

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HARPUT (ELAZIĞ)'IN KUZEYİNDEKİ ELAZIĞ MAGMATİTLERİ
İLE İLİŞKİLİ Cu-Pb-Zn CEVHERLEŞMELERİNDE SIVI KAPANIM
ÇALIŞMALARI**

Sumru KİŞMAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Leyla KALENDER

ELAZIĞ
2007

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HARPUT (ELAZIĞ)'IN KUZEYİNDEKİ ELAZIĞ MAGMATİTLERİ
İLE İLİŞKİLİ Cu-Pb-Zn CEVHERLEŞMELERİNDE SIVI KAPANIM
ÇALIŞMALARI**

Sumru KİŞMAN

Tez Yöneticisi
Yrd. Doç. Dr. Leyla Kalender

YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ELAZIĞ, 2007

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HARPUT (ELAZIĞ)’IN KUZEYİNDEKİ ELAZIĞ MAGMATİTLERİ İLE
İLİŞKİLİ Cu-Pb-Zn CEVHERLEŞMELERİNDE SIVI KAPANIM ÇALIŞMALARI**

Sumru KİŞMAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez,/...../..... tarihinde aşağıda belirtilen jüri tarafından
oybirliği/oyçokluğu ile başarılı/başarısız olarak değerlendirilmiştir.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Leyla KALENDER

Üye : Prof. Dr. Ahmet SAĞIROĞLU

Üye : Doç. Dr. Cemal BÖLÜCEK

Üye.....:

Üye :

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun/...../.....tarih
ve.....Sayılı kararıyla onaylanmıştır.

TEŞEKKÜR

‘Harput (Elazığ)’ın Kuzeyindeki Elazığ Magmatitleri ile İlişkili Cu-Pb-Zn Cevherleşmelerinde Sıvı Kapanım Çalışmaları’ başlıklı bu çalışma, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Maden Yatakları-Jeokimya bilim dalında 2004-2007 yılları arasında yüksek lisans tez çalışması olarak hazırlanmıştır.

Bu tez çalışmasının hazırlanmasında değerli katkı ve önerileri ile beni yönlendiren danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Leyla KALENDER’e içtenlikle teşekkür ederim.

Yine bu çalışmanın her aşamasında değerli yardım ve katkılarını esirgemeyen ve yapıcı ve olumlu eleştirileriyle beni yönlendiren anabilim dalı başkanımız Sayın Prof. Dr. Ahmet SAĞIROĞLU’na teşekkür ederim.

Çalışmalarım esnasında bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen, her türlü yardıma içtenlikle karşılık veren sevgili arkadaşım Jeoloji Yüksek Mühendisi Güllü KIRAT’a, maddi ve manevi destekleri ile her zaman yanımda olan sevgili aileme teşekkür ederim.

İnce ve parlak kesitlerin hazırlanması sırasındaki yardımlarından dolayı bölümümüz ince kesit teknisyeni Fuat İSTEK’e teşekkür ederim.

Bu çalışma, Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (FÜBAP) Birimi tarafından 1160 nolu proje kapsamında desteklenmiştir. Verilen destekten dolayı F.Ü.Rektörlüğü’ne ve FÜBAP’a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
İÇİNDEKİLER.....	I
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	III
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	VI
ÖZET.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	1
1.2. Çalışmanın Yöntemi.....	1
1.3. Coğrafi Konum.....	2
1.4. Önceki Çalışmalar.....	4
2. GENEL JEOLJİ.....	9
2.1. Elazığ Magmatitleri.....	9
2.1.1. Tanım.....	12
2.1.2. Dağılım ve Konum.....	13
2.1.3. Litoloji.....	13
2.1.4. Yaş ve Ortamsal Yorum.....	15
2.2. Kırkeçit Formasyonu.....	17
2.3. Karabakır Formasyonu.....	18
3. PETROGRAFİ	19
3.1. Granit.....	19
3.2. Tonalit.....	29
3.3. Lamprofir.....	31
3.4. Diyorit.....	32
4. CEVHERLEŞMELER.....	34
4.1. Spekülerit Cevherleşmeleri.....	43
4.2. Pirit ve Kalkopirit Cevherleşmeleri.....	45
4.3. Bakır Damarları.....	47
5. SIVI KAPANIMLARI.....	49
5.1. Materyal ve Metod.....	49
5.2. Sıvı Kapanımlarının Morfolojik Özellikleri.....	50

5.3. Mikrotermometrik Ölçümler.....	54
6. TARTIŞMA.....	78
7. MODELLEME.....	81
8. KÖKEN.....	81
9. SONUÇLAR.....	82
10. KAYNAKLAR.....	83
11. ÖZGEÇMİŞ.....	89

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No

Sayfa No

Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.....	3
Şekil 2: İnceleme alanının jeoloji haritası.....	10
Şekil 3: Arazide kahverengimsi-sarımsı renklerde gözlenen silisleşme ve oksitlenme alterasyonlarının görünümü.....	11
Şekil 4: Arazide gözlenen alterasyonlar.....	11
Şekil 5: Magmatik kayaçlarla ilişkili kırıklı-çatlaklı kuvars damarları.....	14
Şekil 6: Magmatik kayaçlarla ilişkili kuvars damarlarından örnekler.....	15
Şekil 7: Magmatik kayaçlar ve cevherleşmelerle ilişkili kuvars damarlarından bir örnek.....	20
Şekil 8: Magmatik kayaçlarla ilişkili kuvars damarları	20
Şekil 9: Kuvars mineralleri ve opak mineraller içeren granit örneğinin mikroskoptaki görünümü.....	21
Şekil 10: Dalgalı sönme gösteren kuvarsların mikroskoptaki görünümü.....	22
Şekil 11: Granit kayacı içerisinde zonlu yapı gösteren plajiyoklasların mikroskoptaki görünümü.....	22
Şekil 12: Granit kayacı içerisinde zonlu yapı gösteren plajiyoklasların mikroskoptaki görünümü.....	23
Şekil 13: Granitlerin alterasyonu sonucu oluşan karbonatlaşmanın mikroskoptaki görünümü.....	24
Şekil 14: Plajiyoklasların alterasyon ürünü olan serizitleşmelerin mikroskopta görünümü.....	24
Şekil 15: Kuvars damarlarında görülen biyotit porfirlerinin mikroskopta görünümü.....	25
Şekil 16: Arazide makroskobik olarak görülen kuvars damarlarındaki biyotit porfirler.....	25
Şekil 17: Granit minerali içerisindeki biyotit mineralinin mikroskopta görünümü.....	26
Şekil 18: Granit içerisindeki biyotit mineralinin mikroskopta görünümü	26
Şekil 19: Granit içerisindeki opak minerallerin mikroskopta görünümü.....	27
Şekil 20: Granitler içerisindeki opak minerallerin mikroskopta görünümü	27
Şekil 21: Granitler içerisindeki opak minerallerin mikroskopta görünümü	28
Şekil 22 : Granitler içerisindeki opak minerallerin mikroskopta görünümü	28
Şekil 23: Serizitler içerisindeki ikincil cevher minerallerinin mikroskopta görünümü.....	29

Şekil 24: Tonalit örneğinin mikroskopta görünümü	30
Şekil 25: Tonalit içerisindeki zonlu yapıdaki plajiyoklasların mikroskopta görünümü	30
Şekil 26: Lamprofir damar kayacının mikroskopta görünümü	32
Şekil 27: Lamprofir damar kayacının mikroskopta görünümü	32
Şekil 28: Arazide gözlenen alterasyonlar.....	34
Şekil 29: Arazide görülen alterasyonlar.....	35
Şekil 30: Arazide görülen alterasyonlar.....	35
Şekil 31: Kuvars damarından bir örnek.....	36
Şekil 32: Spekülarit ve kalkopirit minerallerinin mikroskopta görünümü.....	37
Şekil 33: Spekülarit ve kalkopirit minerallerinin mikroskopta görünümü	37
Şekil 34: Spekülarit mineralinde ışınsal yapıların mikroskopta görünümü.....	38
Şekil 35: Magmatik kayalarla ilişkili spekülarit ve kalkopirit minerallerinin mikroskopta görünümü.....	38
Şekil 36: Magmatik kayalar içerisinde görülen spekülarit minerallerinin mikroskopta görünümü	39
Şekil 37: Magmatik kayalar içerisinde saçınımlı cevher ve kuvars kristallerinin mikroskopta görünümü	39
Şekil 38: Kalkopirit mineralinin mikroskopta görünümü	40
Şekil 39: Kuvars ve kalkopirit mineralinin mikroskopta görünümü	40
Şekil 40: Spekülarit mineralinde ışınsal yapıların mikroskopta görünümü	43
Şekil 41: Spekülarit mineralinin mikroskopta görünümü	44
Şekil 42: Tetrahedrit-tennantit-kalkopirit üçlüsünün mikroskopta görünümü	45
Şekil 43: Pirit cevher mineralinin mikroskopta görünümü	46
Şekil 44: Pirit, Kalkopirit, Kovellin-Kalkozin minerallerinin mikroskopta görünümü	46
Şekil 45: Pirit, kalkopirit, spekülaritlerin mikroskopta görünümü	47
Şekil 46: Kuvars ve kalkopirit mineralinin mikroskopta görünümü	48
Şekil 47: Kuvars, kalkopirit ve kovellin minerallerinin mikroskopta görünümü	49
Şekil 48: Birincil (Tip I; gaz) ve ikincil sıvı kapanım örneklerinin mikroskopta görünümü ...	51
Şekil 49: Tip II (sıvı+gaz) sıvı kapanım örneklerinin mikroskopta görünümü	51
Şekil 50: Birincil (Tip II; Sıvı+gaz) ve ikincil kökenli dağılımların mikroskopta görünümü .	52
Şekil 51: Tip II (Sıvı +gaz) sıvı kapanımlarından örneklerin mikroskopta görünümü	52
Şekil 52: Tip IV (Sıvı+gaz+katı) sıvı kapanımların mikroskopta görünümü	53
Şekil 53: Birincil (Tip II) kökenli kapanımların mikroskopta görünümü	53

Şekil 54: Birincil (Tip II) kökenli kapanımların mikroskopta görünümü	55
Şekil 55: Birincil (Tip IV;sıvı+gaz+katı) ve ikincil kökenli kapanımların mikroskopta görünümü.....	56
Şekil 56: Birincil (Tip II; sıvı+gaz) ve ikincil kökenli kapanımların mikroskopta görünümü...57	
Şekil 57: Birincil (Tip II; sıvı+gaz) kökenli kapanımların mikroskopta görünümü	57
Şekil 58: Birincil kökenli (Tip II ve Tip I) kapanımların mikroskopta görünümü	58
Şekil 59: Birincil (Tip IV) ve ikincil kökenli kapanımların mikroskopta görünümü	58
Şekil 60: Birincil (Tip II ve IV) kökenli kapanımların mikroskopta görünümü	59
Şekil 61: Birincil (Tip II) ve ikincil kökenli kapanımların mikroskopta görünümü	60
Şekil 62: Birincil (Tip II) kökenli kapanımların mikroskopta görünümü	61
Şekil 63: Birincil (Tip II) kökenli kapanımların mikroskopta görünümü	62
Şekil 64: Birincil (Tip II) kökenli kapanımların mikroskopta görünümü	63
Şekil 65: Birincil (Tip II) kökenli kapanımların mikroskopta görünümü.....	63
Şekil 66: Birincil (Tip I ve Tip II) kökenli kapanımların mikroskopta görünümü	64
Şekil 67: Birincil (Tip II) kökenli kapanımların mikroskopta görünümü	66
Şekil 68: Birincil (Tip I ve Tip II) ve ikincil kökenli kapanımların mikroskopta görünümü ..	66
Şekil 69: Birincil (Tip I ve Tip II) ve ikincil kökenli kapanımların mikroskopta görünümü... 67	
Şekil 70: Birincil (Tip II) kökenli kapanımların mikroskopta görünümü.....	67
Şekil 71: Birincil (Tip I ve Tip II) kökenli kapanımların mikroskopta görünümü	68
Şekil 72: Birincil (Tip I) ve ikincil kökenli kapanımların mikroskopta görünümü	68
Şekil 73: Birincil (Tip I; Tip II; Tip IV) kökenli ve ikincil kökenli kapanımların mikroskopta görünümü	69
Şekil 74: Birincil (Tip I ve Tip II) kökenli kapanımlar ve ikincil kökenli kapanımların mikroskopta görünümü.....	69
Şekil 75: Birincil (Tip II) kökenli kapanımların mikroskopta görünümü	70
Şekil 76: Birincil (Tip I ve Tip II) kökenli kapanımların mikroskopta görünümü	70
Şekil 77: Birincil (Tip II) kökenli kapanımların mikroskopta görünümü	71
Şekil 78: Birincil (Tip II) kökenli kapanımların mikroskopta görünümü	71
Şekil 79: Birincil (Tip II) kökenli kapanımların mikroskopta görünümü	72
Şekil 80: Birincil (Tip I ve Tip II) kökenli kapanımların mikroskopta görünümü	73
Şekil 81: Birincil (Tip I veTip II) kökenli kapanımların mikroskopta görünümü	74
Şekil 82: Birincil (Tip I veTip II) kökenli kapanımların mikroskopta görünümü	74

Şekil 83: Birincil (Tip I veTip II) kökenli ve ikincil kökenli kapanımların mikroskopta görünümü	75
Şekil 84: Birincil (Tip I veTip II) kökenli ve ikincil kökenli kapanımların mikroskopta görünümü	76
Şekil 85: Birincil (Tip I veTip II) kökenli ve ikincil kökenli kapanımlar.....	76
Şekil 86: Birincil (Tip I veTip II) kökenli ve ikincil kökenli kapanımlar.....	77

KISALTMALAR VE SİMGELER

ICP: Inductively Coupled Plasma

ICP-MS: Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry

SEM-CL: Scanning Electron Microscope Cathodoluminescent

MTA: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü

REE (NTE): Nadir Toprak Elementleri

Q: Kuvars

Qd: Kuvars Damarı

Plj:Plajiyoklas

Amf: Amfibol

Bio: Biyotit

Op:Opak Mineral

sp: Spekülarit

cpy. Kalkopirit

py: Pirit

th: Tetrahedrit

tn: Tennanit

co: Kovellin

cs: Kalkozin

T.N: Tek Nikol

Ç.N: Çift Nikol

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

HARPUT (ELAZIĞ)’IN KUZEYİNDE ELAZIĞ MAGATİTLERİ İLE İLİŞKİLİ Cu-Pb-Zn CEVHERLEŞMELERİNDE SIVI KAPANIM ÇALIŞMALARI

Sumru KİŞMAN

Fırat Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

2007, Sayfa: VIII+89

Kızıldağ-Köprücük Cu-Pb-Zn cevherleşmeleri Türkiye’nin doğusunda Harput’un kuzeyinde yer almaktadır. Bu tez cevherleşmelerle ilişkili kuvars damarlarındaki kuvarslarda sıvı kapanım incelemelerini içermektedir. Birincil ve ikincil sıvı kapanımlarda farklı tuzluluk ve homojenleşme sıcaklık değerleri saptanmıştır. Birincil sıvı kapanımlarda homojenleşme sıcaklığı 258-700 °C ve tuzluluk değerleri ise 33-45,21 % NaCl eşdeğeridir. İkincil sıvı kapanımlarda homojenleşme sıcaklığı 199-214 °C ve tuzluluk değerleri 5-15 % NaCl eşdeğeridir.

Sonuç olarak, hidrotermal sistem içerisinde granitik kayaçlarda farklı zamanlarda iki farklı fiziko-kimyasal özellikte sıvı dolaşımı vardır: erken evreyi, yüksek tuzluluk ve sıcaklığa sahip hidrotermal çözeltiler, geç evreyi ise, düşük sıcaklık ve tuzluluk değerlerine sahip çözeltiler oluşturmaktadır.

Başlangıçta cevherleşmeler, yüksek tuzluluğa sahip hidrotermal çözeltiler tarafından kuvars ve serizitik yan kayaçlar içerisinde (fillik zon) oluşurken; daha sonra meteorik suların hidrotermal çözeltileri seyreltmesi ile yan kayaçlarda kaolinleşme oluşmaktadır.

Key Words: alterasyon, Cu, Pb, Zn, Homojenleşme sıcaklığı, tuzluluk, Kızıldağ, Türkiye

ABSTRACT

MSC THESIS

FLUID INCLUSION STUDIES IN THE Cu-Pb-Zn MINERALIZATIONS ASSOCIATED WITH ELAZIĞ MAGMATITS IN THE NORTH OF HARPUT (ELAZIĞ)

Sumru KİŞMAN

Fırat University

Graduate School of Science and Technology

Department of Geological Engineering

2007; Page: VIII+89

Kızıldağ-Köprücük Cu-Pb-Zn mineralizations are located in the north of Harput (Elazığ) in Eastern Turkey. This thesis includes fluid inclusion studies in quartzs of quartz veinlets associated with the mineralizations.

Different salinity and homogenization temperature values were determined in the primary and the secondary fluid inclusions. The primary fluid inclusions have homogenization temperatures between 258 and 700 °C, and salinities between 33 and 45.21 equiv. wt % NaCl. The secondary fluid inclusions homogenization temperatures are between 199 and 214 °C, and salinity values are between 5 and 15 equiv. wt % NaCl.

As a result it is concluded that; two physico-chemically distinct fluids circulated at different times in granitic rocks as the hydrothermal system evolved: an early hypersaline and hot brine and later more dilute fluids.

Initial ore mineralizations, quartz formations and sericitic wall rock alterations (pyllic zone) were produced by early hypersaline hydrothermal solutions and meteoric water diluted hydrothermal solutions formed kaolinitic wall rock alteration and secondary inclusions.

Key Words: Alteration, Cu, Pb, Zn, Homogenization temperature, salinity, Kızıldağ, Turkey

1.GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı

“Harput (Elazığ)’ın Kuzeyindeki Elazığ Magmatitleri ile İlişkili Cu-Pb-Zn Cevherleşmelerinde Sıvı Kapanım Çalışmaları” konulu bu çalışmada; inceleme alanından alınan örneklerin ince kesit ve iki yüzü parlatılmış kesitleri hazırlanarak petrografik incelemeleri ve sıvı kapanım analizleri yapılarak, homojenleşme sıcaklığı ve tuzluluk ölçümleri gibi bilgiler ışığında somut verilere ulaşılarak, cevherleşmeye etki eden faktörler, oluşum koşulları, maden yatağının kökeni gibi birtakım verilerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Özellikle sıvı kapanım analizleri esnasında ölçülen homojenleşme sıcaklığı, minerallerin oluşum sıcaklığını, donma sıcaklığı da kapanım sıvısının % NaCl eşdeğer tuzluluğu verir. Elde edilen veriler hidrotermal çözeltiler etkisiyle oluşmuş olan maden yatağının yorumlanmasında son derece önemli olmuştur

Cu- Pb-Zn cevherleşmeleri yaklaşık 128 km²’lik bir alanı kaplayan Üst Kretase yaşlı Elazığ Magmatitleri içerisinde yaygın olup çalışma alanı, daha önceki yıllarda yapılan genel jeoloji, petrografi ve tektonik ağırlıklı çalışmalarda değişik araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Ancak Elazığ Magmatitleri ile ilgili Cu-Pb-Zn cevherleşmelerindeki sıvı kapanım çalışmalarıyla ilgili herhangi bir araştırma bulunmamaktadır.

1.2. Çalışma Yöntemi

Çalışma literatür araştırması, arazi incelemeleri ve gözlemleri, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere dört aşamada gerçekleşmiştir.

Literatür araştırması; arazi çalışmalarından önce başlamış ve çalışmanın her aşamasında daha önceki veriler de dikkate alınarak birtakım değerlendirmeler yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında inceleme alanı ve yakın çevresinin genel jeolojisi, petrografisi ve petrolojisi ve maden yataklarını konu edinen kitaplar, dergiler, ulusal ve uluslararası makaleler taranmıştır.

Arazi çalışmalarında daha önce yapılmış jeolojik harita yardımıyla, Elazığ Magmatitleri’ne ait kayaçlar ve cevherleşmelerden sistematik örnekler alınmıştır. Arazide elde edilen örneklerin incelenmesi arazi mevsiminin sona ermesiyle birlikte büroda değerlendirilmiştir. İnceleme alanı içerisinde yüzeyleyen kayaç örneklerinin ince kesitleri yapılarak polarizan mikroskopta petrografik incelemeleri, cevher örneklerinden parlak kesitler yapılarak üstten aydınlatmalı cevher mikroskobunda cevher mineralleri belirlenmiş ve özellikle bu çalışmanın amacını oluşturan sıvı

kapanımları incelemek için iki yüzü parlatılmış kesitler incelenmiştir.

İki yüzü parlatılmış kesit örneklerinde bulunan sıvı kapanımlarının analizleri Ankara'daki Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi Başkanlığı tarafından gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ölçümler maden yatağı tipinin belirlenmesinde ve yorumlanmasında büyük önem taşıyacaktır.

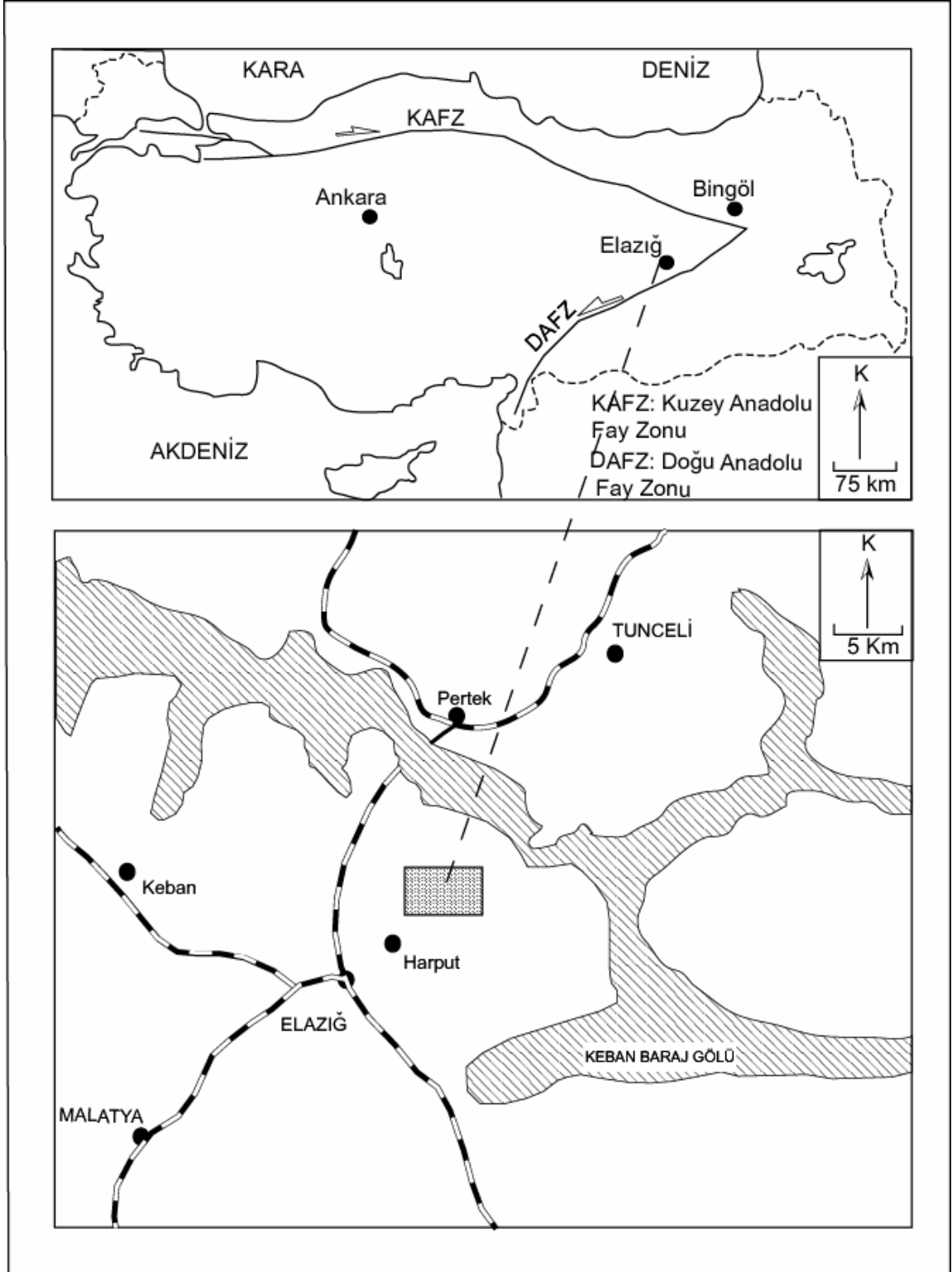
1.3. Coğrafi Konum

İnceleme alanı Elazığ ilinin kuzeyinde, Elazığ iline bağlı Harput beldesi çevresinde 128 km² lik alanı kaplamakta olup Elazığ K42c₁ paftası içinde yer almaktadır (Şekil 1).

Kuzey ve kuzeydoğusunda Keban Baraj Gölü ile sınırlanan inceleme alanının batısından Elazığ-Pertek karayolu geçmektedir. Tunceli iline bağlı Pertek ve Hozat ilçelerini Elazığ'a bağlayan karayolundan başka asfalt olan bir diğer yol ise Karataş Köyü ile Harput beldesini Elazığ'a bağlayan karayoludur. Bölgedeki yerleşim birimleri her mevsim ulaşım olanağı sağlayan stabilize yollarla bu ana yollara bağlanır. İnceleme alanında irili-ufaklı birçok yerleşim birimi bulunmaktadır. Bunlar, Köprücük ve Karacalar Mahalleleridir.

Bölgenin topoğrafik olarak en yüksek yerini 1351 m ile Kızıldağ oluşturmaktadır. Kapaklı T.(1208 m.), Kepez T.(1200 m.) ise diğer önemli yükseltileri oluşturmaktadır. İnceleme alanında topoğrafik olarak en düşük seviyeyi oluşturan Keban Baraj Gölü su seviyesi ile en yüksek nokta arasındaki kot farkı 572 m'dir. İnceleme alanında irili ufaklı dereler mevcuttur. Bunlar Kızıldağ Dere, Köprücük Dere, Karacalar Dere, Küçük Dereleridir.

Sınırlı alanlarda yerel meşelikler bulunmasına rağmen bitki örtüsü bakımından bölge oldukça fakirdir. Bölge karasal bir iklime sahip olup yazlar sıcak ve kurak kışlar soğuk ve karlıdır. Yöre halkının geçim kaynağı tarım ve hayvancılık olup, ekilebilir alanlarda arpa, buğday gibi tahıl ürünleri yetiştirilirken sulanabilir alanlarda sebze ve meyve yetiştirilmektedir.



Şekil 1: İnceleme alanının yer bulduru haritası.

1.4. Önceki Çalışmalar

Alpin Orojenik Kuşağı içinde yer alan Türkiye, Ketin (1946) tarafından kuzeyden güneye doğru Pontidler, Anatolidler, Toridler ve Kenar Kıvrımları olmak üzere dört tektonik birliğe ayrılmıştır. İnceleme alanı bu tektonik birliklerden Toridlerin doğu kesiminde yer almaktadır. Elazığ çevresi bütün Anadolu'nun hatta Ortadoğu'nun jeolojik-jeotektonik evrimini açıklamaya yarayacak anahtar niteliğinde özellikler taşımaktadır.

Bu özellikler nedeniyle Elazığ ve çevresinde birçok araştırmacı tarafından çeşitli araştırmalar yapılmış ve birçok sayıda yayın ortaya çıkmıştır. İnceleme alanı ve yakın çevresini içine alan önemli jeolojik çalışmalar kronolojik olarak aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Sirel ve diğ. (1975), Palu'nun kuzeydoğusunda yaptıkları çalışmada, Kırkgeçit Formasyonu'na yaş ve litolojik açıdan çok benzeyen birimi "Gevla Çayı Formasyonu" olarak adlandırmışlar ve bu birimde gözledikleri *Nummulites fichteli*, *Nummulites intermedius*, *Lepidocyclina ilatata*, *Halkyardia minima* fosillerine dayanarak birime Orta-Üst Oligosen yaşını vermişlerdir. Aynı zamanda yine Palu çevresinde yaptıkları çalışmada, olivinli bazalt ve gölsel kireçtaşlarından oluşan Üst Miyosen-Pliosen yaşlı birimi "Karadağ Bazaltları" olarak adlandırmışlardır.

Tuna (1979) ve Naz (1979), Elazığ doğu ve kuzeydoğusunda yaptıkları çalışmalarla bölgenin stratigrafisi ve tektoniğini açıklamaya çalışmışlardır. Tuna (1979), Elazığ-Palu-Pertek bölgelerini içine alan çalışmasında, Elazığ doğusunda Yüksekova Karmaşığı'na ait volkanitlerle arakatlı şeyl ve marnlardan derlediği örneklerde saptadığı fosillerin Santoniyen-Alt Senoniyen (84-87.5 m.y.), Senomaniyen-Turoniyen (91-97.5 m.y.) ve Kampaniyen-Maestrihtiyen (66.4-84 m.y.) yaşını karakterize ettiklerini belirtmiştir.

Perinçek (1979 b), İlk kez Hakkari ili Yüksekova ilçesi civarında Elazığ Magmatitleri'ni Yüksekova Karmaşığı şeklinde tanımlamış olup, Elazığ çevresinde Kırkgeçit Formasyonu'ndan elde ettiği örneklerde *Globigerina ampliapertuna corpulenta*, *Nummulites fichteli* fosillerini saptamış ve birime Üst-Eosen-Oligosen yaşını vermiştir.

Perinçek (1980), Üst Kretase yaşlı Yüksekova Karmaşığı'nın adayayı türünde granodiyoritik intrüzyonlu piroklastik kayalar ve bazik volkanitler ile temsil edildiğini belirtmiştir.

Perinçek (1981), Yüksekova biriminin tümüyle bazik volkanitlerin adayayı ilksel volkanizmasının ürünü olduğunu veya Yüksekova Karmaşığı'nın bir bölümü kıtasal kabuk üzerinde gelişmiş adayayı malzemesinden oluşurken, diğer bir bölümünün ise okyanusal kabuk gelişimini temsil ettiğini ve Guleman ofiyolitlerinin gerçekte Yüksekova Karmaşığının bu okyanusal kabuk gelişimi ürünlerine dahil edilebilecek Kampaniyen (74.5-84) yaşlı ofiyolitler olabileceğini belirtmiştir. Bu olasılıklara

dayanılarak birçok yorum yapılmıştır.

Perinçek ve Özkaya (1981), Kampaniyen yaşlı Yüksekova Karmaşığı'nın litolojik olarak bölgesel farklılıklar gösterdiğini, Bitlis kuşağında ve Hakkari yöresinde bazik volkanit, ofiyolit, ve kırmızı mikrit niteliğinde olan birimin, Keban yöresinde piroklastik tuf ve granodiyoritik intrüzyonlardan oluştuğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılara göre Yüksekova Karmaşığı ya tümüyle kıtasal bir kabuk veya kıta kabuğu eklentisi üzerinde gelişmiş bir ada yayı ürünüdür; ya da gerçekte bir bölümü kıtasal kabuk üzerinde gelişmiş ada yayı malzemesinden oluşurken, diğer bir bölümü ile okyanusal kabuk gelişimini temsil eden malzemedir ve Guleman Ofiyolitleri gerçekte Yüksekova Karmaşığı'nın bu okyanusal kabuk gelişimi ürünlerine dahil Kampaniyen yaşlı bir ofiyolit istifidir.

Yazgan (1981), Baskil çevresinde Yüksekova Karmaşığı'nı oluşturan derinlik ve yarı derinlik kayaçlarının alkaliye meyilli kalkalkalen karakterde olmaları ve ensimatik ada yayı kayaç serilerine göre daha fazla Rb içermelerini dikkate alarak, Yüksekova Karmaşığı'nı And kenarı tipi magmatizma veya nispeten ince bir kıtasal ve kısmende okyanusal kabuk üzerinde gelişmiş ada yayı magmatizma ürünü olarak kabul etmiştir.

Yazgan (1983,1984), Baskil magmatik kayaçları üzerinde yaptığı radyometrik yaş tayini yöntemiyle, plutonik kayaçların Koniasiyen-Santoniyen (82-86 m.y.), plutonik kayaçların üzerinde yer alan volkanik kayaçların ise Kampaniyen (74.5-84 m.y.) yaşlı olduklarını saptamıştır. Araştırmacı, İspendere-Kömürhan ofiyolitlerini üzerleyen ve andezitik volkano klastitlerle temsil edilen, fliş istifindeki kireçtaşı düzeylerinde Üst Kampaniyen-Alt Maestrihtiyen'i karakterize eden fosiller saptamış ve aynı fliş istifinin Baskil civarında, Yüksekova Karmaşığı'na ait plutonik kayaçları örtüğünü belirtmiştir.

Bingöl (1982, 1984,1988), Elazığ-Pertek-Kovancılar çevresinde yaptığı çalışmalarda Elazığ Magmatitleri'nin petrografi ve petrolojisini inceleyerek karmaşığın oluşum ortamını açıklamaya çalışmıştır. Araştırmacı, Elazığ Magmatitleri'ni kalkalkali bir magmadan türemiş ada yayı ürünü olarak değerlendirmiş ve karmaşığın Üst Kretase sonu tektonik hareketler ile Keban Metamorfikleri tarafından üzerlediğini belirtmiştir.

Avşar (1983), Elazığ yakın kuzeybatısındaki Kırkgeçit Formasyonu üzerinde yaptığı stratigrafik ve mikropaleontolojik çalışmada, formasyondan derlediği örneklerde saptadığı *Fabiania cassis*, *Nummulites perforatus*, *Nummulites aturicus*, *Nummulites millicaput* gibi fosillere dayanarak birime Üst Lütisiyen-Priaboniyen (36.6-43.6) yaşını vermiştir

Asutay (1985, 1987), Baskil çevresinde yaptığı çalışmalarda Yüksekova Karmaşığı'nın (Elazığ Magmatitleri) düzenli bir magmatik istif sunduğunu bu nedenle karmaşık adıyla adlandırılmayacağını belirtmiş ve Baskil çevresindeki magmatik kayaçları genel olarak Baskil

Magmatitleri, bu magmatitlerinin derinlik kayaçlarını ise Baskil Graniti adı altında incelemiştir.

Sağıroğlu (1986), Kızıldağ çevresinde yapmış olduğu çalışmada, Kızıldağ cevherleşmelerinin özelliklerini ve kökenini araştırmıştır. Bu bölgede görülen cevherleşmelerin içinde Fe sülfid/oksit cevherleşmeleri, içinde yaygın olarak fakat çok az oranlarda Cu-sülfid / sülfotuz mineralleride bulunduğunu, cevherleşmelerin faylarla ilişkili olarak epijenetik olarak geliştiğini ve özellikle fay zonlarında görülen hidrotermal çözeltilerin oksidasyon zonunda (YASS üzerinde) spekülait, indirgen zonda pirit cevherleşmelerine neden olduğunu belirtmiştir. Bölgede cevherleşme ve yan kayaç alterasyonlarının yoğun olmasının fay zonlarının derinlere doğru uzamasının göstergesi olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle de cevherleşmelerin derinlere doğru niteliği ve niceliği değişebilmektedir.

Akgül (1987,1991), Baskil çevresinde yaptığı çalışmalarda Üst Kretase yaşlı magmatik kayaçları "Baskil Granitoyidi" olarak adlandırmış ve granitlerin çarpışma bölgesindeki farklı cinsteki kayaçların kısmi ergimesiyle açıklanabileceğini belirtmiştir.

Sağıroğlu ve Preston (1987), Kızıldağ bölgesinde yapmış oldukları çalışmalarda, Pb-Zn damarlarındaki cevherleşmelerde tetrahedritlerin bileşimlerinin öneminden bahsetmişlerdir. Buradaki Pb-Zn damarlarının KD-GB doğrultusunda ve KB dalma- batma fay zonuna yerleşmiş şekilde olduğunu ve buradaki cevher minerallerinin matriks fay breşi yada çapraz doğrultularda kesen fay breşi damarları şeklinde olduğunu belirtmişlerdir. Bu damarların mineral parajenezlerinin galen, sfalerit, pirit, arsenopirit, kalkopirit ve sülfotuzlardan oluştuğunu ve ikincil minerallerin ise simitsonit, serizit-anglezit, kovellin-kalkozin ve limonitten oluştuğunu gözlemlemişlerdir. Aynı zamanda sülfotuzların galen taneleri içerisinde çözünmüş kütleler ve gümüşçe zengin tetrahedritler olduğunu incelemişlerdir.

Şaşmaz ve Sağıroğlu (1990), Billurikdere çevresinde yapmış oldukları çalışmalarda, bu bölgedeki cevherleşmelerin özelliklerini ve kökenini araştırmışlardır. Bu bölgedeki cevherleşmelerin Yüksekova Karmaşığı'na ait granit ve diyoritik kayaçların içerisinde geliştiğini ve bu kayaçların kantağında bulunduğunu belirtmişlerdir. Özellikle granitik ve diyoritik kayaçların içerisinde görülen cevherleşmelerin K-G doğrultulu tansiyon çatlaklarına yerleşmiş damar tipi cevherleşmeler olduğunu ve bu damarlarda yaygın olarak pirit, kalkopirit, sfalerit, galen, manyetit ve spekülaitte rastlandığını granitik ve diyoritik kayaçların kantağında görülen cevherleşmelerin ise kontak tipi cevherleşmeler olduğunu belirtilen mineralere ilave olarak Cu- sülfotuz, Bi-sülfotuz ile Ag fahlers gibi minerallerinde bulunduğunu açıklamışlardır. Ve aynı zamanda bölgedeki cevherleşmelerin yanı sıra serizitleşme, kaolinleşme, silisleşme, kloritleşme, turmalinleşme ve epidotlaşma gibi yoğun alterasyonların eşlik ettiğini gözlemlemişlerdir. Sonuç olarak bölgede görülen cevherleşmelerin Keban Metamorfitleri'nin Elazığ Magmatitleri üzerine bindirmesi sırasında geliştiğini ve bölgenin

tektonik evrimiyle ilişkili olduğunu vurgulamışlardır.

Akgül (1993), Piran köyü (Keban) çevresinde Elazığ Magmatitleri üzerinde yaptığı petrografik ve petrolojik çalışmada karmaşığı oluşturan bölgenin üç farklı evrede geliştiğini; birinci evrede bazik plütonik ve volkanik kayaçların, ikinci evrede asit plütonik ve volkanik kayaçların, üçüncü evrede ise artık magmadan türeyen aplit ve lamprofirleri belirtmiştir.

Turan ve diğ. (1993; 1995), çalışmalarında, Elazığ çevresinde yüzeyleme veren birimin Yüksekova Karmaşığı'nın aksine, düzenli bir istif sunduğunu belirterek bu istifin; gabro (derinlik), diyabaz (yarı derinlik), diyorit, monzonit gibi silise doygun ortağ bileşimli derinlik kayaçlarının birimin alt düzeylerini, yastık lav yapılı bazalt ve bazaltik lav akıntıları, andezit ve andezitik piroklastitler ile bunlarla ara tabakalı volkano-sedimanterlerin en üst düzeylerini oluşturduğunu, tonalit, granodiyorit, granit ve dasitlerin ise bu birimleri kestiğini, bölgedeki yüzeylemelerden ve ana ve iz element verilerinden yararlanarak bu magmatitlerin kısmen okyanusal kısmen de kıtasal kabuk üzerinde gelişmiş yay malzemesi olduğunu belirtmiştir.

İnceöz (1994), Harput (Elazığ) yakın kuzeyi ve doğusunda yaptığı çalışmada, inceleme alanında görülen değişik litolojilerdeki kayaçların birbirleri ile olan ilişkilerini belirlemiş bölgenin 1/25000 ölçekli harita üzerinde ayrıntılı tektonik yapıları ortaya çıkarıp, bu yapılardan yararlanarak bölgenin tektonik evrimine açıklık getirmiştir.

Bingöl ve Beyarslan (1996), Elazığ Magmatitleri'nin petrografisini ve jeokimyasını incelemişlerdir. Araştırmacılar, arazi ve jeokimyasal verilere dayanarak, Elazığ Magmatitleri'ni oluşturan kayaçların Üst Triyas'tan itibaren açılmaya başlayan Neotetis'in güney kolunun Üst Kretase'den kuzeye doğru dalımı ve buna bağlı olarak üstteki levhada meydana gelen supra-subduction zonu ofiyolitleri (Kömürhan ofiyoliti) üzerinde gelişen kalkalkalen seriye ait ve ada yayı magmatizması ürünleri olduğunu belirtmişlerdir.

