

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ÇANAKKALE-BALCILAR POLİMETAL CEVHERLEŞMESİ OLUŞUMUNUN
İNCELENMESİ**

Seda ÖZDEMİR

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2011**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Seda ÖZDEMİR tarafından hazırlanan “Çanakkale-Balcılar polimetal cevherleşmesi oluşumunun incelenmesi” adlı tez çalışması 04/04/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. İ. Sönmez SAYILI

Jüri Üyeleri :

Başkan: Doç Dr. Yurdal GENÇ

Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Üye : Yrd. Doç. Dr. Zehra Semra KARAKAŞ

Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Doç. Dr. İ. Sönmez SAYILI

Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof.Dr. Özer KOLSARICI

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÇANAKKALE-BALCILAR POLİMETAL CEVHERLEŞMESİ OLUŞUMUNUN İNCELENMESİ

Seda ÖZDEMİR

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. İ. Sönmez SAYILI

Çanakkale-Lapseki-Balcılar KB'sında tazeye yakın bazaltlar, altere bazaltlar ve fay zonu içinde kuvars-barit ve sülfid cevherleşmeleri belirlenmiştir. Çalışma alanındaki kayaçlar ve cevherleşmeler jeolojik, mineralojik-petrografik ve XRD yöntemleri, cevher mikroskopisi ve sıvı kapanım çalışmaları ile jeokimyasal analiz yöntemleri yardımıyla incelenmişlerdir. Bazaltlarda iki farklı türde plajiyoklaz ile beraber kloritleşmiş ve karbonatlaşmış piroksenlerin hipokristalin bir hamur içinde yer aldığı saptanmıştır. Cevherleşmelere eşlik eden alterasyon yoğun biçimde, özellikle K 80° B / 80° KD konumlu 5 metre genişliğindeki bir fay zonunda ve içindeki K 36° D /80° KB konumlu makaslama kırıklarında gelişmiştir. Bu zonda kaolinit, alunite ve jarosit ile belirginleşen ileri arjillik alterasyon saptanmıştır. Yapılan jeokimyasal analizler ve jeostatistik çalışmalarla, bu evrede K₂O, Al₂O₃, TiO₂, Rb, Zr, V, Ga ve Y elementlerinin artış gösterdiği ve birbirleriyle çok yüksek pozitif korelasyonlar içinde oldukları belirlenmiştir. Alterasyonlardan sonra iri barit kristalleri, 70-135°C oluşum sıcaklıklarında % 0-1.4 NaCl eşdeğeri tuzluluklarda damarlar şeklinde yer almışlardır. Daha sonra 140-190°C oluşum sıcaklığı aralığında % 2 NaCl eşdeğerindeki tuzluluklarda sfaleritler oluşmuştur. Son olarak sfalerit-kalkopirit-enarjit-luzonit-fahlerz-galenit ve nabit altın cevher mineralleri özşekilli kuvars mineralleri ile birlikte ortalama 20 cm'ye varan damarlar halinde oluşmuşlardır. Bu evredeki kuvarslarda 200-290°C arasında sıcaklıklar ve % 6-7 civarında NaCl eşdeğeri tuzluluklar belirlenmiştir. Bütün bu veriler Balcılar cevherleşmesinin ileri arjillik alterasyon içinde bakır, kurşun, çinko cevherleri ve barit eşlenikli yüksek sülfidasyon tipi bir epitermal altın yatağı olduğu varsayımını kuvvetlendirmektedir.

Nisan 2011, 110 sayfa

Anahtar Kelimeler: Çanakkale, Balcılar, sfalerit, galenit, enarjit, altın, kaolinit, alunite, yüksek sülfidasyon, epitermal

ABSTRACT

Master Thesis

INVESTIGATIONS ON THE FORMATION OF POLYMETALLIC MINERALIZATIONS AT BALCILAR-ÇANAKKALE, TURKEY

Seda ÖZDEMİR

Ankara University
Graduate School of Natural Applied Sciences
Department of Geological Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. İ. Sönmez SAYILI

Nearly fresh basalts, altered basalts and quartz-barite-sulphide mineralizations in a fault zone is determined at the NW of Balcılar village, Lapseki, Çanakkale. The rocks and mineralizations in the studied area are investigated by geological, mineralogical-petrographical and XRD methods. Additionally ore microscopic and fluid inclusion studies are carried out and geochemical analyses are made. The phenocrystals of two different plagioclases and chloritized-carbonatized pyroxen pseudomorphs and opaque minerals occur in a hypocrySTALLINE matrix of basalts. Alterations accompanying to mineralizations is pervasively developed especially within a 5m wide fault zone with N80°W strike and 80°NE dip and shearing fractures with N36°E /80°NW , in which advanced argillic alteration characterized by kaolinite, alunite and jarosite is determined. Geochemical analyses and geostatistical studies carried out on this alteration stage rocks revealed that K₂O, Al₂O₃, TiO₂, Rb, Zr, V, Ga and Y contents increase and very high correlation coefficients occur among each other. Following this alteration stage, large barite crystals take place as vein and veinlets under the conditions of 70-140° C temperatures and 0-2 % NaCl equivalent salinities. Sphalerite (honeyblend type) minerals should have been occurred between the temperatures of 140-190°C with salinities varying 0-2 % NaCl equivalents. At the last stage, chalcopyrite, enargite-luzonite, fahlore, galenite and native gold ore minerals together with euhedral quartz crystals formed in veins with average thicknesses of 20 cm. 200-290°C formation temperatures with 6-7 % NaCl equivalent salinities are measured in these quartz crystals. All the data collected strengthens the hypothesis that a high sulphidation type of epithermal gold deposit, concomitant with zinc, lead ores and barite, in advanced argillic alteration zone is formed at Balcılar mineralization area.

April 2011, 110 pages

Key Words: Çanakkale, Balcılar, sphalerite, galenite, enargite, gold, kaolinite, alunite, high sulphidation, epithermal

TEŞEKKÜR

“Çanakkale-Balcılar polimetal cevherleşmesi oluşumunun incelenmesi” isimli bu çalışma, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim dalında 2007-2011 yılları arasında Doç. Dr. İ. Sönmez SAYILI (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı) danışmanlığında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmalarım sırasında sonsuz desteğini hissettiğim, mesleki bilgi ve birikimlerini, katkı ve yorumlarını benden esirgemeyerek değerli zamanını benimle paylaşan danışmanım Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerinden danışman hocam Sayın Doç. Dr. İ.Sönmez SAYILI’ya teşekkürlerimi sunarım.

Tez jüri üyeleri olarak görüş ve eleştirileriyle tez çalışmasının şekillenmesine katkılarından dolayı Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümündeki Doç. Dr. Yurdal GENÇ ve Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Yrd. Doç Dr. Zehra Semra KARAKAŞ’a,

Cevher mikroskopisi, XRD ve sıvı kapanım çalışmalarında önemli verilerin elde edilmesinde yardımlarını esirgemeyen MTA Genel Müdürlüğü çalışanlarından Dr. Ebru COŞKUN, Jeoloji Yüksek Mühendisleri Banu GÜLTEKİN, Pınar TURGAY ve Beyit YILMAZ’a,

Bazı cevherli örneklerimizde yüzde değerlere ulaşan element analizlerinin XRF yöntemi ile yapılmasında ve değerlendirilmesinde çok değerli katkıları olan Prof. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU’na ve Araştırma görevlileri Jeoloji Mühendisleri Kıymet DENİZ ve Cumhur Özcan KILIÇ’a,

Bu çalışma esnasında; tez verilerimin şekillenmesinde yardımlarından dolayı Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Araştırma görevlileri Dr. Sinan AKISKA, Jeoloji Yüksek Mühendisleri Gökhan DEMİRELA ve Nihal ÇEVİK’e,

Lisans hayatım boyunca hocalarım olan ve gelecek adımlarımı en doğru nasıl atacağımı şekillendirmemde değerli katkıları olan, bildikleri her şeyi öğretmeye çalışmaktan hiç çekinmeyen Dr. Evren ATAKAY ve Dr. Sinan AKISKA'ya,

Tez çalışmalarımın aşamasında desteklerini esirgemeyen Jeoloji Mühendisi Elif EKEN'e,

En önemlisi hayatım boyunca beni maddi ve manevi destekleyerek yanımda olan, teşvik eden ve çalışmalarımın her aşamasında anlayış ve fedakarlık gösteren, sabırlarını esirgemeyen Halam, Annem ve Babam'a,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Bu tez onlar olmaksızın gerçekleşmezdi.

Seda ÖZDEMİR

Ankara, Nisan 2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı.....	1
1.2 Çalışma Alanının Tanıtılması.....	1
2. MATERYAL VE YÖNTEMLER	3
2.1 Saha Çalışmaları.....	3
2.2 Laboratuvar Çalışmaları	4
2.2.1 Mikroskopik çalışmalar	4
2.2.2 X-Işınları kırınım çalışmaları.....	4
2.2.3 Sıvı kapanım çalışmaları.....	5
2.2.4 Jeokimya çalışmaları	5
2.3 Büro Çalışmaları.....	6
3. ÖNCEL ÇALIŞMALAR.....	7
4. BÖLGESEL JEOLJİ	9
5. JEOLJİ-MİNERALJİ VE PETROGRAFI.....	14
5.1 Az Altere Bazaltlar	19
5.2 İleri Derecede Altere Bazaltlar ve İçindeki Cevherleşmeler	22
6. CEVHER MİKROSKOBİSİ	41
7. SIVI KAPANIM ÇALIŞMALARI.....	60
7.1 CB 15-2 Örneğinde Sıvı Kapanım Çalışmaları.....	60
7.2 CB 10 Örneğinde Sıvı Kapanım Çalışmaları.....	64
7.3 CBY 1-2 Örneğinde Sıvı Kapanım Çalışmaları.....	68
7.4 CBY 2-5 Örneğinde Sıvı Kapanım Çalışmaları.....	72
8. JEOKİMYA	76
8.1 Ana Element Oksitler	81
8.2 Metalik Eser Elementler	82
8.3 Diğer Eser Elementler	83
8.4 Nadir Toprak Elementleri (NTE)	84
8.5 Kayaçların Sınıflanması.....	85
8.6 Jeostatistik Çalışmalar (Korelasyon Katsayıları).....	87
8.6.1 Cevher örnekleri için korelasyon katsayıları	88
9. TARTIŞMA ve YORUMLAR.....	92
10. SONUÇLAR.....	99
KAYNAKLAR	101
EKLER.....	105
Ek 1 Balçılar örneklerinin numaraları, örneklerde yapılan analizler ve örneklerin koordinatları	106
Ek 2 Balçılar sahasından alınan örneklerin alım yerlerini gösteren harita	108
Ek 3 Biga Yarımadası'nın 1/100000 ölçekli jeoloji haritası (Dönmez vd. 2008'den basitleştirilerek alınmıştır)	109
ÖZGEÇMİŞ.....	110

KISALTMALAR DİZİNİ

AÜMF	Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
B	Batı
D	Doğu
G	Güney
GB	Güneybatı
GD	Güneydoğu
K	Kuzey
KB	Kuzeybatı
BKB	Batı kuzeybatı
KD	Kuzeydoğu
ICP-ES	Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometry
ICP-MS	Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry
JICA	Japan International Cooperation Agency
MTA	Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü
MAT	Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi
ppm	milyonda bir
ppb	milyarda bir
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
UTM	Unified Threat Management
XRD	X Ray Diffraction
XRF	X Ray Fluorescence

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1	Çalışma alanı yer bulduru haritası.....	2
Şekil 5.1	Çanakkale Balcılar ve Kuru arasının jeoloji haritası (Alpan'dan, 1968 alınmıştır).....	15
Şekil 5.2	Çanakkale-Balcılar civarının 1/100 000 ölçekli jeoloji haritası (Dönmez vd. 2008 tarafından yapılan H17 paftasının bir kısmı).....	18
Şekil 5.3	Masif görünümlü, gri renkli az altere bazalt yüzleği (eski galeri girişinin batısı, K'e bakış).....	19
Şekil 5.4	Siyah renkli ve porfirik dokulu az altere bazaltların el örnekleri.....	19
Şekil 5.5	Az altere bazalt içinde iri opak kapanımlı plajiyoklaz (pl1) ve küçük taneli temiz plajiyoklazlar (pl2) ve karbonatlaşma (ka). (Örnek No: CB 18) (a: tek nikol, b: çift nikol).....	20
Şekil 5.6	Az altere bazalt içinde iri, opak kapanımlı, zonlu ve yarı özşekilli plajiyoklaz (pl1), daha küçük taneli yarı özşekilli temiz plajiyoklaz (pl2) ve karbonatlaşma (ka) ile genç karbonat damarı (gka). (Örnek No: CB 18) (çift nikol).....	21
Şekil 5.7	Az altere bazalt içinde iri piroksen pseodomorfu (pr). Piroksen minerali kloritleşmiş (kl), karbonatlaşmış (ka) ve bol opak kapanımlıdır (op) (Örnek No: CB 19) (a: tek nikol, b: çift nikol).....	21
Şekil 5.8	Az altere bazalt içinde karbonatlaşmış (ka) piroksen içinde piroksen kalıntıları (pr) ile klorit (kl) ve opak mineraller (op) (Örnek No: CBY 1-1) (a: tek nikol, b: çift).....	22
Şekil 5.9	Gri (gr)- kirli pembe ve eflatun (kp) renkli ileri derecede altere bazalt yüzleği.....	23
Şekil 5.10	Gri-pembe eflatunumsu renkli ileri derecede altere bazaltlar içinde silis damarcıkları.....	24
Şekil 5.11	İleri derecede altere bazaltların el örneklerindeki görünümleri a) porfirik dokusu belli killeşmiş limonitleşmiş, b) ilksel görünümüne benzer killeşmiş, c) ileri derecede altere olmuş açık gri renkli, d) aşırı killeşmiş ve limonitleşmiş sarı renkli altere bazaltlar.....	25
Şekil 5.12	İleri derecede altere bazalt içinde opak kapanımlı plajiyoklaz (pl1) ve küçük taneli temiz plajiyoklazlar (pl2) ve karbonatlaşma (ka). (Örnek No: CBY 1-1) (a: tek nikol, b: çift nikol).....	26
Şekil 5.13	İleri derecede altere bazalt içinde biyotit fenokristalleri (bi) ile plajiyoklazlar (pl2). (Örnek No: CBY 1-7) (a: tek nikol).....	26

Şekil 5.14	Karbonatlaşmış (ka), silisleşmiş (si) ve killeşmiş (ki) ileri derecede altere bazaltlar (Örnek No: CBY 2-3) (a: tek nikol, b: çift nikol).....	27
Şekil 5.15	Silisleşmiş (si), karbonatlaşmış (ka) ve barit (ba) damarları ile kesilmiş ileri derecede altere bazalt (Örnek No: CBY 2-2) (a: tek nikol, b: çift nikol)	27
Şekil 5.16	Serisitleşmiş (se) ileri derecede altere bazalt. (Örnek No: CBY 1-5) (a: tek nikol, b: çift nikol).....	27
Şekil 5.17	Balcılar sahasının KB kesiminde açılmış yarma. Yarmanın her iki tarafında fay aynası (güneybatı aynası (gba) ve kuzeydoğu aynası (kda)) Ortadaki açık renkli kesimde altere zon (az) içinde cevher damarları (cd). (BKB' ya bakış).....	28
Şekil 5.18	Balcılar cevherleşmelerinin KB kesiminde açılmış yarmanın genelleştirilmiş açılımı	29
Şekil 5.19	Balcılar sahasının KB'sındaki yarmanın ortasında ileri derecede altere bazaltlar (ab) içinde alterasyon zonu (az) ve 15 cm kalınlığında sülfid damarı (sd) ile onları kesen kuvars damarı (kd).....	30
Şekil 5.20	Yarmanın K 80 ° B doğrultulu kuzeydoğu fay aynasında (kda) ileri derecede altere bazaltlar içinde (ab) ve K 36 ° D doğrultulu makaslama kırığında (mk) sülfidli kuvarslı cevher damarı (cd) ve kırıklarda limonitleşmeler (lm). Malahit (ma).....	31
Şekil 5.21	Balcılar KB'sındaki yarmanın kuzeydoğu aynasında (kda) altere bazalt (ab) içinde barit damarı (bd) ve etrafında gelişen alterasyon zonu (bda). Bu barit damarlarını kesen genç kırıklar (gk). CBY2-1.1 ve CBY 2.1.1 örneklerinin alım yerleri.....	32
Şekil 5.22	Makaslama kırıklarının alterasyon zonları içinde azurit ve limonitler	33
Şekil 5.23	Balcılar sahasının GD ucunda eski galeri (g) girişi. Az altere bazalt (tyab), fay (f) ve fay zonu (fz) içinde alterasyon (a) ve cevherleşmeler. KD'ya bakış	34
Şekil 5.24	Altere zon içinde gözlenen kuvars (kd) ve iri barit kristalli (bd) damarlar.....	34
Şekil 5.25	İleri derecede silisleşmiş breşleşmeler gösteren altere bazaltlar.....	34
Şekil 5.26	Sülfidli cevher mineralleri ve aralarında kuvars ve limonit damarları	35
Şekil 5.27	İleri derecede altere bazalt (ab) içindeki kuvars kümelerinde (kv): a ve b) kemirilmiş iri barit kapanımları (ba) ve özşekilsiz kalkopirit ve galenit (op); c ve d) iri barit kristalleri (ba) arasında kuvars kristalleri (kv) (Örnek No: CBY 2-1.2) (a ve c: tek nikol, b ve de çift nikol).....	36

Şekil 5.28 İri sfalerit (sf) kristalinin çatlağında barit (ba) dolgusu ve onu kesen özşekilli kuvars damarcıkları ve dolguları (kv) (Örnek No: CB 15-2) (a: tek nikol, b: çift nikol).....	37
Şekil 5.29 Özşekilli kuvars (kv) kristalleri içinde kalkopirit (kp) kapanımları ve kuvars kümeleri içinde iri kalkopirit kapanımları (kp) (Örnek No: CBY 1-2) (çift nikol).....	37
Şekil 5.30 Kuvars (kv) kümesi içinde sfalerit (sf) ve galenit (kp+ga) ve onun içinde özşekilli kuvarlar (Örnek No: CB 15-2) (a: tek nikol, b: çift nikol).....	38
Şekil 6.1 Özşekilli pirit (pr) kristalleri ve onların iç kesimlerinden dışa doğru limonitleşmeleri (götit) (li) (Örnek No: CB 5).....	41
Şekil 6.2 Altere kayaç içinde damarcıklarda rutil (ru) mineralleri. Kayaçta daha sonra oluşan piritler (pr) ve içlerinde sfalerit (sf) kapanımları ile gang içinde gelişmiş özşekilli kuvars (kv) kristalleri (Örnek No: CB 5).....	42
Şekil 6.3 Kalkopiritlerce (kp) kesilmiş ve ornatılmış piritler (pr) enarjit (en) ve luzonit (lu) (Örnek No: CB 15-2).....	43
Şekil 6.4 Galenit (ga) içerisinde iskelet dokulu pirit (pi) (Örnek No: CB 17).....	43
Şekil 6.5 Galenit (ga) ve enarjitler (en) tarafından kesilen pirit (pr) ile sfalerit (sf) ve kalkopirit (kp). (Örnek No: CB 15-2).	44
Şekil 6.6 Pirit (pr), kalkopirit (kp), enarjit (en), sfalerit (sf) ve galenit (ga) birlikteliği (Örnek No: CB 15-2).....	44
Şekil 6.7 Kenar kısımlarında limonitleşmiş (li) pirit (pr) ve sfalerit (sf) içinde markazite (mr) dönüşmüş pirit (Örnek No: CBY 1-2).....	45
Şekil 6.8 Sfalerit (sf) içinde kalkopirit kapanımları (veya damar izleri), kuvars (kv) kapanımı içinde altınla (Au) kenetli kalkopirit (kp) ve sfaleritleri sarmış olarak iri kalkopirit (Örnek No: CB 3b).	46
Şekil 6.9 Sfalerit (sf) içinde kalkopirit (kp) ve onunla kenetli altın (Au). Sfalerit içinde özşekilli kuvars (kv) (Örnek No: CB 3b).....	46
Şekil 6.10 Sfalerit (sf) içinde (damar izi de olabilir) altın (Au) ve kuvars (kv) (Örnek No: CB 3b).....	47
Şekil 6.11 Sfalerit (sf) çatlağını doldurmuş olan kalkopirit (kp) (Örnek No: CB 17).....	47
Şekil 6.12 Sfalerit (sf) cevheri ve çatlak dolgusu olarak galenit (ga) (Örnek No: CBY 2-5).....	48

Şekil 6.13	Sfaleritin (sf) çatlağında galenit (ga) ile kenetli altın (Au) (Örnek No:CB 3b).....	48
Şekil 6.14	Sfaleriti (sf) ornatılan galenit (ga) (Örnek No: CBY 2-5).....	49
Şekil 6.15	Kalkopirit (kp), galenit (ga), fahlerz (fh), özşekilli kuvars (kv), sfalerit (sf) ve kalkopiritlerin kovelline (ko) dönüşümü (Örnek No: CB 3b)	50
Şekil 6.16	Kalkopiritin (kp) galeniti (ga) ornatması (Örnek No: CB 1a).....	50
Şekil 6.17	Galenitlerde (ga) deformasyon çizgileri (kırmızı) (Örnek No: CB 3a).....	51
Şekil 6.18	Seruzite (ser) dönüşmüş galenit (ga) (Örnek No: CBY 1-3).....	51
Şekil 6.19	Kalkopirit (kp) içinde kuvars (kv) ve kuvars (ku) içinde kalkopirit (kp) kapanımı (Örnek No: CB 3b).....	52
Şekil 6.20	Kalkopirit (kp) içinde özşekilli kuvarlar (kv) ve kalkopirit ile sfalerit (sf) sınırında altın (Au) tanesi (Örnek No: CB 3b)	53
Şekil 6.21	Kalkopirit (kp) içinde altın (Au) tanecikleri (Örnek No: CB 3b)	53
Şekil 6.22	Kalkopiritlerde (kp) kenarlarından itibaren limonite (li) dönüşümler (Örnek No: CB 3a).....	54
Şekil 6.23	Sfalerit (sf) ve galenit (ga) arasında kovellin (ko) oluşumları (Örnek No: CBY1-2).....	54
Şekil 6.24	Kalkopirit (kp), kovellin (ko), enarjit (en) ve galenit (ga) birlikteliği (Örnek No: CB 15-2)	55
Şekil 6.25	Kalkopiritle (kp) ve altın (Au) kenetli enarjit (en) ve kalkopirit (kp) içinde özşekilli kuvars (kv) (Örnek No: CB 15-2).....	56
Şekil 6.26	Sfalerit (sf) içinde kalkopiritle (kp) kenetli altın (Au) taneleri (Örnek No: CB 3b)	57
Şekil 6.27	Gang içinde altın (Au) ve altın içinde kalkopirit (kp) kapanımı (Örnek No: CB 3b).....	57
Şekil 6.28	Gang (gng) içinde serbest altın (Au) tanecikleri (Örnek No: CB 3b).....	58
Şekil 6.29	Gang (gng) içinde sfalerit (sf) kenarında altın (Au) ve gang içinde serbest kalkopirit (kp) (Örnek No: CB 3b)	58
Şekil 6.30	Gang (gng) ile sfalerit (sf) sınırında (olasılıkla kuvars ile sfalerit arasında) altın (Au) oluşumu. Gang içinde serbest kalkopirit (kp) (Örnek No: CB 3b).....	59
Şekil 7.1	CB 15-2 nolu örneğin bal rengi sfaleritlerinde izlenen yuvarlak ve/veya düzensiz şekilli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar	61

