

T.C.

CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ

BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOMİSYON BAŞKANLIĞI

PROJE SONUÇ RAPORU

KUMARLAR (ÇAN-ÇANAKKALE) KURŞUN-ÇİNKO CEVHERLEŞMESİNİN JEOLJİSİ

Yrd.Doç.Dr.Gülcan BOZKAYA

Jeoloji Mühendisi Şükrü ÇELİK

Bu Proje Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından M-321 numaralı yüksek lisans tez projesi olarak desteklenmiştir.

SİVAS-20093+x01

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

**KUMARLAR (ÇAN-ÇANAKKALE) KURŞUN-ÇİNKO CEVHERLEŞMESİNİN
JEOLOJİSİ**

Şükrü ÇELİK

Cumhuriyet Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd.Doç.Dr. Gülcan BOZKAYA

Kumarlar kurşun-çinko cevherleşmesi, Biga Yarımadasının kuzey kesiminde değişik yerlerde gözlenen çok sayıdaki kurşun-çinko cevherleşmelerinden birisi olup, günümüzde işletilmemektedir. Cevherleşmelerin yakın çevresinde Oligo-Miyosen yaşlı piroklastik kayalar yüzeylemekte olup; cevher damarları tüflerin KG doğrultulu çatlakları boyunca konumlanmıştır. Cevher damarlarında galenit ve sfaleritin hakim mineraller oldukları; kuvars, pirit, kalkopirit, kovellin ve markazit gibi minerallerin ise az miktarda bileşime katıldıkları görülmüştür.

Sıvı kapanım incelemeleri sırasında sfalerit ve 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 (-55.5 ile -52 °C aralığında) yardımıyla hidrotermal çözeltiler içinde NaCl, CaCl₂ ve MgCl₂ gibi tuzların bulunduğu işaret etmektedir. T_{ICE} değerlerinden itibaren tuzluluk değerleri; sfaleritlerin oluşumu sırasında % 15.8 (% NaCl eşdeğeri), kuvarsların oluşumu sırasında ise % 18.5 (% NaCl eşdeğeri), olduğu belirlenmiştir. Homojenleşme sıcaklığı değerleri, sfaleritlerin oluşumu sırasında çözeltilerin sıcaklıklarının 238.6 ile 263.5 °C aralığında, kuvarsların oluşumu sırasında ise 252.8 ile 281.4 °C aralığında olduğu anlaşılmaktadır.

Kükürt izotopları jeokimyası incelemelerinden elde edilen değerler; galenitlerde ($\delta^{34}S_{VCDT}$) ‰ -6,28 ile 10,41 (n = 10, ort = -7.6) arasında değişmekte olup, bu değerlerden yararlanılarak, hidrotermal çözeltilerdeki H₂S' in izotopsal bileşiminin ‰ -4,05 ile 8,18

aralığında olduğu gör÷lmektedir. Bu durum sülfürlü minerallerin ve çözelti içindeki H₂S' in tahmini $\delta^{34}\text{S}$ değerlerinden galenitlerin bileşiminde bulunan kükürtün hidrotermal çözeltilerde hakim kükürt türevi olan $\text{SO}_4^{=}$ ün bileşiminde bulunan kükürttten inorganik veya bakteriyel süreçlerle ayrımlanmış kükürt olabileceğini düşündürmektedir.

ANAHTAR KELİMLER: Kumarlar, Çanakkale, kurşun-çinko,sıvı kapanım, izotop jeokimyası

ABSTRACT

Ms Thesis

**GEOLOGY OF KUMARLAR (ÇAN-ÇANAKKALE) LEAD-ZINC
MINERALIZATION**

Şükrü ÇELİK

Cumhuriyet University

Institut of Applied and Natural Sciences

Geological Engineering Department

Supervisor: Yrd.Doç.Dr. Gülcan BOZKAYA

Kumarlar (Çanakkale) lead-zinc mineralization are typical examples of the lead-zinc deposits occurred in the Tertiary volcanic rocks outcropped in the Biga Peninsula, and are being mined for lead-zinc production. Volcanic rocks around the investigated deposits are Oligo-Miocene Adadağı pyroclastics (tuffs and agglomerates with trachytic, latitic, dacitic and rhyolitic compositions and rarely andesitic and dacitic lavas). The investigated deposits hosted by Adadağı pyroclastics and show ore veins along the fault zones in the tuffs. Galena and sphalerite are the main minerals and accompanied by minor amounts of pyrite, chalcopyrite, fahlerz (tennantite), marcasite, chalcocite, covellite, bornite, tenorite and quartz.

T_{FM} , T_{MICE} and T_H values measured during fluid inclusion studies indicate the presence of $CaCl_2$ and $MgCl_2$ types of salts in the mineralizing hydrothermal solutions, salinity of the hydrothermal solutions is 15.8 (% NaCl eqv.) during sphalerite crystallisation in the early episode of mineralization, while % 18.5 (% NaCl eqv.) decreased during the quartz crystallisation later episode of mineralization. Homogenization temperature show that sulfide minerals formed in a temperature range of 238.6 ile 263.5 °C and quartz minerals formed in a temperature range of 252.8 ile 281.4 °C.

$\delta^{34}\text{S}$ values of galena is in the range of ‰ -6,28 to 10,41 (n = 10, avr. = -7.6). These sulfur isotope values suggest that sulfur in the galena was reduced from sulfate (SO_4^{2-}) by bacterial or inorganic processes.

KEY WORDS: Kumarlar, Çanakkale, Biga Peninsula, lead-zinc, fluid inclusion, isotope geochemistry

TEŞEKKÜR

Öncelikle laboratuvar ve tez yazım çalışmalarım sırasında yardım ve katkılarını esirgemeyen ve beni yönlendiren danışman hocam Yrd.Doç.Dr. Gülcan BOZKAYA'ya (C.Ü.), yapıcı eleştirileri ve görüşleriyle teze katkı sağlayan hocam Prof. Dr. Ahmet GÖKÇE'ye laboratuvar çalışmaları ve mikroskop incelemeleri sırasındaki katkılarından dolayı hocam Prof.Dr.Ömer BOZKAYA'ya, XRD çalışmalarının gerçekleştirilmesindeki katkılarından dolayı C.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji-Petrografi ve Jeokimya Araştırma Laboratuvarları (MİPJAL) elemanı Kimya Yüksek Mühendisi Fatma YALÇIN'a (C.Ü.), İnce-kesitlerin yapılmasındaki katkılarından dolayı Jeoloji Mühendisliği İncekesit Laboratuvarı personeli Tekniker Ufuk KUŞ'a, Tezin her aşamasında yardımlarından yararlandığım Jeoloji Mühendisi Erdal TEKİN'e; Tez çalışmalarım sırasında gösterdikleri sabır ve anlayışla bana destek olan eşim Jeoloji Mühendisi Kader ÇELİK'e ve aileme, teşekkür ederim.

Şükrü ÇELİK

20.05.2009

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	V
ABSTRACT	VI
TEŞEKKÜR	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
ÇİZELGELER DİZİNİ	XI
EKLER DİZİNİ	XII
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç	1
1.2. Önceki Çalışmalar	1
1.3. Yapılan İncelemeler ve Kullanılan Yöntemler	4
1.3.1. Saha İncelemeleri	4
1.3.2. Laboratuvar İncelemeleri	4
2. İNCELEME ALANININ JEOLojİK ÖZELLİKLERİ	6
2.1. Bölgesel Jeoloji	6
2.2. Yerel Stratigrafi	8
2.2.1. Litostratigrafik Dizilim	8
3. MADEN JEOLojİSİ	15
3.1. Yataklanma Şekli ve Yapısal Özellikler	15
3.2. Mineralojik Bileşim ve Dokusal Özellikler	18
4. SIVI KAPANIM İNCELEMELERİ	24
4.1. Örnek Seçimi ve Yöntem	24
4.2. Kapanımların Morfolojik Özellikleri	31
4.3. İlk Erime Sıcaklığı Ölçümleri (T_{FM})	33
4.4. Son Buz Erime Sıcaklığı Ölçümleri (T_{ICE})	33
4.5. Homojenleşme Sıcaklığı Ölçümleri (T_H)	34
4.6. Tuzluluk ve Homojenleşme Sıcaklığı İlişkisi	36

5. KÜKÜRT İZOTOPLARI JEOKİMYASI	37
5.1. Örnekleme ve Yöntem	37
5.2. Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi	38
6. SONUÇLAR	39
7.KAYNAKLAR	41

Şekil 3.8.	Galenitlerin kenarlarından itibaren gelişmiş serüzit-anglezit ve kovellin oluşumları Örnek No: KU-12. Çekim: Parlatma, tek nikol, hava ortamı, ga: Galenit, S-A:Serüzit-anglezit	20
ŞEKİLLER DİZİNİ		
Şekil 3.9.	Gang tarafından kuşatılmış galenitler. Örnek No: KU-10. Çekim: Parlatma, tek nikol, hava ortamı, ga: Galenit, gng:Gang	20
Şekil 1.1.	İnceleme Alanı ve Biga yarımadası kuzeyinde Çanakkale-Lapseki-	2
Şekil 3.10.	Sfalerit kristalleri içerisindeki kalkopirit saçınımları. Örnek No: Biga-Can bölgelerinde işletilen ve terk edilmiş kurşun-çinko KU-32. Çekim: Parlatma, tek nikol, hava ortamı, sph: Sfalerit, cpy: yataklarının coğrafik konumları.	21
Şekil 2.1.	Biga yarımadasının bölgesel jeoloji haritası (Okay ve diğ. 1990'dan değiştirilerek)	7
Şekil 3.11.	Galenit ve kalkopiritte birlikte görülen tenorit. Örnek No: KU-32. Çekim: Parlatma, tek nikol, hava ortamı, ga: Galenit, cpy: Kalkopirit, te: Tenorit.	21
Şekil 2.2.	İnceleme alanını ve cevherleşmeleri gösteren 1/25000 ölçekli jeoloji haritası	9
Şekil 3.12.	Kalkopirit içinde gözlenen fahlerz kapanımları. Örnek No: KU-10. Yeşil renkli tabakalı tüflerden bir görünüm.	22
Şekil 2.3.	Çekim: Parlatma, tek nikol, hava ortamı, cpy: Kalkopirit, fa: Fahlerz	10
Şekil 2.4.	Adadağı piroklastiklerinin aglomeratik kesimlerinden bir görünüm	10
Şekil 3.13.	Kalkopirit ve galenit ile birlikte gözlenen kovellinler. Örnek No: KU-17. Çekim: Parlatma, tek nikol, hava ortamı, ga: Galenit, cpy: Kalkopirit, te: Tenorit	11
Şekil 2.6.	Kalkopirit, kovellin gözlenen, kemirilmiş kuvars ve kayaç parçacıkları (Örnek No: KU-6), TN	11
Şekil 3.14.	Tüflü yan kayaç içinde saçınımlar şeklinde gözlenen piritler Örnek İnceleme alanı içerisindeki tüflerden ölçülen kırık ve çatlak No: KU-10. Çekim: Parlatma, tek nikol, hava ortamı, gng: Gang, doğrultularının gül diyagramı üzerinde dağılımı	23
Şekil 2.7.	Doğrultularının gül diyagramı üzerinde dağılımı	14
Şekil 3.15.	Piritlerin kırık ve çatlakların itibaren markazit oluşumları. Örnek K.G/65 B konumlu damarın görünümü.	23
Şekil 3.1.	No: KU-10. Çekim: Parlatma, tek nikol, hava ortamı, py: Pirit, ma: Markazit.	15
Şekil 3.2.	Cevherleşmenin gözleendiği yarma ve çevresinin jeoloji haritası.	16
Şekil 4.3.	Kuvars kristalleri içerisinde gözlenen birincil sıvı kapanımlar: İnceleme alanı içerisinde tüp yan kayaçta cevher damarının görünümü. Örnek No: KU-34. (Mikrofoto, tek nikol).	31
Şekil 4.4.	Kuvars kristalleri içindeki çatlaklar boyunca gelişmiş ikincil sıvı Tüflerin K.G. doğrultulu çatlakları boyunca konumlanmış cevher kapanımlar: Örnek No: KU-34. (Mikrofoto, tek nikol).	31
Şekil 4.5.	Sfaleritler içerisinde gözlenen birincil sıvı kapanımlar: Örnek No: Cevher örneklerinden hazırlanmış ince kesitlerde gözlenen öz KU-46. (Mikrofoto, tek nikol).	32
Şekil 4.4.	kuvars (a) kristalleri (KU-14. (a) çift nikol (b) tek nikol)	32
Şekil 3.6.	Sfaleritler içerisinde gözlenen ikincil sıvı kapanımlar, Örnek No: KU-46. (Mikrofoto, tek nikol).	19
Şekil 4.5.	Erken evre galenitleri ve onları kemiren ve kuşatan sfaleritler Örnek No: KU-10. Çekim: Parlatma, tek nikol, hava ortamı, ga: Sfaleritlerde birincil ve ikincil kapanımlara ait son buz erime Sphalerit (Tüpe) sfaleritlerinin istatistiksel dağılım grafiği.	33
Şekil 4.6.	Kuvarstergalenitbirincilveçatlındıkısfalerinlapanımları. Örnek No: K.G/18 Çekim: Parlatma, tek nikol, hava ortamı, ga: Galenit, sph: Sfalerit	34

- Şekil 4.8.** Kuvarlardaki birincil ve ikincil kapanımlarda homojenleşme sıcaklığı (T_H) değerlerinin istatistiksel dağılım grafiği. 35
- Şekil 4.9.** Sıvı kapanımların son buz ergime, tuzluluk ve homojenleşme sıcaklığı diyagramındaki dağılımı (T_{ice} ve T_h değerlerinin birlikte ölçülebildiği kapanımlar kullanılabilmiştir). 36

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge No		Sayfa
Çizelge 2.1.	İnceleme alanından alınan kayaç örnekleri üzerinde yapılan optik mikroskop inceleme sonuçları	12
Çizelge 4.1.	Sıvı kapanım incelemeleri sırasında, birincil ve ikincil kapanımlara ait çeşitli ölçüm değerleri	23
Çizelge 5.1.	İnceleme alanındaki cevherleşmelerden seçilen mineral Örneklerinin kükürt izotopları bileşimi	37

1. Giriş

1.1. Amaç

Kumarlar kurşun-çinko cevherleşmesi Biga Yarımadasının kuzey kesiminde gözlenen çok sayıdaki kurşun-çinko cevherleşmesinden birisidir (Şekil 1.1). Sahadaki cevherleşmelerin jeolojik özellikleri, mineralojik bileşim ve oluşum koşulları ile ilgili herhangi bir inceleme bulunamamıştır.