Şaşmaz ve Sağıroğlu (1999), Çolaklı bölgesinde damar tipinde gelişen Pb-Zn cevherleşmelerinin özelliklerini incelemişlerdir. Bu bölgedeki cevherleşmelerin diyoritik bileşimli Elazığ Magmatitleri içerisinde K 10-60° B doğrultulu eğimleri düşey veya düşeye yakın olan kırık zonları boyunca yerleşmiş damar tipi cevherleşmeler olduğunu damarların kalınlığının 0.5-1.5 m uzunluklarının ise 250 ila 800 m arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir. Damarlar ve çevresinde yoğun alterasyonlar gözlendiğini ve bunların silisleşme, kaolenleşme ve karbonatlaşma şeklinde tanımlamışlardır. Damarlarda galen, sfalerit, frayberjit, pirit, kalkopirit, kübanit, tetrahedrit, barit ve kovellin- kalkozin gibi cevher mineralleri gözlendiğini cevherli örneklerin kimyasal analizleri sonucu cevherleşmelerin Pb, Ag, Zn ve Sb açısından önemli ve ekonomik olabileceğini göstermişlerdir. Bölgedeki cevherleşmelerin Elazığ Magmatitleri'ne ait granitik kayaçların diyoritik kayaçlar içerisine sokulum

yapması sonucu oluştuğunu açıklamışlardır.

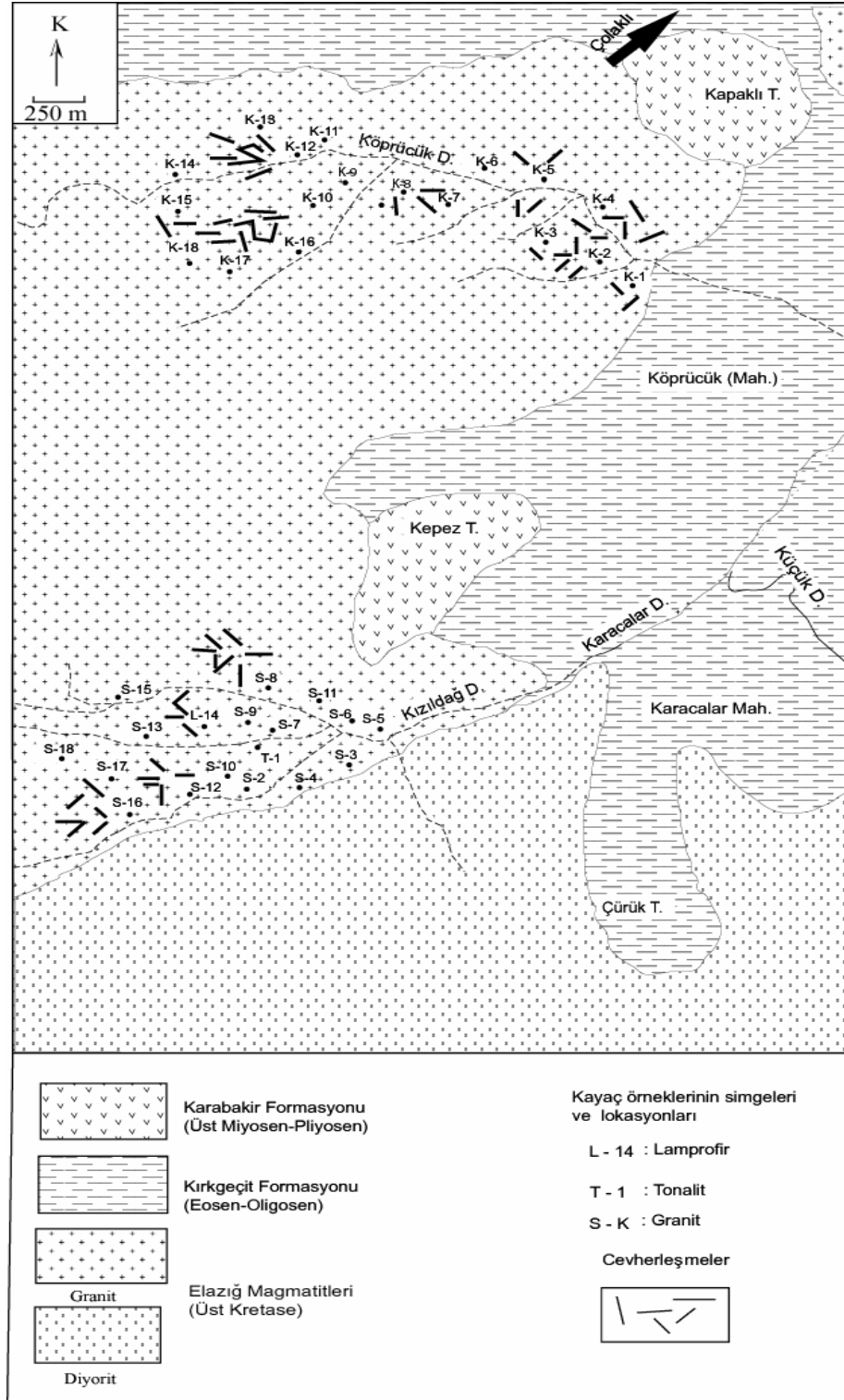
Sağıroğlu ve Şaşmaz (2004), Çolaklı bölgesinde yapmış oldukları çalışmalarda, gümüşlü Pb-Zn ve Cu damarlarının mineralojisini ve jeokimyasını açıklamaya çalışmışlardır. Çalışma alanında yer alan Pb-Zn ve Cu damarlarının Elazığ Magmatitleri'ne ait diyoritik kayaçların içerisinde K-G eğimli ve dikey dalma batma fay sistemi içerisinde yer aldığını belirtmişlerdir. Bölgedeki damarların iki mineral topluluğu gösterdiğini birinci olarak Pb-Zn damarlarının galen, frayberjit, barit, sfalerit, kalkopirit, piritten Pb-Cl fazı ve saf gümüşten oluştuğunu ikinci olarakta Cu damarlarının kalkopirit, pirit, galen, sfalerit, kübanit, bizmutit, ve fahlers minerallerinden oluştuğunu belirtmişlerdir. Ve cevher kütlelerinde yoğun bir şekilde alterasyonlar arjilizasyon, karbonizasyon, ve silisifikasyon gibi alterasyonların görüldüğü ortaya konmuştur. Cevher örneklerinin kimyasal analizleir sonucu damarlarda Pb, Ag, Sb ,Zn ,Ba Cu oranının yüksek ve Pb-Ag , Pb-Zn, Sb –Ag, Cd-Sb ve Ba -Cd arasında yüksek korelasyon değerlerinin olduğunu incelemişlerdir. Bölgedeki NTE jeokimyasının asidik şartlar altında ve muhtemelen magmatizmanın son ürünü olduğunu vurgulamışlardır.

2.GENEL JEOLojİ

İnceleme alanında farklı litolojilere sahip birimler yüzeylemekte olup, bunlar yaşlıdan gence doğru Üst Kretase yaşlı Elazığ Magmatitleri, Orta-Eosen-Üst Oligosen yaşlı Kırkgeçit Formasyonu ve Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı Karabakır Formasyonu'dur. İnceleme alanı ve çevresinde özellikle Kızıldağ çevresinde Elazığ Magmatitleri, Kızıldağ'ın kuzeyi ve doğusunda Kırkgeçit Formasyonu, Kapaklı Tepe ve Kepez Tepe civarında ise Karabakır Formasyonu yüzeylemektedir (Şekil 2). Kırkgeçit Formasyonu ve Karabakır Formasyonu çalışma bölgesinde geniş yüzeylemeler sunan Elazığ Magmatitleri üzerine uyumsuzlukla gelmektedir.

2.1. Elazığ Magmatitleri

İnceleme alanında Üst Kretase yaşlı Elazığ Magmatitleri özellikle Kızıldağ ve çevresi ve Köprücük beldesinin batısında granitlerle temsil edilirken, Kızıldağ'ın güney kesimlerinde ise diyoritlerle temsil edilmektedir. Yoğun bir şekilde görülen granitler diyoritleri keserek onlardan daha gençtir (Sağiroğlu, 1986). Çalışma alanında granit ve diyoritlerden farklı olarak tonalit, koyu renkli bir damar kayacı olan lamprofirde yüzeylemektedir. Gerek arazi gerekse labaratuvar çalışmaları dikkate alındığında birtakım alterasyonlar gözlenmiştir. Özellikle kahverengimsi-sarımsı renklerde gözlenen silisleşme, oksitlenme olayları arazide sıkça rastlanmaktadır. Elazığ Magmatitlerine ait granit grubuna ait örnekler incelendiğinde mikroskop çalışmaları sırasında da feldispatların yoğun bir şekilde altere olduğu serizitleşme, karbonatlaşma, kaolenleşme ve oksitlenme gibi durumlarla sıkça karşılaşmıştır (Şekil 3; 4). Aynı zamanda mineraller içerisinde dağılmış şekilde görülen opak minerallerde cevherleşmelerin yoğunluk kazandığını göstermektedir.



Şekil 2 : İnceleme alanının jeoloji haritası (Şaşmaz ve Sağıroğlu 1999'dan değiştirilerek hazırlanmıştır)



Şekil 3: Arazide kahverengimsi-sarımsı renklere gözlenen silisleşme ve oksitlenme alterasyonlarından örnekler. Bakış yönü doğu.



Şekil 4: Arazide gözlenen alterasyonlar. Bakış yönü güney.

2.1.1.Tanım

İlk olarak Perinçek (1979b) tarafından Yüksekova Karmaşığı olarak tanımlanan Elazığ Magmatitleri, Hakkari'nin Yüksekova ilçesi çevresinde adlandırılmış olup, doğuda Hakkari ilinden başlayıp batıda Elbistan'a kadar Doğu Toroslar üzerinde oldukça geniş bir alanda yüzeyleme sunmaktadır. Aynı birim Sivrice çevresinde Hempton ve Savcı (1982) ve Hempton (1983, 1984, 1985) tarafından "Elazığ Volkanik Karmaşığı", Baskil çevresinde Yazgan (1983,1984), Asutay (1985) ve Yazgan ve Chessex (1991) tarafından "Baskil Magmatik Kayaçları", Elbistan civarında Tarhan (1984, 1985) tarafından "Elbistan Ensimatik Ada Yayı", Elazığ çevresinde Herece ve Akay (1992a, 1992b) tarafından "Elazığ Magmatik Karmaşığı" ve Turan ve diğ. (1993) tarafından ise "Elazığ Magmatitleri" adı altında incelenmiştir. Litolojik özellikler bakımından bölgesel farklılıklar gösteren Elazığ Magmatitleri, Elazığ çevresinde düzenli bir istif sunduğundan bu adlanmanın daha uygun olduğu düşünülmüştür. Elazığ Magmatitleri esas olarak gabro, diyorit, monzonit, tonalit, granit, diyabaz, bazalt, andezit, piroklastit ve pelajik sedimentlerden oluşmaktadır (İnceöz,1994).

Bingöl (1984), Elazığ kuzey-kuzeydoğusunda Elazığ Magmatitleri ile ilişkili olarak ayrıntılı çalışmalar yapmış ve bu karmaşığı tabandan tavana doğru Pertek birimi, Granitoyid birimi, Gabro-diyabaz birimi ve Volkanik birim olmak üzere dört birime ayırmıştır.

Pertek birimi, özellikle Pertek çevresinde geniş yayılımlar sunmakta olup, diyorit, granodiyorit, granit, ve amfibolitlerden oluşmaktadır. Bunlar karışık olup birbirinden ayırmak mümkün değildir ve diyorit daha baskındır. Makroskobik gözlemler magmatizmanın varlığını ve tabakalanmış yapıları bu birimde göstermektedir. Magmatik yapıdaki amfibolit parçaları granodiyoritler tarafından çevrelenmiştir. Granodiyoritlerin amfibolit parçalarıyla reaksiyonu yoktur. Tabakalanmış yapılar amfibolce zengin diyorit tabakaları ve granitik tabakalar içerir. Pertek birimi aplit, mikrogranit ve lamprofir daykları tarafından kesilmiştir. Daykların genişliği 0.5' ten 1 m'ye kadar değişir.

Granitoyid birimi ise bu birimde Pertek birimi granit ve granodiyorit içeren granitoyid birimi ile örtülmüştür. Bu birim Keban Baraj Gölü'nün her iki yakasında ve Serince köyü çevresinde yaygındır. Bu birim açık rengiyle Pertek biriminden ayırtılır. Açık renkli granitler ortoklas fenokristalleri içerirler. Bu birimde Pertek biriminde olduğu gibi aplitik ve mikrogranitler tarafından kesilir. Bu birimde granatoyidlerin kalınlığı yaklaşık 100 m'dir.

Gabro- diyabaz birimi ise Karadağ civarında Pertek ve Granitoyid birimini örter. Gabro ile başlayıp doğrudan masif diyabazlara geçer. Gabro altere olmuş plajiyoklaslar ve klinopiroksenlerden oluşmuş olup plajiyoklaslar epidota dönüşmüştür. Gabro-diyabaz birimi düşük dereceli metamorfizmadan etkilenmiştir ve bu birimin kalınlığı çok değişken olup 100-150 m olarak

hesaplanmıştır. Bu birimde aplitik ve mikrogranitik dayklar tarafından kesilmiştir. Bu daykların genişliği değişken olup 0.5 ten 2 m'ye kadardır.

Volkanik birim ise Pertek birimi kadar çok önemlidir. Pertek, Granitoyid, Gabro-diyabaz birimini örter ve en üst kısmı oluşturup bazaltik yastık lavlar, andezit ve piroklastitlerin alterasyonu ve dasitlerden oluşmuştur.

2.1.2. Dağılım ve Konum

İnceleme alanında Üst Kretase yaşlı Elazığ Magmatitleri özellikle Kızıldağ civarı ve Köprücük yerleşim yeri batısında granitlerle temsil edilirken, Kızıldağ'ın güney kesimlerinde diyoritlerle temsil edilmektedir. Yoğun bir şekilde görülen granitler diyoritleri keserler bu yüzden diyoritlerden daha genç oldukları düşünülmektedir. Çalışma alanında granit ve diyoritlerden farklı olarak tonalit ve koyu renkli damar kayacı olan lamprofir yüzeylemektedir. Gerek arazi gerekse laboratuvar çalışmaları dikkate alındığında birtakım alterasyonlar gözlenmiştir. Özellikle kahverengimsi-sarımsı renklerde gözlenen silisleşme, oksitlenme olayları arazide sıkça görülmektedir. Elazığ Magmatitlerine ait granitik kayaç örnekleri incelendiğinde feldispatların yoğun bir şekilde altere olduğu görülmektedir. Alterasyon ürünleri olarak serizitleşme ve karbonatlaşma yaygındır. Aynı zamanda magmatik kayaçlar içerisinde görülen opak minerallerde ikincil alterasyon ürünleri olarak oksitlenme gösterirler

2.1.3. Litoloji

İnceleme alanında Üst Kretase yaşlı Elazığ Magmatitlerine ait granitler, diyorit, tonalit, lamprofir gibi farklı litolojilere ait birimler yüzeylemektedir. Özellikle de magmatik kayaçlarla ilişkili kuvars damarlarına sıkça rastlanmaktadır. Çoğu yoğun kırıklı ve çatlaklı yapıdadır (Şekil 5; 6). Elazığ Magmatitlerine ait granitler içerisinde saçınımlı halde görülmektedir. Kızıldağ'ın güney kesimlerindeki diyoritler granitler tarafından kesilmiş olup granitlerden daha yaşlıdır. İnceöz (1994), yapmış olduğu çalışmada, Elazığ Magmatitleri'nin magmatik farklılaşma sürecinin en son evresini oluşturan kayaçların granitik kayaçların diyoritik kayaçlarla olan dokanaklarının intrüzif olduğunu belirtmiştir. Bu ilişki özellikle Kızıldağ'ın batısında gözlenmektedir. Çalışma alanındaki kayaçlar bol çatlaklı olup yoğun bir şekilde alterasyona uğramışlardır. Bu durum makroskobik olarakta gözlenebilmektedir. Kayaçlar açık pembe renkli ve iri kristal içermelerinden dolayı kolaylıkla tanınabilmektedirler. İnceleme alanında görülen granitler özellikle kuvars, plajiyoklas, alkali feldispat aynı zamanda amfibol, biyotit, serizit ve opak minerallerden oluşmuştur. Kuvarslar dalgalı sönme

göstermekte olup kapanımlar içermektedirler. Asıl bu çalışma konusunu oluşturan kapanımlar maden yataklarının yorumlanmasında son derece önem teşkil etmekte olup somut veriler ışığında birtakım sonuçlara ulaşılmada büyük bir önem taşırlar. Sıvı kapanımlarının analizleri yapılarak kayacı meydana getiren minerallerin oluşum sıcaklığı, içerisinde bulunduğu maden yatağının oluşum ortamı, cevherleşmelere etki eden faktörlerin açıklanmasına katkı sağlayacaktır. Bu nedenle sıvı kapanım çalışmaları özel bir çalışma gerektirmektedir. Plajiyoklas mineralleri ise öz ve yarıöz şekilli olup zonlanma göstermektedirler. Yine albit ikizlenmeleri mevcuttur. Alkali feldispatlarda özellikle Karlsbad ikizlenmesi görülür. Bu gözlenen mikroskop çalışmalarında özellikle feldispatlarda yoğun bir alterasyon görülmektedir. Özellikle serizitleşme, karbonatlaşma, oksitlenme kesitlerde çok sıkça izlenen bir durumdur. Yine granit ve tonalitler içerisinde saçınımlı şekilde bulunan opak mineraller cevherleşmelerin magmatizma ile eş zamanlı oluştuğunun göstergesidir. Granitlerde subhedral doku gözlenmektedir. Diyoritler ise yine Kızıldağ'ın güney kesimlerinde yüzeylemekte olup asıl olarak plajiyoklas ve hornblendden oluşmaktadır. Arazide gri rengi ile kolaylıkla ayırt edilebilmektedir.



Şekil 5: Magmatik kayalarla ilişkili kırıklı-çatlaklı kuvars damarları. Bakış yönü güney.



Şekil 6: Magmatik kayalarla ilişkili kuvars damarlarından örnekler. Bakış yönü güneye.

2.1.4. Yaş ve Ortamsal Yorum

Doğu Toros Orojenik Kuşağı'nda oldukça geniş bir alanda yüzeyleyen Elazığ Magmatitleri' nin genel litolojik özellikleri gözönüne alındığında karmaşığın baskın olarak magmatik kayalardan oluştuğu ve bu kuşağın bazı kesimlerinde magmatik kayaların üzerinde pelajik sedimentlerin yer aldığı bilinmektedir. Doğu Toros Orojenik Kuşağı'nın farklı kesimlerinde Elazığ Magmatitleri üzerinde incelemeler yapan araştırmacılar, karmaşığa yaş verirken hem magmatik kayalarda radyometrik yaş tayini yöntemlerinden hem de pelajik sedimentlerdeki fosil içeriklerinden yararlanmışlardır (İnceöz,1994).

Tuna (1979), Elazığ-Palu-Pertek yörelerini içine alan çalışmasında, Elazığ doğusunda Elazığ Magmatitleri'ne ait volkanitlerle arakatlı şeyl ve marnlardan derlediği örneklerde saptadığı fosillerin Santoniyen-Alt Santoniyen (85-80 my), Senomaniyen-Turoniyen (93-90 my), ve Kampaniyen-Maestrihtiyen (73-76 my) yaşını karakterize ettiklerini belirtmiştir.

Bingöl (1982, 1984, 1988), Elazığ çevresinde yaptığı çalışmalarda, Elazığ Magmatitleri'nin Üst Maestrihtiyen sedimentleri ile örtüldüğüne dikkat çekerek, birimin Koniasiyen-Maestrihtiyen (88.5-66.4) yaşlı olması gerektiğini belirtmiştir. Elazığ çevresinde Elazığ Magmatitleri üzerinde yaptığı petrografik ve jeokimyasal çalışmalar sonucunda birimin kalkalkali karakterde olduğunu ve kuzeye dalımlı bir yitim zonu üzerinde gelişen bir ada yayı ürünü olduğunu belirtmiştir. Bingöl (1988), Elazığ Magmatitleri'ni oluşturan kayaçların gabrodan granite kadar geniş bir bileşim farklılığı sunduğunu ve bu kayaçların dalma-batma olaylarının üç çevresinde oluştuğunu belirtmiştir. Araştırmacı, birinci ve ikinci evrede ada yayı kayaç topluluğunu karakterize eden gabro, diyorit, monzonit, tonalit ve granodiyoritlerin üçüncü evrede ise kıta-ada yayı çarpışma zonunu karakterize eden granitlerin oluştuğunu belirtmiştir.

Akgül (1993), Piran köyü (Keban) çevresinde yaptığı çalışmada, Elazığ Magmatitleri'ne ait magmatik kayaçların aynı kaynaktan türeme farklı evrelerde ve farklı derecede kısmi ergime ile oluşmuş magmanın katılaşması sonucu meydana geldiğini; gerek bazik ve gerekse asit bileşimli kayaçların alt kıtasal kabuk ile okyanusal kabuk kayaçlarının kısmi ergimesi ile oluşan magmanın, üst kıtasal kabuk malzemesi ile değişik oranda kirlenmesi sonucunda oluştuğunu belirtmiştir.

Turan ve diğ.(1993), Elazığ çevresinde yaptıkları çalışmada, Elazığ Magmatitleri olarak adlandırdıkları Yüksekova Karmaşığı'nın ada yayı toleyitleri, ada yayı kalkalkali serisi ve çarpışma granitoidlerinden oluştuğunu belirtmişlerdir.

İnceleme alanında Elazığ Magmatitleri'nin üst düzeylerini oluşturan pelajik sedimentler yüzeyleme vermemektedir. Bu nedenle çalışma alanında Elazığ Magmatitleri'ne doğrudan yaş verebilecek herhangi bir veri yoktur. Ancak çalışma bölgesine yakın yerlerde yapılan önceki çalışmalara dayanılarak karmaşığa Senoniyen yaşının verilmesi uygun görülmüştür (İnceöz, 1994).

Bingöl ve Beyarslan (1996), Elazığ Magmatitleri'ni oluşturan kayaçların genellikle kalkalkalen seriye ait ve ada yayı magmatizması ürünleri olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Elazığ Magmatitleri'ni oluşturan kayaçların Üst Triyas'tan itibaren açılmaya başlayan Neotetis'in güney kolunun Üst Kretaseden itibaren kuzeye doğru dalımı ve buna bağlı olarak üstteki levhada meydana gelen supra-subduction zonu ofiyolitleri (Kömürhan ofiyoliti) üzerinde gelişen ada yayı ürünleri olduğunu gösterdiğini belirtmişlerdir.

2.2. Kırkgeçit Formasyonu

Bu formasyon ilk olarak Van'ın güneydoğusunda Kırkgeçit bucağı çevresinde Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) jeologları tarafından tanımlanmış ve adlandırılmıştır. Elazığ çevresinde Kırkgeçit Formasyonu'ndan elde ettiği örneklerde *Globigerina ampliapertura corpulenta*, *Nummulites fichteli* fosillerini saptamış ve birime Üst-Eosen-Oligosen yaşını varmıştır (Perinçek, 1979b).

Sirel ve diğ.(1975), Palu çevresinde yaptıkları çalışmada konglomera, kumtaşı, kireçtaşı, algli kireçtaşı ve killi kireçtaşlarından oluşan Orta-Üst Oligosen yaşlı birimi "Gevla Çayı Formasyonu " olarak adlandırmışlardır. Gevla Çayı Formasyonu yaş ve litolojik açıdan Kırkgeçit Formasyonu ile çok benzerlikler göstermektedir. Bu birimde gözledikleri *Nummulites fichteli*, *Nummulites intermedius*, *Lepidocyclina ilatata*, *Halkyardia minima* fosillerine dayanarak birime Orta-Üst Oligosen yaşını vermişlerdir.

Sungurlu ve diğ.(1985), Elazığ-Hazar-Palu çevresinde yaptıkları çalışmada birimi, Gevla Çayı Formasyonu adı altında incelemiş ve yaşının da Üst Eosen-Oligosen olduğunu belirtmişlerdir.

Turan.(1984), Baskil-Aydınlar çevresinde yaptığı çalışmada, Kırkgeçit Formasyonu'nu konglomera ve fliš üyesi olmak üzere iki üyeye ayırmış ve haritalamıştır. Araştırmacı, konglomera üyesinin birimin tabanını, fliš üyesinin ise tavanını oluşturduğunu belirtmiştir. Baskil-Aydınlar çevresinde yaptığı çalışmada, formasyondan derlediği örneklerde saptadığı *Nummulites fichteli*, *Nummulites fabianii*, *Borelis merici* fosillerine dayanarak birime Orta-Eosen –Üst Oligosen yaşını vermiştir.

Asutay (1985), Baskil çevresinde yaptığı çalışmada, Kırkgeçit Formasyonu'na ait konglomeraları Marik üyesi, kumtaşı-kiltaşı-marn ardaşanmasından oluşan birimleri ise, fliš üyesi olarak ayırmış ve haritalamıştır

Kızıldağ çevresinde Kırkgeçit Formasyonu marn, kumtaşı, kumlu kireçtaşı, kiltaşı ile temsil edilmekte olup gerek diyoritleri gerekse granitleri uyumsuz olarak örtmektedir (Sağıroğlu, 1986).

Özkul (1988), Elazığ batısında yaptığı çalışmada, Kırkgeçit Formasyonu'nu alttan üste doğru Marik üyesi, Seherdağı üyesi, Keklik Tepe üyesi ve Gökbelen üyesi olmak üzere dört üyeye ayırarak incelemiştir.

İnceöz (1994), bu bölgede yapmış olduğı çalışmada, Kırkgeçit Formasyonu'nu yanal ve düşey yönde değışik fasiyesler içermesi nedeniyle stratigrafik olarak Marik, Seherdağı ve Çömlek üyelerine ayırarak incelemiştir. Seherdağı üyesi Gumçi tepenin güneyinde, Kızıldağ ve Serince köyünün kuzeyinde Elazığ Magmatitleri'ne ait granitik kayalar, Çolaklı köyünün kuzeyinde, Salkaya

köyünün güneyinde Elazığ Magmatitleri'ne ait diyoritik kayaçları uyumsuz olarak örter. Seherdağı üyesi içerisinde gözlenen kumtaşları marnlarla ardalanmalı olarak bulunur. Genelde sarımsı boz renkli olan kumtaşları arazide düzenli bir tabakalanma sunmaktadır. Tabaka kalınlıkları laminalı taakalanmadan 1m'ye kadar değişmektedir. Kumtaşları fosil içeriği bakımından fakirdir. Seherdağı üyesini oluşturan marnlar kumtaşları ile ardalanmalı olarak bulunmaktadır. Bu kısımlarda ender olarak çok ince kumtaşı seviyeleri görülmektedir. Genel olarak yeşilimsi gri ve sarımsı boz renkil olan marnlar fosil bakımından fakirdir.

İnceleme alanı içerisinde yer alan Kırkgeçit Formasyonu ile ilgili mikropaleontolojik araştırmalar yapan Avşar (1983), formasyondan derlediği örneklerde *Nummulites rotula*, *Nummulites fabianii*, *Nummulites aturicus* fosillerine dayanarak birime Orta-Üst Eosen yaşını vermiştir.

2.3. Karabakır Formasyonu

Bu formasyon ilk defa Tunceli ili Pertek ilçesi Karabakır Köyü yakınında Naz (1979) tarafından tanımlanmıştır. İnceleme alanında Kapaklı Tepe civarında bu formasyon yüzeylemektedir.

Sirel ve diğ.(1975), Palu çevresinde yaptıkları çalışmada, olivinli bazalt ve gölsel kireçtaşlarından oluşan Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı birimi "Karadağ bazaltları" olarak adlandırmışlardır.

Özkul (1982), Elazığ doğusunda Güneyçayırı köyü çevresinde yaptığı çalışmada, Karabakır Formasyonu'nu Karadağ bazaltları adı altında incelemiştir.

Türkmen (1988), Elazığ doğusunda Çaybağı çevresinde yaptığı çalışmada, konglomera, kumtaşı, çamurtaşı, kiltası, marn, kireçtaşı, tüfit, ve bazaltlardan oluşan ve Karabakır Formasyonu'na litolojik açıdan çok benzeyen Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı birimi "Çaybağı Formasyonu" olarak adlandırmıştır.

Ercan ve Asutay (1993), Malatya-Elazığ-Tunceli-Bingöl ve Diyarbakır çevrelerinde yaptıkları çalışmalarda, Neojen-Kuvaterner yaşlı volkanitleri yersel dağılımlarına göre Malatya, Elazığ, Tunceli, Bingöl ve Diyarbakır volkanitleri olmak üzere beş gruba ayırarak incelemişlerdir.

İnceöz (1994), Karabakır Formasyonu'nun hem tortul hem de volkanik kayaçlar ile temsil edildiğini belirterek, bu formasyonu konglomera üyesi ve bazalt üyesi olmak üzere iki üyeye ayırarak incelemiştir. Çalışma alanında Kapaklı Tepe civarında Karabakır Formasyonu'nun bazaltları yüzeylemektedir. Elazığ Magmatitleri ve Kırkgeçit Formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Makroskobik olarak genellikle siyah, yer yer gri renkli olan bazaltlar çoğunlukla gözeneksiz bazı yerlerde gaz boşlukludur. İnceleme alanında yer alan bazaltların olivin, plajiyoklas, ve klinopiroksen minerallerinden oluştuğu saptanmıştır. Çoğunlukla mikrolitik porfirik ve intersertal doku gösteren olivinli bazaltlarda çok ender olarak trakitik doku da görülmektedir. Kayaç içerisinde

klinopiroksenler fenokristal halde ve plajiyoklaslar mikrolitler halinde bulunmaktadır. Mikrolitler camsı malzeme ile birlikte hamuru oluşturmaktadır. Olivin fenokristallerinin çevresinde çoğunlukla iddingsitleşme görülmektedir.

Sirel ve diğ. (1975), Palu çevresinde, Bingöl (1984) Elazığ çevresinde, Sungurlu ve diğ. (1985) Elazığ-Hazar-Palu çevresinde ve Kürüm (1994) Pertek-Çemişgezek çevresinde yaptıkları çalışmalarda, Karabakır Formasyonu'nun diğer birimlerle olan stratigrafik ilişkisine dayanarak, birimin Üst-Miyosen yaşlı olduğunu belirtmişlerdir.

3. PETROGRAFI

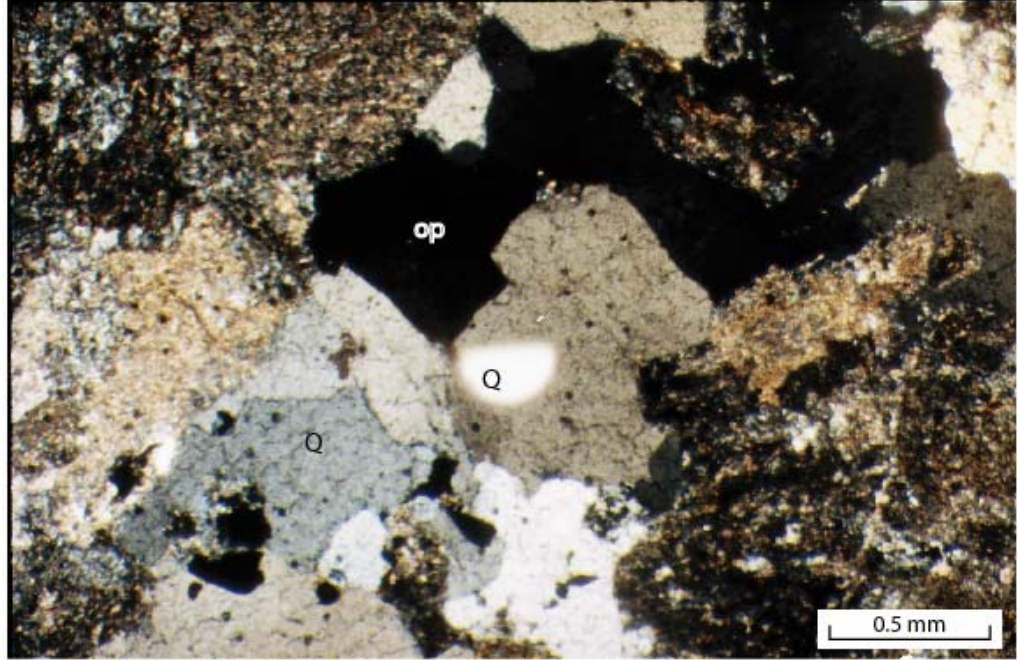
İnceleme alanı Üst Kretase yaşlı Elazığ Magmatitleri'ne ait granitoidler (granit, alkali granit, tonalit), diyorit ve damar kayacı olan lamprofir bileşimindeki birimlerden meydana gelmiştir. Aynı zamanda magmatik kayalar içerisinde ve cevherleşmelerle ilişkili olan kuvars damarları ve yan kayaç alterasyonları (kaolenleşme, oksitlenme) mevcuttur. Kuvars damarları Kızıldağ ve Köprücük derelerinin sağ ve sol kısımlarında koyu renkli çoğu kırıklı-çatlaklı yapıda görülmektedir (Şekil 7; 9). Bunlar içerisindeki sıvı kapanımlarının incelenmesi ile elde edilen homojenleşme sıcaklığı ve tuzluluk değerleri maden yatağının tipi, oluşum ortamı, cevherleşmelerin özelliklerini ortaya koyacaktır.

3.1. Granit

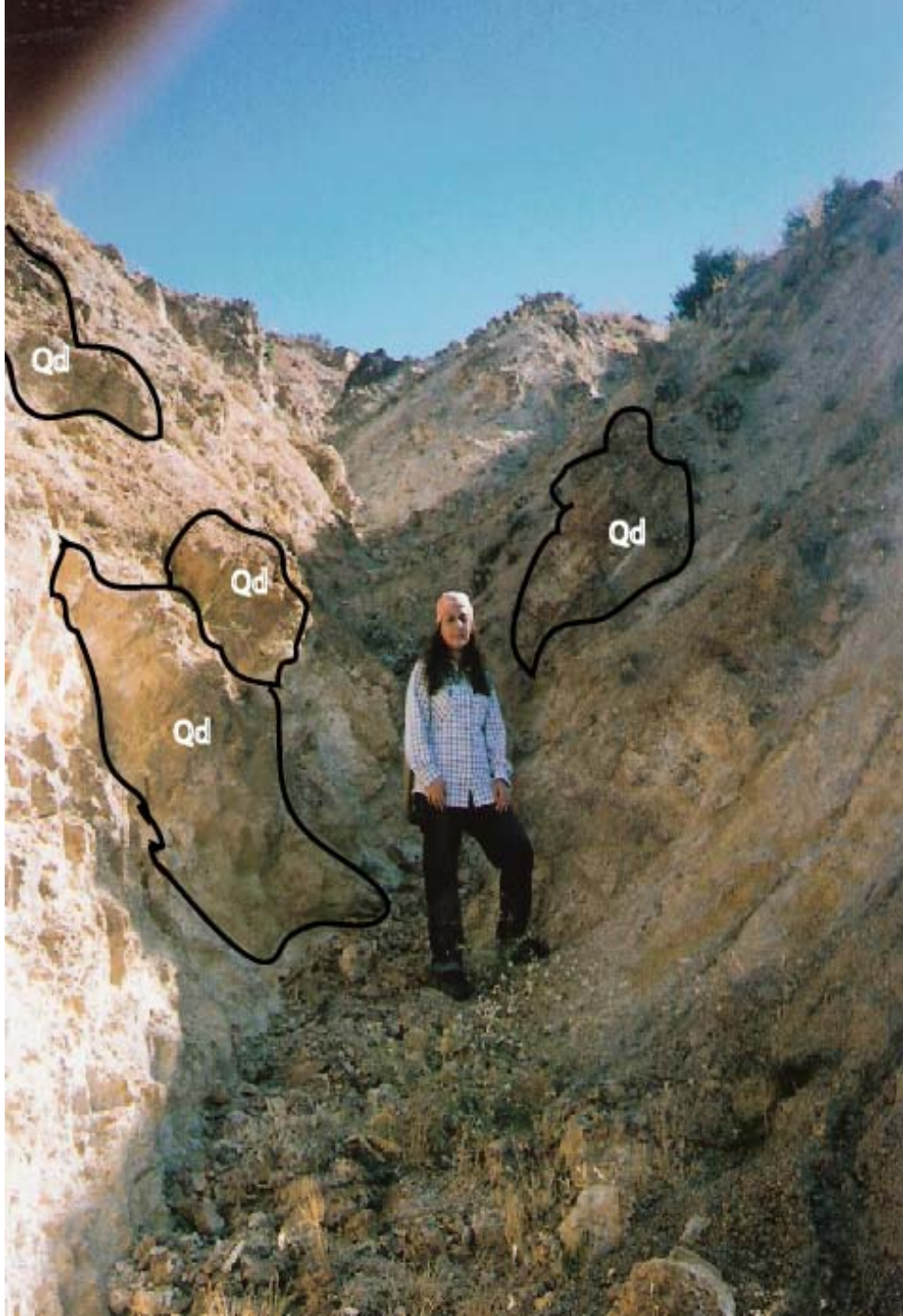
İnceleme alanında en geniş litolojiyi granitler kapsar. Granitler esas olarak kuvars, plajiyoklas, alkali feldispattan oluşmuş olup aynı zamanda hornblend, biyotit, serizit ve opak minerallerde içermektedir (Şekil 8). Özellikle granitler içerisindeki kuvarslar bol miktarda özşekilsiz ve yarıözşekilli olup dalgalı sönme gösterirler. Dilinimsiz, düşük röyefli ve tek nikolde renksizdirler. Dalgalı sönme gösteren kuvarslar diğer minerallerin ara boşluklarını doldurur şekilde bulunmaktadır (Şekil 10). Yaklaşık olarak % 40 kuvars içeriğine sahiptirler. Plajiyoklaslar genellikle özşekilsiz olup bazen özşekillidirler. Albit ikizlenmeleri gösteren plajiyoklaslarda zonlu yapı sıkça rastlanan bir olaydır. Aynı zamanda karbonatlaşma ve serizitleşme izlenebilmektedir. Genellikle %25 plajiyoklas içerirler (Şekil 11; 12).



Şekil 7: Magmatik kayalar ve cevherleşmelerle ilişkili kuvars damarlarından bir örnek. Bakış yönü kuzey.



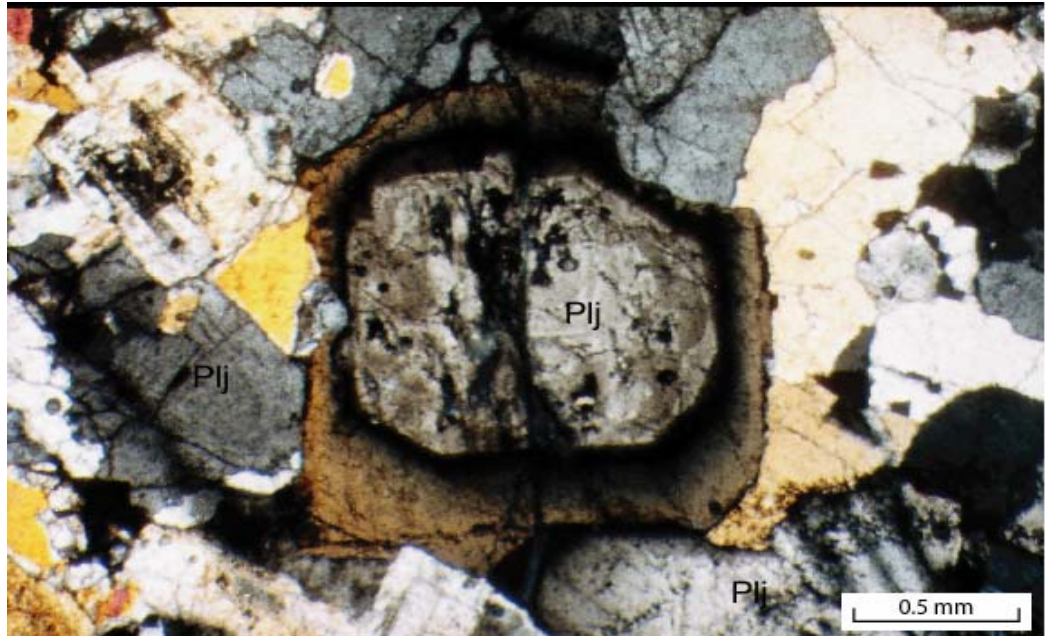
Şekil 8: Kuvars mineralleri ve opak mineraller içeren granit örneği. Q: Kuvars. op: Opak mineral. 3.2 X/ 0.06. Ç.N.