Şekil 7.2	CB 15-2 nolu örneğin bal rengi sfaleritlerinde görülen boyunlanmış kapanımlar.....	61
Şekil 7.3	CB 15-2 nolu örneğin bal rengi sfaleritlerinde görülen içelti/yavru mineraller (daughter minerals) içeren iki fazlı (sıvı+kati) kapanımlar.....	62
Şekil 7.4	CB 15-2 nolu örneğin demir içeriği düşük sfaleritlerindeki iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda ölçülen homojenleşme sıcaklık değerlerinin dağılımı	63
Şekil 7.5	CB 10 no'lu örneğin baritlerinde izlenen tek fazlı (sıvı) kapanımlar	65
Şekil 7.6	CB 10 nolu örneğin baritlerinde izlenen boyunlanmış tek fazlı (sıvı) kapanımlar.....	65
Şekil 7.7	CB 10 nolu örneğin baritlerinde gözlenen iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar.....	66
Şekil 7.8	CBY 1-2 nolu örneğin kuvarslarında görülen birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar.....	68
Şekil 7.9	CBY 1-2 nolu örneğin barit kristallerinde izlenen birincil kökenli tek fazlı (sıvı) ve iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar	69
Şekil 7.10	CBY 1-2 nolu örneğin barit kristallerinde yaygın görülen boyunlanmış (necking down) sıvı kapanımlar.....	70
Şekil 7.11	CBY 2-5 nolu örneğin kuvarslarında izlenen iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar.....	72
Şekil 7.12	CBY 2-5 nolu örneğin kuvarslarındaki birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda ölçülen homojenleşme sıcaklık değerlerinin dağılımı	73
Şekil 8.1	Balcılar az altere bazalt (♦) ve ileri derecede altere bazaltlarının (■) $\text{SiO}_2 - (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ diyagramı (Cox vd. 1979'a göre) üzerindeki dağılımları	85
Şekil 8.2	Balcılar civarı az altere bazalt (♦) ve ileri derecede altere bazaltlarının (■) $\text{SiO}_2 - \text{Log Zr/Ti}_2\text{O} \cdot 0.0001$ diyagramı (Winchester ve Floyd 1977'a göre) üzerindeki dağılımları	86
Şekil 8.3	Balcılar civarı az altere bazalt (♦) ve ileri derecede altere bazaltlarının (■) $\text{Nb/Y} - \text{Log Zr/Ti}_2\text{O} \cdot 0.0001$ diyagramı (Winchester ve Floyd 1977'a göre) üzerindeki dağılımları	87

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 5.1	CBY 2-1örneğinin tüm kaya toz X-ışınları deseni. (MTA laboratuvarlarındaki cihaz tarafından az dikit ve nakrit belirlenmiştir).....	39
Çizelge 5.2	CBY 2-2 örneğinin tüm kaya toz X-ışınları deseni	40
Çizelge 7.1	CB 15-2 nolu örneğin demir içeriği düşük sfaleritlerindeki iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda ölçülen homojenleşme sıcaklık değerleri.....	63
Çizelge 7.2	CB 15-2 nolu örneğin demir içeriği düşük sfaleritlerindeki iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımların son buz ergime sıcaklık ($T_m(^{\circ}C)$) ve tuzluluk (%NaCl eşdeğeri) değerleri	64
Çizelge 7.3	CB 10 nolu örneğin baritlerindeki iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda ölçülen homojenleşme sıcaklık değerleri	67
Çizelge 7.4	CBY 1-2 nolu örneğin baritlerindeki iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda ölçülen homojenleşme sıcaklık değerleri.....	70
Çizelge 7.5	CBY 1-2 nolu örneğin baritlerindeki iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımların son buz ergime sıcaklık ($T_m(^{\circ}C)$) ve tuzluluk (%NaCl eşdeğeri) değerleri	71
Çizelge 7.6	CBY 2-5 nolu örneğin kuvarslarındaki birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda ölçülen homojenleşme sıcaklık değerleri.....	73
Çizelge 7.7	CBY 2-5 nolu örneğin kuvarslarındaki birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda ölçülen son buz ergime sıcaklık ($T_m(^{\circ}C)$) ve tuzluluk (%NaCl eşdeğeri) değerleri.....	74
Çizelge 7.8	Balcılar cevherleşmelerinde sfalerit, barit ve kuvars kristallerinin sıcaklık ve tuzluluk değerleri.....	75
Çizelge 8.1	Balcılar bazalt ve cevher örneklerinde ana element oksit değerleri (●: az altere bazalt, ■: ileri derecede altere bazalt, ▲: barit damarı, +: silisçe zengin az cevherli ileri derecede altere bazalt, X: baritli ve cevherli örnekler, #: cevher örnekleri.....	77
Çizelge 8.2	Balcılar bazalt ve cevher örneklerinde eser element (metalik) değerleri (Simgeler için Çizelge 8.1'e bakınız)	78
Çizelge 8.3	Balcılar bazalt ve cevher örneklerinde eser element değerleri (Simgeler için Çizelge 8.1'e bakınız)	79

Çizelge 8.4	Balcılar bazalt ve cevher örneklerinde eser element değerleri (Simgeler için Çizelge 8.1'e bakınız)	80
Çizelge 8.5	11 adet cevher örneğinin XRF yöntemine göre analiz sonuçları.....	84
Çizelge 8.6	Cevherli örnek setinde korelasyon katsayıları	91
Çizelge 9.1	Yüksek sülfidasyon tip epitermal yatak özellikleri (Hedenquist vd. (1996) ve Hedenquist vd. (2000) den yararlanarak düzenlenmiştir. * : F içeren mineraller	97



1. GİRİŞ

KB Anadolu'da Biga Yarımadası içinde başta Pb-Zn olmak üzere Cu-Mo-Au-Ag-Fe ve Ba cevherleşmeleri izlenmektedir. Bunlardan bazıları ekonomik değer taşıyarak işletilen maden yataklarını oluştururken diğerleri zuhur boyutunda kalmıştır. Bu cevherleşmeler genel olarak Paleozoyik yaşlı metamorfik, Eosen yaşlı granitoid ve/veya volkanitler ile Miyosen yaşlı volkanik kayalar içinde yer almaktadır. Bu çalışmada incelenen Çanakkale-Balcılar cevherleşmesi, sahada yapılan ilk gözlemlere göre volkanik kayalar içinde fay zonuna yerleşmiş bir cevherleşme olarak kendini belli etmektedir. Bu cevherleşme tez kapsamında ayrıntılı olarak ele alınarak elde edilen veriler sunulacaktır.

1.1 Çalışmanın Amacı

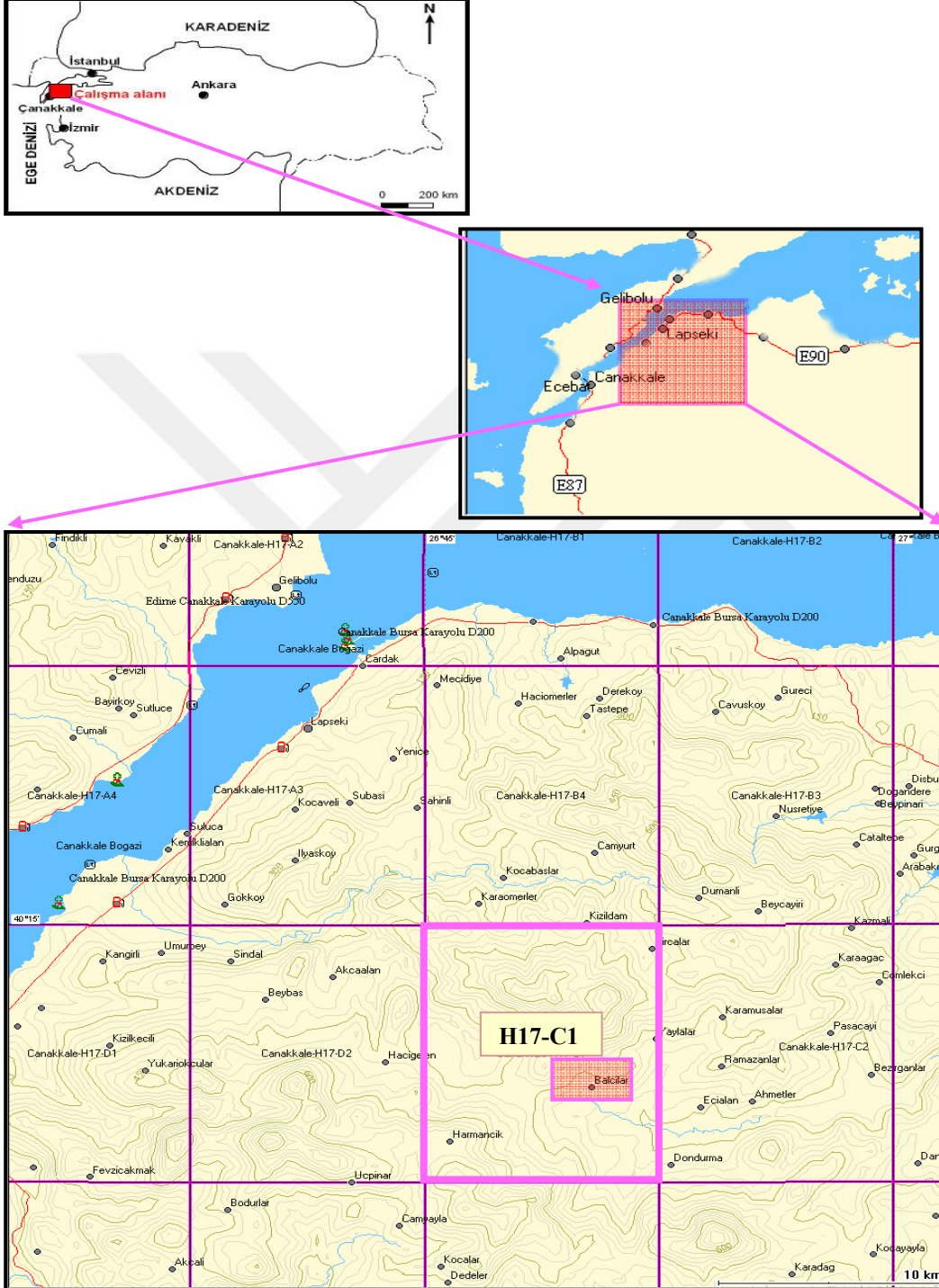
Çanakkale ili içinde çok sayıda Pb-Zn ve Cu zuhur ve cevherleşmelerinden biri olan Balcılar cevherleşmesinde yapılan ilk gözlemlerde Pb-Zn mineralleri ve barit mineralleri belirlenmiştir. Çanakkale Madencilik Şirketi'ne ruhsatlı olan bu sahada şirketçe yapılan analizlerde yer yer yüksek Pb, Zn, Cu, Ba, Ag ve Au değerleri belirlenmiştir. Volkanik kayalar içinde damarlar halinde gözlenen bu cevherleşmede mineralojik-petrografik ve jeokimyasal çalışmalarla cevherleşmenin oluşumu ve kökeni hakkında bazı ipuçları elde edebilmesi çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

1.2 Çalışma Alanının Tanıtılması

İnceleme alanı Çanakkale ili Lapseki ilçesi Balcılar Köyü'nün kuzeybatısında yer almaktadır. Sahaya, Çanakkale-Lapseki arasındaki Umurbey sapağından girilip doğuya doğru Beybaşı ve Hacıgelen köyleri yakınından geçen ve Balcılar'a varan yol ile ulaşılabilir.

Çalışma alanı Balcılar Köyü'nün hemen 1.5 km kuzeybatısında, 1/25 000 ölçekli H 17 c1 paftasının güneybatıya yakın kesiminde bulunmakta ve Çanakkale Madencilik Şirketi'nin 4 km²'lik ruhsatlı alanında yer almaktadır. Sahanın konumu Şekil 1.1'de

sunulmuştur. Saha içinde ulaşım genellikle oldukça dar olan traktör ve orman yollarından sağlanmaktadır.



Şekil 1.1 Çalışma alanı yer buldurur haritası

2. MATERYAL VE YÖNTEMLER

Tez çalışması sırasında mevcut jeolojik haritalardan yararlanılarak sahada yan kayaçlar ve cevherleşmelerden örnek alımları yapılmış ve daha sonra seçilen örnekler üzerinde laboratuvar çalışmaları yürütülmüştür. İncelemelerde uygulanan analiz yöntemleri ve özellikleri aşağıda saha, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere üç ayrı bölümde toplanarak sunulmuştur.

2.1 Saha Çalışmaları

2009 yılı Mayıs ayında, Balcılar köyünün KB'sında yüzeyleyen volkanik kayaçlar içinde yer alan galenit-sfalerit ve barit damarları çalışılmıştır. Sahada volkanik, altere volkanik kayaçlardan ve cevher damarlarından tipik ve temsili örnek alım çalışmaları yürütülmüştür. İnceleme alanından 3 adet taze ve 12 altere volkanik kayaç ile 21 adet cevher örneği olmak üzere toplam 36 adet örnek alınmıştır.

Çalışma alanından alınan örneklerin adlandırılması için seçilen sistematik şöyledir: Genel olarak Çanakkale'nin ilk harfi (**C**) ile Balcılar'ın ilk harfinden (**B**) oluşan **CB** rumuzları kullanılmıştır (Örnek: CB 1 gibi). Aynı yerden farklı olduğuna inanılan örnekler varsa bunlar örnek numarasının arkasına a, b gibi harfler eklenerek birbirlerinden ayrılmışlardır (Örnek: CB 19 ve CB 19a gibi). Ayrıca sahanın KB'sında Çanakkale Madencilik Şirketi tarafından açılan bir yarmadan birbirine az çok paralel olan ve yarmaya dik olarak oluşturulmuş profiller boyunca da örnekler alınmıştır. Birinci profil yarmanın GD ucunda oluşturulmuş ve **CBY 1** ile başlayan rumuzların arkasına örnek numaraları getirilmiştir (Örnek: CBY 1-1 gibi). Yarmanın KB tarafındaki ikinci profil ise **CBY 2** ile başlamaktadır. Bu profillerde de aynı noktadan alınan farklı örnekler için yine rumuzların sonuna rakamlar getirilmiştir (Örnek: CBY 2-1.1). Örneklerin numaraları, adları, örneklerde yapılan analiz türleri ve örneklerin alım yerlerine ait koordinatlarının yer aldığı çizelge Ek-1'de sunulmuştur.

2.2 Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuvar çalışmaları; mikroskopik, X-ışınları kırınım, sıvı kapanım ve jeokimya çalışmaları başlıkları altında aşağıda sunulmuştur.

2.2.1 Mikroskopik çalışmalar

İnceleme alanından alınan 36 örneğin tümünden Ankara Üniversitesi İnce Kesit ve Parlatma Laboratuvarı'nda incekesitler hazırlanmıştır. Petrografik tanımlamalar yapmak üzere incekesitler Leica marka DM/LSP model polarizan mikroskopta incelenmiştir. İncekesitlerde gözlenen bazı opak minerallerin türlerini belirlemek üzere incekesitler parlatılmış ve MTA Genel Müdürlüğü MAT Dairesi Mineraloji Laboratuvarları'nda Leica marka DMLP model cevher mikroskopunda incelemeler yapılmıştır. Önemli bulunan kesitlerden mineralojiyi ve dokusal özellikleri yansıtmak üzere çok sayıda fotoğraf çekilmiştir. Bunlardan önemli özellikler gösterenleri teze konulmuştur.

2.2.2 X-ışınları kırınım çalışmaları

Saha verileri, el örnekleri ve incekesit çalışmaları ile belirlenen altere volkanik kayalardan mineral ve kabaca da olsa kil minerallerinin türlerini saptamak üzere 6 adet örnek seçilmiş (Ek-1) ve bu örneklerden 5 tanesi MTA Genel Müdürlüğü, MAT Dairesi Laboratuvarları'nda Rigaku-Geigerflex marka X-ışınları difraktometresi ile 1 tanesi de TPAO Araştırma Merkezi Sedimantoloji ve Rezervuar Jeolojisi Müdürlüğü'nün X-ışınları Laboratuvarı'nda RIGAKU D/Max-2200 ultima+/PC aletinde çekimler yapılmıştır. Elde edilen kırınım desenleri gerek aletlerin mineral değerlendirme yazılımlarına göre gerekse ASTM (1972) kartları kullanılarak değerlendirilmiştir.

Alınan örnekler kil boyutuna gelinceye kadar öğütüldükten sonra çekimler yapılmıştır. Aletin çekimindeki koşullar: Anot: Cu ($CuK_{\alpha} = 1.54187 \text{ \AA}$), Filtre: Ni, Gerilim 35 kV, Akım: 15 mA, Ganyometre hızı: 2°/dk., Kağıt Hızı: 2cm/dk., Duyarlılık: 4.10^2 , Zaman Sabiti: 1sn, Yarıklar $1^{\circ} - 0.1^{\circ} - 1^{\circ}$, Ölçüm Aralığı $2\theta = 5^{\circ} - 45^{\circ}$

2.2.3 Sıvı kapanım çalışmaları

Tez çalışması kapsamında yapılan çalışmalar sırasında belirlenen ve cevher minerallerin oluşumları ile yakın ilişki içinde olduğu düşünülen kuvars, barit ve sfalerit minerallerini oluşturan çözeltilerin fazları, sıcaklıkları ve tuzluluklarını belirlemek üzere 5 adet örnek üzerinde sıvı kapanım çalışmaları (Ek1), MTA-MAT Dairesi Mineraloji-Petrografi Laboratuvarları'nda gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarda Linkam MDSG 600 (motorize) ısıtma ve soğutma sistemi kullanılmıştır. Isıtma ve soğutma tablası, Leica DM 2500 M model mikroskoba monte edilmiştir. İncelemelerde 50x büyütme objektifleri kullanılmıştır. Linkam tablasının sıcaklık aralıkları -196°C ile 600°C arasında değişmektedir. Isıtma ve soğutma hızı $0.1^{\circ}\text{C}/\text{dakika}$ 'dan, $150^{\circ}\text{C}/\text{dakika}$ 'ya kadar çıkmaktadır. Soğutma işlemlerinde ise sıvı azot (N_2) kullanılmaktadır.

Cihaz, sentetik saf H_2O , $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$ ve $\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}$ sıvı kapanım standartları ile kalibre edilmiştir. Bu standartlarla yapılan deneylerde sıvı kapanım jeotermometresi için doğruluk (accuracy) ölçümleri; H_2O homojenleşme sıcaklığı ($T_{\text{H}_2\text{O}}$) için $\pm 4.0^{\circ}\text{C}$, H_2O son buz erime sıcaklığı ($T_{\text{mH}_2\text{O}}$) için $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$, CO_2 erime sıcaklığı (T_{mCO_2}) için $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ olarak bulunmuştur.

2.2.4 Jeokimya çalışmaları

Çalışma alanından derlenen örnekler üzerinde mineralojik ve petrografik incelemeler yapıldıktan sonra 26 örnek jeokimyasal analizler için seçilmiştir. Örnekler çekiç ile parçalara ayrıldıktan sonra AÜMF Jeoloji Mühendisliği Bölümü Laboratuvarları'nda çeneli kırıcı ile 0.5 cm 'nin altına kırılmıştır. Kırılan tüm örnekler Fritsch marka öğütücüde 200 mesh'in altına öğütülmüştür. 30 gram civarında ağırlıkları olan örnekler naylon torbalara konularak numaralanmış ve Kanada ACME laboratuvarlarına ana, eser ve nadir toprak element analizleri için gönderilmiştir. Bu laboratuvarlarda örnekler ICP-MS ve ES yöntemlerine göre (4A + 4B grubu yöntemi) analiz edilmişlerdir. Analiz yöntemi hakkında ayrıntılı bilgi <http://acmelab.com> sitesinden Price Brochure başlığı altında ICP-MS Ultratrace Packaces seçeneği ile görülebilir.

Yurt dışında yapılan analizler sırasında 11 adet örnekte Pb-Zn analiz sonuçları için >10 000 ppm (> % 1) ve Ba analiz sonuçları için 50 000 ppm'den (> % 5) büyük değerler belirlendiği için bu üst limitlerin gerçek değerlerini belirlemek üzere AÜMF Jeoloji Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında XRF yöntemi ile bu örnekler analiz edilmiştir. Bu nedenle daha önce öğütülmüş örneklerin şahitleri preslenerek 32 mm çapında pelletler oluşturulmuştur. Spektro XLAB 2000 PEDXRF spektrometre cihazı kullanılarak pelletlerdeki multi-element konsantrasyonları ve özellikle de Pb-Zn ve Ba element değerleri belirlenmiştir.

2.3 Büro Çalışmaları

Büro çalışmaları ile jeoloji haritaları, stratigrafik istif ve diğer haritalar ile şekillere ait çizimler FREEHAND ve AUTOCAD bilgisayar programı ile çizilmiştir. Arazi çalışmaları sonucu derlenerek fotoğrafı çekilen örnekler PHOTOSHOP bilgisayar programı ile iyileştirilmiş ve düzeltilmiştir. Analiz verilerinin bulunduğu çizelge ve diyagramlar EXCEL programında hazırlanmıştır. Jeokimya verilerinden hareketle volkanik kayaç sınıflamaları EXCEL' in GEOPLOT eklentisi ve MINPET programları ile yapılmıştır. Korelasyon katsayıları EXCEL programı yardımıyla hesaplanmıştır.

3. ÖNCEL ÇALIŞMALAR

KB Anadolu ve Çanakkale-Balıkesir civarındaki metamorfik magmatik ve sedimanter birimleri konu alan çok sayıda inceleme, makale ve rapor bulunmaktadır. Burada öncel çalışmalar olarak sadece Balcılar civarını konu alan jeolojik ve maden jeoloji rapor ve yayınlara kısaca yer verilecektir. İçlerinden bazıları ise ilerideki bölümlerde konuları gereği daha ayrıntılı olarak sunulacaktır.

Alpan (1968), Balcılar civarının jeoloji ve ekonomik jeolojisi üzerine yazdığı raporunda, Orta Eosen öncesi volkanik faaliyetler olduğunu belirtmiştir. Balcılar Pb-Zn-Ba cevherleşmelerini KB-GD doğrultulu damarlar olarak haritalamıştır. Damar kalınlıkları ve cevher minerallerini vermiştir.

Yanagiya ve Sato (1989), MTA ve JICA tarafından KB Anadolu'da maden arama projeleri çerçevesinde 3 ayrı alanı umutlu bölge olarak seçmişlerdir. Bunlardan birisi Balcılar civarını içine almaktadır. Balcılar Pb-Zn-Ag-Au cevherleşmelerini damar tipi olarak tanımlamışlar ve Miyosen yaşlı andezitler içinde barit içeren yüksek tenörlü epitermal oluşumlar olarak nitelemişlerdir.

Dönmez vd. (2005), Biga Yarımadası'nda Orta-Üst Eosen volkanizması ve denizel ignimbiritleri incelediği makalesinde volkanik kayaçların stratigrafik ve petrografik özelliklerini vermiştir. Edincik, Beyçayır volkanitlerinin, Şahinli formasyonunun Dededağ volkanitlerini ve Erdağ volkanitlerinin petrografik ve mineralojik incelemelerini yapmış ve Korudere ignimbirit üyesinin denizel ortamda oluştuğunu ve oluşum mekanizmasını açıklamaya çalışmıştır.

Anonim (2006), Balcılar ruhsat sahibi Çanakkale Madencilik Şirketi, saha ile ilgili bazı jeolojik ve cevher jeolojik bilgiler vermişlerdir. 200cm-2m kalınlığındaki damarların yapısal kontrollü olduğunu ve etraflarında alterasyon gelişmediğini belirtmişlerdir. Cevherleşme yaşının Miyosen-Pliyosen olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Bozkaya ve Gökçe (2007), Balçılar sahasındaki galenit ve barit damarlarında sıvı kapanım ve izotop jeokimyası çalışmaları yapmışlardır. Oluşum sırası olarak da verdikleri barit, sfalerit ve kuvarlarda sıcaklık ve tuzluluk verileri elde etmişlerdir. Oksijen ve hidrojen izotop jeokimyası incelemelerinde cevherleşmelerin hidrotermal çözeltilerin meteorik kökenli su alanına yakın bir yerde konumlandıklarını belirtmişlerdir.

Bozkaya (2008), Balçılar galenit ve barit damarlarında kükürt izotop çalışmaları yapmıştır. Barit ve galenitlerde $\delta^{34}\text{S}$ izotop değerlerini vererek baritlerin Eosen sonrası dönemlere ait okyanus suyu sülfatların izotopik değerleriyle uyumlu olduğunu belirtmiştir. Bu verilerden hareketle hidrotermal sistemin sıcaklığını 150-280°C aralığında vermiştir.

