCl and possibly KCl as salts, the salinity of the fluids is in the range of 24.34 to 13.94 (avr. = 19.0) % NaCl equivalent, and the temperature of the fluids is in the range of 349.0 to 276.0 °C (avr. 307.0 °C) during the crystallization of the quartz and decreased down to 211.0 °C through the later stages of mineralization.

$\delta^{34}\text{S}$ values of pyrite, chalcopyrite, sphalerite and galena are in the range of 2,42 to 3,02 ‰ (n = 2, avr.= +2,72 ‰), 0,91 to 1,77 ‰ (n = 3, avr. = +1,28 ‰), 0,75 to 1,72 ‰ (n = 4, avr.= +1,41 ‰) and -0,63 to 0,60 ‰ (n = 3, avr. = -0,09 ‰) respectively. These $\delta^{34}\text{S}$ values and the estimated $\delta^{34}\text{S}$ values of H_2S dissolved in hydrothermal fluids are dispersed in a narrow range very close to zero and suggest a magmatic source for sulfur in the mentioned sulfide minerals.

Key Words: Akgüney, Eastern Black Sea Region, Copper-Lead-Zinc deposit, Ore microscopy, Fluid inclusion, Sulfur isotope geochemistry.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmasının her aşamasında değerli görüşleri ve eleştirileri ile beni yönlendiren ve her türlü yardımını benden esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Ahmet GÖKCE'ye (C.Ü.), petrografi incelemeler sırasındaki yardımları için Prof. Dr. Ömer BOZKAYA'ya (C.Ü.), Uydu görüntülerinin incelenmesi sırasındaki yardımları için Doç. Dr. K. Şevki Kavak'a (C.Ü.), cevher mikroskopisi incelemeleri sırasındaki yardımları için Yrd. Doç. Dr. Ahmet EFE'ye (C.Ü.), laboratuvar incelemeleri ve yazım-çizim aşamasındaki değerli önerileri ve yardımları için Yrd. Doç. Dr. Gülcan BOZKAYA'ya (C.Ü.), incekesitlerin yapımını gerçekleştiren Tekniker Ufuk KUŞ'a, arazi çalışmaları sırasındaki yardımları için Zamantı Madencilik Şirketi yetkililerine ve çalışanlarına, M-297 nolu proje kapsamında maddi destek sağlayan C.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı' na, özverili arkadaşlıkları ve yardımları için Araş. Gör. Tülay EKEMEN (C.Ü.) ve Jeo. Müh. Korhan ÇAKIR'a (MTA), ayrıca maddi - manevi desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Esra ÜNAL

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|------|
| ÖZET | I |
| ABSTRACT | III |
| TEŞEKKÜR | V |
| İÇİNDEKİLER | VI |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | VIII |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | XI |
| EKLER DİZİNİ | XII |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1. Amaç ve Kapsam | 1 |
| 1.2. İnceleme Alanının Tanıtımı | 2 |
| 1.3. Önceki Çalışmalar | 4 |
| 2. İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ | 11 |
| 2.1. Bölgesel Jeoloji | 11 |
| 2.2. Yerel Jeoloji | 17 |
| 2.2.1. Yüzeyleyen birimler | 17 |
| 2.2.2. Petrografi | 20 |
| 2.2.3. Tektonik | 22 |
| 3. MADEN JEOLJİSİ | 29 |
| 3.1. Yatakların Dağılımı ve Adlandırılması | 29 |
| 3.2. Yataklanma Şekli ve Yapısal Özellikleri | 29 |
| 3.3. Cevherleşmelerin Mikroskopik Özellikleri | 37 |
| 3.3.1. Mineralojik Bileşim ve Dokusal Özellikler | 37 |
| 3.3.2. Süksesyon | 46 |

| | |
|---|----|
| 4. SIVI KAPANIM İNCELEMELERİ | 47 |
| 4.1. Örnek Seçimi ve Yöntem | 47 |
| 4.2. Kapanımların Morfolojik Özellikleri | 47 |
| 4.3. İlk Erime Sıcaklığı Ölçümleri (T_{FM}) | 52 |
| 4.4. Son Buz Erime Sıcaklığı Ölçümleri (T_{mICE}) | 52 |
| 4.5. Homojenleşme Sıcaklığı Ölçümleri (T_H) | 54 |
| 4.6. Tuzluluk ve Homojenleşme Sıcaklığı İlişkisi | 54 |
| 4.7. Sıvı Kapanım Sonuçlarının Değerlendirilmesi | 57 |
| 5. KÜKÜRT İZOTOPLARI JEOKİMYASI | 59 |
| 5.1. Örnekleme ve Yöntem | 59 |
| 5.2. Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi | 61 |
| 6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA | 63 |
| 7. KAYNAKLAR | 66 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | | |
|-------------|--|----|
| Şekil 1.1. | İnceleme alanının yer bulduru haritası | 3 |
| Şekil 2.1. | İnceleme alanı çevresinin bölgesel jeoloji haritası (1/500000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası'ndan alınmıştır) | 12 |
| Şekil 2.2. | İnceleme alanı yakın çevresinde yapılmış birim adlamalarının karşılaştırılması | 13 |
| Şekil 2.3. | Mesudiye Formasyonu andezitlerinin masif kesimlerinden bir görünüm | 18 |
| Şekil 2.4. | Mesudiye Formasyonu andezitlerinin aglomeratik kesimlerinden bir görünüm | 18 |
| Şekil 2.5. | Mesudiye Formasyonu andezitlerinin aglomeratik kesimlerinde yer yer iyi gelişmiş tabakalanmalar | 19 |
| Şekil 2.6. | Mesudiye Formasyonu andezitlerinde amigdoloidal dolgu (İncekesit, TN, 54X) | 21 |
| Şekil 2.7. | Mesudiye Formasyonu andezitlerinin plajiyoklaslarında serizitleşme ve karbonatlaşmalar (İncekesit, ÇN, 135X) | 21 |
| Şekil 2.8. | Mesudiye Formasyonu andezitlerinde kalsit (ka) dolgulu breşik doku (İncekesit, ÇN, 54X) | 23 |
| Şekil 2.9. | Mesudiye Formasyonu andezitlerinde silis dolgulu breşik doku (İncekesit, TN, 54X) | 23 |
| Şekil 2.10. | Mesudiye Formasyonu andezitlerinin ileri derecede bozunmuş kısımlarında karbonatlaşma ve silisleşmeler (İncekesit, ÇN, 135X) | 24 |
| Şekil 2.11. | Mesudiye Formasyonu andezitlerinde kenarlardan itibaren opaklaşmış ve karbonatlaşmış muskovitler (İncekesit, ÇN, 54X) | 24 |
| Şekil 2.12. | Uydu görüntüleri üzerinde inceleme alanı yakınlarında işaretlenmiş çizgisel ve dairesel yapılar (yeşil çizgiler dairesel yapıları, kırmızı çizgiler K-G yönden uygulanan filtreler ile, sarı çizgiler D-B yönden uygulanan filtreler ile görülen çizgisellikleri göstermektedir) | 25 |
| Şekil 2.13. | Mesudiye Formasyonu andezitlerinde ölçülen kırık ve çatlak doğrultularının gül diyagramı üzerinde dağılımı | 27 |
| Şekil 2.14. | Mesudiye Formasyonu andezitlerinde ölçülen kırık ve çatlak eğimlerinin gül diyagramı üzerinde dağılımı | 28 |
| Şekil 3.1. | İnceleme alanı içindeki madencilik faaliyetlerinden bir görünüm (Kuşyuvası Mahallesi'nden kuzeye bakış) | 30 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Şekil 3.2. | Cevher damarlarının yüzeyde ileri derecede oksitlenmiş olarak görünüşü (D-2 Damarına yakından bakış) | 30 |
| Şekil 3.3. | Galerilerde cevher damarlarını kesen faylardan bir görünüm | 32 |
| Şekil 3.4. | Breşleşmiş yan kayaç parçaları ve/veya aglomera parçaları arasındaki boşluklarda kristallenmiş cevher ve gang mineralleri (sol kısım) ve yer yer gözlenen ağsı yapılı cevher damarcıkları (sağ kısım) | 32 |
| Şekil 3.5. | Üst kotlarda cevher damarlarının galenit ve sfalerit bakımından zengin kısımları | 34 |
| Şekil 3.6. | Alt kotlarda cevher damarlarının kalkopirit ve pirit bakımından zengin kısımları | 34 |
| Şekil 3.7. | D-4 damarının yüzeyde ileri derecede bozunmuş halde görünümü | 35 |
| Şekil 3.8. | D-5 damarının yüzeyde ileri derecede bozunmuş halde görünümü | 35 |
| Şekil 3.9. | D-6 damarının yüzeyde ileri derecede bozunmuş halde görünümü | 36 |
| Şekil 3.10. | D-7 damarının yüzeyde ileri derecede bozunmuş halde görünümü | 36 |
| Şekil 3.11. | I. (sol kısım) ve II. tip (sağ kısım) cevherleşmelerin birlikte görünümü (Parlatma, TN, 67.5X) | 38 |
| Şekil 3.12. | I. tip cevherleşmelerden alınan örneklerde kuvarslarla (q) kuşatılmış pirit (py) kristalleri (İncekesit, ÇN, 54X) | 38 |
| Şekil 3.13. | Sfalerit (sph) ve kalkopirit (cpy)'lerden önce oluşmuş galenitler (ga) (Parlatma, TN, 135X) | 40 |
| Şekil 3.14. | Sfalerit (sph) tarafından ornatılmış ve kapanımlar halinde kuşatılmış kalkopiritler (cpy) (Parlatma, TN, 135X) | 40 |
| Şekil 3.15. | Sfaleritlerce ornatılmış (cpy-I) ve sfaleritleri kuşatan (cpy-II) kalkopiritler (Parlatma, TN, 135X) | 41 |
| Şekil 3.16. | Galenit (ga) ve sfaleritleri (sph) kuşatan ve ornatılan kalkopiritler (cpy-II) (Parlatma, TN, 135X) | 41 |
| Şekil 3.17. | Gang minerali (gm) tarafından ornatılmış kalkopiritler (cpy) (Parlatma, TN, 135X) | 42 |
| Şekil 3.18. | Parçalanmış kalkopiritler (cpy) arasındaki kalsit (ka) dolguları (İncekesit, TN, 135X) | 42 |
| Şekil 3.19. | Opak (om) mineralleri ornatılan karbonatlar (ka) (Cu-karbonat olabilir) (İncekesit, TN, 54X) | 43 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Şekil 3.20. | Gang mineralleri (gm) tarafından ornatılmış sfaleritler (sph) (Parlatma, TN, 67.5X) | 43 |
| Şekil 3.21. | Kalsitler (ka) tarafından kuşatılmış sfaleritler (sph) (İncekest, TN, 135X) | 44 |
| Şekil 3.22. | Kalkopirit (cpy) içinde gözlenen fahlerz (fa) kapanımları. (Parlatma, TN, 540X) | 44 |
| Şekil 3.23. | D-7 damarından alınmış bir cevher örneğinde gözlenen cevher mineralleri; pirit (py), sfalerit (sph), galenit (ga) ve limonitik dolgular (li), (Parlatma, TN, 135X) | 45 |
| Şekil 4.1. | Kuars kristalleri içinde gözlenen birincil kapanımlar | 51 |
| Şekil 4.2. | Kuars kristalleri içinde gözlenen ikincil kapanımlar | 51 |
| Şekil 4.3. | Birincil kapanımlarda son buz erime sıcaklığı (T_{ICE}) değerlerinin istatistiksel dağılım grafiği | 53 |
| Şekil 4.4. | İkincil kapanımlarda son buz erime sıcaklığı (T_{ICE}) değerlerinin istatistiksel dağılım grafiği | 53 |
| Şekil 4.5. | Birincil kapanımlarda homojenleşme sıcaklığı (T_H) değerlerinin istatistiksel dağılım grafiği | 55 |
| Şekil 4.6. | İkincil kapanımlarda homojenleşme sıcaklığı (T_H) değerlerinin istatistiksel dağılım grafiği | 55 |
| Şekil 4.7. | Sıvı kapanımlarının tuzluluk - homojenleşme sıcaklığı diyagramındaki dağılımı (T_{ICE} ve T_H değerlerinin birlikte ölçülebildiği kapanımlar kullanılabilmiştir) | 56 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | | |
|--------------|---|----|
| Çizelge 4.1. | Sıvı kapanım incelemeleri sırasında birincil ve ikincil kapanımlarda ölçülmüş T_{FM} , T_{ICE} , ve T_H değerleri | 48 |
| Çizelge 5.1. | İnceleme alanındaki cevherleşmelerden seçilen mineral örneklerinin kükürt izotopları bileşimi | 60 |

EKLER DİZİNİ

- EK-1 Akgüney (Kabadüz-ORDU) Cu-Pb-Zn Yatağı Jeoloji Haritası
- EK-2 Akgüney (Kabadüz-ORDU) Cu-Pb-Zn Yatağı D-2 ve D-3
Damarları Galeri Jeoloji Haritası
- EK-3 Akgüney (Kabadüz-ORDU) Cu-Pb-Zn Yatağı Yüzey Örnek Haritası

1. GİRİŞ

1.1. Amaç ve Kapsam

Akgüney bakır - kurşun - çinko yatağı, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan ve günümüzde işletilmekte olan çok sayıdaki bakır - kurşun - çinko yataklarından birisidir.

Bu tez çalışmasında, yatak çevresinde yüzeyleyen kayaç türlerinin yayılım ve petrografik özellikleri, cevherleşmenin yataklanma şekli, cevher - yan kayaç ilişkileri, mineralojik bileşimleri, yapısal ve dokusal özellikleri gibi yöredeki cevherleşmelerin oluşum koşullarının ve kökenlerinin belirlenmesine ışık tutacak özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Amaca uygun olarak; yaklaşık 10 km² lik bir alanın 1 : 5000 ölçekli jeolojik haritası (EK-1), galerilerde jeolojik incelemeler yapılmış (EK-2), çevrede yüzeyleyen kayaç türlerinden ve cevherleşmelerden örnekler alınmıştır (EK-3).

Toplanan kayaç örneklerinin incekesitleri, cevher örneklerinin ise incekesit ve parlatmaları hazırlanmış ve incekesitler alttan aydınlatmalı, parlatmalar ise üstten aydınlatmalı polarizan mikroskop yöntemleri ile incelenerek mineral içerikleri ve dokusal özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Cevher örneklerinden hazırlanmış iki yüzü parlatılmış sıvı kapanım kesitleri mikrotermometrik inceleme sisteminde incelenerek sıvı kapanımları içinde hapsolmuş çözeltilerin ilk erime (T_{FM}), son buz erime (T_{ICE}) ve homojenleşme sıcaklığı (T_H) gibi özellikleri incelenerek, cevherleşmeleri oluşturan çözeltilerin; tuz bileşimi, tuzluluğu ve sıcaklığı gibi özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Ayrıca, sülfürlü minerallerin yapısındaki kükürtün kökenini belirlemek amacıyla cevher örnekleri arasından seçilmiş temsili örneklerden pirit (2 adet), kalkopirit (3 adet), sfalerit (4 adet) ve galenit (3 adet) mineral fraksiyonları ayrılmış ve kükürt izotopları bileşimleri analiz edilmiştir.

Cevherleşmeleri oluşturan hidrotermal çözeltilerdeki suyun kökenini belirleyebilmek amacıyla oksijen ve hidrojen izotopları jeokimyası, ayrıca galenitlerdeki kurşunun kökenini belirleyebilmek için kurşun izotopları jeokimyası incelemeleri yapılmak istenmiş ancak analiz ücretlerini karşılayacak parasal destek bulunamadığı için gerçekleştirilememiştir.

Yapılan bu incelemelerin sonuçları yatakların oluşumu ve kökenleri açısından değerlendirilmeye çalışılmıştır.

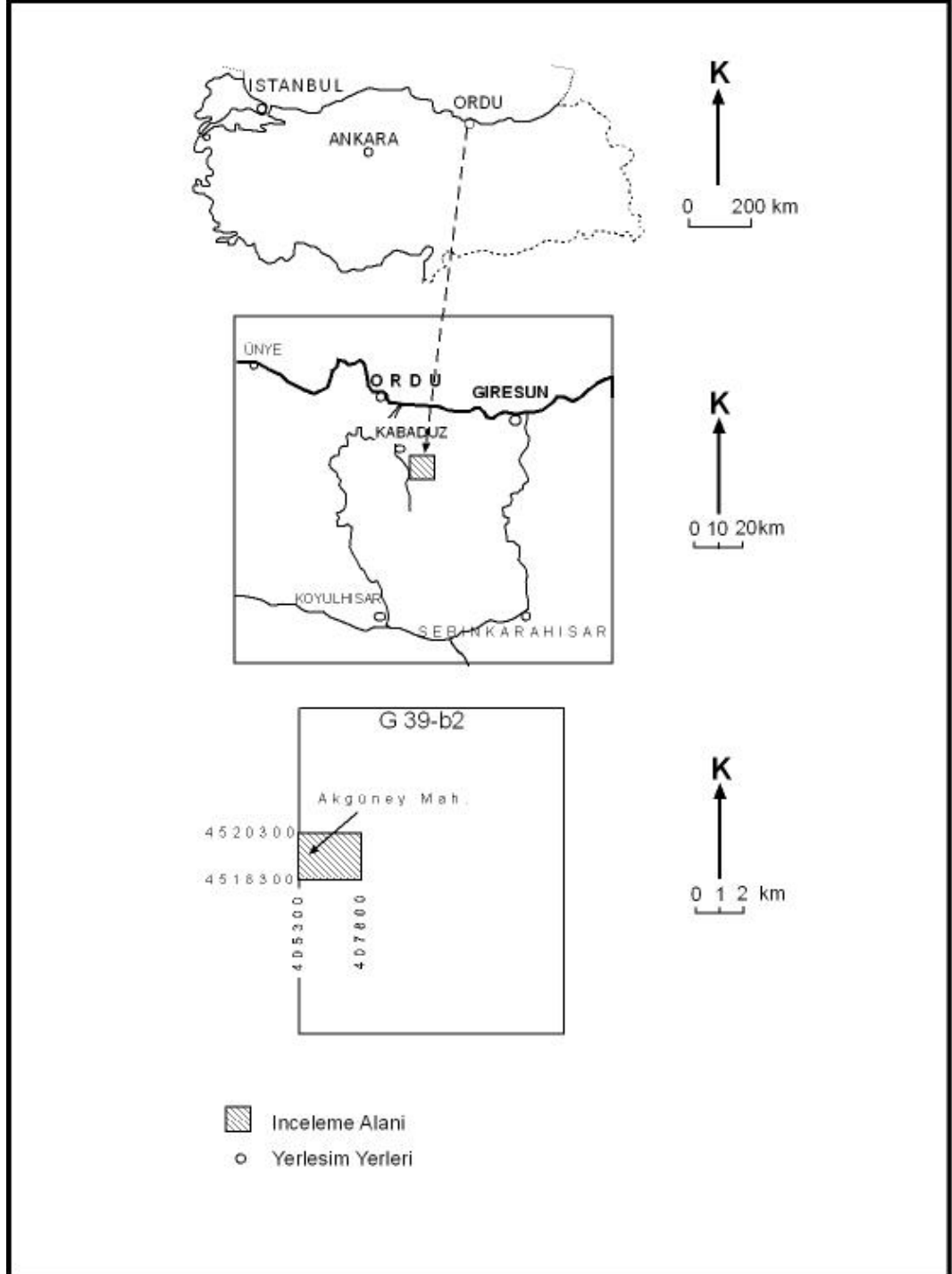
Petrografi ve sıvı kapanım incelemeleri Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde bulunan Nikon Labo-Phot tipi polarizan mikroskoplar ve Linkam – THMS-600 ve TMS-92 tipi mikrotermometrik inceleme sistemleri kullanılarak yapılmış, kükürt izotopları analizleri Londra Üniversitesi Royal Holloway, Jeoloji Bölümü'nde bulunan İzotop Jeokimyası Laboratuvarları'nda yaptırılmıştır.

1.2. İnceleme Alanının Tanıtımı

Akgüney bakır - kurşun - çinko yatağı, Ordu İline yaklaşık 30 km uzaklıkta olan Kabadüz İlçesi yakınlarında, Akgüney Mahallesi' nin kuzeyinde bulunmakta (Şekil 1.1) ve 1/25.000 ölçekli Giresun G39-b2 paftası içinde yer almaktadır.

İnceleme alanının bulunduğu yörede dağınık yerleşme şekli hakim olup en önemli yerleşim yerleri Kabadüz ilçesine bağlı Akgüney ve Bakacak Mahalleleridir. Ulaşım için Ordu – Kabadüz - Çambaşı yolu kullanılmaktadır. Bu yolun Ordu-Kabadüz arası asfalt, Kabadüz'den sonrası ise stabilize durumdadır.

İnceleme alanı sarp vadi ve tepeleriyle bölgenin karakteristik engebeli yapısını göstermektedir ve en yüksek yer Bakacak Sırtı (1117 m)' dir. En alçak yer ise Melet Irmağı (150 m)'nin kollarından biri olan Madengözü Deresi boyunca olan yerlerdir.



Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası

İnceleme alanında Doğu Karadeniz Bölgesi'ne özgü bol yağışlı ve nemli bir iklim etkili olmakta ve her mevsim yağışlı geçmektedir. Arazide her mevsim sis görmek mümkündür.

İnceleme alanı, fındık bahçeleri ve ormanlarla kaplıdır. Yöre halkı, geçimini fındık bahçelerinden ve civarda bulunan madenlerde çalışarak sağlamaktadır.

1.3. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanı ve yakın çevresinde, genel jeoloji ve maden jeolojisi amaçlı olarak yapılmış çok az sayıda çalışma bulunabilmiştir.

Genel jeoloji amaçlı çalışmalardan; Terlemez ve Yılmaz (1980)'ın inceleme alanının güneybatısında geniş bir bölgenin stratigrafik özelliklerini inceledikleri, Terzioğlu (1984, 1985a, 1985c, 1986a, 1986b, 1987)'nun bölgedeki volkanik kayaçların jeokimyasal özellikleri ve kökenini araştırdığı, Boztuğ (2001)' un ise bölgedeki granitoidleri incelediği görülmektedir. Bu çalışmaların bulguları ileride bölgesel jeoloji ve yerel jeoloji ile ilgili bölümlerde irdelenmeye çalışılmıştır.

Doğrudan inceleme alanı içindeki cevherleşmelerle ilgili maden jeolojisi amaçlı çalışmalar olarak; Türk –Yugoslav Ekibi (1970), Köse (1987), Aktürk (1998), Steinmann ve Emerson (2001) tarafından yapılmış çalışmalar vardır.

Bölgedeki maden jeolojisi amaçlı ilk ayrıntılı çalışma, Türk – Yugoslav Ekibi, (MTA, 1970) tarafından yapılmış olup 1 : 25.000 ölçekli jeolojik harita ve prospeksiyon niteliğindeki bu çalışmada, yörede Üst Kretase'den günümüze kadar Dasit, Amfibol-biyotit andezit, Marn-kireçtaşı, Volkanik Seri, Biyotit-ojit andezit, Marn-kumtaşı, Andezit, Riyodasit-riyodasit tuf, Piroksen andezit-bazalt, Trakiandezit-hornlend trakiandezit-trakiandezitik breşler, Mikrodiyorit, Yamaç Molozu ve Alüvyon şeklinde 13 farklı birim ayrılanmış ve yöredeki cevherleşmelerin Üst Kretase yaşlı andezit ve bazaltlar içinde damar tipi cevherleşmeler şeklinde olduklarını belirtmektedirler.

Köse (1987), yöredeki cevherleşmelerin, damar tipi Pb–Zn-Cu (Polimetalik) cevherleşmeler olduklarını, cevherleşmeler çevresinde andezit ve bazaltların bulunduğunu, cevherleşmelerin andezit ve bazaltlardaki KB – GD doğrultulu çatlaklar içine yerleştiğini ve birkaç fazda oluştuğunu belirtmektedir. 1. fazda pirit, kalkopirit, sfalerit; 2. fazda kalkopirit, galen, tetraedrit ve Ag-tetraedrit; 3. fazda kuvars ve barit geliştiğini düşünmektedir. Araştırmacı, inceleme alanındaki cevherleşmelerin derinde yerleşmiş bir plütonik kütle ile ilişkili hidrotermal bir oluşum olduğu sonucuna varmıştır.

Aktürk (1998), Kabadüz-Akgüney-Bakacak çevresinde yaptığı incelemede cevherleşmenin breşik andezitler içinde, arasında ve altere zonda yerleştiğini belirtmiştir. Cevherleşmenin K 60⁰ - 80⁰ B ile D-B yönlü faylar içinde hidrotermal damar tipi olarak bulunduğu ve derinlerde yerleşmiş olabilecek Eosen yaşlı granitlerle ilişkili olabileceğini ifade etmektedir.

Steinmann ve Emerson (2001), bölgede iki ana damar sisteminin olduğunu ve cevherleşmelerin bu iki damar içinde hidrotermel süreçlerle geliştiğini belirtmektedirler. Kuzey damarının yaklaşık 500m uzunluğunda ve Zn içeriğinin yüksek olduğunu; güney damarının ise Cu içeriğinin yüksek olduğunu bildirmektedirler.