Şekil 9: Magmatik kayalarla ilişkili kuvars damarları görülmektedir. Qd: Kuvars Damarı. Bakış yönü doğu.



Şekil 10: Dalgalı sönme gösteren kuvarslar. Q:Kuvars. 3.2 X / 0.06. Ç.N.



Şekil 11: Granit kayacı içerisinde zonlu yapı gösteren plajiyoklaslar. 3.2 X / 0.06. Ç.N.

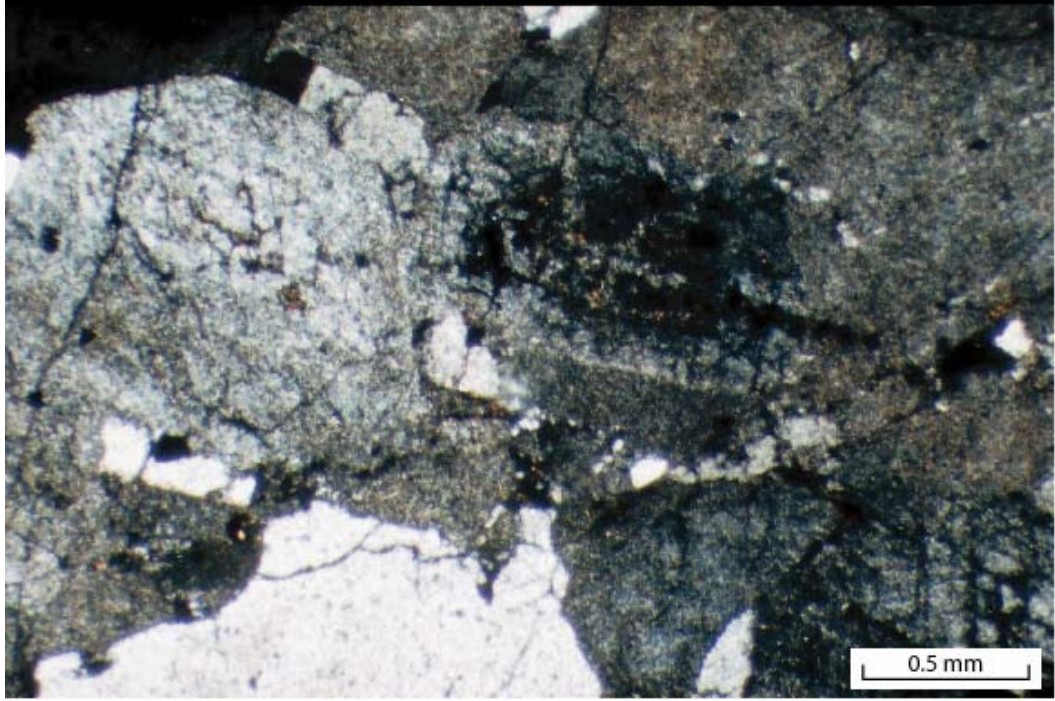


Şekil 12: Granit kayacı içerisinde zonlu yapı gösteren plajiyoklas. 10 X / 0.20. Ç.N.

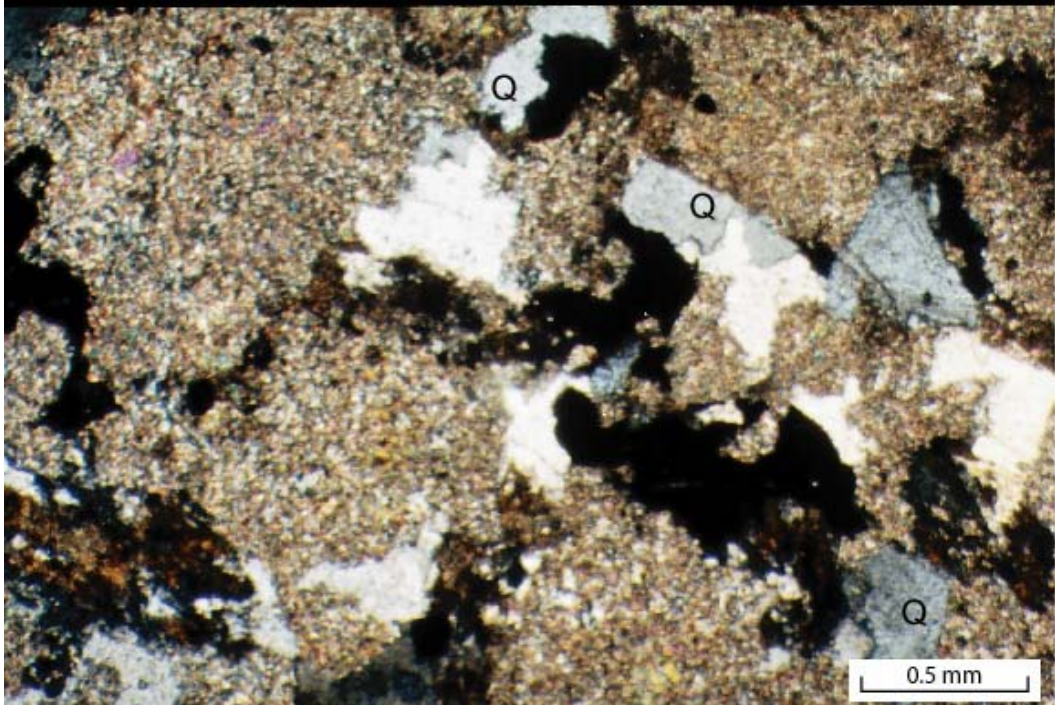
Karbonatlaşma, seyreltik karbonik asit ile bir mineral arasındaki tepkimeyi kapsayan kimyasal ayrışmadır. En iyi bilinen örnek, kireçtaşı (kalsiyum karbonat) ve karbonatlı su (karbonik asit) arasındaki tepkimedir. Bu tepkimede çözeltiye kalsiyum ve karbonat iyonları üretilir.

$\text{CaCO}_3 + \text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{Ca}^{+2} + 2\text{HCO}_3^-$ (Çiftçi, 2003; Şekil 13). Serizitleşme ise bir kayacın minerallerinin serizitle ornatılması işlemidir. Serizit, feldispatların hidrotermal alterasyonu veya geç-evre bozuşması ile oluşur (Çiftçi, 2003; Şekil 14).

Alkali feldispatlar özellikle ortoklas şeklinde olup Karlsbad ikizlenmesine sahiptir. Genellikle özşekilsiz olan ortoklas kristalleri alterasyona uğramış olup karbonatlaşmalar görülmektedir. Yaklaşık olarak %30 alkali feldispat içerirler. Granitler içerisindeki biyotitler ise özellikle paralel sönme göstermekte olup, tek yönde belirgin dilinimi ve kuvvetli kahverengi pleokroizma gösterirler. Çok iri biyotit porfirleri görmekte mümkündür. Ve arazide makroskopik boyutta biyotit porfirleri gözlemlenebilmektedir (Şekil 15;16;17;18). Hornblendler ise kahverengi ve yeşil tonlarında pleokroizma göstermeleri ve çift yönde belirgin dilinim göstermeleriyle tanınırlar. Karakteristik 124° lik dilinim açısı ve yüksek çift kırılıma sahiptirler.



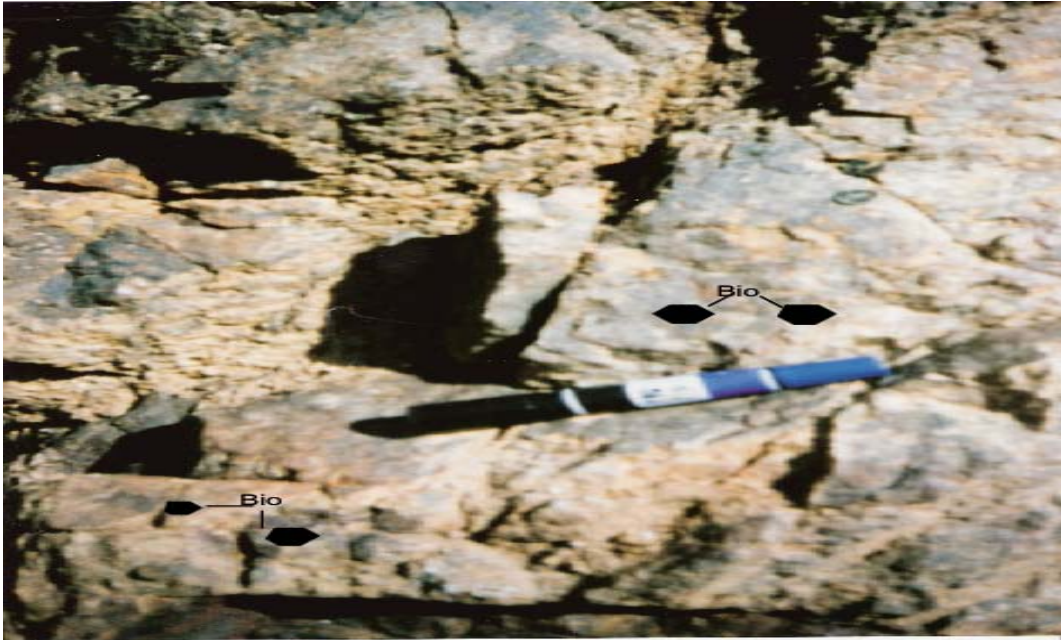
Şekil 13: Granitlerin alterasyonu sonucu karbonatlaşmayı gösteren ince kesit örneği. 3.2 X / 0.06. Ç.N.



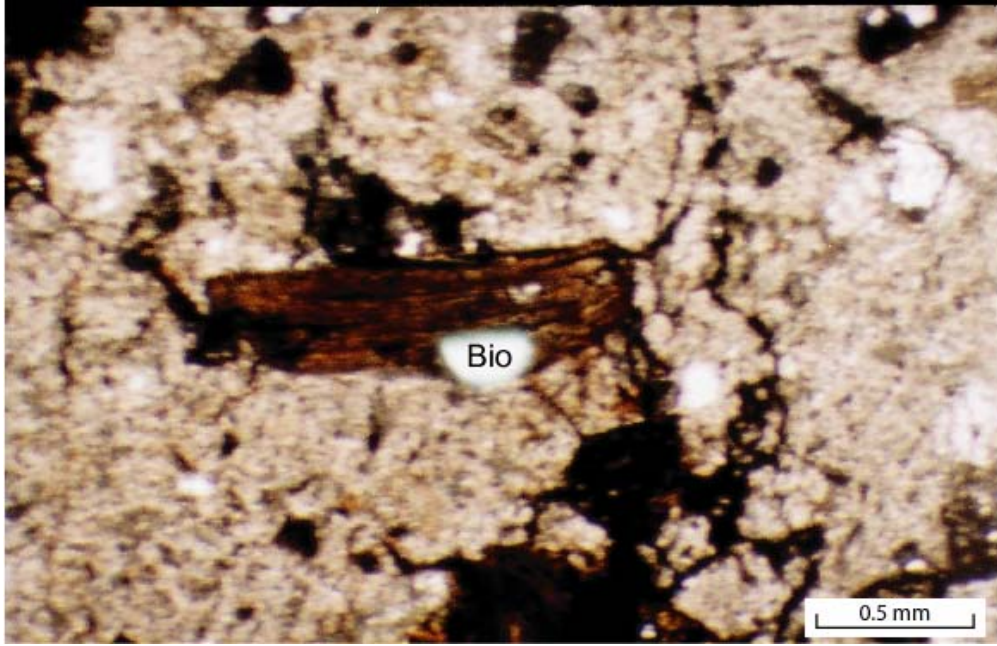
Şekil 14: Plajiyoklasların alterasyon ürünü olan serizitleşmeler. Q:Kuvars. 3.2 X / 0.06. Ç.N.



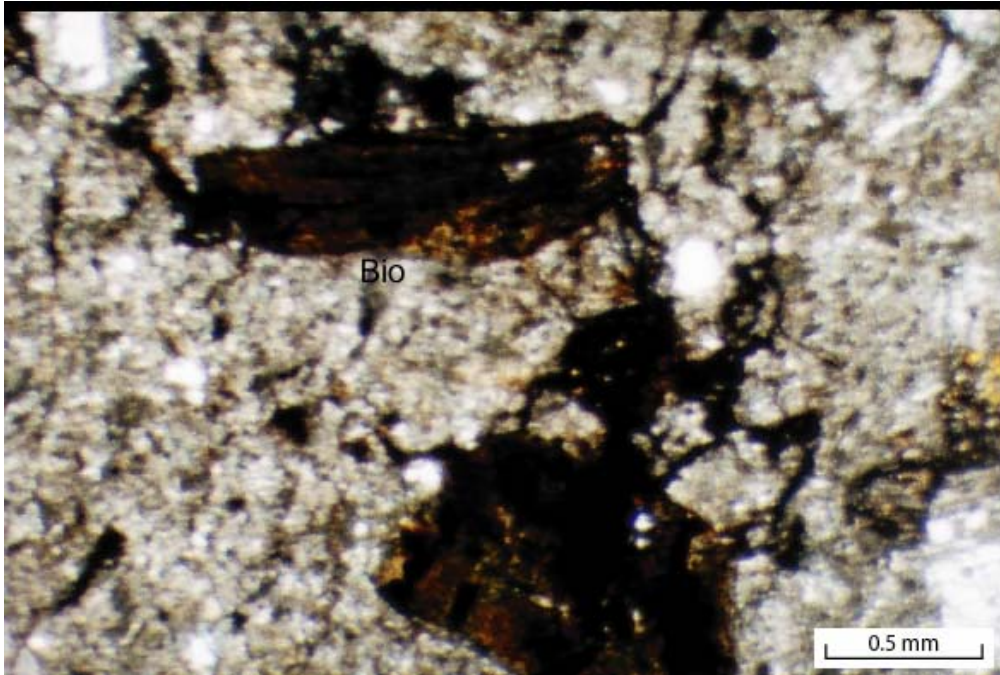
Şekil 15: Kuvars damarlarında görülen biyotit porfirleri. Bakış yönü kuzey.



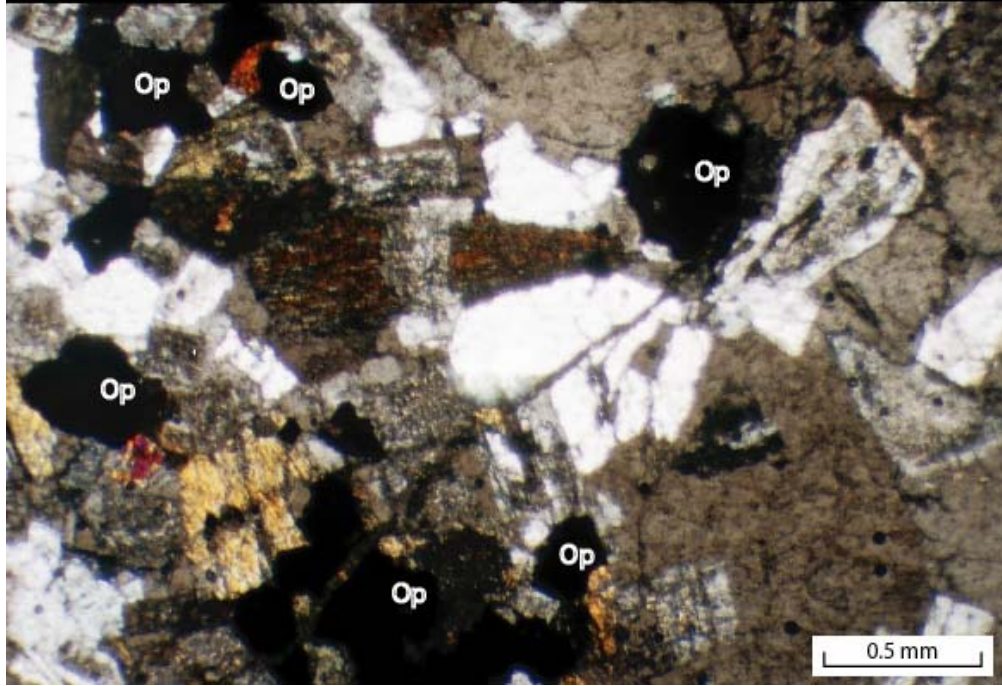
Şekil 16: Arazide makroskobik olarak görülen kuvars damarlarındaki biyotit porfirler. Bakış yönü kuzey.



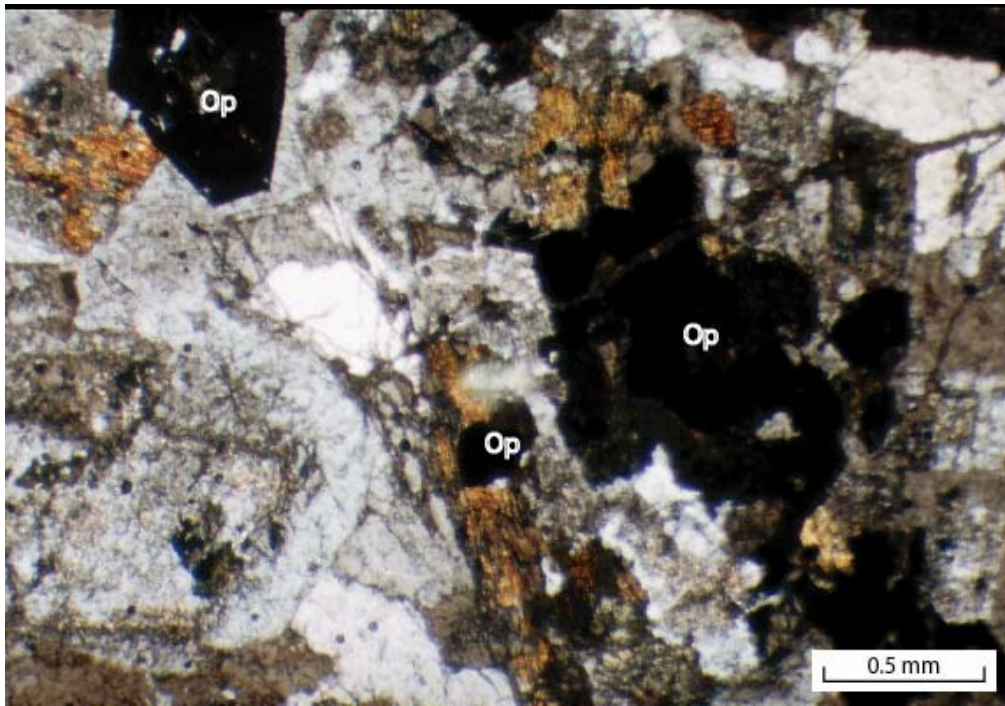
Şekil 17: Granit minerali içersindeki biyotit minerali. 3.2 X / 0.06. T.N.



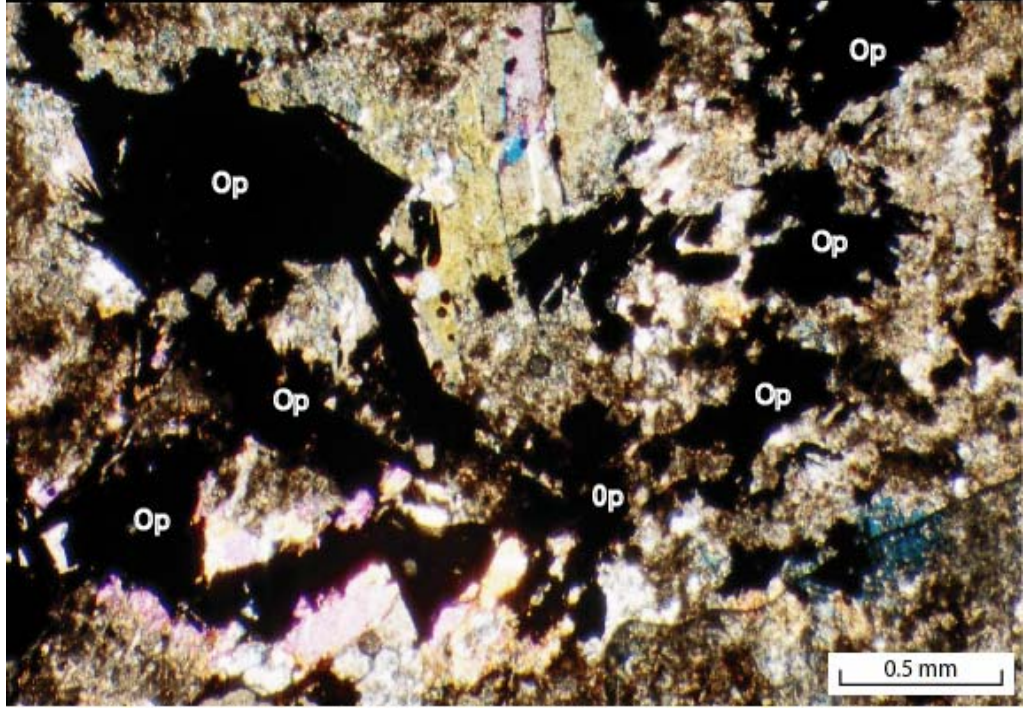
Şekil 18: Granit içerisindeki biyotit minerali. 3.2 X / 0.06. Ç.N.



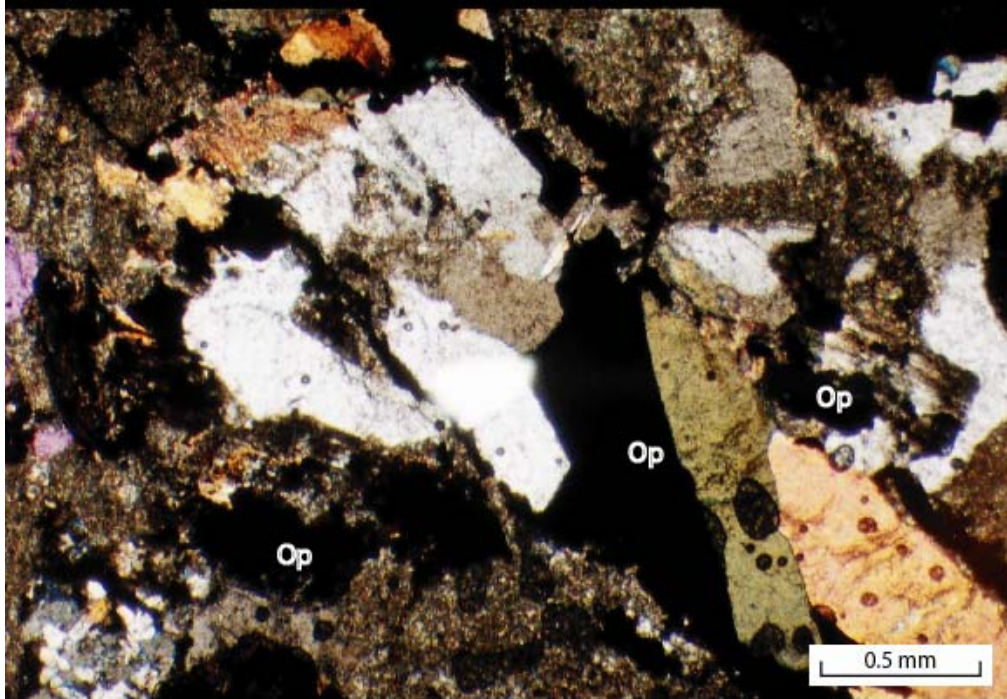
Şekil 19: Granit içerisindeki opak mineraller. Op: Opak mineraller. 3.2 X / 0.06.Ç.N.



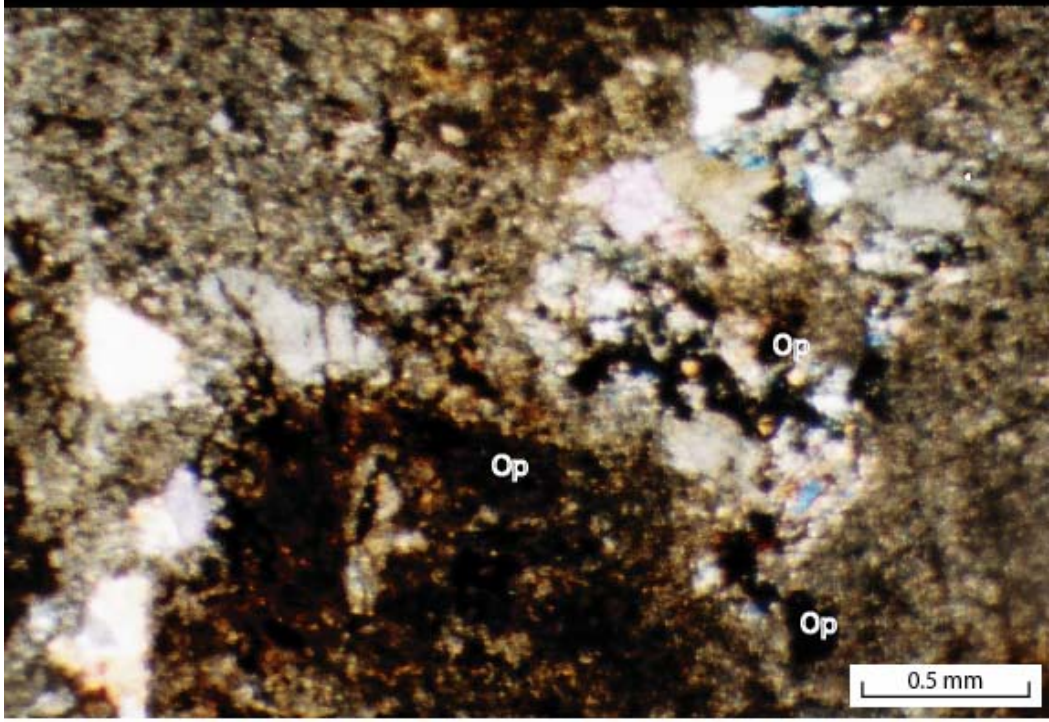
Şekil 20: Granitler içerisindeki opak mineraller. Op: Opak mineraller. 3.2 X / 0.06. Ç.N.



Şekil 21: Granitler içerisindeki opak mineraller. Op: Opak mineraller. 3.2 X / 0.06. Ç.N.



Şekil 22 : Granitler içerisindeki opak mineraller. Op: Opak mineraller. 3.2 X / 0.06. Ç.N.



Şekil 23: Serizitler içerisindeki ikincil cevher mineralleri. Op: Opak mineraller. 3.2 X / 0.06. Ç.N.

Işığ geçirmeyen opak mineraller tek nikolde ve çift nikolde karanlık görülürler. Cevher mineralleri olarakta bilinen opak mineraller üstten aydınlatmalı cevher mikroskoplarında incelenmeleri gerekir. Özellikle granitler içinde dağılmış şekilde bulunan opak mineraller (pirit ve kalkopirit gibi) cevherleşmelerin olduğunun göstergesidir (Şekil 19; 20; 21; 22; 23). Granitlerde kristallerin bir kısmı özşekilli, yarıözşekilli ve özşekilsiz olup subhedral granüler doku görülmektedir.

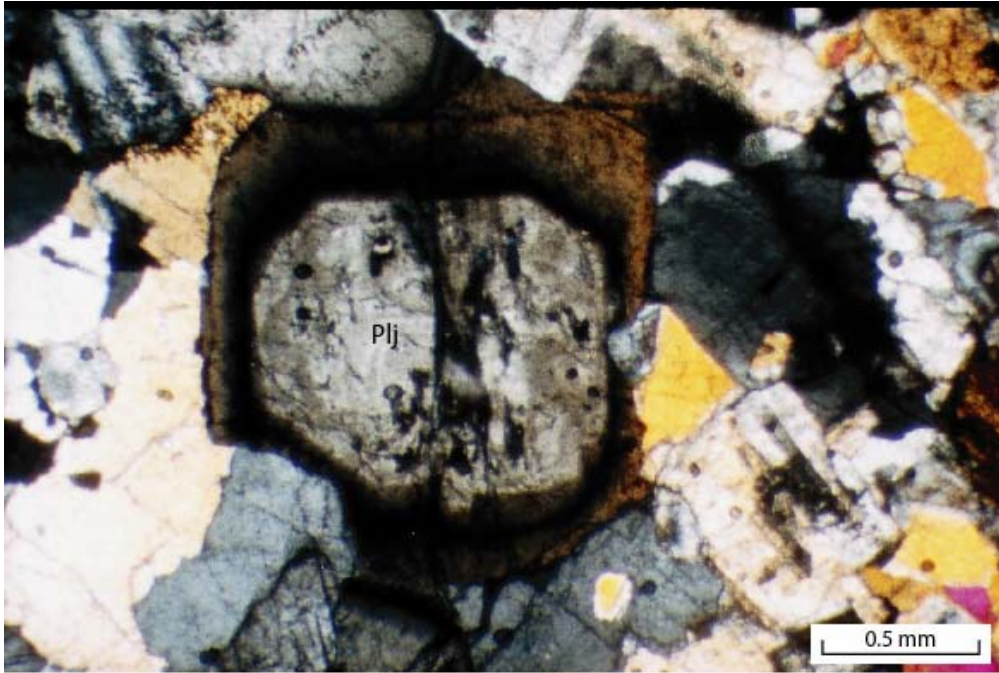
3.2. Tonalit

Esas olarak plajiyoklas, kuvars, hornblend ve biyotit ile apatit, zirkon ve demiroksit aksesuar minerallerinden oluşan iri kristalli ve silisçe fazla doygun bir kor kayadır (Çiftçi, 2003).

Araziden alınan ince kesit örneklerindeki kayaç içerisindeki kuvars, plajiyoklas oranı alkali feldispat oranından daha fazladır. Kuvarslar özşekilsiz olup dalgalı sönme göstermektedir. Plajiyoklaslarda normal zonlanma görülmekte olup, albit ikizlenmeleri mevcuttur. Alkali feldispatlar yarı özşekilli olup ortoklas bileşimindedir. Karlsbad ikizlenmesi göstermektedir. Kayaç içerisinde yeşil pleokroizma gösteren çift dilinime sahip yeşil hornblendler vardır. (Şekil 24, 25). Aynı zamanda cevherleşmeleri teşkil eden opak mineraller de mevcuttur. Subhedral granüler doku görülmektedir.



Şekil 24: Tonalit örneği. Amf: Amfibol. Plj: Plajiyoklas. 3.2 X / 0.06. Ç.N.

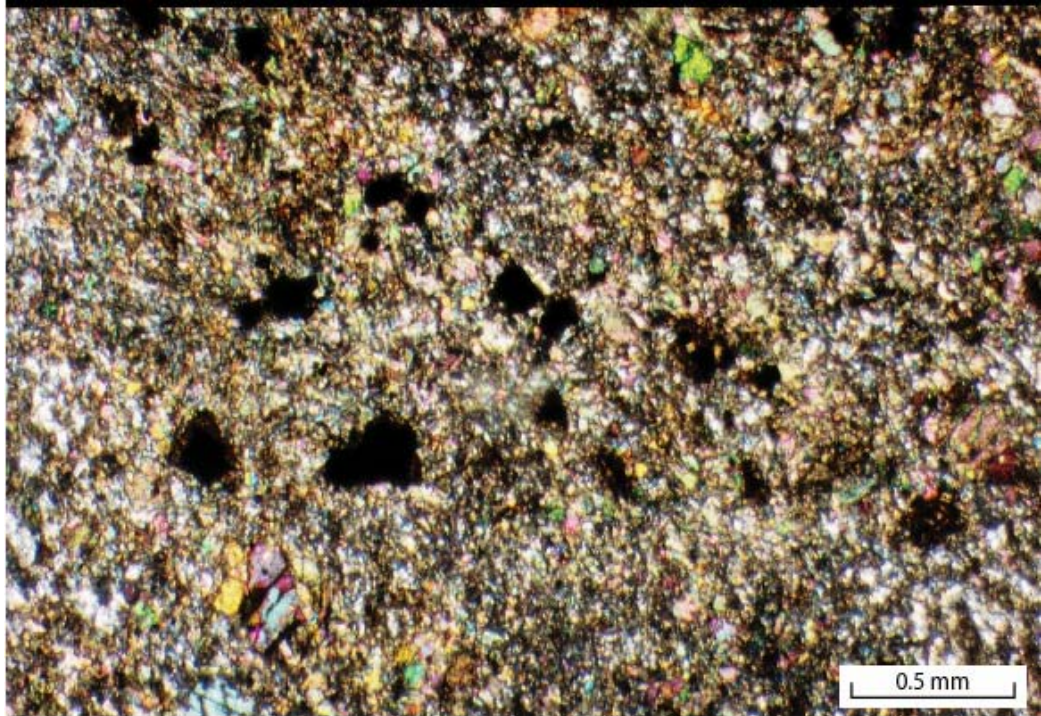


Şekil 25: Tonalit içersindeki zonlu yapıdaki plajiyoklas. Plj: Plajiyoklas. 3.2 X / 0.06. Ç.N.

3.3. Lamprofir

Koyu renkli minerallerin fenokristal ve anamadde de, açık renkli minerallerin sadece anamadde de gözüktüğü koyu renkli dayk kayalarına uygulanan bir grup adıdır. İçinde koyu ve açık renkli minerallerin fenokristal olarak ve anamadde de bulunduğu olağan kayalardan farklıdır. Lamprofirlerin esas bileşenleri biyotit, hornblend veya piroksen ya da bunların üçü ile feldispattan oluşmuştur. Bazı çeşitlerde olivin bulunur. Apatit, perovskit, saydamsız oksitler ile kuvars olağan ayrıntılıdır. Lamprofirler çoğunlukla ayrılmış şekilde bulunur ve çoğunlukla klorit ile kalsit içerirler. Bileşimleri siyenitikten gabroiğe kadar sıralanır ve artan koyu renkli bileşimde ultramafiklere geçiş durumunu oluştururlar. Çoğunlukla alkaliler özellikle potasyum bakımından zengindirler. (Altınlı, 1986).

İnceleme alanından alınan petrografik kesitlerde magmatik kayaçları kesen koyu renkli damar kayacı olan lamprofir, esas olarak plajiyoklas, hornblend ve epidottan oluşmuştur. Plajiyoklaslar çok fazla altere olmuşlardır. Hornblendler kuvvetli pleokroizmaya sahip olup çift yönde dilinim göstermektedirler. Plajiyoklaslar çok fazla altere olduklarından küçük parçacıklar halindedirler (Şekil 26; 27).



Şekil 26: Lamprofir damar kayacı. 3.2 X / 0.06. Ç.N.



Şekil 27: Lamprofir damar kayacı. 3.2 X / 0.06. Ç.N.

3.4. Diyorit

Kızıldağ'ın güneyinde yüzeylemeler veren diyoritler, granitten sonra en yoğun olarak bulunan kayalardır. İnceleme alanında diyoritler granitler tarafından kesildiğinden granitlerden daha yaşlıdır. Diyoritler esas olarak plajiyoklas, hornblend, biyotit ve az oranda kuvarstan oluşmuşlardır.

Sağiroğlu (1986), Kızıldağ ve çevresinde yapmış olduğu çalışmada, Yüksekova Karmaşığı'nın granitlerle ve diyoritlerle temsil edildiğini belirtmiştir. Diyoritlerin incelenen alanda granitten sonra en fazla yayılıma sahip magmatik bir kayaç olduğunu granite göre daha yaşlı olduğunu ve granitler tarafından kesilmekte olduğunu belirtmiştir. İri taneli hornblend ve plajiyoklas ana bileşeni olup aksesuar olarak ilmenit içerdiğini ve granit dokanaklarında altere olmuş hornblendlerin klorit ve tremolit-aktinolit dönüşümünü belirtmiştir.

Şaşmaz ve Sağiroğlu (1990), Billurikdere çevresinde yapmış oldukları çalışmada, diyoritlerin açık ve koyu renkli iki tür mineralden oluştuğunu, açık renkli mineralleri plajiyoklas ve kuvars, koyu renkli mineralleri ise amfibollerin oluşturduğunu, monzonit, monzodiyorit, diyorit ve bunların kuvarslı bileşenlerinden oluşan birimi arazide birbirinden ayırtetmenin zor olduğunu ve kayalarda

tanesele doku görülmekte olup çoğu minerallerin ayrıştırıldığını belirtmişlerdir.

Şaşmaz ve Sağıroğlu (1999), Çolaklı bölgesinde yapmış oldukları çalışmada birimin arazide yüzeysel alterasyondan aşırı derecede etkilenecek agregalaşıldığını, yer yer killeştiğini belirtir. Alterasyonun da etkisiyle birimin arazide gri rengi ile diğer birimlerden ayırtedilebileceğini, bölgedeki kayaçların iri kristalli minerallerden meydana geldiğini özellikle 1-2 cm büyüklüğe sahip özşekilli biyotitlerin arazide makroskopik olarak tanınabileceğini belirtmişlerdir. Aynı zamanda plajiyoklasların yer yer karbonatlaşmış ve killeşmiş, ortoklasların ise çoğunlukla serizitleştiğini belirtirler. Yine  alışma alanında diyoritik kayaçları kesen damar kayaçlarının yer aldığını bunların KB-GD doğrultulu aplit ve lamprofir bileşimli olduklarını, aplitlerin yaygın olarak turmalin içerdiğini, lamprofirlerin ise plajiyoklas ve hornblendden oluştuğunu açıklamışlardır.

4. CEVHERLEŞMELER

İnceleme alanında yer alan cevherleşmeler özellikle Elazığ Magmatitleri ile birlikte bulunmaktadır. Üst Kretase yaşı Elazığ Magmatitleri'ne ait derinlik kayaları ve kuvars damarlarından alınan örneklerin mikroskop incelemelerinde gözlenen opak mineraller ve aynı zamanda cevherlerden alınan örnekler çalışma alanında yoğun cevherleşmelerin olduğunun göstergesidir. Bunlara bağlı olarak cevherleşmelerin etkisiyle hidrotermal çözeltilerden kaynaklanan birtakım alterasyonlarda yoğunluk kazanmıőtır. Sülfürleőme, oksitlenme, karbonatlaşma ve silisleşme gibi olaylara sıkça rastlanılmaktadır (Şekil 28; 29; 30).



Şekil 28: Arazide gözlenen alterasyonlar. Bakış yönü güney.



Şekil 29: Arazide görülen alterasyonlar (Oksitlenimler ve kaolenleşmeler). Bakış yönü doğu.

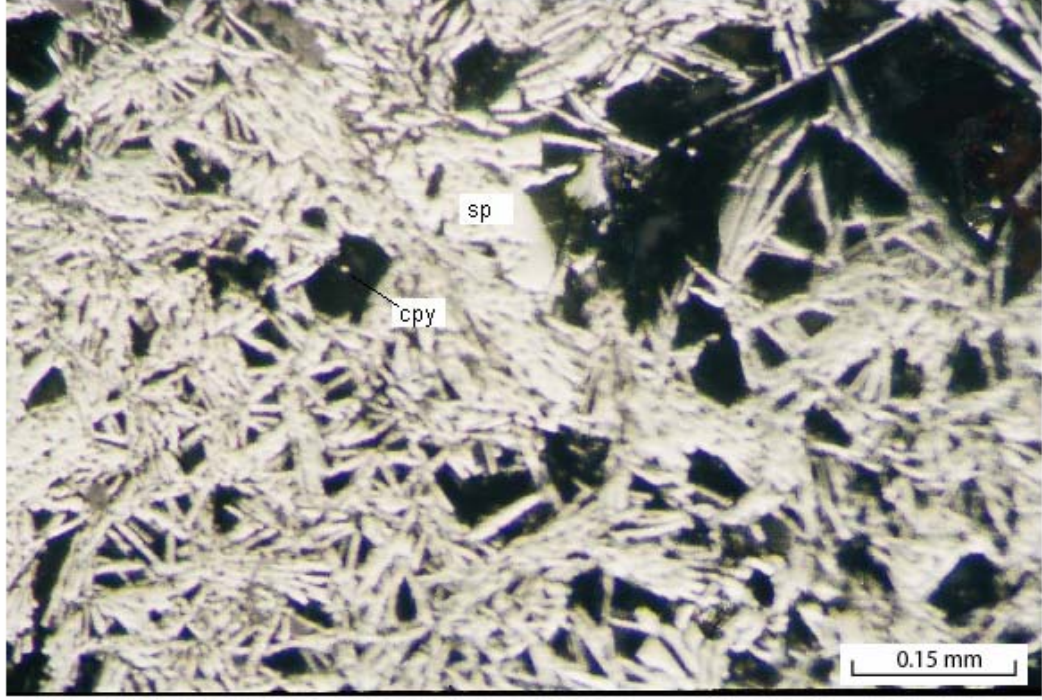


Şekil 30: Arazide görülen alterasyonlar. Bakış yönü kuzeydoğu.