Dönmez vd. (2008), Çanakkale H17 paftası 1/100000 ölçekli jeoloji haritasını yayınlamışlardır. Biga Yarımadası'nın istifini yapmışlar ve Tersiyer öncesi kayalardan başlayarak Kuvaterner'e kadar tüm birim ve formasyonları ayrıntılı olarak vermişlerdir. Biga Yarımadası'nda Eosen Granitoidleri ve Oligo-Miyosen granitoidlerini intrüzyonlar olarak haritalarken çok sayıda ve türde volkanik lav, piroklastik birim tanımlanmış ve onlarla birlikte izlenen sedimanter kayalardan söz etmişlerdir. Stratigrafik ilişkiler, fosil bulguları ve jeokronolojik verilere göre elde edilen yaşları sunmuştur.

Bozkaya (2009), Balçılar damar tipi barit ve galenitlerinin sıvı kapanım ve O, H ve S duraylı izotop verilerini sunmuştur. Sıvı kapanım verileri olarak Bozkaya 2007'de verdiği değerleri tekrarlamıştır. O ve H izotop değerlerine dayanarak cevherli akışkanlardaki suların meteorik kökenli olduğunu belirtmiştir. Galenitlerdeki kükürtün sülfatlardan bakteriyel ve inorganik süreçlerle indirgenmiş olduğunu ileri sürmüştür.

4. BÖLGESEL JEOLJİ

Çalışma alanı H 17 c1 paftası içinde yer aldığından bu bölüm için Biga Yarımadası'nda H 17 1/100 000 ölçekli haritasını yapan Dönmez vd.'den (2008) yararlanılarak bölgenin jeolojisi ve oluşturdukları istif basitleştirilerek verilecektir (Ek2).

Dönmez vd. (2008), Biga Yarımadası'ndaki birimleri Tersiyer öncesi ve Tersiyer kayaçları olmak üzere iki gruba ayırmışlardır. Tersiyer öncesi kayaçların birbiriyle tektonik ilişkili olduğunu ve bunların KD-GB konumunda uzanan ve Okay vd. (1990) tarafından da benzer şekilde ayırtılan tektonik kuşaklar içerisinde bulunan birimlerden oluştuğunu belirtirler. Bu tektonik kuşakların ise doğudan batıya doğru İzmir-Ankara zonu, Sakarya Zonu, Çetmi Melanjı ve Ezine zonlarından oluştuğunu ileri sürmektedirler.

H 17 paftasında Tersiyer öncesine ait temel kayaçlar Ezine zonu ve Çetmi Melanjı'ndan, Ezine zonu ise Çamlıca metamorfileri ve onun üzerine tektonik dokanakla gelen Denizgören Ofiyoliti'nden oluşur.

Çamlıca Metamorfileri, orta-yüksek derecede metamorfizma geçirmiş, içinde mermer ve metaofiyolitik kayaçlarında bulunduğu, granatlı mikaşistler ve üst kesimlerinde de fillitlerden oluşur. Çamlıca Metamorfileri içinde daha düşük dereceli metamorfizma geçirmiş fillit ve klorit-muskovit şistlerden oluşan ve ilk kez Duru vd. (2007) tarafından adlandırılan Palamut Fillit Üyesi haritalanmıştır (Ek2). Bu metamorfilerin ilksel kayaçlarının çökelme yaşı Kretase ve/veya Kretase öncesi, metamorfizma yaşının ise Maastrichtiyen olduğu belirtilmektedir (Dönmez vd. 2008). Bu metamorfilerin üzerine tektonik dokanakla ofiyolitik kayaçlardan oluşan ve Okay vd. (1990) tarafından Denizgören Ofiyoliti olarak isimlendirilen birim gelir (Ek2). Bu ofiyolitin tabanındaki metamorfitlerdeki amfiboller, Ar/Ar yöntemine göre 117 m.y. (Okay vd. 1990) ve 125 m.y. (Beccalotti ve Jenny 2004) yaşlar vermiştir. Buna göre yaşları Orta Kretase (Apsiyen) civarında olmalıdır. Duru vd. (2007) tarafından Çetmi Melanjı olarak isimlendirilen birim ise Dönmez vd. (2008)'ne göre Çamlıca Metamorfileri'nin üzerine bindirmeli olarak gelmektedir (Ek2). Birim grovak, fillit, mikaşist, eklojit, serpantin,

spilitik bazalt, radyolarit, kireçtaşı-mermer karmaşasından oluşmaktadır. Melanjın oluşumunun Erken-Orta Albiyen olduğu yerleşim yaşının ise Duru vd.(2007) 'ne göre Santoniyen-Meagriyen arasında olduğu ileri sürülmektedir.

H17 paftasında Tersiyer yaşlı kayalar, yukarıda belirtilen temel kayaları kesmiş ve/veya uyumsuz olarak örtmüş sedimanter, volkanik ve volkanosedimanter kayalardan oluşur (Ek2).

Tersiyer kayalardan en yaşlısı Eosen Granitoidleri'dir (Ek2). Birim Delaloye ve Bingöl'e göre (2000), Orta Eosen yaşlı olup granit, granodiyorit, tonalit, kuvarsdiyorit ve monzonit türü derinlik kayalarından oluşmaktadır.

Dönmez v. (2008) tarafından Eosen Granitoidleri ile aynı yaşlı olarak kabul edilen Beyçayır Volkaniti, Siyako vd. (1989) tarafından Akçaalan volkanitleri olarak isimlendirilmektedir. Beyçayır volkaniti egemen olarak andezitik ve dasitik lav ve piroklastiklerden meydana gelir (Dönmez vd. 2005). Bu volkanizma karasal ortamda etkili olmuştur ve yaşı Dönmez vd. (2008) tarafından Orta Eosen olarak verilmiştir (Ek2).

Beyçayır volkaniti'nin üzerine uyumsuzlukla Fıçitepe formasyonu gelmektedir (Ek2). Bu formasyon, çamurtaşı, kumtaşı ve çakıltaşlarından oluşmakta olup delta düzlüğü ve ilgili flüvyal çökellerle temsil edilmektedir (Sfondrini, 1961). Formasyonun yaşı fosil bulgularına dayanarak Orta Eosen (Bartoniyen) olarak belirlenmiştir.

Beyçayır volkanitini takiben bölgede sığ denizel çökellerin oluşmaya başladığı ve buna bazik bileşimli bir volkanizma da eşlik ettiği belirtilmektedir (Dönmez vd. 2008). Bu volkanizmada, volkanoklastikler ile yer yer türbiditik çökeller ve bu çökellerden ayrılamayan egemen olarak bazalt ve yer yer bazaltik andezit bileşimli lavlardan oluşan birimler "Bilaller üyesi" olarak ayırtlanmış (Dönmez vd. 2005) ve haritalanmıştır (Ek2). Beyçayır volkaniti'nin üzerine uyumsuzlukla lavlar ile birlikte yoğun olarak bazalt, bazaltikandezit türü lav, piroklastikler ve yer yer volkanik kökenli kırıntılılardan oluşan

ve çok sayıda aynı bileşimli daykılarla kesilen birim ise Dönmez vd. (2008) tarafından Şahinli Formasyonu olarak adlandırılmıştır (Ek2).

Beyçayır volkanitleri ve Fıçitepe volkanitleri üzerine uyumsuz olarak geldiği saptanan Soğucak formasyonu mikritik ve sparitik (resifal) kireçtaşları, kumtaşları, çakıllı ve kumlu kireçtaşları ve bunlar ile ardalanmalı volkanoklastik çökellerden oluşan litoloji topluluğu ile temsil olunur. Fauna topluluğundan göz önüne alınarak formasyon yaşı Orta Eosen'in en üst düzeyi (Toker ve Erkan, 1985) ve Lütesiye (Siyako vd. 1989) olarak saptanmıştır (Ek2).

Dededağ volkanitleri, andezitik ve riolitik lav ve piroklastiklerden (egemen olarak ignimbiritlerden) oluşur. Dededağ volkanitleri, Soğucak formasyonu'nun üzerine uyumlu olarak gelir. Geç Eosen yaşlı bu birim, Korudere ignimbirit üyesi, Kazmalı tüf üyesi ve Hacibekirler üyesi olmak üzere üç üyeye ayrılır (Dönmez vd. 2005). Dededağ volkanitlerinin en altında yer alan Hacibekirler üyesi andezitik ve riolitik bileşimli lavlarla kül blok akmalarından oluşur. Bunların üzerine türbiditik çökellerden oluşan ve içerisinde yeşil-mavi renkli tüflerden oluşan Kazmalı tüf üyesi gelmektedir. Onun üzerinde altere olmuş ignimbiritlerden oluşan Geç Eosen yaşlı verilen Korudere ignimbirit üyesi yer almaktadır (Ek2).

Ceylan formasyonu, bu formasyonun Soğucak formasyonunun üzerine uyumlu olarak geldiği belirtilmektedir (Dönmez vd. 2008). Bu formasyon Biga-Beyçayır arasında yüzeylenmekte ve kıltaşı-kumtaşı ardalanması ile kırıntılı kireçtaşı, mavi-yeşil renkli tüflerden ve yer yer de çakıltaşlarından oluşmaktadır. Siyako vd. (1989) tarafından sunulan fosil bulgularına göre Ceylan formasyonu'nun yaşı Geç Eosen olarak kabul edilmektedir (Ek2).

Korudere formasyonu üzerine ani bir dokanakla sarı, beyaz renkli resifal kireçtaşları, kumtaşı, kıltaşı, kumlu-kireçtaşından oluşan Beybaşı formasyonu gelmektedir (Ek2). Bu formasyonda, Dönmez vd. (2005) tarafından Priyaboniyen olasılı geç Priyaboniyen yaşı veren (Geç Eosen) fosil toplulukları saptanmıştır.

Erdağ Volkaniti; bazaltik, bazaltik andezitik lav ve piroklastiklerden oluşur (Dönmez vd. 2005). Ercan vd. (1995) tarafından Oligosen, Bingöl vd. (1973) tarafından ise Pliyo-Kuvaterner olarak yaşlandırılan bu volkanitlerin yaşı Dönmez vd. (2008) tarafından Beybaşı formasyonu ile dokanak ilişkileri dikkate alınarak Geç Eosen olarak kabul edilmiştir (Ek2).

Atikhisar Volkaniti; gri, pembe, beyaz renkli, akma yapılı asidik lav, kül-blok akıntıları, tuf, ignimbirit ve az oranda perlitten oluşan volkanik birimdir. Volkanizma yaşı Erken Oligosen olarak saptanmıştır (Dönmez vd. 2005) (Ek2).

Yeniköy volkaniti; yeşilimsi, gri renkli iri ve yoğun amfibol ve piroksen mineralli andezitik lav ve piroklastiklerden oluşur. Volkanizma yaşı bu birimde de Erken Oligosen'dir (Dönmez vd. 2005) (Ek2).

Hallaçlar volkaniti; yer yer altere andezit ve bazaltik andezitik lav ve piroklastiklerden oluşur (Dönmez vd. 2005). Volkanizma, Geç Oligosen'de etkin olmaya başladığı ve Batı Anadolu'daki zengin cevher yataklarının da içinde yer aldığı bu volkanizma için Krushensky (1976) tarafından 23.6 m.y, Dönmez vd. (2008) tarafından ise 26.5 ± 1.1 m.y lık jeokronolojik yaşlar bulunmuştur. Bu volkanizmanın Geç Oligosen'den Erken Miyosen'e kadar etkinliğini sürdürdüğü belirtilmektedir (Dönmez vd. 2008) (Ek2).

Oligo-Miyosen granodiyoritleri; Biga yarımadası'nda Oligosen yaşlı volkanizmaya da köken oluşturmuş olan genellikle granodiyoritik bileşimli sığ sokulumlar Oligosen-Erken Miyosen aralığında bölgeye yerleştiği kabul edilmiştir (Dönmez vd. 2008) (Ek2).

Ezine Volkaniti; erken Miyosen yaşlı, gri, yeşil ve siyahımsı renkli yer yer boyları 3-4 cm'yi bulan K-feldispatlı andezit, trakiandezitik lav ve piroklastiklerden oluşur. Birimin yer yer Oligosen yaşlı Hallaçlar volkaniti üzerinde gözlenmektedir. Birimin diğer formasyonlarla ilişkileri dikkate alındığında Erken Miyosen yaşında olduğu belirtilmektedir (Dönmez vd. 2008) (Ek2).

Bölgenin istifini oluşturan Dönmez vd. (2008) Ezine volkanitleri üzerinde çok sayıda volkanit ve sedimanter birimler ile temsil edilen formasyon ayırtlamıştır. Ancak bu tez kapsamında daha ayrıntılı bilginin verilmesi düşünülmediğinden bundan sonraki tüm birimler Tersiyer sedimanları başlığı altında toplanmış ve 1/100 000 ölçekli haritada değiştirilerek sunulmuştur (Ek2).

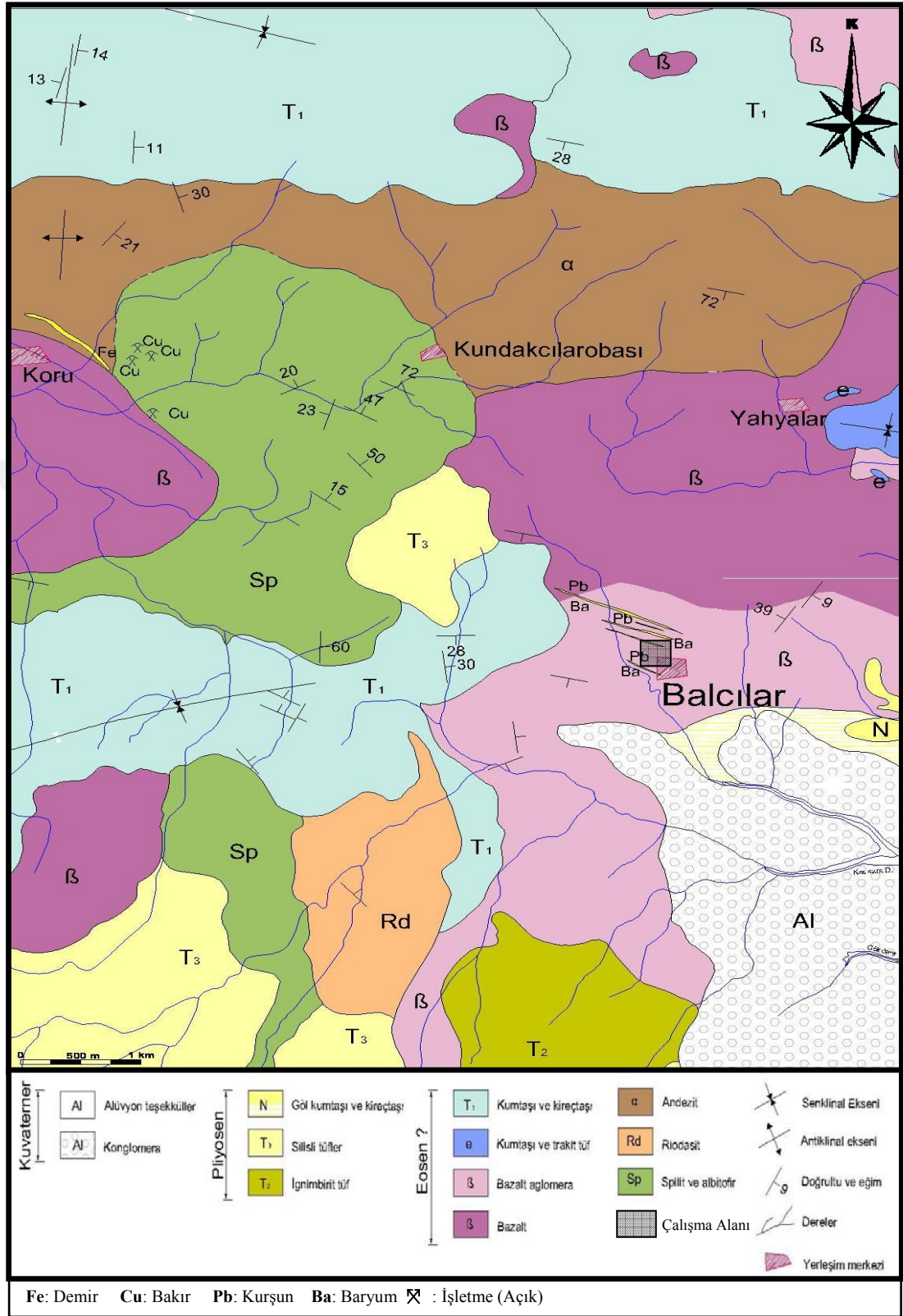


5. JEOLJİ-MİNERALJİ VE PETROGRAFI

Çalışma alanına özgü jeolojik, mineralojik ve petrografik bulguları vermeden önce Balcılar sahasında daha önce yapılmış çalışmaları kısaca belirtmek yararlı olacaktır. Bu bilgiler “Tartışma ve Yorumlar” bölümünde farklı görüşler arasında karşılaştırmalar yapmak, benzerlik ve farklılıkları ortaya koymak açılarından değerli bilgiler sunacak ve cevherleşmelerin oluşumları hakkında yorumlar için faydalı olacaktır.

İnceleme alanında ilk jeolojik ve ekonomik jeolojik çalışmalar MTA tarafından yürütülmüştür. MTA jeologlarından Alpan (1968), Balcılar ve Kuru (Lapseki) civarının jeolojik etüdü yaparken bölgede Lütésiyen öncesi volkanik faaliyetler sonucu albitofir ve spilit, riyodasit, andezit, bazalt ve bazalt aglomerası, trakit tuf, ignimbrit tuf ve silisli tüflerin oluştuğunu belirtmiştir. Yaptığı jeolojik haritada Balcılar Pb-Zn-Ba cevherleşmelerini damarlar şeklinde işaretlemiş ve bu damarları bazalt-bazalt aglomeralar içinde göstermiştir (Şekil 5.1). Bu iki birimin sınırlarını tam olarak çizmemiştir. Bu nedenle şekil 5.1’de iki birim arasında sınır gösterilmemiştir. Bazaltlar, Alpan (1968) tarafından ojitli bazaltlar olarak isimlendirilmiş ve az oranda albitleşmiş ve kalsitleşmiş iri labrador fenokristalleri ile kalsitleşmiş ojit fenokristallerinden oluştuğu belirtilmiştir. Bazaltlarda ojit fenokristallerinin klorit ve kalsit pseodomorflarına dönüştüğü, hamurun ise plajiyoklaz (labrador) mikrolitleri, volkan camı ve opak mineraller içerdiğini söylenmiştir. Ayrıca kayacın karbonatlaştığı (kalsitler) ve ikincil kuvars minerallerince doldurulduğu belirtilmiştir. Kayaçların dokusunu “hemikristalin porfiritik” olarak tanımlamıştır. Bazaltların bir kısmının ise su içinde oluştuğunu ileri sürmüştür.

Cevherleşmeler için ise Balcılar köyü KB’sında 6 adet barit içeren damar olduğunu ve bunların DB ile K 70 B arasında doğrultuları olduğunu belirtmiştir. Ayrıca K 46 D doğrultulu makaslama zonlarında da cevherleşmeler görmüştür. Damarların 1 cm – 2 m arasında kalınlıkları olduğunu, cevherli kısımların ise 1 mm – 10 cm arasında değiştiğini ve kurşun (galenit), barit, kuvars, çinko (sfalerit), kalkopirit ve malahit içerdiğini belirtmiştir.



Şekil 5.1 Çanakkale Balçılar ve Kuru arasının jeoloji haritası (Alpan'dan 1968 alınmıştır).

KB Anadolu'da gerçekleştirdikleri "Çanakkale Bölgesi Maden Arama Projesi"nde MTA ve JICA jeologları "A" araştırma alanı olarak belirledikleri Balcılar sahası civarında maden jeolojik çalışmalar yürütmüşlerdir (Yanagiya ve Sato 1989). Bu çalışmada Balcılar civarını Eosen-Miyosen andezitler ve andezitik piroklastikler olarak haritalamışlar ve K 70-80 B doğrultulu Pb-Zn-Ag-Au cevher damarlarının Miyosen yaşlı andezitler içinde barit içeren yüksek tenörlü epitermal oluşumlar olduğunu ileri sürmüşlerdir. Koyu yeşil-koyu grimsi yeşil renkli bazalt-andezit lav ve aglomeralarını tanımlamışlar ve bunlarda ojit ile plajiyoklaz minerallerinin kloritli ve çok altere bir hamur içinde olduğunu belirtmişlerdir. Asidik bir alterasyonun kristobalit ve kaolinit mineralleriyle izlendiğini söylemişlerdir. Yaptıkları analizlerde ortalama metalik element değerleri şöyle vermişlerdir: Cu (243-385 ppm), Pb (390->10 000 ppm), Zn (9300->10 000 ppm), Ba (440-580 ppm), Au (1070-2150 ppb), Ag (0.7-10.3 ppm), As (7-19 ppm), Sb (0.4-3.8 ppm), Hg (540-4600 ppm), Cd (43-148 ppm) ve F (60-170 ppm).ve 0.1 ppm den az Bi ve Tl elementleri.

Balcılar maden sahasının halen ruhsatına sahip olan Çanakkale Madencilik Şirketi'nin web sayfasında (Anonim2006) saha ile ilgili bazı bilgiler verilmiştir. Buna göre; cevherleşmenin yapısal olarak Miyosen yaşlı andezit lav ve aglomeralarını kestiğini ve yaşının ise Miyosen - Pliyosen olduğunu kabul etmişlerdir. Sahada yaygın alterasyon gözlenmediğini cevherleşmenin ise Miyosen yaşlı Balcılar volkanitleri (andezitler) içerisinde, yapısal kontrollü, genellikle damar ve yersel olarak da ağsal şekilde bulunduğunu belirtmişlerdir. Cevher damarlarının genellikle K 70-80 B doğrultulu olup, kuzeydoğuya doğru, genellikle dik ve dike yakın (70-90 derecelerle) daldığını yazmışlardır. Damar kalınlıklarının 20 cm ile 2 m arasında, damarların görünür uzunluklarının ise 20 ile 80 m arasında değiştiğini ve birbirine yaklaşık olarak paralel 5 damar sisteminin mevcut olduğunu belirtmişlerdir.