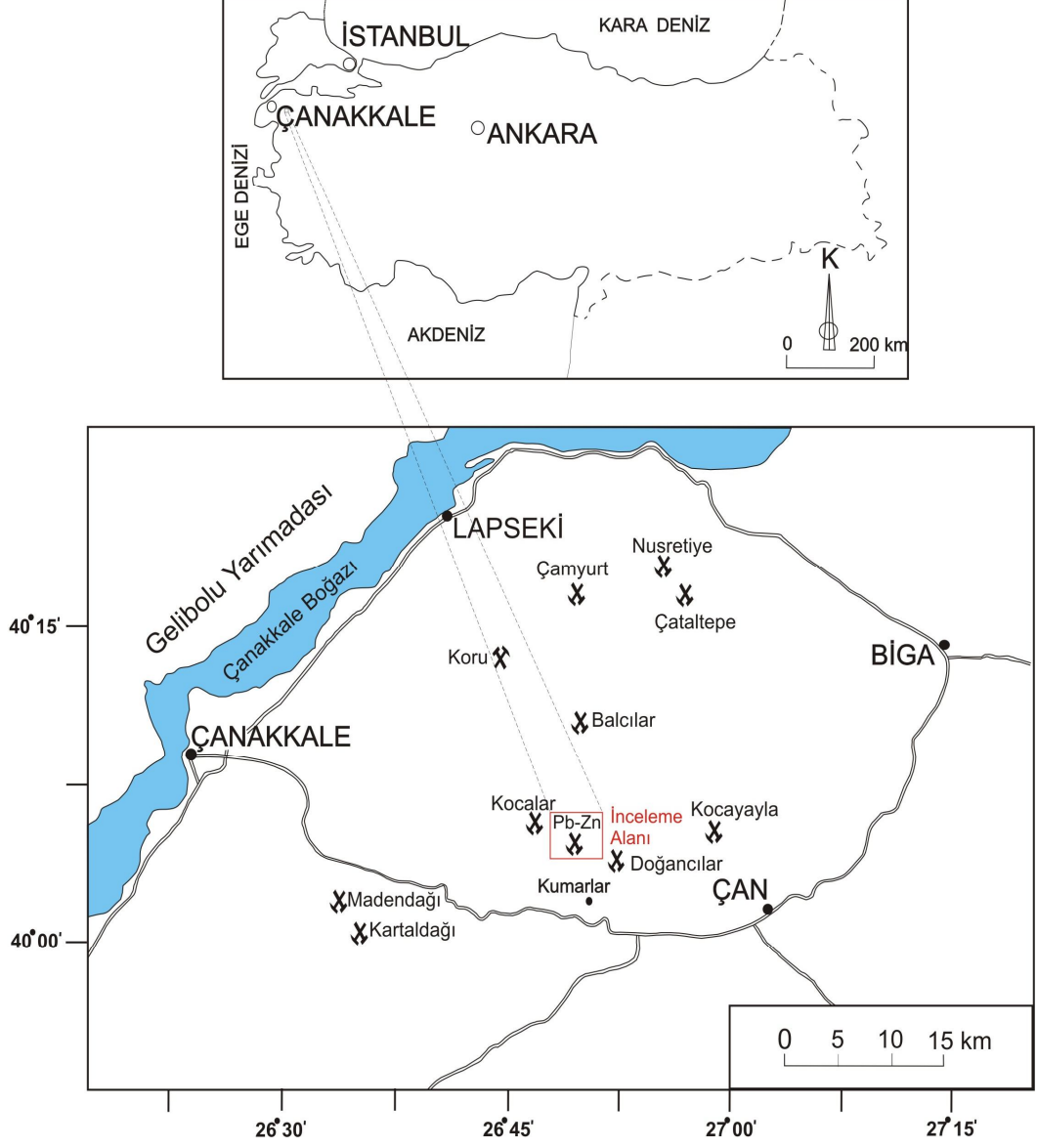
Bu tez çalışmasında yöredeki kurşun-çinko cevherleşmesinin dağılımı, yataklanma şekli, cevher-yan kayaç ilişkisi, mineralojik bileşimi, yapısal ve dokusal özellikleri belirlenerek elde edilen bulgularla oluşum koşullarının ve kökenlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.2. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanının yer aldığı Biga Yarımadasındaki kurşun-çinko yataklarını/cevherleşmelerini konu alan birçok inceleme gerçekleştirilmiştir. Bunlardan inceleme alanının yakın çevresini ilgilendiren çalışmalar kısaca aşağıda özetlenmiştir.

Balcılar kurşunlu-barit yatağında Gjelsvik (1956) tarafından yapılan çalışmada, Biga yarımadasını temsil eden bölgedeki birimler Paleozoyik yaşlı şist, kuvarsit, mermer, gnays, amfibolit ve granodiyoritler, Mesozoyik şist ve kalkerler, Kretase ve Tersiyer volkanikleri ile sedimanter ve tüflü kayalardan oluşan Tersiyer havzaları şeklinde beşe ayrılmıştır. Araştırmacıya göre, Balcılar madeni bölgedeki fay doğrultularına karşılık gelen NW-SE zonunda bulunmaktadır. Yazar, sahadaki cevherleşmelerin galenit, sfalerit ve iri taneli baritlerden oluştuğunu ve kuzeye doğru yatımlı 8 metre genişliğindeki bir filon veya dayk şeklinde yer aldığını belirtmiştir.

Dinçer (1958), bölgedeki barit cevherleşmelerini konu alan incelemesinde, cevherleşmeyle ilişkili tuf ve andezitlerin yaşını Eosen sonrası olarak kabul etmiş, cevherleşmeleri kuvarslı ve baritli çatlak dolgu tipi olmak üzere ikiye ayırmıştır.



Şekil 1.1. İnceleme alanı ve Biga yarımadası kuzeyinde Çanakkale-Lapseki-Biga-Çan bölgelerinde işletilen ve terk edilmiş kurşun-çinko yataklarının coğrafik konumları.

Yazar, çatlak dolgulu cevherleşmelerde sfalerit ve galenitin bol olduğu, kuvars çatlak dolgulu olanlara göre daha sığ derinliklerde gözleendiği belirtilmiştir. Araştırmacı bölgede cevherleşmelerin büyük bir bölümünün yarıçapı 5-8 km olan bir çember üzerine düştüğünü ileri sürmektedir.

Koru ve Balcılar'daki cevherleşmeleri inceleyen Alpan (1968), cevherleşmelerin yan kayacını trakitik tüflerin oluşturduğunu ve yer yer silisleştiklerini ve breş karakteri kazandıklarını söylemektedir. Ayrıca damarların kalınlıklarının 1 cm ile 2 m arasında değiştiği ve çoğunlukla galenit, barit ve kuvars, ender olarak da sfalerit, kalkopirit ve malahit içerdiği belirtilmektedir.

Çanakkale çevresinde bölgesel prospeksiyon amaçlı çalışmalar yapan Yanagiya ve Sato (1989) bazaltik ve andezitik tüfler içerisinde gözlenen damarların galenit, sfalerit, barit ve kuvars içerdiği ve NW-SE doğrultulu olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca damarların 20-30 cm kalınlığında olduğunu ve yüksek miktarda gümüş içerdiklerini vurgulamışlardır.

Andiç ve Kayhan (1997), Çanakkale-Lapseki yöresindeki jeokimyasal amaçlı çalışmalarında masif cevher kütlelerinin riyolit ve andezit kontağı boyunca geliştiğini belirlemişlerdir. Tabanda kloritlemiş, az killeşmiş ve bol çatlaklarla ağsal görünüm kazanmış andezitlerin bulunduğunu, daha genç ve breşik yapıli riyolitlerin ise saçınımlı ve yer yer damar şeklinde cevher içerdiklerini belirtmektedirler.

Bozkaya (2001) ve Bozkaya ve Gökçe (2001) tarafından Koru baritli kurşun-çinko yataklarında yapılan incelemelerde, cevherleşmelerin Oligosen yaşlı Adadağı piroklastikleri içinde BKB-DGD konumlu fay hattı boyunca damar tipi şeklinde olduğu belirlenmiştir. Sıvı kapanım incelemelerine göre baritlerin oluşumu sırasında hidrotermal çözeltilerin tuzluluklarının yüksek, sıcaklıklarının düşük olduğunu (<80°C), sülfürlü minerallerin oluşumu sırasında ise tuzluluğun daha düşük ve sıcaklığın 270°C'ye kadar yükseldiği belirlenmiştir. Kükürt izotopları jeokimyası incelemelerinde, baritlerin bileşimlerindeki kükürtün deniz suyu içindeki sülfattan kaynaklandığı, sülfürlü minerallerdekinin ise büyük olasılıkla bölgedeki magmatik kayalardan veya bir magmatik rezervuardan ³²S' ce zengin (hafif) kükürtün hidrotermal çözeltilerce çözülüp, cevherleşme ortamına taşınması şeklinde geliştiği kabul edilmiştir.

Bozkaya (2001) tarafından Balcılar kurşun-çinko cevherleşmesinde yapılan çalışmalarda cevherleşmelerin Akçaalan andezitleri içerisinde, K80B / 60KD konumlu damarlar şeklinde olduğu; damarlarda baritin hakim mineral olup galenit, sfalerit, pirit, kalkopirit, fahlerz, kovellin ve kuvars az miktarda bileşime katıldığı belirlenmiştir. Sahada

yapılan sıvı kapanımı ve izotop jeokimyası incelemelerinden; Balcılar kurşunlu barit cevherleşmelerini oluşturan hidrotermal çözeltilerin meteorik kökenli sular olduğu, tuzluluklarının ve sıcaklıklarının baritlerin oluşumu sırasındaki erken evrede düşük, sülfürlü minerallerin oluşumu sırasında yüksek, kuvarsların olduğu geç evrede düşük, en son evrede ise çok düştüğü sonucu çıkarılmaktadır.

1.3. Yapılan İncelemeler ve Kullanılan Yöntemler

Bu tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen incelemeler saha ve laboratuvar incelemeleri şeklinde ikiye ayrılmıştır.

1.3.1. Saha İncelemeleri:

Saha incelemeleri sırasında, cevherleşmelerin yer aldığı kesimde damarların konumu ve yan kayaçların dağılımını gösteren jeoloji haritası hazırlanmıştır. Bu çalışmalar sırasında yörede yüzeyleyen tüm birimleri temsil edecek kayaç ve cevherleşmelerden de cevher örnekleri alınmıştır.

1.3.2. Laboratuvar İncelemeleri

Kayaç örneklerinde ilk aşamada petrografik incelemeler yapılmış (14 adet) olup incekesit incelemeleriyle kayaçları oluşturan bileşenler tanımlanmış ve dokusal özellikleri de gözönünde bulundurularak adlandırılmıştır. X-ışınları kırınım incelemeleri ile izotop yapılmak üzere ayrılmış mineral fraksiyonlarının saflıkları denetlenmiştir.

Cevherli örneklerden hazırlanan ince kesitler alttan aydınlatmalı polarizan mikroskopta incelenerek kuvars, barit, galenit ve sfaleritin sınırsal ilişkileri incelenerek bu minerallerin oluşum sırası hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır.

Cevher örneklerinden hazırlanan parlatma blokları (13 adet) üstten aydınlatmalı polarizan mikroskop altında incelenerek cevher mineral parajenezleri ve dokusal ilişkileri belirlenmiştir.

Kuvars ve sfalerit kristallerinde sıvı kapanımı incelemeleri yapılarak (7 örnek) cevherleşmeyi oluşturan çözeltilerin bileşimi ve oluşum sıcaklıkları belirlenmeye çalışılmıştır.

Diğer taraftan ayrılmış saf kuvars (6 adet) ve galenit (5 adet) mineral fraksiyonlarının kükürt izotop analizleri yaptırılarak; cevherleşmeleri oluşturan sülfürlü minerallerin yapısında bulunan kükürtün kökeni araştırılmıştır.

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.

2. İNCELEME ALANININ JEOLJİK ÖZELLİKLERİ

2.1.Bölgesel Jeoloji

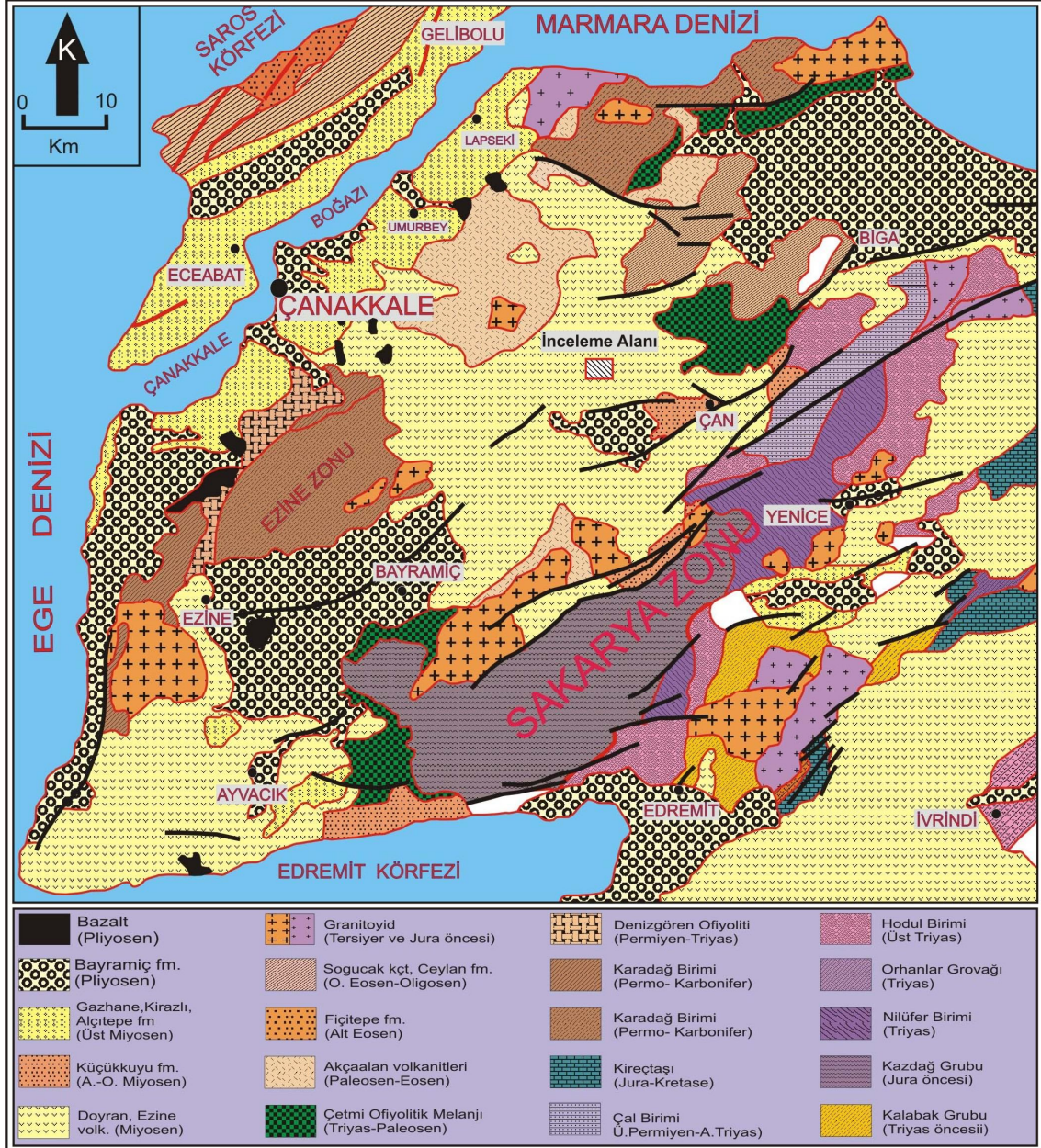
İnceleme alanı kuzeyde Gelibolu yarımadası, güneyde Edremit körfezi ile sınırlanan Biga yarımadasınının kuzeybatı kesiminde yer almakta olup, bölgede değişik yaş ve litolojilere sahip plütonik, volkanik-volkanosedimanter ve sedimanter birimler yüzeylemektedir (Şekil 2.1). Permiyen-Triyas yaş aralığındaki kayaçlar kuzeybatıdan güneydoğuya doğru Ezine (meta-sedimanter ve ofiyolit), Ayvacık-Karabiga (eklojit ve ofiyolitli melanj) ve Sakarya (metamorfik kayaçlar ve ofiyolitli kompleks - Karakaya Kompleksi) zonları olmak üzere üç büyük tektonik kuşağa ayrılmıştır (Okay ve diğ., 1990). Bu birimlerin üzerinde sırasıyla kumtaşı -siltaşı - marn (Jura), kristalize kireçtaşı (Üst Jura - Alt Kretase) pelajik kireçtaşları (Üst Kretase) yer almaktadır.