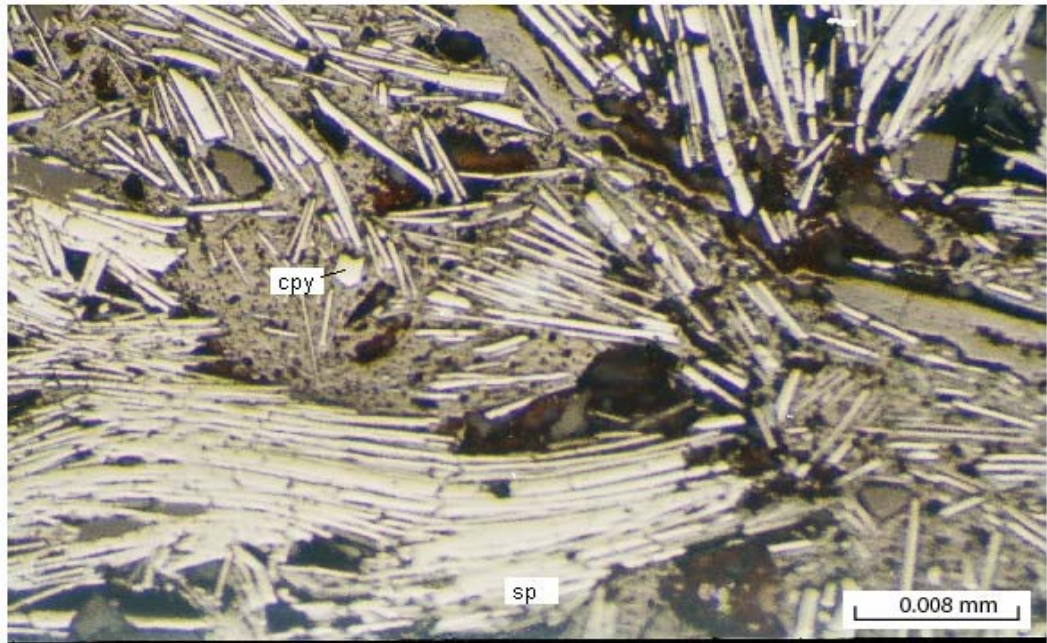


Şekil 31: Kuvars damarından bir örnek. Bakış yönü kuzey

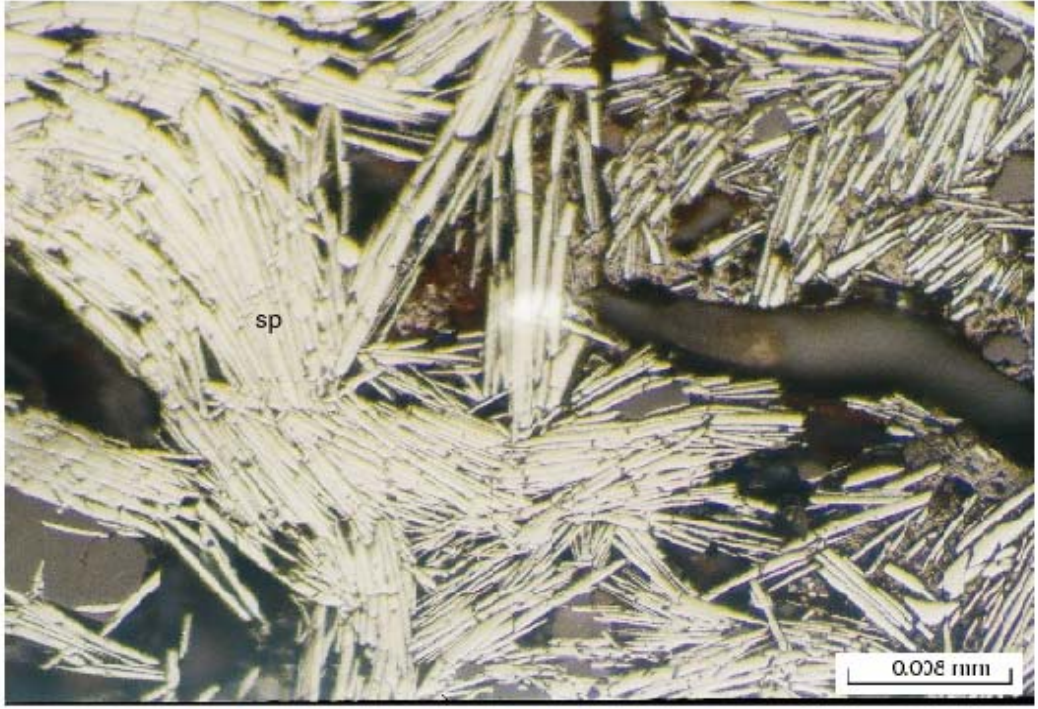
Arazide gözlenen çoğu kuvars damarları kırıklı-çatlaklı olup genelde K 10° D doğrultulu, 20° GD eğimlidirler (Şekil 31). Zaman zaman dike yakın kuvars damarlarına da rastlanılabilmektedir. Bu bölgedeki Elazığ Magmatitleri'ne ait granitlerde gözlenen opak mineraller genelde pirit, kalkopirit, spekülait, sfalerit gibi cevher minerallerinden oluşmaktadır. Parlak kesit örneklerinde spekülaitler çubuklar veya levhalar halinde genellikle ışınal demetler oluşturup örneklerin % 10-15 'ini oluştururlar. İncelenen örneklerde limonitler ve götitler kırık ve çatlakları doldurmaktadır. Yine fahlers mineralleri ve kalkopirit mineralleri mevcut olup tetrahedrit, tennannit ve kalkopirit üçlüsü bir arada bulunuyor. Üç mineralin kenarları boyunca kovellin kalkozine dönüşüyor. Çatlaklar boyunca limonit yerleşimleri mevcuttur. Limonitleşmenin olduğu yerlerde gözenekler ve götit oluşumları vardır. Küçük küçük kalkopirit parçalarına da rastlanılmaktadır. Cu mineralleri arazide makroskopik olarak gözlenmiş olup diğer cevher mineralleri kadar yaygın değildir. Üstten aydınlatmalı cevher mikroskobunda yapılan incelemelerde parlak örneklerde bol miktarda krem-sarı renkli özşekli piritler ve yine sarımsı renkte özşekilsiz kalkopiritler yer almaktadır (Şekil 32; 33, 34; 35, 36, 37; 38, 39).



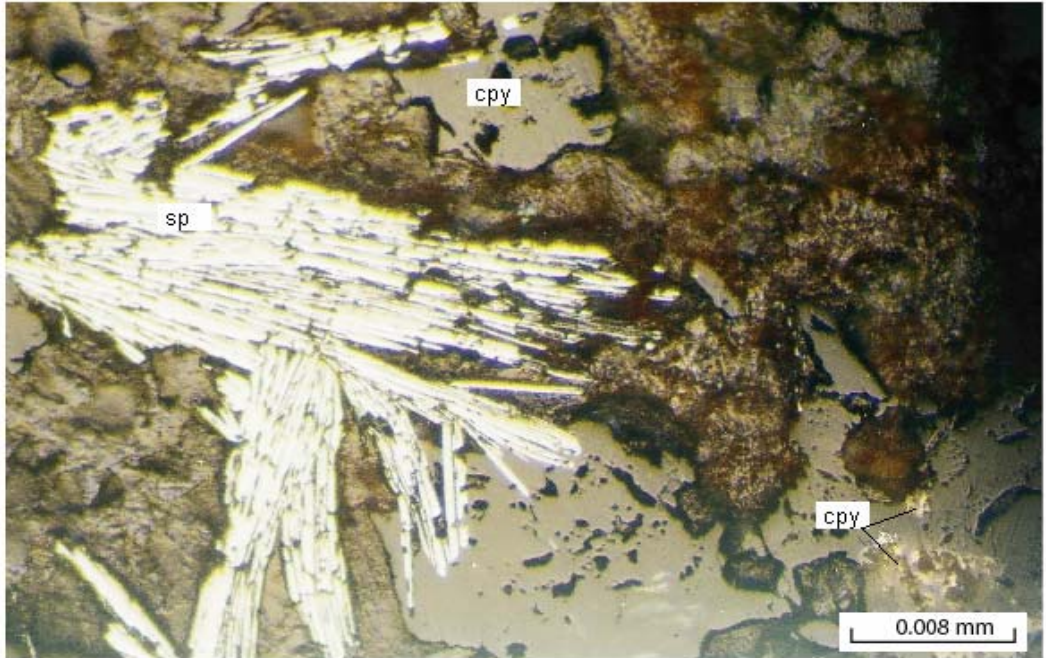
Şekil 32: Spekülerit ve kalkopirit mineralleri. . sp: Spekülerit. cpy: Kalkopirit. 10 X / 0.20. Ç.N.



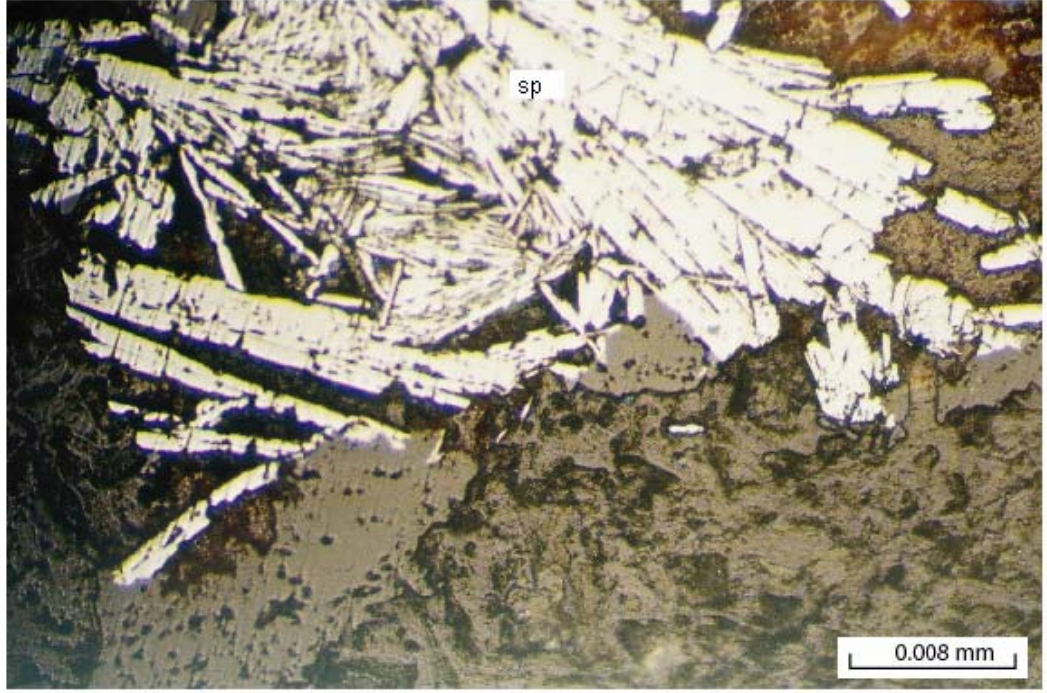
Şekil 33: Spekülerit ve kalkopirit mineralleri. 20 X / 0.40 Ç.N.



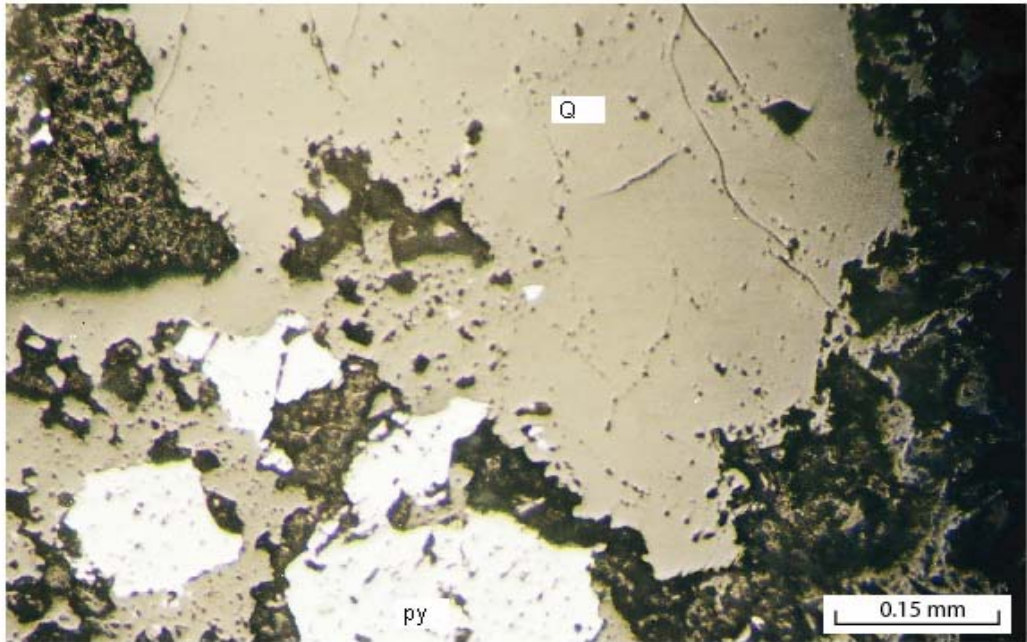
Şekil 34: Spekülerit mineralinde ışınsal yapılar. 20 X / 0.40. Ç.N. sp: Spekülerit.



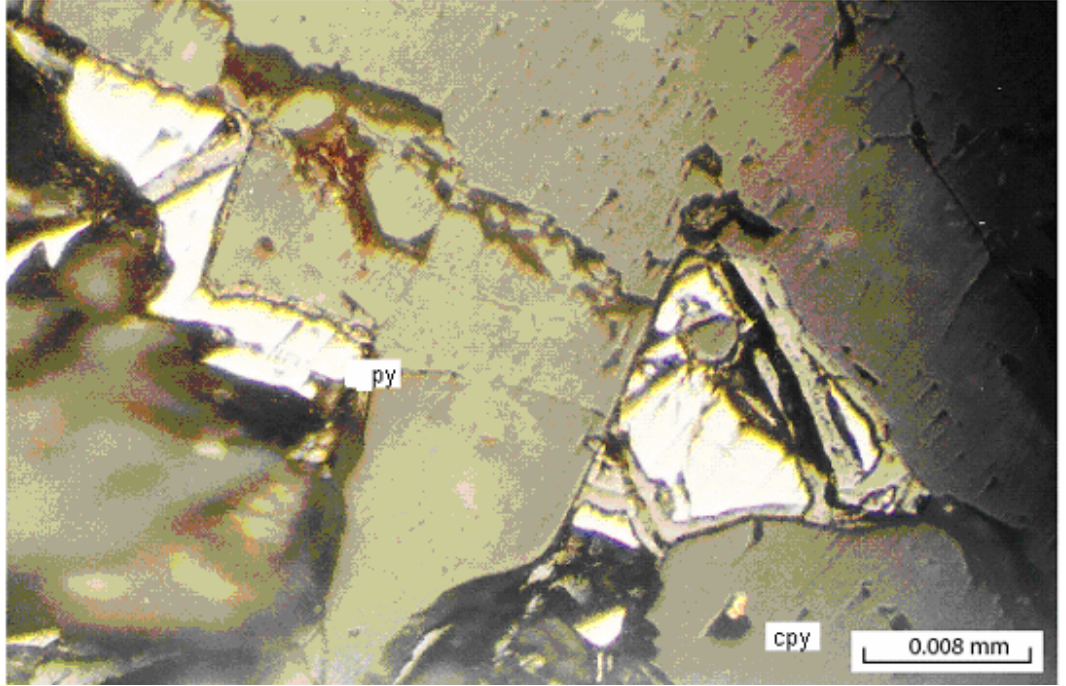
Şekil 35: Magmatik kayalarla ilişkili spekülerit ve kalkopirit mineralleri. cpy: Kalkopirit. sp: Spekülerit. 20 X / 0.40. Ç.N.



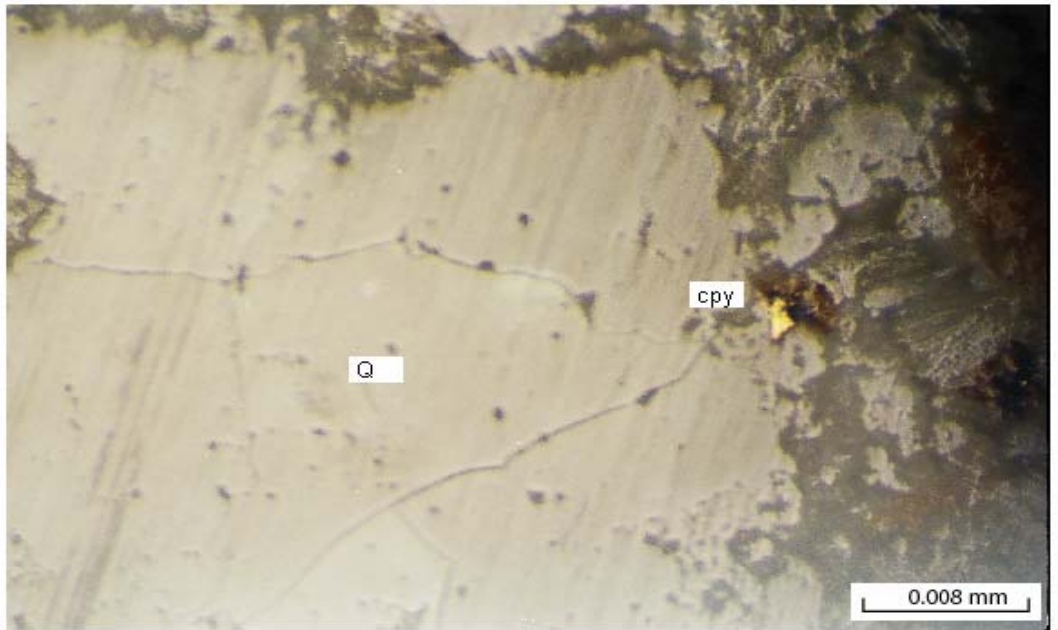
Şekil 36: Magmatik kayalar içerisinde görülen spekularit mineralleri. sp: Spekularit. 20 X / 0.40. Ç.N.



Şekil 37: Magmatik kayalar içerisinde saçınımlı cevher ve kuvars kristalleri. 10 X / 0.20. Ç.N.



Şekil 38: Kalkopirit ve pirit mineralleri. py: pirit . cpy: Kalkopirit. 20 X / 0.40. Ç.N.



Şekil 39: Kuvarts ve kalkopirit minerali. Q: Kuvarts. cpy: Kalkopirit. 20 X / 0.40. Ç.N.

Sağiroğlu (1986); Sağiroğlu ve Preston (1987), Kızıldağ çevresinde yapmış oldukları çalışmalarında, Kızıldağ cevherleşmelerinin Elazığ Magmatitleri içerisinde yer alan granitler içerisinde ve genel olarak D-B doğrultulu ve kuzeye eğimli faylanmalarla ilgili olduğunu belirtmiştir. Pb-Zn damarlarının Kızıldağ fay zonlarının içine yerleştiğini ve konum açılarının Kızıldağ'ın kuzeydoğu kesiminde meydana geldiğini ve fay zonlarının Kızıldağ cevherleşme sistemine kapalı olan mevsimsel yağışlı bir vadi içerisine yerleştiğini belirtir. Serizitleşmeler yaygın bir biçimde görülmektedir. Burada yer alan kuzey fay zonu 1-1.5 m kalınlıkta, yaklaşık yüzeyden 30 m yükseklikte ve K 70° D doğrultulu olup, 65° KB eğimlidir. Güneydeki fay zonu ise K 65° D doğrultulu olup, 68° KB eğimlidir. Yüzeyden yüksekliği 20 m ve ortalama kalınlığı 2 m'dir. Her iki fay zonundaki cevher mineralleri fay breşi parçalarının boşluk kısımlarını doldurur şekildedir. Bu bölgedeki cevherleşmeler genel olarak saçınımlı veya fay zonu dolgusu şeklinde gelişmiş olup cevherleşme türleri spekülait, pirit, ($\pm$ kalkopirit), galen ($\pm$ sfalerit) ve Cu mineralleri şeklindedir. En yaygın olarak spekülait ve pirit cevherleşmelerine rastlanılmaktadır. Eh değerlerinin yüksek olduğu yerlerde (YASS üzerinde) spekülait ve Eh'in negatif değerlere sahip olduğu yerlerde (YASS altında) pirit cevherleşmeleri vardır. Bu iki cevherleşme birbirine geçiş göstermektedir.

Sağiroğlu (1986), Kızıldağ cevherleşmelerinin dokusal ve mineral topluluğu açısından değişik özellikler gösterdiğini açıklamıştır. Dokusal olarak cevherleşmelerin saçınımlı ve masif olarak iki grupta toplandığını, saçınımlı cevherleşmelerin küçük fay zonlarının hemen çevresinde sınırlı miktarda ve Tavşan tepe-Kapaklı tepe hattının güneyinde yoğun olarak geliştiğini gözlemlemiştir. Bu alan hemen hemen tamamen saçınımlı olarak cevherleşmiştir ve çok yoğun bir şekilde faylanmıştır. Cevherleşmenin bu alanda böyle yaygın olarak gelişmesinin nedeni yoğun faylanmalardır. Masif cevherleşme ise fay breşi matriksi halinde kayaç parçalarının çevresini sarıyor halde gelişmiştir. Genel olarak 5-10 cm kalınlıkta gelişen masif cevherleşme yer yer 50-60 cm kalınlığa ulaşmaktadır. Aynı yazar, Cu-Pb-Zn cevherleşmelerinde genelde iki değişik mineral topluluğu olduğunu gözlemlemiştir. 1) Spekülait Cevherleşmeleri 2) Pirit-Kalkopirit Cevherleşmeleri. Ayrıca çok kısıtlı galen ve bakır cevherleşmeleride geliştiğini belirtmiştir.

Şaşmaz ve Sağiroğlu (1990), Billurikdere civarında yapmış oldukları çalışmalarında, bu bölgedeki cevherleşmelerin Yüksekova Karmaşığı'na ait granitik ve diyoritik kayaçların içerisinde ve bu iki kayacın dokanağında görüldüğünü, granitik ve diyoritik kayaçların içindeki cevherleşmelerin damar tipi, granitik ve diyoritik kayaçların dokanağında ise kontakt tipi cevherleşmeler gözlemlendiğini açıklamışlardır. Granitik cevherleşmelerin genellikle damar tipi olduğu cevherli damarların kalınlığının 10-30 cm yüzey uzanımlarının ise 4-5 m arasında değiştiği,

cevherleşmelerin kırık ve çatlak zonları boyunca gelişmiş ve bu cevherleşmelerin üst kısımlarının tamamıyla oksitlenmiş olduğu ve cevherleşmelerin çatlaklar içerisinde ağsı ve saçınımlı dokuya sahip olduğu belirtilmiştir. Genellikle cevher minealleri öz şekilli-yarı öz şekilli kristaller halindedir ve mineral toplulukları ise galen, sfalerit, kalkopirit, pirit ve spekülarittir. Şaşmaz ve Sağıroğlu, inceleme alanında görülen cevherleşmelerin büyük bir kısmının diyoritik kayalar içerisinde yoğunlaştığını, buradaki damarların yüzeyde oksitlenerek demir şapka oluşturduğunu, cevherli damar ve yan kayaç arasında altere zon bulunduğunu ve damarların uzunluğunun yer yer 40-50 m'ye kadar erişebildiğini ve yine diyoritik kayalar içindeki görülen cevherleşmelerin mineral topluluğu bakımından oldukça fakir ve daha çok ağsı bazende saçınımlı halde yoğun pirit cevherleşmeleri görüldüğünü, pirit, manyetit, hematit ve kalkopirit cevher mineralleri olduğunu belirtmişlerdir.

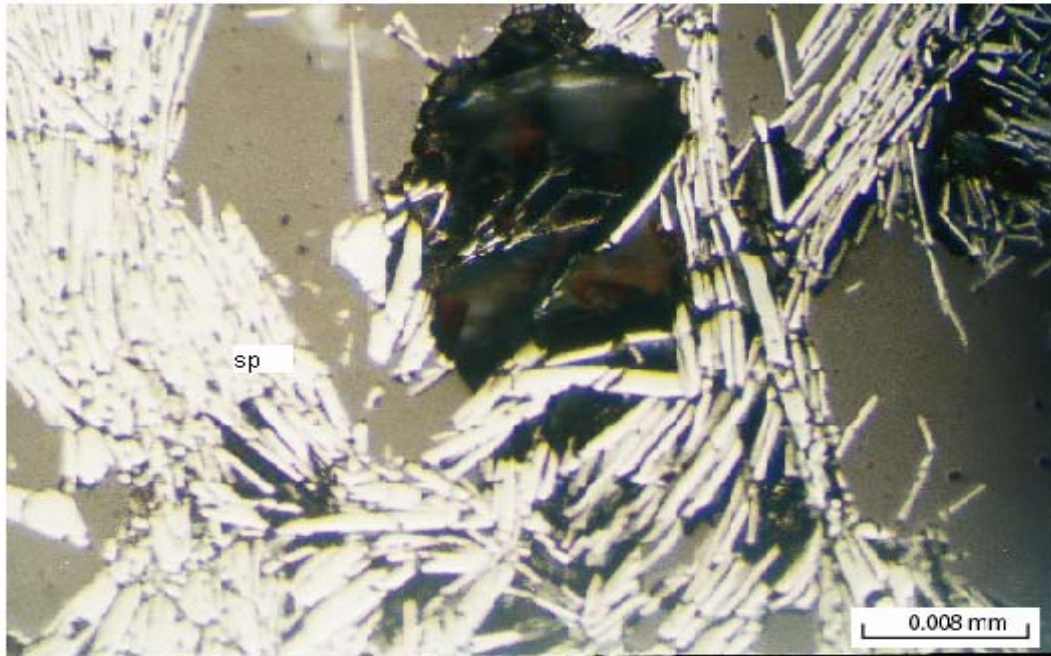
Şaşmaz ve Sağıroğlu (1999), Çolaklı bölgesinde yapmış oldukları çalışmalarında, bu civardaki cevherleşmelerin Elazığ Magmatitleri'nin diyoritik kayaları içerisinde, kırık hatları boyunca oluştuğunu, birbirine paralel olarak uzanan cevherli damarlar olduğunu vurgulamışlardır. Çolaklı köyünün hemen kuzeyindeki diyoritik kayaların aşırı derecede altere olmuş ve topraklaşmış olduğunu açıklayarak, bu nedenle buralarda bulunabilecek cevherli damarların ince bir toprak örtüsü tarafından örtülmüş olabileceğini belirtmişlerdir. Aynı zamanda cevherli damarların yüzeyde silisleşme, killeşme ve karbonatlaşmanın etkisiyle beyaz, limonitleşmenin etkisiyle de sarı-koyu kahverengi renklerde gözlendiğini vurgulamışlardır.

Sağıroğlu ve Şaşmaz (2004), Çolaklı bölgesinde yapmış oldukları çalışmalarda, gümüşlü Pb-Zn ve Cu damarlarının mineralojisini ve jeokimyasını açıklamaya çalışmışlardır. Çalışma alanında yer alan Pb-Zn ve Cu damarlarının Elazığ Magmatitleri'ne ait diyoritik kayaların içerisinde K-G eğimli ve dikey dalma batma fay sistemi içerisinde yer aldığını belirtmişlerdir. Bölgedeki damarların iki mineral topluluğu gösterdiğini birinci olarak Pb-Zn damarlarının galen, frayberjit, barit, sfalerit, kalkopirit, piritten Pb-Cl fazı ve saf gümüşten oluştuğunu ikinci olarakta Cu damarlarının kalkopirit, pirit, galen, sfalerit, kübanit, bizmutit, ve fahlers minerallerinden oluştuğunu belirtmişlerdir. Ve cevher kütlelerinde yoğun bir şekilde alterasyonlar arjilizasyon, karbonizasyon, ve silisifikasyon gibi alterasyonların görüldüğü ortaya konmuştur. Cevher örneklerinin kimyasal analizler sonucu damarlarda Pb, Ag, Sb, Zn, Ba, Cu oranının yüksek ve Pb-Ag, Pb-Zn, Sb-Ag, Cd-Sb ve Ba-Cd arasında yüksek korelasyon değerlerinin olduğunu incelemişlerdir. Bölgedeki NTE jeokimyasının asidik şartlar altında ve muhtemelen magmatizmanın son ürünü olduğunu vurgulamışlardır.

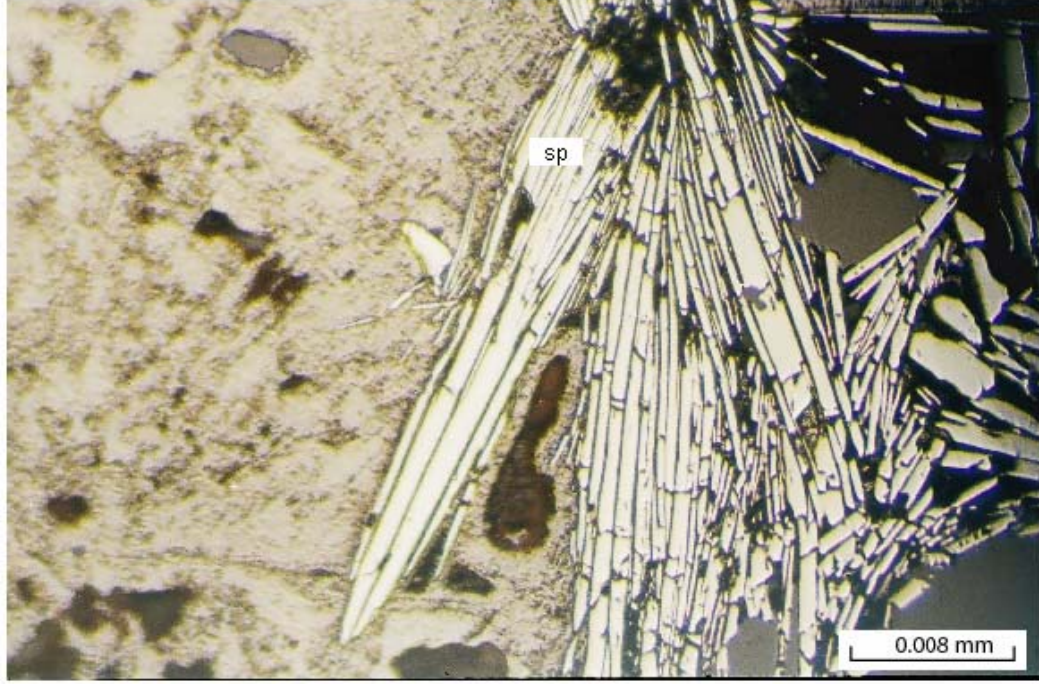
4.1. Spekularit Cevherleşmeleri

Özellikle spekularit cevher mineralleri inceleme alanı olan Kızıldağ ve Köprücük civarından alınan örneklerin parlak kesit incelemeleri sırasında gözlemlenmiştir. Mikroskopta ışınal veya levha şeklinde olup ışınal demetler halinde görülmektedir (Şekil 40; 41).

Sağiroğlu (1986), Kızıldağ çevresinde yapmış olduğu çalışmasında spekularit cevherleşmelerinin fay zonlarının topoğrafik olarak yüksek kısımlarında gözlemlendiğini, genel olarak fay breşinde kayaç parçalarının arasını doldurur şekilde bulunduğunu yer yer fay zonlarının çevresinde saçınımlı olarak da gözlemlendiğini, burada cevher zonunun 30-40 cm'ye varan fay zonu dolgusu damarları şeklinde görüldüğünü belirtmiştir. Aynı zamanda cevherin önemli bir kısmının aşınıp taşındığı, Kızıldağ Deresi'nin eski nehir taraçalarında 1-2 m kalınlıkta ve matriksi tamamen limonit-hematitten oluşmuş konglomera bloklarından anlaşılmaktadır. Spekularit cevherleşmelerinin derinlere doğru spekularit-pirit ve pirit-kalkopirit cevherleşmesine dereceli geçiş gösterdiğini, bu oluşumun ancak meteorik suların dolaşımı ile açıklanabildiğini, serbest dolaşımın olduğu Eh bölgelerinde fay zonlarında ilerleyen hidrotermal çözeltilerdeki Fe^{2+} 'in oksitlenerek Fe_2O_3 (spekularit) şeklinde çökelmiş olduğunu yeraltı su seviyesi altında negatif Eh koşullarında Fe^{2+} pirit FeS_2 olarak çökelindiğini belirtmiştir.



Şekil 40: Spekularit mineralinde ışınal yapılar. 20 X / 0.40. Ç.N. sp: Spekularit



Şekil 41: Spekülarit minerali. sp: Spekülarit. 20 X / 0.40. Ç.N.

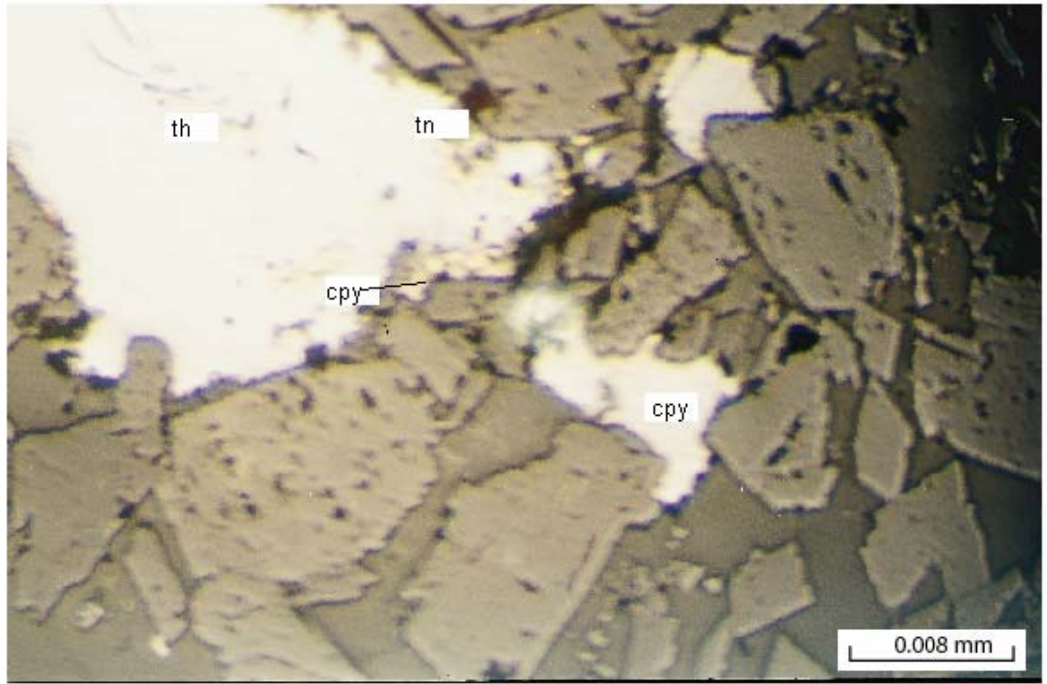
4.2. Pirit ve Kalkopirit Cevherleşmeleri

Bu tip cevherleşmeler de yine inceleme alanı içerisinde yer alan Kızıldağ ve Köprücük çevresinde Üst Kretase yaşlı Elazığ Magmatitleri'ne ait magmatik kayalarla ve yine diğer cevher mineralleri ile beraber yoğun bir şekilde bulunmaktadır. Arazide pirit altın sarısı renginde metalik parlaklığa sahip, kübik kristalli ve saçınımlı şekilde makroskobik olarak gözlenirken, kalkopirit içerdiği bakırdan dolayı daha yeşilimsi rengi ile ve piritte göre sertliği daha az daha masif şekilde makroskobik olarak gözlenmektedir. Mikroskop çalışmalarında ise piritler daha çok saçınımlı olarak krem-sarı renkte ve özşekilli olarak görülürken, kalkopiritler daha sarımsı ve özşekilsiz olarak saçınımlı şekilde gözlemlenmiştir. Bu tür cevherleşmelere eşlik eden yan kayaç alterasyonları ise serizitleşmeler, silisleşmeler, karbonatlaşmalar görülmektedir. Arazide makroskobik olarak biyotit porfiler de pirit-kalkopirit cevherleşmeleri ile iç içedir (Şekil 15;16).

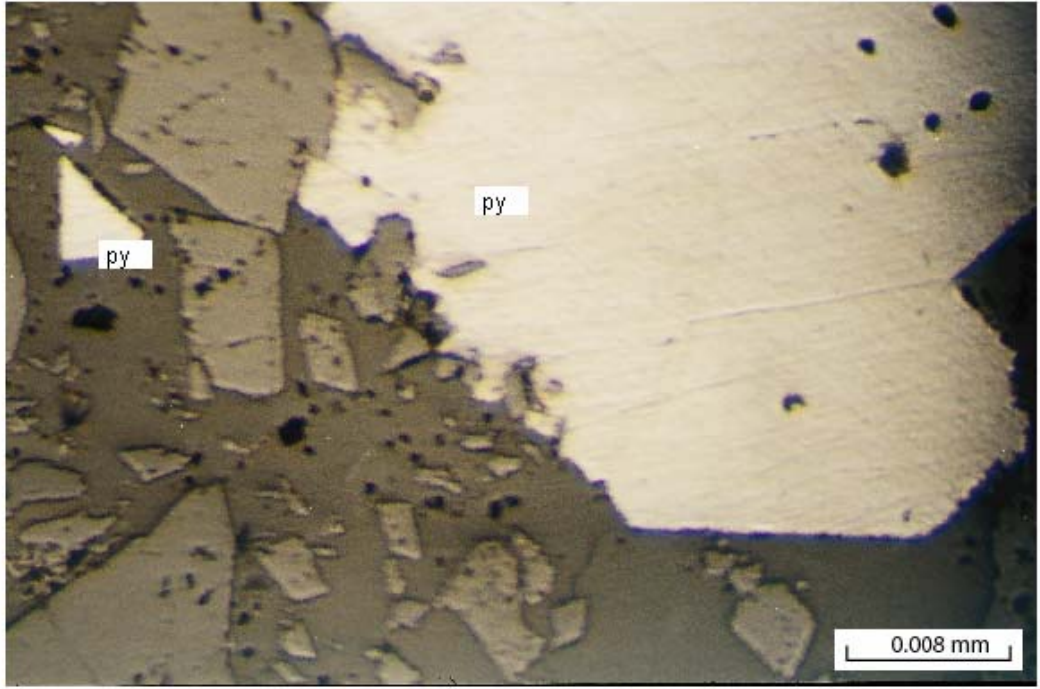
Sağiroğlu (1986), Kızıldağ çevresinde yaptığı incelemesinde, pirit cevherleşmelerinin Fay zonlarında 20-30 cm kalınlığa ulaşan zonlarda masif pirit cevherleşmesi şeklinde görülebildiğini ve yaygın biçimde saçınımlı olarak gözlemlendiğini belirtmiştir. Aynı zamanda hem masif hem de

saçınımlı şekilde gelişen cevherleşmelerde piritin öz ya da yarı özşekilli olduğunu küçük küçük kalkopirit tanelerine rastlandığını belirtir. Bunun yanı sıra cevherleşmelere eşlik eden yan kayaç alterasyonlarının silisleşme kaolenleşme ve az miktarlarda serizitleşmelerin geliştiğini belirtmiştir. Ve biyotit porfirlerinin pirit-kalkopirit cevherleşmeleri içerisine yerleştiğini ve aynı zamanda biyotit porfiride cevherleşmeye kloritleşme ve karbonatlaşmaların eşlik ettiğini belirtmiştir (Şekil 42, 43; 44; 45).