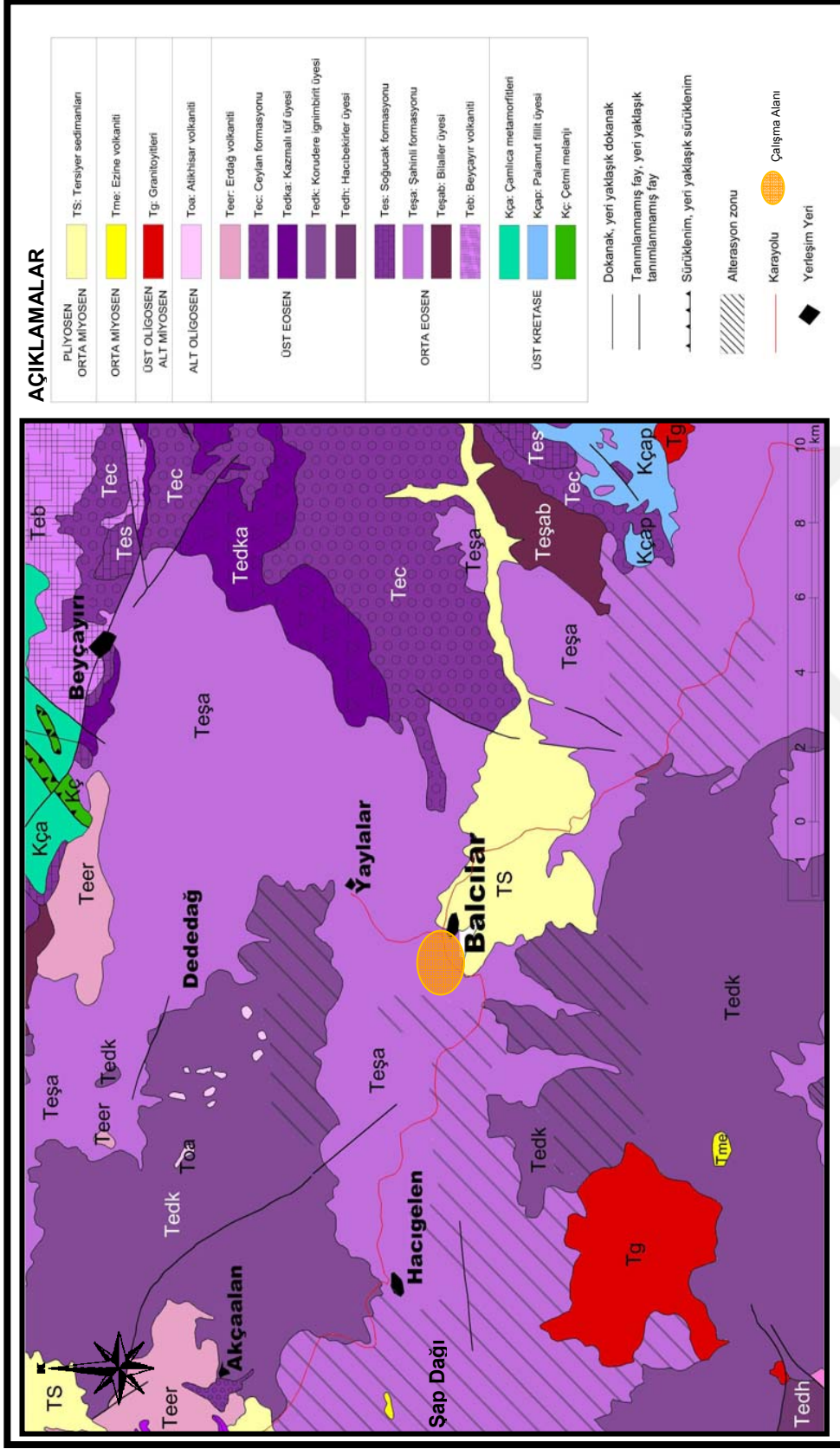
Balcılar cevherleşmeler üzerinde çalışma yapan Bozkaya ve Gökçe (2007) ve Bozkaya (2008 ve 2009), galenit barit cevherleşmelerinin Eosen yaşlı Akçaalan andeziti içinde K 55-80 B / 65 KD konumlu damarlar şeklinde olduğunu ve Alpan (1968) tarafından belirtilen cevher minerallerinin yanı sıra pirit, fahlerz, markazit ve kovellin mineralleri içerdiğini belirtmiştir. Damar kalınlıklarını 40-100 cm arasında vermektedir. Bozkaya

ve Gökçe (2007) baritlerin iri olanlarının breşleşmiş olduklarını, erken evreyi temsil ettiklerini ve bunların aralarına daha sonra cevher minerallerinin girdiğini vurgulamaktadır. Daha sonra ise küçük kristalli breşleşmemiş baritlerin ve kuvarsların oluştuğunu ileri sürmüştür.

Öte yandan KB Anadolu' da Biga Yarımadası'nı içine alan kısmın jeoloji haritasını (H 17 paftası) yapan Dönmez vd. (2008), Balcılar yakın civarında yüzeyleyen kayaçları bölgesel stratigrafik konumları dikkate alarak Orta Eosen yaşını verdikleri Şahinli Formasyonu'na dahil etmişlerdir (Şekil 5.2). Bu formasyon içindeki lav düzeylerinden aldıkları kayaçları petrografik olarak incelemişler ve volkanik kayaçları bazaltlar olarak tanımlamışlardır. Kayaçların hipokristalin porfirik dokulu oldukları ve başlıca plajiyoklaz, klinopiroksen, biyotit, titanit ve opak mineral fenokristallerinden oluştuklarını belirtmişlerdir. Plajiyoklazların zonlu, öz şekilli, yarı öz şekilli, labrador bileşiminde oldukları ve içlerinde volkan camı kapanımları bulunduğunu saptamışlardır. Klinopiroksenlerin küçük taneli öz şekilli, yarı öz şekilli, buna karşın biyotitlerin ise çok az oranda bulunduğunu belirlemişlerdir. İkincil mineral olarak, kalsit, klorit, dolomit, kuvars izlemişlerdir. Plajiyoklazlarda killeşme, klinopiroksenlerde kalsit-klorit-kuvars minerallerine dönüşümler gözlemlemişlerdir. Örneklerin genelinde karbonatlaşma ve kloritleşme izlemişlerdir. Hamurun ise birbirini kesen plajiyoklaz mikrolitleri arasında piroksenler ve ikincil minerallerden oluştuğunu saptamışlardır.

Bu tez kapsamında çalışma sahasından elde edilen özgün veriler aşağıda ayrıntılı olarak sunulmaktadır.

Sahadan alınan volkanik kayaçlar ve cevherleşmelere ait örnekler burada saha gözlemleri ve mineralojik-petrografik incelemelere göre iki ana gruba ayrılarak verilecektir. Bunlar, az altere bazaltlar ve ileri derecede altere bazaltlardır. Ancak ileri derecede altere bazaltların içinde hem silisleşme-serisitleşme ve biraz da karbonatlaşma yaygın biçimde gözlenirken fay zonları içindeki ileri derecede altere bazaltlarda kuvars ve barit damarcıklarının da birlikte görmek olasıdır. Ayrıca fay zonlarındaki ileri derecede altere bazaltlar içinde sülfür cevherleşmelerine barit ve kuvars damarları ile birlikte sıklıkla rastlanmaktadır.



Şekil 5.2 Çanakkale-Balçılar civarının 1/100 000 ölçekli jeolojî haritası (Dönmez vd.2008 tarafından yapılan H17 paftasının bir kısmı)

5.1 Az Altere Bazaltlar

Sahada gri-koyu gri renkleri ve masif görünümleri ile kendilerini belli ederler (Şekil 5.3). Ancak el örneklerinde kırıldıklarında siyaha yakın renkleri ve porfirik dokuları ile tanınırlar (Şekil 5.4).



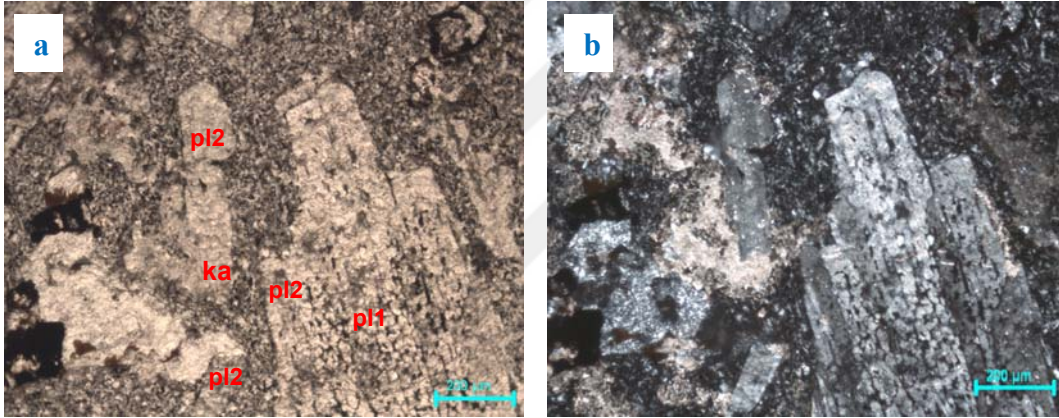
Şekil 5.3 Masif görümlü, gri renkli az altere bazalt yüzleği.
(eski galeri girişinin batısı, K'e bakış)



Şekil 5.4 Siyah renkli ve porfirik dokulu az altere bazaltların el örnekleri

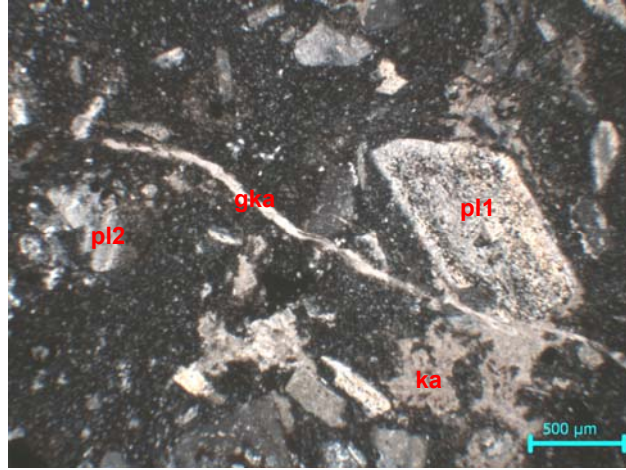
Kayaçlarda mineralojik-petrografik incelemeleri sonucunda plajiyoklaz, piroksen kalıntıları, klorit ve opak mineral fenokristalleri belirlenmiştir.

Plajiyoklaz fenokristalleri iki ayrı türde gözlenmektedir. Birinci tip, 500 mikron ve üzeri tane boyutlarında iri, öz-yarı özşekilli, zonlu, polisentetik ikizlenmeli olup bu plajiyoklazların orta kesimlerinde bol miktarda opak mineral kapanımları içermektedir. Bu plajiyoklazlar kenar kesimlerinde oldukça temiz büyümelerle sonlanmaktadır (Şekil 5.5 ve 5.6). Kayaç içinde ayrıca 200 mikrondan küçük tane boyutlarında küçük, özşekilli, polisentetik ikizlenmeler sunan ikinci bir tür plajiyoklazlar ile genç karbonat damarcıkları izlenmektedir (Şekil 5.5-5.6).



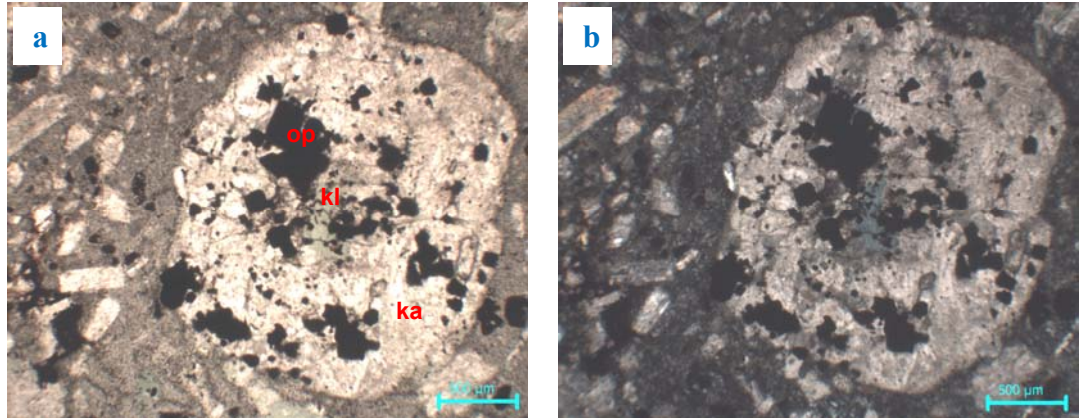
Şekil 5.5 Az altere bazalt içinde iri opak kapanımlı plajiyoklaz (pl1) ve küçük taneli temiz plajiyoklazlar (pl2) ve karbonatlaşma (ka). (Örnek No: CB 18)

a: tek nikol, b: çift nikol



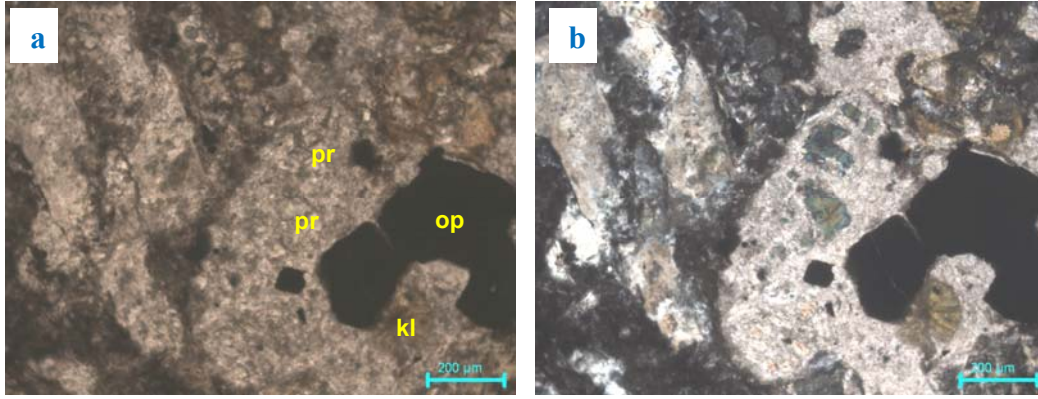
Şekil 5.6 Az altere bazalt içinde iri, opak kapanımlı, zonlu ve yarı özşekilli plajiyoklaz (pl1), daha küçük taneli yarıözşekilli temiz plajiyoklaz (pl2) ve karbonatlaşma (ka) ile genç karbonat damarı (gka). (Örnek No: CB 18) (çift nikol).

Piroksen mineralleri ise 1-1.5 mm tane boyutlarında oldukça iri kristallerden oluşmuş olmalıdırlar. Çünkü bu piroksenlerin tamamen karbonatlaştıkları, içlerinde klorit ve opak minerallerin izlenmektedir. Pseudomorflar şeklinde olanları bu piroksenlerde, piroksen minerali kalıntılarını, kloritleşmeleri, opak mineralleri ve karbonatlaşmaları görmek olasıdır (Şekil 5.7 ve 5.8).



Şekil 5.7 Az altere bazalt içinde iri piroksen pseudomorfu (pr). Piroksen minerali kloritleşmiş (kl), karbonatlaşmış (ka) ve bol opak kapanımlıdır (op) (Örnek No: CB 19)

a: tek nikol, b: çift nikol



Şekil 5.8 Az altere bazalt içinde karbonatlaşmış (ka) piroksen içinde piroksen kalıntıları (pr) ile klorit (kl) ve opak mineraller (op) (Örnek No: CBY 1-1)

a: tek nikol, b: çift nikol

Opak mineraller öz, yarı öz ve özşekilsiz fenokristaller halinde izlenmektedir. Bu minerallerin türleri cevher mikroskopisi ile yapılan çalışmalar sonucu manyetit ve hematit olarak belirlenmiştir.

Hamur; volkan camı, plajiyoklaz mikrolitleri ve bol miktarda opak minerallerden oluşmuştur.

Az altere bazaltlarda az oranlarda da olsa karbonatlaşma, kloritleşme, killeşme ve silisleşme türünde alterasyonlar izlenmektedir.

Yukarıda belirtildiği gibi, plajiyoklazlarda iki farklı jenerasyonun bulunması (p11 ve p12) ve piroksenlerin sadece kendilerinin kloritleşmesi, karbonatlaşması ve opak minerallere dönüşmesi verileri, bazaltların magma karışımı süreçlerinin etkin olduğu bir ocaktan türemiş volkanik kayalar olma olasılığına işaret etmektedir.

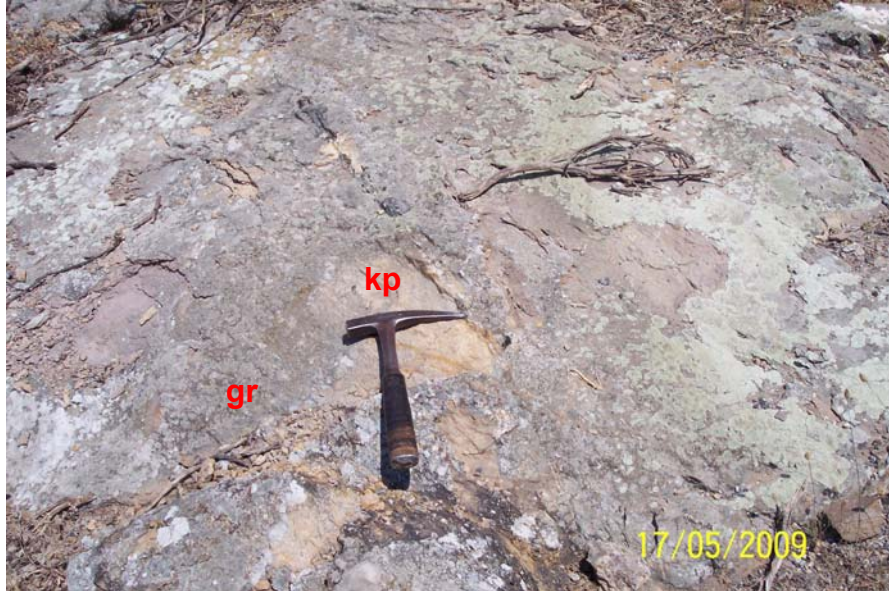
5.2 İleri Derecede Altere Bazaltlar ve İçindeki Cevherleşmeler

İnceleme alanında her zaman, ileri derecede altere olmuş bazaltlar içinde gözle tanınabilen barit ve kuvars damar ve damarcıkları ile başlıca sfalerit, galenit ve

kalkopirit cevher mineralleri içeren sülfid damarları gözlenirler. Bu nedenle burada hem ileri derecede altere bazaltlar hem de onlarla birlikte olan cevherli damarlarla ilgili olarak elde edilen bulgu ve veriler birlikte sunulacaktır.

Sahanın KB kesiminde yeni açılmış bir yarmada cevher damarları kolaylıkla izlenirken GD kesiminde, 2009 yılı Mayıs ayında girilemez durumda olan eski bir galerinin bir tarafında ileri derecede altere bazaltlar içinde kuvars, barit ve sülfitli cevher damarları görülmektedir. Aşağıdaki önce ileri derecede altere bazaltlar daha sonra kuvarslı, baritli, sülfid damarlar hakkında bilgiler sunulacaktır.

İleri derecede altere bazaltlar sahada açık gri, pembemsi, eflatunumsu gri renkleri ve kolay dağılgan olmaları ile tanınırlar (Şekil 5.9). Mineralojik ve dokusal özelliklerine göre ve jeokimyasal analizlere göre ileri derecede altere bazaltlar olarak isimlendirilmiş bu tür volkanik kayalara sadece dış görünüşlerine bakarak bazı araştırmacılar (Yanagiya ve Sato 1989, Anonim 2006 ve Bozkaya ve Gökçe 2007, Bozkaya 2008, 2009) andezit adını vermişlerdir. İleri derecede altere bazaltlar yer yer ince silis damarlarınca da kesilmektedirler (Şekil 5.10).

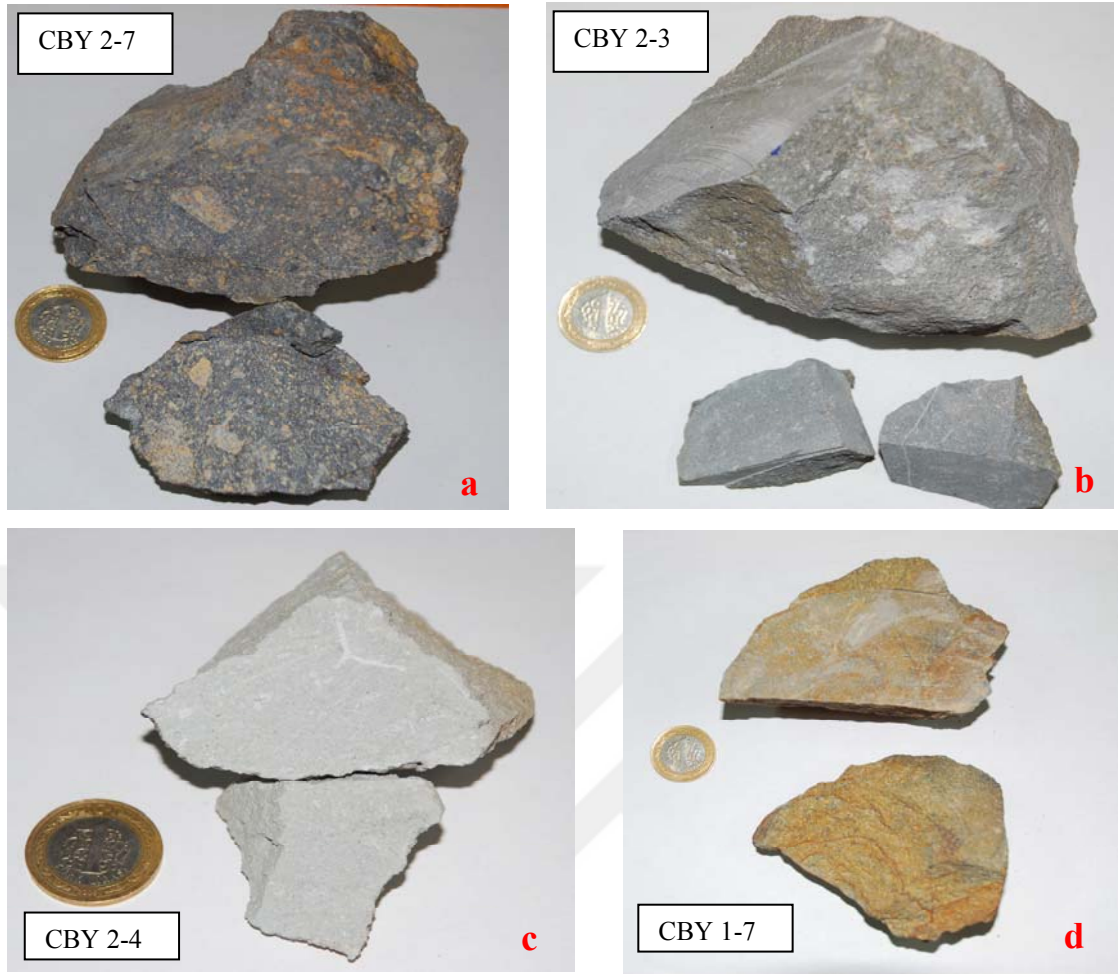


Şekil 5.9 Gri (gr)- kirli pembe ve eflatun (kp) renkli ileri derecede altere bazalt yüzleği



Şekil 5.10 Gri-pembe eflatunumsu renkli ileri derecede altere bazaltlar içinde silis damarcıkları

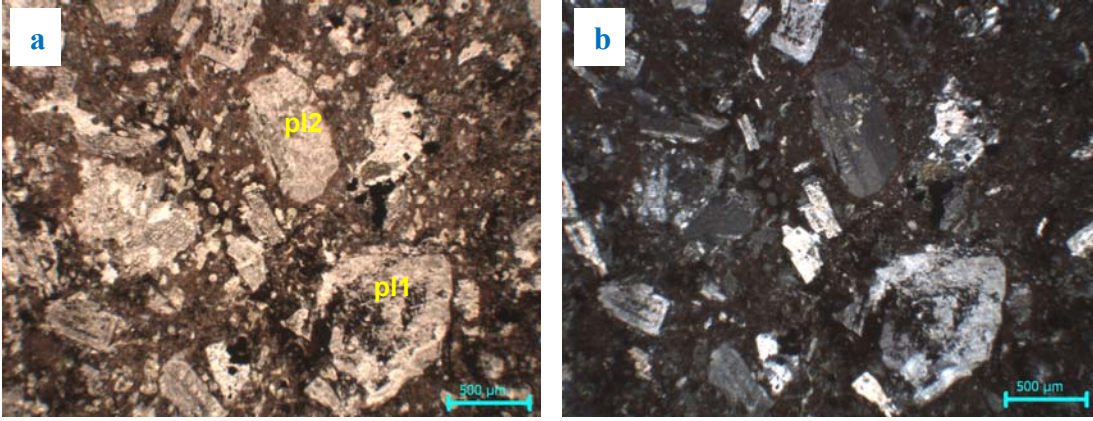
Bu tür bazaltlarda alterasyon türleri ve şiddetlerine göre el örneklerinde farklılıklar izlenmektedir. Örneğin porfirik dokusu belli olan killeşmiş limonitleşmiş olanları (Şekil 5.11.a) olabildiği gibi ilksel görünümüne yakın ama killeşmeler nedeniyle renkleri biraz açılmış ve bu nedenle ileri derecede altere olmuş bazaltlarda bulunmaktadır (Şekil 5.11b). Aşırı derecede alterasyonlar nedeniyle açık gri renklere dönüşmüş bazaltlar (Şekil 5.11c) ve aşırı killeşmeler ve limonitleşmelerle kirli sarı renkler kazanmış bazaltlar da izlenmektedir (Şekil 5.11.d). Bunlar cevherleşmelerin yakın civarlarında sıklıkla görülen altere kayalardır.