Tersiyer yaşlı birimler, Üst Kretase - Alt Eosen, Orta Eosen - Oligosen, Miyosen ve Pliyo - Kuvaterner olmak üzere dört zaman aralığında çökelmiştir. Üst Kretase - Alt Eosen dönemi delta düzlüğü ve flüviyal çökellerle (ince kömür arakatkılı konglomera, kumtaşı, şeyl) temsil edilir (Sfondrini, 1961; Siyako ve diğ., 1989). Alt Eosen kesimini andezitik lavlar ve tüflerden oluşan volkanik birimler (Akçaalan volkanitleri - Siyako ve diğ., 1989 veya Balıklıçeşme volkanitleri - Ercan ve diğ., 1995) oluşturmaktadır. Bunların üzerinde Orta Eosen yaşlı kireçtaşları (Soğucak kireçtaşı - Holmes, 1966) uyumsuz olarak yer alırlar. Bu birimlerin üzerine sonra Eosen-Oligosen yaşlı andezitik ve dasitik lavlar içeren türbiditik birimler (Ünal, 1967; Siyako vd., 1989) yer almaktadır. Oligosen-Miyosen döneminde bölgenin tamamen kara haline geçerek yükselmesi ile yaygın alanlar kaplayan yaşlı andezit, dasit ve riyodasit bileşimli lav, tuf ve aglomeralardan oluşan karasal volkanizma egemen olmuştur (Siyako vd., 1989; Ercan vd., 1995).

Biga Yarımadasında volkanizma sırasında oluşmuş genellikle granodiyorit bileşimli sığ sokulumlar da bulunmaktadır. Bu sokulumların yaşları izotopik olarak Üst Oligosen - Alt Miyosen olarak belirlenmiştir (Eybek Granodiyoriti - Krushensky, 1976; Kestanbol Siyeniti - Fytikas ve diğ., 1976; Ilıca - Şamlı Granodiyoriti - Zimmermann ve diğ., 1989). Ancak

Altınoluk graniti gibi Üst Kretase - Paleosen yaşlı ve daha eski plütonların varlığı da bildirilmektedir (Ercan ve Türkecan, 1984).

Alt-Orta Miyosen'de kalkalkalen volkanizma ile eş zamanlı olarak faylarla sınırlanmış göl havzalarında şeyl, siltaşı ve linyit çökelmiştir (Siyako ve diğ., 1989). Bu birimlerin üzerinde Üst Miyosen yaşlı sığ denizel çakıltaşı – kumtaşı - şeyller bulunmaktadır (Kopp, 1964; Saltık, 1974).



Şekil 2.1. Biga yarımadasının bölgesel jeoloji haritası (Okay ve diğ. 1990'dan değiştirilerek).

Üst Miyosen yaşlı birimlerle yanal ve düşey geçişli çakıltası-kumtaşı-şeyl-marn ve oolitik kireçtaşları ile bölgede Üst Miyosen devri sona ermektedir (Önem, 1974). Üst Miyosen sonlarına doğru bölgede yeni bir volkanik evre egemen olmuş ve genç fay zonları boyunca alkali nitelikli bazaltik lavlar meydana gelmiştir (Taştepe bazaltı - Siyako vd., 1989; Ezine bazaltı - Ercan ve diğ., 1995). Pliyo - Kuvaterner dönemi; akarsu çökelleri ve gölsel karbonatlar ile temsil olunmaktadır.

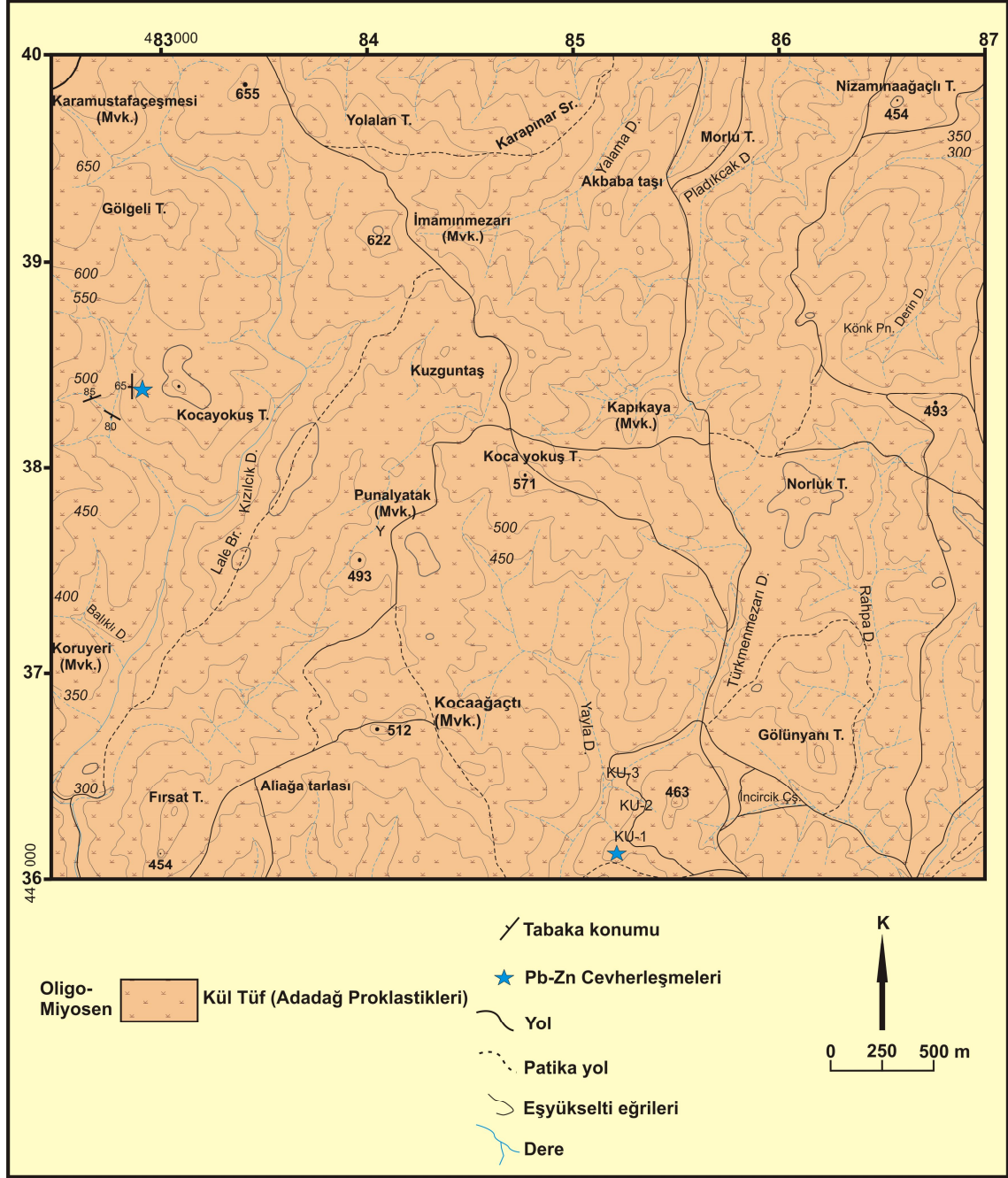
2.2.Yerel Stratigrafi

2.2.1. Litostratigrafik Dizilim

İnceleme alanı içinde, tek bir birim olarak, Oligo-Miyosen yaşlı piroklastikler yüzeylenmektedir(Şekil 2.2). Bu kayalar, Bozkaya (2001), Bozkaya ve Gökçe (2001,2002) tarafından inceleme alanının kuzeybatısında yer alan kurşun-çinko yataklarında yapılan çalışma ve makalelerindeki adlandırılmalarına bağlı kalınarak; Adadağı piroklastikleri olarak adlandırılmıştır .

Adadağı piroklastikleri camsı ve litik kül tuf ve aglomerallardan meydana gelmektedir. Tüfler beyaz, sarı, bordo ve koyu griden koyu yeşile kadar değişen renklerde gözlenmektedir. Tüfler aglomerallarla ardalanmalı olduğu seviyelerde, aşınma farklılıkları nedeniyle daha belirgin tabakalı ve basamaklı bir görünüm sergilemektedir (Şekil 2.3).

Alt seviyeleri temsil eden kesimlerde ortaya çıkan andezitik ve dasitik bileşimli volkanik kayaç arakatkıları ise grimsi - yeşil renklidir. Aglomerallar silisce zengin tuf hamuru içerisinde çapı 15 cm'ye kadar ulaşan bomba ve blok görünümlü dasitik ve riyolitik bileşimli lav ve pomza bileşenleri içermektedir. Tüflerle gerek arakatkılar şeklinde, gerekse en üst seviyelere karşılık gelen kesimlerde silisce zengin zonlar da yer almaktadır. Aglomeralların yanısıra, silisce zengin (riyolitik) seviyelerde köşeli bileşenlerden oluşan piroklastik breşler de gözlenmektedir (Şekil 2.4). Pb-Zn cevherleşmelerinin bulunduğu kesimlerde tüflerde silisleşme ve kaolinleşme türü alterasyonlar yaygındır (Şekil 2.5).



Şekil2.2. İnceleme alanını ve cevherleşmeleri gösteren 1/25000 ölçekli jeoloji haritası



Şekil 2.3. Yeşil renkli tabakalı tüflerden bir görünüm.

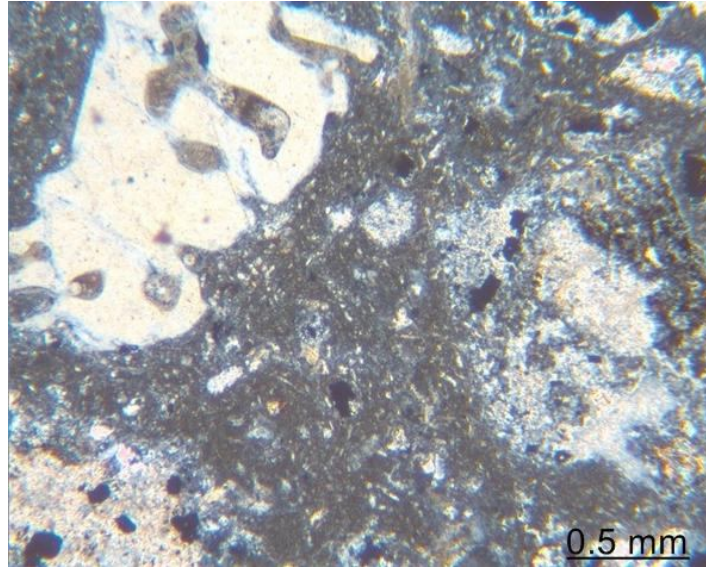


Şekil 2.4. Adadağı piroklastiklerinin aglomeratik kesimlerinden bir görünüm.



Şekil 2.5. Altere piroklastik kayalardan bir görünüm

İnce kesit incelemelerinde tüfler trakit - andezit ile riylit - dasit arasında olmak üzere geniş bir bileşim aralığına sahip olup, büyük bir bölümü aşırı silisleşme göstermektedir. Tüfler, Schmid (1981) sınıflamasına göre başlıca camsı kül tuf olarak adlandırılmıştır (Çizelge 2.1). Ender gözlenen litik kül tüfler başlıca volkanik kayaç parçacıkları (Şekil 2.6), daha az da volkanik cam kıymıkları ve pomza ile plajiyoklaz, sanidin, kuvars, biyotit, ender amfibol pseudomorfları içermektedirler.