Bunların dışında inceleme alanı dışında kalan ve benzer özelliklere sahip cevherleşmelerle ilgili olarak yapılmış bazı çalışmalar incelenmişlerdir.

Fatsa, Ulubey ve Kabadüz yöresindeki bazı cevherleşmeler Iğdır ve Eren (1977) tarafından incelenmiş olup araştırmacılar, Kabadüz yöresinde 1 : 10.000 ve damarların yoğun olduğu yerlerde 1 : 1.000 ölçekli jeolojik çalışma önermişlerdir. Çalışma içinde cevherleşmelerin özellikleri ilgili detaylı bilgi bulunmamaktadır.

Giresun – Bulancak - Piraziz arasında kalan sahada bulunan cevherleşmeler Kahraman ve diğ. (1983) tarafından incelenmiş olup sahadaki cevherleşmeler; masif tip, damar tipi ve saçınımlı tip cevherleşmeler şeklinde 3 gruba ayrılmıştır. Araştırmacılar, Üst Kretase yaşlı Andezit lav ve Piroklastları

içerisindeki kırık zonlarında hidrotermal damar tipi cevherleşmelerin geliştiğini belirtmektedirler.

Yıldız (1983), Doğu Karadeniz Bölgesinde Cu–Pb–Zn cevherleşmelerinin uzay görüntülerinden saptanan büyük yapılarla ilişkilerini incelediği çalışmasında cevherleşmelerin çevresinde dairesel, yarı dairesel ve eliptik yapıların bulunduğunu saptamıştır. Dairesel ve yarı dairesel yapıların Üst Kretase volkanizmasının merkezi olabileceğini, bu yapıların ve kırık – çatlak gibi yapılara bağlı olarak gelişen drenaj türünün tabakalı, ağsal ve damar tipi Cu–Pb–Zn cevherleşmeleri ile ilişkili olabileceğini belirtmiştir. Bilinen cevherleşmelerin bulunduğu dairesel ve yarı dairesel yapıların çevreye göre bir dom görüntüsü oluşturduğu ve drenaj ağı ve dom yapılarının hedef saha olabileceğini bildirmiştir.

Bulancak yöresindeki cevherleşmeler Akıncı (1980) tarafından incelenmiş olup cevherleşmelerin alt bazik ve dasitik seri kayaları içinde damarlar şeklinde oluştuğu, cevher damarlarının KD-GB gidişli, 3 km genişliğinde, 7-8 km uzunluğunda bir cevherleşme zonu içinde KB-GD doğrultulu olarak konumlandıkları, damarların tüm uzunluğu boyunca, duruş, kalınlık ve mineral birliği dikkate alındığında cevherleşmenin düzensiz, şişen, daralan mercer şekilli cevher cepleri şeklinde oldukları ve yer yer birbirlerine ince damarcıklarla veya steril kırıklarla bağlandığı, damar zonu boyunca breşleşmenin yaygın olarak gözlemlendiği, yan kayacın porfiritik dasit olduğu yerlerde mostra veren damarların kalkopirit yönünden zengin olduğu, diğer yerlerdeki ise polimetallik bileşimli oldukları belirtilmektedir. Ayrıca, cevher damarlarının cevher ve gang minerali olarak; oksitli (hematit, ilmenit, kuvars, götit ve lepidokrozit), sülfatlı (barit ve anglezit), sülfürlü (pirit, markazit, sfalerit, galenit, kalkopirit, idait, kovellin, dijenit ve betektinit), sülfotuzu (tetraedrit, tennantit ve aikinit) ve karbonatlı (seruzit, kalsit, dolomit, ankerit, siderit, malahit ve azurit) mineraller içerdiğini, yapılan sıvı kapanım incelemelerinden homojenleşme sıcaklığı ve tuzluluk değerlerinin cevher damarları içinde düşey ve yatay yönlerde farklılık ve zonlanma gösterdiğini, en yüksek homojenleşme sıcaklığı (350°C) ve tuzluluk (%)

13.4 NaCl eşdeğerli) değerlerinin cevherleşme zonunun güneybatı ucundan elde edildiğini bildirmiştir.

Kurşunlu (Ortakent-Koyulhisar-Sivas) yöresindeki cevherleşmelerin değişik jeolojik özellikleri; Özgüneylioğlu (1988), Gökce ve Özgüneylioğlu (1988), Gökce (1990a, 1990b) ve Gökce ve diğ. (1993) tarafından incelenmiş olup bulguları aşağıda özetlenmeye çalışılmıştır.

Özgüneylioğlu (1988) ile Gökce ve Özgüneylioğlu (1988), yöredeki yatakların Üst Kretase yaşlı volkanik ve volkanotortul kayalar içinde, yankayaçlarla uyumsuz, az da olsa gelişmiş tabaka düzlemlerini kesen, damar tipi bir yataklanma gösterdikleri, cevher damarlarının genellikle K 50 – 80° B / 75 - 85° KD konumlu olduğu, eğim ve doğrultu yönünde kalınlıklarında sık değişme gözlemlendiği, bazı damarların uzanımları boyunca yer yer uçlarının çatallanıp farklı damarlarla birleştiği, yer yer de ana damara göre farklı konumda gelişmiş ince devamsız damarcıkların da gözlemlendiği, kalın cevher damarlarının doğrultuları boyunca devamlılığının 250 m ile 1000 m arasında, kalınlıklarının ise 10 cm ile 2,5 m arasında değiştiği belirtilmektedir. Ayrıca, cevher damarlarının iç dokularının genellikle aynı olduğu, damarın iki kenarında yankayaçla olan sınırında yumuşak killi bir malzemenin gözlemlendiği, damar içinde değişik büyüklükte yan kayaç kırıntılarının bulunduğu, yan kayaç kırıntılarının arasının kalsit ve kuvars tarafından doldurulduğu ifade edilmektedir. Araştırmacılar cevherleşmede gang minerali olarak kuvars, kalsit ve az miktarda baritin, cevher minerali olarak ise sfalerit, galenit, kalkopirit, kalkosin ve hematitin bulunduğunu belirtmektedirler. Cevher damarlarının yatakladığı kırıkların Üst Kretase – Eosen arasında Seğgüneytepe Granitoyiti'nin yerleşimi ile ilişkili olarak geliştiğini düşünmektedirler.

Gökce (1990a), bu cevherleşmelerdeki sülfürlü minerallerin yapısında bulunan kükürtün ($\delta^{34}\text{S}$; -3.7 ile -8.4 o/oo VCDT) magmatik kökenli olduğunu belirlemiş olup büyük olasılıkla hidrotermal çözümlerle yöredeki volkanik kayalardan çözüldüğünü düşünmektedir.

Gökce (1990b), bu cevher damarlarını oluşturan hidrotermal çözeltilerin sıcaklık (460-124 °C), tuzluluk (% 9-12 NaCl eşdeğeri) değerlerinin yüksek ve bileşiminin NaCl (\pm KCl) ve kısmen CaCl₂ veya MgCl₂ olduğunu belirtmektedir. Cevher damarlarının jeotermometrik evrimine göre; erken kuvars (460 °C - 310 °C), ana sülfid (344 °C - 300 °C), geç kuvars (280 °C - 200 °C), geç sülfid (163 °C - 140 °C) ve hematit evresi (130 °C - 124 °C) şeklinde bir mineral oluşum evresi geçirdiğini, cevher getirici sıvının derinlerde dolaşmış denizel kökenli bir su olduğu, daha soğuk ve tuzluluğu daha az olan yerel meteorik kökenli yer altı suyu ile karışması sonucunda taşıdığı bileşenleri çökelttiği şeklinde yorumlandığını belirtmektedir.

Gökce ve diğ. (1993), bu cevherleşmeleri oluşturan hidrotermal çözeltilerdeki suyun meteorik kökenli ($\delta^{18}\text{O}$ değerleri; -5.4 ile -1.4 o/oo VSMOW aralığında, δD değerleri; -31.4 ile -70.4 o/oo VSMOW) aralığında), olduğunu belirtmekte ve sıvı kapanımlarında hapsolmuş CO₂' in C izotopları verileriyle hidrotermal çözeltilerin denizel karbonatlı kayalar içeren birimlerden geçtiklerini düşünmektedir.

Tutakdağı (Şebinkarahisar-Giresun) yöresindeki cevherleşmelerin çeşitli jeolojik özellikleri, Şaşmaz (1993), Şaşmaz ve Sağıroğlu (1994-a), Şaşmaz ve Sağıroğlu (1994-b), Gökce ve Bozkaya (2002a, 2002b), Gökce ve Bozkaya (2003), Bozkaya ve Gökce (2003) ve Gökce ve Bozkaya (2005a ve 2005b) tarafından incelenmiştir.

Şaşmaz (1993), Şaşmaz ve Sağıroğlu (1994a ve 1994b), yöredeki cevherleşmelerin Üst Kretase yaşlı volkanik ve volkano-sedimanter kayalar içinde damar tipi cevherleşmeler şeklinde olduklarını, İner yaylası, Makedüzü Odalar yaylası, Dereköy cevherleşmeleri ve Sübak cevherleşmeleri şeklinde beş sektörde toplandıklarını, damarların Eosen öncesi tektonik hareketlerle oluşmuş KD-GB doğrultulu faylar içinde oluştuklarını, Eosen sonrası oluşmuş KB-GD doğrultulu fayların ise cevhersiz olduğunu, cevherli zonların hidrotermal çözeltilerin etkisi ile yoğun bir şekilde altere olduğunu, altere zonlarda; silisleşme, karbonatlaşma, kloritleşme, killeşme, epidotlaşma ve serizitleşme gibi

alterasyonların izlendiğini, cevher damarları içinde cevher mineralleri olarak sfalerit, galen, pirit, kalkopirit, fahlers, kovellin-kalkozin ve hematit, gang minerali olarak ise kuvars, kalsit, kil mineralleri, klorit, hematit ve baritin bulunduğunu belirtmektedirler. Araştırmacılar, cevher damarlarının dike yakın eğimli olduklarını, kalınlıklarının bir kaç cm.'den 2.5-3 m.'ye kadar değiştiğini, damarlar içindeki cevherin çoğunlukla masif, daha az olarak da ağsı ve saçınımlı yapıları olduklarını, cevher minerali olarak sfalerit, galenit, pirit, kalkopirit, fahlerz, enarjit, linneit, pirotin, kovellin-kalkozin, klaprotit, tetradimit-tellürobizmutin, Bi-fahlerz, altait, altın, manyetit ve hematit, gang mineralleri olarak ise kuvars, kalsit, kil mineralleri, klorit, hematit ve barit içerdiklerini, ana metalik element olarak başlıca Zn, Pb ve Cu daha az miktarda Cd, Ag, Sb, As ve Bi içerdiklerini, büyük olasılıkla Paleosen yaşlı granitoidlerle ilişkili hidrotermal çözeltilerle oluşturduklarını belirtmektedirler.

İnler Yaylası cevherleşmelerinde yapılan jeoloji, sıvı kapanım ve izotoplar jeokimyası çalışmalarında; yöredeki yatakların Üst Kretase yaşlı volkanikler içinde damar tipi yataklar şeklinde oldukları, cevher damarlarını oluşturan hidrotermal çözeltilerdeki suyun meteorik kökenli ($\delta^{18}\text{O}$ değerleri; +4.2 ile +6.7 o/oo VSMOW aralığında, δD değerleri; - 83.0 ile - 59.0 o/oo VSMOW) aralığında) ve sülfürlü minerallerin yapısındaki kükürtün ($\delta^{34}\text{S}$; -3.9 ile +0.4 o/oo VCDT) magmatik kökenli olduğu, galenitlerin yapısındaki kurşunun orojenik koşullardan etkilenmiş kıtasal kabuk kökenli olduğu belirlenmiştir (Gökce ve Bozkaya, 2002a, 2002b, 2003, 2005a, 2005b, Bozkaya ve Gökce, 2003). Ayrıca, bu araştırmacılar, hidrotermal çözeltilerin kuvarsların oluşumu sırasında (birincil kapanımlar); sıcaklığı (ort. 312.0 °C) ve tuzluluğu (ort. % 7.0 NaCl eşdeğeri) yüksek, bileşim olarak CaCl_2 , MgCl_2 , NaCl ve KCl içeren, sülfürlü minerallerin oluşumu sırasında (a grubu ikincil kapanımlar); sıcaklığı (ort. 272.0 °C) ve tuzluluğu (ort. % 4.0 NaCl eşdeğeri) orta, bileşim olarak FeCl_2 , MgCl_2 ve NaCl içeren, daha sonraki evrelerde ise (b grubu ikincil kapanımlar); sıcaklığı (ort. 131.8 °C) ve tuzluluğu (ort. % 2.6 NaCl eşdeğeri) düşük, NaCl, KCl, Na_2SO_4 , NaHCO_3 ve Na_2CO_3 gibi tuzları içeren, 3 farklı özellikte olduklarını ifade

etmektedirler. Aynı araştışıcılar, bu veriler ışığında, yöredeki cevher damarlarının derinlere sızarak ısınmış meteorik sularca, çevredeki volkanik kayalardan çözülmüş metal (Cu^{++} , Pb^{++} , Zn^{++}) ve kükürt (S^-) iyonlarının fay zonları boyunca zenginleştirilerek çökeltimesi şeklinde oluştukları sonucuna varmışlardır.

Bu tez çalışmasıyla Akgüney Cu-Pb-Zn yataklarında elde edilen bilgiler, yukarıda belirtilen yataklarda elde edilen bilgilerle birleştirildiğinde bölgedeki damar tipi yatakların oluşum ve kökenleri büyük ölçüde aydınlatılmış olacaktır.

2. İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ

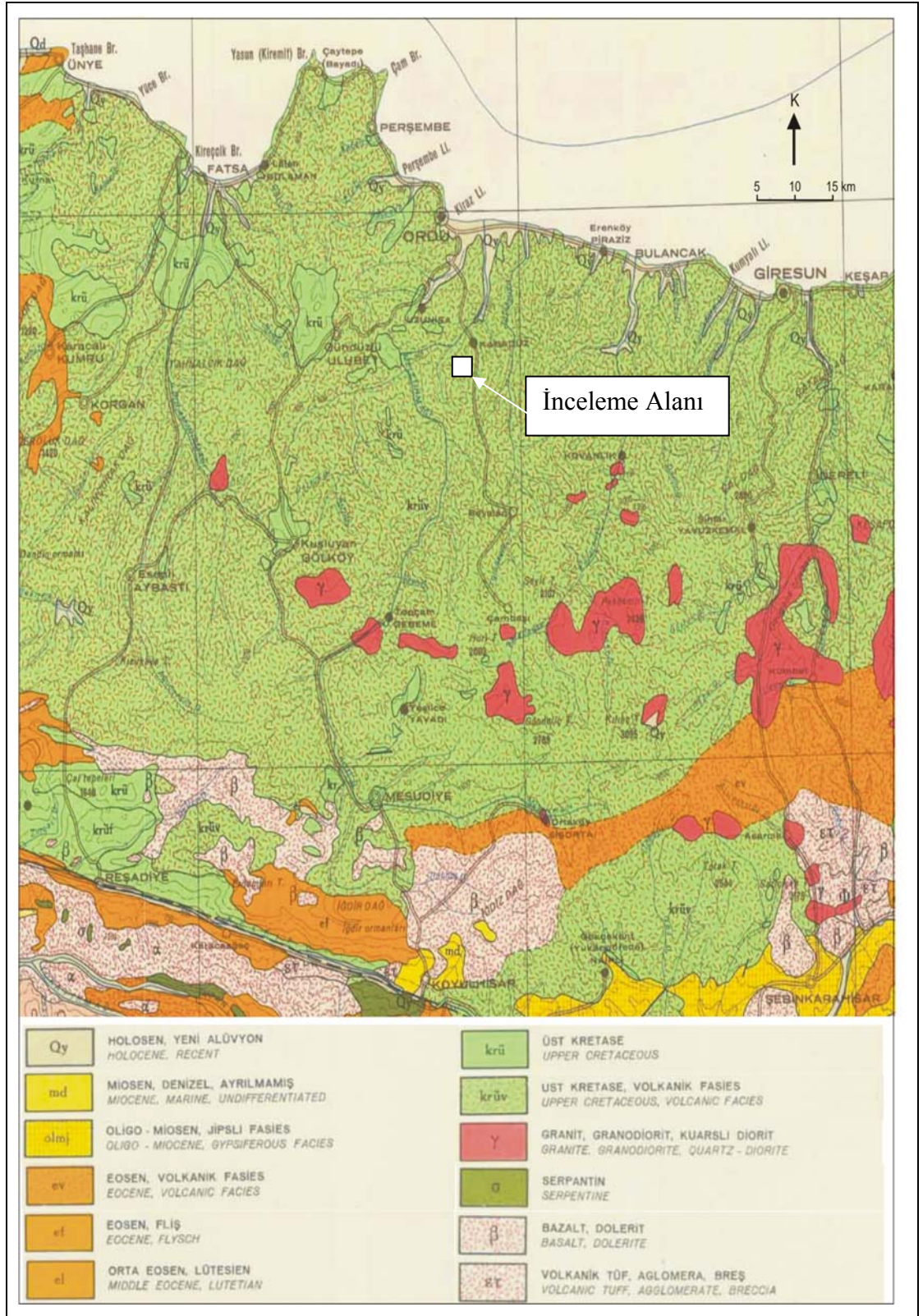
2.1. Bölgesel Jeoloji

İnceleme alanı, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, kuzeyde Karadeniz, güneyde ise Kuzey Anadolu Fay Zonu arasında, Ketin (1966) tarafından tanımlanan Pontidler Tektonik Birliği içinde kalmaktadır. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Paleozoyik yaşlı metamorfik bir temel üzerinde Liyas'tan Kuvaterner'e kadar değişik yaşlarda volkanik ve volkano-tortul birimler ile yer yer bunları kesen plütonik sokulumlar yüzeylemektedir.

Bölgedeki bu volkanik ve volkano-tortul birimler, genel olarak Alt Bazik Seri (Liyas-Turoniyen arası yaşlı), Andezitli ve Dasitli Volkano-tortul Seri (Üst Kretase-Paleosen yaşlı), Üst Bazik Seri (Eosen), Genç Bazik Seri ve Genç Dayklar (Oligosen-Pliyosen) şeklinde tanımlanmaktadırlar. Ancak yer yer değişik araştırmacılarca formasyon veya üyeler şeklinde ayrılıp adlandırılması da görülmektedir. Bunlar içine sokulum yapmış granitoidler ise Tersiyer yaşlı granitoidler olarak bilinmektedirler.

İnceleme alanı yakın çevresinde ise yukarıda belirtilen birimlerden Üst Kretase yaşlı Volkanik ve Volkano-sedimenter birimler, Tersiyer yaşlı Granitoyitler, Eosen yaşlı Volkanik ve Sedimenter birimler yüzeylemektedir (Şekil 2.1 ve 2.2).

Üst Kretase yaşlı Volkanik ve Volkano-sedimenter birimler, inceleme alanı çevresinde geniş bir yayılım göstermekte olup 1/500000 ölçekli jeoloji haritası üzerinde "krüv" simgesi ile gösterilmişlerdir (Şekil 2.1). Genellikle andezitik ve dasitik lav ve piroklastiklerden oluşmakta ve yer yer sedimenter arakatkılar içermektedirler. Terleme ve Yılmaz (1980) tarafından bu birime ait kayaçlar Mesudiye Formasyonu olarak adlanmıştır. Bu birimin inceleme alanı içinde kalan kısımları Akıncı (1985) tarafından tanımlanmış Dasitik Seri içinde kalmaktadır. Ayrıca, bu birime ait kayaçlar, Şebinkarahisar – Dereli arasında Yılmaz (1995) tarafından Konuklu Formasyonu olarak adlanmış, Bektaş Yaylası



Şekil 2.1. İnceleme alanı çevresinin bölgesel jeoloji haritası (1/500000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası'ndan alınmıştır)

| ÜST SİSTEM | SISTEM | | | | SERİ | KAT | SEYMEN (1975) | | TERLEMEZ ve YILMAZ(1980) | | TERZİOĞLU (1986) | | BOZTUĞ (2001) | | |
|------------|------------|--------------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|--------------------|--|---|---|-----------------------------|--|--|---------------------------------------|--|
| | KUVATERNER | | TERSIYER | | | | PALEOJEN | | FORMASYON | | FORMASYON | ÜYE | GRUP | FORMASYON | FORMASYON |
| SENZOYİK | KUVATERNER | NEOJEN | MYOSEN | HOLO-TOSEN | Pliyoosen | ÜST | Kıvançlıdere Grubu | Hatıplı Formasyonu Yolüstü Formasyonu | Yolüstü Bazaltı | | Danışment Grubu | Yolüstü Volkanikleri Cüle Volkanitleri Canik Volkanitleri Erdembaba Volkanitleri Kuyucak Bazaltı Hasandede Andeziti | | | |
| | | | | | | | | | Erdembaba Bazaltları | | | | | Teb1 Teb2 | |
| | | Canik Formasyonu | | | | | | | | | | | | | |
| | | Reşadiye dayk ve silleri | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | TERSIYER | PALEOJEN | EOSEN | PALEOSEN | ÜST | ORTA | ÜST | Kıvançlıdere Grubu | Hasanşeyh Formasyonu Kabaklık Formasyonu Çalyaylası Kireçtaşı | Yeşilce Formasyonu | | Yeşilce Grubu | Hasanşeyh Formasyonu Hatıplı Volkanodetritikleri Bayırköy Volkanitleri Selecik Formasyonu | Plütonik Kayaçlar | |
| | | | | | | | | | | Hatıplı Asarcık Hasanşeyh Bazaltı Selecik Kireçtaşı | | | | Karagöl Formasyonu | |
| | | Düdenyaylası Formasyonu | | Gölköy Formasyonu | | Gölköy Formasyonu | | | | | | | | | |
| | | Krandağ Formasyonu | | Gölköy Formasyonu | | | | | | | | | | | |
| | | Kapaklı Formasyonu | | Gölköy Formasyonu | | | | | | | | | | | |
| KRETASE | ÜST | KIZILTEPE | KIZILTEPE | KIZILTEPE | KIZILTEPE | ÜST | Çaltepelere Grubu | Kızıltepe Formasyonu | Reşadiye Formasyonu | | İğir Kireçtaşı Bereketli | Reşadiye Formasyonu | Konuklu Formasyonu | | |
| | | | | | | | | | Mesudiye Formasyonu | | | | | Nebişeyh Kçt. Tolluk Tür- Kumt. | Topçam Siyeniti Mesudiye Formasyonu |
| | | | | | | | | | Gökçebel Formasyonu | | | | | | |
| | ALT | ORTA | ÜST | ALT | ALT | ALT | | ÜST | Çaltepelere Grubu | Hankırıtepesi Formasyonu | Zinav Kireçtaşı | | Zinav Kireçtaşı | | |
| | | | | | | | | | | | Karatepe Formasyonu | Zinav Kireçtaşı | | | |

Şekil 2.2. İnceleme alanı yakın çevresinde yapılmış birim adlamalarının karşılaştırılması

ve Çambaşı yöresindeki çalışmalarında Boztuğ (2001) tarafından da Konuklu Formasyonu adlanması tercih edilmiştir. Birimin yaşı Terlemez ve Yılmaz (1980) tarafından Senomaniyen - Kampaniyen, Yılmaz (1995) tarafından ise Santoniyen – Kampaniyen olarak belirlenmiştir. Ercan ve Gedik (1983), Doğu Pontidlerdeki Üst Kretase volkanizmasının, tipik bir ada yayı volkanitleri gurubundan ve yitim zonu ürünlerinden olduğunu belirtmektedirler. Benzer şekilde Gedik ve diğ. (1992)' de Üst Kretase de başlayan bu volkanizmanın çoğunlukla kalkalkalen kısmen de toleyitik özellikler gösterdiğini, volkanik kayaçların, bugün kapanmış ve kuzeye dalan bir yitim zonundan türediklerinin yani Neotetis okyanus kabuğunun kuzeye doğru dalma – batmasına ilişkin adayayı volkanizmasının ilk ürünleri olduklarının düşünüldüğünü belirtmektedirler.

Üst Kretase yaşlı sedimenter birimler, 1/500000 ölçekli jeoloji haritası üzerinde “krü” simgesi ile gösterilmiş olup inceleme alanı yakınlarında Ulubey çevresinde yüzeylemektedir (Şekil 2.1). Terlemez ve Yılmaz (1980) tarafından Mesudiye Formasyonu ve Fatsa Formasyonu (Üst Senoniyen /Maastrichtiyen yaşlı), Akıncı (1985) tarafından ise filişimsi sedimanlar (Akköy Formasyonu ve eşdeğeri) şeklinde isimlendirilmişlerdir.