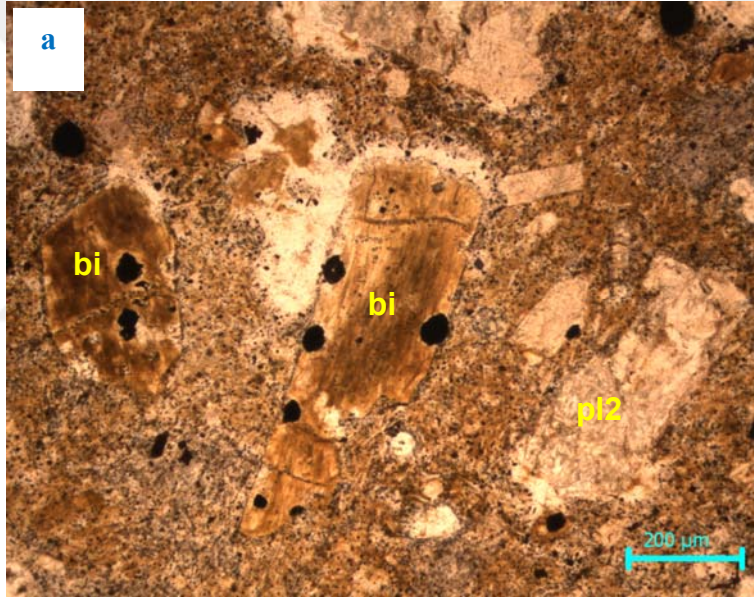
Şekil 5.11 İleri derecede altere bazaltların el örneklerindeki görünüşleri

- a) porfirik dokusu belli killeşmiş limonitleşmiş
- b) ilksel görünüşlerine benzer killeşmiş
- c) ileri derecede altere olmuş açık gri renkli
- d) aşırı killeşmiş ve limonitleşmiş sarı renkli altere bazaltlar

Mikroskobik incelemelerde ileri derecede altere bazaltlarda izlenen fenokristaller, az altere bazaltlardaki gibi iki farklı türde plajiyoklazlar, piroksen pseudomorfları ve opak minerallerdir. Ayrıca ender olarak biyotit mineralleri de izlenmektedir (Şekil 5.12-5.13).



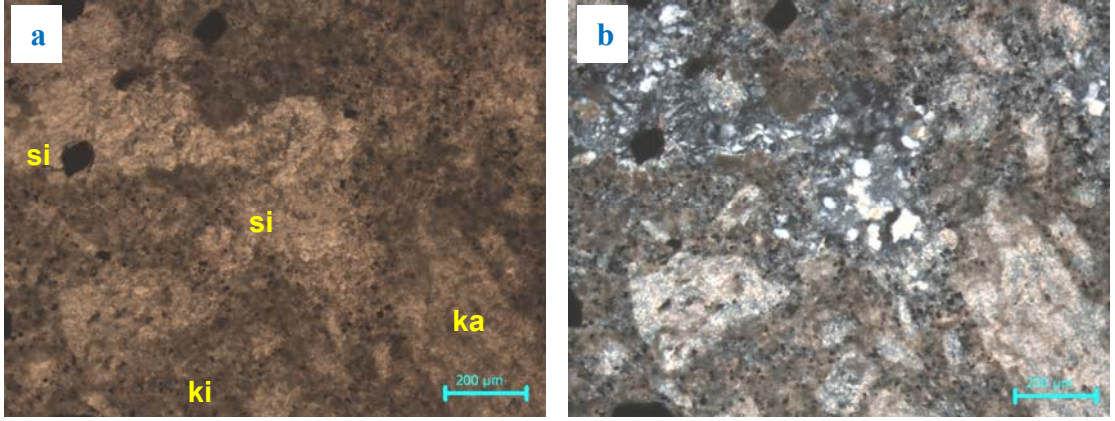
Şekil 5.12 İleri derecede altere bazalt içinde opak kapanımlı plajiyoklaz (pl1) ve küçük taneli temiz plajiyoklazlar (pl2) ve karbonatlaşma (ka). (Örnek No: CBY 1-1)
a: tek nikol, b: çift nikol



Şekil 5.13 İleri derecede altere bazalt içinde biyotit fenokristalleri (bi) ile plajiyoklazlar (pl2). (Örnek No: CBY 1-7)

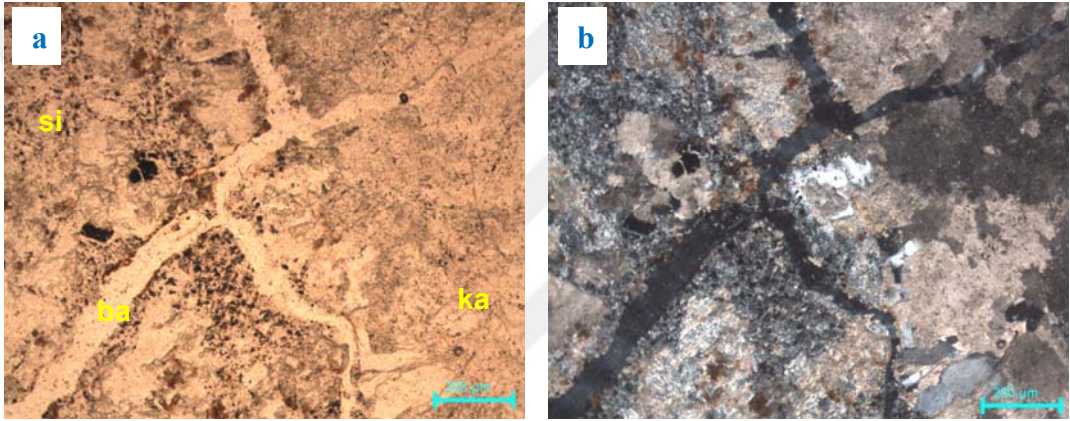
a: tek nikol

Altere bazaltların fenokristallerinde ve onların aralarında silisleşmeler, karbonatlaşmalar, serisitleşmeler, killeşmeler ile zaman zaman barit damarcıkları görülmektedir (Şekil 5.14-5.16).



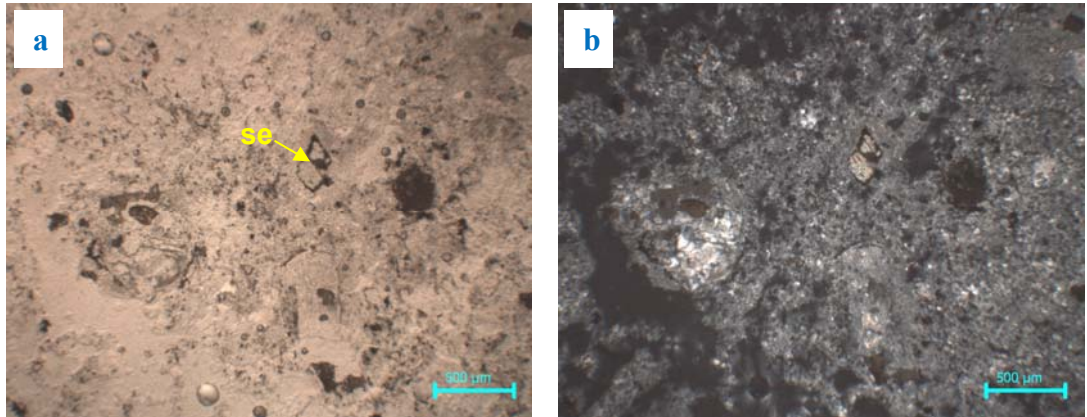
Şekil 5.14 Karbonatlaşmış (ka), silisleşmiş (si) ve killeşmiş (ki) ileri derecede altere bazaltlar (Örnek No: CBY 2-3)

a: tek nikol, b: çift nikol



Şekil 5.15 Silisleşmiş (si), karbonatlaşmış (ka) ve barit (ba) damarları ile kesilmiş ileri derecede altere bazalt (Örnek No: CBY 2-2)

a: tek nikol, b: çift nikol



Şekil 5.16 Serisitleşmiş (se) ileri derecede altere bazalt. (Örnek No: CBY 1-5)

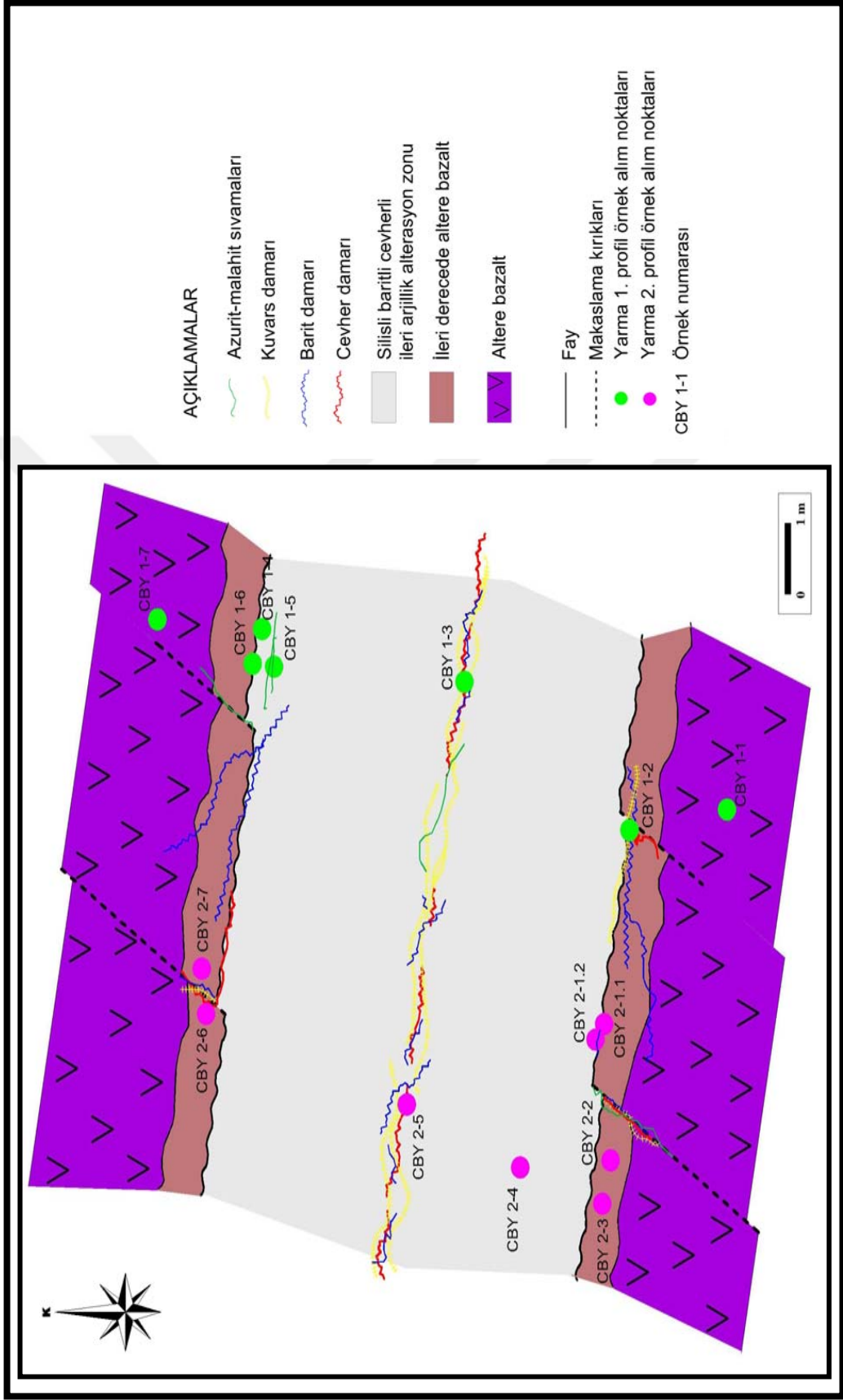
a: tek nikol, b: çift nikol

İnceleme alanının KB'sında açılmış bulunan 100 metre uzunluğunda, 4-5 metre civarında eni olan ve ortalama 3-4 metre yüksekliği bulunan bir yarmada barit, kuvars ve sülfütlü cevher damarları ile ileri derecede bazaltlar birlikte gözlenmektedir. Bu yarmanın doğrultusu (yarma eksenini) K 80° B olarak ölçülmüştür (Şekil 5.17). Yarmanın her iki tarafında fay aynası belirgin olup ölçülen fay düzlemleri K 80-85° B / 79-85 ° KD konumundadır.



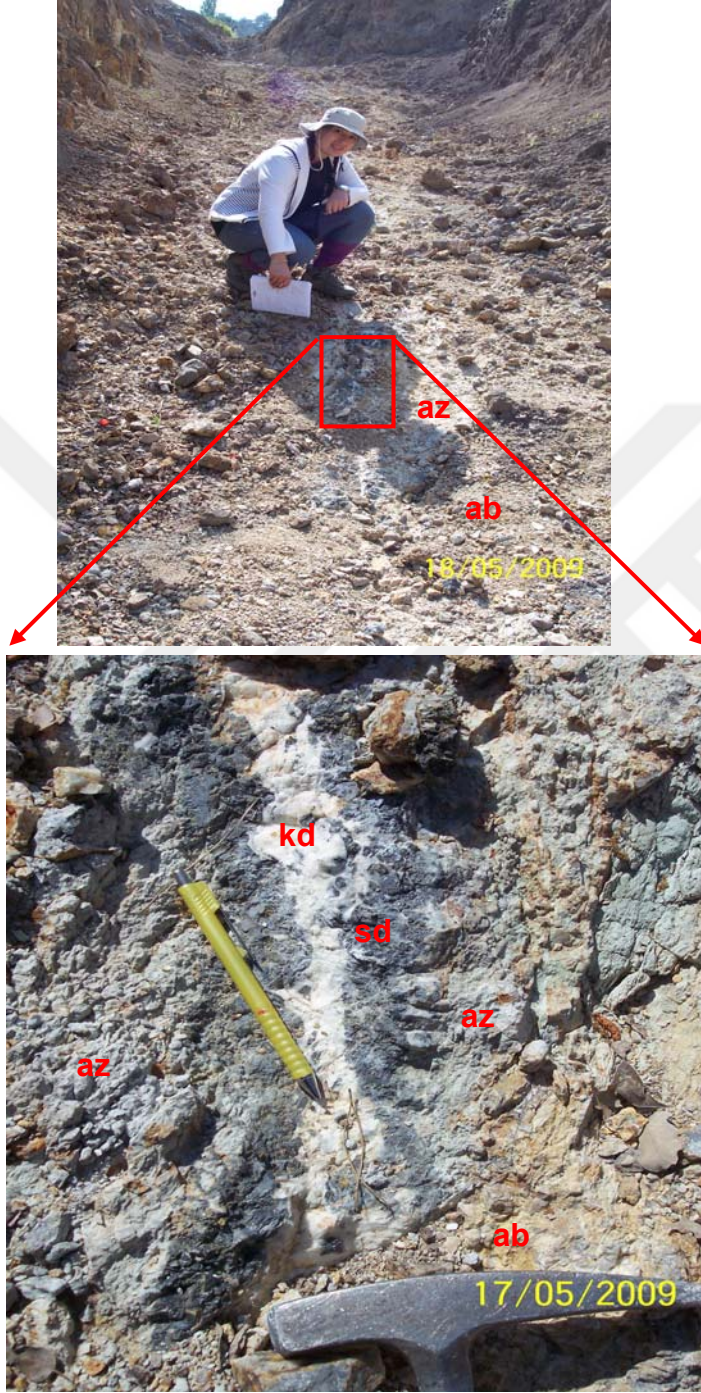
Şekil 5.17 Balcılar sahasının KB kesiminde açılmış yarma. Yarmanın her iki tarafında fay aynası (güneybatı aynası (gba) ve kuzeydoğu aynası (kda)) izlenmektedir. Ortadaki açık renkli kesimde altere zon (az) içinde cevher damarları (cd). (BKB' ya bakış)

Yarmada iki profil (1. ve 2. profiller) boyunca örnekler toplanmıştır (Şekil 5.17 ve 5.18). Bu profillerin başlangıç ve bitiş noktalarında (CBY 1-1 ve CBY 1-7 ile CBY 2-2 ve CBY 2-7) ve doğrudan cevher damarları dışında ileri derecede altere zondan alınan örneklerde (CBY 2-2, CBY 2-3 ve CBY 2-4) yoğun olarak altere olmuş bazaltlar belirlenmiştir (Şekil 5.18 ve Ek-1). Yarmanın iki kanadında belirgin bir biçimde fay aynaları görülmektedir. Fay aynalarının doğrultuları yarmanın doğrultusuna paralel olduğu gibi kuvarslı, baritli cevher damarları da aynı doğrultudadır (Şekil 5.17-5.19). Cevher damarlarının eğimi dike yakındır. Bu damarların etrafında beyaz ve sarımsı açık renklerde altere zonlar izlenmektedir (Şekil 5.17-5.19).



Şekil 5.18 Balçılar cevherleşmelerinin KB kesiminde açılmış yarımanın geliştirilmiş açıklımı

Burada cevher damarlarının kalınlıkları kuvars ve/veya barit damarları da dahil 10-20 cm arasında değişmektedir (Şekil 5.19).



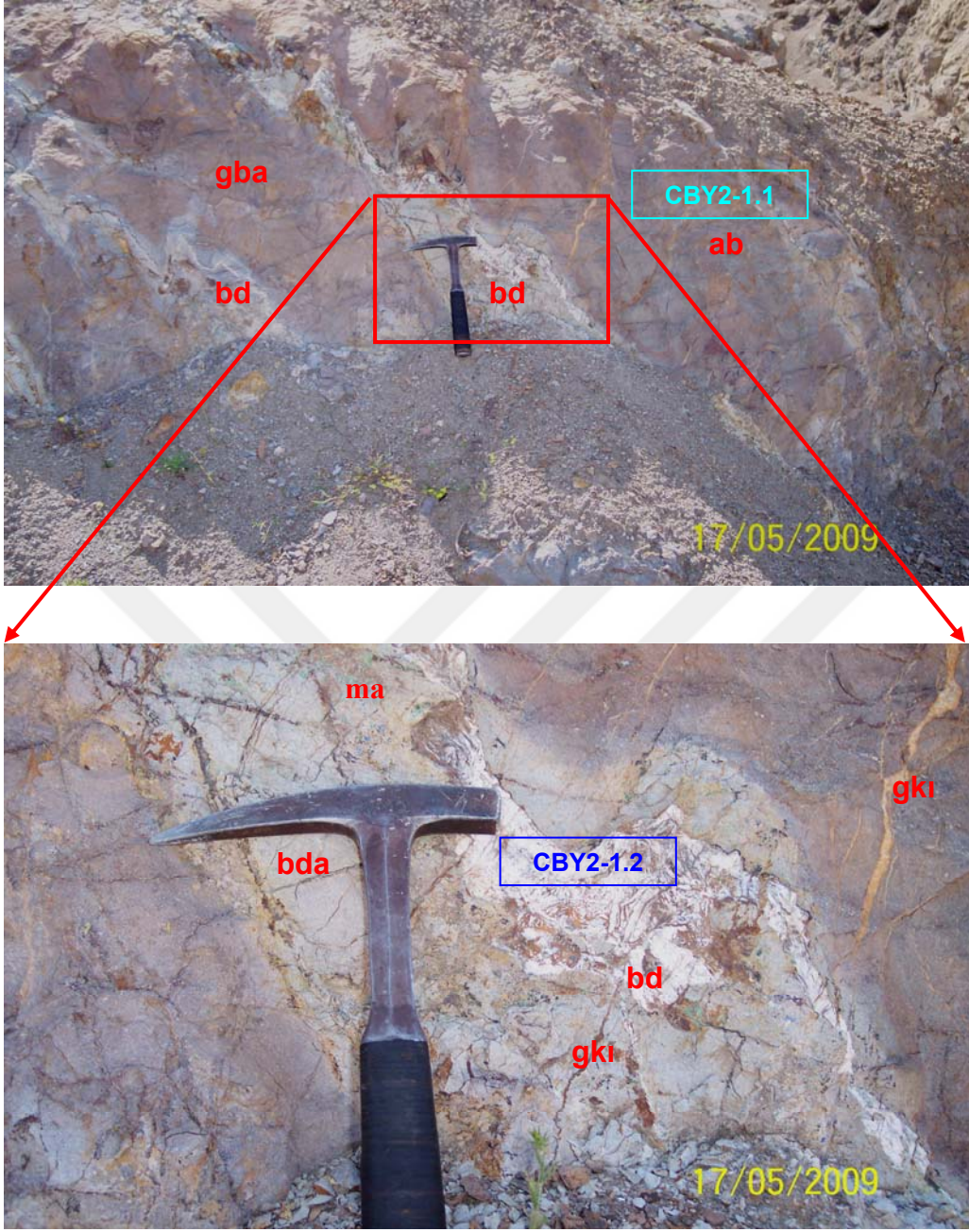
Şekil 5.19 Balcılar sahasının KB'sındaki yarmanın ortasında ileri derecede altere bazaltlar (ab) içinde alterasyon zonu (az) ve 15 cm kalınlığında sülfür damarı (sd) ile onları kesen kuvars damarı (kd)

Gerek güneybatı gerekse kuzeydoğu fay aynalarında, fay düzlemlerini kesen ve K 36° D /80° KB konumlu makaslama kırıklarında da barit, kuvars ve cevherli damarlar izlenmektedir (Şekil 5.20)



Şekil 5.20 Yarmanın K 80 ° B doğrultulu kuzeydoğu fay aynasında (kda) ileri derecede altere bazaltlar içinde (ab) ve K 36 ° D doğrultulu makaslama kırığında (mk) sülfütlü kuvarslı cevher damarı (cd) ve kırıklarda limonitleşmeler (lm)

Öte yandan fay düzlemleri üzerinde barit damarlarını ve onları yarattıkları alterasyon zonlarını çok belirgin şekilde görmek olasıdır. Baritli damarlara dikkatli bakıldığında, barit damarlarını ve onların altere zonlarını kesen limonitik (götüt?) damarcıkları izlenmektedir (Şekil 5.21). Bu veri de saha gözlemlerine göre, barit damarlarının oluşumundan sonra çok yoğun olmasa da tektonizmanın devam ederek kırık ve çatlak sistemlerinin geliştiği ve bu kesimlerde sulu ve demirli çözeltilerin dolaştığı şeklinde yorumlanabilir. Bu son kırık sistemlerinde limonitleşmelerle birlikte oluşan malahitler ve azuritler belirgin olarak görülmektedir (Şekil 5.21-5.22).



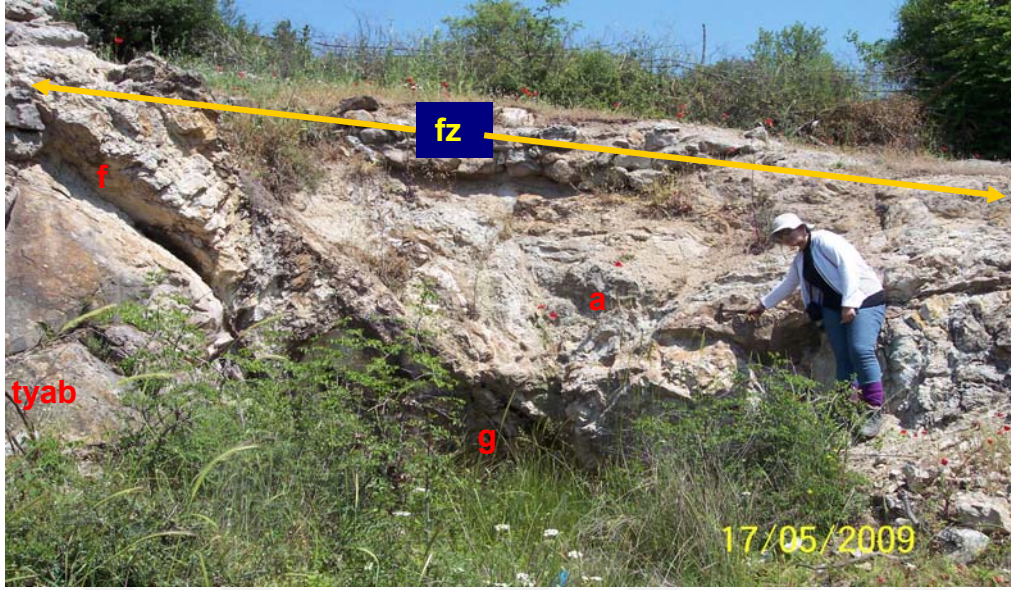
Şekil 5.21 Balcılar KB'sındaki yarmanın kuzeydoğu aynasında (kda) altere bazalt (ab) içinde barit damarı (bd) ve etrafında gelişen alterasyon zonu (bda). Bu barit damarlarını kesen genç kırıklar (gk1). Malahit (ma) CBY2-1.1 ve CBY2.1.1 örneklerinin alım yerleri



Şekil 5.22 Makaslama kırıklarının alterasyon zonları içinde azurit ve limonitler

Buraya kadar çalışma alanının KB'sındaki yarma içinde belirlenen cevher ve yan kayaç ilişkileri sunulmuş öte yandan sahanın GD olarak adlandırılan kesiminde eski (terk edilmiş) bir galeri bulunduğu daha önce belirtilmişti. Bu alandan elde edilen jeolojik bilgiler ise şöyle verilebilir.