Şekil 2.6. Litik kül tüflerde gözlenen kemirilmiş kuvars ve kayaç parçacıkları (Örnek No: KU-6), TN

Çizelge 2.1. İnceleme alanından alınan kayaç örnekleri üzerinde yapılan optik mikroskop inceleme sonuçları

Örnek No:	Doku	Min. Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı	Tap
KU-6	Volkanoklastik	Plj+Snd+Qtz	Volkancamı+kil	Volkanik kayaç parçacıkları	Litik kül tuf	Tap
KU-20	Volkanoklastik	Plj+Snd+Qtz	Volkancamı+kil	Volkan camında silisleşme , plajiyoklazlarda serisitleşme, özşekilli piritler	Camsı kül tuf	Tap
KU-21	Volkanoklastik	Plj+Snd+Qtz	Volkancamı+kil	Volkan camında silisleşme , plajiyoklazlarda serisitleşme, özşekilli piritler	Camsı kül tuf	Tap
KU-35	Volkanoklastik	Plj+Snd+Qtz	Volkancamı+kil	Volkan camında silisleşme ve killeşme, plajiyoklazlarda serisitleşme	Camsı kül tuf	Tap
KU-36	Volkanoklastik	Plj+Snd+Qtz	Volkancamı+kil	Volkan camında silisleşme ve killeşme, plajiyoklazlarda serisitleşme	Camsı kül tuf	Tap
KU-37	Volkanoklastik	Plj+Snd+Qtz	Volkancamı+kil	Volkanik kayaç parçacıkları, Volkan camında silisleşme ve killeşme, plajiyoklazlarda serisitleşme	Camsı kül tuf	Tap
KU-38	Volkanoklastik	Plj+Snd+Qtz	Volkancamı+kil	Volkan camında silisleşme ve killeşme, plajiyoklazlarda serisitleşme	Camsı kül tuf	Tap
KU-40	Volkanoklastik	Plj+Snd+Qtz+Bi	Volkancamı+kil	Volkan camında silisleşme ve killeşme, plajiyoklazlarda serisitleşme	Camsı kül tuf	Tap
KU-41	Hipokristalin	Plj+Qtz+Hb	Volkancamı	Volkan camında silisleşme, killeşme ve kloritleşme, plajiyoklazlarda serisitleşme	Andezit	Taa

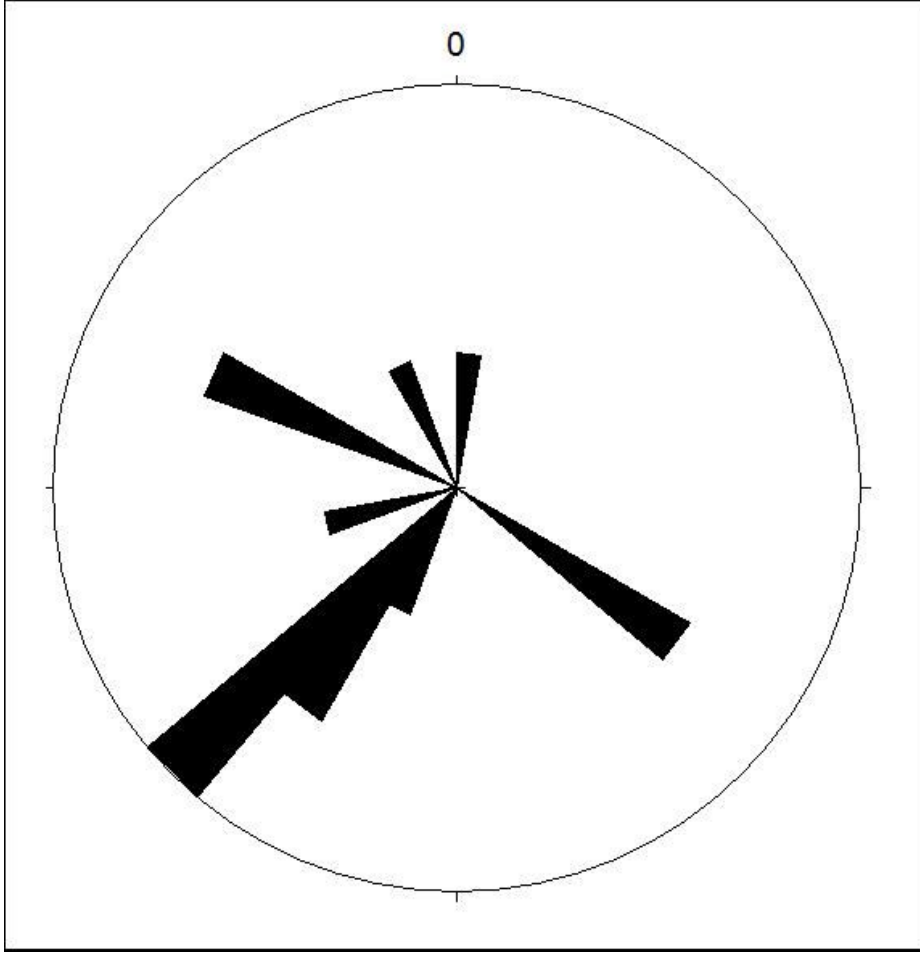
Tüflerde piroklastik bileşenlerin yanı sıra epiklastik, bazaltik, andezitik ve granitik kayaç parçacıkları da yer almaktadır. Plajiyoklazlarda silisleşme, serizitleşme ve karbonatlaşma, sanidinlerde serizitleşme, biyotit ve hornblendlerde opaklaşma ve kloritleşme gözlenen genel bozunma türlerini oluşturmaktadır. Silisleşmenin az veya gözlenmediği riyolitik bileşimli tüflerde özşekilli - yarı özşekilli veya kemirilmiş dokuya sahip kuvarslar ile serizitleşmiş sanidin fenokristalleri tipiktir.

Silisce zengin piroklastik kayaçlar cevherleşme zonu dışındaki alanlarda da yer almakla birlikte, cevherleşme zonu ve yakın kesimdeki tüflerde daha da artmaktadır. Cevherleşme zonundaki tüflerin gerek hamuru gerekse fenokristalleri aşırı silisli bir görünüm sunmaktadır. Bazı kayaçlarda ışımsal silisleşmeye uğramış hamur içerisindeki plajiyoklaz fenokristalleri tümüyle kuvars kristalleri ile doldurulmuştur. Işımsal olarak gelişen silisleşmiş ve killeşmiş volkan camının gözenek ve çatlaklarında gelişen iri kristalli kuvarslar daha sonraki bir evreyi temsil etmektedir.

Saha incelemeleri sırasında, incelenen alan içinde az sayıda noktada yapılan kırık ve çatlak düzlemi ölçümlerinden hazırlanan gül diyagramında yoğunlaşmış doğrultular dikkate alındığında yörenin KB-GD doğrultulu sıkışma kuvvetlerinden etkilendiği söylenebilir (Şekil 2.7)

Adadağı Piroklastikleri inceleme alanı dışında değişik yerlerde yapılmış çalışmalarda; ilk olarak Krushensky (1976) tarafından. Hallaçlar formasyonu olarak tanımlanmış ve Oligosen yaşı verilmiştir.

Dayal (1984) Yenice dolaylarındaki andezitik lavlarda yapmış olduğu radyometrik yaş ölçümlerinde Üst Oligosen Volkanizmasının varlığını ortaya çıkarmıştır. Sümengen ve diğ.'nin (1987) 'Hisarlıdağ Volkaniti' olarak adlandırdıkları volkanitlerde yapılan radyometrik yaş ölçümü Alt Oligosen yaşını vermiştir. Siyako ve diğ. (1989) 'Doyran Volkanitleri' olarak adlandırdıkları birimin yaşını Alt Miyosen olarak kabul etmişlerdir. Ercan ve diğ. (1995) tarafından 'Çan Volkanitleri' olarak adlanan birimde yapılan radyometrik yaş ölçümleri sonucunda volkanitlerin Alt Oligosen sonlarından itibaren etkin olduğu saptanmıştır. Birim içerisinde yaş verebilecek fosil belirlenememekle birlikte önceki araştırmacılarca verilen Oligosen yaşı bu çalışmada da benimsenmiştir.



Şekil 2.7. İnceleme alanı içerisindeki tüflerden ölçülen kırık ve çatlak doğrultularının gül diyagramı üzerinde dağılımı

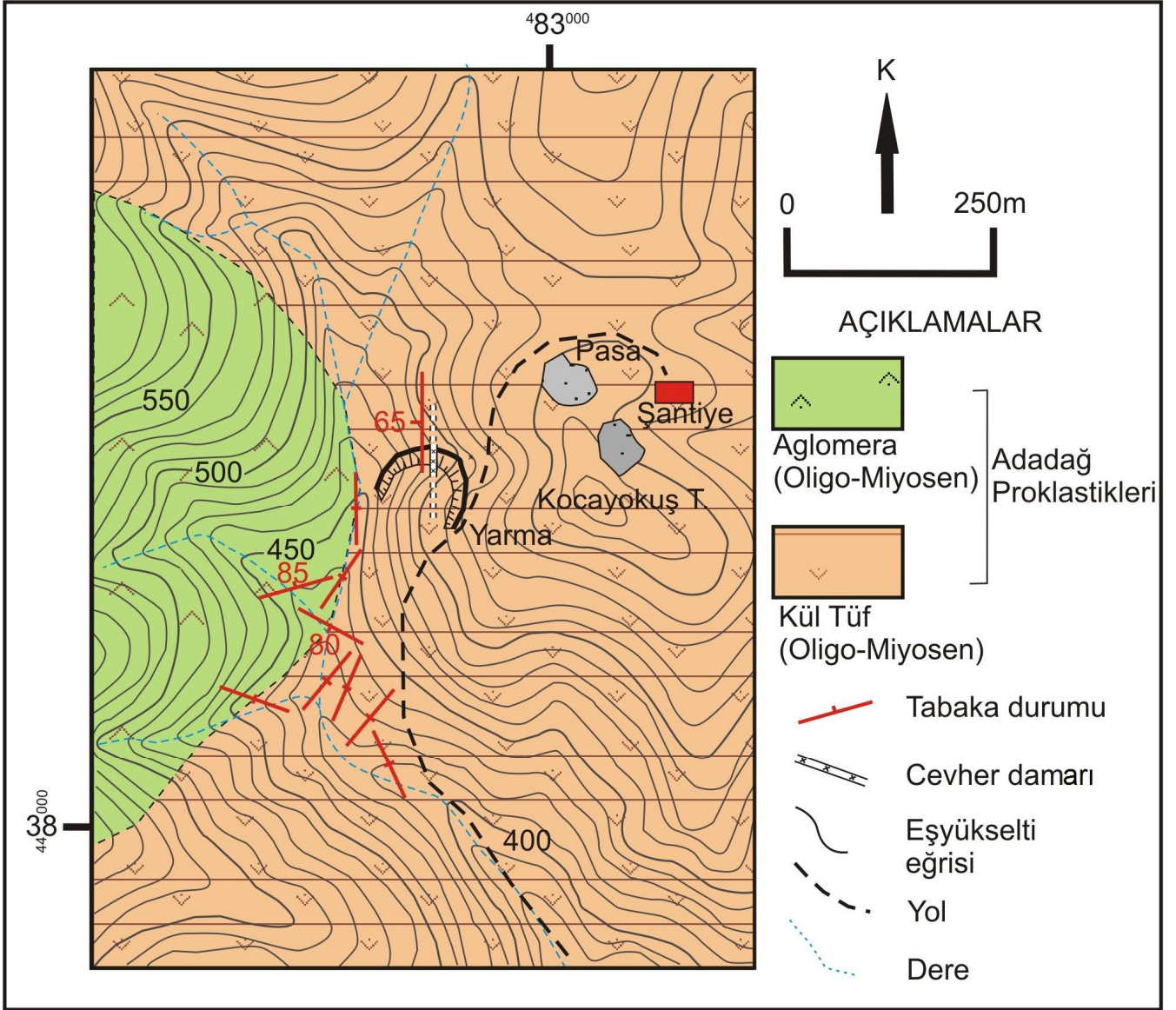
3. MADEN JEOLJİSİ

3.1. Yataklanma Şekli ve Yapısal Özellikler

İnceleme alanı içerisindeki cevherleşmeler Kumarlar Köyü'nün yaklaşık 7 km KB'sında gözlenmektedir (Ek 1). Cevherleşmeler eski yıllarda açılmış bir arama ve/veya işletme galerisinin girişinde gözlenmekte olup KG/65 B konumlu ve 10 cm kadar kalınlığı olan bir damardır (Şekil 3.1 ve 3.2).



Şekil 3.1. KG/65 B konumlu damarın görünümü.



Şekil 3.2. Cevherleşmenin gözlemlendiği yarma ve çevresinin jeoloji haritası

Damarların konumu ile tüflerde ölçülen egemen çatlak konumları arasında uyumluluk söz konusu olup damarlar tüflerin KG doğrultulu çatlakları boyunca konumlanmıştır (Şekil 3.3). Damarların kalınlıkları 2-10 cm arasında değişmektedir (Şekil 3.4). Makroskopik olarak cevher damarlarında galenit hakim (% 95 kadar) olup az miktarda kuvars (% 5 kadar) izlenmektedir.



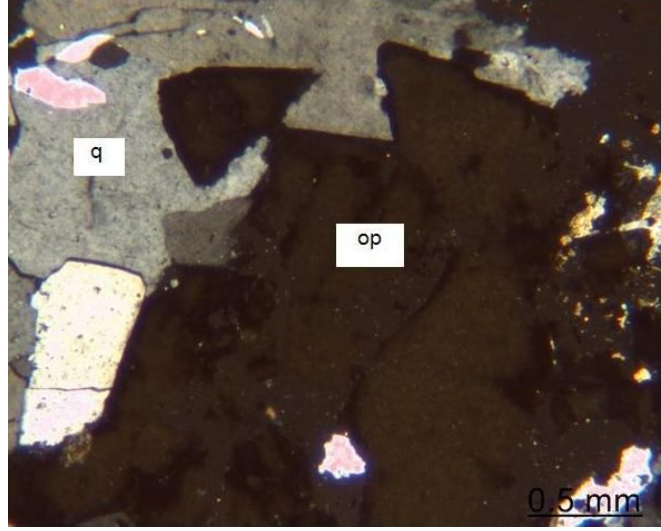
Şekil 3.3. İnceleme alanı içerisinde tuf yan kayaçlı cevher damarının görünümü.



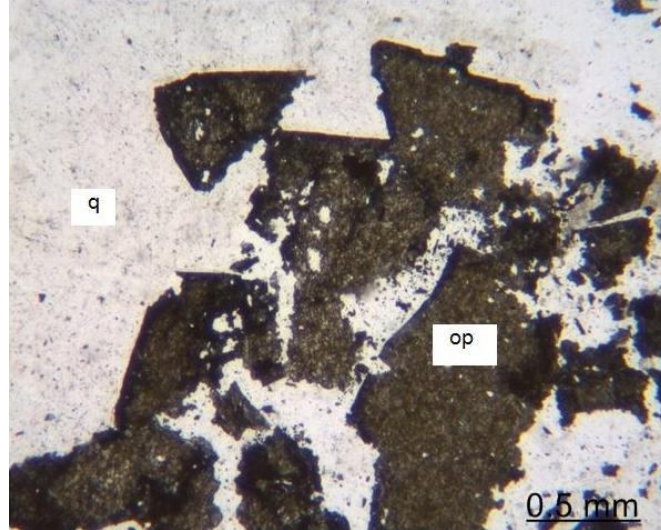
Şekil 3.4. Tüflerin KG doğrultulu çatlakları boyunca konumlanmış cevher damarının görünümü.

3.2. Mineralojik Bileşim ve Dokusal Özellikler

Cevher örneklerinden hazırlanmış incekesit ve parlatma bloklarından galenit ve sfaleritin hakim mineraller oldukları; kuvars, pirit, kalkopirit, kovellin ve markazit gibi minerallerin ise az miktarda bileşime katıldıkları görülmüştür. Bu minerallerden galenit, sfalerit, kalkopirit, pirit, fahlerz, markazit ve kovellin gibi cevher mineralleri erken evreyi temsil etmektedirler. Kuvarslar ise boşluklarda ikinci bir evrede oluşmuşlardır(Şekil 3.5).