Tersiyer yaşlı granitoidler, inceleme alanı yakınlarında, Gölköy güneyinde, Çambaşı ve Topçam yörelerinde, Ortakent kuzeyinde, Şebinkarahisar – Dereli arasında ve daha doğuda değişik yerlerde yüzeylemektedirler. Üst Kretase yaşlı volkanik ve volkano-sedimenter birimleri keserek yerleşmeleri nedeniyle yaşları Üst Kretase sonrası – Eosen (Paleosen ?) olarak kabul edilmektedir. Akıncı (1985), bölge genelinde bu yaştaki granitoidlerin, asitik ve ortaç bileşimli intrüzyonlardan oluştuklarını, çoğunlukla hornblend-biyotit granodiyorit ve kuvarsdiyorit bileşimli olduklarını belirtmektedir. Gedikoğlu (1970), Gölköy yöresinde yüzeyleyen granitoidlerin, siyenitik bileşimli olduklarını İpresiyen veya İpresiyen öncesi yaşlı olabileceğini belirtmektedir. Kılınç (1972), Çambaşı Yaylası yöresindeki granitoidleri Çambaşı Siyeni olarak adlanmış ve Üst Küviziyen'den daha genç olduklarını belirtmektedir. Boztuğ (2001) Bektaşyayla – Çambaşı yöresindeki granitoidlerin monzonit,

siyenit, kuvars monzodiyorit bileşimli olduklarını ve büyük olasılıkla Üst Eosen yaşlı olduklarını, jeokimyasal olarak transalkali ve alkali bileşimli olduklarını söylemektedir. Araştırmacı alkali alt grupların, alkalın bileşimli bir magma kaynağından itibaren, katılma sırasında değişik derinliklerde, farklı sıcaklık ve basınç koşullarında kristal – sıvı ayrımlanması ve bu arada olası olarak yankayaçların asimilasyonu veya magma karışması gibi süreçlerin de etkisiyle ortaya çıkan değişik magma odalarının katılmasıyla meydana geldiklerini, transalkalin alt grubun ise alkalın bileşimli magmanın subalkali bileşimli yankayaçları asimile ederek kirlenmesinden veya subalkali başka bir magma ile karışmasından kaynaklanabileceğini belirtmektedir. Ayrıca, Şebinkarahisar - Dereli arasındaki granitoidler Yılmaz (1995) ve Yılmaz ve Boztuğ (1996) tarafından, Rize Plütunu granitoidleri ise Gedik ve diğ. (1992) ve Yalçınalp (1995) tarafından, Kaçkar Batoliti granitoidleri ise Boztuğ et al. (2006) tarafından incelenmiş olup yay bölgesinde değişik evrelerde (erken - ileri, sıkışma – gerilme rejimleri, erken yay - olgunlaşmış yay - çarpışma ile eş zamanlı - çarpışma sonrası - geri açılma/genişleme (extension) evreleri gibi) oluştuğu şeklinde açıklamalarda bulunmaktadır.

Paleosen yaşlı sedimenter birimler, Gölköy – Aybastı yolu üzerinde, Topçam batısında ve Kelkit vadisi kuzeyinde yüzeylemekte olup Terlemez ve Yılmaz (1980) tarafından Gölköy Formasyonu olarak tanımlanmıştır. Araştırmacılar, bu formasyonun kireçtaşı, killi ve tüflü kireçtaşı, tüfit ve kumtaşı araldanmasından ve yer yer kömür arakatkılarından oluştuğunu ve Paleosen yaşlı olduğunu belirtmektedirler.

Eosen yaşlı Volkanik ve Sedimenter birimler, 1/500000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritasında Eosen filiş (ef) ve Eosen volkanikleri (ev) şeklinde ayrılmışlardır. Bu birimler, inceleme alanının güneybatısında yüzeylemekte olup Seymen (1975) tarafından Kavaklıdere Grubu (Çalyaylası Kireçtaşı, Kabaklık Formasyonu, Hasanşeyh Formasyonu), Terlemez ve Yılmaz (1980) tarafından Yeşilce Formasyonu (Selecik Kireçtaşı, Hasanşeyh Bazaltı, Asarcık Üyesi, Hatipli Üyesi), Terzioğlu (1984, 1985-a, 1985-c 1986) tarafından ise Yeşilce Grubu

(Selecik Formasyonu, Bayırköy Volkanikleri, Hatipli Volkanodetritikleri, Hasanşeyh Formasyonu) şeklinde ayrılmış ve adlanmışlardır. Terzioğlu (1984), Hatipli Volkano-detritikleri'nin ince tabakalı çamurtaşları, grovak, volkanik breş, aglomera, tüfit, yeşil renkli orta tabakalı andezitik ve dasitik lav ara katkıları ile temsil edildiğini, Bayırköy volkanitleri'nin; kalın andezitik ve dasitik karakterli lavlar ile andezitik karakterli piroklastik malzemelerden oluştuğunu, AFM diyagramları üzerinde kalk-alkalen sahada olduklarını, majör ve iz element bakımından levha tektoniği kavramına göre adayalarının son aşamasında gözlenen şoşonitik ilişkili potasyumca zengin kalkalkalen seri volkanitlerine benzerlik sunduklarını belirtmektedir. Birimin yaşı, Terlemez ve Yılmaz (1980) tarafından Alt-Orta-Üst Lütésiyan olarak belirlenmiştir. Diğer yandan, Yılmaz (1995), Şebinkarahisar – Dereli arasında bu volkanitleri Karagöl Formasyonu olarak tanımlamış ve saptanan fosillerle Orta Eosen yaşlı olduğunu belirlemiştir. Boztuğ (2001) Bektaş Yaylası ve Çambaşı yöresindeki çalışmada bu volkanitler için Karagöl Formasyonu adlamasını kullanmakta ve birimin volkanik lavlar ile piroklastik depolanma ürünlerinden oluştuklarını belirtmektedir. İnceleme alanının uzağında olmakla birlikte, Gümüşhane-Aluçra-Şebinkarahisar-Gölköy yörelerindeki Eosen yaşlı Volkanikler Tokel (1977) tarafından, Rize – Fındıklı – Çamlıhemşin dolayındakiler Gedik ve diğ. (1992) tarafından incelenmiş olup yitim zonu ürünü olarak meydana gelmiş ada yayı volkanizması ürünleri oldukları şeklinde değerlendirmeler yapılmıştır.

Oligosen – Kuvaterner yaşlı volkanitler, Seymen (1975) tarafından Reşadiye dayk ve silleri, Yolüstü Formasyonu ve Hatipli Formasyonu şeklinde, Terlemez ve Yılmaz (1980) tarafından Canik Formasyonu, Erdembaba Bazaltı ve Yolüstü Bazaltı şeklinde, Akıncı (1985) tarafından Genç Bazik Seri ve Genç Dayklar, Terzioğlu (1986a, 1986b, 1987) tarafından ise Danişment Grubu (Hasandede Andeziti, Kuyucak Bazaltı, Erdembaba Volkanitleri, Canik Volkanitleri, Cüle Volkanitleri ve Yolüstü Volkanitleri) şeklinde adlanmışlardır. Terzioğlu (1986a, 1986b, 1987), bu birimlere ait volkanitlerin Miyosen – Kuvaterner zaman aralığında, bir adayayı ortamında gelişmiş volkanik faaliyetler sonucu oluştuklarını belirtmekte ve volkanizmanın kalkalkalen eğilimli

potasyumca zengin toleyitik bileşimden şoşonitik bileşime doğru bir değişim gösterdiğini belirtmektedir.

Bölgenin jeolojik evrimi üzerine değerlendirmeler yapan araştırmacıların hemen hemen tamamı (örneğin; Şengör, 1982; Ercan ve Gedik, 1983; Gedik ve diğ., 1996; Okay ve Şahintürk 1997; Yılmaz ve diğ., 1997; Boztuğ ve diğ., 2006 gibi) bölgedeki magmatik faaliyetlerin bir yay ortamında geliştiğini düşünmektedirler. Bölgenin jeolojik evrimi ile ilgili modellemelerde, önceleri güneyden kuzeye doğru, daha sonraları ise kuzeyden güneye doğru bir yitimin geliştiği şeklinde önerilerde bulunulduğu görülmektedir.

2.2. Yerel Jeoloji

2.2.1. Yüzeylenen birimler

İnceleme alanı içinde, tek bir birim olarak, Üst Kretase yaşlı andezitler yüzeylemektedir (Ek-1). Bu andezitler, bölgesel jeoloji bölümünde belirtildiği gibi 1/500000 ölçekli jeoloji haritası üzerinde “krüv” simgesi ile gösterilmiş, Akıncı (1985) tarafından “Dasitik Seri” içinde değerlendirilmiş, Terlemez ve Yılmaz (1980) tarafından inceleme alanı güneyinde Mesudiye İlçesi çevresinde Mesudiye Formasyonu olarak, Yılmaz (1995) tarafından Şebinkarahisar – Dereli arasında, ve Boztuğ (2001) tarafından Bektaş Yaylası ve Çambaşı yöresinde Konuklu Formasyonu olarak tanımlamışlardır. Bu çalışmada, yöre yakınlığı nedeniyle Terlemez ve Yılmaz (1980) tarafından tanımlanmış Mesudiye Formasyonu adlanması tercih edilmiş olup araştırmacılar bu Formasyon’un yaşını Senomaniyen-Kampaniyen olarak belirlemişlerdir.

Andezitler çoğunlukla masif volkanikler halinde iken yer yer aglomeratik kesimler gözlenmektedir (Şekil 2.3 ve Şekil 2.4). Ancak bu kısımlar çok iç içe oldukları için saha çalışmaları sırasında ayrılarak haritalanmaları mümkün olamamıştır. Aglomeratik kısımlarda matriksin tüflü olduğu ve yer yer tabakalanmanın iyi geliştiği gözlenmektedir (Şekil 2.5). Masif andezitler bol çatlaklı iken aglomeratik kısımlarda çatlaklar belirsizdir.



Şekil 2.3. Mesudiye Formasyonu andezitlerinin masif kesimlerinden bir görünüm.



Şekil 2.4. Mesudiye Formasyonu andezitlerinin aglomeratik kesimlerinden bir görünüm.



Şekil 2.5. Mesudiye Formasyonu andezitlerinin aglomeratik kesimlerinde yer yer iyi gelişmiş tabakalanmalar.

Andezitler, genellikle yüzeysel koşullarda ileri derecede bozunmuş olup bozunmamış kısımlarında yeşilimsi gri ve siyah renkli, bozunmuş kısımlarda ise kirli beyaz, sarımsı ve yeşilimsi renklidirler.

Yerel olarak, değerlendirme yapılabilecek veriler bulunmamaktadır. Ancak önceki çalışmalarda belirtildiği gibi bu birime ait volkanitlerin bir yay bölgesinde gelişmiş volkanik faaliyetlerin ürünü olarak oluştukları çok sayıda araştırmacı tarafından benimsenmektedir.

2.2.2. Petrografi

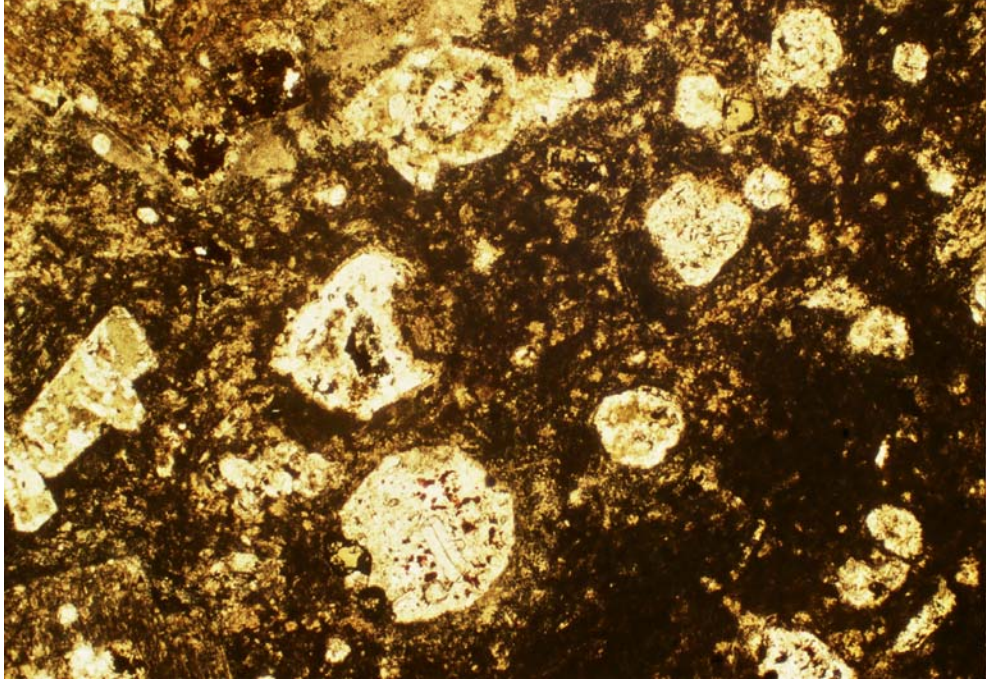
İnceleme alanından alınan kayaç örneklerinden yapılan ince kesitlerin polarizan mikroskop yöntemi ile incelenmesi sırasında; plajiyoklas, kuvars, biyotit, muskovit ve hornblend gözlenmiş olup Streckeisen (1976, 1979) sınıflamasına göre andezit oldukları belirlenmiştir. Örneklerde hipohiyalin porfirik doku yaygındır. Yer yer akma dokusu (plotaksitik) ve amigdoloidal doku (Şekil 2.6) da gözlenmiştir.

Plajiyoklaslarda sönme açısı, $15-20^{\circ}$ arası olup, anortit içeriği %50'den düşük oligoklas-andezin bileşimlidir. Serisitleşme, killeşme, karbonatlaşma ve silisleşme göstermektedirler (Şekil 2.7).

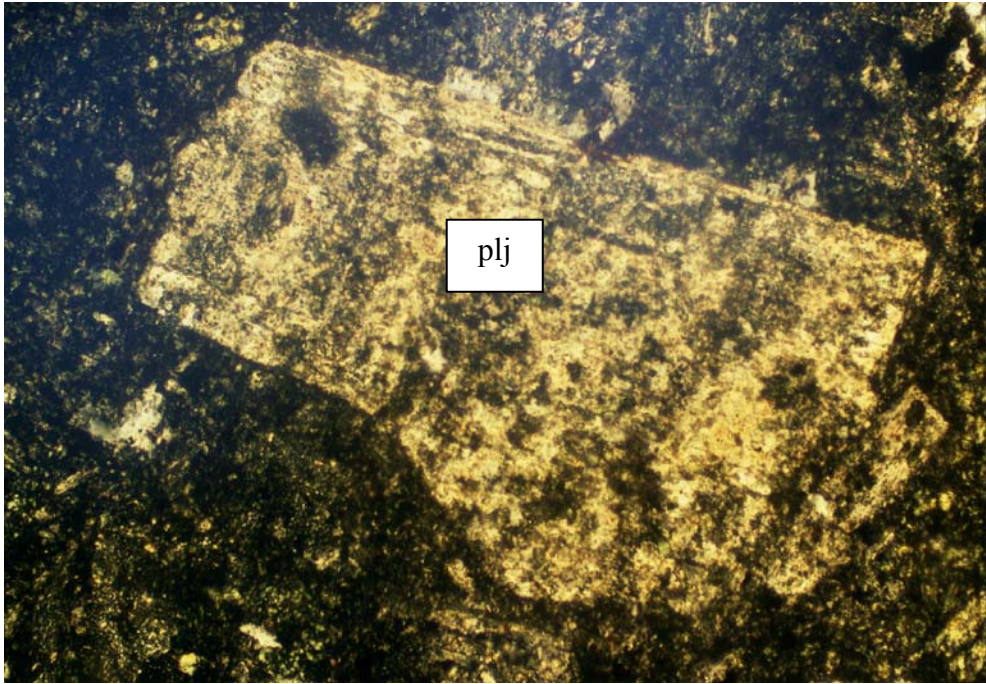
Kuvarslar, özşekilsiz, genellikle küçük, ender olarak büyük kristaller halinde gözlenmekte ve dalgalı sönme göstermektedirler.

Biyotitler levhamsı şekilli, orta büyüklükte, pseudomorf kristaller halindedirler. Genellikle opasitleşmiş ve kloritleşmişlerdir.

Muskovitler, ince levhalar ve ender olarak ta yaprak şekilli kristaller halinde gözlenmektedirler. Hornblendler, genellikle yarı özşekilli kristaller halinde gözlenmektedirler. Ayrıca karbonatlaşmış amfibol pseudomorfaları ve kloritleşmeler de kesitlerde görülmüştür.



Şekil 2.6. Mesudiye Formasyonu andezitlerinde amigdoloidal dolgu (İncekesit, TN, 54X)



Şekil 2.7. Mesudiye Formasyonu andezitlerinin plajiyoklaslarında serizitleşme ve karbonatlaşmalar (İncekesit, ÇN, 135X)

Örnekler ileri derecede bozunmuş olup, plajiyoklaslar serisitleşmiş, killeşmiş ve silisleşmiş, biyotit ve hornblendler ise kloritleşmişlerdir. Bozunmanın fazla olduğu kısımlarda hamur bu minerallere dönüşerek camsı özelliğini kaybetmiştir.

Bazı örneklerde yaygın bir breşik doku gözlenmektedir (Şekil 2.8 ve 2.9) ve breşleşmiş zonda karbonatlaşma ve silisleşmeler belirlenmiştir.

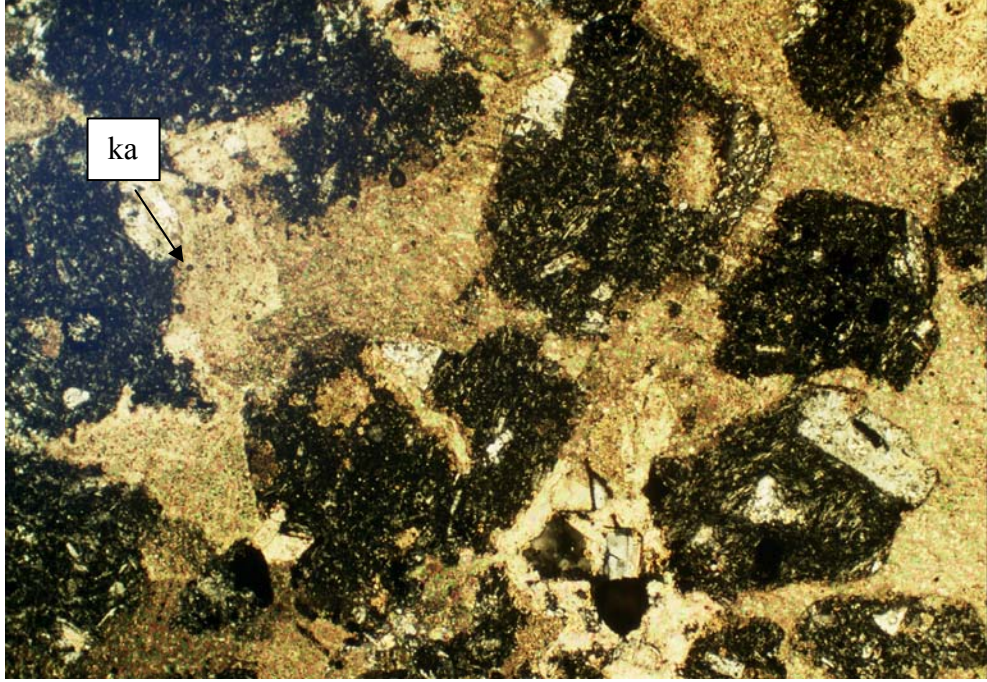
Silisli zonun karbonatlı zonu kestiği yani silisin karbonattan daha sonra oluştuğu gözlenmektedir (Şekil 2.10).

Kayaç örnekleri içerisinde opasitleşmiş biyotit pseudomorfları ve kenarlarından itibaren opaklaşmış mika kalıntıları vardır (Şekil 2.11).

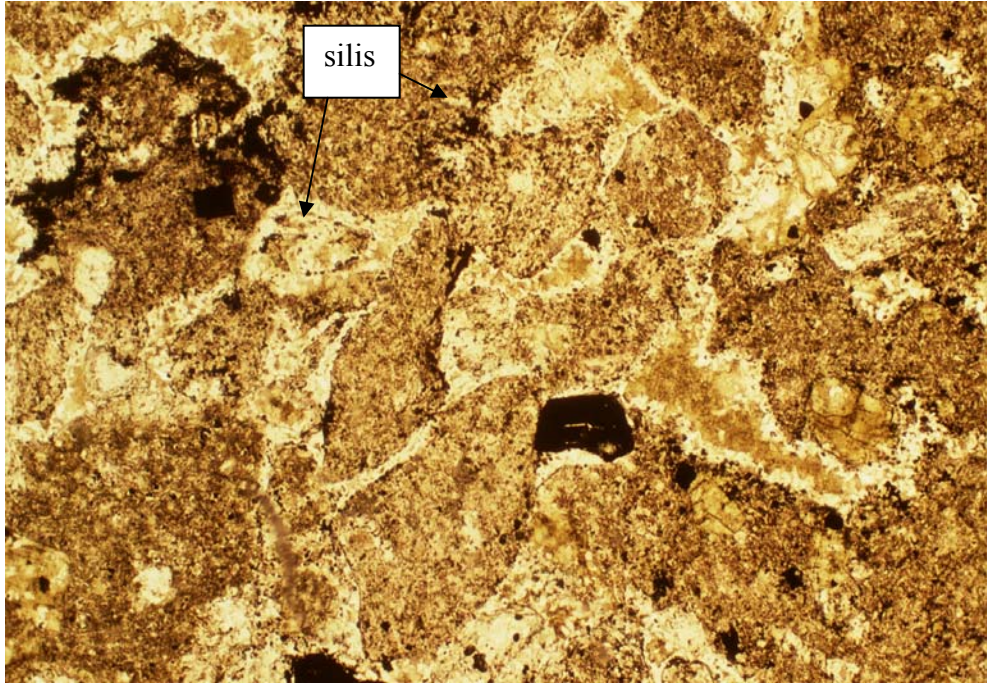
2.2.3. Tektonik

Yukarıda belirtildiği gibi inceleme alanı içinde, tek bir birim olarak, Üst Kretase yaşlı andezitler yüzeylemektedir. Andezitler çoğunlukla masif volkanikler halinde iken yer yer aglomeratik kesimler gözlenmektedir. Aglomeratik kısımlarda yer yer tabakalanmanın iyi geliştiği gözlenmektedir. Masif andezitler bol çatlaklı iken aglomeratik kısımlarda çatlaklar belirsizdir.

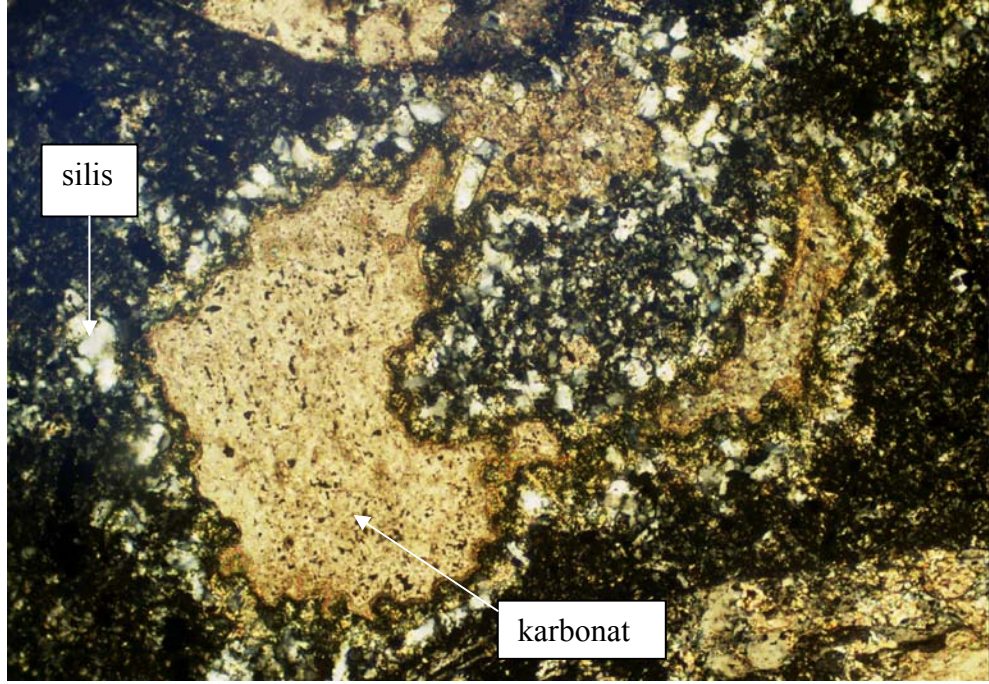
Uydu görüntüleri üzerinde yapılan değerlendirmelerde, inceleme alanı çevresindeki KD-GB, D-B ve KB-GD doğrultulu çizgisellikler ve bazı dairesel yapılar işaretlenmiştir (Şekil 2.12). İşaretlenen dairesel yapıların örtülü granitoyid sokulumlarına işaret edebilecekleri düşünülmüş ancak ışınal kırık sitemlerinin bulunmaması nedeniyle bir şey söylenememiştir. Bu görüntülerin sahadaki irdelemelerinde, inceleme alanını kuşatan içteki dairesel yapının masif andezit ve aglomeralarla tüflü ve tüftü kısımların dokunağına karşılık geldiği şeklinde değerlendirilmiştir. Bu durumda, dairenin merkezi kısımları, volkanik faaliyetin geliştiği baca kısmı olarak düşünülebilir.