Galeri girişindeki fay aynası ($K85^{\circ}B/53^{\circ}KD$ konumlu) ve onun $D-KD$ 'sundaki alterasyon zonu görülmektedir. Fay aynasının $B-KB$ 'sında ise masif görünümüyle az altere bazaltlarda çok yoğun alterasyon izlenmemektedir (Şekil 5.23). Altere zon incelendiğinde ileri derecede altere bazaltların içinde kuvars ve iri barit kristalli damarlar gözlenmektedir (Şekil 5.24). Bu tür kayalarda porfirik dokunun belli olduğu kayaların breşleştiği ve aşırı derecede silisleştiği görülmektedir (Şekil 5.25).



Şekil 5.23 Balcılar sahasının GD ucunda eski galeri (g) girişi. Az altere bazalt (tyab), fay (f) ve fay zonu (fz) içinde yoğun alterasyon (a) ve cevherleşmeler. KD'ya bakış.



Şekil 5.24 Altere zon içinde gözlenen kuvars (kd) ve iri barit kristalli (bd) damarlar



Şekil 5.25 İleri derecede silisleşmiş breşleşmeler gösteren altere bazaltlar

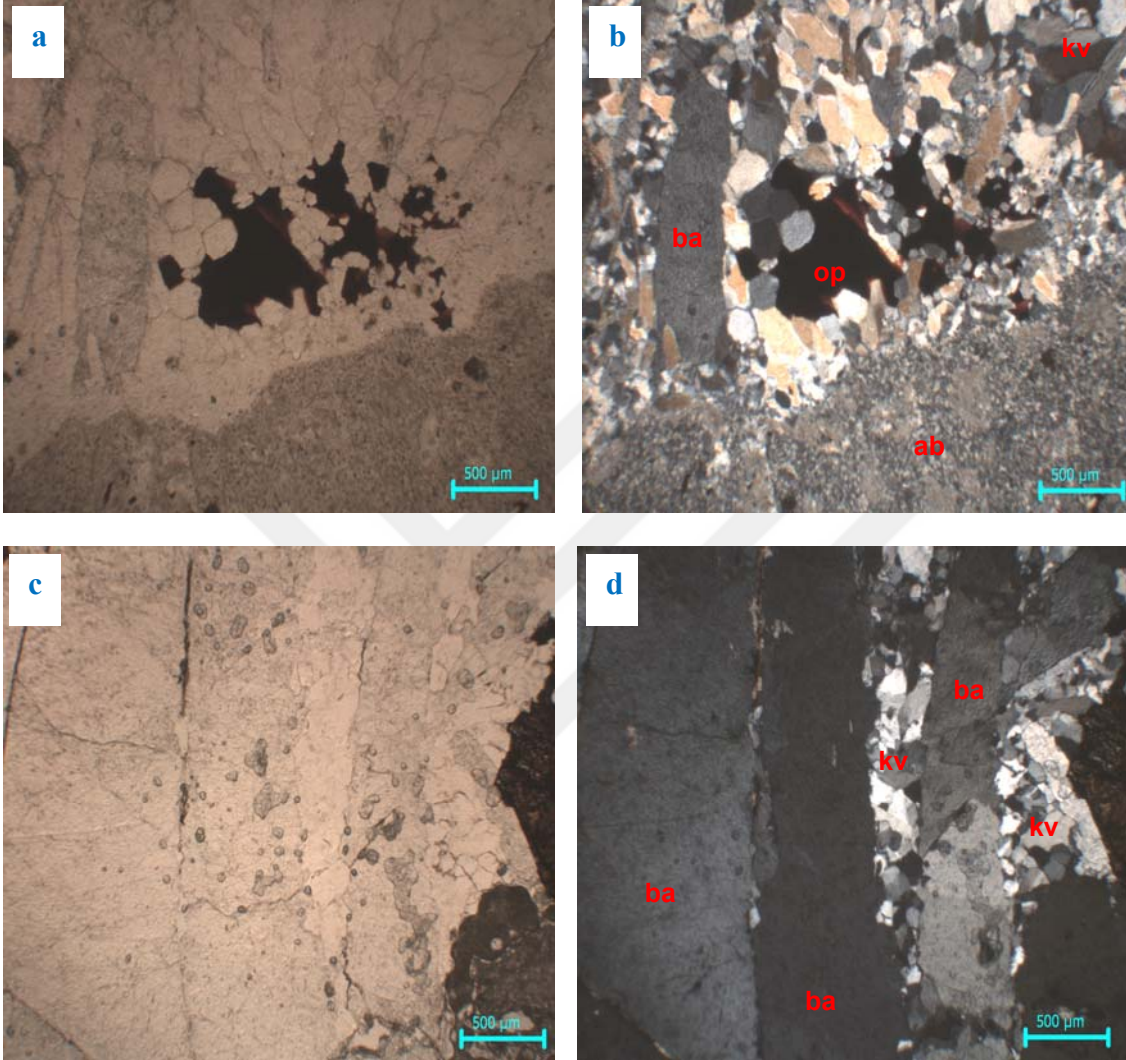
Yer yer cevher mineralleri ile birlikte kuvars ve barit damarlarını görmek olasıdır. Bu cevherli damarlarda özellikle kuvarsların sülfat minerallerinin arasında yer aldığı açık biçimde görülmektedir (Şekil 5.26). Ayrıca cevherli kayaların aralarında limonitleşmeler izlenmektedir.



Şekil 5.26 Sülfatlı cevher mineralleri ve aralarında kuvars ve limonit damarları

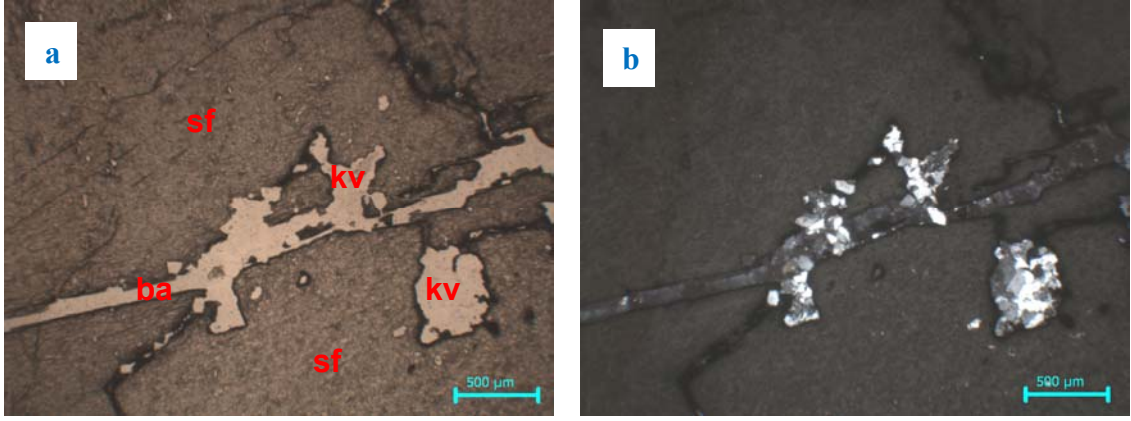
Sahada gözlemleri ile belirlenen ileri derecede altere bazalt - kuvars, barit ve cevher ilişkileri ince kesit çalışmaları yakından mercek altına alınmıştır. Burada önemli olan bu minerallerin oluşum sıraları açısından verilerin elde edilmesidir. İleri derecede altere bazaltlar, kendilerini kesen öz-yarı öz şekilli yer yer de özşekilsiz kuvars kristalleri tarafından doldurulmuştur. Bu kuvars kümeleri içinde özşekilsiz kalkopirit ve galenitlerle iri barit kristalleri kapanımlar olarak görülmektedir (Şekil 5.27.a.b). Aynı örnek içinde bu kez iri barit kristallerinin arasında öz- yarı özşekilli kuvars kristalleri yer almaktadır (Şekil 5.27.c.d). Bazen sfalerit kristallerinin arasındaki çatlaklara baritlerin girdiğini, onların kırıklarını da özşekilli kuvars damarcıklarının doldurulduğu görülmektedir (Şekil 5.28). Ayrıca özşekilli kuvarsların içlerinde kalkopirit kapanımlarını görmek olasıdır (Şekil 5.29). Kuvars kümeleri içindeki sfaleritlerde yok denecek kadar az özşekilli kuvarslar varken kalkopirit ve galenit mineralleri içinde

özşekilli kuvarsların görülmesi sfaleritlerden sonra kuvarsların oluştuğu ama aynı kuvarsların kalkopiritlerle birlikte büyüdüğüne işaret etmektedir (Şekil 5.30).

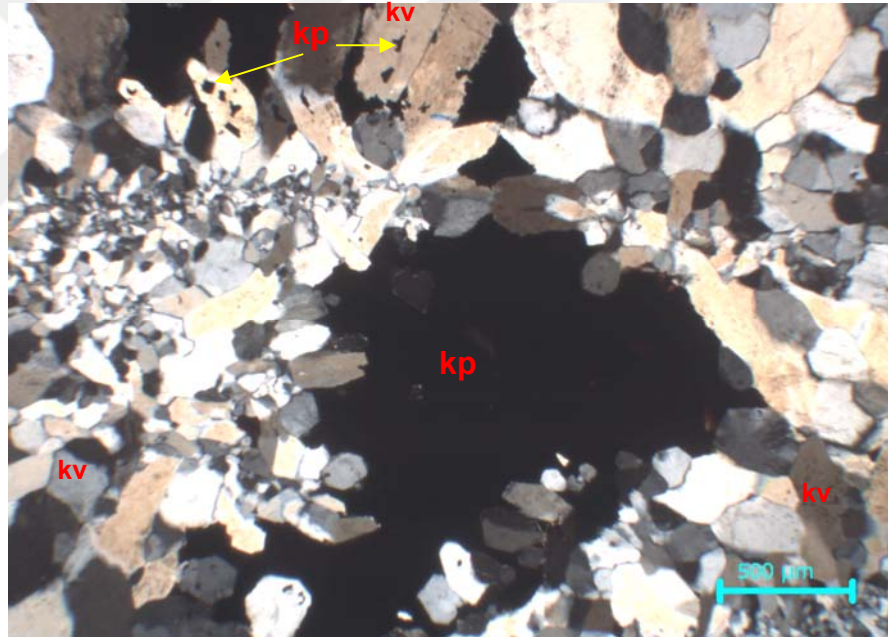


Şekil 5.27 İleri derecede altere bazalt (ab) içindeki kuvars kümelerinde (kv): a ve b kemirilmiş iri barit kapanımları (ba) ve özşekilsiz kalkopirit ve galenit mineralleri (op); c ve d iri barit kristalleri (ba) arasında kuvars kristalleri (kv) (Örnek No: CBY 2-1.2)

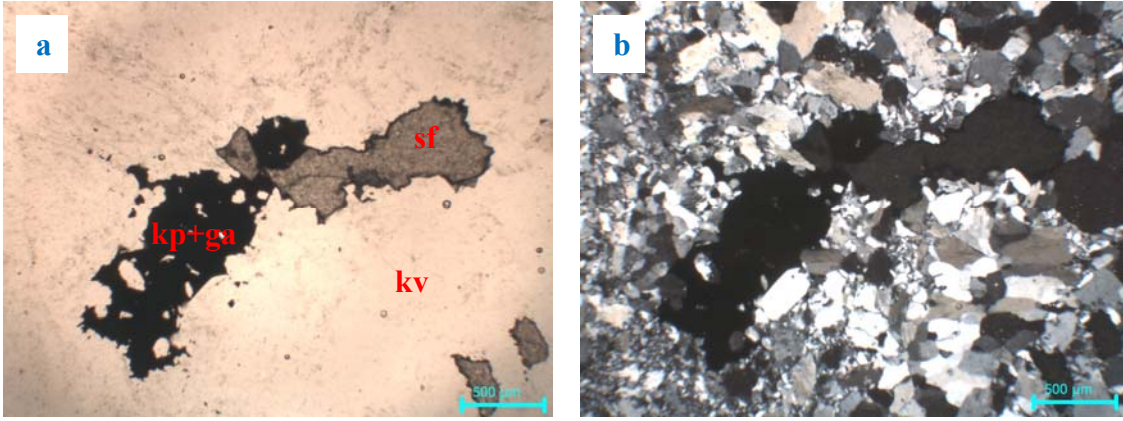
a ve c: tek nikol, b ve d: çift nikol



Şekil 5.28 İri sfalerit (sf) kristalinin çatlağında barit (ba) dolgusu ve onu kesen özşekilli kuvars damarcıkları ve dolguları (kv) (Örnek No: CB 15-2) (a: tek nikol, b: çift nikol)



Şekil 5.29 Özşekilli kuvars (kv) kristalleri içinde kalkopirit (kp) kapanımları ve kuvars kümeleri içinde iri kalkopirit kapanımları (kp) (Örnek No: CBY 1-2) (çift nikol)



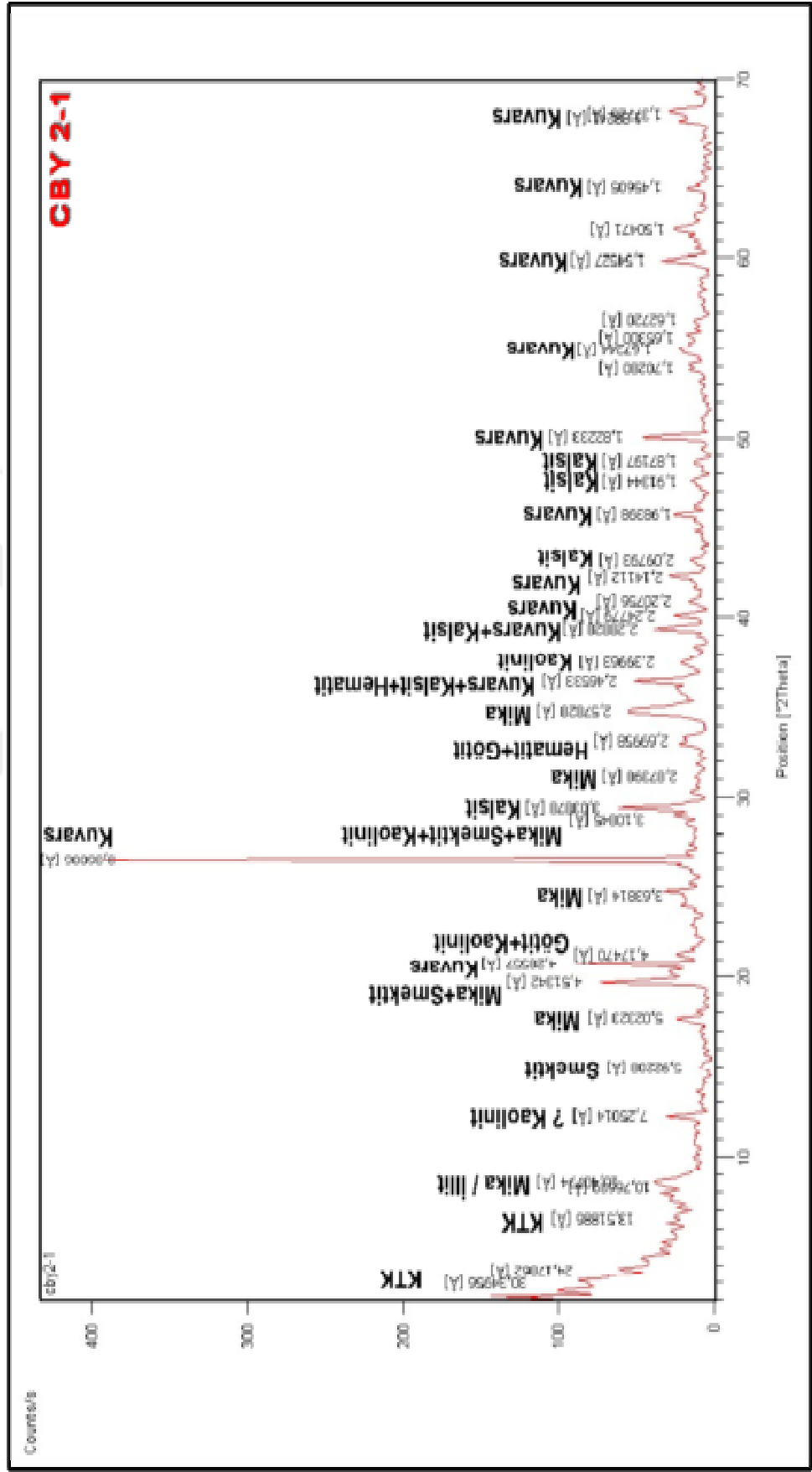
Şekil 5.30 Kuvars (kv) kümesi içinde sfalerit (sf) ve kalkopirit ve galenit (kp+ga) ve onun içinde özşekli kuvarlar (Örnek No: CB 15-2)

a: tek nikol, b: çift nikol

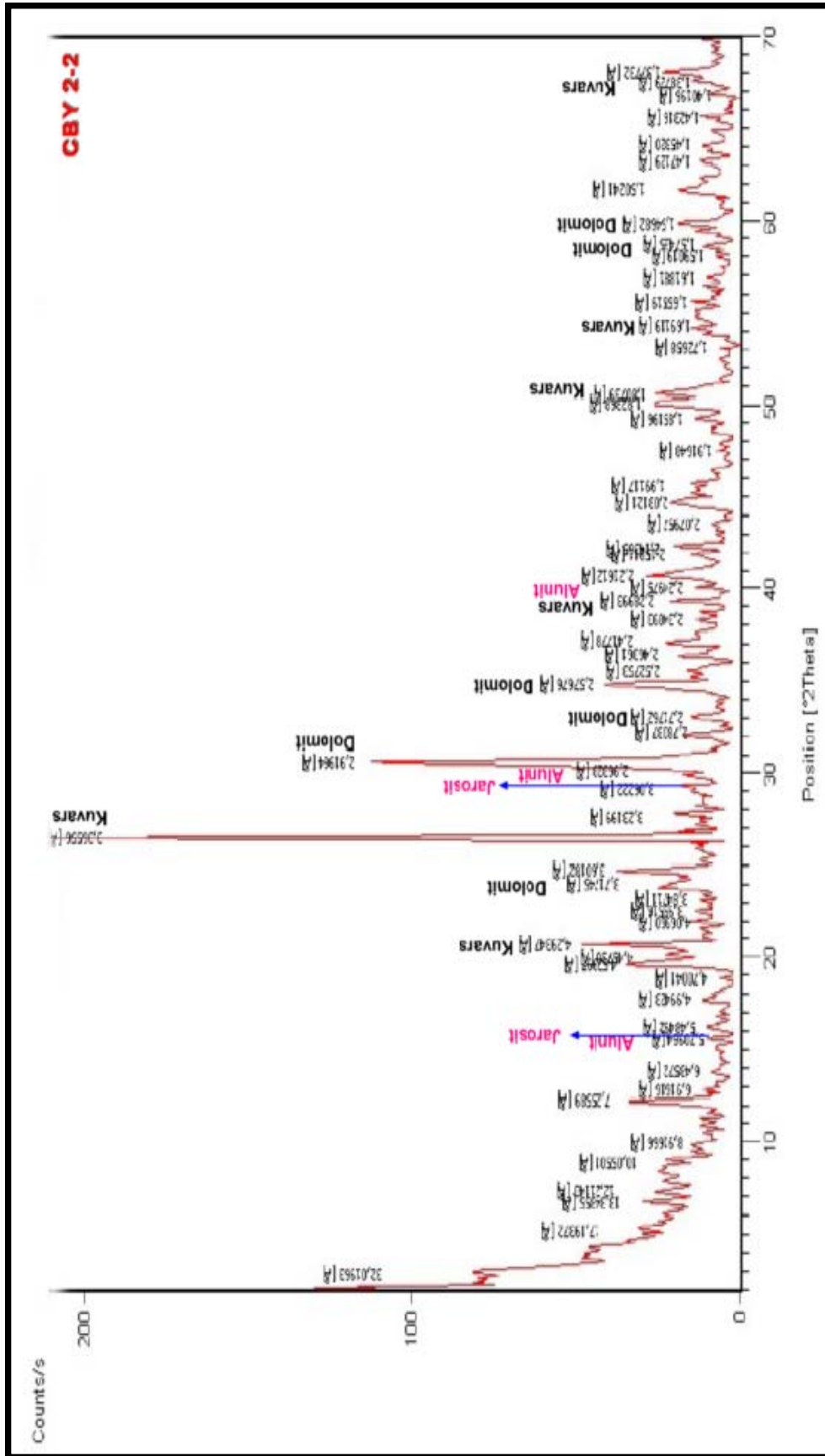
İnceleme alanındaki az altere bazaltların ileri derecede alterasyonu sırasında oluşan alterasyon minerallerinin belirlenmesine yönelik olarak özellikle yarmalarda oluşturulan profillerden seçilen 6 örnekte X-ışınları kırınım çalışmaları yapılmıştır (CBY 1-6, CBY 1-7, CBY 2-1, CBY 2-2 CBY 2-4 ve CBY 2-6). Bu örneklerde standart toz çekimlerinde piklerin d-değerlerine bakılarak ASTM kartları yardımıyla kuvars, kalsit, dolomit, alunit, jarosit, kaolinit, illit grubu mineraller, karışık tabakalı killer, smektit grubu killer ile az oranlarda zeolit, hematit ve götit mineralleri belirlenmiştir (Çizelge 5.1 ve 5.2). Kil minerallerinin türlerini belirlemek üzere özel işlemler yapılarak desen çekimi çalışmaları hem MTA hem de TPAO Laboratuvarları'nda devam etmektedir. X-ışınları cihazında yüklü mineral tanıma programları yardımıyla cihaz tarafından otomatik olarak belirlenen (ama kontrol edilmesi gereken) mineraller ise alunit ($KAl_3(SO)_2(OH)_6$), roscoelite ($K(V,Al,Mg)_2AlSi_3O_{10}(OH)_2$), dickit ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$), nakrit ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$), rosickyite (S) ve glockerite ($Fe_4(SO_4)(OH)_{10.1-3}H_2O?$) olarak verilmiştir. Minerallerin formülleri www.webmineral.com ve www.mindat.org sitelerinden alınmıştır.

Sonuç olarak çalışma alanında az ve ileri derecede altere bazaltlar ile onların içlerinde barit, kuvars ve sülfütlü (galenit ve sfalerit) cevher damarları izlenmektedir.