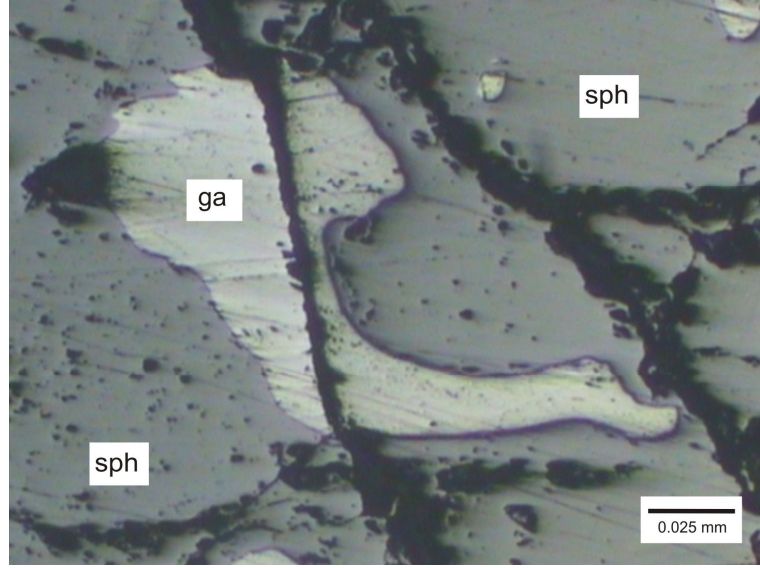
(a)



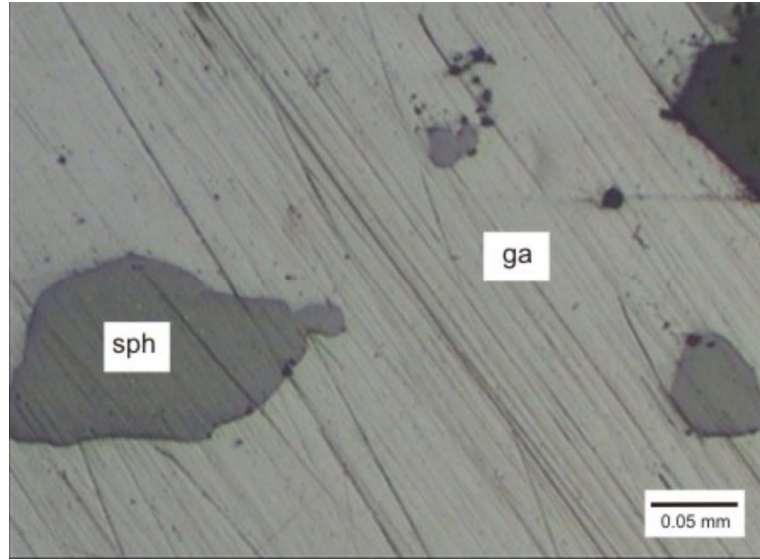
(b)

Şekil 3.5. Cevher örneklerinden hazırlanmış ince kesitlerde gözlenen öz şekilli-yarı öz şekilli opak mineraller (op) ve aralarını dolduran kuvars (q) kristalleri (KU-14, (a) çift nikol, (b) tek nikol).

Galenitler yaygın olarak özşekilsiz kristaller halinde olup; iki farklı evrede oluşmuşlardır. Erken evre galenitleri sfaleritlerce kuşatılmış ve kemirilmiş olarak gözlenirken (Şekil 3.6), geç evre galenitler sfaleritleri kapanımlar şeklinde içermektedirler (Şekil 3.7).

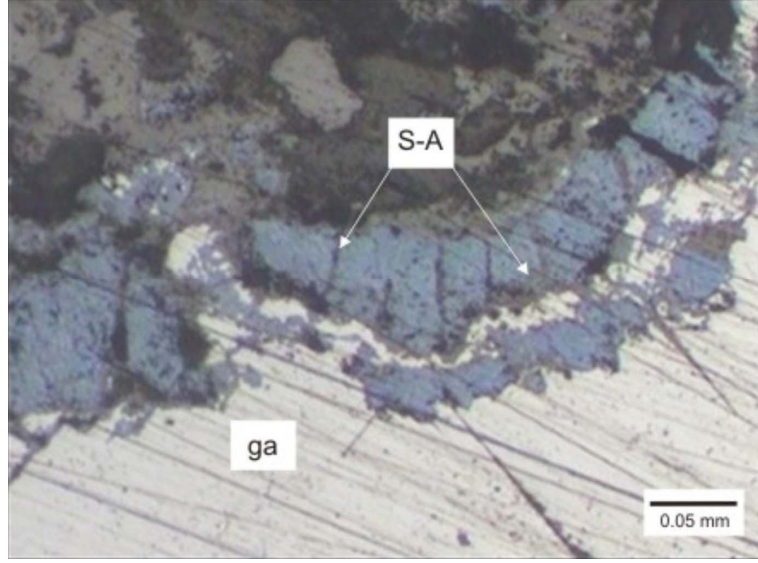


Şekil 3.6. Erken evre galenitleri ve onları kemirip kuşatan sfaleritler. Örnek No: KU10. Çekim: Parlatma, tek nikol, hava ortamı, ga: Galenit, sph: Sfalerit.

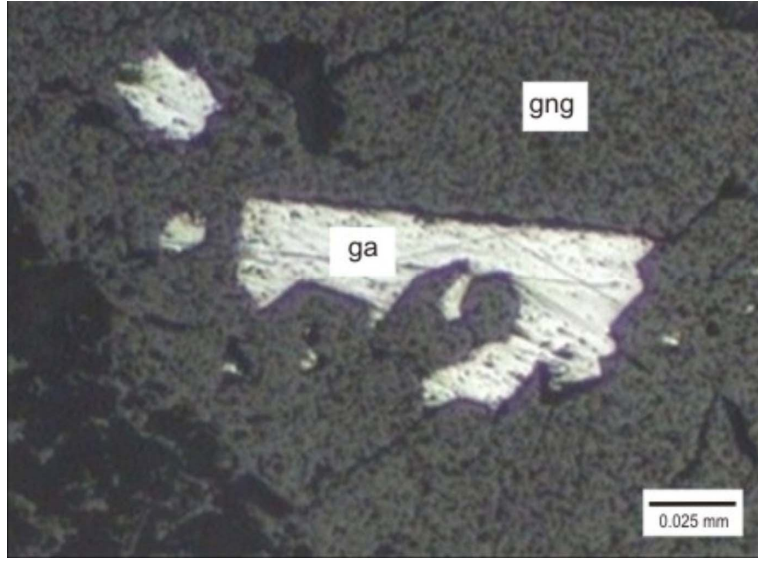


Şekil 3.7. Geç evre galenitleri ve içlerindeki sfalerit kapanımları. Örnek No: KU-18. Çekim: Parlatma, tek nikol, hava ortamı, ga: Galenit, sph: Sfalerit.

Galenitlerin yankayaçla olan sınırlarında serüzit-anglezit ve kovellin oluşumları gözlenmektedir (Şekil 3.8). Yer yer gang tarafından kuşatılmışlardır (Şekil 3.9).



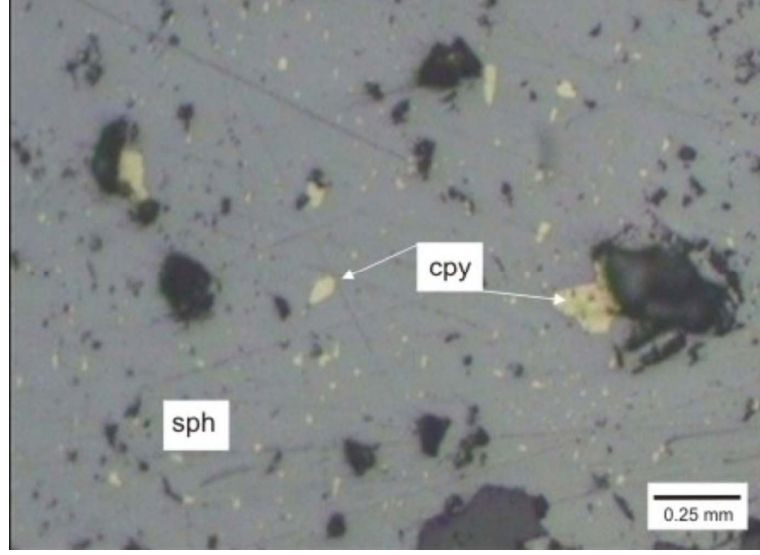
Şekil 3.8. Galenitlerin kenarlarından itibaren gelişmiş serüzit-anglezit ve kovellin oluşumları. Örnek No: KU-12. Çekim: Parlatma, tek nikel, hava ortamı, ga: Galenit, S-A:Serüzit-anglezit.



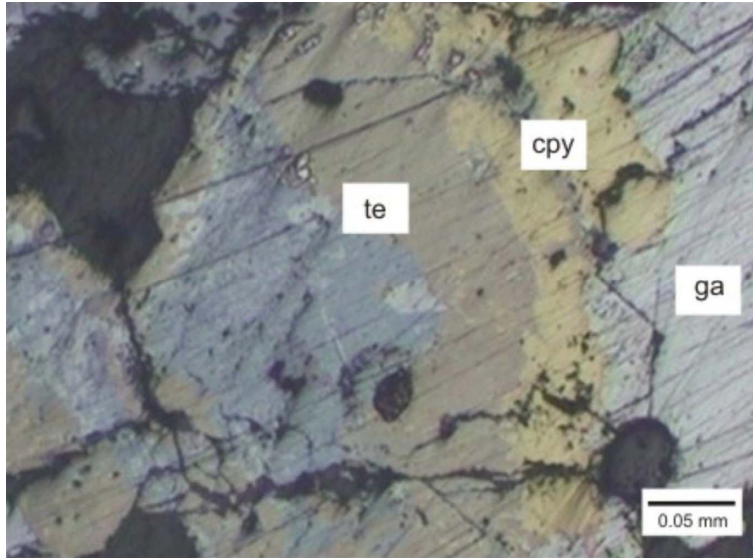
Şekil 3.9. Gang tarafından kuşatılmış galenitler. Örnek No: KU-10. Çekim: Parlatma, tek nikel, hava ortamı, ga: Galenit, gng: Gang.

Sfalerit kristallerinin sınırları boyunca, kılcal damarlar ve saçınımlar halinde kalkopirit oluşumları gözlenmektedir (Şekil 3.10).

Kalkopiritler; özşekilsiz kristaller şeklinde ya sfalerit kristallerinin sınırları boyunca oluşmuş kılcal damarlar halinde ya da galenitlerle gang minerallerinin sınırında gözlenmektedir. Galenitle olan sınırları boyunca tenöritle birlikte görülmektedir (Şekil 3.11).

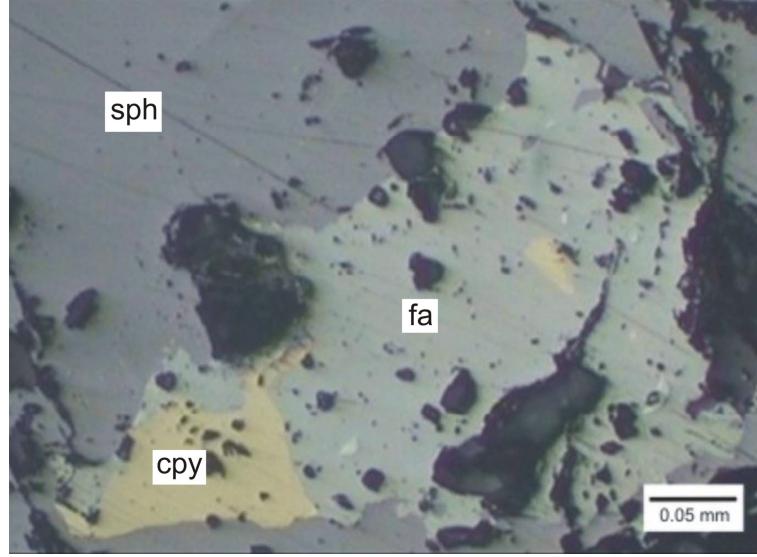


Şekil 3.10. Sfalerit kristalleri içerisindeki kalkopirit saçınımları. Örnek No: KU-32. Çekim: Parlatma, tek nikol, hava ortamı, sph: Sfalerit, cpy: Kalkopirit.

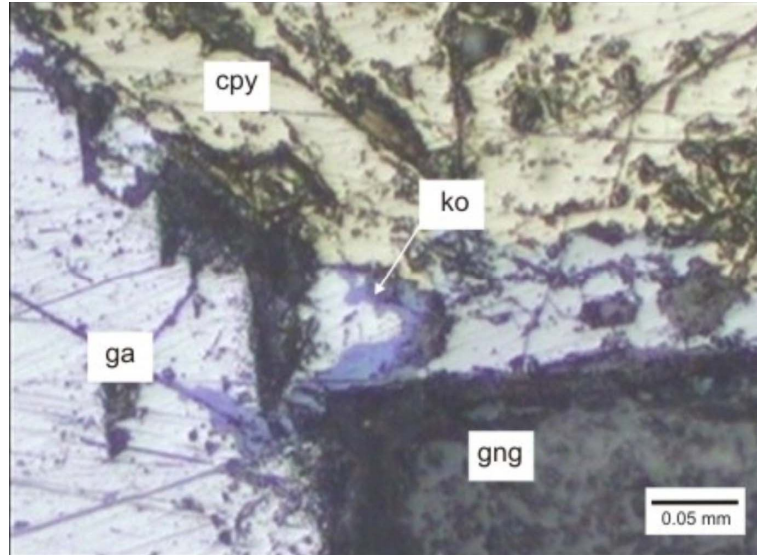


Şekil 3.11. Galenit ve kalkopiritle birlikte görülen tenöritle. Örnek No: KU-32. Çekim: Parlatma, tek nikol, hava ortamı, ga: Galenit, cpy: Kalkopirit, te: Tenöritle

Kalkopirit ve fahlerz (tennantit veya freiberjit) beraberliği kesitlerde yaygın olarak görülmekte ve kalkopiritlerin çoğunda kırık ve çatlakları içinde tennantit oluşumları gözlenmektedir (Şekil 3.12). Gang ve galenitle olan sınırı boyunca kovellin oluşumları da sıkça görülmektedir (Şekil 3.13).

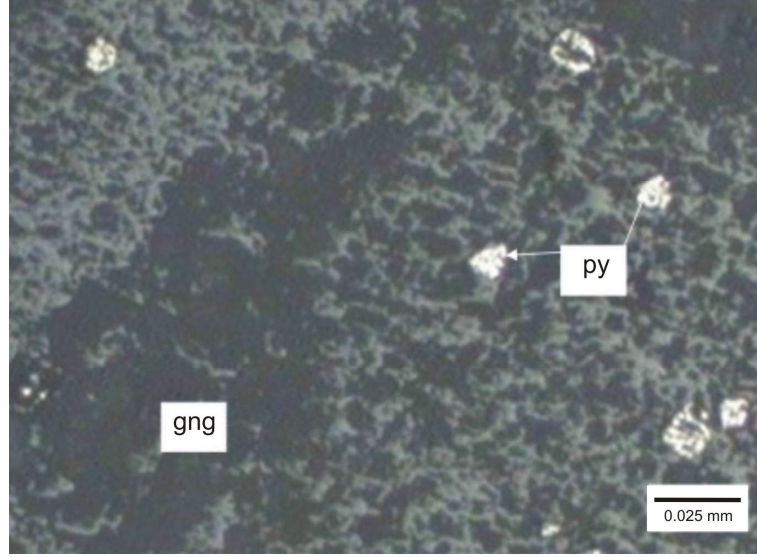


Şekil 3.12. Kalkopirit (cpy) içinde gözlenen fahlerz (fa) kapanımları. Örnek No: KU-10. Çekim: Parlatma, tek nikel, hava ortamı.