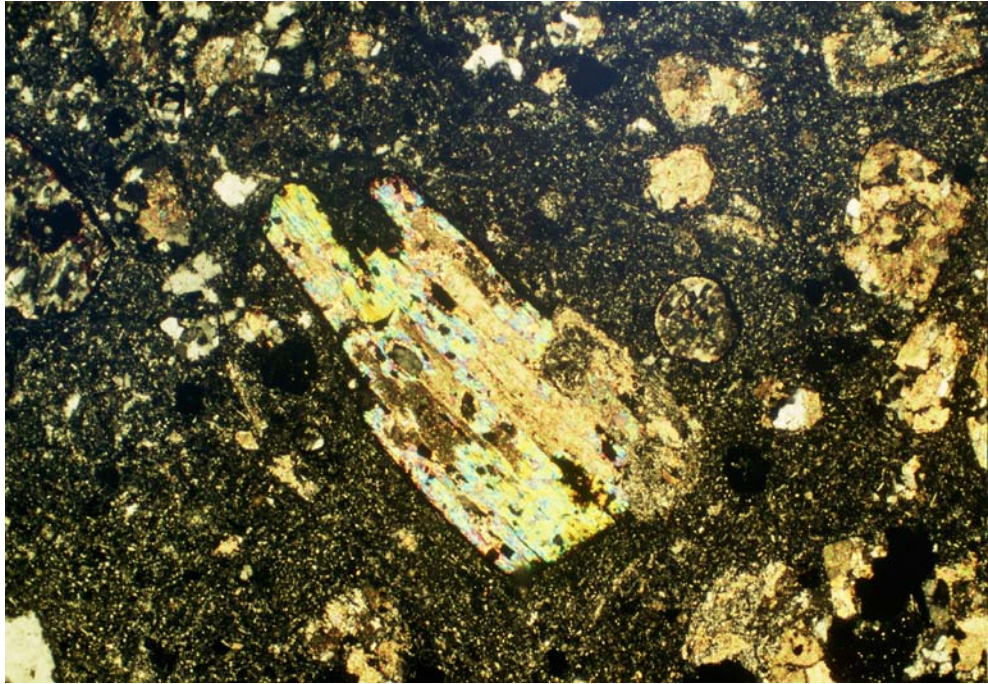
Şekil 2.8. Mesudiye Formasyonu andezitlerinde kalsit (ka) dolgulu breşik doku (İncekesit, ÇN, 54X)



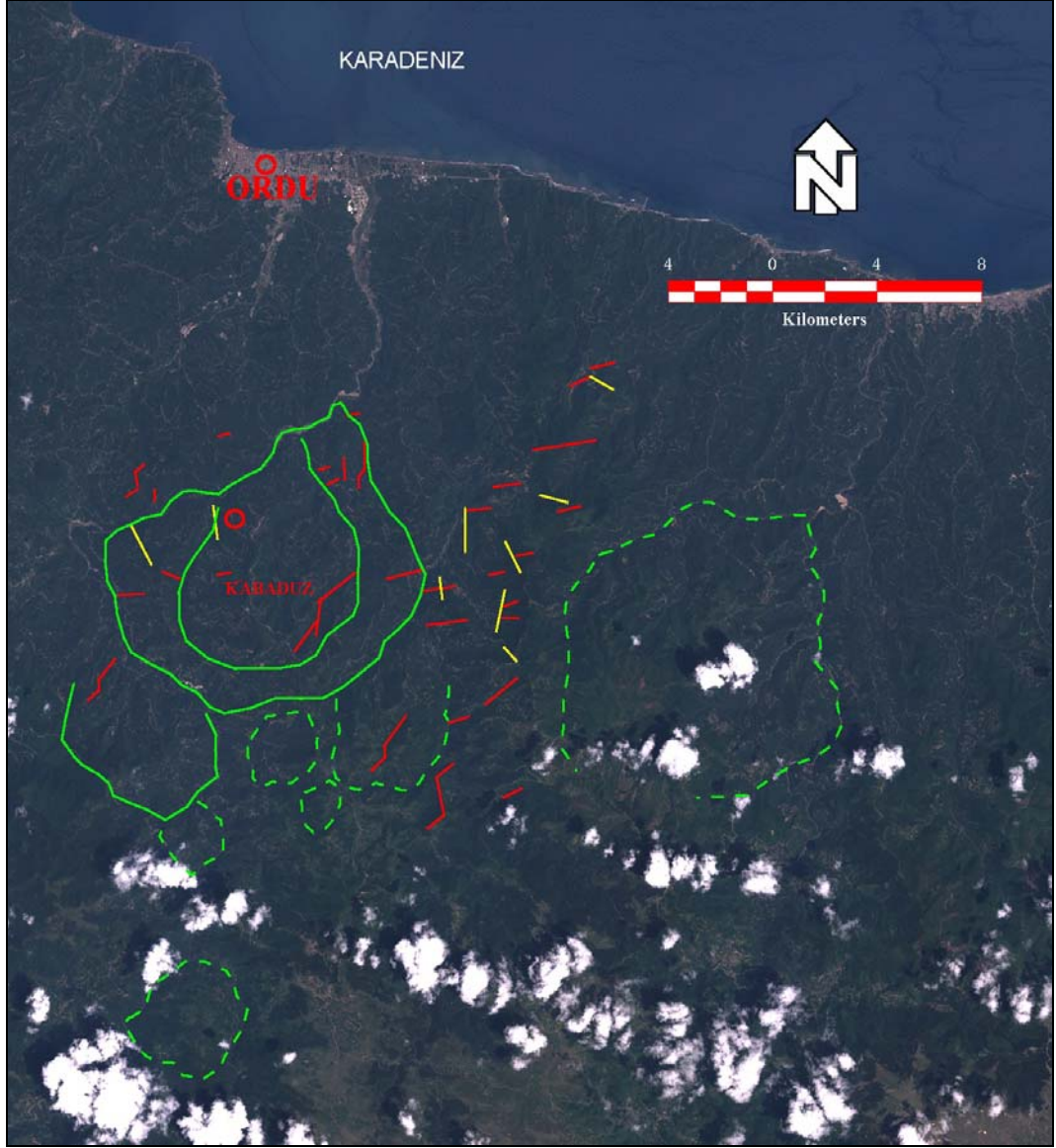
Şekil 2.9. Mesudiye Formasyonu andezitlerinde silis dolgulu breşik doku (İncekesit, TN, 54X)



Şekil 2.10. Mesudiye Formasyonu andezitlerinin ileri derecede bozunmuş kısımlarında karbonatlaşma ve silisleşmeler (İncekesit, ÇN, 135X)



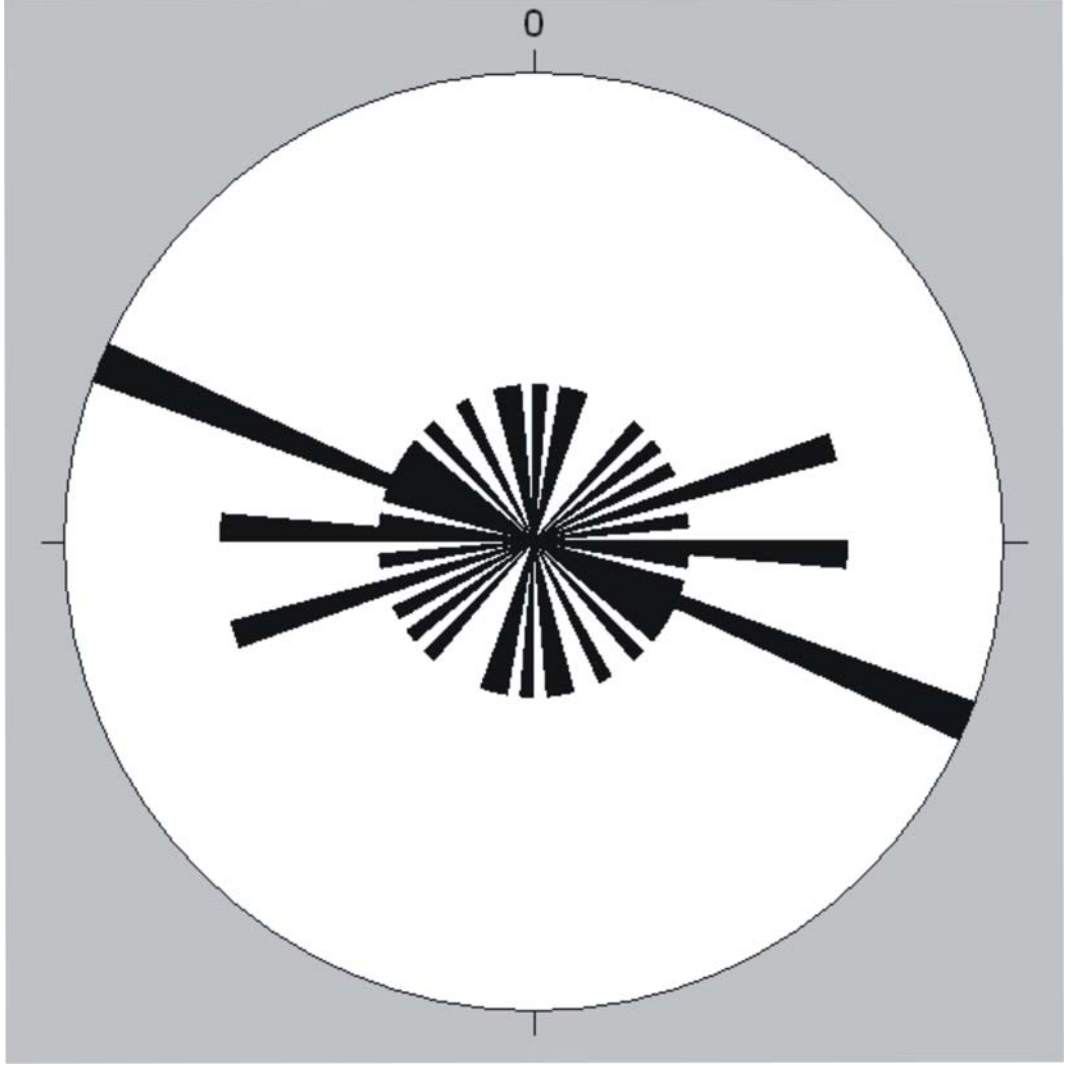
Şekil 2.11. Mesudiye Formasyonu andezitlerinde kenarlardan itibaren opaklaşmış ve karbonatlaşmış muskovitler (İncekesit, ÇN, 54X)



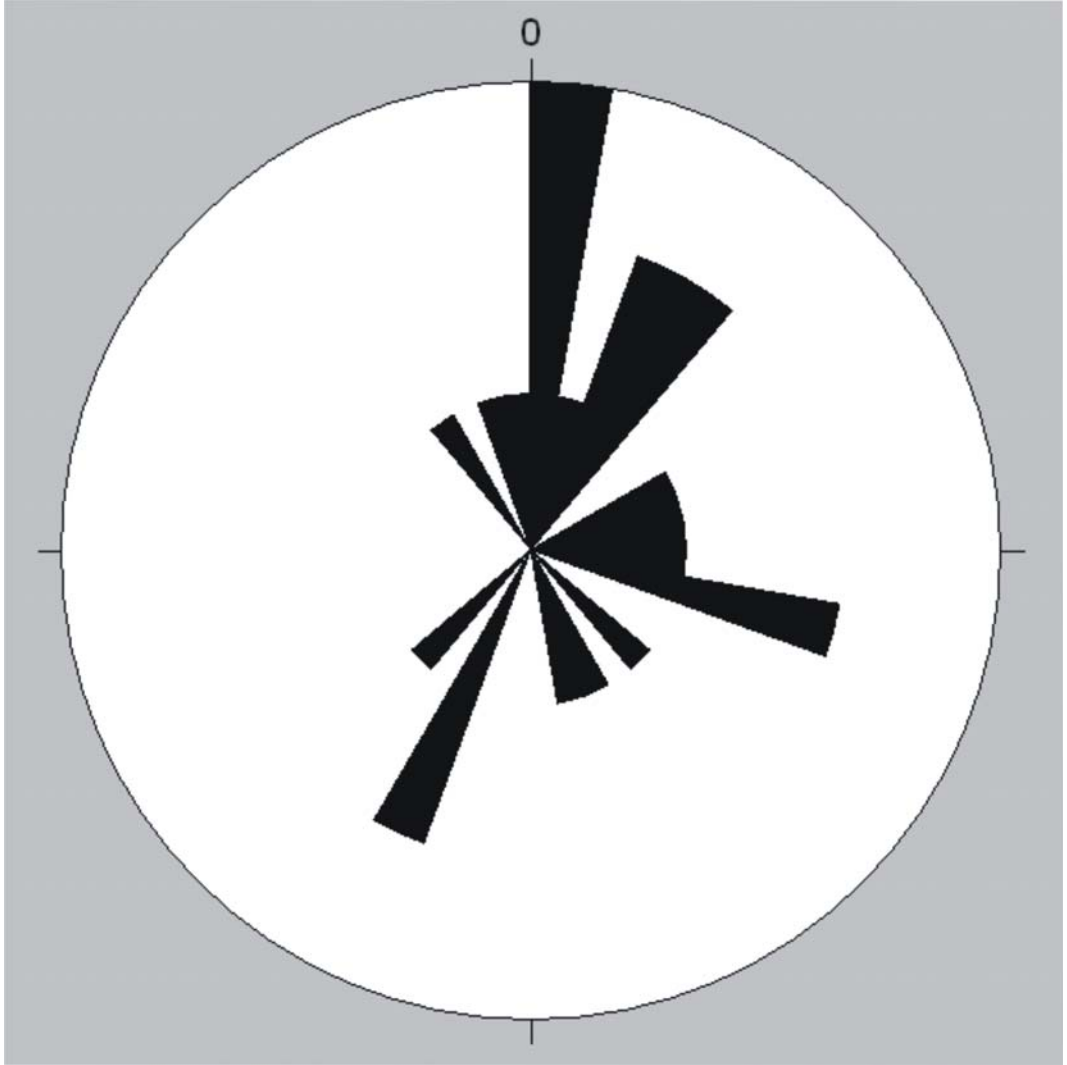
Şekil 2.12. Uydu görüntüleri üzerinde inceleme alanı yakınlarında işaretlenmiş çizgisel ve dairesel yapılar (yeşil çizgiler dairesel yapıları, kırmızı çizgiler K-G yönden uygulanan filtreler ile, sarı çizgiler D-B yönden uygulanan filtreler ile görülen çizgisellikleri göstermektedir).

Saha incelemeleri sırasında, inceleme alanı içinde az sayıda noktada (8 noktada 23 ölçüm) yapılan kırık ve çatlak düzlemi ölçümlerinden hazırlanan gül diyagramlarında; dağılımın çok değişik yönlerde olduğu, yoğunlaşmış doğrultular dikkate alındığında yörenin BKB-DGD doğrultulu sıkışma kuvvetlerinden etkilendiği, ölçülen eklemlerin de tansiyon eklemleri olduğu söylenebilir (Şekil 2.13 ve 2.14).

Bölgedeki cevherleşmeler, 1 tanesi (OC-7) hariç, bu sistem içinde K 70-80° B, 50 – 60° KD konumlu kırıklar içinde gelişmiştir. Galeri içlerinde belirlenmiş ve cevher damarlarını öteleyen faylar (eğim atımlı) ise yaklaşık olarak K45° B, 50-60° KD konumludurlar.



Şekil 2.13. Mesudiye Formasyonu andezitlerinde ölçülen kırık ve çatlak doğrultularının gül diyagramı üzerinde dağılımı.



Şekil 2.14. Mesudiye Formasyonu andezitlerinde ölçülen kırık ve çatlak eğimlerinin gül diyagramı üzerinde dağılımı.

3. MADEN JEOLJİSİ

3.1. Yatakların Dağılımı ve Adlandırılması

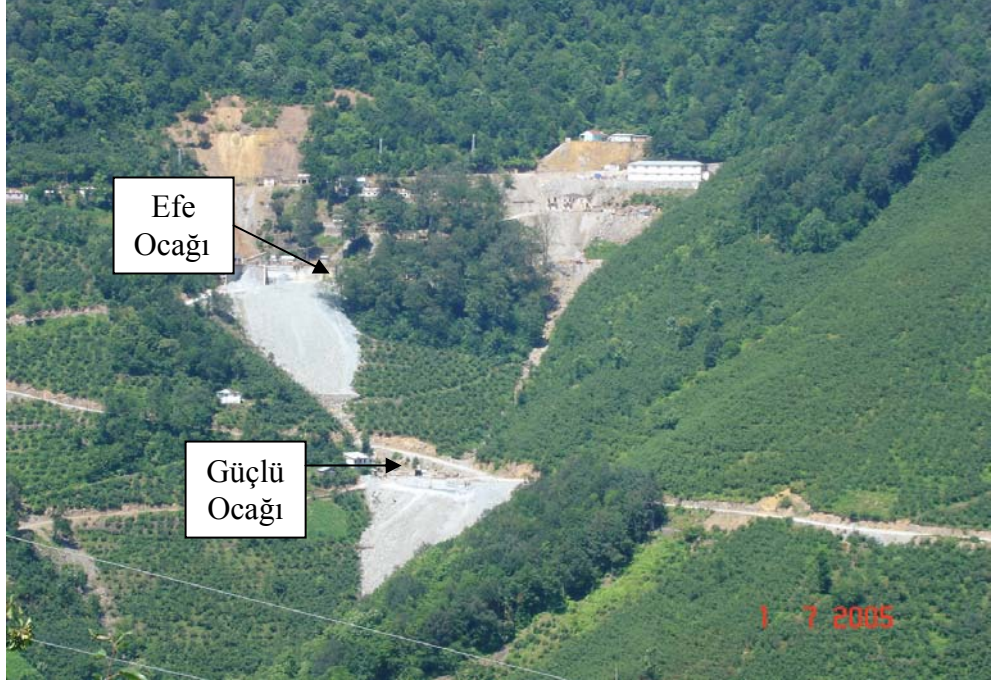
İnceleme alanı içerisinde, değişik yerlerde Cu-Pb-Zn cevherleşmeleri gözlenmekte olup tamamı andezitler içindeki fay zonları boyunca oluşmuş damar tipi oluşumlar şeklindedirler. Haritaya işlenebilecek boyutta olanları, kuzeyden güneye doğru; D-1, D-2, D-3, D-4, D-5, D-6 ve D-7 damarları şeklinde numaralandırılmışlardır (EK-1). Belirtilen cevher damarlarından D-2 ve D-3 damarları, Üst Umut, Alt Umut, Efe ve Güçlü Ocakları olarak isimlendirilmiş ocaklarda, kuzey damar ve güney damar adlarıyla, yeraltı işletme yöntemleri ile işletilmeye çalışılmıştır (Şekil 3.1). Diğerleri üzerinde ise arama ve inceleme amacıyla açılmış yarma ve galeri çalışmaları bulunmaktadır.

3.2. Yataklanma Şekli ve Yapısal Özellikleri

İnceleme alanındaki cevherleşmeler yukarıda belirtildiği gibi andezitler içindeki fay zonlarında damar tipi oluşumlar şeklindedir. Cevher damarları, yüzeyde ileri derecede oksitlenmiş (hematitleşmiş, limonitleşmiş, yer yer malahit ve azurit içeren), sarı – kahverengi renkli zonlar halindedirler (Şekil 3.2).

D-1 damarı, Ovaçukuru olarak isimlendirilen yerde, eski yıllarda açılmış bir arama ve/veya işletme galerisinin girişinde gözlenmekte olup D-B, 80° K konumlu ve 20 cm kadar kalınlığı olan bir damardır. Damar içindeki sülfürlü mineraller ileri derecede oksitlenmiş olup sarı – kahverengi renkli bir kuvars damarı şeklinde gözlenmektedir.

D-2 ve D-3 damarları, Akgüney Mahallesi girişinde, Karlıbel mevkiinde yüzeylemekte olup Üst Umut, Alt Umut, Efe ve Güçlü Ocakları olarak isimlendirilmiş ocaklarda yeraltı işletme yöntemiyle işletilen damarlardır. Bu damarlar, birbirlerine paralel ve K 75-80° B, 60° KD konumlu olup kalınlıkları 20 cm ile 3 m arasında değişmektedir. Damarların yüzeydeki devamlılıkları, toprak ve yoğun bitki örtüsü nedeniyle devamlı izlenememekle birlikte işletme



Şekil 3.1. İnceleme alanı içindeki madencilik faaliyetlerinden bir görünüm (Kuşyuvası Mahallesi'nden kuzeye bakış)



Şekil 3.2. Cevher damarlarının yüzeyde ileri derecede oksitlenmiş olarak görünüşü (D-2 Damarına yakından bakış)

galerilerinde doğrultu yönünde 500 m' den, eğim yönünde ise 160 m' den daha fazla devam ettikleri gözlenmiştir.

Bu damarlar değişik kotlarda, cevher damar doğrultularına dik yönde açılmış (cross-cut tipi) galerilerle kesilip katlar oluşturularak; Üst Umut Ocağı (kot: 902 m.), Alt Umut Ocağı (kot: 886 m.), Efe Ocağı (kot: 839 m.) ve Güçlü Ocağı (kot: 766 m.) olarak adlandırılmış ocaklarda işletilmiştir (EK-1 ve EK-2).

Galerilerin kuzeybatı kısımlarında tek damar işletilmiş gözükmekte (D-3 damarı) ve damarlardan birisinin (D-2 damarının) devamı izlenememektedir. Efe Ocağı'nda oluşturulmuş 766m katı galerilerinin güneydoğu kısımlarında, D-2 ve D-3 damarları birbirlerinden ayrı ve birbirlerine paralel olarak açılmış galerilerde işletilmişlerdir (EK-2). Ancak, Güçlü Ocağı içinde oluşturulan 766m kat galerilerinde yalnızca D-3 damarı işletilmiş olup bu katta yapılan tüm aramalara (galeri ve sondaj ile) karşın D-2 damarı bulunamamıştır. Galeri içlerinde cevher damarlarını kesen KB-GD doğrultulu faylar gözlenmekte olup bu fayların etkisi ile galeri doğrultularında, cevher doğrultularına paralel olmayan değişiklikler gözlenmektedir (EK-2 ve Şekil 3.3).

Cevher damarları içinde, bir tanesi küçük kristalli ve bol piritli, diğeri iri kristalli ve makroskobik olarak pirit, kalkopirit, sfalerit ve galenit içeren iki farklı yapıli cevherleşme izlenmektedir. I. tip oluşumlar, II. tip oluşumlar tarafından kesildikleri için I. ve II. evre oluşumlar olarak düşünölmüştür.

I. tip oluşumlar, yer yer gözlenmekte olup işletilebilirlik açısından önemli olmadıkları için galerilerde topuk olarak yerinde bırakılmışlardır. II. tip oluşumlar ise galerilerde işletilen düzenli damarlar halinde olup doğrultuları boyunca devamlılık göstermektedirler. Bu cevher damarları içinde breşleşmiş yan kayaç parçaları ve/veya aglomera blokları ana bileşenler olup bunlar arasındaki boşluklar cevher ve gang mineralleri ile doldurulmuştur (Şekil 3.4). Yer yer farklı yönlerde konumlanmış kılcal damarcıklar ağısı yapıya benzer bir yapı oluşturmaktadır (Şekil 3.4).



Şekil 3.3. Galerilerde cevher damarlarını kesen faylardan bir görünüm



Şekil 3.4. Breşleşmiş yan kayaç parçaları ve/veya aglomera parçaları arasındaki boşluklarda kristallenmiş cevher ve gang mineralleri (sol kısım) ve yer yer gözlenen ağsı yapılı cevher damarcıkları (sağ kısım).

Cevher damarları (II.tip) kalınlık ve içerik bakımından homojen olmayıp yer yer birleşip yer yer ayrılan damarcıklardan oluşmaktadır. Üst kısımların (839 m. kotundan üst kısımlar) galenit ve sfaleritler bakımından, alt kesimlerin (839 m. kotundan derin kısımlar) ise kalkopirit ve pirit bakımından zengin oldukları gözlenmektedir (Şekil 3.5 ve 3.6). Ayrıca kuzey damarın sfaleritce ve galenitce güney damarın ise kalkopiritce daha zengin olduğu işletme çalışanlarınca ifade edilmektedir (V. Bayraktarov, 2005, sözlü görüşme).

D-4 damarı, Akgüney Mahallesi'nin kuzeyinde, D-B, 80° G konumlu ve ileri derecede oksitlenmiş olarak gözlenen bir damardır (Şekil 3.7). Herhangi bir arama ve işletme çalışması yapılmamıştır. Yüzeydeki görünümü bakımından diğer cevher damarlarından daha ümitsiz gözükmemektedir. Sondaj veya galeri çalışmaları ile özelliklerinin incelenmesi yararlı olacaktır.

D-5 damarı, Akgüney Mahallesi'nin güneyinde, eski yıllarda açılmış bir arama ve/veya işletme galerisinin yakınında, D-B, 55° K konumlu ve 5-20 cm kalınlığında limonitli, hematitli ve piritli bir cevher damarıdır (Şekil 3.8).