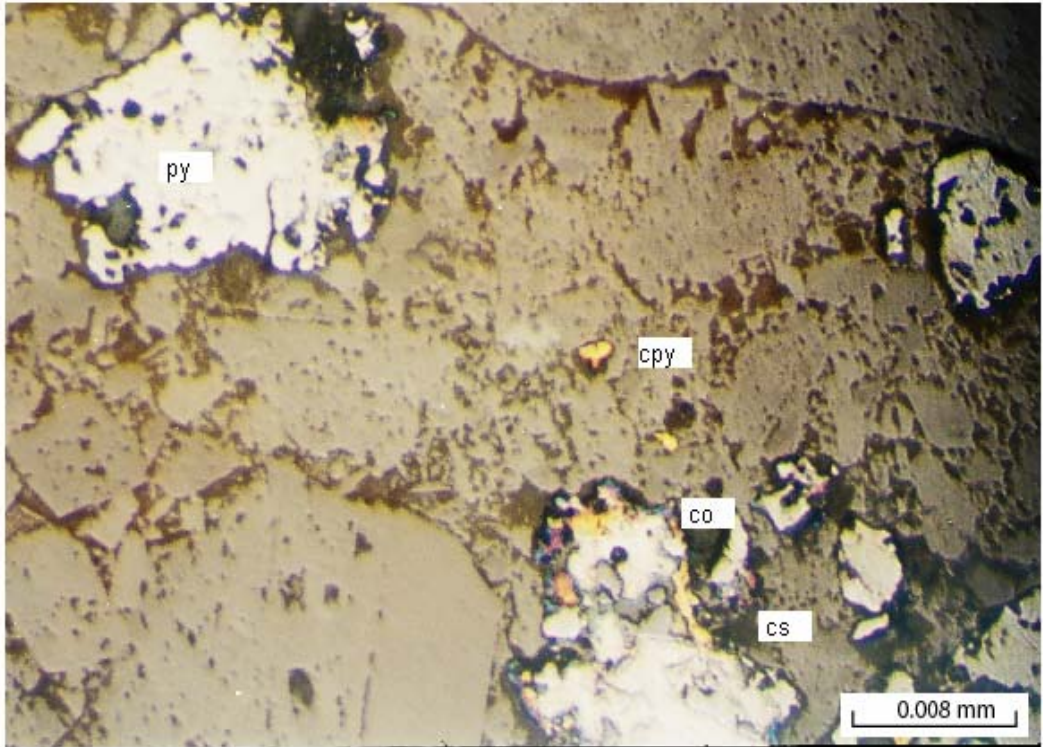
Şekil 44’ de kalkopirit etrafında gelişen kalkozinler bakırın ikincil mineralleridir; Anderson (1982)’ye göre, bakırın oksitlenmesi sonucu gelişir ve kalkozin miktarından yola çıkarak bölgedeki Cu miktarı tahmin edilebilir. Çünkü süperjen kalkozin zonunun kaynağı derinlerdeki kalkopirit mineralleridir.



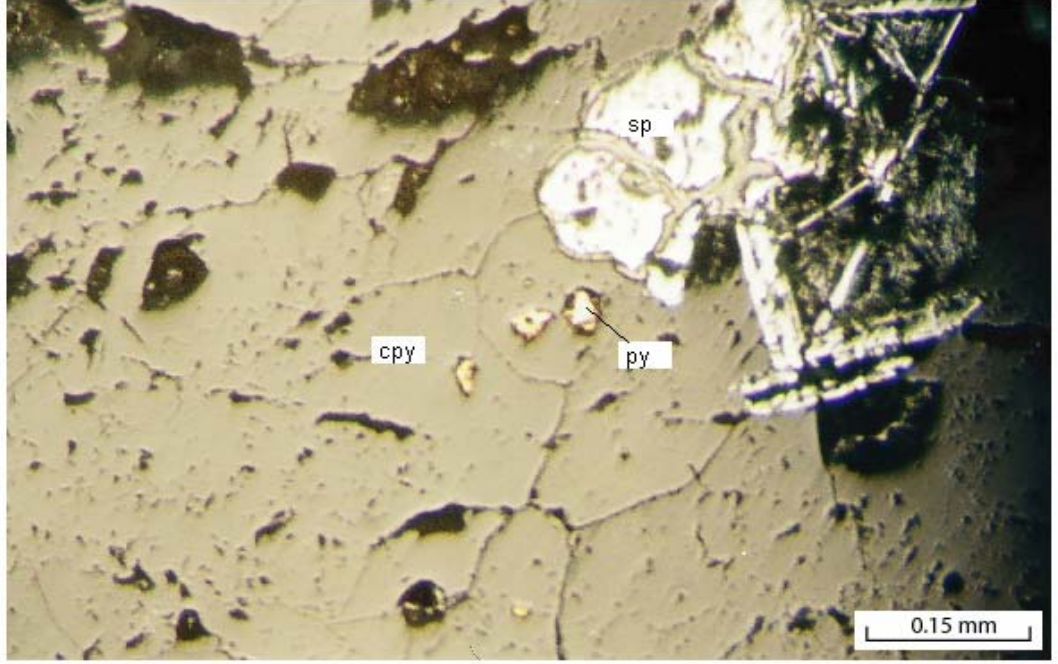
Şekil 42: Tetrahedrit-tennantit-kalkopirit üçlüsü. th: Tetrahedrit. tn:Tennantit. cpy: Kalkopirit. 20 X / 0.40. Ç.N.



Şekil 43: Pirit cevher minerali yer almaktadır. py: Pirit. 20 X / 0.40. Ç.N.



Şekil 44: Pirit, Kalkopirit, Kovellin-Kalkozin mineralleri. py: Pirit. cpy : Kalkopirit. co: Kovellin. cs: Kalkozin. 20 X / 0.40. Ç.N.



Şekil 45: Pirit, kalkopirit, spekülait. py: Pirit. cpy: Kalkopirit. sp. Spekülait. 10 X / 0.20. Ç.N.

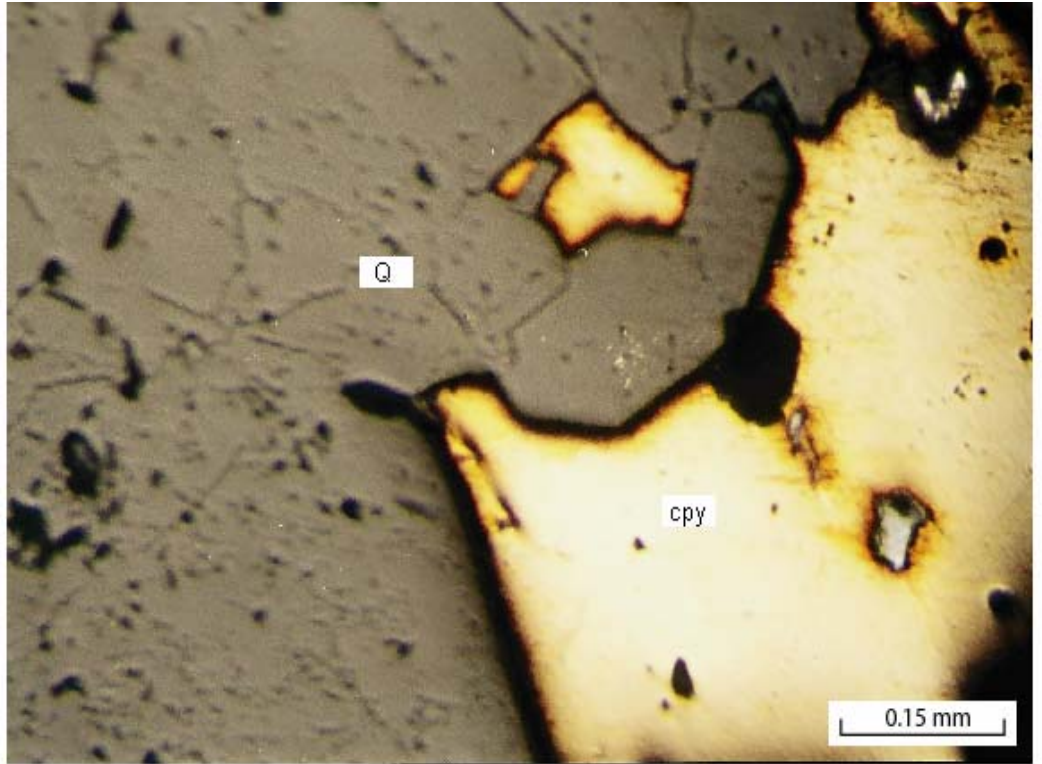
4. 3. Bakır Damarları

Kızıldağ ve Köprücük civarında bakır damarları yoğun olmamakla beraber arazide özellikle yeşil renkli malahit oluşumları ile dikkat çekmektedir. Kuvars damar örneklerinde yapılan parlak kesit incelemeleri kalkopiritlerin bu damarlar içerisinde yoğunlaştığını göstermektedir (Şekil 46; 47).

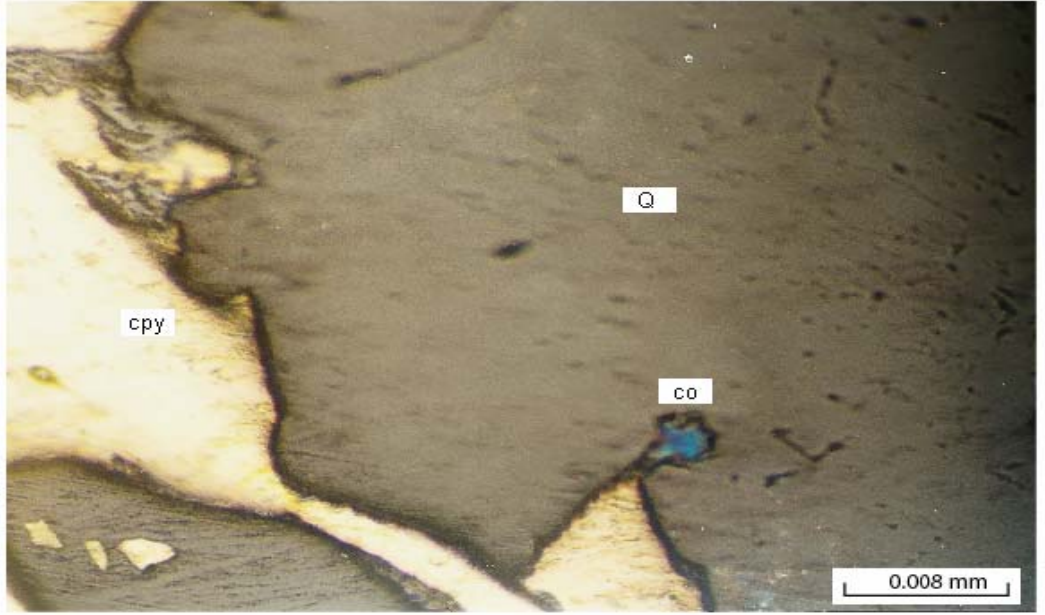
Sağiroğlu (1986), bakır damarlarının fayların genel doğrultusuna paralel fay zonlarına yerleştiğini ve örneklerde yoğun limonitik cevherde pirit, kalkopirit ve tennantit-tetrahedrit kalıntılarına rastlandığını vurgulamıştır.

Şaşmaz ve Sağiroğlu (1999), İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Çolaklı bölgesinde yapmış oldukları çalışmalarda, bu bölgede gözlenen cevheleşmelerin Elazığ Magmatileri'ne ait diyoritik kayalar içerisinde, kırık zonlarına yerleşmiş damarlar halinde bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu damarlar genelde K 10-60° B doğrultuya ve düşeye yakın eğimlere sahip olup, kalınlıkları 0.5-3.5 m ve uzunlukları ise 250 m ile 800 m arasında değiştiğini, damarlar ve çevresinde silisleşme, karbonatlaşma ve kaolenleşme gibi yaygın alterasyonlar izlendiğini belirtmişlerdir. Damarların cevher mineralleri galen, sfalerit, frayberjit, pirit, kalkopirit, kübanit, tetrahedrit, barit ve bunlardan

türemiş sekonder mineraller olduğunu, bu cevher minerallerinin damar içerisinde masif veya saçınımlı olarak bulunduğunda aynı zamanda belirtmişlerdir. Çolaklı cevherleşmelerinin, diyoritik kayaların tektonizmaya uğrayıp kırılmasından daha sonra gelişen bölgedeki magmatizmanın son evreleri olarak kabul edilen granitik sokulumlardan kaynaklanan hidrotermal çözeltilerle oluştuğunu belirtmişlerdir. Cevherli damarların doldurduğu kırık sisteminin bazı kırıkların aplitik damar kayaları ve kuvarsla doldurulmuş olması bu görüşü desteklediğini belirtmişlerdir. Bu bölgede görülen cevherleşmeler ise şöyledir; Galen, Frayberjit, Sfalerit, Pirit, Kalkopirit, Kübanittir.



Şekil 46: Kuvars ve kalkopirit minerali. Q: Kuvars. cpy: Kalkopirit. 10 X / 0.20. Ç.N.



Şekil 47: Kuvars, kalkopirit ve kovellin mineralleri. Q: Kuvars. cpy: Kalkopirit. co: Kovellin. 20X/0.40. Ç.N.

5. SIVI KAPANIMLARI

5.1. Materyal ve Metod

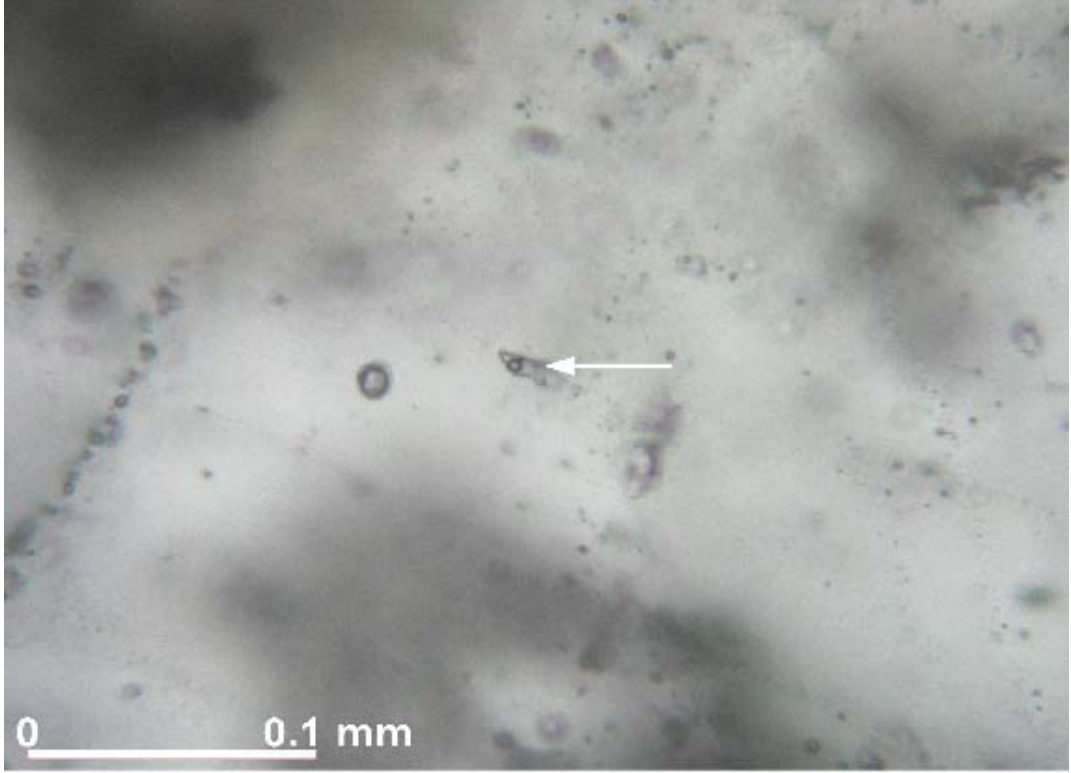
İnceleme alanında granitoidler içerisinde yaygın olarak bulunan kuvars damarlarında sıvı kapanım çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmaları yapabilmek için 50 adet iki yüzü parlatılmış kesit hazırlanmış olup fakat sadece 10 adet ince kesitte incelenebilir boyutta (5-25 μm) sıvı kapanım örnekleri bulunabilmiştir. İki yüzü parlatılmış kesitlerde yoğunluğu 10-15 μm boyuttaki kapanımlar mevcut olup bunların incelemeleri yapılabilmektedir. Sıvı kapanım analizleri, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi Başkanlığı Laboratuvarlarında bulunan Olympus BX60 model polarizan mikroskop üzerine monte edilmiş FLUID Inc. Firmasına ait ısıtma-soğutma ünitesi ve Sony Video görüntüleme ünitesi ile -196 ile 700 $^{\circ}\text{C}$ ısıtma soğutma sistemli ekipman ile yapılmıştır.

5. 2. Sıvı Kapanımlarının Morfolojik Özellikleri

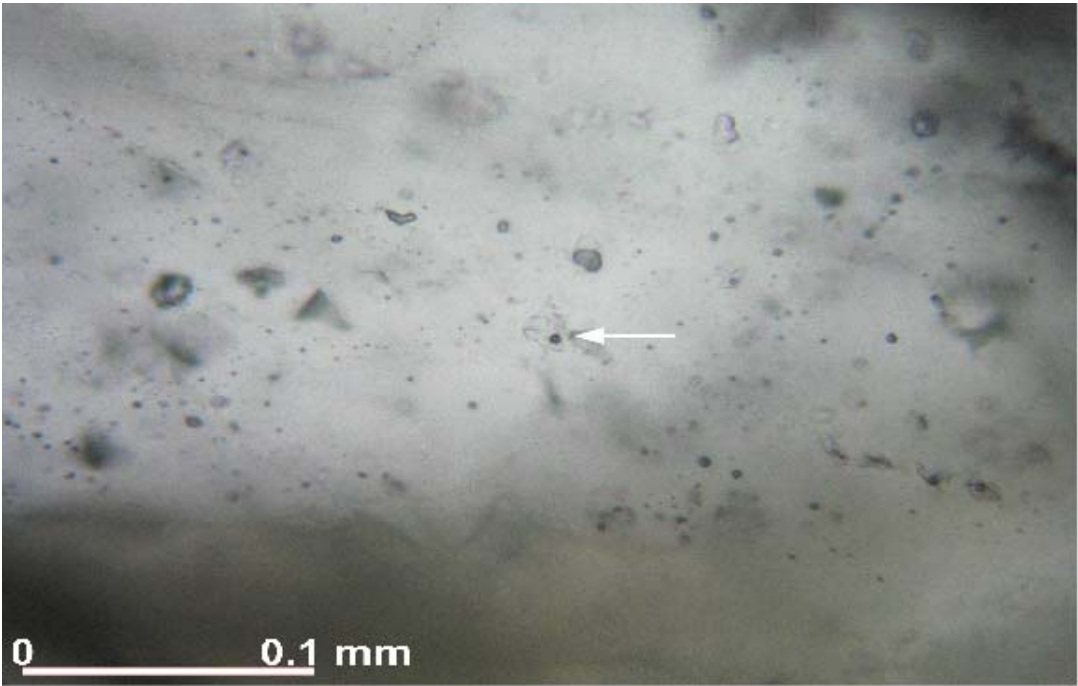
Mikroskopik incelemeler ile sıvı kapanımlarında morfolojik şekillerine göre dört ayrı tip kapanım özelliği belirlenmiştir. I. Tip sıvı kapanımlar; tek fazlı gaz kapanımlar, II. Tip sıvı kapanımlar; sıvı ve gaz fazlı kapanımlar, III. Tip sıvı kapanımlar; tek fazlı sıvı kapanımlar ve IV. Tip sıvı kapanımlar; çok (multi) fazlı sıvı+katı (Daughter)+gaz kapanımlardır. Mikrotermometrik ölçümler ile kuvars damarlarında bulunan sıvı kapanımların ilk ergime sıcaklıkları (T_{FM}), son buz ergime sıcaklıkları (T_{ICE}) ve homojenleşme sıcaklığı (T_H) tespit edilmiştir. Birincil kökenli çok fazlı (Sıvı+Gaz+Katı, Daughter mineralli) kapanımlarda yapılan mikrotermometrik ölçümlerde kapanımın içinde bulunan katı tuz kristalleri (Halit), gaz kabarcığının (Bubble) kaybolmasından önce erirse bu sıcaklıktan halitin oluşum sıcaklığı örneği oluşturan eriyiğin tuzluluğu bulunabilmektedir (Sourirajan ve Kennedy, 1962). İki yüzü parlatılmış kesitlerden sıvı kapanım analizleri yapılabilen bazı örneklerin açıklamaları aşağıda verilmiştir.

5 Nolu kesit örneğinde (Şekil 48; 49; 50; 51; 52; 53), sıvı kapanım çalışmaları, örneğin şeffaf olarak gözlenen kesimlerinde yapılmış olup incelemelerde örnek içinde bol miktarda birincil ve ikincil kökenli kapanımlara rastlanmıştır. Birincil kökenli kapanımların çoğunluğunu tek fazlı (gaz) kapanımlar oluştururken, çok fazlı kapanımlar (sıvı+gaz+katı) orta bollukta, iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar ise daha az miktarlarda izlenmiştir. Bunların yanında örnek içinde tek fazlı (sıvı) kapanımlara da oldukça az miktarlarda rastlanmıştır. İkincil kökenli kapanımların çoğunluğunu tek fazlı (gaz) kapanımlar oluşturmuştur. İki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar ise daha az miktarlardadır.

Birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) ve çok fazlı kapanımlarda (sıvı+gaz+katı) genellikle sıvı fazın gaz faza oranı fazladır. Gaz fazın daha hakim olduğu kapanımlar da izlenmiştir. Ölçüm yapılan tüm kapanımlar sıvı faza homojenleşmiştir. Sıvı kapanımların boyutları 2.5-25 μm arasında değişmektedir. 10-15 μm arası boyutlardaki kapanımlar daha fazladır.



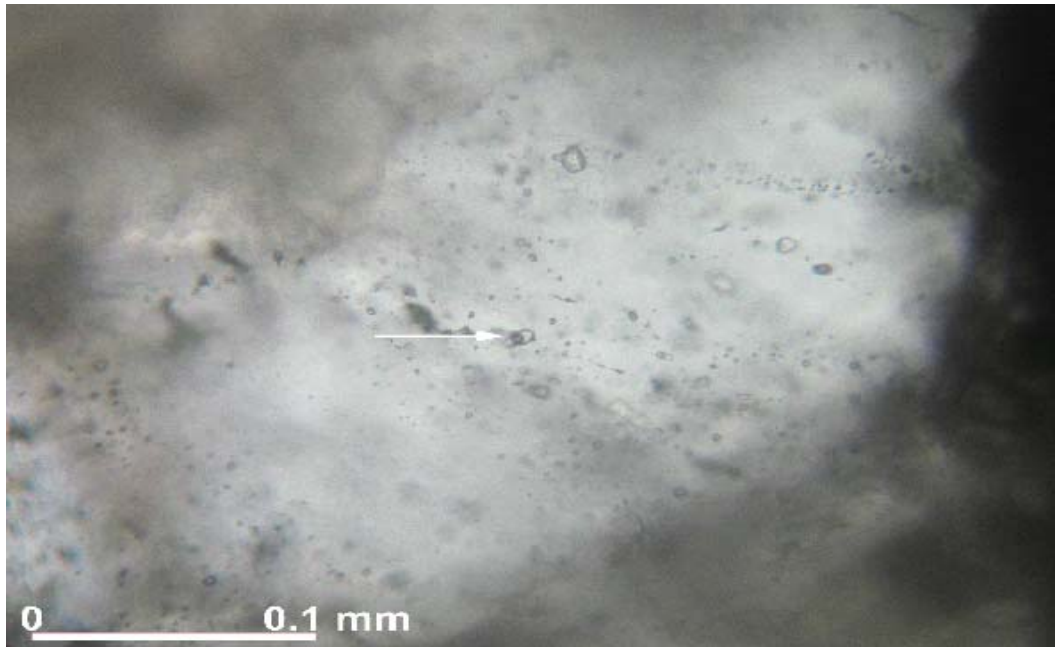
Şekil 48: Birincil (Tip I; gaz) ve ikincil sıvı kapanım örnekleri.



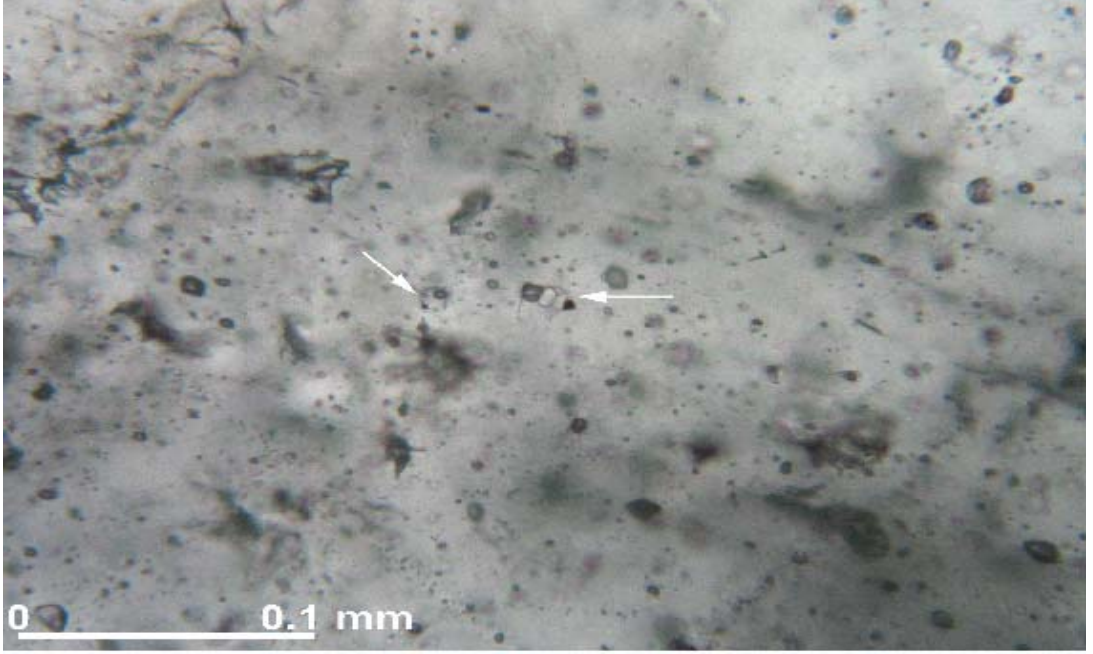
Şekil 49: Tip II (sıvı+gaz) sıvı kapanımlarından örnekler.



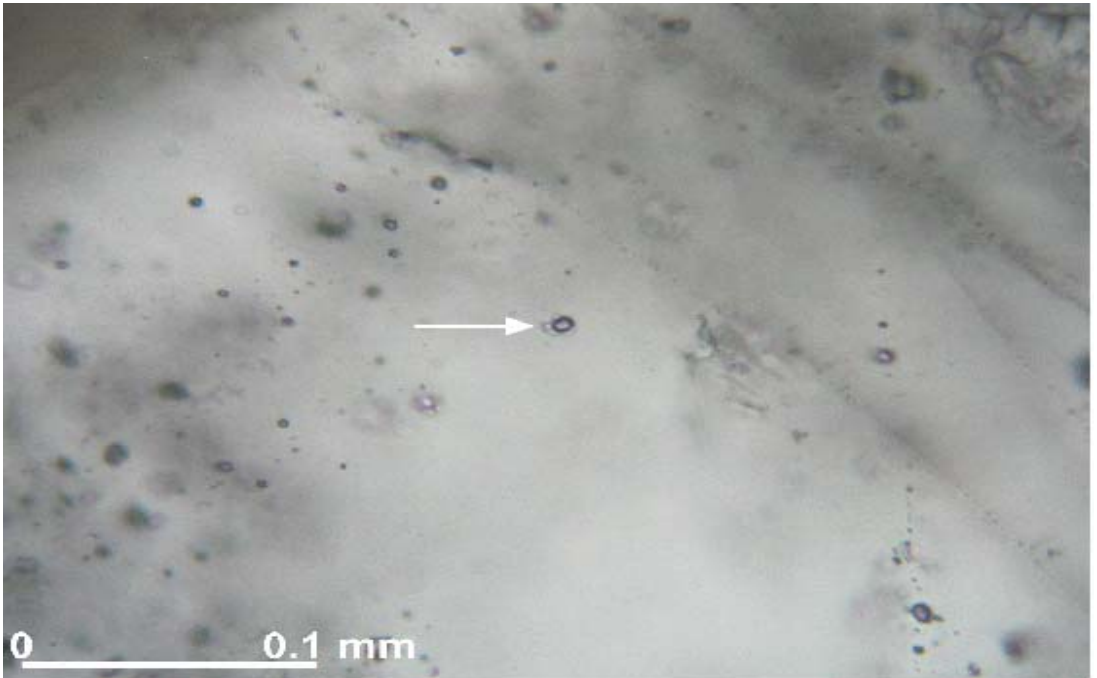
Şekil 50: Birincil (Tip II; Sıvı+gaz) ve ikincil dağılımlar.



Şekil 51: Tip II (Sıvı +gaz) sıvı kapanımlarından örnekler.



Şekil 52: Tip IV (Sıvı+gaz+katı) sıvı kapanımlarına örnekler.



Şekil 53: Birincil (Tip II) kökenli kapanımlar.

5.3. Mikrotermometrik İncelemeler

5 nolu örnekte yapılan çok fazlı kapanımlarda (sıvı+gaz+katı) yapılan 10 adet ölçümden elde edilen sonuçlara göre, örneği oluşturan eriyiğin tuzluluğu % 33.56 - % 45.21 NaCl eşdeğeri arasındadır. Ancak orta bollukta bulunan iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar gözönüne alındığında, %23.3 NaCl eşdeğeri ve altındaki tuzlulukların da söz konusu olduğu düşünülmelidir.

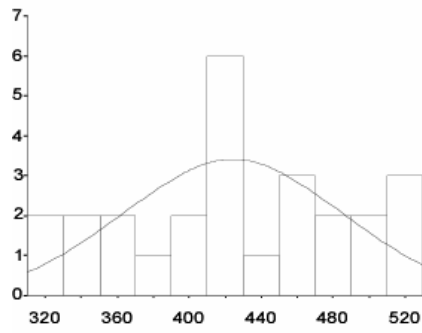
Yapılan 25 adet ölçümden elde edilen histogram incelendiğinde, örneğin homojenleşme sıcaklığının 320-520°C arasında değiştiği ve özellikle 380-520 °C arasında yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 54). Örnekte bulunan 5-10 µm boyutlarındaki ikincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarında homojenleşme sıcaklıkları ölçülmüştür. Elde edilen sıcaklıklar sırasıyla; 199°C, 201 °C, 202 °C ve 214 °C'dir.

7 Nolu kesit örneğinde (Şekil 56; 57; 58; 59; 60), sıvı kapanım çalışmaları örneğin şeffaf ve iri kristalli kesimlerinde gerçekleştirilmiş olup, incelemelerde örnek içinde bol miktarda birincil ve ikincil kökenli kapanımlara rastlanmıştır. Birincil kökenli kapanımların çoğunluğunu çok fazlı (sıvı+gaz+katı) ve daha az da iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar oluştururken, tek fazlı (gaz) kapanımlar az miktarlarda izlenmiştir. Bunların yanında, örnek içinde tek fazlı (sıvı) kapanımlar ise eser miktarlarda bulunmaktadır. İkincil kökenli kapanımların çoğunluğunu tek fazlı (sıvı) ve iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar oluşturmaktadır. Tek fazlı (gaz) kapanımlar daha az miktarlarda bulunmaktadır.

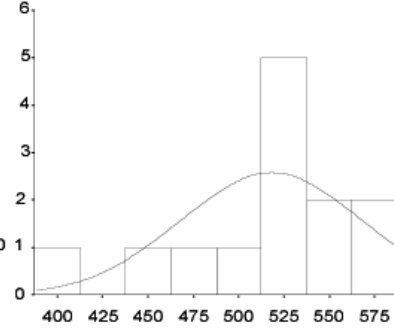
Birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) ve çok fazlı (sıvı+gaz+katı) kapanımlarda sıvı fazın gaz faza oranı daha fazladır. Ölçüm yapılan kapanımların tümü sıvı faza homojenleşmiştir. Sıvı kapanımların boyutları 2.5-32.5 µm arasında değişmektedir. 10-25 µm arası boyutlardaki kapanımlar daha fazladır.

Yapılan 13 adet ölçümden elde edilen histogram incelendiğinde, örneğin homojenleşme sıcaklığının 390-590°C arasında değiştiği ve 460°C-570°C arasında yoğunlaştığı görülmektedir. Örnekte bulunan bazı 5-12 µm boyutlarındaki ikincil kökenli iki fazlı kapanımlardan elde edilen homojenleşme sıcaklıkları sırasıyla; 160°C, 180°C, 185°C ve 208°C olarak bulunmuştur.

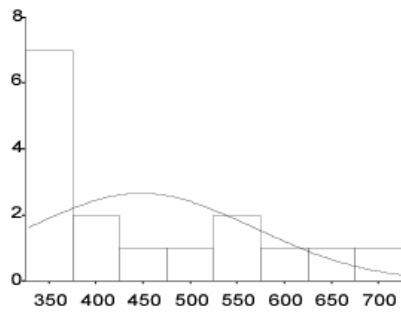
Çok fazlı kapanımlarda (sıvı+gaz+katı) yapılan 7 adet ölçümden elde edilen sonuçlara göre, örneği oluşturan eriyiğin tuzluluğu % 35.30-% 43.52 NaCl eşdeğeri ve altındaki tuzlulukların da söz konusu olduğu düşünülmelidir.



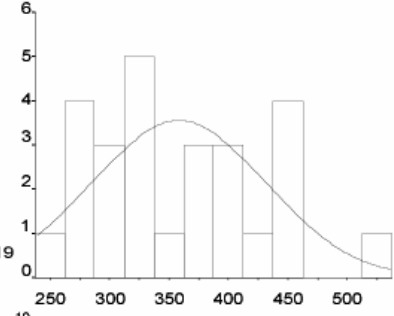
H5



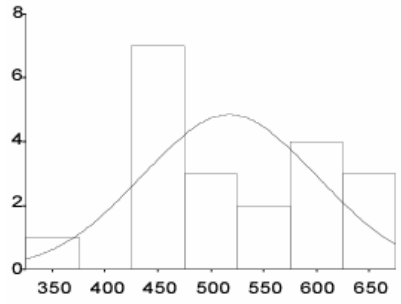
H7



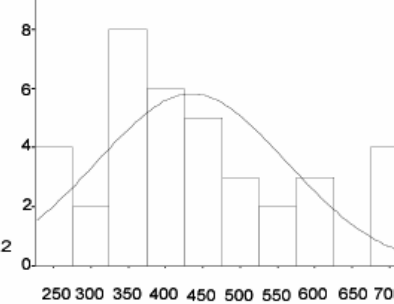
H8



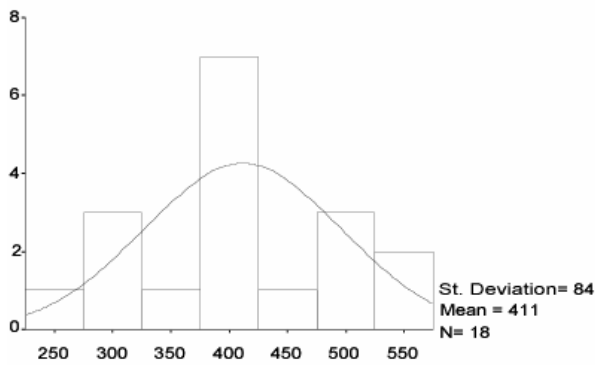
H32



H34

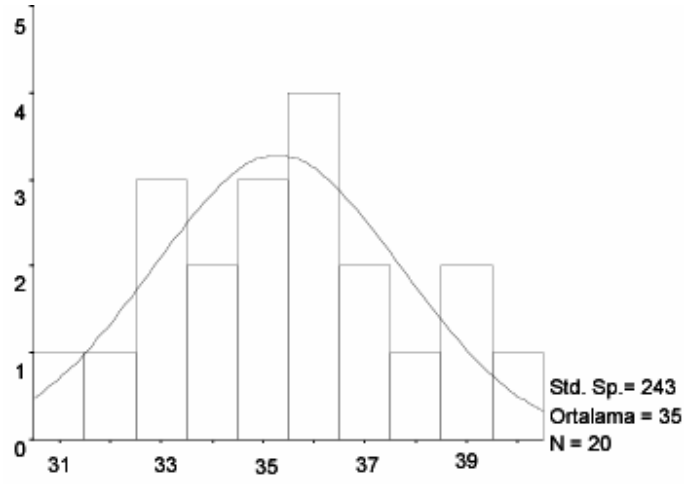


H35

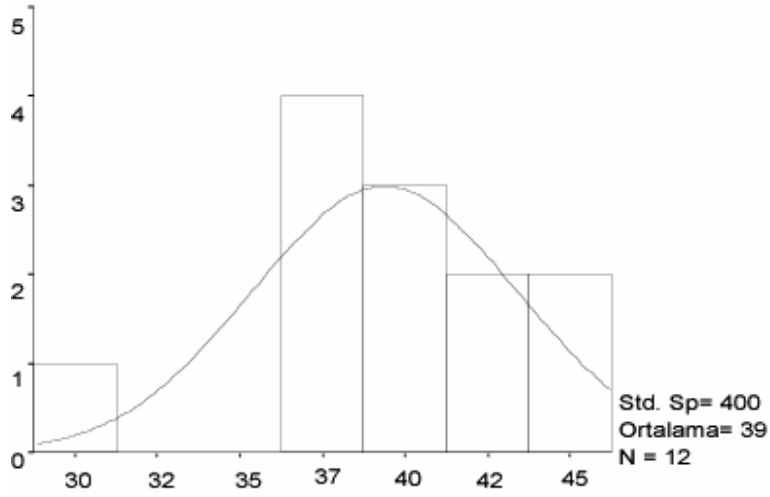


H51

Şekil 54: Sıvı kapanım örneklerinin homojenleşme sıcaklığını gösteren histogramlar.