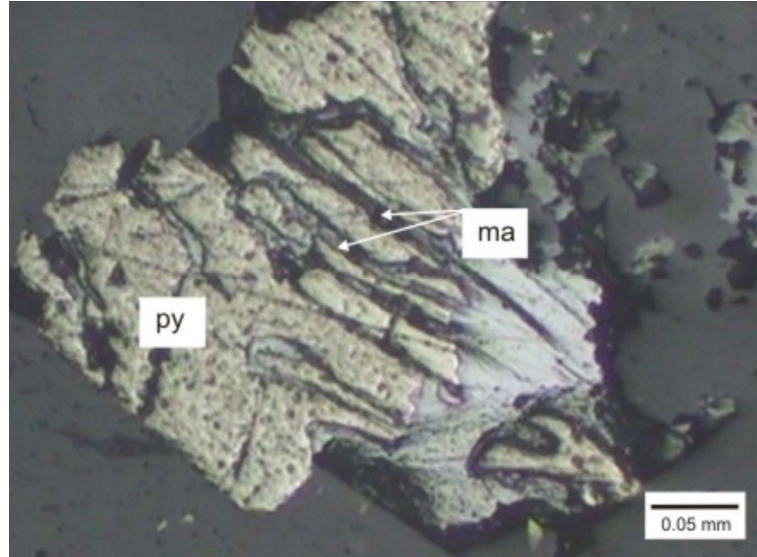


Şekil 3.13. Kalkopirit ve galenit ile birlikte gözlenen kovellinler. Örnek No: KU-17. Çekim: Parlatma, tek nikel, hava ortamı, ga: Galenit, cpy: Kalkopirit, ko: Kovellin.

Pirirtler öz şekilli ve yarı özşekilli olarak genellikle yan kayaç içinde saçınımlar şeklinde gözlenmektedir (Şekil 3.14). Yer yer kırık ve çatlaklarından itibaren markazite dönüşmüşlerdir (Şekil 3.15).



Şekil 3.14. Tüflü yankayaç içinde saçınımlar şeklinde gözlenen pirirtler. Örnek No: KU-10. Çekim: Parlatma, tek nikol, hava ortamı, gng: Gang, py: Pirit.



Şekil 3.15. Pirirtlerin kırık ve çatlaklarından itibaren markazit oluşumları. Örnek No: KU-11. Çekim: Parlatma, tek nikol, hava ortamı, py: Pirit, ma: Markazit.

4. SIVI KAPANIM İNCELEMELERİ

4.1. Örnek Seçimi ve Yöntem

Kumarlar cevherleşmesinden alınmış örneklerden, dokuz adet örnek seçilerek iki yüzü parlatılmış ince kesitleri hazırlanmıştır. Hazırlanan bu kesitlerin ancak dördündeki kuvars ve sfalerit kristallerinde çok sayıda ve değişik boyutlarda sıvı kapanımları gözlenmiş olup, diğer kesitlerdeki kristallerde ise çok az sayıda ve ölçüm yapılamıyacak kadar küçük boyutlu sıvı kapanımları gözlenmiştir.

Sıvı kapanım incelemeleri C.Ü. Jeoloji Müh. Bölümü'nde bulunan ve NIKON Labophot-Pol tipi polarizan araştırma mikroskobuna monte edilmiş LINKAM THMS-600 ve TMS 92 tipi soğutma ve ısıtma sistemleri ile yapılmış olup, örneklerde ilk erime (T_{FM}), son erime (T_{ICE}) ve homojenleşme (T_H) sıcaklığı ölçümleri belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Her üç ölçümde de hata payı ± 0.5 °C'den daha azdır.

Çizelge 4.1. Sıvı kapanım incelemeleri sırasında, birincil ve ikincil kapanımlara ait çeşitli ölçüm değerleri

Örnek No	Birincil Kapanımlar			İkincil Kapanımlar		
	T _{fm}	T _{mice}	T _h	T _{fm}	T _{mice}	T _h
Ku-46(Q)	-57	-13,1	193,6			
		-11	302,4			
		-12,9	289,3			
		-9,7	272,1			
	-55	-7	275,6			
	-54	-7,9	246,7			
			171,9			
			155,3			
	-50,5	-7,2	277,9			
	-51,5	-8,1	286,1			

Çizelge 4.1. (Devam ediyor...)

Örnek No	Birincil Kapanımlar			İkincil Kapanımlar		
	Tfm	Tmice	Th	Tfm	Tmice	Th
Ku-46(Q)	-52	-8,2	275,4			
		-7	285			
	-54	-7,9	246,7			
	-52	-8,2	231,8			
			238,5			
			202,9			
			241,9			
			317,5			
		-9,9	331,5			
	-54	-9,8	298,3			
		-10	315			
		-9,7	294,7			
		-10	294,8			
		-5,4	317,5			
			337,1			
	-52	-8,9	260,1			
		-8,6	268,5			
		-9,7	274,8			
		-17,5	277,9			
			271,5			
		-7,9	247,6			
		-8,5	254,7			
	-55	-8,6	249,7			
	-55	-13,5	207,6			
		-6,7	278,4			
	-55	-12,4	245,1			
	-55	-13,1	262,7			
		-11,8	250,1			

Çizelge 4.1. (Devam ediyor...)

Örnek No	Birincil Kapanımlar			İkincil Kapanımlar		
	Tfm	Tmice	Th	Tfm	Tmice	Th
Ku-46(Q)		-11,3	287,4			
	-55	-8,5	285,7			
	-54	-13,6	256,7			
			169,2			
			273,2			
			164,8			
Ku-46(Sph)	-55,8	-12,6	254,8		-6,8	304,7
		-11,9	253		-6,5	283,2
		-13,4	260		-5,7	284,2
		-11,3	264,6		-7,2	269,7
			247,5			274,4
	-55	-10,1	262,5			275,1
	-55	-10,7	261,8			
		-14,8	259			
		-9,5	260,7			
		-13,3	257,2			
			273,1			
	-55	-9,6	254,5			
		-9,8	246,8			
		-10,8	239,5			
	-55	-14,6	252,8			
		-9,6	230,8			
	-55	-7,5	257,8			
			225,7			
			240			
			241,9			
	-55	-13,8	296,3			

Çizelge 4.1. (Devam ediyor...)

Örnek No	Birincil Kapanımlar			İkincil Kapanımlar		
	Tfm	Tmice	Th	Tfm	Tmice	Th
Ku-46(Sph)		-8,9	287,3			
		-14,3	280,6			
		-11,1	299,2			
		-13,2	278,3			
		-9,7	279,7			
		-9	283,8			
		-12,3	293,2			
	-55	-14,4	298,8			
Ku-33 (Q)		-6,7	303,2			
		-8,1	324,5			
		-7,5	281			
		-10,1	265,9			
		-9,5	282,3			
		-9,9	292,1			
	-52	-10,7	274,5			
			266,7			
		-12,3	245,3			
		-12,9	250,9			
	-55	-9,9	272,3			
		-12,3	225,8			
	-52	-10,1	304,6			
		-19,2	294,4			
	-22,7	292,5				

Çizelge 4.1. (Devam ediyor...)

Örnek No	Birincil Kapanımlar			İkincil Kapanımlar		
	Tfm	Tmice	Th	Tfm	Tmice	Th
Ku-33 (Q)		-7,4	297,4			
		-7,3	287,8			
		-8,9	298,5			
		-9,5	291,5			
	-52	-16,7	325,2			
		-12,4	201,9			
			271,9			
			290,3			
			312,7			
		-7,4	297,4			
Ku-34 (sph)	-55	-6	278			
		-5,1	280,7			
		-8,8	272,5			
		-5,7	288,5			
		-5,6	274,3			
	-55	-9,1	204,8			
KU-34 (Q)		-11,2	220,8		-7,5	248,7
	-55	-9,8	226,4		-7,3	269,5
		-12,4	243,1		-9,9	238,4
		-17,6	245,7			204,7
			240,6			251,2

Çizelge 4.1. (Devam ediyor...)

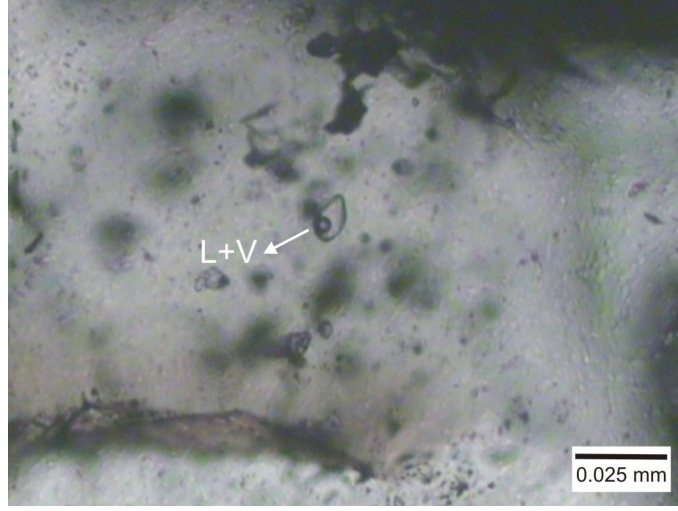
Örnek No	Birincil Kapanımlar			İkincil Kapanımlar		
	Tfm	Tmice	Th	Tfm	Tmice	Th
KU-34 (Q)			244,5			
			280,1			
			257,9			
			262,5			
			273,7			
			234,5			
			252,1			
		-14,5	266,6			
	-55	-11,5	276,5			
	-55	-16,2	265,4			
	-55	-16,3	233,7			
	-55	-9,1	248,1			
		-9,2	240,5			
	-55	-16,3	233,7			
	-55	-9,1	248,1			
		-13,3	257,8			
		-10,2	252,9			
		-9,2	240,5			
			224,1			
			260,1			
			291,4			
		225,2				

Çizelge 4.1. (Devam ediyor...)

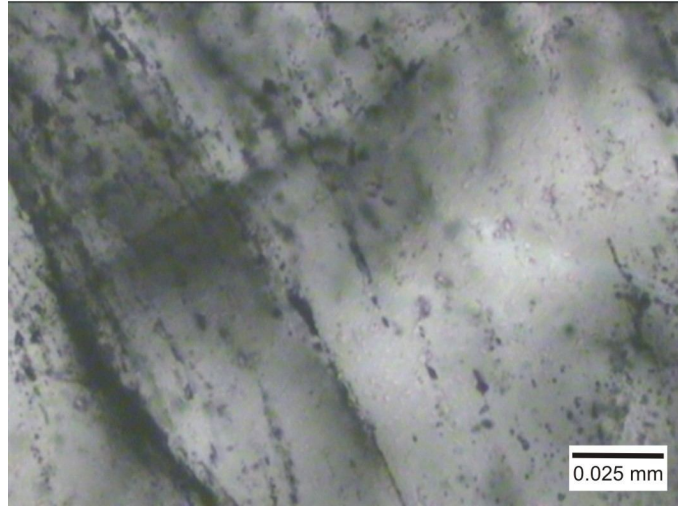
Örnek No	Birincil Kapanımlar			İkincil Kapanımlar		
	Tfm	Tmice	Th	Tfm	Tmice	Th
KU-34 (Q)		-16,8	276,2			
	-52	-12,1	302,6			
		-17,1	301,3			
		-12,5	305,9			
		-8,5	226,3			
		-16,8	276,2			
KU-18 (sph)	-55	-12,5	222,4			
	-55	-9,7	243,9			
		-9,3	197,3			
		-8,4	227,6			
			267,3			
			248,6			
			262,9			
KU-18 (Q)		-10,9	160,4			
		-10,2	156,4			
		-9,2	280,7			
			192,3			
	-55	-13,4	180,2			
		-12,3	178,8			
		-14,3	265,7			
		-8,5	280,3			
		-9,5	250,3			

4.2. Kapanımların Morfolojik Özellikleri

Kuars ve sfalerit kristalleri içindeki sıvı kapanımları birincil ve ikincil kapanımlar şeklinde ayrılmıştır. Kuvars kristalleri içindeki sıvı kapanımları, değişik boyutlarda (10 - 10 μm), değişik dış şekilli ve iki fazlı (L+V) kapanımlar şeklinde olup; sıvı faz kapanımların %80-95'ini, gaz faz ise %5-20'sini oluşturmaktadır. Birincil kapanımlar daha yaygın olup, kuvars kristalleri içinde düzensiz olarak dağılmışlardır (Şekil 4.1). İkincil kapanımlar ise kuvars kristallerini kesen çatlaklar boyunca dizilmiş olarak gözlenmektedirler (Şekil 4.2).



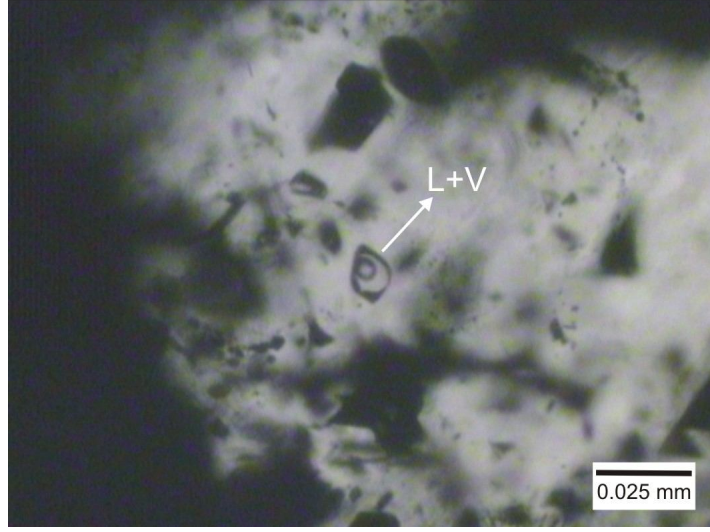
Şekil 4.1. Kuvars kristalleri içerisinde gözlenen birincil sıvı kapanımlar. Örnek No: KU-34. (Mikrofoto, tek nikol).



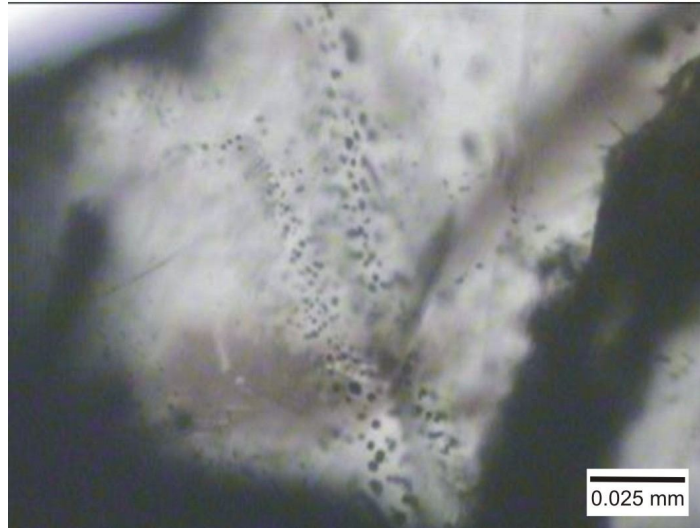
Şekil 4.2. Kuvars kristalleri içindeki çatlaklar boyunca gelişmiş ikincil sıvı kapanımlar. Örnek No: KU-34. (Mikrofoto, tek nikol).