D-6 damarı, Madengözü Deresi kuzeyinde yüzeyleyen, D-B, 75° K konumlu, 40-45 cm kalınlığında, pirit içeriği yüksek bir kuvars damarı şeklindedir (Şekil 3.9). Üzerinde herhangi bir inceleme ve işletme çalışması bulunmamaktadır.

D-7 damarı, Madengözü Deresi içinde yüzeyleyen, D-B, 25° G konumlu, 20-30 cm kalınlıkta, çok küçük kristalli piritler içeren bir kuvars damarı şeklindedir (Şekil 3.10). Üzerinde herhangi bir inceleme ve işletme çalışması bulunmamaktadır.



Şekil 3.5. Üst kotlarda cevher damarlarının galenit ve sfalerit bakımından zengin kısımları



Şekil 3.6. Alt kotlarda cevher damarlarının kalkopirit ve pirit bakımından zengin kısımları



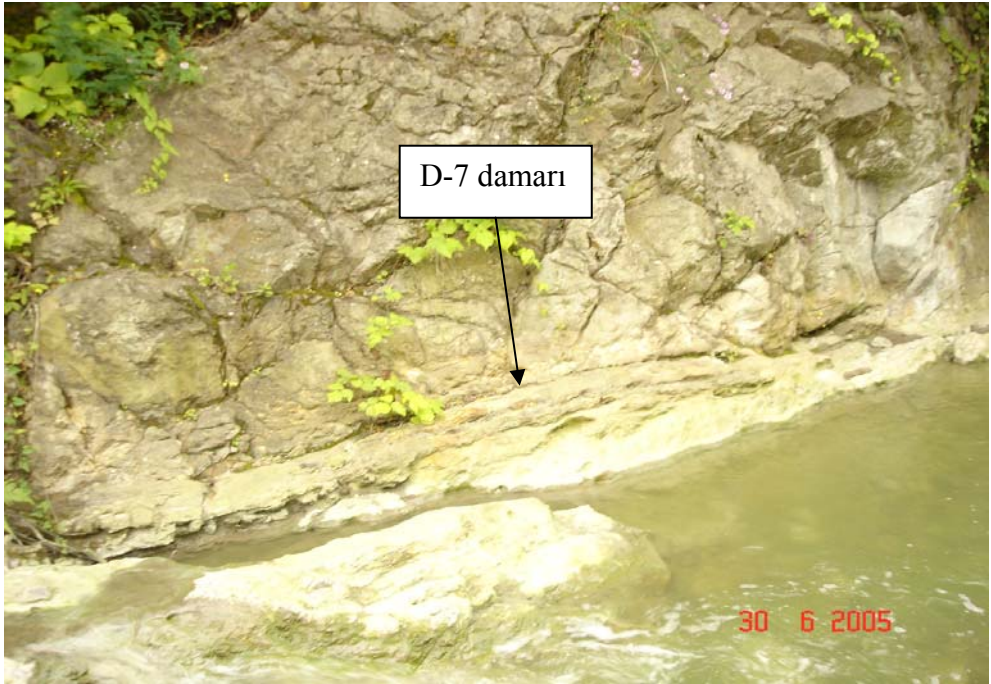
Şekil 3.7. D-4 damarının yüzeyde ileri derecede bozunmuş halde görünümü



Şekil 3.8. D-5 damarının yüzeyde ileri derecede bozunmuş halde görünümü



Şekil 3.9. D-6 damarının yüzeyde ileri derecede bozunmuş halde görünümü



Şekil 3.10. D-7 damarının yüzeyde ileri derecede bozunmuş halde görünümü

3.3. Cevherleşmelerin Mikroskopik Özellikleri

3.3.1. Mineralojik Bileşim ve Dokusal Özellikler

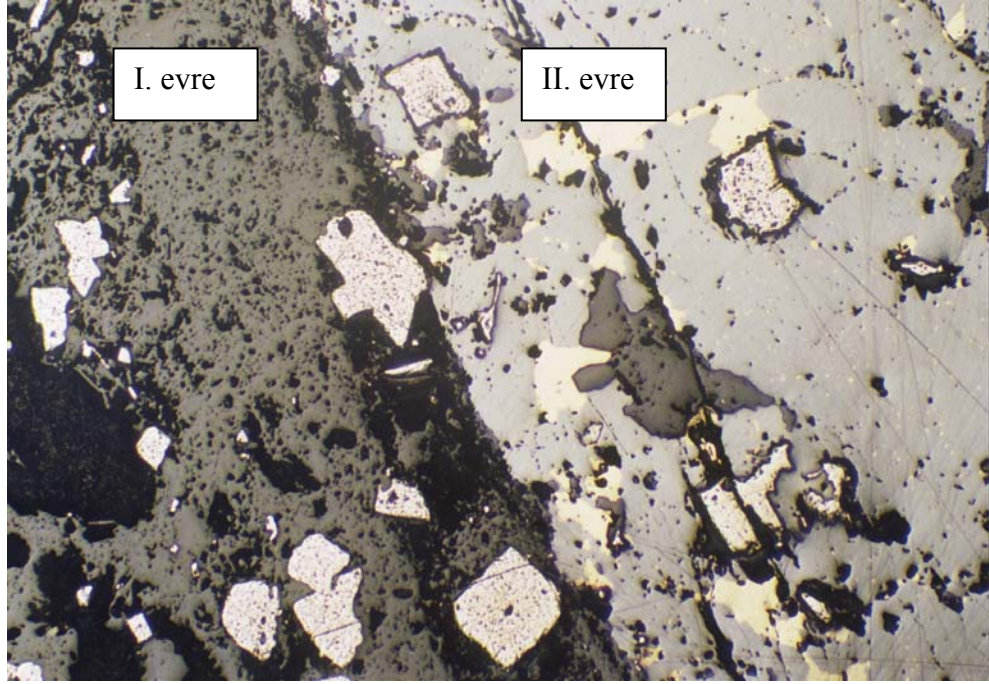
Saha incelemeleri sırasında tüm cevher damarlarında yüzeysel, ayrıca D-2 ve D-3 damarlarının işletildiği galerilerden cevher damarlarını temsil edecek şekilde örnekler alınmıştır. Bu örneklerden incekesit ve parlatmalar hazırlanarak alttan ve üstten aydınlatmalı mikroskop yöntemleri ile incelenmiştir.

Yüzeysel alınan örnekler ileri derecede bozunmuş olup genellikle sülfürlü mineraller yok olmuşlardır. Yalnızca D-7 damarından alınan bir örnekte sülfürlü mineraller gözlenmiştir.

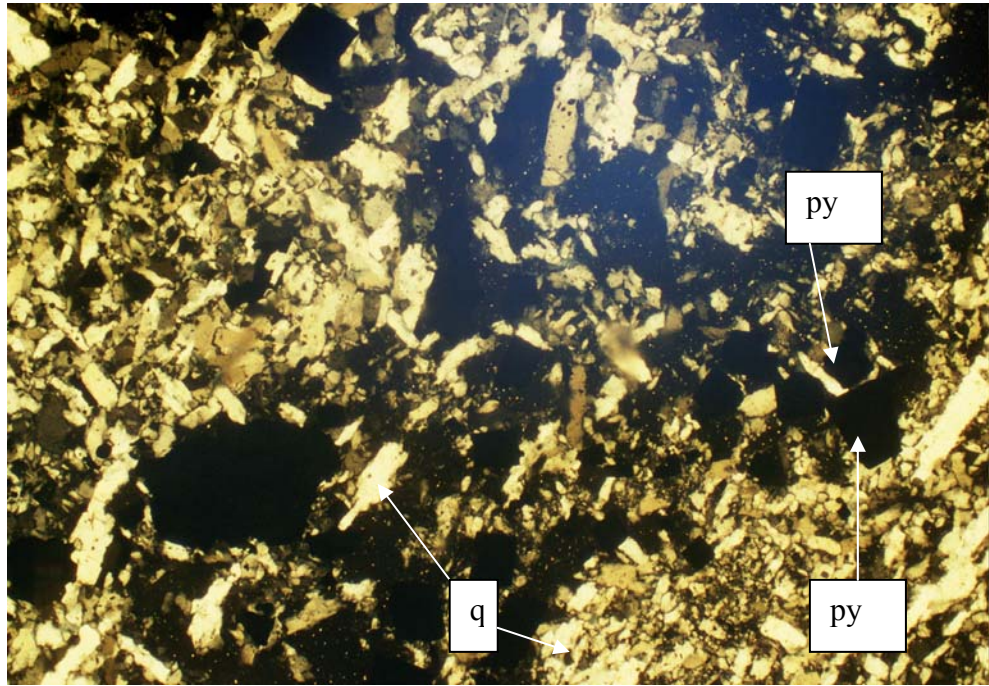
D-2 ve D-3 damarlarında, makroskopik incelemeler sırasında olduğu gibi mikroskopik incelemeler sırasında da; birisi küçük kristalli ve yalnızca pirit içeren (önce oluşmuş) diğeri ise iri kristalli ve diğeri sülfürlü mineralleri içeren (önceki tipi kesen) iki farklı yapıda cevher oluşumu belirlenmiştir (Şekil 3.11). Birinci tip cevherleşmenin daha önce oluştuğu (I. evre), ikinci tip cevherleşmenin ise daha sonra oluştuğu (II. evre) kabul edilmiştir.

Birinci tip cevherleşmeden alınan örneklerde cevher minerali olarak yalnızca pirit, gang minerali olarak ise kuvars gözlenmektedir. İkinci tip cevherleşmeden alınan örneklerde ise cevher minerali olarak pirit, sfalerit, kalkopirit, galenit, fahlerz (tennantit), gang minerali olarak ise kuvars ve kalsit gözlenmiştir. Saptanan cevher minerallerinin önemli özellikleri ve birbirleri ile olan ilişkileri aşağıda özetlenmeye çalışılmıştır.

Piritler; hem I. tip hem II. tip cevherleşmelerde yaygın olarak gözlenmektedir. Genellikle, özşekilli, nadiren yarı özşekilli kristaller halinde gözlenmektedir. I. tip cevherleşmelerdeki pirit kristallerinin kuvarslarla (Şekil 3.11 ve 3.12), II. tip cevherleşmelerde gözlenen pirit kristallerinin ise kuvarslar ve diğeri sülfürlü minerallerce kuşatıldığı görülmektedir. Her iki tip cevherleşmede de piritlerin en önce oluşan cevher minerali olduğu görülmektedir.



Şekil 3.11. I. (sol kısım) ve II. tip (sağ kısım) cevherleşmelerin birlikte görünümü (Parlatma, TN, 67.5X)



Şekil 3.12. I. tip cevherleşmelerden alınan örneklerde kuvarslarla (q) kuşatılmış pirit (py) kristalleri (İncekesit, ÇN, 54X)

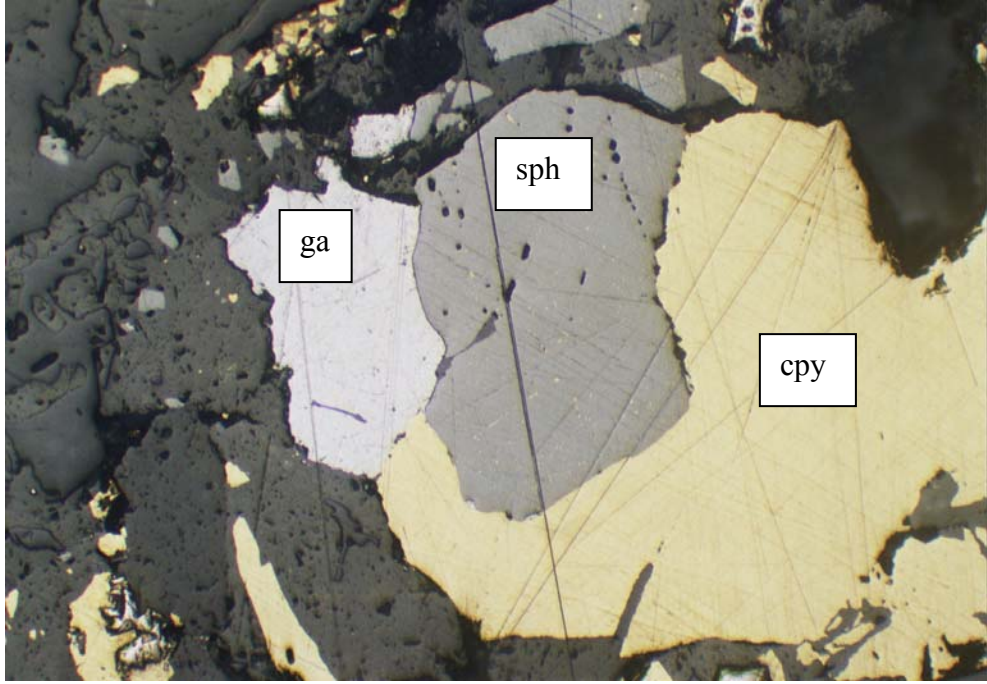
Galenitler; genellikle özşekilsiz, nadiren yarı özşekilli kristaller halinde gözlenmektedirler. Diğer cevher mineralleri ile olan sınır ilişkisine göre; galenitler piritlerden sonra, kalkopirit ve sfaleritlerden önce oluşmuşlardır (Şekil 3.13).

Kalkopiritler; özşekilsiz büyük kristaller ve sfaleritler içinde çok küçük boyutlu ayrışmalar halinde gözlenmektedir. Oluşum bakımından kalkopiritler, sfalerit ve galenitlerle olan sınır ilişkilerine göre önce ve sonra olmak üzere iki farklı evrede oluşmuşlardır (Kalkopirit-I ve Kalkopirit-II). Kalkopirit-I'ler, sfaleritler tarafından ornatılmış iken (Şekil 3.14), Kalkopirit-II'ler ise bu mineralleri kuşatmaktadır (Şekil 3.15 ve 3.16). Kalkopiritler bazı yerlerde parçalanmış olup gang minerallerince ornatıldığı ve / veya doldurulduğu gözlenmektedir (Şekil 3.17 ve 3.18). Bu gang minerallerinin kalkopiritlerin karbonatlaşma ürünleri olabileceği düşünülmüş ancak incekesitlerde malahit ve azurit rengi gözlenmediği için ve kalsite benzer özellikler gösterdikleri için bunların kalsit oldukları kabul edilmiştir (Şekil 3.19)

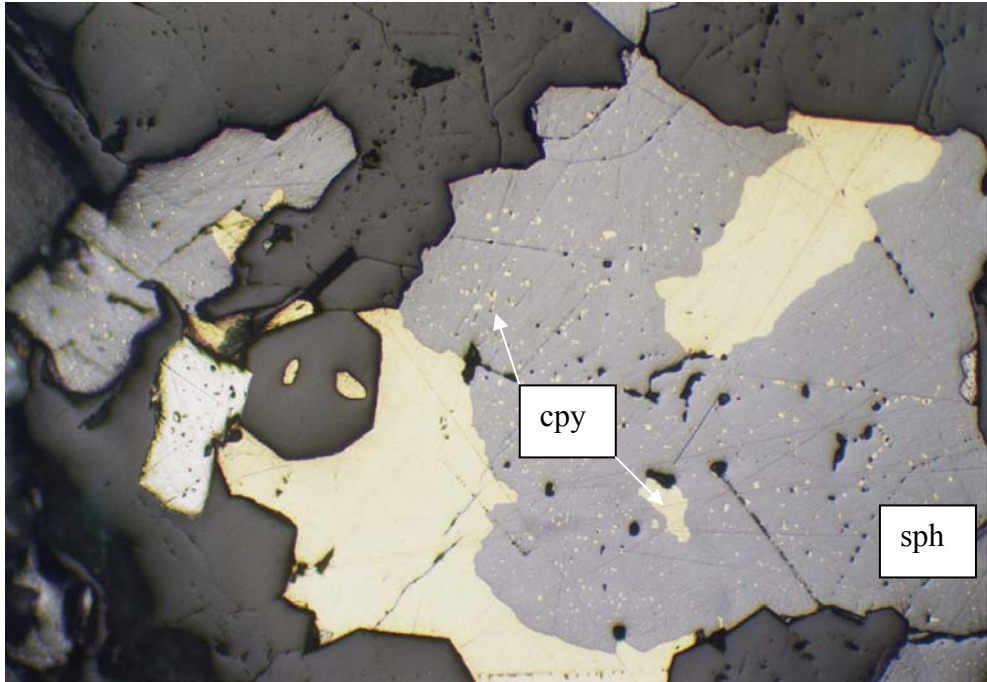
Sfaleritler; gri renkli, özşekilsiz kristaller halinde gözlenmektedirler. İçlerinde kalkopirit kapanım ve/veya ayrışmaları yaygındır (Şekil 3.14'te görüldüğü gibi). Sfaleritler, gang mineralleri tarafından ornatılmakta olup yapılan ince kesitlerden gang mineralinin kalsit olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.20 ve 3.21).

Fahlerz; incelenen parlatma bloklarında ender olarak gözlenmiştir. Yeşilimsi gri renklidir ve orta derecede refleksiyon göstermektedir. İncelenen örneklerde kalkopirit içinde, galenit kapanımları ile birlikte gözlenmektedir (Şekil 3.22). Çok küçük boyutlu olup bileşimleri ve türleri kesin olarak belirlenememiştir.

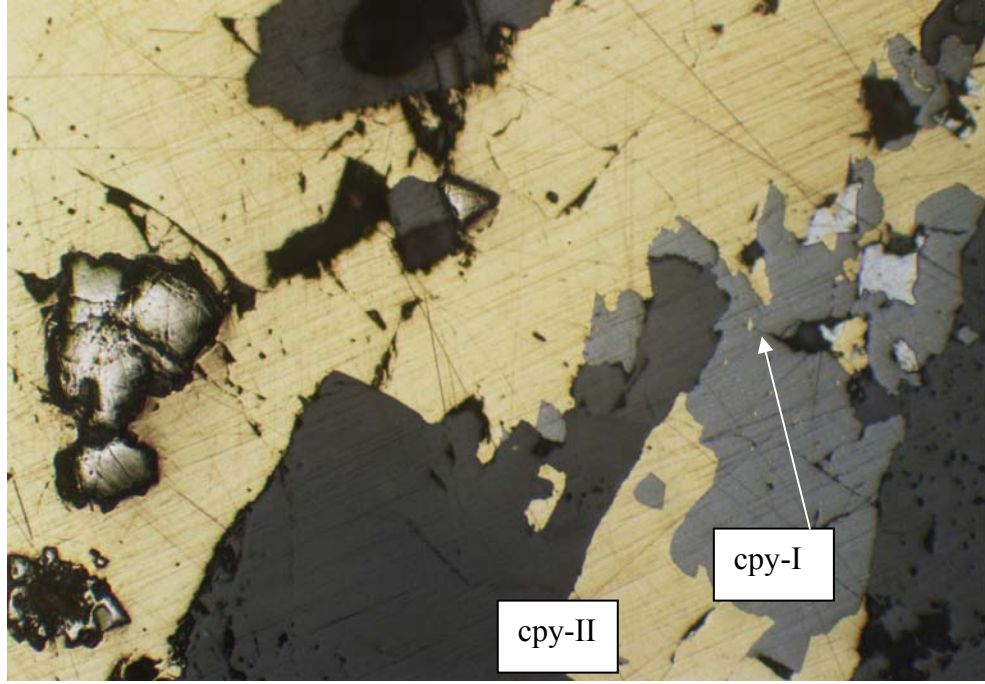
Diğer cevher damarlarından alınmış örneklerden hazırlanmış parlatmalarda sülfürlü minerallerin bozunma sonucu yok oldukları gözlenmiş olup yalnızca D-7 damarından alınan bir örnekte cevher minerali olarak pirit, sfalerit ve galenit, gözlenmektedir (Şekil 3.23). Ayrıca çatlaklar içinde limonit dolguları bulunmaktadır.



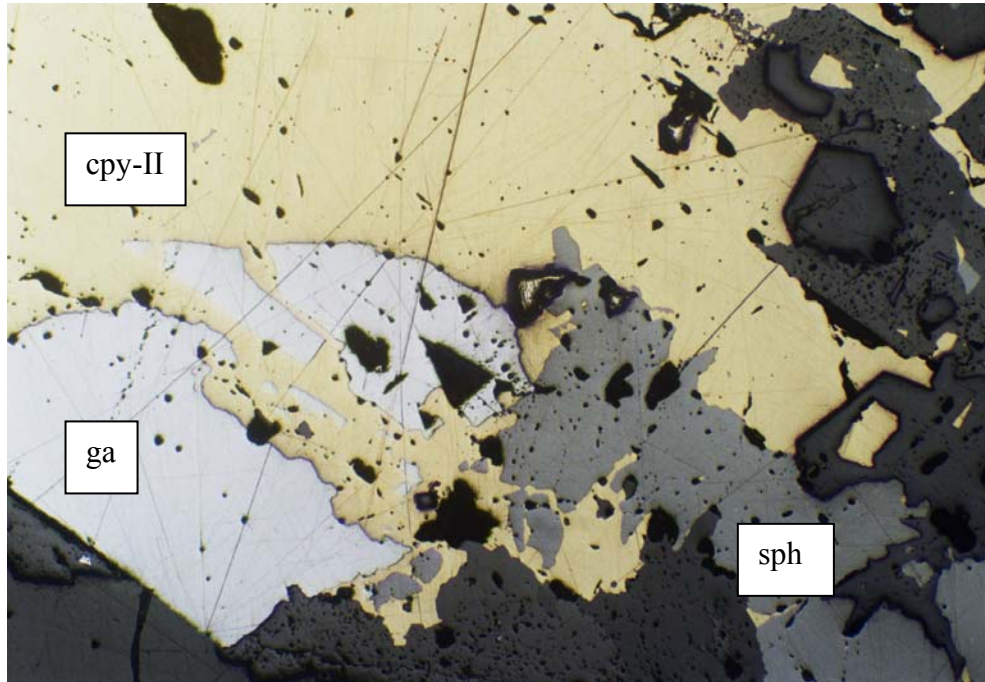
Şekil 3.13. Sfalerit (sph) ve kalkopirit (cpy)'lerden önce oluşmuş galenitler (ga) (Parlatma, TN, 135X)



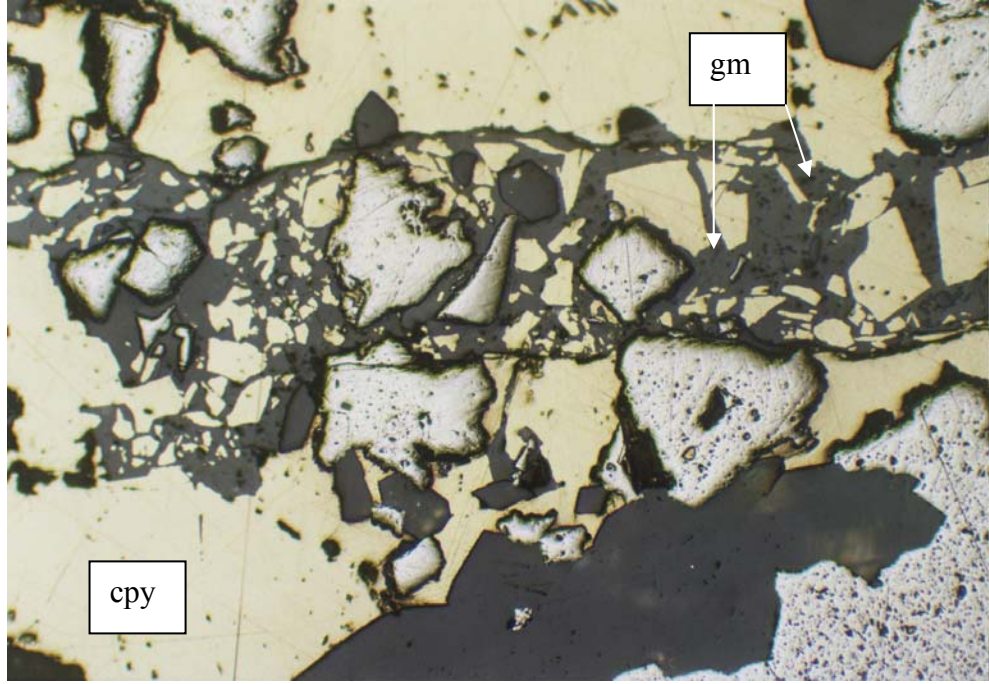
Şekil 3.14. Sfalerit (sph) tarafından ornatılmış ve kapanımlar halinde kuşatılmış kalkopiritler (cpy) (Parlatma, TN, 135X)