Çizelge 5.1 CBY 2-1 örneğinin tüm kaya toz X-ışınları deseni (MTA laboratuvarlarındaki cihaz tarafından az dikit ve nakrit belirlenmiştir)



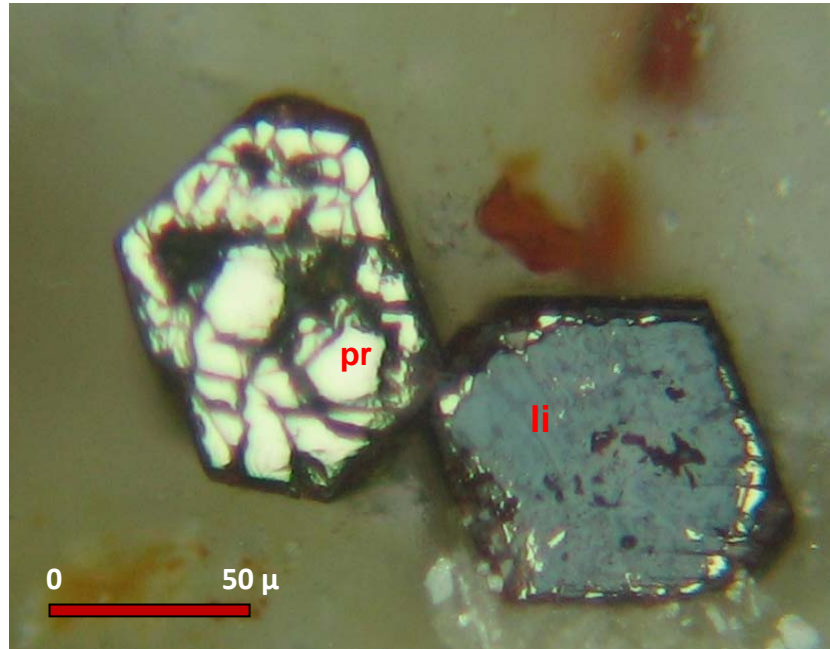
Çizelge 5.2 CBY 2-2 örneğinin tüm kaya toz X-ışınları deseni



6. CEVHER MİKROSKOBİSİ

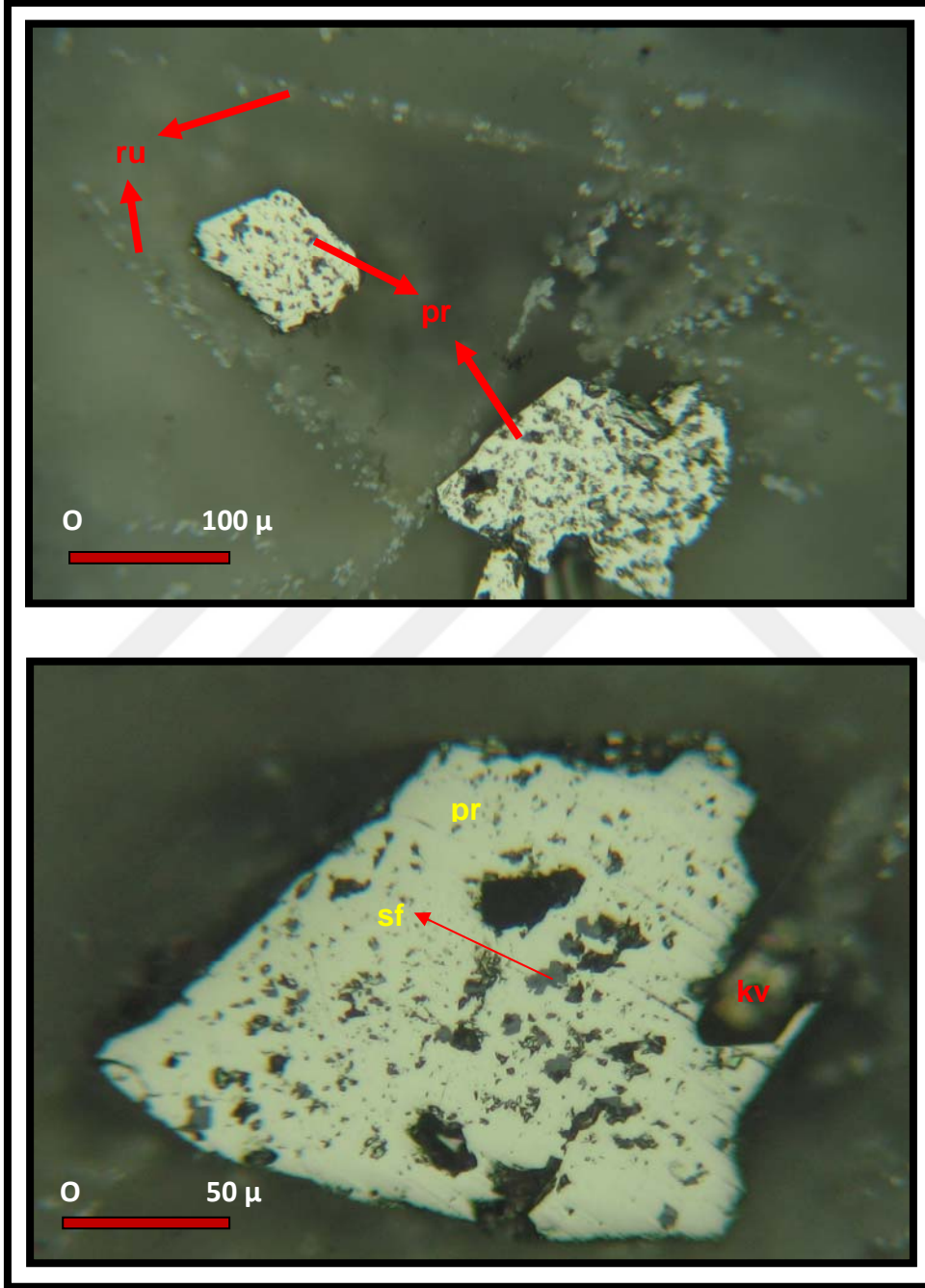
Çalışma alanından alınan örneklerden 14 adet üzerinde cevher mikroskobisi çalışmaları yürütülmüştür (Ek-1). Bu incelemeler sırasında rutil, pirit, sfalerit, galenit, kalkopirit, fahlerz, enarjit, luzonit ve altın mineralleri belirlenmiştir. İnce kesit çalışmalarında kuvarsların özşekilli olmalarından hareketle cevher mikroskobik incelemelerde de gang minerallerinden sadece kuvarslara vurgu yapılmıştır. Ayrıca ikincil olarak limonit (götit), kovellin, kalkozin, markazit ve serusit mineralleri saptanmış olup bütün mineraller mikro fotolarda gösterilmiştir. Aşağıda sunulan tüm örnekler ve onlarda yer alan sülfütlü mineraller cevherleşme evresine ait örneklerini temsil etmektedir.

Pirit: Parlatmalarda değişik özellikler sunan piritler izlenmektedir. Bazı örneklerde piritleri özşekilleri ile izlemek olasıdır. Bu piritlerde kısmen ve bazen de tamamen limonitleşmeler (götit türü) görülmektedir (Şekil 6.1). Diğer bazı piritler yarı özşekillidir ve rutil içeren damarcıkları kesmektedir (Şekil 6.2). Bunların içinde de sfalerit kapanımları belirlenmiştir (Şekil 6.2). Böylece bu tür sfaleritin piritlerden önce oluştuğu düşünülmektedir.



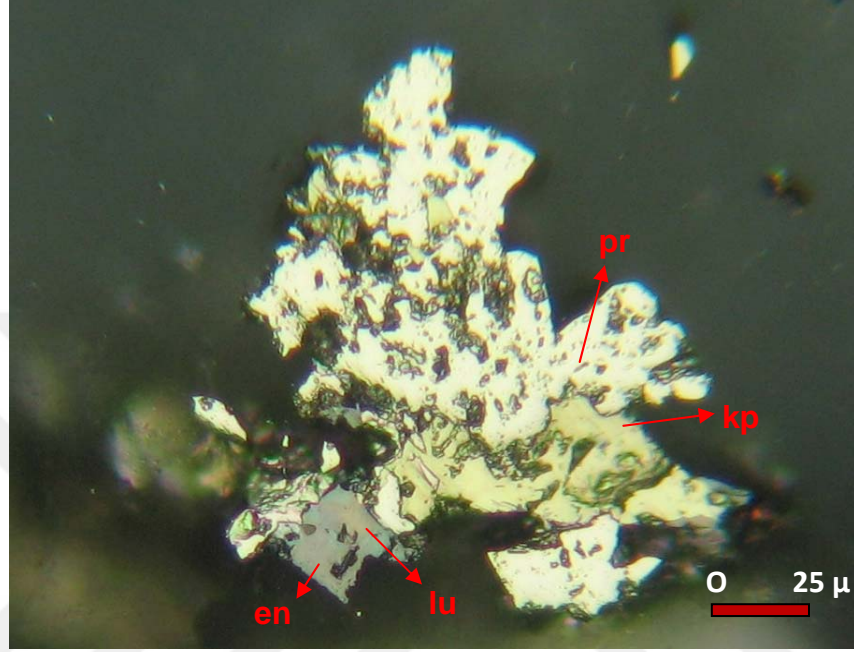
Şekil 6.1 Özşekilli pirit (pr) kristalleri ve onların iç kesimlerinden dışı doğru limonitleşmeleri (götit) (li) (Örnek No: CB 5)

Rutil: Altere bazaltlar içinde ince kırıklar boyunca rutil mineralleri izlenmektedir (Şekil 6.2). Bu rutiller, aşağıda anlatılacak olan diğer tüm cevher minerallerini keser ya da onları ornadır biçimde gözlenmedikleri için, kayaçların başlangıçtaki alterasyonları aşamasında oluştuğu kabul edilmektedir.

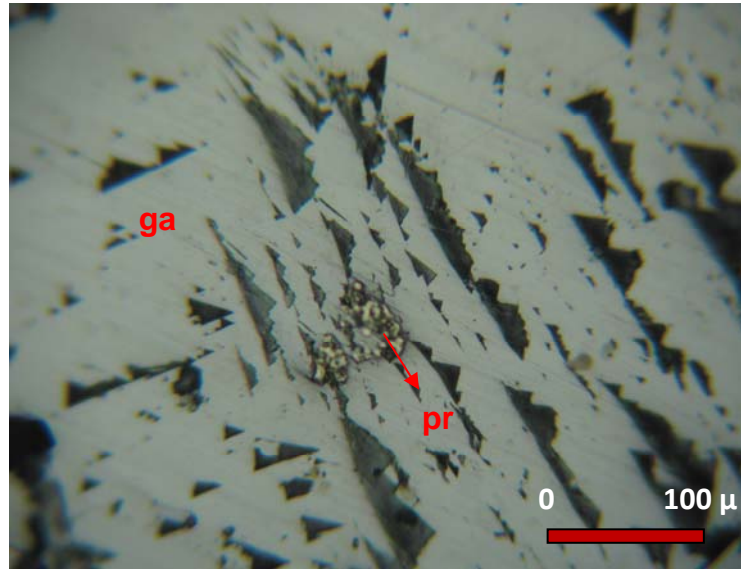


Şekil 6.2 Altere kayaç içinde damarcıklarda rutil (ru) mineralleri. Kayaçta daha sonra oluşan piritler (pr) ve içlerinde sfalerit (sf) kapanımları ile gang içinde gelişmiş özşekilli kuvars (kv) kristalleri (Örnek No: CB 5)

Pirit: Bazı piritler ise özşekilsiz olarak ganglar içinde yer almakta ve kalkopiritler içinde kapanımlar halinde ve onlar tarafından kesilmiş ve ornatılmış olarak gözlenirler (Şekil 6.3). Ayrıca galenitler içinde iskeletler şeklinde piritlere de rastlanmaktadır (Şekil 6.4).

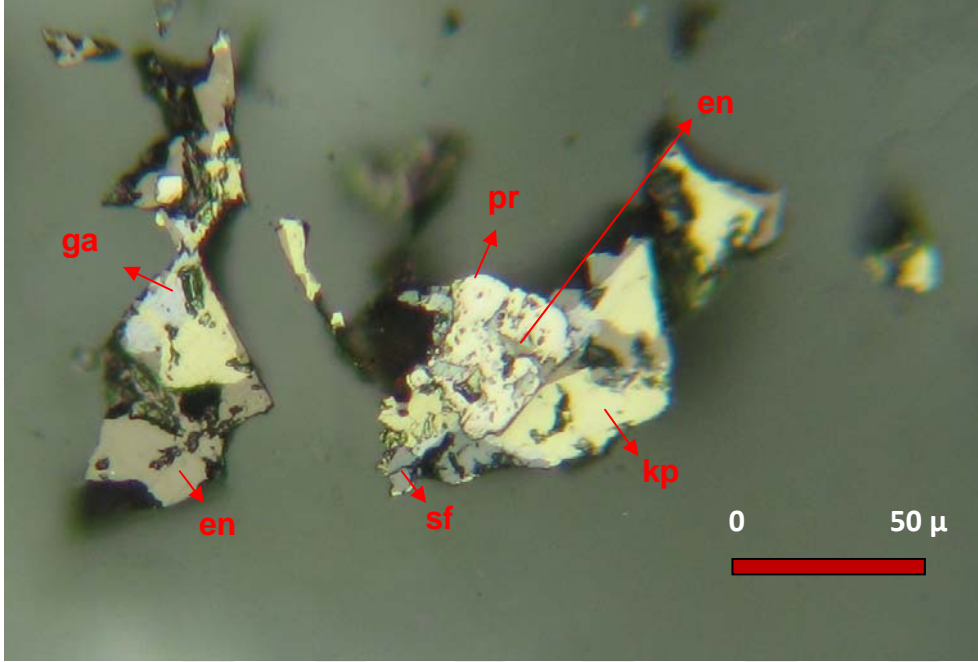


Şekil 6.3 Kalkopiritlerce (kp) kesilmiş ve ornatılmış piritler (pr).
Enarjit (en) ve luzonit (lu) (Örnek No: CB 15-2)

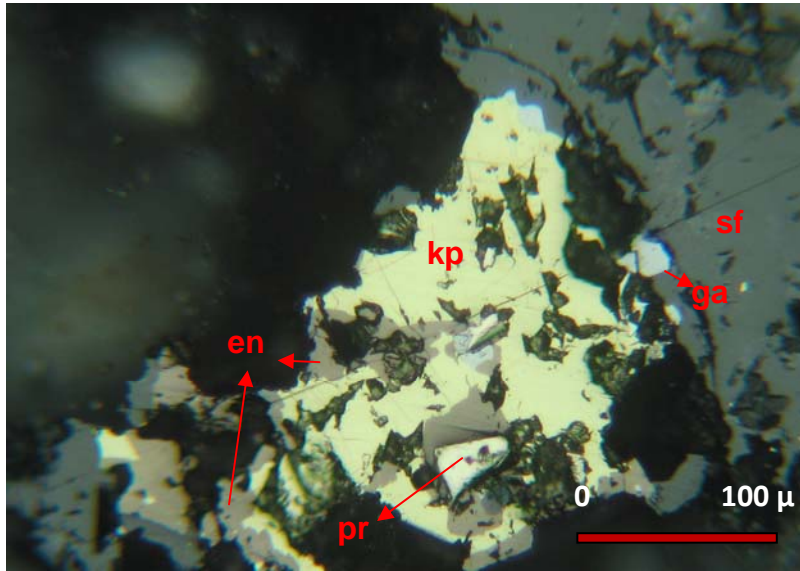


Şekil 6.4 Galenit (ga) içerisinde iskelet dokulu pirit (pr)
(Örnek No: CB 17)

Piritler yer yer galenit ve enarjitler tarafından da kesilmekte (Şekil 6.5) ve aynı piritler galenit, kalkopirit ve enarjitler tarafından sarılmaktadırlar (Şekil 6.6).

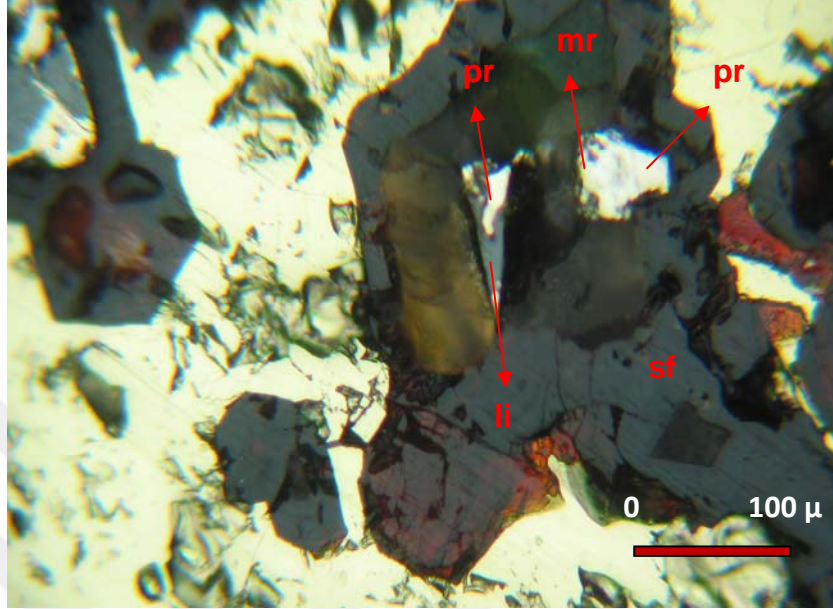


Şekil 6.5 Galenit (ga) ve enarjitler (en) tarafından kesilen pirit (pr) ile sfalerit (sf) ve kalkopirit (kp). (Örnek No: CB 15-2)



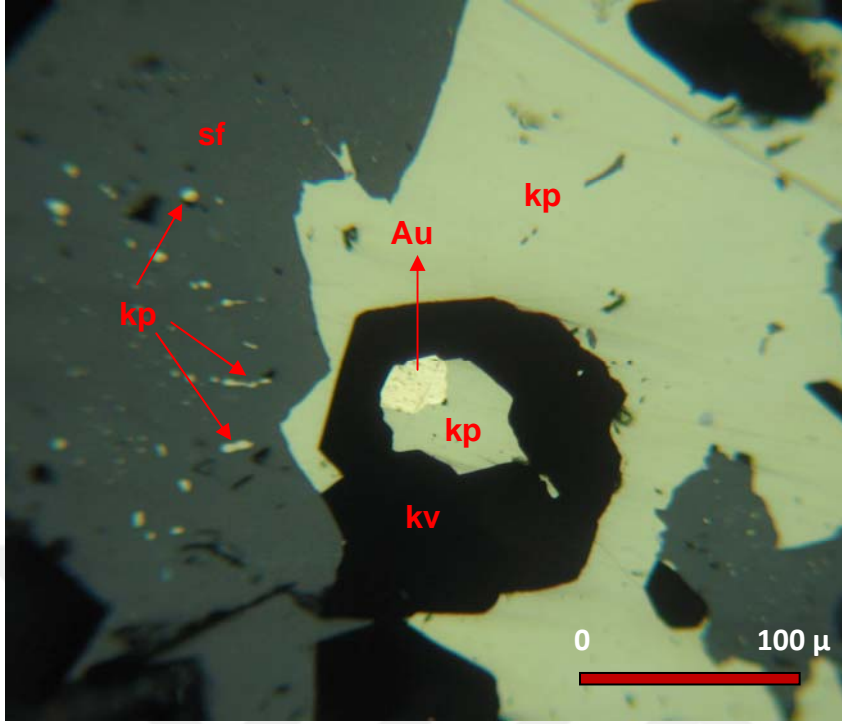
Şekil 6.6 Pirit (pr), kalkopirit (kp), enarjit (en), sfalerit (sf) ve galenit (ga) birlikteliği (Örnek No: CB 15-2)

Piritleri, sfalerit içinde markazite dönmüş olarak ve kenarlarından itibaren limonitleşmiş biçimde görmek de olasıdır (Şekil 6.7).

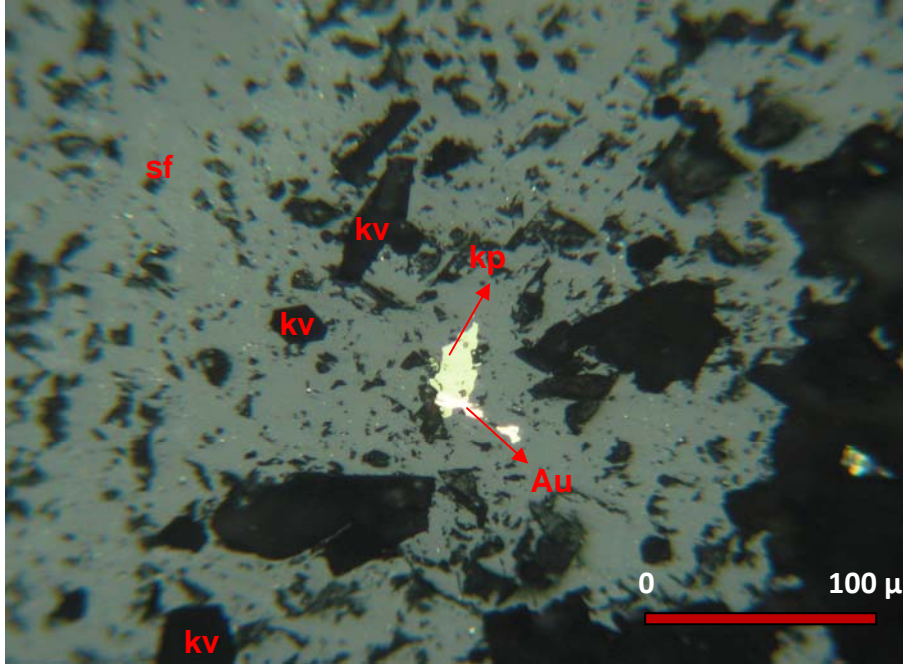


Şekil 6.7 Kenar kısımlarında limonitleşmiş (li) pirit (pr) ve sfalerit (sf) içinde markazite (mr) dönüşmüş pirit (Örnek No: CBY 1-2)

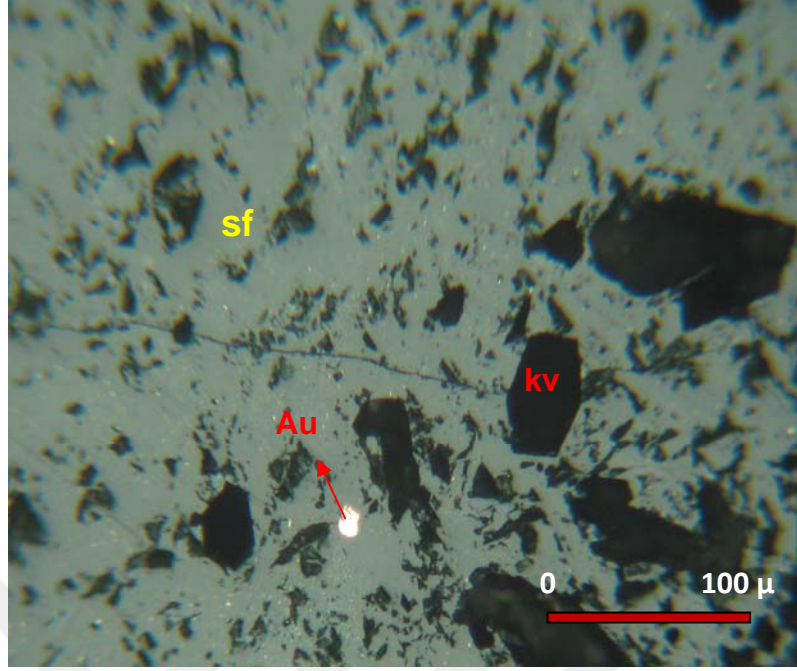
Sfalerit: Sfaleritlerin bir kısmı piritler içinde kapanımlar olarak görülmektedir (Şekil 6.2). Bu tür sfaleritlerin dışında, diğer sfaleritlerde kalkopirit ayrılımlarına hiç rastlanmazken kapanım veya büyük olasılıkla damar izleri şeklinde kalkopirit (Şekil 6.8), kalkopirit ve altın (Şekil 6.9) ile altın (Şekil 6.10) görülmektedir. Bu tür kapanımların yer aldığı örneklerde sfaleritlerin içinde özşekilli kuvarslar da izlenmektedir. İlk bakışta kapanım olarak yorumlanabilecek görüntüler varsa da bu özşekilli kuvarsların sfaleritleri kesen damarlarda geliştiği söylenebilir. Bunun nedeni sfaleritlerde çok sayıda kuvars ve diğer gang minerallerinin görülmüş olmasıdır (Şekil 6.9-6.10). Ayrıca sfaleritlerin çatlaklarında kalkopirit, galenit ve altına rastlanmaktadır (Şekil 6.11-6.13). Sfaleritlerin galenitler tarafından ornatıldıklarına da gözlenmektedir (Şekil 6.14). Sfaleritlerin pirit, kalkopirit, galenit ve enarjitlerle birlikte görüldüğü yerlerde bulunmaktadır (Şekil 6.5-6.6).