Sfaleritler içindeki sıvı kapanımlar genellikle düzensiz dış şekilli olup iki fazlı(L+V) kapanımlardır (Şekil 4.3 ve 4.4).

Cevherleşmede gözlenen dokusal özellikler ile aşağıda açıklanacak incelemelerin sonuçları birlikte değerlendirilerek; sfaleritler içindeki birincil kapanımların sülfürlü mineralleri oluşturan hidrotermal çözeltileri, kuvars kristalleri içindeki kapanımların ise sülfürlü minerallerin oluşumundan daha sonraki evrede ortamda etkili olmuş hidrotermal çözeltileri temsil ettikleri kabul edilmiştir.



Şekil 4.3. Sfalerit içerisinde gözlenen birincil sıvı kapanımlar. Örnek No: KU-46. (Mikrofoto, tek nikol).



Şekil 4.4. Sfalerit içerisinde gözlenen ikincil sıvı kapanımlar. Örnek No: KU-46. (Mikrofoto, tek nikol).

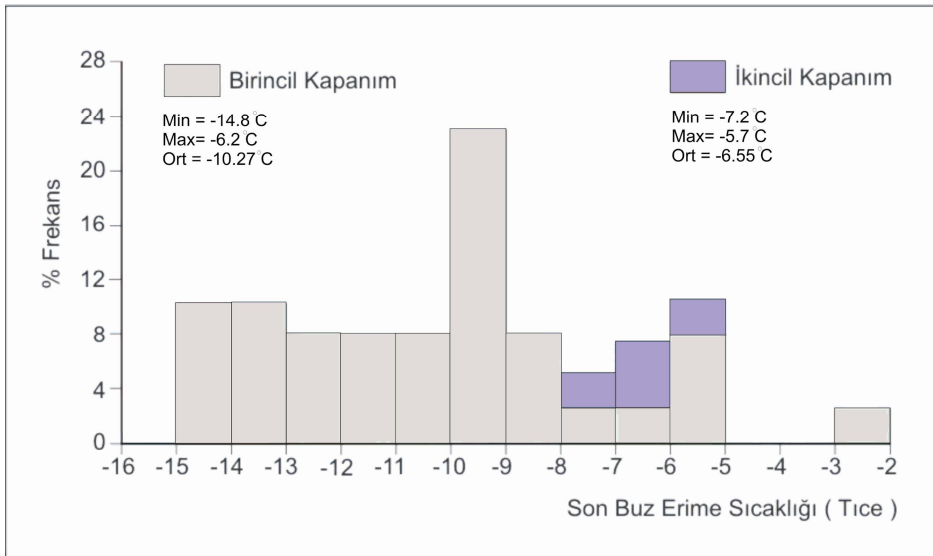
4.3. İlk Erime Sıcaklığı Ölçümleri (T_{FM})

Her iki kapanım türünde de -55.0 °C ile -52 °C arasında değişen T_{FM} değerleri ölçülmüştür. Ölçülen bu sıcaklık değerleri, çeşitli su-tuz sistemlerinin öteklilik sıcaklıkları ile karşılaştırıldıklarında, çözelti içinde NaCl, CaCl₂ ve MgCl₂ gibi tuzların bulunduğu işaret etmektedir (H₂O - NaCl - CaCl₂ sistemi için ötektik sıcaklık; -55.0 veya -52.0 °C, H₂O - MgCl₂ - CaCl₂ sistemi için ötektik sıcaklık ; -52.2 °C ; Shepherd ve diğ.'den, 1985). Çözelti içinde CaCl₂ ve MgCl₂ 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_{ICE})

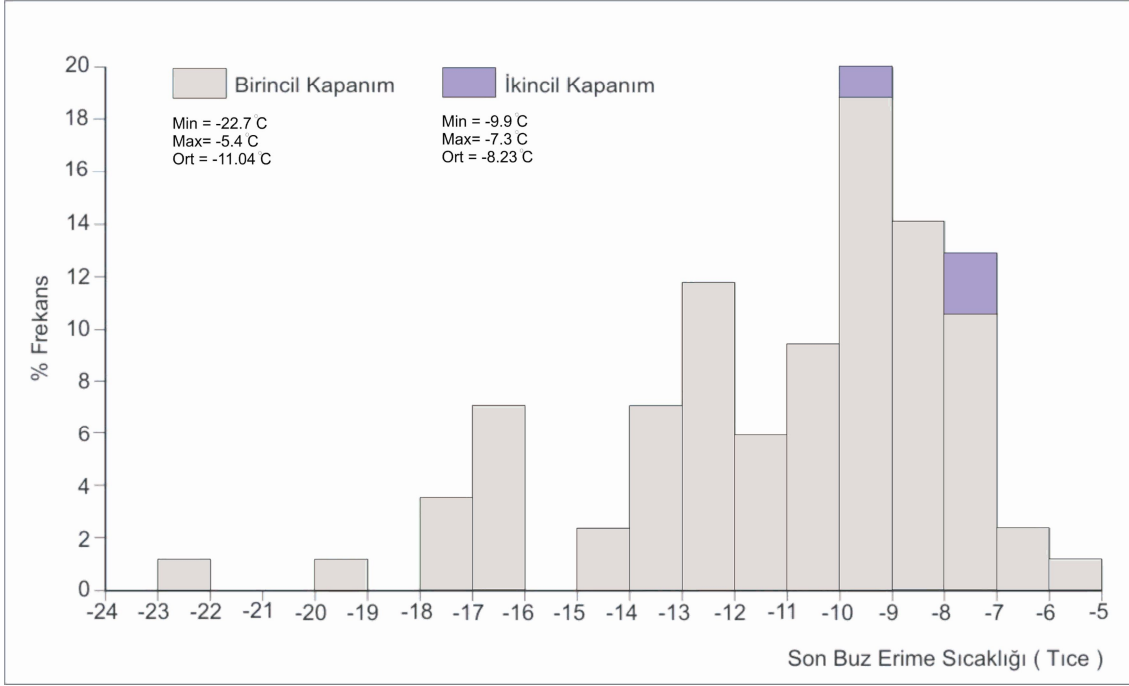
Birincil ve ikincil kapanımlarda ölçülen T_{ICE} değerlerinin istatistiksel dağılım grafikleri Şekil 4.5 ve 4.6' da görülmektedir.

Sfaleritlerdeki birincil kapanımlarda ölçülen T_{ICE} değerleri -14.8 ile -2.8 °C arasında ikincil kapanımlarda ise -7.2 ile -5.7 °C arasında değişmekte olup, belirtilen sınır değerleri için tuzluluklarının (% NaCl eşdeğeri) Bodnar (1993)'e göre birincil kapanımlarda % 15.8 ile % 9.5 aralığında (n=35); ikincil kapanımlarda ise %11.1 ile 9.1 değiştiği belirlenmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4. 5. Sfaleritlerde birincil ve ikincil kapanımlara ait son buz erime sıcaklığı (T_{ICE}) değerlerinin istatistiksel dağılım grafiği.

T_{ICE} değerleri, kuvars kristalleri içindeki birincil kapanımlarda -22.7°C ile -5.4°C arasında, ikincil kapanımlarda ise; -9.9°C ile -7.3°C arasında değişmektedir (Şekil 4.6). Bodnar (1993) tarafından geliştirilmiş eşitlik yardımıyla belirtilen sınır değerleri için tuzluluk (% NaCl eşdeğeri) değerleri hesaplanmış olup birincil kapanımlarda tuzluluğun % 10.11 ile 18.47 aralığında ($n = 37$), ikincil kapanımlarda ise; % 10.86 ile 13.83 aralığında (Ort = % 10.86, $n = 2$) değiştiği belirlenmiştir.

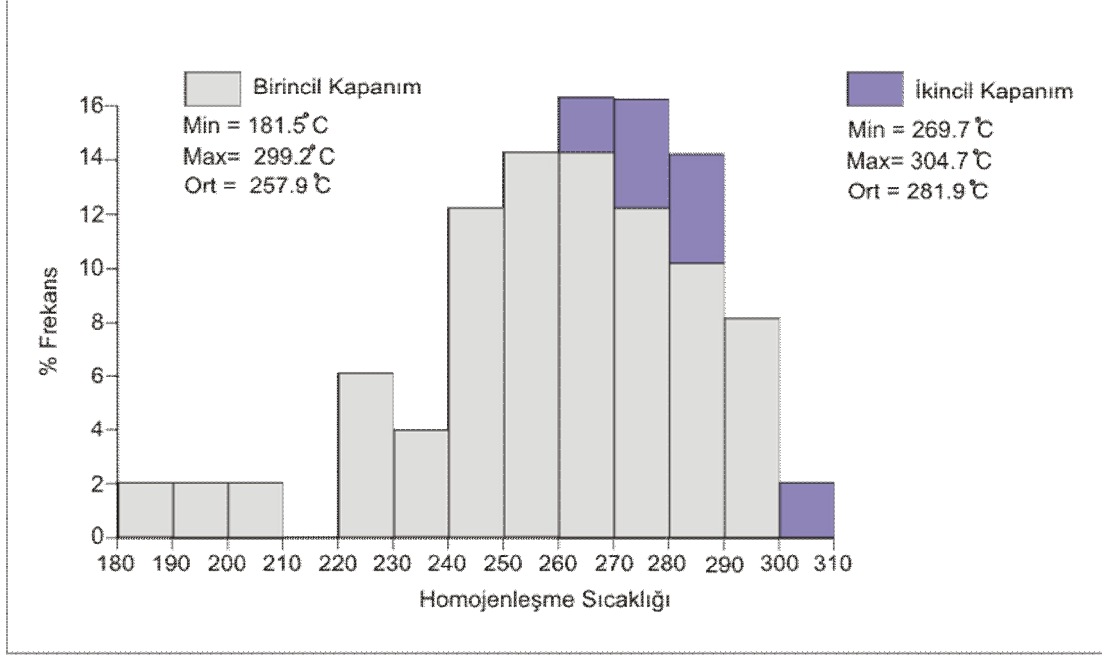


Şekil 4. 6. Kuvarslarda birincil ve ikincil kapanımlara ait son buz erime sıcaklığı (T_{ICE}) değerlerinin istatistiksel dağılım grafiği.

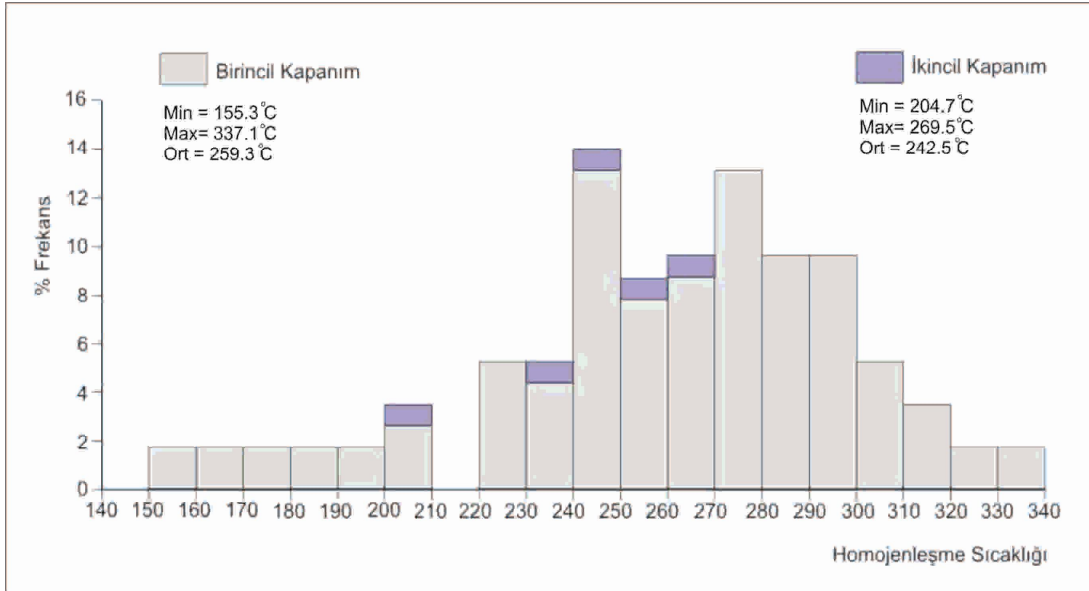
4.5. Homojenleşme Sıcaklığı Ölçümleri (T_H)

Sfaleritlerdeki birincil kapanımlara ait T_H değerleri 181.5 ile 299.2 °C ($n = 43$, Ort. = 257.9 °C) arasında değişirken, ikincil kapanımlarda ise 269.7 ile 304.7 °C arasında değişmektedir ($n = 6$, Ort. = 281.9 °C) (Şekil 4.7).

Kuvars kristalleri içindeki birincil kapanımlarda ölçülen T_H değerleri 155.3 ile 337.1 °C (n= 109, Ort.= 259.3 °C) arasında değişirken ikincil kapanımlarda ise 204.7 ile 269.5 °C (n= 5, Ort.= 242.5 °C) arasındadır (Şekil 4.8).



Şekil 4.7. Sferitlerdeki birincil ve ikincil kapanımlarda homojenleşme sıcaklığı (T_H) değerlerinin istatistiksel dağılım grafiği.



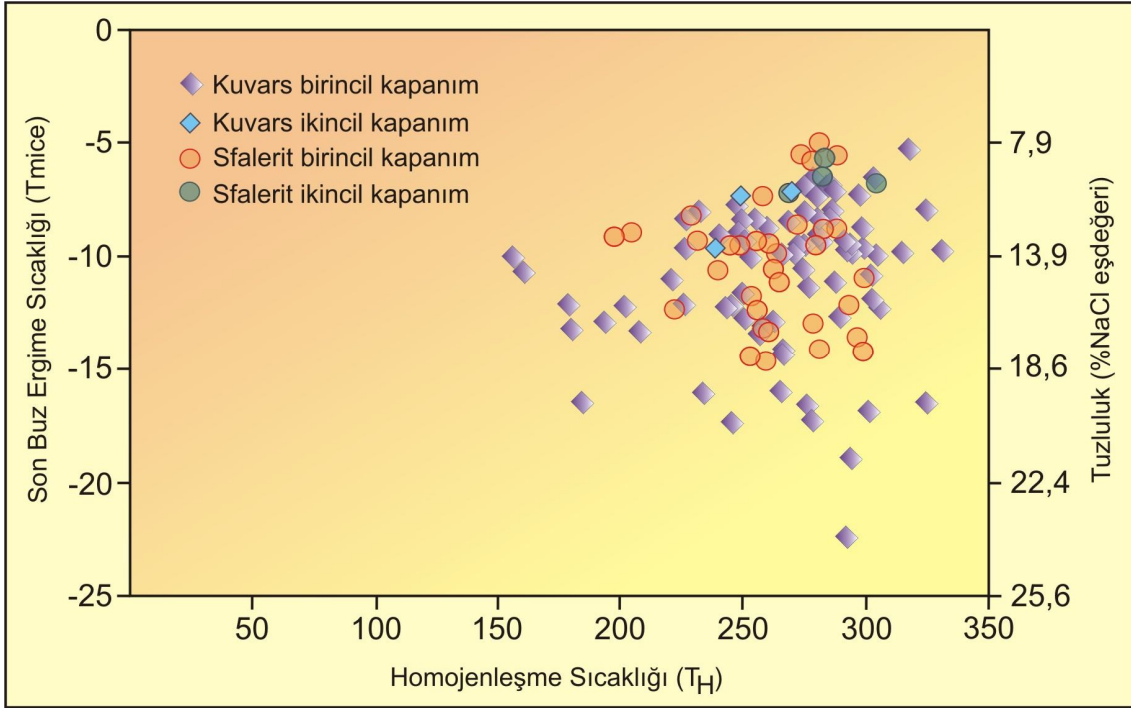
Şekil 4.8. Kuvarlardaki birincil ve ikincil kapanımlarda homojenleşme sıcaklığı (T_H) değerlerinin istatistiksel dağılım grafiği.