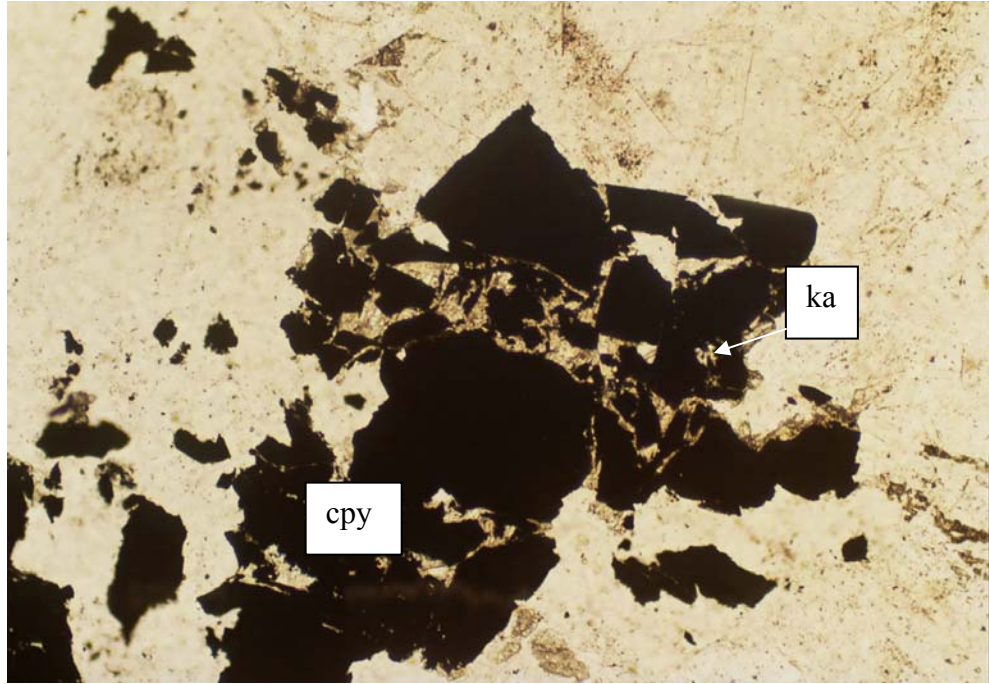
Şekil 3.15. Sfaleritlerce ornatılmış (cpy-I) ve sfaleritleri kuşatan (cpy-II) kalkopiritler (Parlatma,TN, 135X)



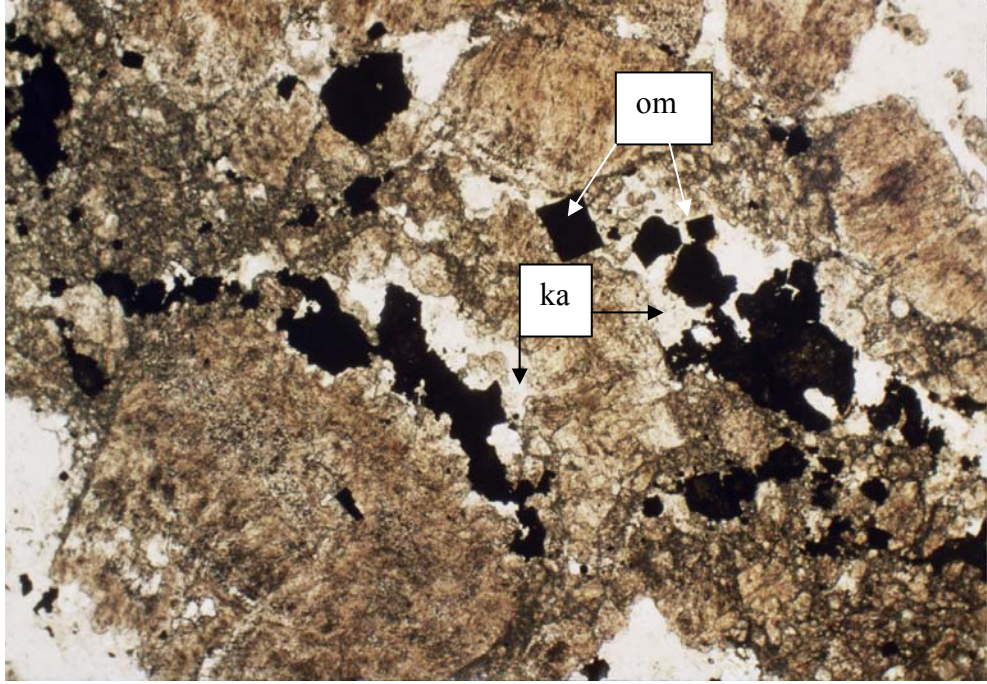
Şekil 3.16. Galenit (ga) ve sfaleritleri (sph) kuşatan ve ornatın kalkopiritler (cpy-II) (Parlatma,TN, 135X)



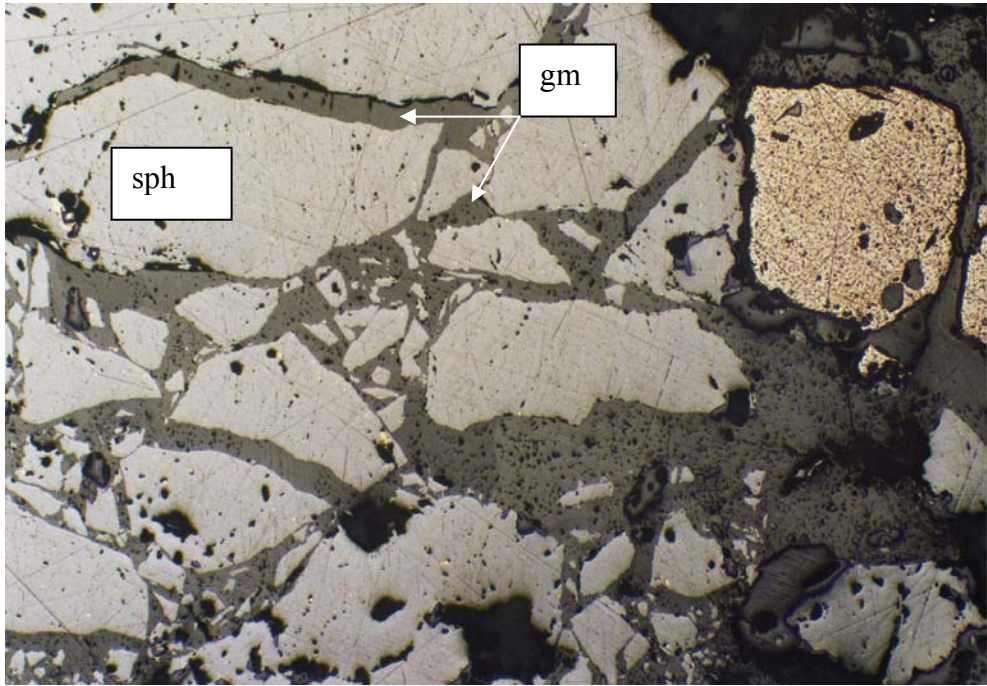
Şekil 3.17. Gang minerali (gm) tarafından ornatılmış kalkopiritler (cpy) (Parlatma, TN, 135X)



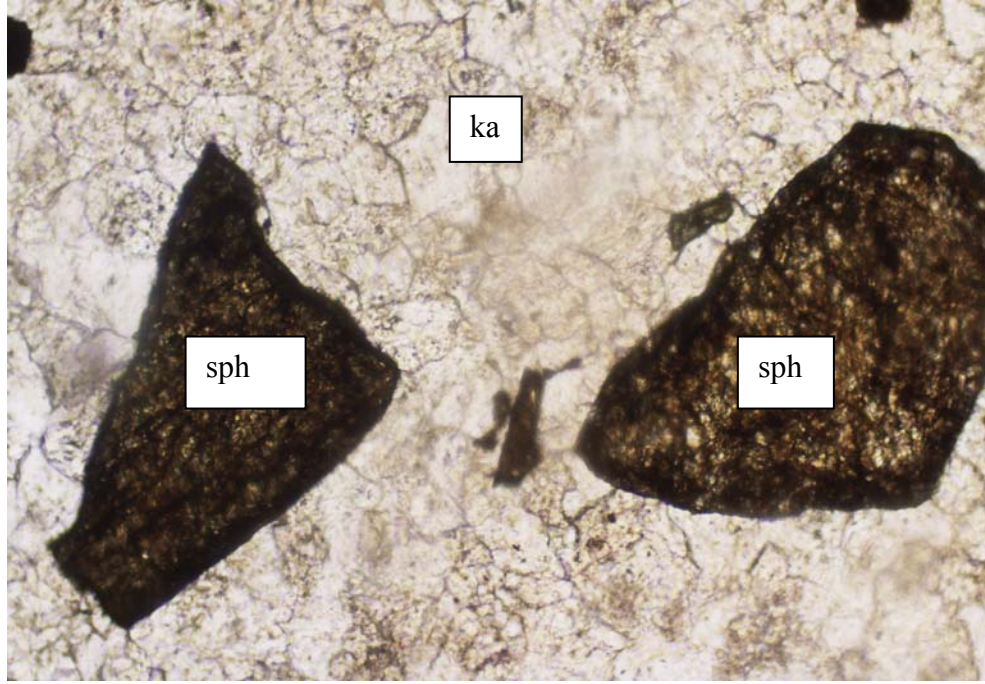
Şekil 3.18. Parçalanmış kalkopiritler (cpy) arasındaki kalsit (ka) dolguları (İncekesit, TN, 135X)



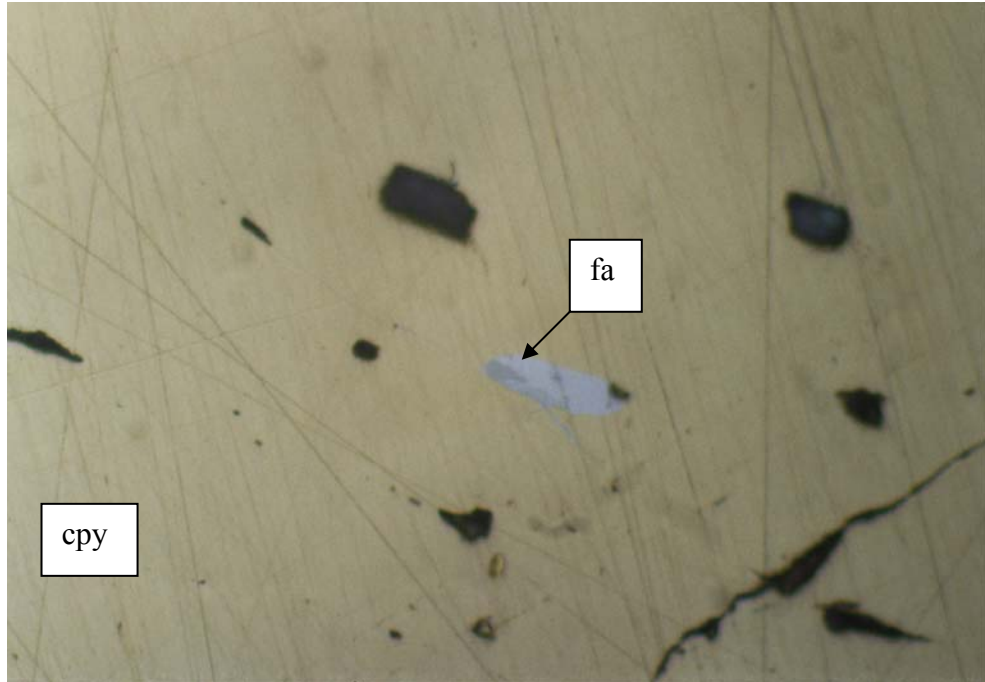
Şekil 3.19. Opak (om) mineralleri ornatana karbonatlar (ka) (Cu-karbonat olabilir) (İncekesit, TN, 54X)



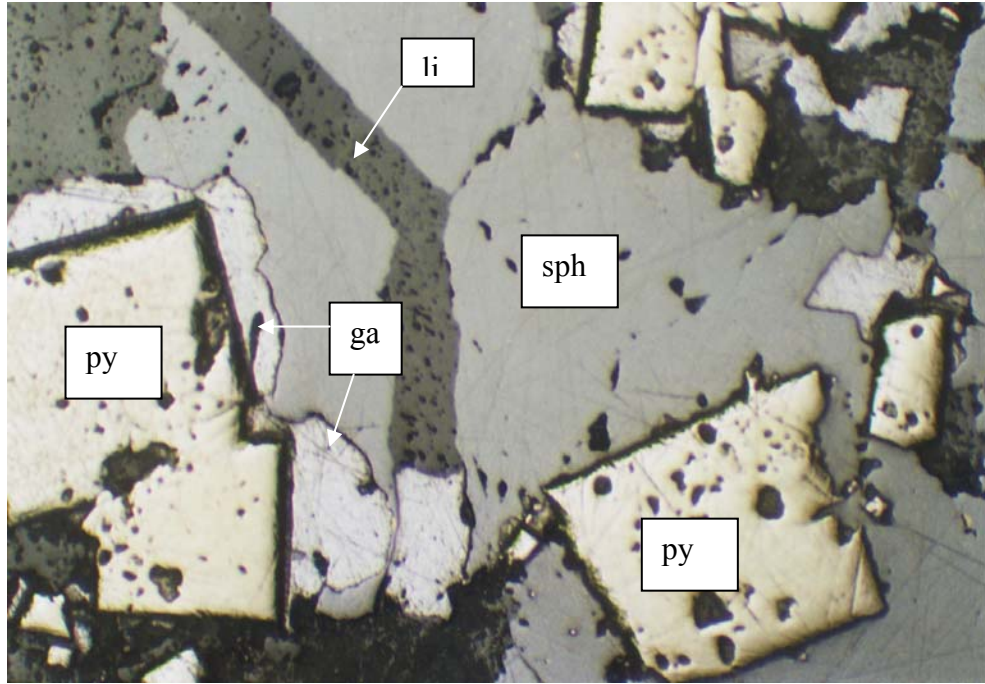
Şekil 3.20. Gang mineralleri (gm) tarafından ornatılmış sfaleritler (sph) (Parlatma, TN, 67.5X)



Şekil 3.21. Kalsitler (ka) tarafından kuşatılmış sfaleritler (sph) (İncekest, TN, 135X)



Şekil 3.22. Kalkopirit (cpy) içinde gözlenen fahlerz (fa) kapanımları. (Parlatma, TN, 540X)



Şekil 3.23. D-7 damarından alınmış bir cevher örneğinde gözlenen cevher mineralleri; pirit (py), sfalerit (sph), galenit (ga) ve limonitik dolgular (li), (Parlatma, TN, 135X)

3.3.2. Süksesyon

D-2 ve D-3 damarlarında, I. ve II. tip cevherleşmelerde ilk oluşan cevher minerali piritlerdir. Yukarıda belirtildiği gibi kalkopiritler iki farklı evrede oluşmuşlardır. Galenit ve sfaleritler ise tek evrede oluşmuşlardır. Fahlerzler kalkopiritler içinde ayrışımalar halindedirler.

Çok ender olarak sülfürlü mineraller içinde ve/veya onlarca çevrelenmiş kuvars kristalleri gözlenmekle birlikte genel olarak kuvarsların sülfürlü minerallerden sonra oluştuğu ve sülfürlü mineralleri kuşatarak aralarındaki boşlukları doldurduğu görülmektedir. Kalsitler ise en son oluşmuş minerallerdir.

Buna göre D-2 ve D-3 damarlarında cevher ve gang minerallerinin oluşum sırası; pirit - galenit - kalkopirit-I - sfalerit - kalkopirit-II (\pm fahlerz) – kuvars – kalsit şeklindedir. D-7 damarında ise bu sıralama; pirit - sfalerit – galenit - kuvars – kalsit şeklindedir.

4. SIVI KAPANIM İNCELEMELERİ

Sıvı kapanımları, mineraller oluşurken kristal yapı içinde hapsolmuş çözeltilerdir. Mineral oluşturucu çözeltileri temsil edici örnekler oldukları için, sıcak ve soğuk sulu çözeltilerden itibaren oluşmuş minerallerin ve/veya cevherleşmelerin oluşum koşullarının ve kökenlerinin araştırılmasında oldukça yararlı bilgiler ortaya koymaktadırlar.

4.1. Örnek Seçimi ve Yöntem

Sıvı kapanım incelemeleri, cevher damarlarından alınan örneklerdeki kuvars kristalleri üzerinde yapılmıştır. Örneklerden hazırlanan iki yüzü parlatılmış özel kesitler, Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde bulunan ve NIKON Labophot-pol tipi mikroskoplara monte edilmiş, LINKAM THMS-600 ve TMS-92 tipi ısıtma - soğutma sisteminde incelenmiştir. İncelemeler sırasında; ilk erime sıcaklığı (T_{FM}), son buz erime sıcaklığı (T_{ICE}) ve homojenleşme sıcaklığı (T_H) ölçümleri yapılmıştır. Dondurma işlemlerinde sıvı azot gazı kullanılmıştır. Çalışmalara başlamadan önce ısıtma – soğutma sistemi, negatif değerler için heptan ($T_m = -90.61^\circ C$), pozitif değerler için ise potasyumnitrat ($T_m = 335.0^\circ C$) kullanılarak kalibre edilmiştir. Kalibrasyon sonrası heptan için T_m değeri $-90.8^\circ C$, potasyumnitrat için ise T_m değeri $334.8^\circ C$ olarak ölçülmüştür.

Ölçüm sonuçları Çizelge 4.1' de toplu halde görülmektedir. Sıvı kapanımı incelemesi yapılan örneklerden 2 tanesi (OC-4 ve OC-5) D-2 (Kuzey Damar) damarından diğer örnekler ise D-3 (Güney Damar) damarından alınmıştır.

4.2. Kapanımların Morfolojik Özellikleri

Kuvars kristalleri içindeki sıvı kapanımları, birincil ve ikincil kapanımlar şeklinde gözlenmektedirler (Şekil 4.1. ve 4.2). Birincil kapanımlar daha yaygın olup, kuvars kristalleri içinde düzensiz olarak dağılmışlardır. İkincil kapanımlar ise kuvars kristallerini kesen çatlaklar boyunca dizilmiş olarak gözlenmektedirler. Her iki tip kapanımlar da değişik dış şekilli (genellikle elips veya armut şekilli) ve iki fazlı (sıvı + gaz) kapanımlar şeklindedirler.

Çizelge 4.1: Sıvı kapanım incelemeleri sırasında birincil ve ikincil kapanımlarda ölçülmüş T_{FM} , T_{ICE} , ve T_H değerleri

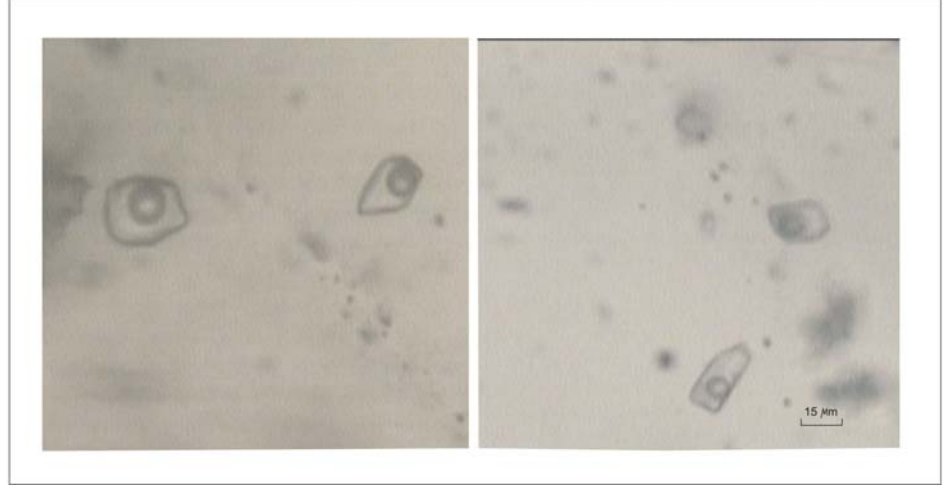
| Örnek No | BİRİNCİL KAPANIMLAR | | | İKİNCİL KAPANIMLAR | | | |
|----------|---------------------|--------------|----------|--------------------|------------|--------------|----------|
| | Kapanım No | T_{ICE} °C | T_H °C | Örnek No | Kapanım No | T_{ICE} °C | T_H °C |
| OC-4 | 1 | -18 | | | | | |
| OC-4 | 2 | -19 | | | | | |
| OC-4 | 3 | | 304,0 | | | | |
| OC-4 | 4 | | 305,0 | | | | |
| OC-4 | 5 | | 306,0 | | | | |
| OC-4 | 6 | | 309,0 | | | | |
| OC-4 | 7 | | 310,5 | | | | |
| OC-4 | 8 | | 311,5 | | | | |
| OC-4 | 9 | | 314,5 | | | | |
| | | | | | | | |
| OC-5 | 1 | -14 | 304,6 | OC-5 | 1 | -17 | 309,0 |
| OC-5 | 2 | -14 | 303,0 | OC-5 | 2 | -18 | 304,0 |
| OC-5 | 3 | | 315,0 | OC-5 | 3 | -13,5 | |
| OC-5 | 4 | | 302,0 | OC-5 | 4 | | 272,0 |
| OC-5 | 5 | -13 | 297,0 | OC-5 | 5 | -20 | 265,0 |
| OC-5 | 6 | | 304,0 | OC-5 | 6 | -23 | 278,5 |
| OC-5 | 7 | | 306,0 | OC-5 | 7 | -12 | 294,0 |
| OC-5 | 8 | | 320,0 | OC-5 | 8 | -17 | 290,0 |
| OC-5 | 9 | -16 | 291,5 | OC-5 | 9 | | 284,0 |
| OC-5 | 10 | -12 | 290,5 | OC-5 | 10 | -19 | 279,0 |
| OC-5 | 11 | -15 | 280,0 | | | | |
| OC-5 | 12 | -13 | 276,0 | | | | |
| OC-5 | 13 | -13 | 277,0 | | | | |
| OC-5 | 14 | | 280,0 | | | | |
| | | | | | | | |
| OC-7.b | 1 | -17 | 303,0 | OC-7.b | 1 | -15 | 279,0 |
| OC-7.b | 2 | -17 | 309,0 | OC-7.b | 2 | -13 | 281,0 |
| OC-7.b | 3 | | 312,0 | | | | |
| OC-7.b | 4 | -13 | 310,0 | | | | |
| OC-7.b | 5 | | 301,0 | | | | |
| OC-7.b | 6 | | 311,0 | | | | |
| OC-7.b | 7 | | 313,0 | | | | |
| OC-7.b | 8 | -14 | 310,5 | | | | |
| OC-7.b | 9 | -10 | 310,0 | | | | |
| OC-7.b | 10 | -14 | 315,5 | | | | |
| OC-7.b | 11 | | 311,5 | | | | |
| OC-7.b | 12 | -11 | 309,0 | | | | |
| | | | | | | | |
| OC-11 | 1 | -19 | 288,5 | OC-11 | 1 | | 286,0 |
| OC-11 | 2 | -16 | 291,0 | OC-11 | 2 | | 287,0 |
| OC-11 | 3 | -21 | 278,0 | OC-11 | 3 | | 291,0 |
| OC-11 | 4 | -18 | 296,0 | OC-11 | 4 | | 299,0 |
| OC-11 | 5 | | 278,0 | OC-11 | 5 | | 298,0 |
| OC-11 | 6 | -14 | 291,0 | OC-11 | 6 | -11 | 293,0 |
| OC-11 | 7 | -13 | 294,5 | OC-11 | 7 | | 288,0 |
| OC-11 | 8 | -17 | 289,0 | OC-11 | 8 | | 289,0 |
| OC-11 | 9 | -17 | 289,0 | OC-11 | 9 | | 290,0 |