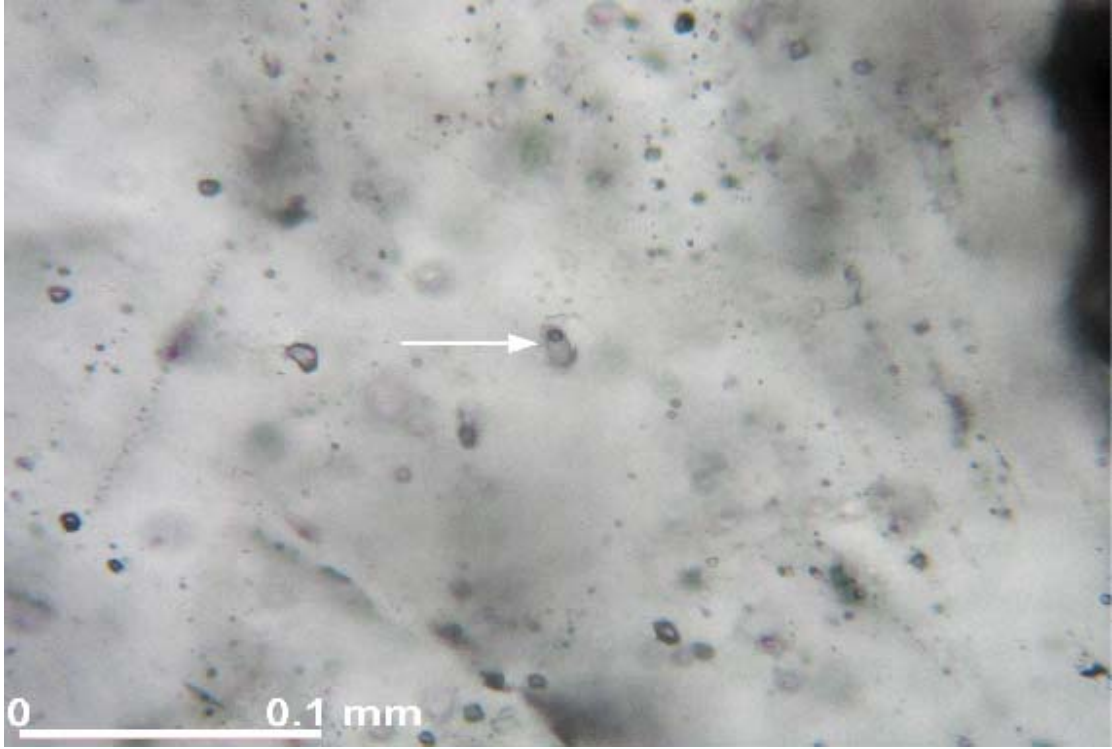
H34N



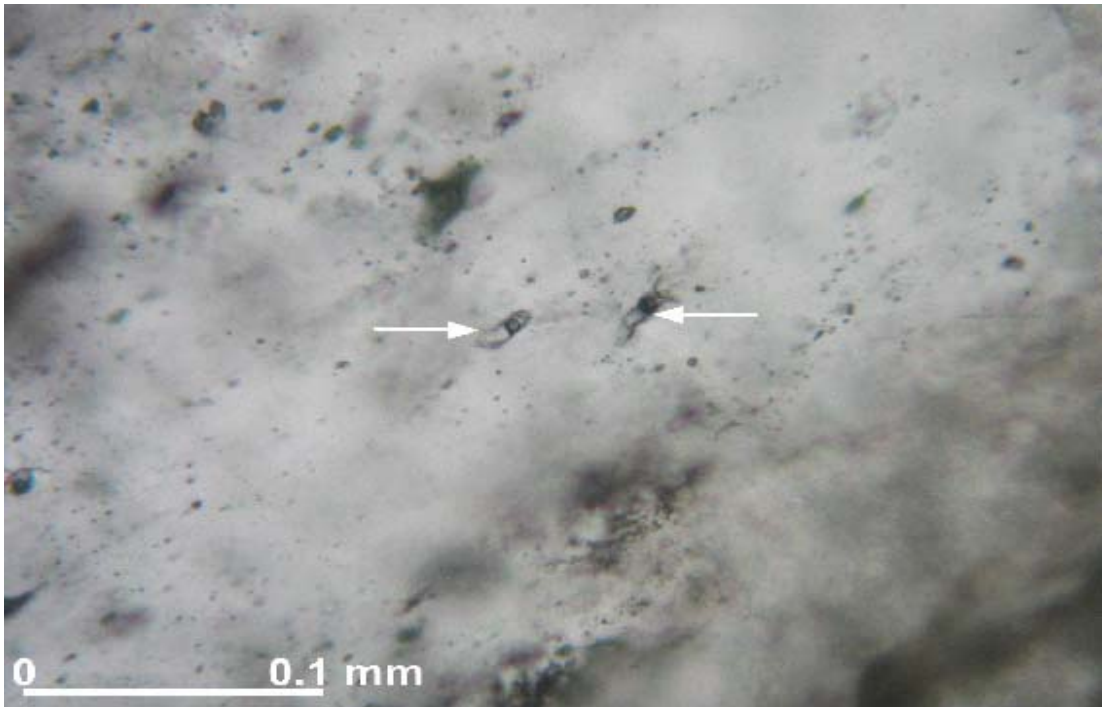
H35N

% NaCl eşdeğeri tuzluluk miktarı

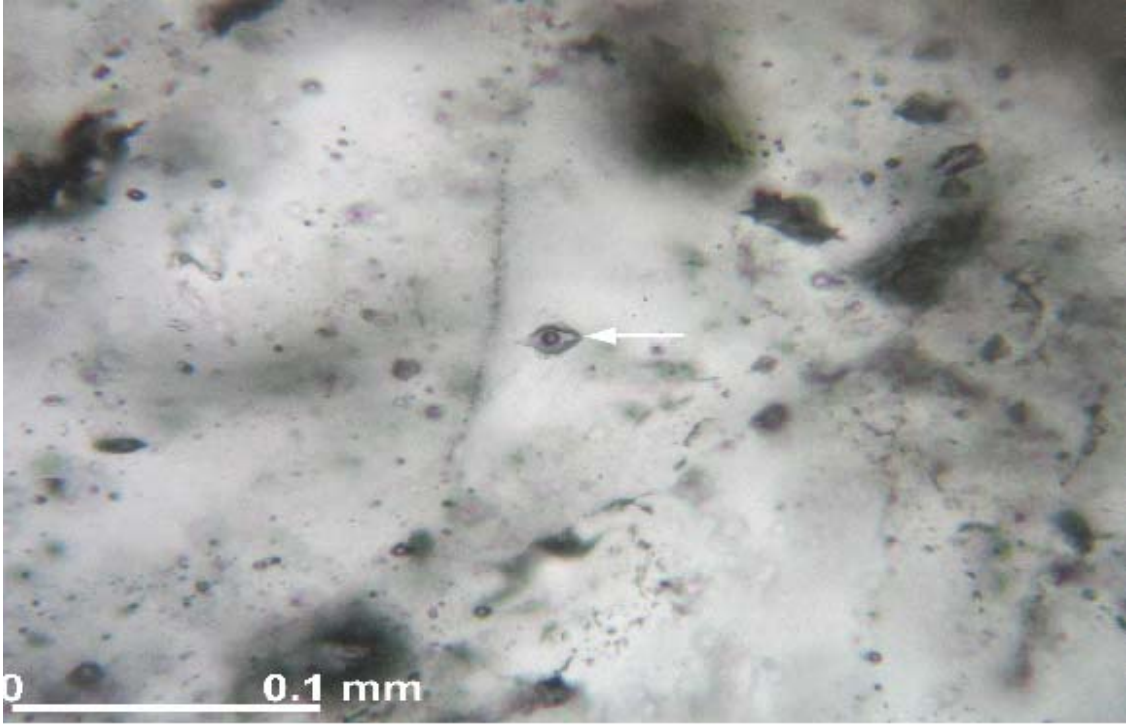
Şekil 55: Bazı örneklerin % NaCl eşdeğeri tuzluluk değerlerini gösteren histogramlar.



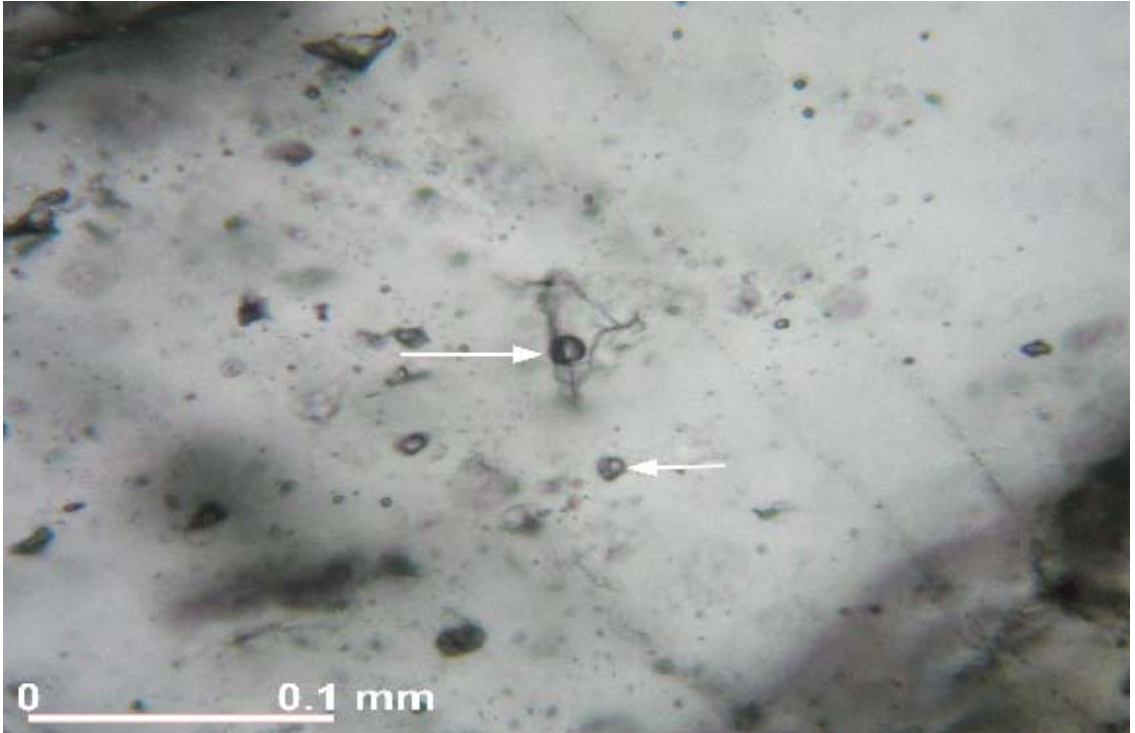
Şekil 56: Birincil (Tip II) kökenli kapanımlar.



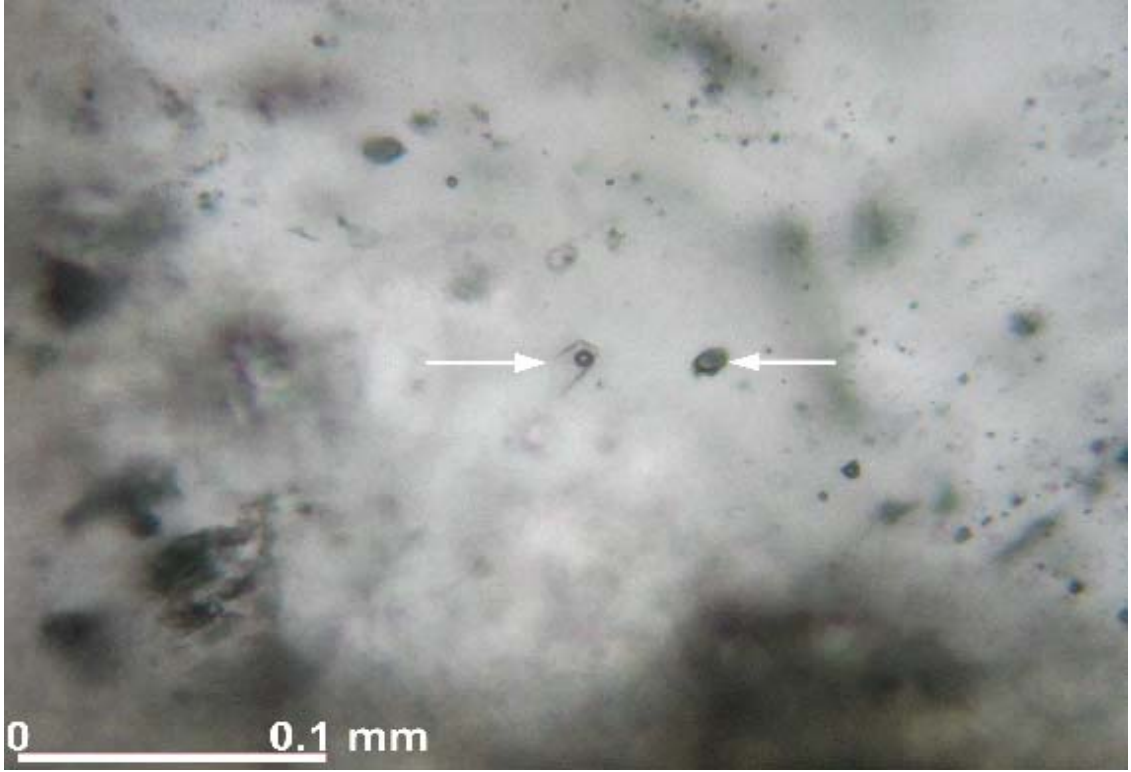
Şekil 57: Birincil (Tip IV; sıvı+gaz+katı) ve ikincil kökenli kapanımlar.



Şekil 58: Birincil (Tip II; sıvı+gaz) ve ikincil kökenli kapanımlar.



Şekil 59: Birincil (Tip II; sıvı+gaz) kökenli kapanımlar.



Şekil 60: Birincil kökenli (Tip II ve Tip I) kapanımlar.

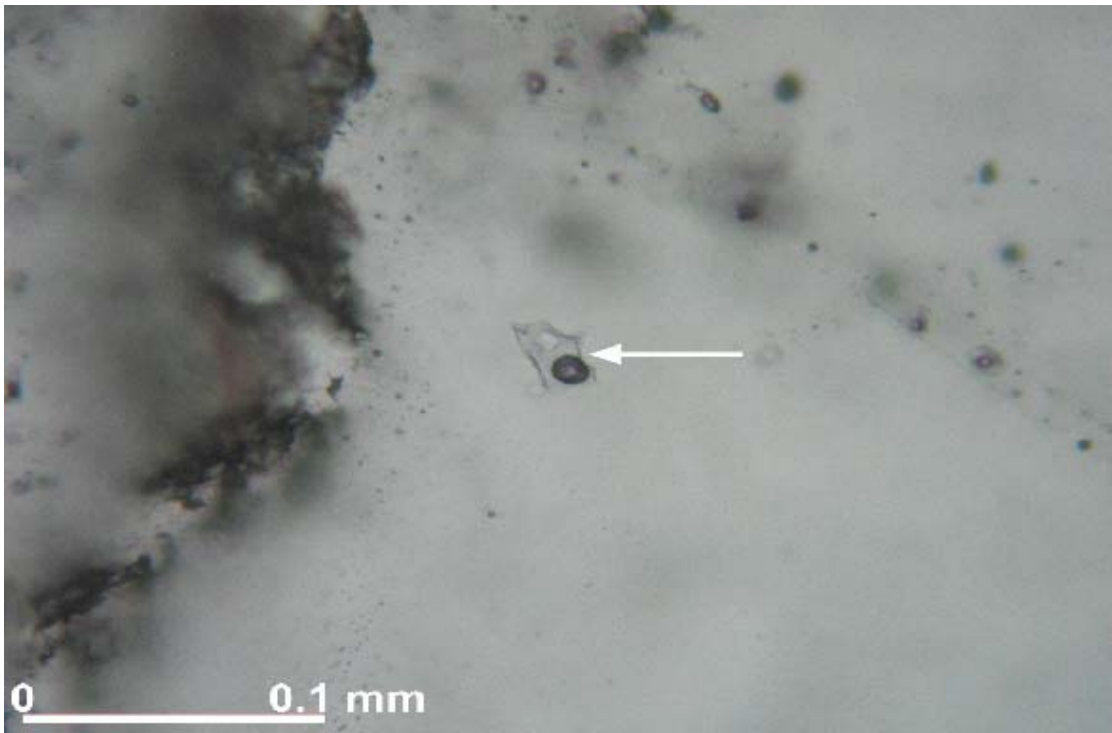
8 Nolu kesit örneğinde (Şekil 61;62), sıvı kapanım çalışmaları, örneğin şeffaf ve iri kristalli kesimlerinde yapılmış olup, incelemelerde örnek içinde bol miktarda birincil ve ikincil kökenli kapanımlara rastlanmıştır.

Birincil kökenli kapanımların çoğunluğunu çok fazlı kapanımlar (sıvı+gaz+katı) oluştururken, iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar daha az miktarlarda izlenmiştir. Bunlar dışında, örnek içinde daha az oranlarda birincil kökenli tek fazlı (gaz) kapanımlar ve tek fazlı (sıvı) kapanımlar tespit edilmiştir. İkincil kökenli kapanımların çoğunluğunu iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar oluşturmaktadır. Tek fazlı (sıvı) kapanımlar daha az miktarlarda izlenmiştir. Tek fazlı (gaz) kapanımlar ise örnek içinde oldukça az oranda bulunmaktadır.

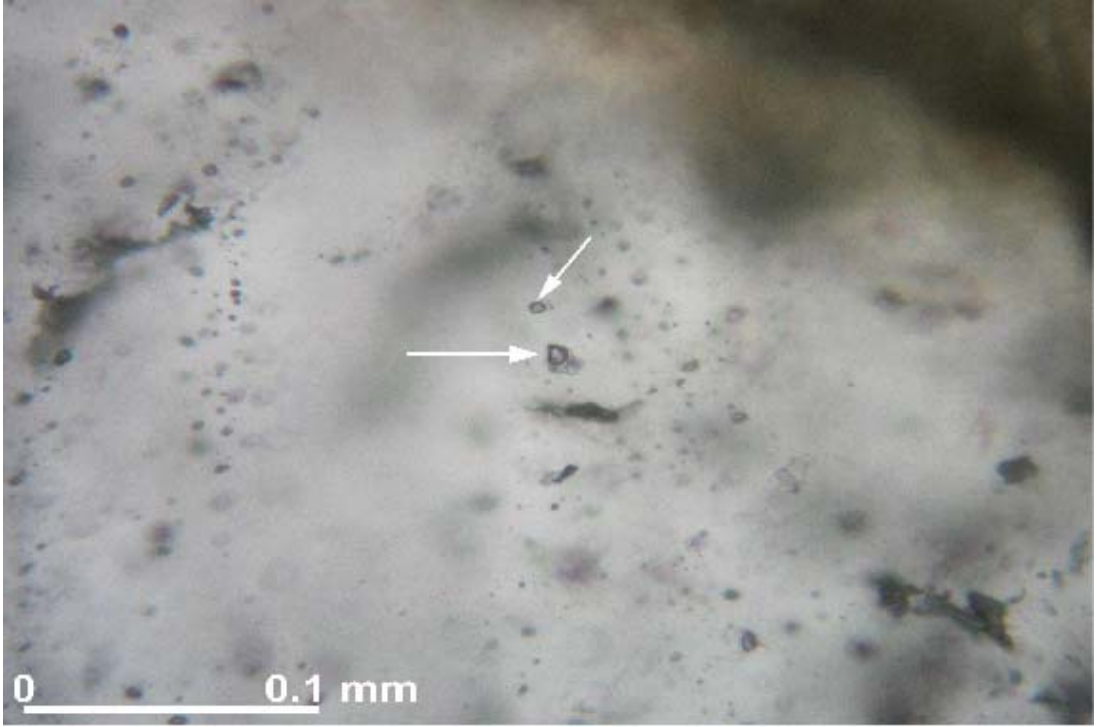
Birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) ve çok fazlı (sıvı+gaz+katı) kapanımlarda sıvı fazın gaz faza oranı daha fazladır. Ölçüm yapılan kapanımların tümü sıvı faza homojenleşmiştir. Çok az bir kısmında ise gaz faza homojenleşme izlenmiştir. Sıvı kapanımların boyutları 2.5-30 μm arasında değişmektedir. 7.5-12.5 μm arası boyutlardaki kapanımlar daha fazladır.

Histogramda 700°C üzerindeki sıcaklıklar gözönüne alındığında, örneğin homojenleşme sıcaklığının 330-700°C da değiştiği izlenmektedir. 330-410°C ve 650-700°C da ise yoğunlaştığı düşünülmektedir (Şekil 54).

Çok fazlı kapanımlarda (sıvı+gaz+katı) yapılan 7 adet ölçümden elde edilen sonuçlara göre, örneği oluşturan eriyiğin tuzluluğu % 32.96-% 39.95 NaCl eşdeğeri arasındadır. Ancak orta bollukta bulunan iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar gözönüne alındığında, % 23.3 NaCl eşdeğeri ve altındaki tuzlulukların da söz konusu olduğu düşünülmelidir.



Şekil 61: Birincil (Tip IV) ve ikincil kökenli kapanımlar.



Şekil 62: Birincil (Tip II ve IV) kökenli kapanımlar.

13 Nolu örnekte ise (Şekil 63, 64; 65; 66), Örneğin şeffaf kısımlarında sıvı kapanım çalışmaları gerçekleştirilmiş olup, incelemelerde birincil ve ikincil kökenli kapanımlara rastlanmıştır. Birincil kökenli kapanımların çoğunluğunu iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar oluşturmaktadır. Çok fazlı (sıvı+gaz+katı), tek fazlı (gaz) ve tek fazlı (sıvı) kapanımlar ise iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlara oranla daha az miktarlarda izlenmiştir. İkincil kökenli kapanımların çoğunluğunu iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar oluştururken, tek fazlı (sıvı) kapanımlar daha az oranlarda gözlenmiştir.

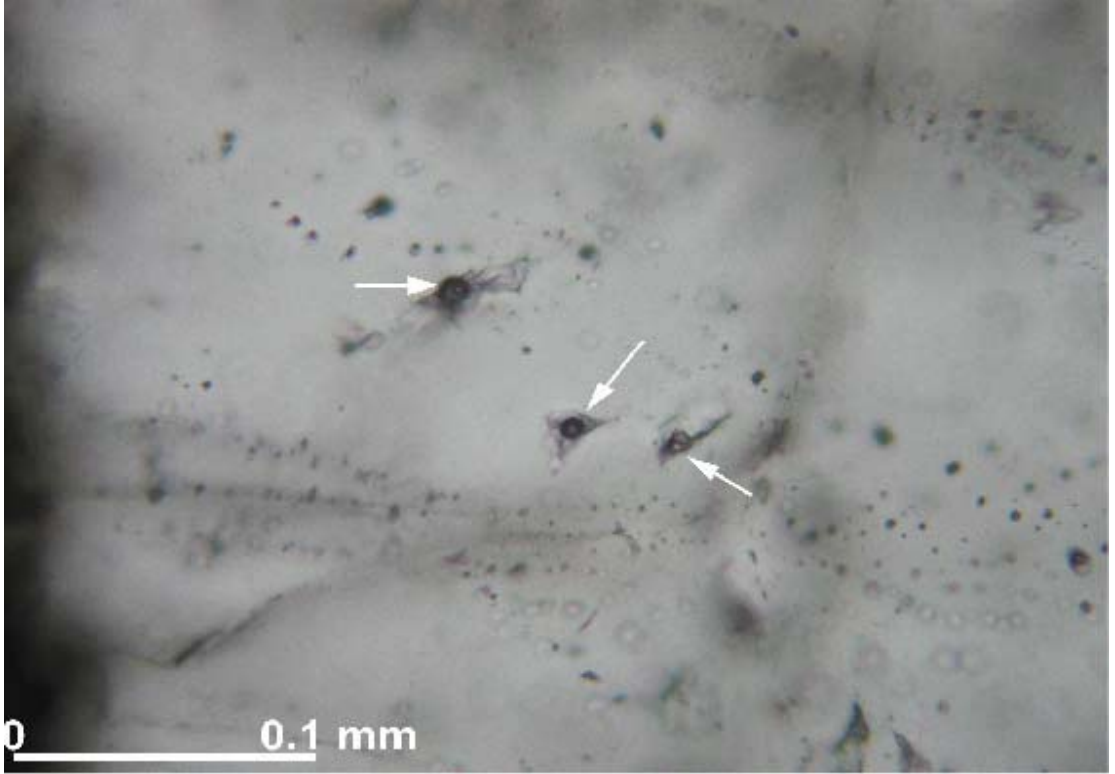
Birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) ve çok fazlı (sıvı+gaz+katı) kapanımlarda sıvı fazın gaz faza oranı fazla olup, gaz fazın sıvı faza oranının yaklaşık eşit veya daha fazla olduğu kapanımlar da tespit edilmiştir. Ölçüm yapılan kapanımların tümü sıvı faza homojenleşmiştir. Sıvı kapanımların boyutları 2.5-45 μm arasında değişmektedir. 15-35 μm arası boyutlardaki kapanımlar daha fazladır.

Yapılan 48 adet ölçümden elde edilen histogram incelendiğinde, örneğin homojenleşme sıcaklığının 230°C-380°C arasında değiştiği izlenmekte ve özellikle 260°C-340°C arasındaki sıcaklıklarda yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 54).

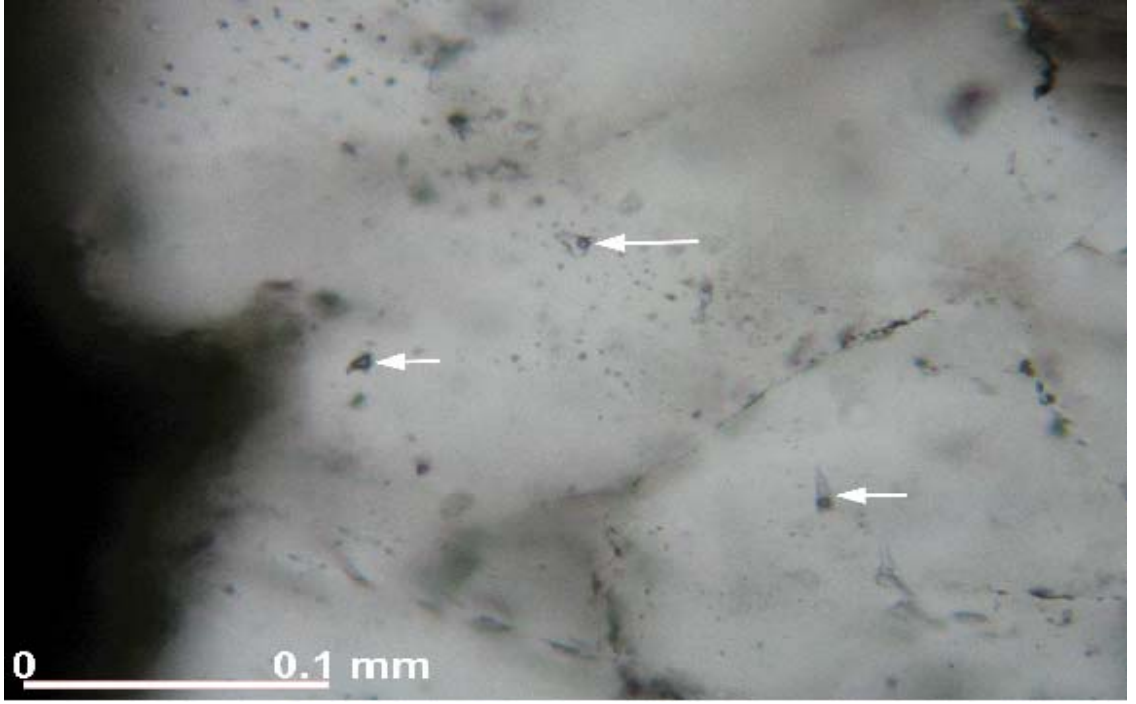
Birincil kökenli çok fazlı (sıvı+gaz+katı) kapanımlarda yapılan mikrotermometrik ölçümlerde kapanımın içinde bulunan katı tuz kristallerinin (halit) ergime sıcaklıkları (T_{mH} °C) 208°C, 209°C, 230°C, 235°C, 248°C, 250°C ve 262°C olarak bulunmuştur. Örnekte ayrıca homojenleşme sıcaklığı

ölçülen iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar da dondurulmuş ve son buz ergime sıcaklıkları (T_m °C) ölçülmüştür. Bunlara karşılık gelen tuzlulukla (NaCl eşdeğerleri) aşağıda verilmiştir.

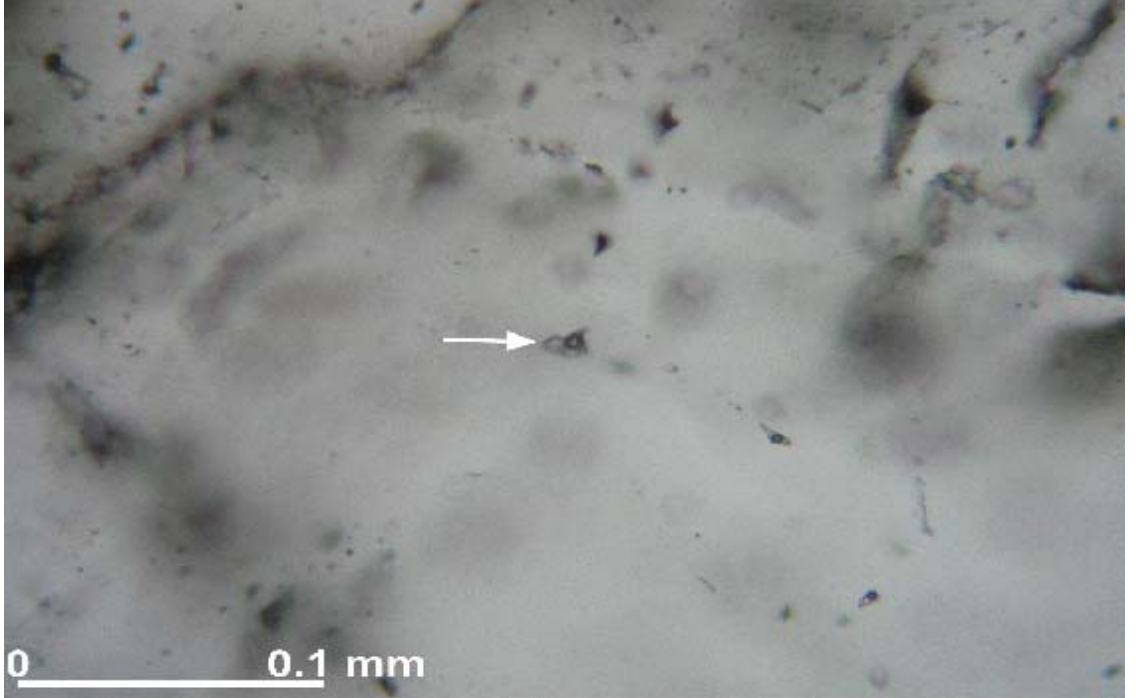
Elde edilen 18 adet ölçüm sonucuna göre, örneği oluşturan eriyiğin tuzluluğu % 14.11-% 35.22 NaCl eşdeğeri arasında değişmektedir. Örneği oluşturan eriyiğin tuzluluğunun % 18-% 24 NaCl eşdeğeri arasında yoğunlaştığı görülmektedir.



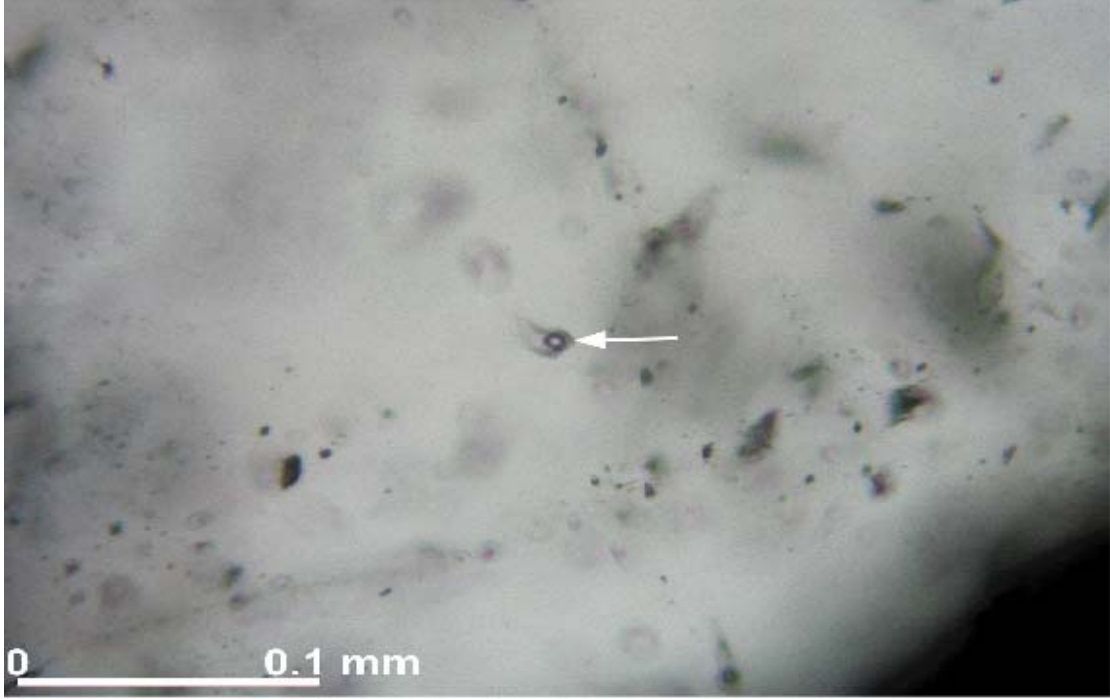
Şekil 63: Birincil (Tip II) ve ikincil kökenli kapanımlar.



Şekil 64: Birincil (Tip II) kökenli kapanımlar.



Şekil 65: Birincil (Tip II) kökenli kapanımlar.



Şekil 66: Birincil (Tip II) kökenli kapanımlar.

32 Nolu kesitte ise (Şekil 67; 68; 69; 70) , sıvı kapanım çalışmaları örneğin şeffaf ve iri kristalli kesimlerinde yapılmış olup, incelemelerde örnek içinde bol miktarda birincil ve ikincil kökenli kapanımlara rastlanmıştır. Birincil kökenli kapanımların çoğunluğunu çok fazlı (sıvı+gaz+katı) ve tek fazlı (gaz) kapanımlar oluşturmaktadır. İki fazlı (sıvı+gaz) ve tek fazlı (sıvı) kapanımlar ise daha az miktarlarda izlenmiştir. İkincil kökenli kapanımlar örnek içinde oldukça küçük boyutlara (<1 µm) sahiptir.

Birincil kökenli çok fazlı (sıvı+gaz+katı) ve iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda sıvı fazın gaz faza oranı fazla olup, yer yer gaz fazın daha hakim olduğu kapanımlar da tespit edilmiştir. Ölçüm yapılan kapanımların tümü sıvı faza homojenleşmiştir. Sıvı kapanımların boyutları 2.5-22.5 µm arasında değişmektedir. 5-12.5 µm arası boyutlardaki kapanımlar daha fazladır.

Yapılan 26 adet ölçümden elde edilen histogram incelendiğinde, örneğin homojenleşme sıcaklığının 250-540°C arasında değiştiği izlenmekte ve özellikle 270-460°C arasındaki sıcaklıklarda yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 54).

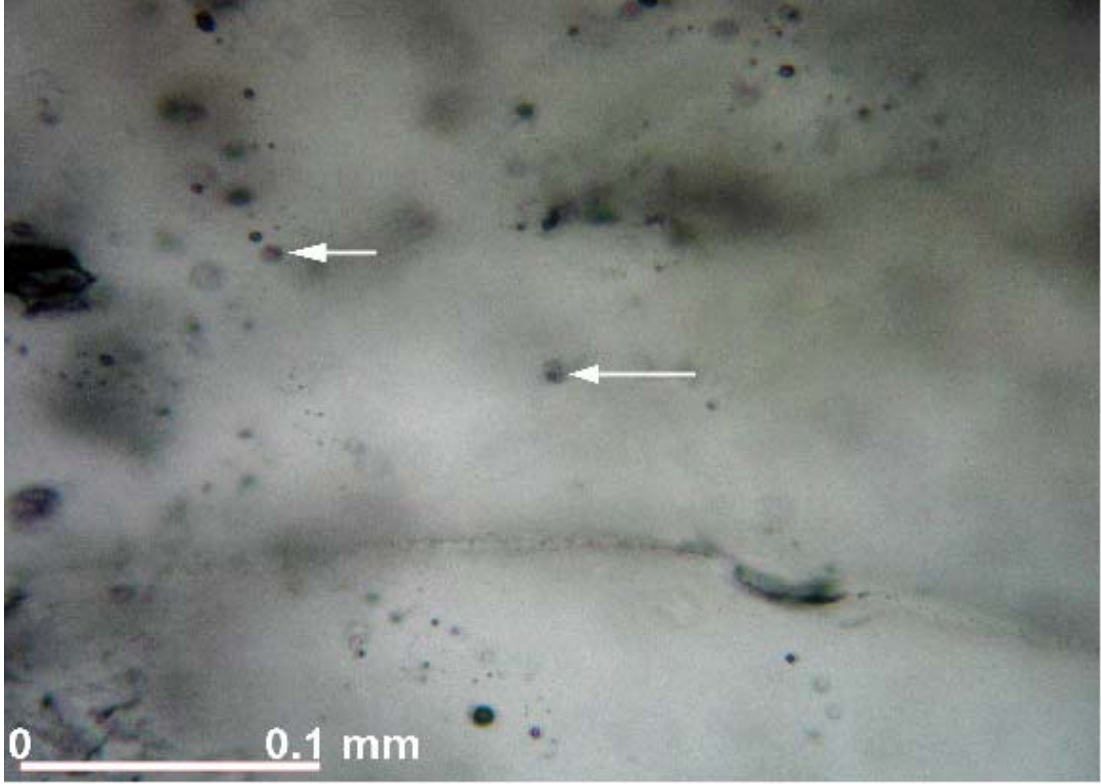
Çok fazlı kapanımlarda (sıvı+gaz+katı) yapılan 13 adet ölçümden elde edilen sonuçlara göre, örneğin oluşturan eriyiğin tuzluluğu % 29.56-% 44.34 NaCl eşdeğeri arasındadır (Şekil 55). Ancak

orta bollukta bulunan iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar gözönüne alındığında, % 23.3 NaCl eşdeğeri ve altındaki tuzlulukların da söz konusu olduğu düşünülmelidir.

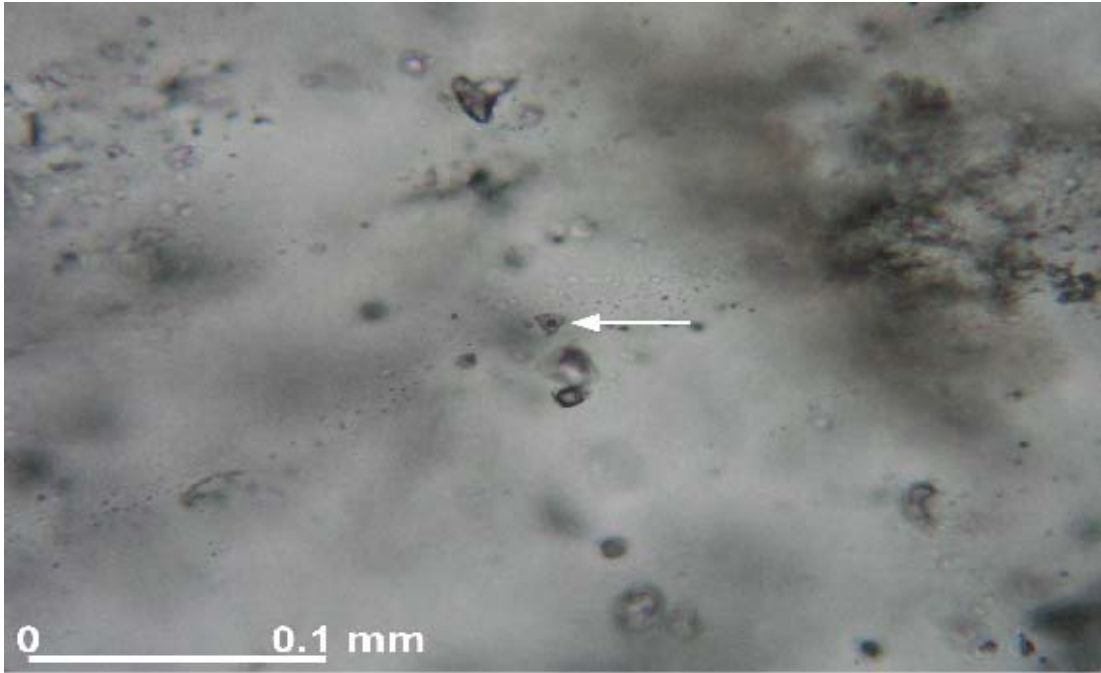
34 Nolu kesitte ise (Şekil 71; 72; 73; 74; 75; 76; 77; 78; 79), örneğin şeffaf kesimlerinde sıvı kapanım çalışmaları yapılmış olup, incelemelerde örnek içinde bol miktarda birincil ve ikincil kökenli kapanımlara rastlanmıştır. Birincil kökenli kapanımların çoğunluğunu çok fazlı (sıvı+gaz+katı), tek fazlı (gaz), tek fazlı (sıvı) kapanımlar oluştururken, iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar oldukça az miktarlarda izlenmiştir. İkincil kökenli kapanımların çoğunluğunu iki fazlı (sıvı+gaz) ve tek fazlı (gaz) kapanımlar oluşturmaktadır. İkincil kökenli tek fazlı (sıvı) kapanımlar ise diğer kapanımlara oranla daha az bollukta bulunmaktadır.

Birincil kökenli çok fazlı (sıvı+gaz+katı) ve iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda sıvı fazın gaz faza oranı daha fazladır. Ölçüm yapılan kapanımların tümü sıvı faza homojenleşmiştir. Sıvı kapanımların boyutları 2.5-32.5 µm arasında değişmektedir. 10-15 µm arası boyutlardaki kapanımlar daha fazladır.