Homojenleşme sıcaklığı değerleri, mineral oluşturucu hidrotermal çözeltilerin ve/veya minerallerin oluşum sıcaklığı hakkında bilgi vermekte olup, ölçülen değerlerden;

sfaleritlerin oluşumu sırasında çözeltilerin sıcaklıklarının 181.5 ile 299.2 °C aralığında, kuvarsların oluşumu sırasında ise 155.3 ile 337.1 °C aralığında olduğu anlaşılmaktadır.

4.6. Tuzluluk ve Homojenleşme Sıcaklığı İlişkisi

Birincil ve ikincil kapanımlarda son buz ergime sıcaklığı, tuzluluk ve homojenleşme sıcaklığı ilişkisi incelendiğinde; homojenleşme sıcaklığı çok düşük olan birkaç birincil kapanım dışında birincil ve ikincil kapanımların dağılım alanlarının büyük ölçüde örtüştükleri görülmekte (Şekil 4.9) 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 4.9. Sıvı kapanımların son buz ergime, tuzluluk ve homojenleşme sıcaklığı diyagramındaki dağılımı (T_{ice} ve T_H değerlerinin birlikte ölçülebildiği kapanımlar kullanılabilmektedir)

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 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 galenit mineral ayırımları, 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 yönteme göre; minerallerin kükürt içeriğine bağlı olarak yeterli miktarda (galenit gibi az S içeren örneklerden 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 $\% \delta^{34}\text{S}_{\text{VCDT}}$ değerleri şeklinde ifade edilmektedir. Sülfürlü mineraller için hata payının $\pm 0.1 \%$ 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	$\delta^{34}\text{S} \text{‰ (VCDT)}$
KU-2	Galenit	-10,41
KU-9	Galenit	-7,48
KU-10	Galenit	-7,52
KU-11	Galenit	-7,30
KU-12	Galenit	-7,29
KU-18	Galenit	-7,97
KU-23	Galenit	-7,44
KU-24	Galenit	-7,39
KU-31	Galenit	-6,28
KU-32	Galenit	-6,58

5.2. Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi

İnceleme alanından alınan cevher örneklerindeki sülfürlü minerallerin bileşiminde bulunan kükürtün izotopsal bileşimi galenitlerde ($\delta^{34}\text{S}_{\text{VCDT}}$) ‰ -6,28 ile 10,41 (n = 10, ort = -7.6) arasında değişmektedir (Çizelge 5.1).

T= 257,9 °C için galenitlere ait değerlerden yararlanılarak, hidrotermal çözeltilerdeki $\text{H}_2\text{S}'$ in izotopsal bileşiminin ‰ 4,05 ile 8,18 aralığında olduğu görülmektedir. Analiz edilen sülfürlü minerallerin ve çözelti içindeki $\text{H}_2\text{S}'$ in tahmini $\delta^{34}\text{S}$ değerleri galenitlerin bileşiminde bulunan kükürtün hidrotermal çözeltilerde hakim kükürt türevi olan SO_4' ün bileşiminde bulunan kükürtten inorganik veya bakteriyel süreçlerle ayrılmış kükürt olabileceğini düşündürmektedir.

Kumarlar kurşun-çinko cevherleşmesinde belirlenmiş $\delta^{34}\text{S}$ değerleri, daha önce Bozkaya (2001) ve Bozkaya ve Gökçe (2001) ve Bozkaya (2002) tarafından Kuru, Balcılar ve Arapuçandere Cu-Pb-Zn yataklarında belirlenmiş değerlere benzemekte olup bu yataklarda da kükürtün deniz suyundaki sülfattan veya sedimanlar içindeki sülfatlı minerallerdeki sülfatın çözünerek indirgenmesi sonucu üretildiği belirlenmiştir.

6. SONUÇLAR

Kumarlar kurşun-çinko cevherleşmesi, Biga Yarımadasının kuzey kesiminde değişik yerlerde gözlenen çok sayıdaki kurşun-çinko cevherleşmelerinden birisi olup, günümüzde işletilmemektedir.

Cevherleşmelerin yakın çevresinde Oligo-Miyosen yaşlı piroklastik kayalar yüzeylenmekte olup; cevher damarları tüflerin KG doğrultulu çatlakları boyunca konumlanmıştır. Bu nedenle oluşumun yaşları Oligo-Miyosenden daha genç olmalıdır. Damarların kalınlıkları 2-10 cm arasında değişmektedir. Makroskopik olarak cevher damarlarında galenit hakim (% 95 kadar) olup az miktarda kuvars (% 5 kadar) izlenmektedir.

Cevher örneklerinden hazırlanmış incekesit ve parlatma bloklarından galenit ve sfaleritin hakim mineraller oldukları; kuvars, pirit, kalkopirit, kovellin ve markazit gibi minerallerin ise az miktarda bileşime katıldıkları görülmüştür. Bu minerallerden galenit, sfalerit, kalkopirit, pirit, fahlerz, markazit ve kovellin gibi cevher mineralleri erken evreyi temsil etmektedirler. Kuvarslar ise boşluklarda ikinci bir evrede oluşmuşlardır.

Sıvı kapanım incelemeleri sırasında sfalerit ve 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 (-55.5 ile -52 °C aralığında) yardımıyla hidrotermal çözeltiler içinde NaCl, CaCl₂ ve MgCl₂ gibi tuzların bulunduğuna işaret etmektedir.

T_{ICE} değerleri; sfaleritlerdeki birincil kapanımlarda -14.8 ile -2.8°C arasında ikincil kapanımlarda ise -7.2 ile -5.7 °C arasında değişmekte olup, belirtilen sınır değerleri için tuzluluklarının (% NaCl eşdeğeri) Bodnar (1993)'e göre birincil kapanımlarda % 9.5 ile % 15.8 aralığında (n=35); ikincil kapanımlarda ise %9.1 ile 11.1 değiştiği belirlenmiştir. Kuvars kristalleri içindeki birincil kapanımlarda -22.7°C ile -5.4°C arasında, ikincil kapanımlarda ise; -9.9°C ile -7.3°C arasında değişmektedir. Bodnar (1993) tarafından geliştirilmiş eşitlik yardımıyla belirtilen sınır değerleri için tuzluluk (% NaCl eşdeğeri) değerleri hesaplanmış olup birincil kapanımlarda tuzluluğun % 10.11 ile 18.47 aralığında, ikincil kapanımlarda ise; % 10.86 ile 13.83 aralığında değiştiği belirlenmiştir.

Homojenleşme sıcaklığı değerleri, mineral oluşturuvcu hidrotermal çözeltilerin ve/veya minerallerin oluşum sıcaklığı hakkında bilgi vermekte olup, ölçülen değerlerden; sfaleritlerin oluşumu sırasında çözeltilerin sıcaklıklarının 181.5 ile 299.5 °C aralığında, kuvarsların oluşumu sırasında ise 155.3 ile 337.1 °C aralığında olduğu anlaşılmaktadır.

Kükürt izotopları jeokimyası incelemelerinden elde edilen değerler; galenitlerde ($\delta^{34}\text{S}_{\text{VCDT}}$) ‰ -6,28 ile 10,41 (n = 10, ort = -7.6) arasında değişmekte olup, bu değerlerden yararlanılarak, hidrotermal çözeltilerdeki H_2S ' in izotopsal bileşiminin ‰ -4,05 ile 8,18 aralığında olduğu görülmektedir. Bu durum sülfürlü minerallerin ve çözelti içindeki H_2S ' in tahmini $\delta^{34}\text{S}$ değerlerinden galenitlerin bileşiminde bulunan kükürtün hidrotermal çözeltilerde hakim kükürt türevi olan SO_4^{2-} ün bileşiminde bulunan kükürtten inorganik veya bakteriyel süreçlerle ayrılmış kükürt olabileceğini düşündürmektedir.

Sonuç olarak yöredeki cevherleşmelerin; fay zonları boyunca oluşmuş damar tipi cevherleşmeler olabileceği, cevher minerali olarak galenit ve sfalerit, pirit, kalkopirit, kovellin ve markazit gang minerali olarak ise kuvars içerdikleri, sıcaklıkları 181.5 ile 337.1 °C aralığında değişen hidrotermal çözeltilerle oluşturuldukları söylenebilir.

7. KAYNAKLAR

- Alpan, T., 1968. Kuru-Balcılar (Çanakkale) köyleri civarının jeoloji etüdü. M.T.A. Raporu, No: 6840, 28 s.
- Andiç, T. ve Kayhan, F., 1997. Çanakkale-Lapseki yöresinin genel jeokimyasal etüt raporu. M.T.A. Raporu, No: 10059.
- Bodnar, R.J., 1993. Revised equation and table for determining the freezing point depression of H₂O-NaCl solutions. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 57, 683-684.
- Borsi, S., Ferrara, C., Innocenti, F. ve Mazzuoli, R., 1972. Geochronology and petrology of recent volcanics of Eastern aegean Sea: *Bull. Volc.*, 36, 473-496.
- Bozkaya, G., 2001. Kuru (Çanakkale) baritli kurşun-çinko yataklarının jeolojisi Doktora Tezi. Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 126s.
- Bozkaya, G., Gökçe, A., 2001. Kuru (Çanakkale) Pb-Zn yataklarının jeolojisi, cevher mikroskopisi ve sıvı kapanım özellikleri. Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi Seri A-Yerbilimleri. 18,1.55-70.
- Bozkaya G, Gökçe A (2002) Major, trace and rare earth elements geochemistry of the Kuru (Çanakkale) lead- zinc deposits. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 45, 1-17.
- Dayal, A., 1984. Yenice (Çanakkale) granitinin petrografisi ve buna bağlı cevherleşmeler: Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir (yayınlanmamış).
- Diñer, H., 1958. Çanakkale vilayeti Lapseki kazası Umurbey nahiyesi civarındaki barit cevherleşmeleri. M.T.A. Raporu.
- Ercan, T. ve Türkecan, A., 1984. Batı Anadolu, Ege adaları, Yunanistan ve Bulgaristan'daki plütonların gözden geçirilişi: T.J.K. Ketin Sempozyumu Kitabı, 189-208.
- Ercan, T., Satır, M., Stemitz, G., Dora, A., Sarıfakıoğlu, E., Adıs, C., Walter, H. ve Yıldırım, T., 1995. Biga Yarımadası ile Gökçeada, Bozcaada ve Tavşan adalarındaki (KB Anadolu) Tersiyer volkanizmasının özellikleri. M.T.A. Dergisi, 117, 55-86.
- Folk, R.L., 1968. Petrology of sedimentary Rocks. Hemphill's, Austin-Texas, 170 pp.
- Fytikas, M., Giuliani, O., Innocenti, F., Marinelli, G. ve Mazzuoli, R., 1976. Geochronological data on recent magmatism of the Aegen Sea, *Tectonophysics*, 31, 29-34.
- Gjelsvik, T., 1956. Türkiye'nin batısında Biga yarımadası bölgesinde Alpin volkanizmaya bağlı maden yatakları üzerinde aramalar. M.T.A. Raporu No: 2480.

- Holmes, A.W., 1966. 1. Bölge Trakya'nın jeolojik etüdü ve stratigrafisi: T.P.A.O. Arama Grubu Raporu, No: 368.
- Kopp, K.O., 1964. Geologie thrakiens II; Die inseln und der chersone:: N.Jb. Geol. Pale. Abh., 119,172-214.
- Krushensky, R.D., 1976. Neogene calc-alkaline extrusive and intrusive rocks of the Karalar-Yeşiller area, Northwest Anatolia. Bull.Volc., 40, 336-360.
- Okay, A.İ., Siyako, M. ve Bürkan, K.A., 1990. Biga yarımadasının jeolojisi ve tektonik evrimi. T.P.J.D. Bülteni, 2/1, 83-121.
- Önem, S., 1974. Gelibolu yarımadası ve Çanakkale dolaylarının jeolojisi. T.P.A.O. Arama Grubu Raporu, No: 877.
- Saltık, O., 1974. Şarköy-Mürefte sahaları jeolojisi ve petrol olanakları. T.P.A.O. Arama Grubu Raporu, No: 879.
- Sfondrini, G., 1961., Surface geological report on Ar/TPAO/1/538 and 537. T.P.A.O. Arama Grubu, Rapor No: 1429.
- Shepperd, T.J., Ranklin, A.H. ve Alderton, D.H.M., 1985. A practical guide to fluid inclusion studies. Glasgow, Blackie, 239 p.
- Schmid, R., 1981. Descriptive nomenclature and classification of pyroclastic deposits and fragments: Recommendations of the IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks, Geology, 9, 41-43.
- Siyako, M, Bürkan, K.A. ve Okay, A.İ., 1989. Biga ve Gelibolu yarımadalarının Tersiyer jeolojisi ve hidrokarbon olanakları. T.P.J.D. Bülteni, 1/3, 183-199.
- Sümengen, M., Terlemez, İ., Şentürk, K. ve Karaköse, C., 1987. Gelibolu yarımadası ve güneybatı Trakya havzasının stratigrafisi, sedimentolojisi ve tektoniği. M.T.A. Raporu.
- Ünal, O., 1967. Trakya jeolojisi ve petrol imkanları. T.P.A.O. Arama Grubu Raporu, No: 391.
- Yanagiya, K. ve Sato, J., 1989. Report on the mineral exploration in the Çanakkale area Republic of Turkey. M.T.A. Raporu, No: 8999. Phase I-II. 132 p.
- Zimmerman, J. L., Saupe, F., Öngen, S. & Anıl, M. 1989: Oligocene-Miocene K-Ar ages of the quartz-monzonite stocks from Nevruz-Çakıroba (Yenice, Çanakkale,

Northwest Turkey), Fifth Meeting of the European Union Geosciences (EUG V),
Terra Cognita, 354-355.