Çizelge 4.1'in devamı

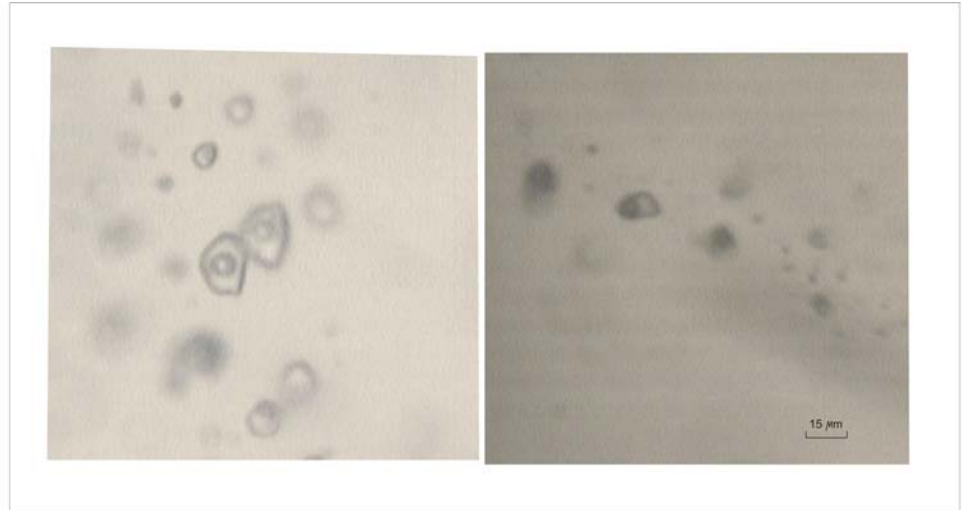
| | | | | | | | |
|---------|----|-------|-------|---------|----|-------|-------|
| OC-11 | 10 | -15 | 293,0 | OC-11 | 10 | | 290,0 |
| | | | | OC-11 | 11 | | 290,0 |
| | | | | OC-11 | 12 | | 289,0 |
| | | | | OC-11 | 13 | | 290,0 |
| | | | | | | | |
| OC-12.a | 1 | -23 | 305,5 | OC-12.a | 1 | -13 | 283,0 |
| OC-12.a | 2 | -22 | 304,0 | OC-12.a | 2 | -12 | 302,0 |
| OC-12.a | 3 | -20 | 301,0 | OC-12.a | 3 | | 281,0 |
| | | | | OC-12.a | 4 | -14 | 295,5 |
| | | | | | | | |
| OC-13 | 1 | -10,5 | 315,0 | | | | |
| OC-13 | 2 | -11 | 313,0 | | | | |
| OC-13 | 3 | -12 | 312,5 | | | | |
| OC-13 | 4 | -10 | 314,0 | | | | |
| OC-13 | 5 | | 310,0 | | | | |
| | | | | | | | |
| OC-14 | 1 | -15 | 315,0 | OC-14 | 1 | | 288,0 |
| OC-14 | 2 | -13,5 | 311,0 | OC-14 | 2 | | 290,0 |
| OC-14 | 3 | -15 | 318,0 | OC-14 | 3 | | 287,0 |
| OC-14 | 4 | -14 | 309,0 | OC-14 | 4 | | 285,0 |
| OC-14 | 5 | -14,5 | 321,0 | OC-14 | 5 | -12,5 | 295,0 |
| OC-14 | 6 | -13 | 312,0 | OC-14 | 6 | | 293,0 |
| OC-14 | 7 | | 319,0 | OC-14 | 7 | | 300,0 |
| OC-14 | 8 | | 316,5 | OC-14 | 8 | -14 | 305,0 |
| OC-14 | 9 | | 322,0 | OC-14 | 9 | | 299,0 |
| | | | | OC-14 | 10 | | 297,0 |
| | | | | | | | |
| OC-17 | 1 | -15 | 299,0 | | | | |
| OC-17 | 2 | -13 | 299,4 | | | | |
| OC-17 | 3 | -14,5 | 298,0 | | | | |
| OC-17 | 4 | -13 | 307,5 | | | | |
| OC-17 | 5 | -13 | 299,0 | | | | |
| OC-17 | 6 | -12 | 303,7 | | | | |
| OC-17 | 7 | -15 | 309,0 | | | | |
| OC-17 | 8 | -15,6 | 315,0 | | | | |
| OC-17 | 9 | -13 | 318,0 | | | | |
| OC-17 | 10 | -13 | 310,0 | | | | |
| OC-17 | 11 | | 313,0 | | | | |
| OC-17 | 12 | -13 | 310,0 | | | | |
| OC-17 | 13 | -12 | 320,0 | | | | |
| OC-17 | 14 | -14 | 317,0 | | | | |
| OC-17 | 15 | -13 | 324,0 | | | | |
| OC-17 | 16 | -14 | 323,0 | | | | |
| OC-17 | 17 | | 320,0 | | | | |
| OC-17 | 18 | -12 | 326,0 | | | | |
| OC-17 | 19 | -11 | 349,0 | | | | |
| OC-17 | 20 | | 344,0 | | | | |
| OC-17 | 21 | | 347,0 | | | | |
| OC-17 | 22 | | 349,0 | | | | |
| OC-17 | 23 | | 333,0 | | | | |
| | | | | | | | |
| OC-21 | 1 | -19 | 310,0 | | | | |

Çizelge 4.1'in devamı

| | | | | | | | |
|--------------------|---|----------|----------|-------|----|----------|----------|
| OC-21 | 2 | -17 | 307,0 | | | | |
| OC-21 | 3 | -19 | 309,0 | | | | |
| OC-21 | 4 | -17 | 314,0 | | | | |
| OC-21 | 5 | -16 | 309,0 | | | | |
| OC-21 | 6 | -11 | 311,5 | | | | |
| OC-21 | 7 | -14 | 313,0 | | | | |
| OC-21 | 8 | -15 | 315,0 | | | | |
| | | | | | | | |
| OC-24 | 1 | | 278,0 | OC-24 | 1 | -18 | 216,0 |
| OC-24 | 2 | | 284,0 | OC-24 | 2 | -14 | |
| OC-24 | 3 | | 282,0 | OC-24 | 3 | -13 | 233,0 |
| OC-24 | 4 | | 280,0 | OC-24 | 4 | | 224,0 |
| OC-24 | 5 | | 283,0 | OC-24 | 5 | | 224,0 |
| OC-24 | 6 | -18 | | OC-24 | 6 | | |
| OC-24 | 7 | -17 | 318,0 | OC-24 | 7 | -20 | 213,0 |
| OC-24 | 8 | -18 | 320,0 | OC-24 | 8 | | 213,0 |
| | | | | OC-24 | 9 | | 219,0 |
| | | | | OC-24 | 10 | | 216,0 |
| | | | | OC-24 | 11 | | 214,0 |
| | | | | OC-24 | 12 | | 225,0 |
| | | | | OC-24 | 13 | | 230,0 |
| | | | | OC-24 | 14 | | 222,5 |
| | | | | OC-24 | 15 | | 221,0 |
| | | | | OC-24 | 16 | | 211,0 |
| | | | | OC-24 | 17 | | 215,0 |
| | | | | OC-24 | 18 | | 231,0 |
| | | | | OC-24 | 19 | | 218,0 |
| | | | | OC-24 | 20 | | 228,0 |
| | | | | OC-24 | 21 | -18 | |
| | | | | OC-24 | 22 | -20 | |
| | | | | OC-24 | 23 | -22 | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Ortalama değerler: | | -14,8299 | 307,1041 | | | -16,0435 | 267,6696 |



Şekil 4.1. Kuvars kristalleri içinde gözlenen birincil kapanımlar



Şekil 4.2. Kuvars kristalleri içinde gözlenen ikincil kapanımlar

Boyut olarak, birincil kapanımlar (5 – 15 μm) ikincil kapanımlar (genellikle 2.5 μm ' den küçük, ender olarak 5 μm)'a göre daha büyüktürler. Kapanımlardaki gaz oranı genellikle % 5-10 arası olup ender olarak % 20' ye ulaşmaktadır.

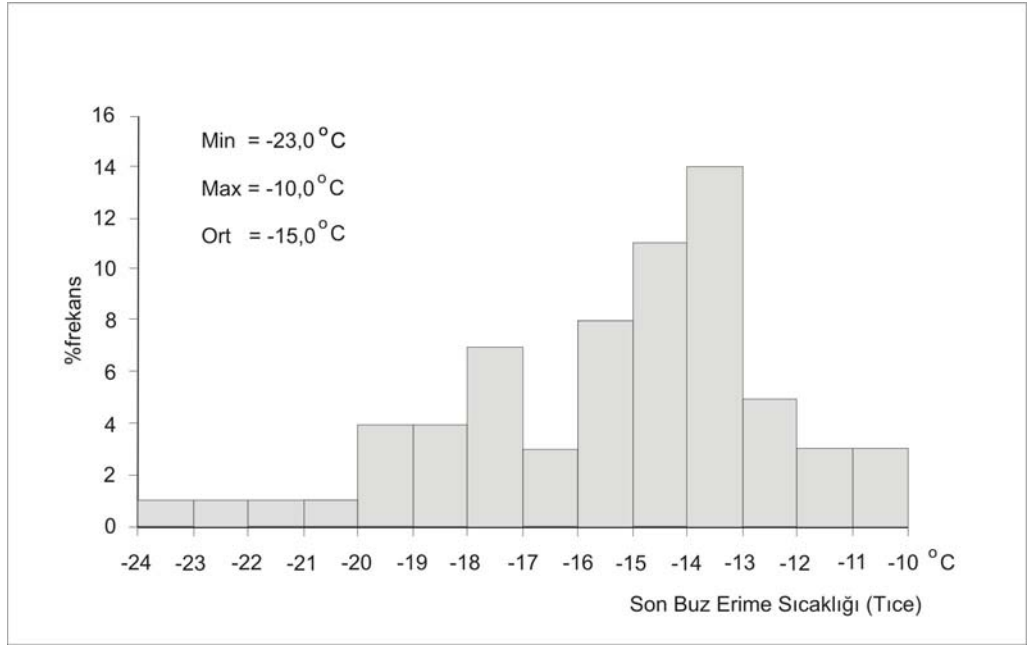
4.3. İlk Erime Sıcaklığı Ölçümleri (T_{FM})

Birincil ve ikincil kapanımlarda, -53.5 ile -50.5 $^{\circ}\text{C}$ arasında değişen (ort. - 52.0 $^{\circ}\text{C}$) T_{FM} değerleri ölçülmüştür. Bu sıcaklık değerleri çeşitli su - tuz sistemlerinin ötektik sıcaklıkları ile karşılaştırıldığında “ $\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}-\text{CaCl}_2$ ” “ $\text{H}_2\text{O}-\text{MgCl}_2-\text{CaCl}_2$ ” ve “ $\text{H}_2\text{O}-\text{KCl}-\text{CaCl}_2$ ” sistemlerinin ötektik sıcaklıkları (Shepherd ve diğ., 1985; Gökce, 2000, s.34) ile uyduğu ve hidrotermal çözelti içinde CaCl_2 , MgCl_2 , NaCl ve belkili olarak KCl gibi tuzların bulunduğu söylenebilir. Örnek yerlerine ve kapanım türüne göre herhangi bir farklılık bulunmaması hidrotermal çözeltilerin içerdikleri tuz bileşiminin homojen olduğunu göstermektedir. Çözelti içinde CaCl_2 ve MgCl_2 gibi tuzların bulunması hidrotermal çözeltilerin doğrudan veya dolaylı olarak deniz suyu ile ilişkili olduklarına veya denizel çökeller içinde sirkülasyon yaptıklarına işaret sayılabilir.

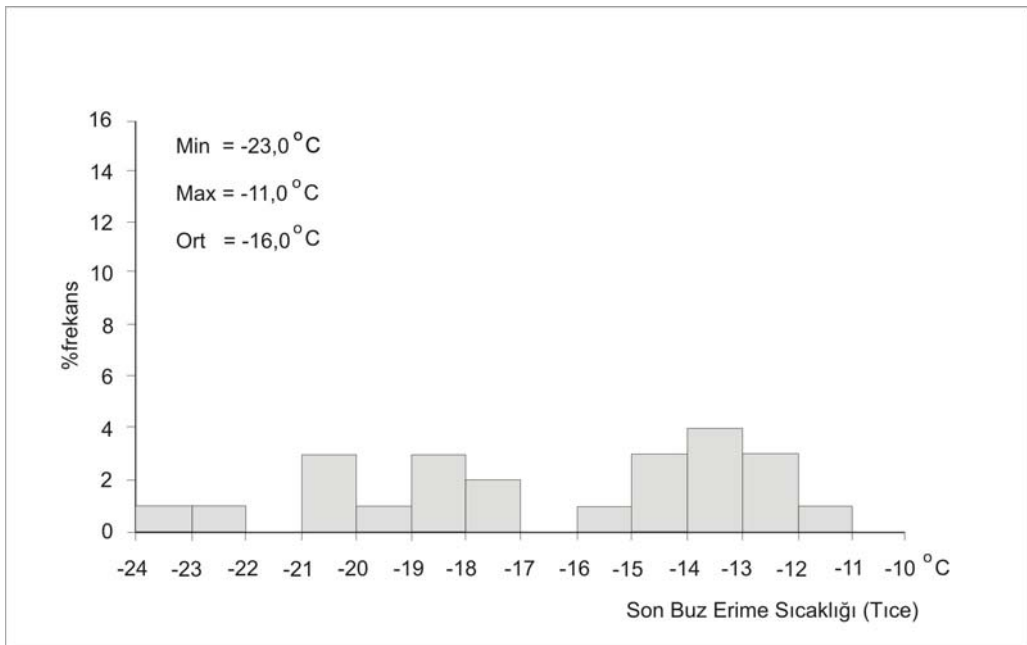
4.4. Son Buz Erime Sıcaklığı Ölçümleri (T_{mICE})

Birincil ve ikincil kapanımlarda ölçülen T_{mICE} değerlerinin istatistiksel dağılım grafikleri Şekil 4.3 ve 4.4' de görülmektedir.

Birincil kapanımlarda T_{mICE} değerleri; -10.0 ile -23.0 $^{\circ}\text{C}$ arasında (ort. - 15.0 $^{\circ}\text{C}$), ikincil kapanımlarda ise -11.0 ile -23.0 $^{\circ}\text{C}$ arasında (ort. -16.0 $^{\circ}\text{C}$) değişmektedir. Bilindiği gibi son buz erime sıcaklığı değerlerinden yararlanılarak çözeltilerin tuzluluğu hesaplanabilmekte olup Bodnar (1993) tarafından geliştirilmiş eşitlik yardımıyla, bu değerlere karşılık gelen tuzluluk değerlerinin % NaCl eşdeğeri olarak; birincil kapanımlarda % 24.34 ile % 13.94 aralığında (ort. % 18.64), ikincil kapanımlarda ise % 24.34 ile % 14.97 aralığında (ort. % 19.44) değiştiği belirlenmiştir.



Şekil 4.3. Birincil kapanımlarda son buz erime sıcaklığı (Tice) değerlerinin istatistiksel dağılım grafiği



Şekil 4.4. İkincil kapanımlarda son buz erime sıcaklığı (Tice) değerlerinin istatistiksel dağılım grafiği

Birincil ve ikincil kapanımlar için hesaplanmış tuzluluk değerlerinin birbirine yakın olması hidrotermal çözeltilerin tuzluluğunun zamanla değişmediğine işaret etmektedir.

4.5. Homojenleşme Sıcaklığı Ölçümleri (T_H)

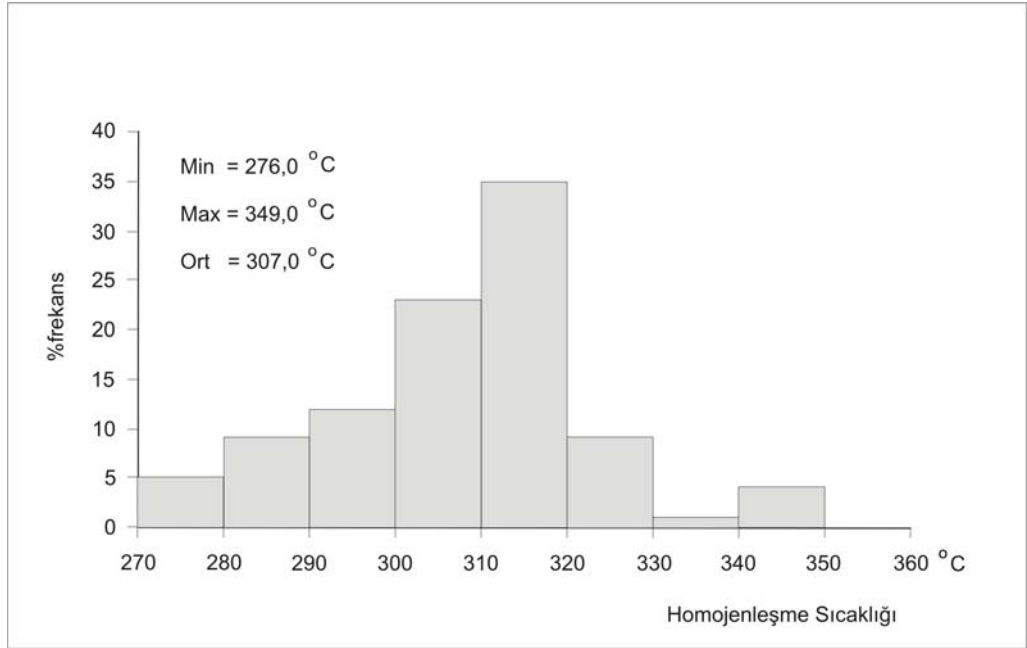
Birincil ve ikincil kapanımlarda ölçülen homojenleşme sıcaklığı değerlerinin istatistiksel dağılım grafikler Şekil 4.5 ve 4.6' da görülmektedir.

Birincil kapanımlarda T_H değerleri; 276.0 ile 349.0 °C arasında (ort. 307.0 °C) değişmektedir. Ölçülen T_H değerleri; kuvars kristallerinin oluşumu sırasında hidrotermal çözeltilerin sıcaklıklarının 349.0 ile 276.0 °C arasında değiştiğini göstermektedir. İkincil kapanımlarda ise T_H değerleri; 265.0 ile 309.0 °C (ort. 290.0 °C) ve 211.0 ile 233.0 °C (ort. 221.0 °C) aralıklarında olmak üzere iki farklı grup oluşturmaktadır. Bu durum çözeltilerin sıcaklıklarının geç evrelere doğru azaldığına işaret etmektedir.

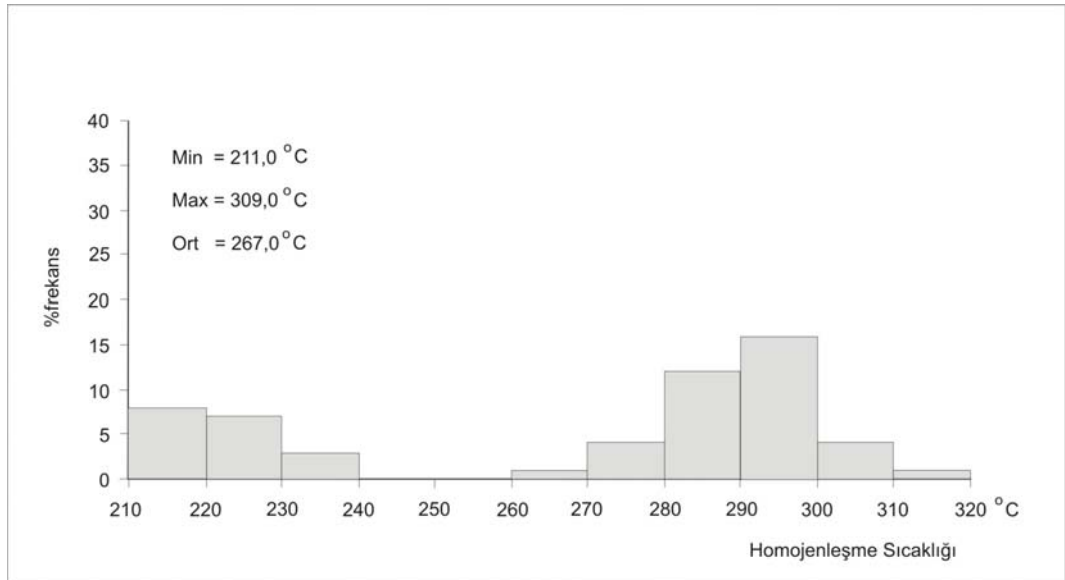
Oluşum derinlikleri bilinemediği için T_H değerlerinde basınç düzeltmesi yapılamamıştır. Bu nedenle, kapanımlarda çözeltilerin hapsolma sıcaklığını ve/veya kuvars kristallerinin oluşum sıcaklığını belirlemek mümkün olamamaktadır. Çözeltilerde kaynama belirtilerinin gözlenmemesi nedeniyle en azından söz konusu sıcaklıkların, T_H değerlerinden daha yüksek olduğu söylenebilir.

4.6. Tuzluluk ve Homojenleşme Sıcaklığı İlişkisi

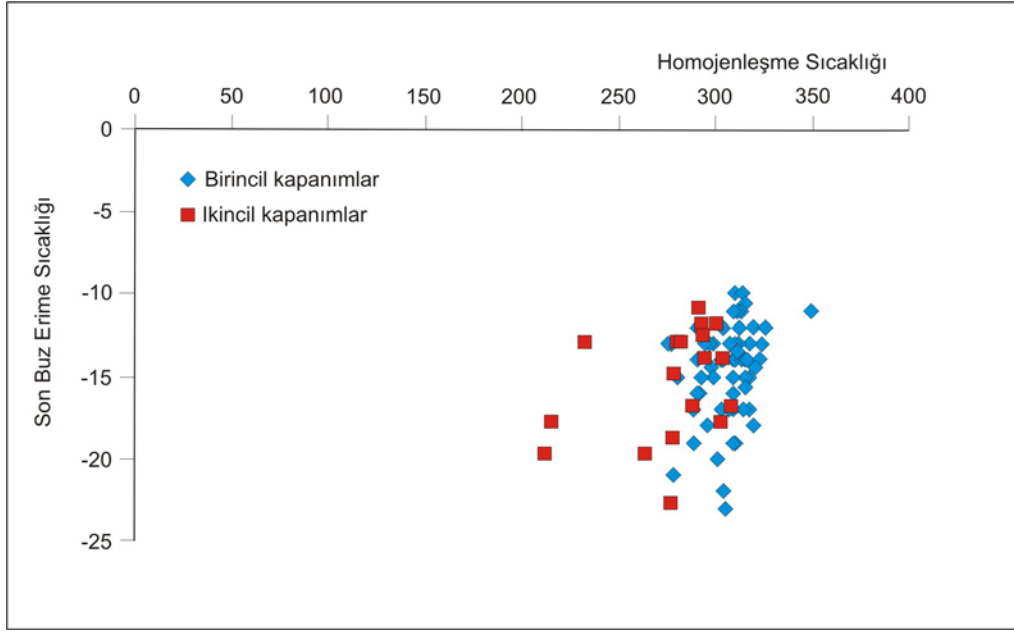
Birincil ve ikincil kapanımlarda tuzluluk ve homojenleşme sıcaklığı ilişkisi incelendiğinde; homojenleşme sıcaklığı çok düşük olan birkaç ikincil kapanım dışında birincil ve ikincil kapanımların dağılım alanlarının büyük ölçüde örtüşükleri görülmekte (Şekil 4.7) olup cevherleşme ortamında etkin olan çözeltilerin özelliklerinin zaman içinde fazla değişmediği, bir başka deyişle birincil ve ikincil kapanımları oluşturan çözeltilerin aynı çözeltiler oldukları söylenebilir.



Şekil 4.5. Birincil kapanımlarda homojenleşme sıcaklığı (T_H) değerlerinin istatistiksel dağılım grafiği



Şekil 4.6. İkincil kapanımlarda homojenleşme sıcaklığı (T_H) değerlerinin istatistiksel dağılım grafiği



Şekil 4.7. Sıvı kapanımlarının tuzluluk - homojenleşme sıcaklığı diyagramındaki dağılımı (T_{ICE} ve T_H değerlerinin birlikte ölçülebildiği kapanımlar kullanılabilmiştir)

4.7. Sıvı Kapanım Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Kuvars kristalleri içindeki sıvı kapanımları, iki fazlı (sıvı + gaz) birincil ve ikincil kapanımlar şeklinde gözlenmektedirler. Kapanımlardaki gaz oranı genellikle % 5-10 arası olup ender olarak % 20' ye ulaşmaktadır.

T_{FM} değerleri, birincil ve ikincil kapanımlarda, -53.5 ile -50.5 °C arasında değişmekte (ort. -52.0 °C) olup hidrotermal çözelti içinde $CaCl_2$, $MgCl_2$, $NaCl$ ve olasılıkla KCl gibi tuzların bulunduğunu, örnek yerlerine ve kapanım türüne göre herhangi bir farklılık bulunmaması hidrotermal çözeltilerin içerdikleri tuz bileşiminin homojen olduğunu göstermektedir.

T_{MICE} değerleri, birincil kapanımlarda; -10.0 ile -23.0 °C arasında (ort. -15.0 °C), ikincil kapanımlarda ise -11.0 ile -23.0 °C arasında (ort. -16.0 °C) değişmekte olup bu kapanımları oluşturan çözeltilerin tuzluluklarının % $NaCl$ eşdeğeri olarak; birincil kapanımlarda % 24.34 ile % 13.94 aralığında (ort. % 18.64), ikincil kapanımlarda ise % 24.34 ile % 14.97 aralığında (ort. % 19.44) olduğunu ve birincil ve ikincil kapanımlar için hesaplanmış tuzluluk değerlerinin birbirine yakın olması hidrotermal çözeltilerin tuzluluğunun zamanla değişmediğini göstermektedir.

T_H değerleri, birincil kapanımlarda; 276.0 ile 349.0 °C arasında (ort. 307.0 °C), değişmekte olup kuvars kristallerinin oluşumu sırasında hidrotermal çözeltilerin sıcaklıklarının 349.0 ile 276.0 °C arasında değiştiğini göstermektedir. İkincil kapanımlarda ise T_H değerleri; 265.0 ile 309.0 °C (ort. 290.0 °C) ve 211.0 ile 233.0 °C (ort. 221.0 °C) aralıklarında olmak üzere iki farklı grup oluşturmaktadır. Bu durum, çözeltilerin sıcaklıklarının geç evrelere doğru azaldığına işaret etmektedir.

Kapanımların sıvı ile doldurulma oranı %90 (genellikle % 5-10 arası gaz) ve ortalama tuzluluk değeri % 19 $NaCl$ eşdeğeri kabul edilerek çözeltilerin yoğunluklarının 1.09 gr/cm^3 civarında olduğu hesaplanmıştır.

Sülfürlü minerallerde, sıvı kapanım incelemesi yapılamamış olmakla birlikte, cevherleşmelerdeki sülfürlü minerallerle kuvarsları oluşturan çözeltilerin

benzer özelliklere sahip oldukları varsayılarak kuvarslarda belirlenen bu özelliklerin sülfürlü mineralleri oluşturan çözeltiler için de geçerli olduğu kabul edilebilir.