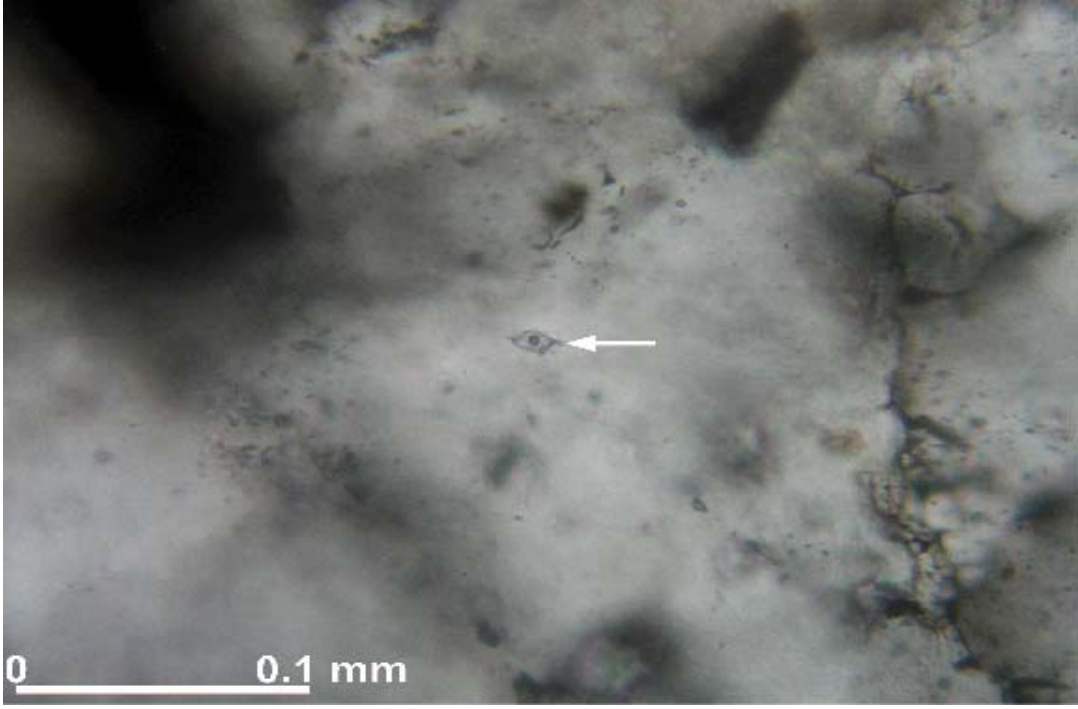
34 nolu örneğe ait histogram ve 700°C üzerindeki sıcaklıklar gözönüne alındığında, örneğin homojenleşme sıcaklığının 350 > 700°C aralığında değiştiği izlenmektedir. 420-510°C ve 540->700°C arasında ise yoğunlaştığı düşünülmektedir (Şekil 54). Çok fazlı (sıvı+gaz+katı) kapanımlarda yapılan 20 adet ölçüm sonucu, örneği oluşturan eriyiğin tuzluluğu % 30.95-% 39.95 NaCl eşdeğeri arasında değişmektedir. Yukarıdaki histogram incelendiğinde, örneği oluşturan eriyiğin tuzluluğunun % 32-% 37 NaCl eşdeğeri arasında yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 55). Ancak orta bollukta bulunan iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar gözönüne alındığında, % 23.3 NaCl eşdeğeri ve altındaki tuzlulukların da söz konusu olduğu düşünülmelidir.



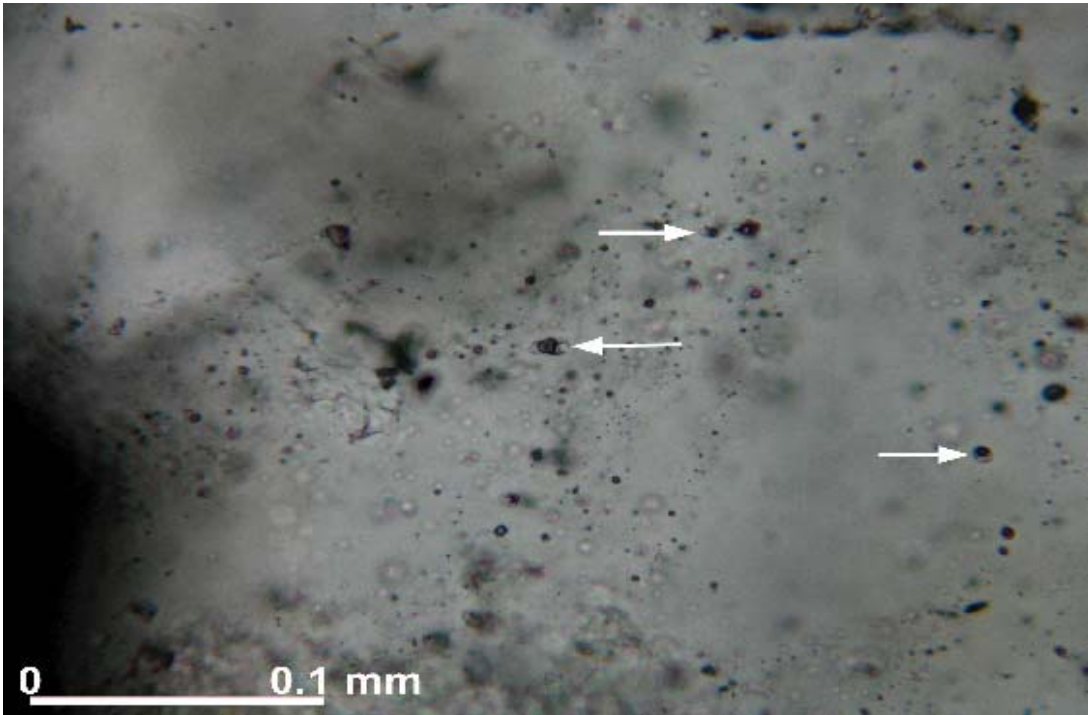
Şekil 67: Birincil (Tip II) kökenli kapanımlar.



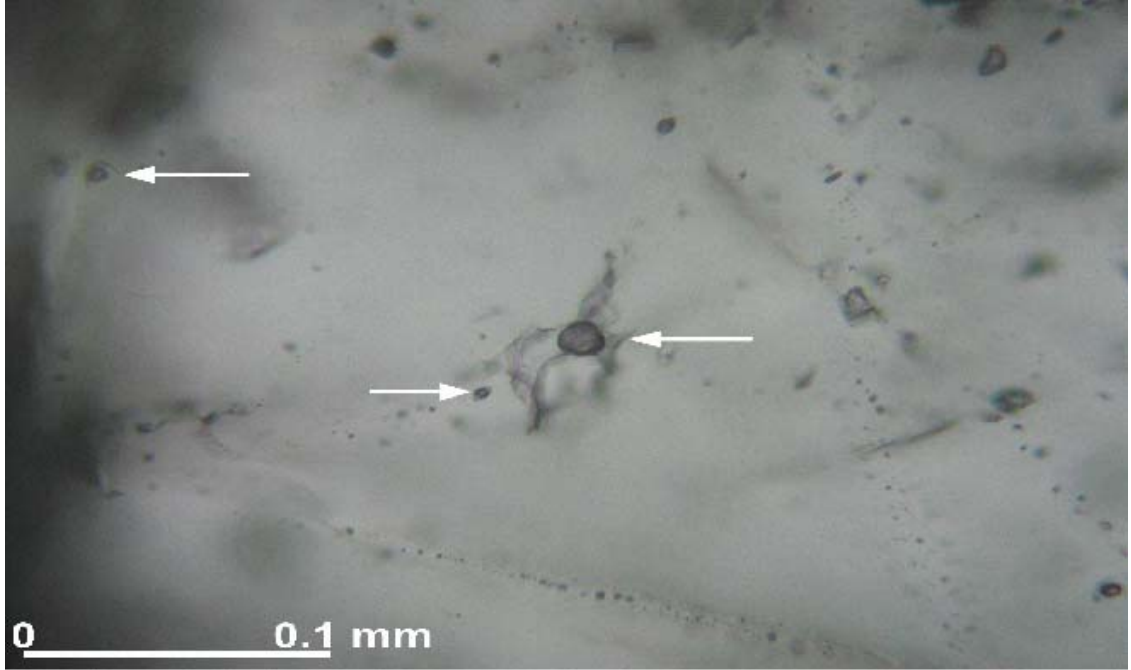
Şekil 68: Birincil (Tip I ve Tip II) kökenli kapanımlar.



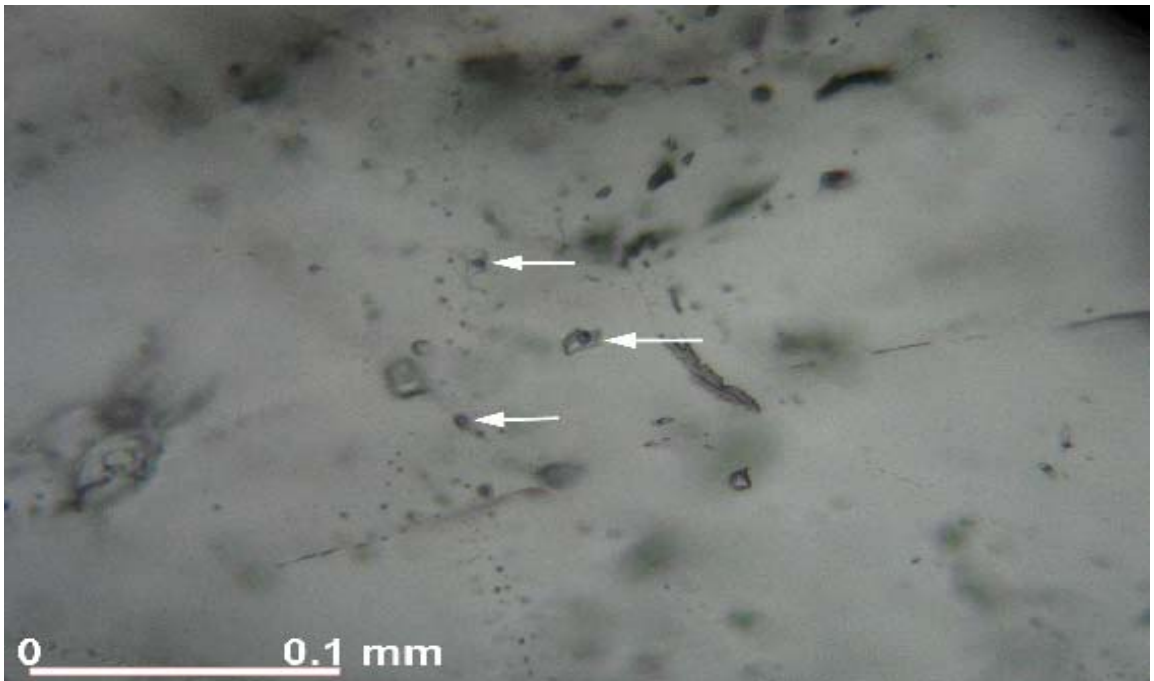
Şekil 69: Birincil (Tip II) kökenli kapanımlar.



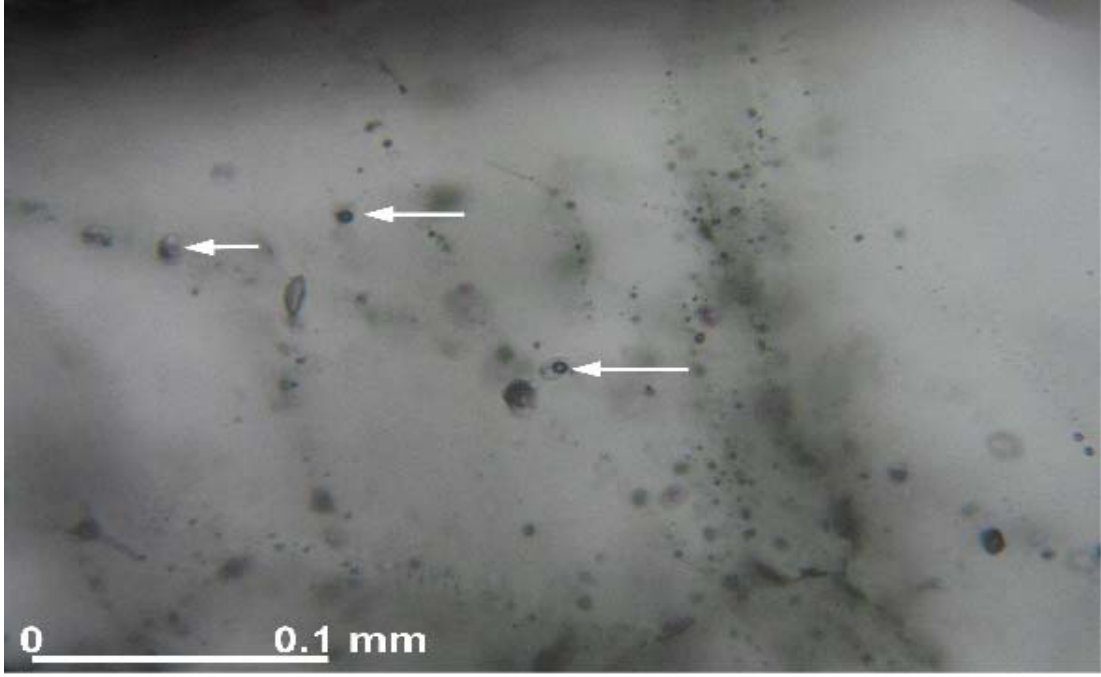
Şekil 70: Birincil (Tip I ve Tip II) ve ikincil kökenli kapanımlar.



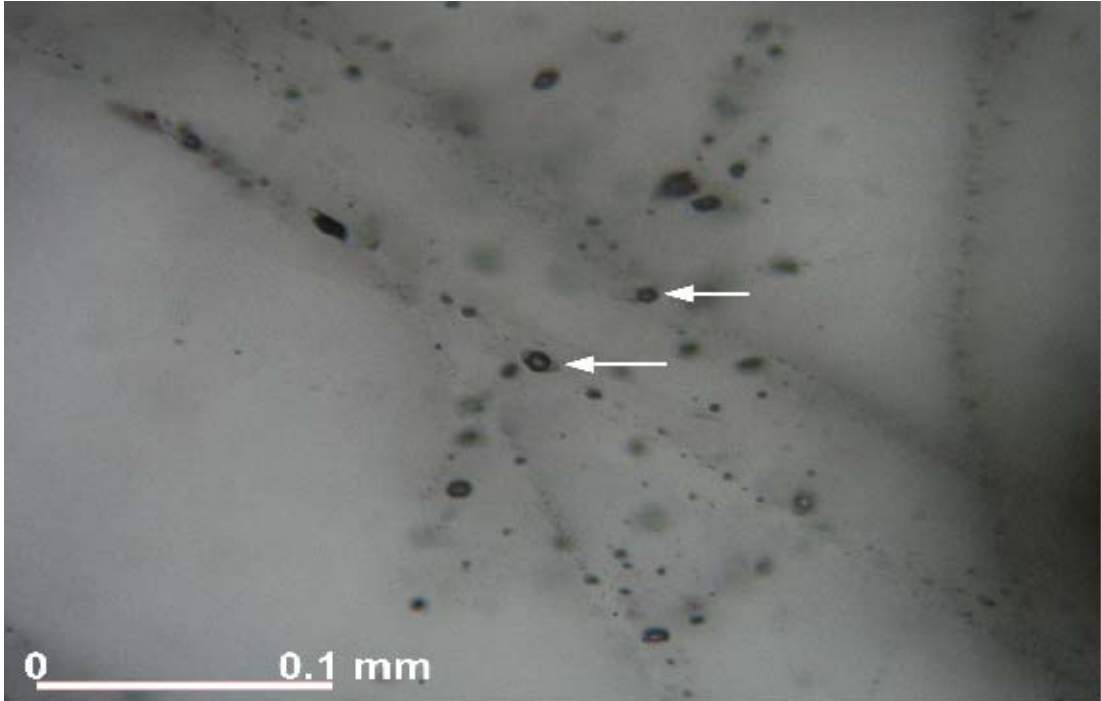
Şekil 71: Birincil (Tip I ve Tip II) ve ikincil kökenli kapanımlar.



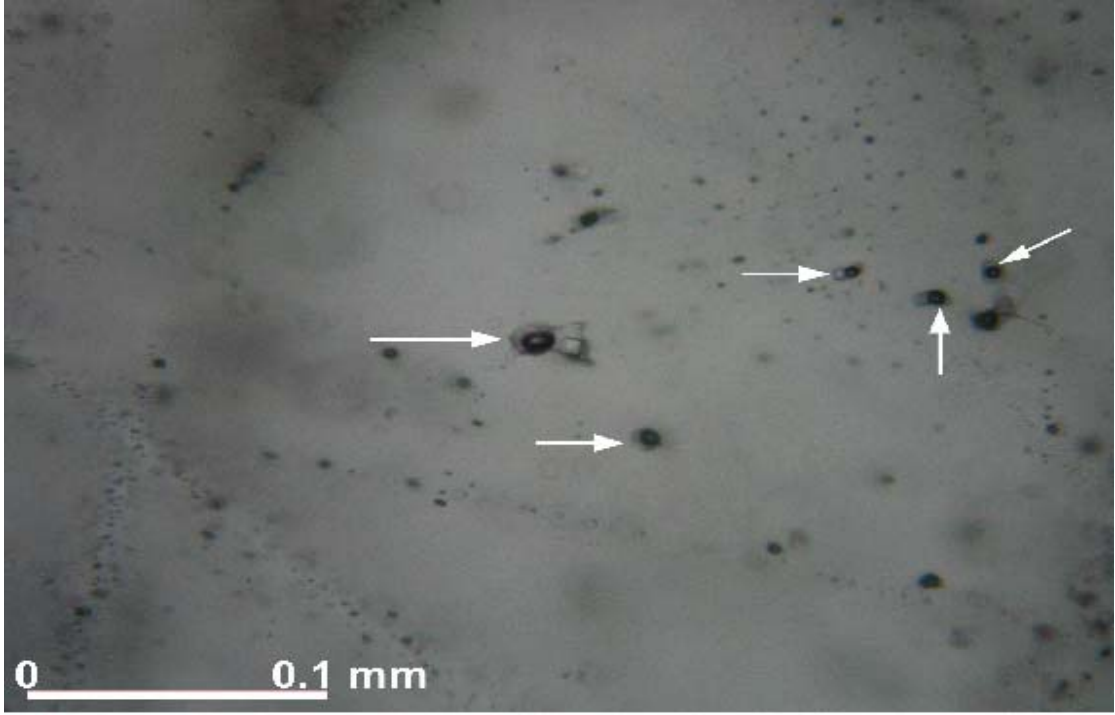
Şekil 72: Birincil (Tip II) kökenli kapanımlar.



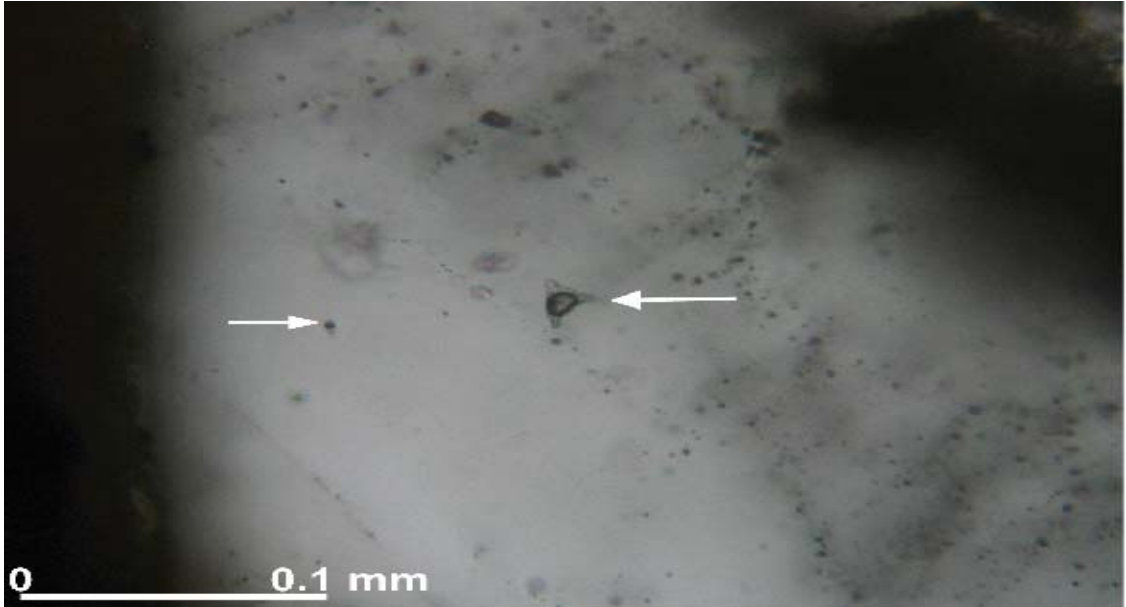
Şekil 73: Birincil (Tip I ve Tip II) kökenli kapanımlar.



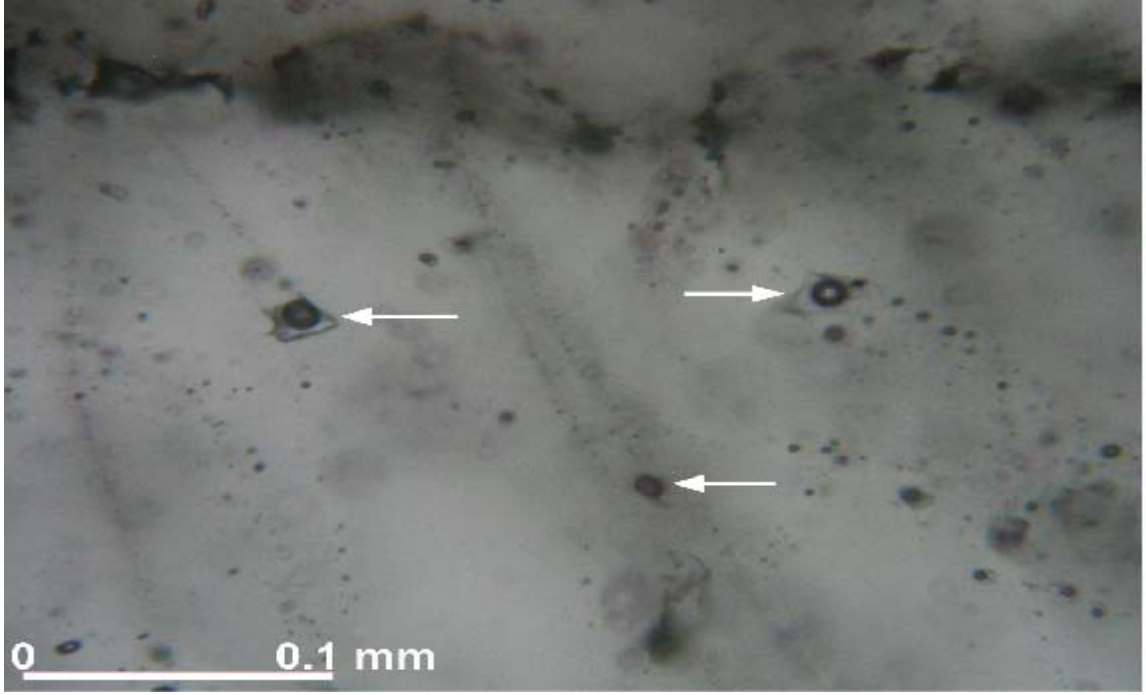
Şekil 74: Birincil (Tip I) ve ikincil kökenli kapanımlar.



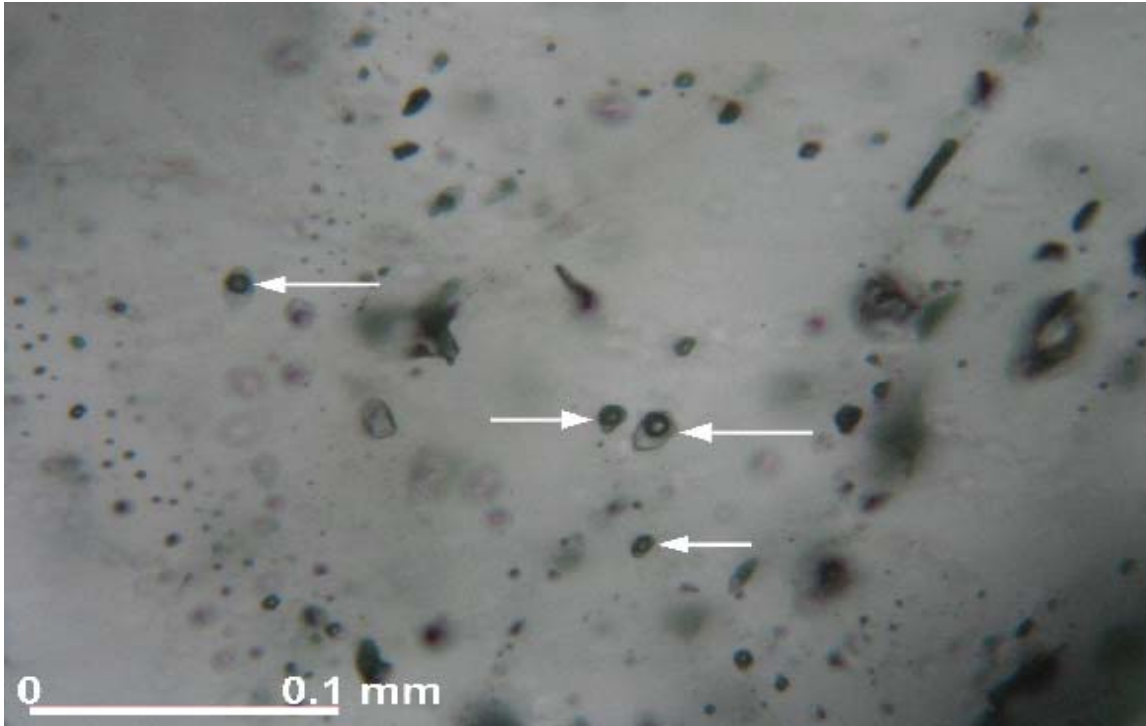
Şekil 75: Birincil (Tip I; Tip II; Tip IV) kökenli ve ikincil kökenli kapanımlar.



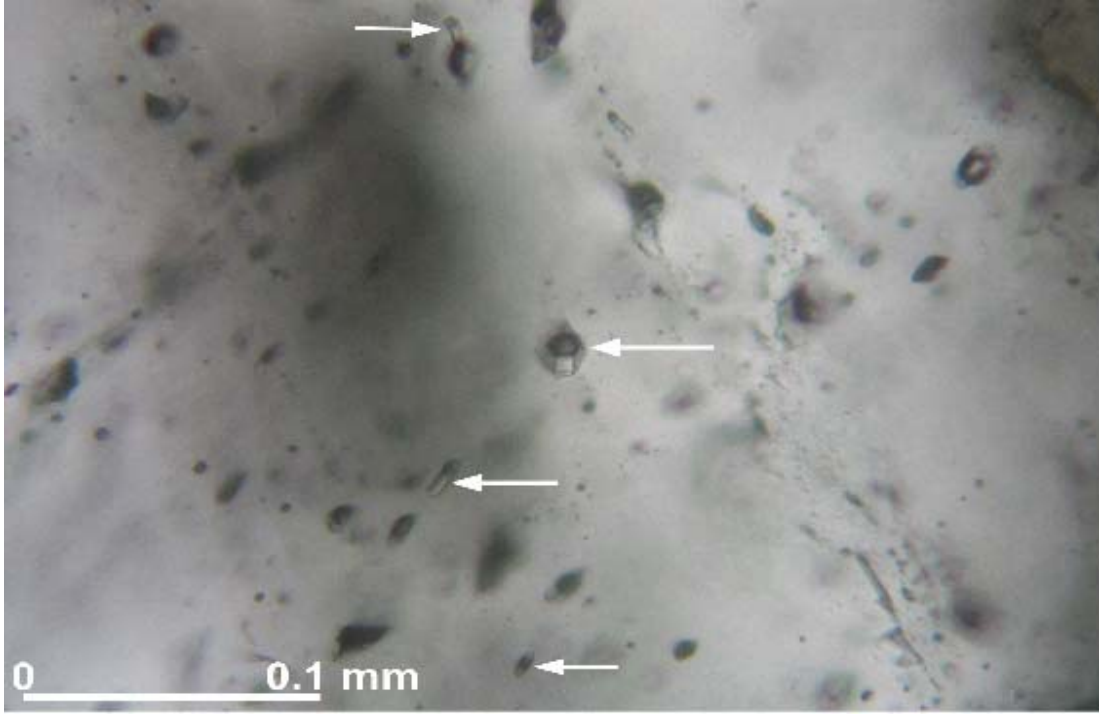
Şekil 76: Birincil (Tip I ve Tip II) kökenli kapanımlar ve ikincil kökenli kapanımlar.



Şekil 77: Birincil (Tip II) kökenli kapanımlar.



Şekil 78: Birincil (Tip I ve Tip II) kökenli kapanımlar.



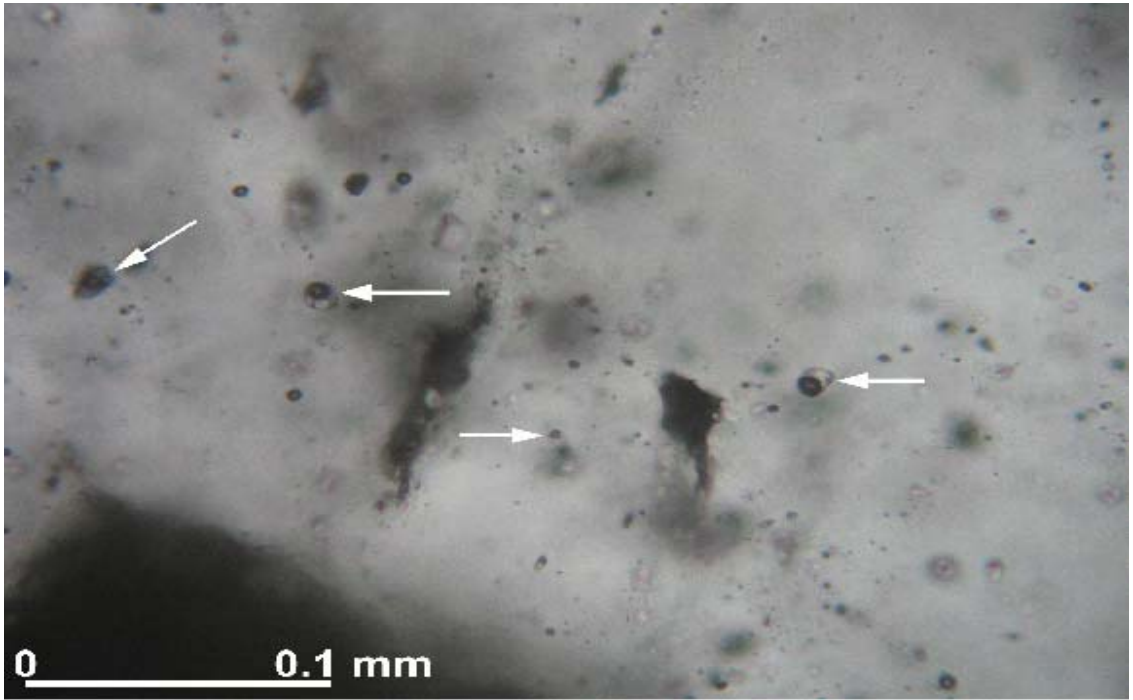
Şekil 79: Birincil (Tip II) kökenli kapanımlar.

35 Nolu kesitte ise (Şekil 80, 81; 82; 83), sıvı kapanım çalışmaları, örneğin şeffaf kesimlerinde gerçekleştirilmiş olup, incelemelerde örnek içinde bol miktarda birincil ve ikincil kökenli kapanımlara rastlanmıştır. Birincil kökenli kapanımların çoğunluğunu çok fazlı (sıvı+gaz+katı) ve tek fazlı (gaz) kapanımlar oluştururken, tek fazlı (sıvı) kapanımlar ise daha az miktarlarda izlenmiştir. Ayrıca örnek içinde birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar eser miktarlarda bulunmaktadır. İkincil kökenli kapanımların çoğunluğunu iki fazlı (sıvı+gaz), tek fazlı (gaz) ve tek fazlı (sıvı) oluşturmaktadır.

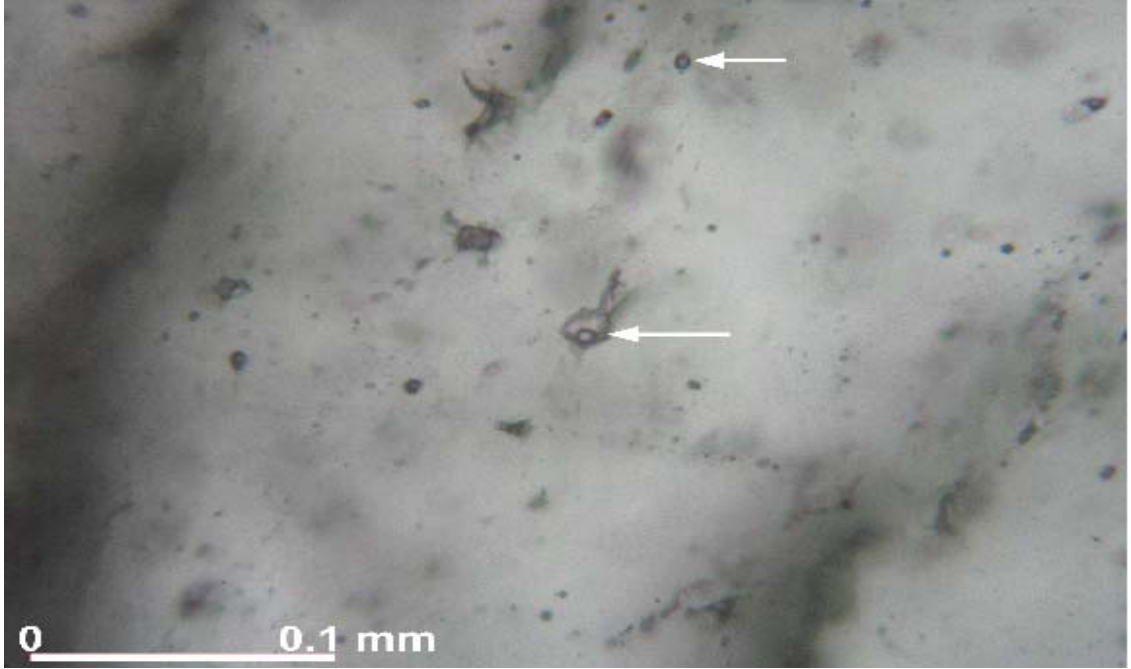
Birincil kökenli çok fazlı (sıvı+gaz+katı) ve iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda sıvı fazın gaz faza oranı fazla olup, gaz fazın daha hakim olduğu kapanımlar da tespit edilmiştir. Ölçüm yapılan kapanımların çoğunluğu sıvı faza homojenleşmiştir. Gaz faza homojenleşen kapanımlar da örnek içinde gözlenmiştir. Sıvı kapanımların boyutları 2.5-37.5 μm arasında değişmektedir. 7.5- 17.5 μm arası boyutlardaki kapanımlar daha fazladır. Örnekte yapılan mikrotermometrik çalışmalarda 41 adet homojenleşme sıcaklığı ($T_h^\circ\text{C}$) ölçülmüştür.

Histogram ve 700°C üzerindeki sıcaklıklar gözönüne alındığında, örneğin homojenleşme sıcaklığının 220-700°C aralığında değiştiği izlenmektedir. 320°C-500°C ve 660°C-<700°C arasındaki sıcaklıklarda ise yoğunlaştığı düşünülmektedir (Şekil 54) .

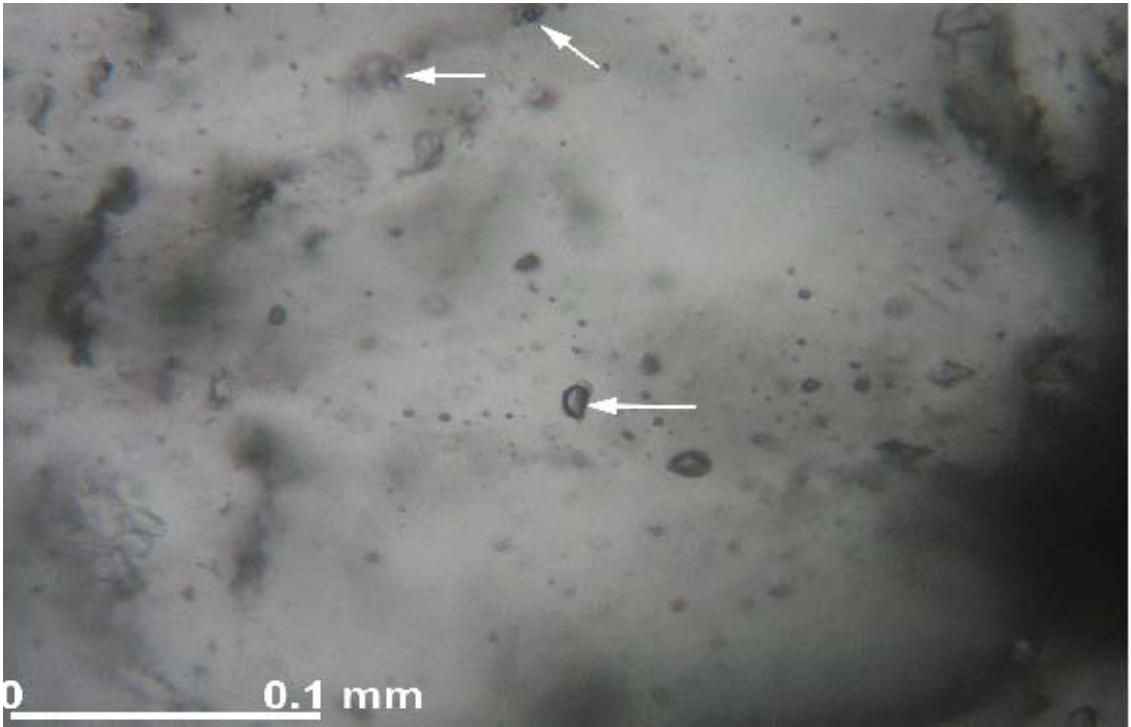
Yapılan 12 adet ölçüm sonucu, örneği oluşturan eriyiğin tuzluluğu %30.35-%44.34 NaCl eşdeğeri arasındadır. Yukarıdaki histogram incelendiğinde örneği oluşturan eriyiğin tuzluluğunun % 37-% 45 NaCl eşdeğeri arasında yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 55).



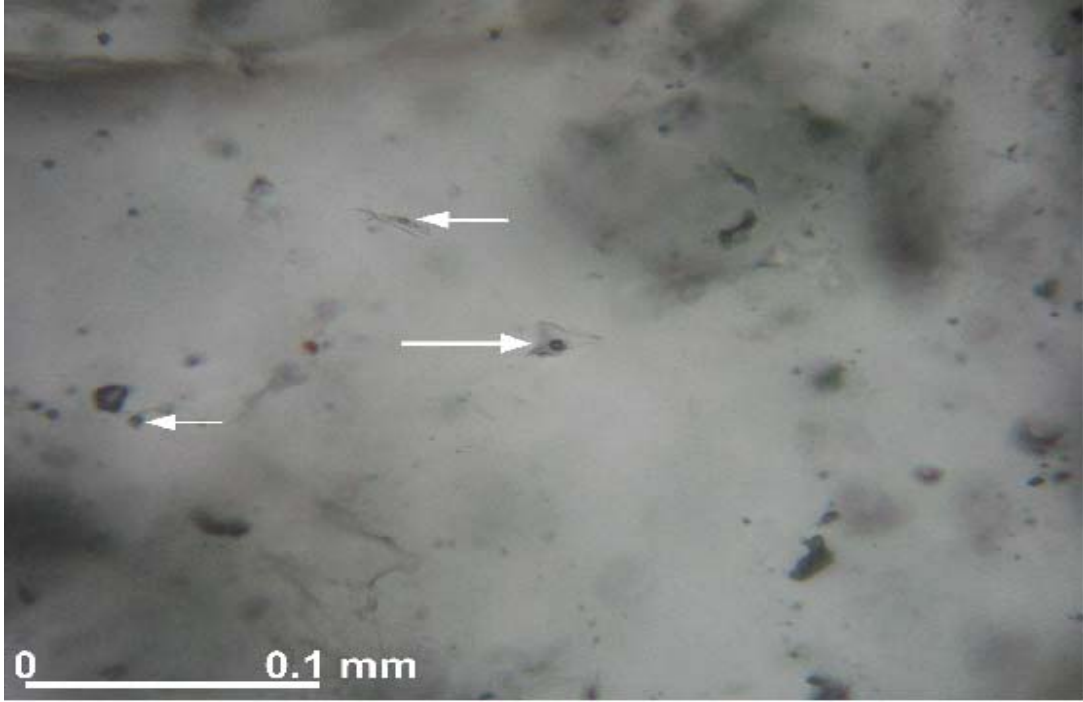
Şekil 80: Birincil (Tip II) kökenli kapanımlar.



Şekil 81: Birincil (Tip II) kökenli kapanımlar.



Şekil 82: Birincil (Tip I ve Tip II) kökenli kapanımlar.

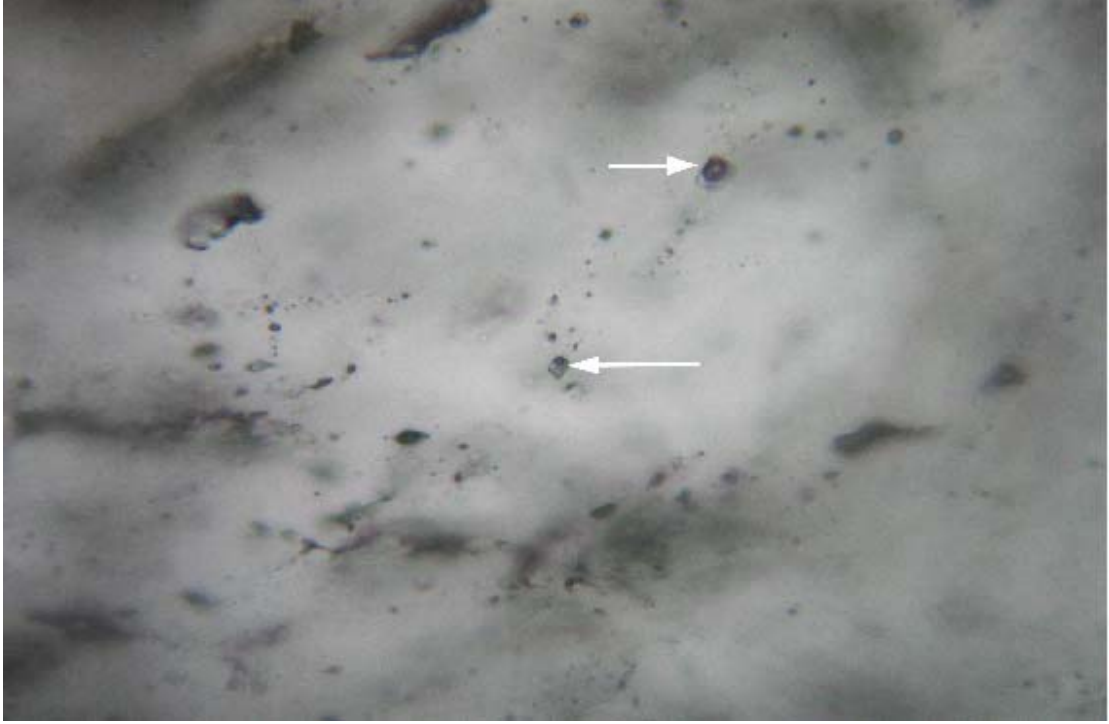


Şekil 83: Birincil (Tip I veTip II) kökenli kapanımlar.

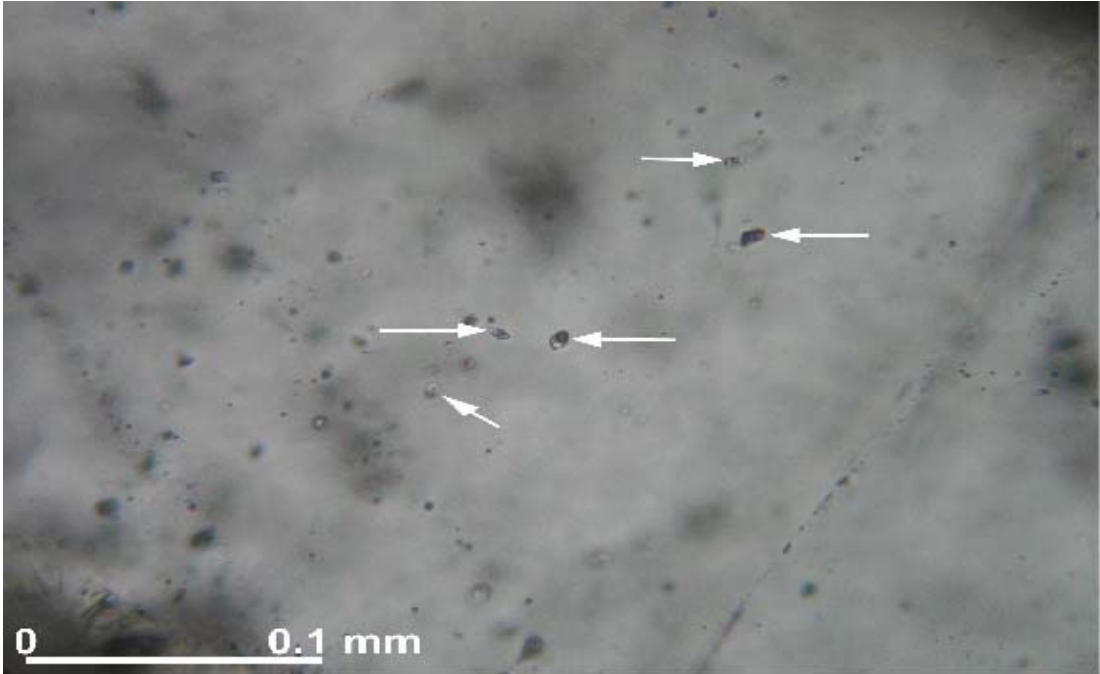
51 Nolu kesitte ise (Şekil 84; 85; 86), sıvı kapanım çalışmaları örneğin şeffaf ve iri kristalli kesimlerinde yapılmış olup, incelemelerde örnek içinde bol miktarda birincil ve ikincil kökenli kapanımlara rastlanmıştır. Birincil kökenli kapanımların çoğunluğunu tek fazlı (gaz) kapanımlar oluştururken, çok fazlı (sıvı+gaz+katı) kapanımlar orta bollukta izlenmiştir. Birincil kökenli tek fazlı (sıvı) ve iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar eser miktarlarda bulunmaktadır. İkincil kökenli kapanımlar ise iki fazlı (sıvı+gaz), tek fazlı (gaz) ve tek fazlı (sıvı) kapanımlardan oluşturmaktadır.

Ölçüm yapılan birincil kökenli çok fazlı (sıvı+gaz+katı) ve iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda sıvı fazın gaz faza oranı daha fazla olup, kapanımların tümü sıvı faza homojenleşmiştir. Sıvı kapanımların boyutları 2.5-37.5 mikron arasında değişmektedir. 10-15 mikron arası boyutlardaki kapanımlar daha fazladır.

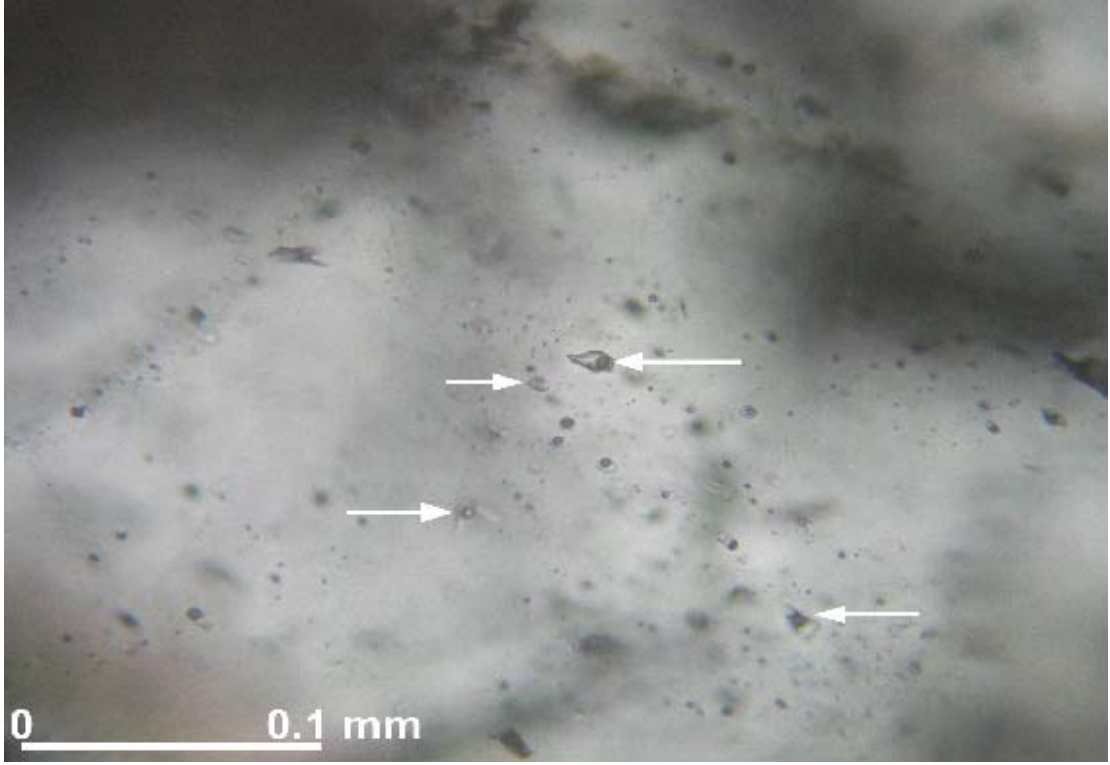
Yapılan 18 adet ölçümden elde edilen histogram incelendiğinde, örneğin homojenleşme sıcaklığının 260-570°C arasında değiştiği ve özellikle 300-540°C arasındaki sıcaklıklarda yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 54). Yapılan 10 adet ölçüm sonucu, örneği oluşturan eriyiğin tuzluluğu %33.04-%43.30 NaCl eşdeğeri arasındadır.



Şekil 84: Birincil (Tip I veTip II) kökenli kapanımlar.



Şekil 85: Birincil (Tip I veTip II) kökenli ve ikincil kökenli kapanımlar.



Şekil 86: Birincil (Tip I veTip II) kökenli ve ikincil kökenli kaparımlar.

6. TARTIŞMA

Bu bölümde inceleme konusunu oluşturan Kızıldağ-Köprükük Cu-Pb-Zn cevherleşmelerinin kökenini belirlemek amacıyla yapılan analiz sonuçlarının literatür ışığında değerlendirilmesi yapılarak Kızıldağ-Köprükük Cu-Pb-Zn yatağının oluşum modeli belirlenmeye çalışılacaktır. Sıvı kapanım analiz sonuçlarına göre, sistemin porfiri – derin damar kökenli olabileceği göz önünde bulundurularak, bu çalışma porfirlerle ilişkili maden yatakları oluşumları ile ilgili makaleler içerisinde değerlendirilecektir.

Magmatik kökenli hidrotermal çözeltilerin meteorik soğuk suların karışmasıyla kuvars-serizit alterasyonunun oluşturduğu bilinmektedir. Alterasyon kuşaklarında hidrotermal çözeltilerin soğuması ile ilgili üç proses olduğu belirtilmiştir. Birincisi litostatik basınç; bu basıncın aniden sıvının üzerinden kalkması, ikincisi bu hidrotermal çözeltilerin yeraltı suyu ile karışarak soğuması, üçüncüsü ise yan kayaç ile ısı alışverişidir. Litostatik basıncın 750 bar ve 600 °C de olan bir porfiri yatakta, litostatik basınçtan hidrostatik basınca geçildiğinde 450 °C sıcaklık ve 250 bar basınca düşebileceği belirtilmektedir. Bu nedenle, Şekil 54’de verilen 600⁰C ve üzeri homojenleşme sıcaklıklarının, mineralin yüksek basınç koşullarında oluştuğunu, daha düşük sıcaklıklarda ise litostatik basıncın hidrostatik basınca geçildiğinin kanıtı olarak düşünülmektedir (Garlick ve Epstein, 1966; Toulmin ve Clark 1967).

İnceleme alanında, kuvars-serizit alterasyonları içerisinde yüksek pirit içeriği gözlemlenmektedir. Karbonatlaşma bu zona eşlik etmektedir. Granitler içerisinde kalkopirit tanelerine rastlanmaktadır (Şekil 13, 14, 47). Bazı araştırmacılar, kalkopiritlerin, biyotit-ortoklas ve kuvars-serizit alterasyonunun kantağında yer aldığını ve kuvars-serizit zonunda piritin yüksek, kalkopiritin ise düşük olduğu ve faz oluşumlarının silisleşme, serizitleşme ve kırıklar tarafından etkilendiği vurgulamaktadır (Hemley ve Jones, 1964; Nielsen, 1968; Lowell, 1968; Lowell ve Guilbert, 1970; Rose 1970; Barley, 1981). Şekil 13’de plajiyoklasların karbonatlaşması ve inceleme alanında kuvarslarla birlikte spekülaitin varlığı yüksek oksijen fugasitesinin varlığının göstergesidir.

İnceleme konusunu oluşturan Kızıldağ-Köprükük Pb-Zn-Cu cevherleşmeleri, merkezde biyotit-K-feldispat alterasyonunu saran kuvars-serizit alterasyonunu genel olarak sınırsal cevherleşme ve pirit zonları içermektedir. Serizit bu zon içerisinde bol miktarda bulunmakla beraber bunun yanı sıra kil mineralleri (Kaolin) bu zonun kenarlarında hidroliz olmuş şekilde bulunur. Bu zon içerisinde kayaç dokuları yoğun bir şekilde bozulmuştur. Serizitleşmiş kayaç içerisinde pirit cevherleşmeleri bulunmaktadır. Spekülait, zonun kenarlarına doğru yaygın bir şekilde görülmektedir. Bu durum;

Hemley ve Jones (1964) tarafından, K-feldispat-serizit-kaolin (profillitik) sistemdeki geç magmatik ve erken hidrotermal serizit ve K-feldispat arasındaki ortamsal ayırımı sınırladığını belirtmiştir. Demir ve magnezyum içeren sistemin, porfiri tip yataklarda sıklıkla artan biyotit, K-feldispat, serizit ve kuvarsın oluşumuna neden olabilmektedir. Bununla birlikte; Rose (1970), porfiri tip yataklarda hipojen hidrotermal alterasyondan önce süperjen alterasyonun geliştiğini belirtmektedir. Süperjen alterasyon terimi, aşınmaya sebep olmuş mineral yataklarındaki yan kayaç alterasyonu ile ve çözelti oluşturan yüzeye yakın proseslerle ilişkilidir. Buna karşın hipojen alterasyon daha yüksek sıcaklığa sahip çözeltilerde oluşur. Piritin okside olmasıyla toplanmış olan asit çözeltiler özellikle süperjen alterasyonunun oluşumunda önemlidir. En önemli problem birçok porfiri bakır yatağında süperjen sülfid zenginleşmesinin orjinal hipojen alterasyonu ile karıştırılmasıdır. Birçok yazar bu problemi şüphesiz tanımlayamaz. İnceleme alanında her iki alterasyonu bir birinden ayırabilmek için, aşağıda verilen kriterler göz önünde bulundurularak alterasyon tipi belirlenebilmektedir. Porfiri bakır yataklarında önemli ve en yaygın hipojen mineral toplulukları şunlardır:

1. Ortoklas-biyotit-kuvars
2. Ortoklas- biyotit-serizit- kuvars
3. Ortoklas -serizit- kuvars
4. Serizit- kuvars
5. Serizit-kaolinit- kuvars

Sülfidler bütün bu topluluklara eşlik ederler. Bu yataklar içersinde tanımlanan iki tür topluluk vardır.

1. Bitotit-ortoklas topluluğu
2. Kuvars-serizit topluluğu

Fillitik alterasyonun yoğun şekilde gözlenmesinin en önemli etkeni yoğun kırık ve çatlak sistemleridir. Yoğun kırık ve çatlakların olması durumunda yoğun bir serizitleşme görülebilmektedir. 1m'lik bir kayaçta ortalama 10 kadar kırık ve çatlaklar mevcutsa yoğun bir serizitleşme mümkündür eğer çatlak ve kırık sayısı 100' e kadar yoğunlaşırsa kuvars damarlar çevresinde gelişen alterasyonlar tamamen tüm kayacı serizite çevirecek kadar etkili olmaktadır (Heberlein ve Godwin,1984).

Kızıldağ-Köprücük Cu-Pb-Zn cevherleşmelerinde, başlangıçtaki karakteristik mineral bileşimine ve metamorfizma oluşumuna bağlı olarak alterasyonlar oluşmaktadır. Kuvars-serizit alterasyonu kuvars, serizit ve sülfidlerle karakterize olup, 4 ve 5 nolu topluluğun tipik göstergesidir. Yoğun kırık ve çatlaklı yapının varlığı serizitleşmede önemli rol oynamaktadır. Normalde pirit en fazla sülfid minerali olarak görülmektedir.

Utah ve Arizona’da porfiri tip yataklarda sıvı kapanım çalışmaları yapılmış ve sıvı, katı, gaz ve daughter (tali) mineralce zengin sıvı kapanımlarda homojenleşme sıcaklığı değerlerini 500-600 °C olarak belirlenmiştir. Bu kapanımlar yüksek tuzluluk değerlerine (ortalama %39 NaCl eşdeğeri tuzluluk) sahiptir. Aynı çalışmada halit kristalinin çözülme sıcaklıkları 275-388 °C arasındadır (Moore ve Nash, 1974; Lang ve Eastoe, 1988). Son zamanlarda yapılan çalışmalarda bu tip yataklarda kuvarsın farklı oluşum evrelerinin olabileceği belirtilmiş ve taramalı elektron mikroskop-katodlüminesans analiz metodları ile yüksek basınç ve sıcaklıkta (750 °C) oluşan kuvarsların yüksek yoğunluklu CL değerlerine sahip olduğu; düşük sıcaklık değerlerinde (250 °C) ise düşük yoğunlukta CL değerleri belirlenmiştir. İz element içeriği bakımından kuvarslardaki Ti içeriğinin 10 ppm ve daha düşük miktarlarda olması yüksek sıcaklık kuvarslarının oluşumunda pathfinder (iz bulucu) element olarak kullanılabilmektedir (Rusk ve diğ., 2006; Redmond ve diğ., 2004). İnceleme konusunu oluşturan, cevherleşme ile ilgili kuvarslarda tespit edilen homojenleşme sıcaklık değerleri 500-600 °C arasında olup, yüksek tuzluluk değerleri (ortalama % 38 NaCl eşdeğeri tuzluluk) ve halitin oluşum sıcaklığı 240-388 °C ile yukarıdaki kaynaklar ile birebir örtüşmektedir. İnceleme alanında yapılan sıvı kapanım çalışmaları dikkate alınarak, ikincil sıvı kapanımlarda ölçülen düşük homojenleşme sıcaklık değerleri (199-201-202-214 °C), kuvars-serizit-pirit alterasyon topluluğunun oluşmasında meteorik suların hakim olduğunu düşündürmektedir. Yüksek tuzluluk değerleri, sıvıların kökenlerinin magmatik olduğunu göstermektedir. İkincil kapanımlarda tuzluluk ve açıkca kuvarslı piritli damarlardaki ikincil kapanım tuzluluk değerleri düşük olması çözeltilerin meteorik kökenli olduğunu gösterir.

Bu bölümden sonra farklı araştırmacıların çalışmalarından yararlanılarak Kızıldağ-Köprücük Cu-Pb-Zn cevherleşmelerinin oluşum modeli geliştirilmeye çalışılacaktır.

7. MODELLEME

Bu bölümde, kalkalkalin magmatizmaya bağlı olarak gelişen ve ada yayı ortamında yer alan Kızıldağ- Köprücük Cu-Pb-Zn cevherleşmelerinin kökeni yorumlanmaya çalışılacaktır.

Sillitoe (1972), Alpin zonu içerisinde yer alan Türkiye’de bu tip porfiri bakır yataklarının bulunabileceğini belirtmiştir. Alpin-Akdeniz Orojenez sistemi detaylı olarak analiz edildiğinde yeni global tektonik bakımından porfiri bakır yatakları için araştırılması gerektiğini belirtmiştir.

Porfiri tip yataklar, Batı Amerika’da Güneybatı Pasifikte ve Alpin Orojenik Kuşağı içerisinde kalk-alkali magmatizmanın etkisiyle oluşur. Porfiri bakır yataklarında metal içeriğinin yaklaşan levha sınırlarındaki mantodan kaynaklanarak dalma-batma zonu üzerinde geliştiği bilinmektedir. Aynı zamanda porfiri tip yataklar bölgesel tektonizma ile de yakından ilişkilidir. Bu tip yataklardaki izotopik veriler, porfiri yatakların derin manto kökenli sülfürce zengin cevherleşmeler içerdiğini göstermektedir. Hidrotermal çözeltilerde ani basınç düşmesiyle formasyon sularında sülfid konsantrasyonları depolanmaktadır. Bu durumda hidrojen iyon aktivitesi artmakta yan kayaç ile reaksiyonlar gerçekleşmekte ve böylelikle sülfür indirgenerek sülfidlerin çökmesine neden olmaktadır. Bu tip cevherleşmeler adayı kıta kenarlarında Mesozoyik-Senozoyik yaşlı dalma-batma zonlarında oluşurlar ve tektonik havzalarda kuvarsa zengin ortamlarda gelişim gösterir. Bununla birlikte, cevherli damarlar tektonizma ile ilişkili olarak düzensiz şekilde gelişirler (Helsley, 1960; Chubb ve Bruze, 1963; Pease, 1966; Reed, 1966; Schmidt, 1968; Longshare ve Dannelly, 1968; Bradley, 1971; Cox ve diğ., 1973; Lewis ve diğ., 1973; Fenton, 1974; Kesler, Jones ve Walker, 1975; Nielsen, 1976; Barley, 1981; Vlad, 1981; Bogdanov ve Bogdanova, 1982; Superceanu, 2005; Müller, ve diğ. 2006).

8. KÖKEN

Güneydoğu Anadolu Kuşağı üzerinde yer alan Kızıldağ-Köprücük Cu-Pb-Zn yatakları Üst Kretase yaşlı Elazığ Magmatitlerine ait granotoyidlerle ilişkilidir. Kızıldağ-Köprücük cevherleşmeleri erken granitik intrüzyonların yukarıya doğru taşınması sırasında; İlk evresi granitik sokulumlarla ilişkili olarak oluşurken, son evrede bu granitik sokulumların farklılaşması sonucu kuvars damarları ile ilişkilendirilmiştir. Kuvars damarları stok sistemleri şeklindedir ve granitik kontakların yakınında gelişmiştir. Kızıldağ porfir sistemi içerisinde cevherleşmeler iki farklı evrede gelişmiş hidrotermal çözeltilerden kaynaklanmaktadır. Birinci evre; yüksek sıcaklık ve tuzluluk

değerine sahip magmatik kökenli hipojen evre; ikinci evre ise, meteorik suların etkili olduğu süperjen evre olarak düşünülmektedir.

9. SONUÇLAR

Yan kayacı granit olan kuvars damarları içerisinde sıvı kapanım çalışmaları yapılmıştır. İnceleme alanında farklı alterasyon mineral topluluğu ve kuvarslar içerisindeki kalkopirit ve piritin varlığı, Kızıldağ-Köprücük Cu-Pb-Zn yatağının kökeni hakkında bilgi vermektedir. Alterasyon mineralleri (kuvars-serizit-pirit) fillik zonun varlığı kanıtlamaktadır. Sıvı kapanım incelemeleri sonucunda iki farklı hidrotermal çözeltinin varlığı sözkonusudur.

Birincil ve ikincil sıvı kapanımlar farklı tuzluluk ve homojenleşme sıcaklıkları ile ayrılmaktadır. Birincil sıvı kapanımlarda homojenleşme sıcaklığı 258 ila 700 °C arasında değişmekte olup tuzluluk değeri % 33,3 ila % 45.21 % NaCl eşdeğeri arasında değişmektedir. İkincil kapanımlarda ise homojenleşme sıcaklığı 199-214 °C, tuzluluk değerleri ise 5-15 %NaCl eşdeğeri arasında tespit edilmiştir.

Birinci erken faz (ilk faz-magmatik evre); yüksek sıcaklık ve yüksek tuzluluk özelliğine sahip iken ikincil kapanımlarda düşük tuzluluk ve düşük sıcaklık değerleri iki farklı hidrotermal çözeltinin varlığı fikrini desteklemektedir. Bu evre ikincil cevher zenginleşmesine neden olmaktadır.

İnceleme alanındaki Cu-Pb-Zn zenginleşmeleri oluşum sıcaklığı tüm örneklerde, granitik kayaların ilk oluşum evresinin 700°C ve üzeri sıcaklıklarda oluştuğunu, daha sonraki evrede litostatik basıncın azalması ile doğru orantılı olarak 380-520 °C civarında farklı bir oluşum evresinin varlığından söz edilebilmektedir. Bu evre, inceleme konusunu oluşturan kuvars damarlarının oluşum evresi olarak belirlenmiştir. Tüm örneklerde kuvars oluşum evresi 236 ila 700 °C arasında değişmekte olup tuzluluk değerleri 33.3 ila 45.21 % NaCl eşdeğeri arasındadır. Bu değerler mineral oluşum evrelerinin hem erken hem de geç faz dönemini takip ettiğini göstermektedir. Bu verilere ek olarak, kuvars minerallerinin ayrıntılı ICP-MS ve SEM-CL analizleri yapılarak farklı fazların varlığı fikri desteklenmelidir.

Bu çalışmadan elde edilen, gerek petrografik ve gerekse sıvı kapanım çalışmaları verilerine dayanılarak Kızıldağ-Köprücük Cu-Pb-Zn cevherleşmelerinin tektonizma ile ilişkili porfiri-derin damar tipi olduğu düşünülmektedir.

10. KAYNAKLAR

- Akgül, M., 1987, Baskil (Elazığ) granitoidinin petrografik ve petrolojik incelenmesi.Yüksek Lisans Tezi. K.T.Ü. Fen. Bil. Ens. 60s.(yayınlanmamış).
- Akgül, M., 1991, Baskil Elazığ granitoidinin petrografik ve petrolojik özellikleri. Yerbilimleri Geosound, 18, 67–78.
- Akgül, B., 1993, Piran Köyü (Keban) çevresindeki magmatik kayaçların petrografik ve petrolojik özellikleri: Doktora Tezi, F.Ü.Fen Bilimleri Enst., 125s.(yayınlanmamış) Altınlı,E., 1986, Yer Bilimleri Sözlüğü.
- Anderson, J. A., 1982, Characteristic of Leashead Capping and Techniques of Appraisal, Advances in Geology of the Porphyry Copper Deposits, S. R. Titley ed. University of Arizona Pres, p.275-296.
- Asutay. H.J., 1985, Baskil (Elazığ) çevresinin jeolojik ve petrografik incelenmesi. Doktora Tezi. A.Ü. Fen Bil. Enst. (yayınlanmamış) Ankara.
- Asutay, H.J., 1987, Baskil (Elazığ) çevresinin jeolojisi ve Baskil magmatitlerinin petrolojisi: MTA Enst. Derg.106, 55-61.
- Avşar, N., 1983, Elazığ yakın kuzeybatısındaki stratigrafik ve mikropaleontolojik araştırmalar. Doktora tezi. F.Ü. Fen Bil. Enst. 84s.(yayınlanmamış).
- Barley, M. E., 1981, Porphyry-Style Mineralization Associated with Early Archean Calc- Alkaline Igneous Activity, Eastern Pilbara, Western Australia: Department Geology University of Canterbury, Christchurch I. New Zealand, p. 1230-1235.
- Bingöl, A.F., 1982, Elazığ-Pertek-Kovancılar arası volkanik kayaçlarının petrografik ve petrolojik incelenmesi: F.Ü.Fen. Fak. Derg., 1, 9-21.
- Bingöl, A.F., 1984, Geology of the Elazığ Area in the Eastern Taurus Region :In Tekeli , O. and Göncüoğlu, M. C., eds.,”Geology of the Taurus Belt”, p.209-217.
- Bingöl, A. F., 1988, Petrographical and petrological features of intrusive rocks of Yüksekova Complex in the Elazığ region (Eastern Taurus-Turkey): Journal of F.Ü., 3/2, 1-17.
- Bingöl, A.F., and Beyarslan. M. 1996, Elazığ Magmatitleri’nin jeokimyası ve petrolojisi. In Proceedings of KTÜ 30. yıl sempozyumu. Edited by S. Korkmaz and M. Akçay ,Trabzon, Turkey, p.208-224.
- Bradley, R.a., 1971, The Geology of the Rio Vivi Copper Deposits, Puerto Rico. Geol. Soc. America Abstract, v.11, p.511.

- Bogdanov, B. D., ve Bogdanova, 1982, Porphyry-Copper Deposits of Bulgaria: Internal Geology Rev., v. 25, p. 173-188.
- Chubb, L. J., and Burke , K., 1963, Age of he Jamaican granodiorite : Geol. Mag., v.100, p. 524-532.
- Çiftçi, E., 2003, Yer Bilimleri Teknik Terimleri Sözlüğü.
- Cox, D. P., Larson, R. R., and Tripp, R. B., 1973, Hydrothermal alteration in Puerto Rican porphyry copper deposits: Econ. Geol., v.68, p.1329-1334.
- Ercan, T. ve Asutay, H.J., 1993, Malatya- Elazığ- Tunceli- Bingöl-Diyarbakır dolaylarındaki Neojen-Kuvaterner yaşlı volkanitlerin petrolojisi: A. Suat ERK Jeoloji Sempozyumu, A.Ü. Fen Fak. Jeoloji Bölümü, Tebliğler, 291-302.
- Garlick, G.D., and Epstein , S., 1966, The isotopic composition of oxygen and carbon in hydrothermal minerals at Butte, Montana: Econ. Geol., v.61, p.1325-1335.
- Fenton, A. D., 1974, Geology of the Connors porphyry copper prospect, St. Catherine, Jamaica Unpub. M.Sc. thesis, University of Toronto.
- Heberlein, D. R., and Godwin C.I., 1984, Hypogene Alteration at the Berg Porphyry Copper-Molybdenum Property, North-Central British Colombia, Econ. Geol., v. 79, p. 902-918.
- Helsley, C. F., 1960, Geology of the British Virgin Islands: Unpub. Ph. D. dissertation, Princeton University.
- Hemley, J.J., and Jones, W. R., 1964, Chemical aspects of hydrothermal alteration with emphasis on hydrogen metasomatism: Econ. Geol. , v. 59, p.538-569.
- Hempton, R.M. ve Savcı, G., 1982, Elazığ volkanik karmaşığının petrolojik ve yapısal özellikleri: T.J.K. Bült., 25, 143-150.
- Hempton, R.M., 1983, Sivrice yöresinde Bitlis suture kuzey kenarının yapısı ve tektonik anlamı. Uluslararası Toros Jeoloji Sempozyumu, Bildiri özetleri, 46.
- Hempton , R.M., 1984, Results of detailed mapping near Lake Hazar (E. Taurus Mountains):In Tekeli , O. and Göncüoğlu, M.C., eds., “Geology of the Taurus Belt”, p. 223-238.
- Hempton, R.M., 1985, Structure and deformation history of the Bitlis suture near Lake Hazar , SE .Turkey: Geol. Soc of Amer. Bull., 96, p.233-243.
- Herece , E. ve Akay, E., 1992a, Karlıova-Çelikhan arasında Doğu Anadolu Fayı : Tür. 9. Petrol Kong., Tebliğler, 361-372.
- Herece. E.ve Akay , E., 1992b, Ortadoğu Toroslarda volkanitsiz Eosen ile volkanitli Eosen çökellerinin ilişkileri ve olası bir transform fay: Tür 9. Petrol Kong., Tebliğler, 351-360.

- İnceöz, M., 1994, Harput (Elazığ) yakın kuzeyi ve doğusunun jeolojik özellikleri. Doktora Tez, F.Ü. Fen Bil. Ens. 112s.
- Kesler, S. E., Jones, L. M., and Walker, R. L., 1975, Intrusive Rocks Associated with Porphyry Copper Mineralization in Island Arc Areas: Econ. Geol., v.70, p.515-526.
- Ketin, İ., 1946, Elazığ-Palu ve Pertek yörelerinin jeolojik etüdüne ait rapor: MTA Enst., Rapor no:1708. (yayınlanmamış).
- Kürüm, S., 1994, Elazığ kuzeybatısındaki genç volkanitlerin petrolojik özellikleri. Doktora tezi, F.Ü.Fen. Bil. Enst., 107s.(yayınlanmamış).
- Lang, J. R., and Eastoe, C. J., 1988, Relationships Between A Porphyry Cu- Mo Deposits , Base and Precious Metal Veins, and Laramide Intrusions, Mineral Park, Arizona: Econ.Geol., v.83, p.551-567.
- Lewis, J. F., and Gunn, B. M., 1973, Aspects of island arc evolution and magmatism in the Caribbean : Geochemistry of some West Indian plutonic and volcanic rocks: Caribbean Geol. Conf. Trans., no. 6, p. 171-177.
- Longshore, J. D., and Donnelly, T. W., 1968, Chemical petrology of the Virgin Islands batholith: Caribbean Geol. Conf., 4th, Trinidad 1965, Trans., p.221-224.
- Lowell, J. D., 1968, Geology of the Kalamazoo Orebody, San Manuel District, Arizona: Econ. Geol., v.63, p.645-654.
- Lowell, J. D., and Guilbert, J. M., 1970, Lateral and vertical alteration-mineralization zoning in porphyry copper deposits. Econ. Geol. v.65.
- Moore, W. J., and Nash J.T., 1974, Alteration and Fluid Inclusion Studies of the Porphyry Copper Ore Body at Bingham, Utah: Econ. Geol., v.69, p.631-645.
- Müller, A., Seltnann, R., Halls, C., Siebel, W., Dulski, P., Jeffries, T., Spratt, J., Kronz, A., 2006, The Magmatic Evolution of the Land's End pluton , Cornwall, and associated pre enrichment of metals, Ore Geology Review 28., p. 329-367.
- Naz, H., 1979, Elazığ-Palu dolayının jeolojisi: T.P.A.O. Rapor no: 1360.(yayınlanmamış).
- Nielsen, R. I., 1968, Hypogene texture and mineral zoning in a copper –bearing granodiorite stock, Santa Ria, New Mexico: Econ.Geol., v.63, p.37-50.
- Nielsen, R. J., 1976, Recent Developments In the Study of Porphyry Copper Geology- A Review: Kennecott Copper Corporation Salt Lake City, Utah, p. 487-500.
- Özkul, M., 1982, Güneyçayırı (Elazığ) bölgesinin sedimantolojisi: Yüksek Lisans Tezi, A.Ü.Fen. Fak., 34s.(yayınlanmamış).

- Özkul, M., 1988, Elazığ batısında Kırkgeçit Formasyonu üzerinde sedimantolojik incelemeler: Doktora Tezi, F.Ü.Fen Bilimleri Enst., 186s.(yayınlanmamış).
- Pease, M. H., Jr., 1966, Some characteristics of copper mineralization in Puerto Rico, in Caribbean Geol. Conf., 3d, Kingston 196, trans: Jamaica Geol. Survey Pub. 95, p.107-112.
- Perinçek, D., 1979a, Palu-Karabegan-Elazığ-Sivrice-Malatya alanının jeolojisi ve petrol imkanları: T.P.A.O. Rapor no:1361.(yayınlanmamış).
- Perinçek, D., 1979b, The geology of Hazro-Korudağ-Çüngüş-Maden-Ergani-Hazar-Elazığ-Malatya area: Guide book, T.J.K. yayını, 33s.
- Perinçek, D., 1980a, Arabistan kıtası kuzeyindeki tektonik evrimin, kıta üzerinde çökelen istifteki etkileri: Tür 5. Petrol Kong., Tebliğler, 77-93.
- Perinçek, D., 1980b, Bitlis Metamorfizmi'nde volkanitli Triyas : K.J.K Bült, 23, 201-211.
- Perinçek, D. ve Özkaya, İ., 1981, Arabistan kıtası kuzey kenarının tektonik evrimi.H.Ü. Yerbilimleri Enst. Derg., 8, 91-101.,
- Redmond, P. B., Einaudi, M. T., Inan, E., E., Landtwing, M.R., and Heinrich, C.A., 2004, Copper deposition by fluid cooling in intrusion centered systems: New insights from the Bingham porphyry ore deposit, Utah., Geology., v. 32. no. 3, p. 217-220.
- Reed, A. j., 1966, Geology of the Bog Walk quadrangle , Jamaica: Jamaica Geol. Survey Bull. 6, p.54.
- Rose, A.W., 1970, Zonal Relations of Wallrock Alteration and Sulfide Distribution at Porphyry Copper Deposits: Econ. Geol., v.65, p.920-936.
- Rusk, G.,B., Reed, H. Dilles, J., H., and Kent, A. J. R., 2006, Intensity of quartz cathodoluminescence and trace-element content in quartz from the porphyry copper deposit at Butte, Montana: American Mineralogist., v. 91, no.8-9, p. 1300-1312.
- Sağiroğlu, A., 1986, Kızıldağ-Elazığ cevherleşmelerinin özellikleri ve kökeni: Jeol. Müh. Derg., 29, 5-13.
- Sağiroğlu, A., ve Preston , R.M.F., 1987, Ore mineralogy of Kızıldağ Pb-Zn veins-with a special emphasis on the composition of the tetrahedrites: F.Ü. Fen Bil. Enst. Derg., 2, 83-94.
- Sağiroğlu, A. ve Şaşmaz A., 2004, Mineralogy and geochemistry of the argentiferous Pb-Zn and Cu veins of the Çolaklı area. Journal of Asian Earth Sciences 23, 37-45.
- Schmidt, R. G., (1968), Exploration possibilities in the western Chagai district; West Pakistan, Econ. Geol., v. 63, p. 51-60.
- Sillitoe, R. H., 1972, A Plate Tectonic Model for the Origin of Porphyry Copper Deposits: Econ. Geol., v.67, p. 184-197.

- Sirel, E., Metin, S. ve Sözeri, B., 1975, Palu (KD Elazığ) denizel Oligosen'in stratigrafisi ve mikropaleontolojisi: T.J.K. Bült, 18, 2, 175-180.
- Sourirajan, S. and Kennedy, G.C. 1962, The system H₂O-NaCl at elevated temperatures and pressures. Amer. J. Sci. 260, 115-141.
- Sungurlu, O., Perinçek, D., Kurt, G., Tuna, E., Dülger, S., Çelikdemir, E., ve Naz, H., 1985, Elazığ-Hazar-Palu alanının jeolojisi .Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Derg.29, 83-191.
- Superceanu, C. I., 2005, Die Kupfererzlagerstätte von Sasca-Montana im SW-Banat und ihre Stellung in dem alpidisch-ostmittelmeerischen Kupfer-Molybdän-Erzgürtel., International Journal of Earth Science., v.58, p.798-861.
- Şaşmaz, A. ve Sağiroğlu, A., 1990, Billurik Dere (Elazığ) cevherleşmelerinin özellikleri ve kökeni. M.T.A. Derg. , 110, 45-84.
- Şaşmaz, A., ve Sağiroğlu, A., 1999, Çolaklı (Elazığ-Harput) damar tipi Pb-Zn cevherleşmelerinin jeolojisi. Türkiye Jeoloji Bülteni 42/2 , 17-24 Ankara.
- Tarhan, N., 1984, Göksun- Afşin-Elbistan dolayının jeolojisi:Jeo Müh.Derg., 19, 3-11.
- Tarhan, N., 1985, Elbistan ensimatik ada yayı çökel bulguları ve yaşı., Jeo Müh.Derg., 23, 3-9.
- Toulmin, P., and Clark, S. P., 1967, Thermal Aspect of Ore Formation , in Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposit, ed.by H.L. Barnes : New York , holt, Rinehart and Winston, p.437-462.
- Tuna, E., 1979, Elazığ-Palu-Pertek bölgesinin jeolojisi: T.P.A.O. Rapor no: 1363.(yayımlanmamış).
- Turan, M., 1984, Baskil-Aydınlar (Elazığ) yöresinin stratigrafisi ve tektoniği: Doktora tezi, F.Ü. Fen Bil.Enst., 185s.
- Turan, M., Bingöl, A.F. ve Aksoy, E., 1993, Doğu Torosların jeodinamik evriminin Elazığ civarındaki özellikleri: H.Ü. Yerbilimlerinin 25. yıl Sempozyumu.
- Türkmen, İ., 1988, Palu-Çaybağı (Elazığ doğusu) yöresinin sedimantolojik incelenmesi:Yüksek Lisans tezi, F.Ü. Fen Bil.Enst., 79s.(yayımlanmamış).
- Vlad, Ş. , 1981, Monoascendant and Polyascendant Porphyry Copper Systems: Rev. Roum. Geol. Geopys. Et.Geogr., Geologie, Tome 25, p. 95-100.
- Yazgan, E., 1981, Doğu Toroslarda etkin bir paleokıta kenarı etüdü (Üst Kretase- Orta Eosen) Malatya- Elazığ, Doğu Anadolu : H.Ü.yerbilimleri Derg., 7, 83-104.
- Yazgan, E., 1983, A Geotraverse between the Arabian Platform and the Munzur nappes: International Symposium on The Geology of the Taurus Belt, Guide Book for Excursion V.
- Yazgan, E., 1984, Geodynamic evolution of the Eastern Taurus region: In Tekeli, O. and Göncüoğlu, M.C., eds,"Geology of the Taurus Belt", p.199-205.

Yazgan, E., ve Chessex , R., 1991, Geology and tectonic evolution of he Southeastern Taurides in the region of Malatya: T.P.J.D. Bült., 3, 1, 1-41.

11. ÖZGEÇMİŞ

Elazığ doğumluyum. İlk, orta, lise öğrenimimi Elazığ'da tamamladım. 1999 yılında Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği'ni kazandım. 2004 yılında Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Maden Yatakları ve Jeokimya Anabilim Dalında Yüksek Lisans'a başladım.