5. KÜKÜRT İZOTOPLARI JEOKİMYASI

5.1. Örnekleme ve Yöntem

Kükürt izotopları jeokimyası incelemeleri, saha incelemeleri sırasında cevher damarlarından alınmış örnekler arasından seçilmiş örneklerden ayrılmış saf pirit, kalkopirit, sfalerit ve galenit kristalleri üzerinde yapılmıştır. Mineral ayırma işlemleri, örnekler kırılıp öğütüldükten sonra, serbestleşmenin en iyi olduğu “-250 - +125 mikron” tane boyu fraksiyonu iyice yıkandıktan sonra stereo mikroskop altında elle seçme yöntemi ile yapılmıştır.

Saf pirit, kalkopirit, sfalerit ve galenit mineral ayırılmaları, agat havanda öğütülerek toz haline getirildikten sonra Londra Üniversitesi Royal Holloway Koleji Jeoloji Bölümü’nde bulunan İzotop Jeokimyası laboratuvarında, VG/Fisons/Micromass – Isochrom-EA sistemli ve sürekli element analiz edici (EA1500 Seri-2) bağlanmış Optima marka kütle spektrometresi ile helyum ortamında analiz edilmiştir.

Laboratuvarda uygulanan yonteme göre; minerallerin kükürt içeriğine bağlı olarak yeterli miktarda (pirit ve markazit gibi çok S içeren örneklerden 0.5 mg, galenit gibi az S içeren örneklerden ise 2.0 mg kadar) örnekler tartılarak kalay kapsüllere sarılmakta ve 1030 °C’ de fırına konularak He atmosfer içinde devamlı oksijen ilave edilerek 1800 °C’ sıcaklıkta ani parlamayla yakılmaktadır. Daha sonra açığa çıkan gazlar oksitlenmekte ve artan O₂ gazı bakır tel ile absorbe edilmektedir. He ortamında taşınan gazlar kromatografik kolon içinde ayrılmakta ve ayrılan SO₂ gazı doğrudan kütle spektrometresine gönderilerek kükürt izotopları bileşimi analiz edilmektedir.

Analiz sırasında sistem 6 farklı standart kullanılarak kalibre edilmekte olup sonuçlar Viyana Canon Diablo Trioliti (VCDT) değerleri ile karşılaştırılarak ‰ δ ³⁴S_{VCDT} değerleri şeklinde ifade edilmektedir. Sülfürlü mineraller için hata payının ± 0.1 ‰ den daha düşük olduğu belirtilmektedir. Analiz sonuçları, Çizelge 5.1’ de toplu halde görülmektedir.

Çizelge 5.1. İnceleme alanındaki cevherleşmelerden seçilen mineral örneklerinin kükürt izotopları bileşimi

| Örnek Numarası | Mineral Türü | $\delta^{34}\text{S}$ ‰ (VCDT) |
|-----------------------|---------------------|--|
| OC-1 | Sfalerit | 1,67 |
| OC-5 | Kalkopirit | 1,77 |
| OC-5 | Sfalerit | 1,50 |
| OC-5 | Galenit | -0,25 |
| OC-15 | Sfalerit | 0,75 |
| OC-15 | Galenit | -0,63 |
| OC-17 | Sfalerit | 1,72 |
| OC-17 | Galenit | 0,60 |
| OC-23 | Pirit | 2,42 |
| OC-23 | Kalkopirit | 0,91 |
| OC-25 | Pirit | 3,02 |
| OC-25 | Kalkopirit | 1,17 |

5.2. Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi

İnceleme alanından alınan cevher örneklerindeki sülfürlü minerallerin bileşiminde bulunan kükürtün izotopsal bileşimi ($\delta^{34}\text{S}_{\text{VCDT}}$) ‰ -0,63 ile 3,02 arasında değişmektedir (Çizelge 5.1).

$\delta^{34}\text{S}$ değerleri, piritlerde ‰ 2,42 ile 3,02 aralığında ($n = 2$, ort = ‰ +2,72), kalkopiritlerde ‰ 0,91 ile 1,77 aralığında ($n = 3$, ort = ‰ +1,28), sfaleritlerde ‰ 0,75 ile 1,72 aralığında ($n = 4$, ort = ‰ +1,41), galenitlerde ise ‰ -0,63 ile 0,60 aralığında ($n = 3$, ort = ‰ -0,09) değişmektedir.

Piritlerde ağır, kalkopirit ve sfaleritlerde orta, galenitlerde ise hafif izotopsal bileşim analiz edilmiş olup bu durum, bu mineraller arasında beklenen izotopsal farklılaşma eğilimine (Ohmoto ve Rye, 1979) uygunluk göstermektedir. Mikroskopik incelemeler sırasında bu minerallerin farklı zamanlarda oluştuğu belirlenmiş olmakla birlikte kükürt izotopları bileşimindeki yakınlık ve uyumluluk bu minerallerin denge halinde oluştuğunu düşündürmektedir. Denge halinde oluşmamış olsalar dahi en azından aynı kaynaktan beslenmiş kükürt kullandıkları söylenebilir.

Çözeltilerdeki H_2S ' in tahmini $\delta^{34}\text{S}$ değerleri, sfalerit ve galenitlere ait değerlerin arasında kalmakta (Ohmoto ve Rye, 1979, Şekil 10.3) olup bu mineraller için yukarıda belirtilen ortalama değerler dikkate alındığında 0.0'a çok yakın bir değer olmalıdır. Analiz edilen sülfürlü minerallerin ve çözelti içindeki H_2S ' in tahmini $\delta^{34}\text{S}$ değerlerinin ‰ 0.0' a çok yakın oluşu ve çok dar bir aralıkta değişmesi (homojen) çözeltilerdeki kükürtün magmatik kökenli olduğunu düşündürmektedir. Magmatik köken olarak kükürt, hidrotermal çözeltilerce inceleme alanı içindeki volkanik kayalardan çözülmüş olabileceği gibi derinlerdeki bir magmatik rezervuardan (magma odası, plütonik bir sokulum veya örtülü bir masif sülfid yatağı gibi) da getirilmiş olabilir.

Akgüney Cu-Pb-Zn yataklarında belirlenmiş $\delta^{34}\text{S}$ değerleri, daha önce Gökce (1990a) tarafından Kurşunlu (Ortakent-Koyulhisar-Sivas), Gökce ve Bozkaya (2005) tarafından İnleryaylası (Şebinkarahisar-Giresun) Cu-Pb-Zn

yataklarında belirlenmiş değerlere benzemekte olup bu yataklarda da kükürtün magmatik kökenli olduğu ve derinlere doğru sızan ve ısınan meteorik kökenli yüzey sularınca çevredeki volkanik kayalardan çözülerek cevherleşme ortamına getirildiği şeklinde yaklaşımlarda bulunmaktadır. İnceleme alanı içindeki cevherleşmeleri oluşturan hidrotermal çözeltilerdeki suyun kökenini belirlemeye yönelik oksijen ve hidrojen izotopları jeokimyası incelemeleri henüz yapılamamış olduğunda benzer yaklaşımlarda bulunmak mümkün olamamaktadır.

6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Akgüney bakır - kurşun - çinko yatağı, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan ve günümüzde işletilmekte olan çok sayıdaki bakır - kurşun - çinko yataklarından birisidir. Bu yataklar, aşırı derecede bozunmuş Üst Kretase yaşlı Mesudiye Formasyonu'na ait andezitik kayalar içinde fay zonları boyunca gelişmiş damar tipi oluşumlar halindedirler.

Yörede 7 adet cevher damarı belirlenmiş olup D-1, D-2, D-3, D-4, D-5, D-6 ve D-7 şeklinde numaralanmışlardır. D-1, D-2, D-3, D-4, D-5 ve D-6 numaralı damarlar K 70-80° B, 50 – 60° KD konumlu, D-7 damarı ise D-B doğrultulu 25° G konumludur.

Cevher damarları yüzeyde ileri derecede bozunmuş, sarı kahverengi renkli zonlar halinde olup D-2 ve D-3 damarları değişik kotlarda cevher doğrultularına dik yönde sürülmüş galerilerle kesilip katlar oluşturularak yer altı işletme yöntemleri ile işletilmektedir.

Cevher damarlarında breşleşmiş yan kayaç kırıntıları ve aglomera parçaları ana bileşenler olup galerilerde birincisi küçük kristalli ve bol piritli, ikincisi iri kristalli ve pirit yanında kalkopirit, sfalerit ve galenit içeren iki farklı yapıda cevher tanımlanmıştır.

I. tip cevherleşme işletilebilirlik açısından önemsiz olup galerilerde topuk olarak bırakılmış, II. tip cevherleşme ise devamlılığının iyi olması ve tenörünün yüksek olması nedeniyle işletilmiştir.

Mikroskobik incelemeler sırasında I. tip cevherleşmelerde cevher minerali olarak pirit, gang minerali olarak kuvars; II. tip cevherleşmelerde cevher minerali olarak pirit, kalkopirit, sfalerit, galenit, fahlerz ve limonit; gang minerali olarak ise kuvars ve kalsit gözlenmiştir.

Belirtilen minerallerin birbirleri ile olan sınır ilişkileri dikkate alınarak oluşum sıralarının (süksesyon) “ pirit – galenit - kalkopirit-I – sfalerit – kalkopirit-II (±fahlerz) – kuvars – kalsit” şeklinde olduğu belirlenmiştir.

Sıvı kapanım incelemeleri sırasında kuvars kristallerindeki birincil ve ikincil kapanımlarda; ilk erime (T_{FM}), son buz erime (T_{MICE}) ve homojenleşme sıcaklığı (T_H) ölçümleri yapılmış olup T_{FM} değerleri (-53.5 ile -50.5 °C aralığında; ort. -52.0 °C) yardımıyla hidrotermal çözeltiler içinde $CaCl_2$, $MgCl_2$, $NaCl$ ve belkili olarak KCl gibi tuzların bulunduğu, T_{MICE} değerleri (birincil kapanımlarda; -10.0 ile -23.0 °C aralığında; ort. -15.0 °C, ikincil kapanımlarda ise -11.0 ile -23.0 °C aralığında; ort. -16.0 °C) yardımıyla hidrotermal çözeltilerin tuzluluğunun % $NaCl$ eşdeğeri olarak ; birincil kapanımlarda % 24.34 ile % 13.94 aralığında (ort. % 18.64), ikincil kapanımlarda ise % 24.34 ile % 14.97 aralığında (ort. % 19.44) olduğu, T_H değerleri yardımıyla hidrotermal çözeltilerin sıcaklığının ise kuvars kristallerinin oluşumu sırasında 349.0 ile 276.0 °C arasında değiştiğini (ort. 307.0 °C), daha sonraki evrelerde ise 211.0 °C' ye kadar düştüğü belirlenmiştir. Sülfürlü minerallerde, sıvı kapanım incelemesi yapılamamış olmakla birlikte, cevherleşmelerdeki sülfürlü minerallerle kuvarsları oluşturan çözeltilerin benzer özelliklere sahip oldukları varsayılarak kuvarslarda belirlenen bu özelliklerin sülfürlü mineralleri oluşturan çözeltiler için de geçerli olduğu kabul edilmiştir.

Kükürt izotopları jeokimyası incelemeleri sırasında; piritlerde ‰ 2,42 ile 3,02 aralığında (n = 2, ort = ‰ +2,72), kalkopiritlerde ‰ 0,91 ile 1,77 aralığında (n = 3, ort = ‰ +1,28), sfaleritlerde ‰ 0,75 ile 1,72 aralığında (n = 4, ort = ‰ +1,41), galenitlerde ise ‰ -0,63 ile 0,60 aralığında (n = 3, ort = ‰ -0,09) değişen $\delta^{34}S$ değerleri analiz edilmiştir. Analiz edilen sülfürlü minerallerin ve çözelti içindeki H_2S ' in tahmini $\delta^{34}S$ değerlerinin ‰ 0.0' a çok yakın oluşu ve çok dar bir aralıkta değişmesi (homojen) çözeltilerdeki kükürtün magmatik kökenli olduğunu düşündürmektedir. Magmatik köken olarak kükürt, hidrotermal çözeltilerce inceleme alanı içindeki volkanik kayalardan çözülmüş olabileceği gibi derinlerdeki bir magmatik rezervuardan (magma odası, plütonik bir sokulum veya örtülü bir masif sülfid yatağı gibi) da getirilmiş olabileceği düşünülmüştür.

Sonuç olarak yöredeki yatakların; fay zonları boyunca oluşmuş damar tipi yataklar oldukları, cevher minerali olarak pirit, kalkopirit, sfalerit, galenit, fahlerz

ve limonit, gang minerali olarak ise kuvars ve kalsit içerdikleri, sıcaklıkları 349.0 ile 211.0 °C aralığında değişen hidrotermal çözeltilerce oluşturuldukları ve sülfürlü minerallerin yapısındaki kükürtün magmatik kökenli olduğu belirlenmiştir.

Yukarıdaki sonuçların tümü sunulan tez çalışması kapsamında belirlenmiş olup yatağın özellikleri, kökeni ve oluşum koşulları hakkında sağlanan veriler, yakın dolaylardaki Bulancak (Akıncı, 1980b), Kurşunlu (Özgüneylioğlu ve Gökce, 1988; Gökce, 1990a; 1990b), İner Yaylası (Gökce ve Bozkaya, 2005) yörelerindeki Cu – Pb – Zn yataklarında belirlenen özellikler ile karşılaştırıldıklarında; yataklanma şekli, yan kayaçları, mineral içeriği, yapısal ve dokusal özellikleri, sülfürlü minerallerin bileşimindeki kükürtün bileşimi ve kaynağı, hidrotermal çözeltilerin sıcaklığı, tuzluluğu ve tuz bileşimi bakımından benzer özellikler taşıdığı görülmektedir.

Yatakların oluşum ve kökenlerini daha iyi belirleyebilmek için bu yatakları oluşturan hidrotermal çözeltilerdeki suyun oksijen ve hidrojen izotopları bileşiminin, ayrıca galenitlerdeki kurşunun izotopsal bileşiminin belirlenmesi gerekmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Akıncı, T. Ö., 1980a. Major copper metallogenic units and genetic igneous complexes of Turkey. İn: S. Jankovic and R. H. Sillitoe (ads.), European Copper Deposits, Belgrade, 199-208.
- Akıncı, T. Ö., 1980b. Bulancak sülfid damarlarının mineralojisi ve kristalleşme işlemleri. MTA Dergisi, 93-94, 55-65.
- Akıncı, T. Ö., 1985. The Eastern Pontide volcano-sedimentary belt and associated massive sulphide deposits. İn: Dixon, J. E. And Robertson, A. H. F. (eds), 1985. The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean, Special Publication of the Geological Society No. 17, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 848 pp.
- Aktürk, A., 1998. Zamantı Madencilik Ordu-Kabadüz-Bakacak Pb-Zn-Cu sahası jeoloji raporu. Zamantı Madencilik Arşivi, Yayınlanmamış.
- Bayraktarov, V., 2005. Zamantı Madencilik, sözlü görüşme.
- Boztuğ, D., 2001. Suşehri (Sivas) – Gököy (Ordu) arasında KAFZ'nun kuzey ve güney kesimlerindeki Granitoidlerin ve çevre kayaçlarının petrolojik incelenmesi. Türkiye Bilimsel Ve Teknik Araştırma Kurumu Projesi, No: YDABÇAG-9, 98 s.
- Bozkaya, G. ve Gökce, A. 2003. İnlere Yaylası (Şebinkarahisar-GİRESUN) kurşun – çinko yataklarında kararlı izotoplar (O, H ve S) incelemeleri. Hacettepe Üniv. Yerbilimleri Dergisi, 27, 75-84.
- Boztuğ, D., Erçin, A. İ., Kuruçelik, M. K., Göç, D., Kömür, İ. ve İskenderoğlu, A., 2006. Geochemical characteristics of the composite Kaçkar batholith enered in a Neo-Tethyan convergence system, Eastern Pontides, Turkey. Journal of Asian Earth Sciences, 1–17.
- Bodnar, R. J., 1993. Revised equation and table for determining the freezing point depression of H₂O-NaCl solution. *Geochemica et Cosmochimica Acta*, V. 57, p. 683-884.

- Ercan, T. ve Gedik, A., 1983. Pontid'lerdeki volkanizma, Jeoloji Mühendisliği Bülteni, c.18, 3-22.
- Gedik, A., Ercan, T., Korkmaz, S. ve Karataş, S., 1992. Rize-Fındıklı-Çamlıhemşin arasında (Doğu Karadeniz) yer alan magmatik kayaçların Petrolojisi ve Doğu Pontidlerdeki Bölgesel Yayılımları. Türkiye Jeoloji Bülteni, c.35, 15-38.
- Gedik, İ., Kırmacı M. Z., Çapkınoğlu, Ş., Özer, E. ve Eren, M., 1996. Doğu Pontidlerin jeolojik gelişimi. Jeoloji Müh. Bölümü 30. Yıl Sempozyumu Bildirileri, KTÜ, 654-677 Trabzon.
- Gedikoğlu, A., 1970. Etüde geologique de la region de Gököy: These de 3e eyele, Fac.Sc. Université de Grenoble, yayımlanmamış.
- Gökce, A., 1990a. Kurşunlu (Ortakent-Koyulhisar-SIVAS) Pb-Zn-Cu yataklarında kükürt izotopları incelemesi. MTA Dergisi, 111, 111-118.
- Gökce, A., 1990b. Kurşunlu (Ortakent-Koyulhisar-SIVAS) Pb-Zn-Cu yataklarında sıvı kapanım ve jeotermometre incelemeleri. Türkiye Jeoloji Büll., 33/2, 31-39.
- Gökce, A., 2000. Maden Yatakları (Yeniden Düzenlenmiş II. Baskı), Cumhuriyet Üniversitesi Yayını No: 85, 335s.
- Gökce, A. ve Bozkaya, G., 2002. Tutakdağı (Şebinkarahisar-Giresun) Pb-Zn yatağının oluşum koşullarının ve kökeninin araştırılmasında sıvı kapanım, iz element ve izotoplar jeokimyası incelemeleri. CÜBAP Projesi, No: M-194, 41s.
- Gökce, A. and Bozkaya, G., 2002. Fluid-inclusion and stable-isotope characteristics of the Inler yaylası lead – zinc deposits, Northern Turkey. Int. Geol. Review, 45/11, 1044-1054.
- Gökce, A. ve Bozkaya, G., 2003. İnler Yaylası (Şebinkarahisar-GİRESUN) kurşun – çinko yataklarında sıvı kapanım incelemeleri. Geosound / Yerbilimleri Dergisi, 42, 139-158.

- Gökce, A. ve Bozkaya, G., 2005. Tutakdağı (Şebinkarahisar-Giresun) Pb-Zn yatağında kurşun izotopları jeokimyası incelemeleri. CÜBAP Projesi, No: M-210, 27s.
- Gökce, A. and Bozkaya, G., 2005. Lead and sulfur isotope evidence for the origin of the Inler Yaylası lead-zinc deposits, Northern Turkey. *Journal of Asian Earth Science*, 26, 91-97.
- Gökce, A. ve Özgüneylioğlu, A., 1988. Kurşunlu (Ortakent-Koyulhisar-Sivas) Pb-Zn-Cu yataklarının jeolojisi, oluşumu ve kökeni. *Cumhuriyet Üniv., Müh. Fak., Yerbilimleri Dergisi*, 5/1, 23-36.
- Gökce, A., Spiro, B., Miller, M.F., 1993. Kurşunlu (Koyulhisar- Sivas) Damar Tipi Pb-Zn-Cu Yataklarında Mineral Oluşturucu Hidrotermal Çözeltilerin Kararlı İzotoplar (O, H, ve C) Jeokimyası ve Kökeni. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 36, 73-79.
- Iğdır, I. ve Ereren, M., 1977. Ordu ili (Fatsa, Ünye, Korgan, Kumru, Akoluk ilçeleri ile, Kabadüz nahiyesi) dahilinde yapılan prospeksiyonlara ait rapor. MTA Raporu, No:321, Ankara.
- Kahraman, İ., Yılmaz, B. S., Yazıcı, E.N. ve Boğuşlu, M., 1983. Giresun-Piraziz yöresinin jeolojik raporu, MTA Raporu, No:1941, Ankara.
- Ketin, İ., 1966. Anadolu'nun tektonik birlikleri. *MTA Dergisi*, s.66, 20-34.
- Köse, M., 1987. Akgüney – Kabadüz (Ordu) yöresi Pb - Zn – Cu damarlarının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, 74s.
- Ohmoto, H. and Rye, R. O., 1979. İsoptes of Sulfur and Carbon. In; Barnes L. H., (ed.), *Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits*, New York, Wiley s. 509-567.
- Okay, A. ve Şahintürk, Ö., 1997. Geology of the Eastern Pontides. In: A. G. Robinson, ed., *Regional and petroleum geology of the Black Sea and surrounding region: AAPG Memoir 68*, p.291-311.

- Özgüneylioğlu, A., 1988. Kurşunlu (Ortakent-Koyulhisar-Sivas) Pb-Zn-Cu yataklarının jeolojisi. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, 52s.
- Seymen, İ., 1975. Kelkit vadisi kesiminde Kuzey Anadolu Fay zonunun tektonik özelliği. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 192s.
- Shepperd, T.J., Rankin, A.H., and Alderton, D.H.M., 1985. A practical guide to fluid inclusion studies. Blackie, London, 235p.
- Steinmann, M. ve Emerson, C., 2001. Zamantı Madeni Kuzey Türkiye jeolojisi, rezervleri ve sondaj programı. Zamantı Madencilik Arşivi, Yayınlanmamış.
- Şaşmaz, A. ve Sağıroğlu, A., 1994. Tutak dağı güneybatısındaki (Şebinkarahisar – Giresun) Pb-Zn yatakları. MTA Dergisi, 116, 51-64.
- Şaşmaz, A. ve Sağıroğlu, A., 1994. İner Yaylası (Şebinkarahisar-Giresun) Pb – Zn Yatakları. Türkiye Jeoloji Bülteni, c.37, 13-28.
- Terlemez, İ. ve Yılmaz A., 1980. Ünye-Ordu-Koyulhisar-Reşadiye arasında kalan yörenin stratigrafisi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, c.23, 179-191.
- Terzioğlu, M. N., 1984. Ordu güneyindeki Eosen yaşlı Bayırköy volkanitlerinin jeokimyası ve petrolojisi. Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yer Bilimleri Dergisi, c.1, s.1.
- Terzioğlu, M. N., 1985-a. Reşadiye (Tokat) kuzeyindeki Eosen yaşlı Hasanşeyh platobazaltının mineralojik-petrografik ve jeokimyasal incelenmesi. Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yer Bilimleri Dergisi, c.2, 105-134.
- Terzioğlu, M. N., 1985-c. Mesudiye (Ordu) batısındaki Üst Miyosen yaşlı Kuyucak bazaltının petrolojisi ve kökensel yorumu. Yerbilimleri (H. Ü.), 12, 53-67.
- Terzioğlu, M. N., 1986-a. Doğu Karadeniz bölgesinde Pliyosen yaşlı Erdembaba volkanitlerinin petrolojisi ve kökensel yorumu. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, c.29, 119-132.

- Terzioğlu, M. N., 1986-b. Reşadiye, Gökky ve Koyulhisar arasındaki Tersiyer – Kuvaterner yaşlı voklanitlerin genel stratigrafik özellikleri. Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A – Yerbilimleri, c.3, s.1.
- Terzioğlu, M. N., 1987. Orta Karadeniz bölgesindeki Pliyosen yaşlı Canik volkanitlerinin mineralojik-petrografik ve jeokimyasal incelenmesi, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, c.30, 71-85.
- Tokel, S., 1977. Doğu Karadeniz bölgesinde Eosen yaşlı kalk – alkalen andezitler ve jeotektonizma. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, c.20, 49-54.
- Türk - Yugoslav Ekibi, 1970. Ordu – Kabadüz sahasının 1/25000 ölçekli jeolojik etüdü ve prospeksiyon raporu. MTA Raporu, No:
- Yalçınalp, B., 1995. Doğu Pontidler’de porfiri Cu-Mo mineralleşmeleri içeren granitoidlerin jeokimyasal özellikleri. Türkiye Jeoloji Bülteni, c.38, s.1, 25-32.
- Yılmaz, S., 1995. Dereli – Şebinkarahisar (Giresun güneyi) arası granitoid Plütonlarının karşılaştırmalı incelenmesi. Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas.
- Yıldız, B., 1983. Doğu Karadeniz Bölgesinde Cu-Pb-Zn cevherleşmelerinin uzay görüntülerinden saptanan çeşitli yapılar ile ilişkisi. MTA Dergisi, 99-100, 91-99.
- Yılmaz, S. ve Boztuğ, D., 1996. Space and time relations of three plutonic phases in the Eastern Pontids, Turkey. International Geology Review, v.38, p.935-956.
- Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Genç, Ş. C. ve Şengör, A. M. C., 1997. Geology and tectonic evolution of the Pontides. İn: A. G. Robinson, ed., Regional and petroleum geology of the Black Sea and surrounding region: AAPG Memoir 68, p.183-226.