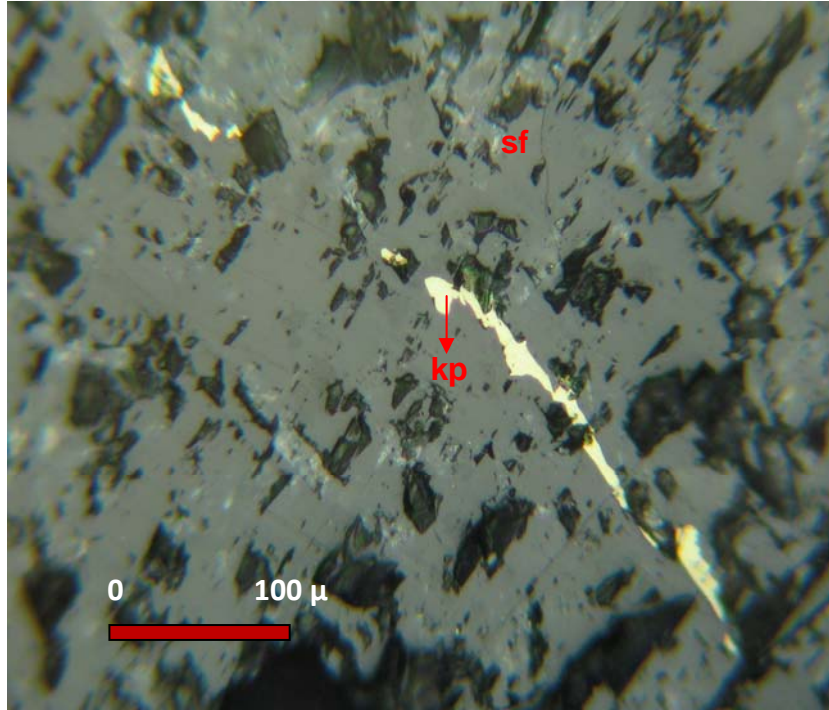
Şekil 6.8 Sfalerit (sf) içinde kalkopirit kapanımları (veya damar izleri), kuvars (kv) kapanımı içinde altınla (Au) kenetli kalkopirit (kp) ve sfaleritleri sarmış olarak iri kalkopirit (Örnek No: CB 3b)



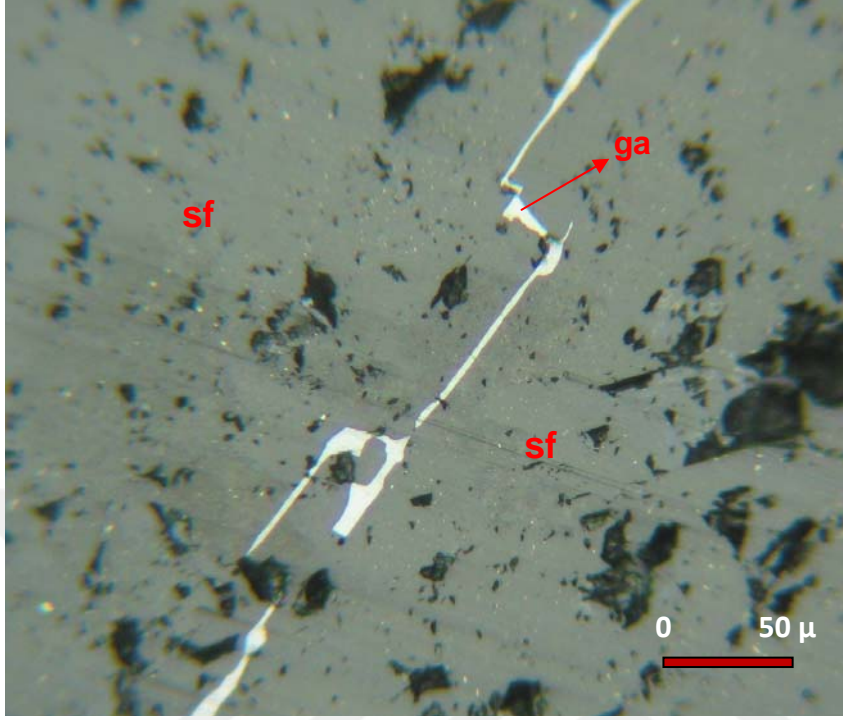
Şekil 6.9 Sfalerit (sf) içinde kalkopirit (kp) ve onunla kenetli altın (Au). Sfalerit içinde özşekli kuvars (kv) (Örnek No: CB 3b)



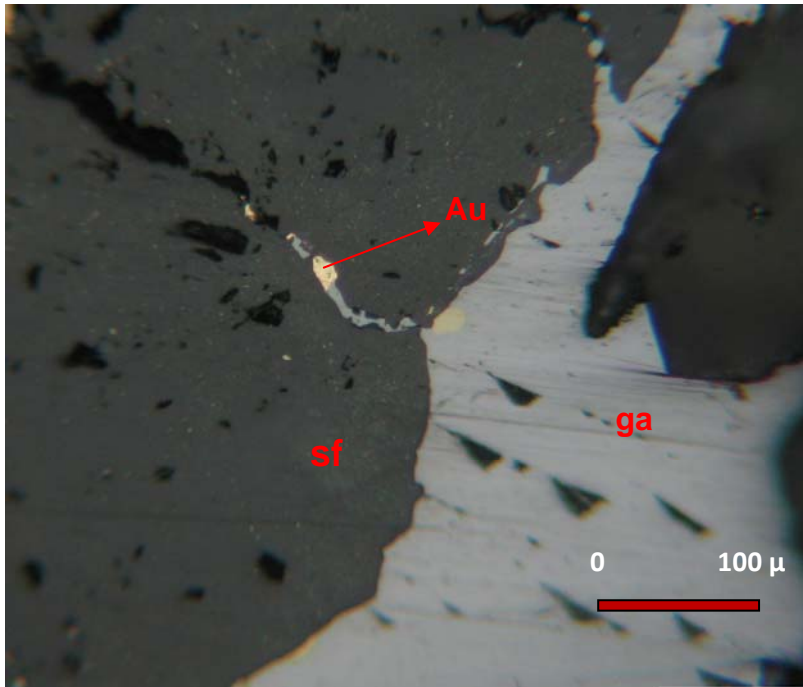
Şekil 6.10 Sfalerit (sf) içinde (damar izi de olabilir) altın (Au) ve kuvars (kv) (Örnek No: CB 3b)



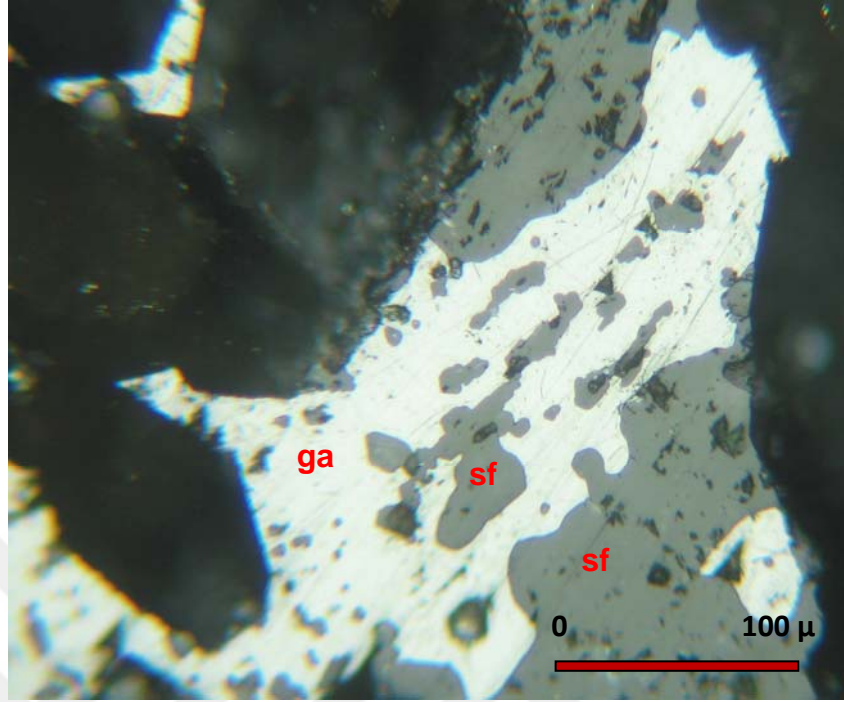
Şekil 6.11 Sfalerit (sf) çatlağını doldurmuş olan kalkopirit (kp) (Örnek No: CB 17)



Şekil 6.12 Sfalerit (sf) cevheri ve çatlak dolgusu olarak galenit (ga)
(Örnek No: CBY 2-5)

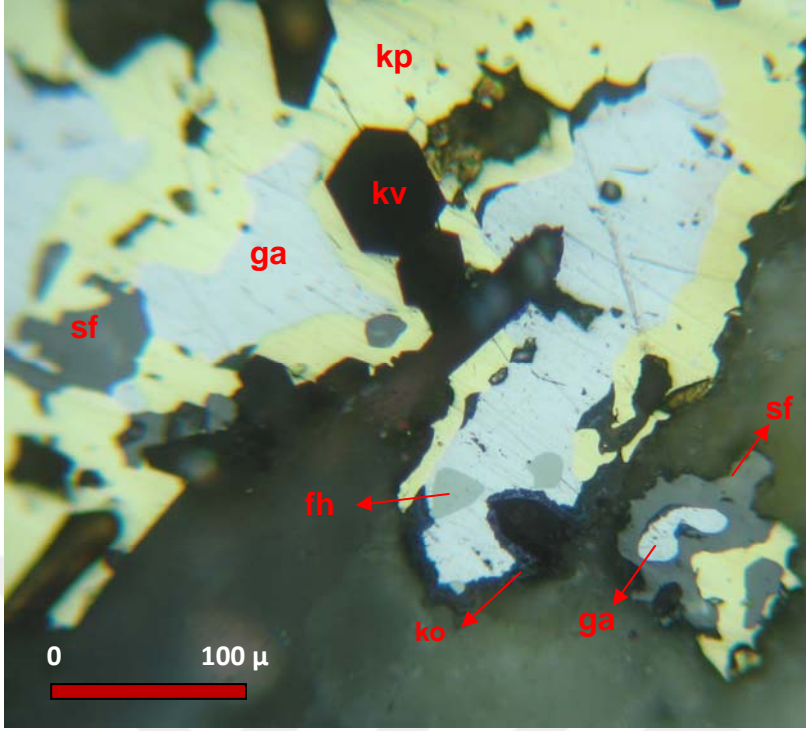


Şekil 6.13 Sfaleritin (sf) çatlağında galenit (ga) ile kenetli altın
(Au) (Örnek No: CB 3b)

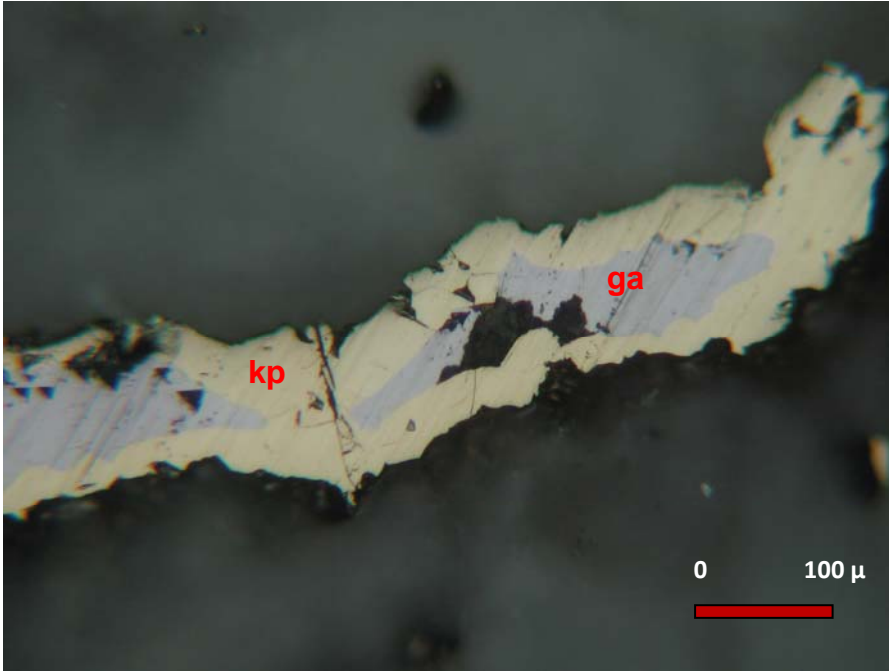


Şekil 6.14 Sfaleriti (sf) ornatmış galenit (ga) (Örnek No: CBY 2-5)

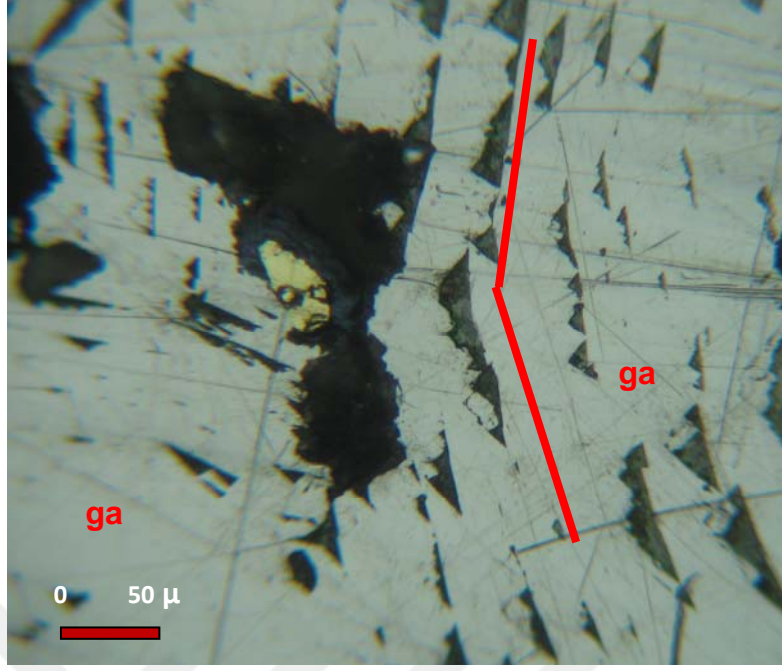
Galenit: Galenitler, genellikle sfalerit, kalkopirit ve fahlerzlerle birlikte gözlenirler (Şekil 6.15). Sfaleritleri ornatmakta (Şekil 6.14) ve çatlaklarını doldurmaktadırlar (6.12). Ayrıca altınlarla birlikte damarcıklarda da yer almaktadırlar (Şekil 6.13). Galenitleri pirit ve enarjitlerle birlikte görmek de olasıdır (Şekil 6.5 ve 6.6). Ayrıca kalkopiritlerce ornatılmış galenitler de yer yer izlenmektedir (Şekil 6.16). Bazı galenitlerin ise deformasyonların etkisi ile büküldükleri gözlenmektedir (Şekil 6.17). Galenitlerin, oluşumlarından sonra karbonatlı çözeltilerin etkisiyle serusitleşmeye uğradıkları görülmektedir (Şekil 6.18).



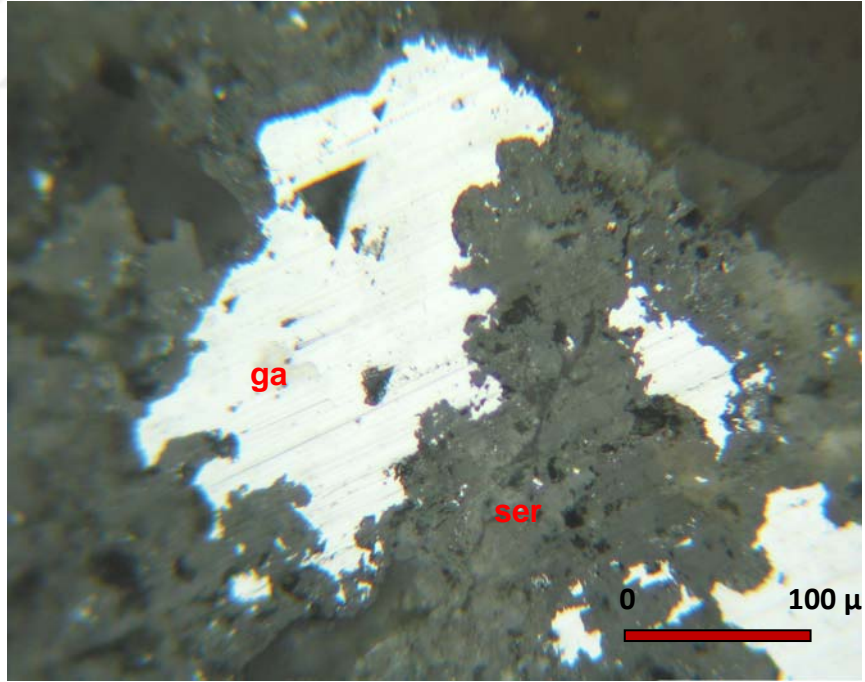
Şekil 6.15 Kalkopirit (kp), galenit (ga), fahlerz (fh), özşekilli kuvars (kv), sfalerit (sf) ve kalkopiritlerin kovelline (ko) dönüşümü (Örnek No: CB 3b)



Şekil 6.16 Kalkopiritin (kp) galeniti (ga) ornatması (Örnek No: CB 1a)

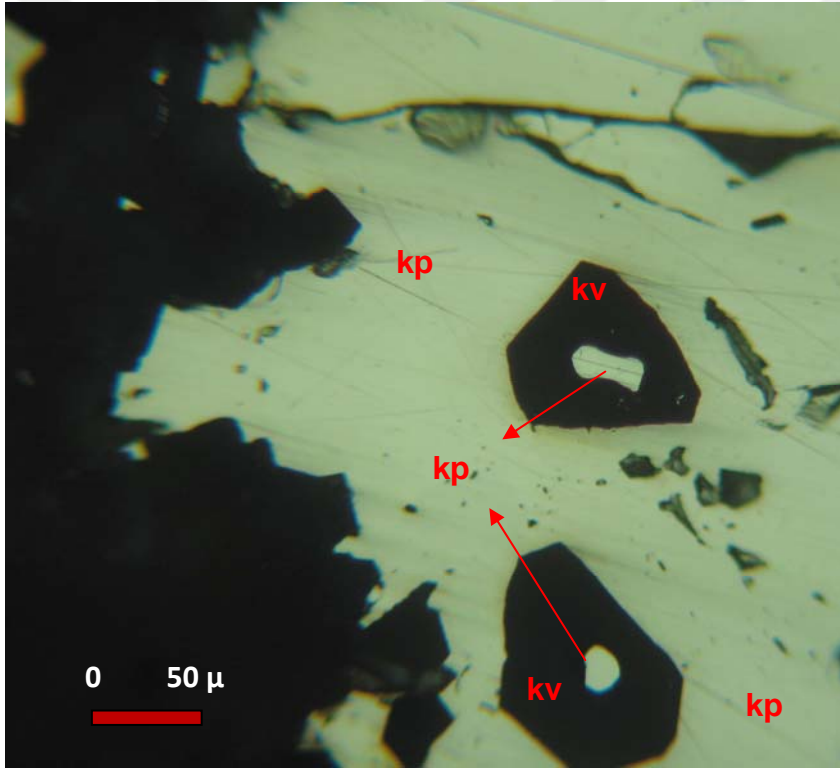


Şekil 6.17 Galenitlerde (ga) deformasyon çizgileri (kırmızı)
(Örnek No: CB 3a)

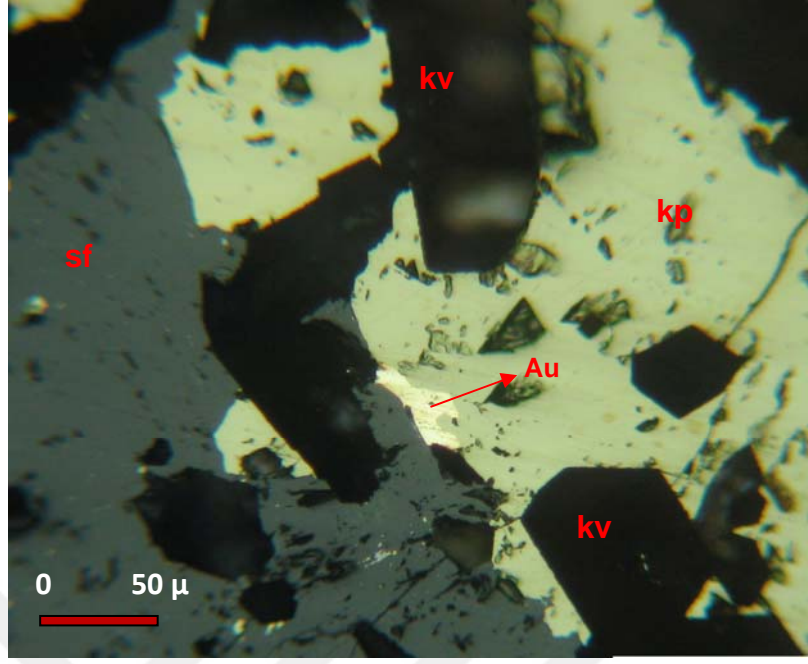


Şekil 6.18 Seruzite (ser) dönüşmüş galenit (ga) (Örnek No: CBY 1-3)

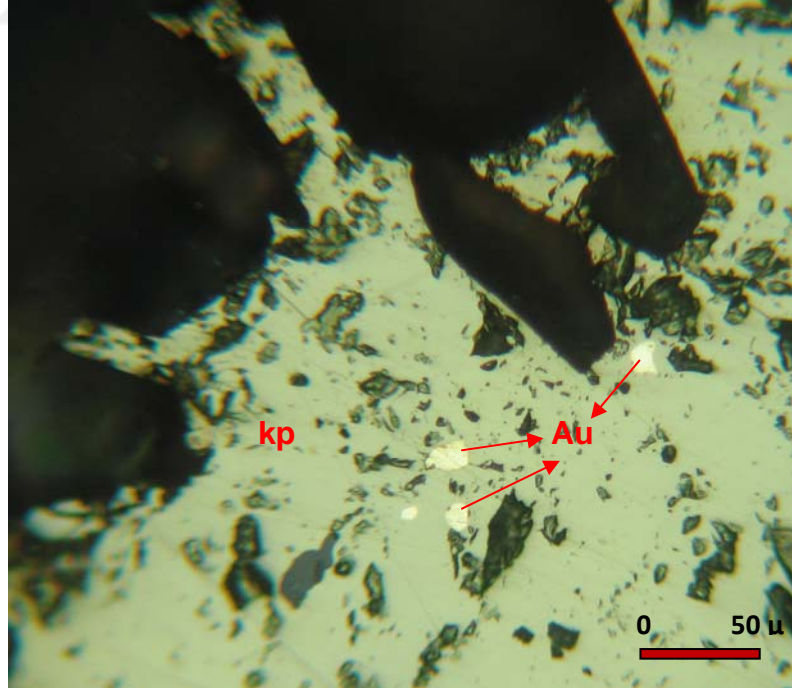
Kalkopirit: Kalkopiritler daha önce belirtildiği gibi sfalerit, galenit, enarjit-luzonit ve altınlarla birlikte (Şekil 6.5-6.15), piritleri keser biçimde (Şekil 6.3) ve sfaleritlerin içinde altın ile kenetli (Şekil 6.8) olarak görülmektedir. Kalkopirit içinde kuvarslar ve kuvarsların içinde kalkopirit kapanımları izlenmektedir (Şekil 6.8 ve 6.19). Sfaleritlerin çatlaklarında görüldükleri gibi (Şekil 6.11), onların sınırlarında altınlarla birlikte bulunmaktadır (Şekil 6.20). Kalkopiritlerin içinde bol miktarda altın kapanımlarını da görmek olasıdır (Şekil 6.21). Kalkopiritler yer yer limonitleşmişler yer yer de galenit ve sfaleritlerin aralarında kovellin ve kalkozinlere dönüşmüşlerdir (Şekil 6.22 ve 6.23).



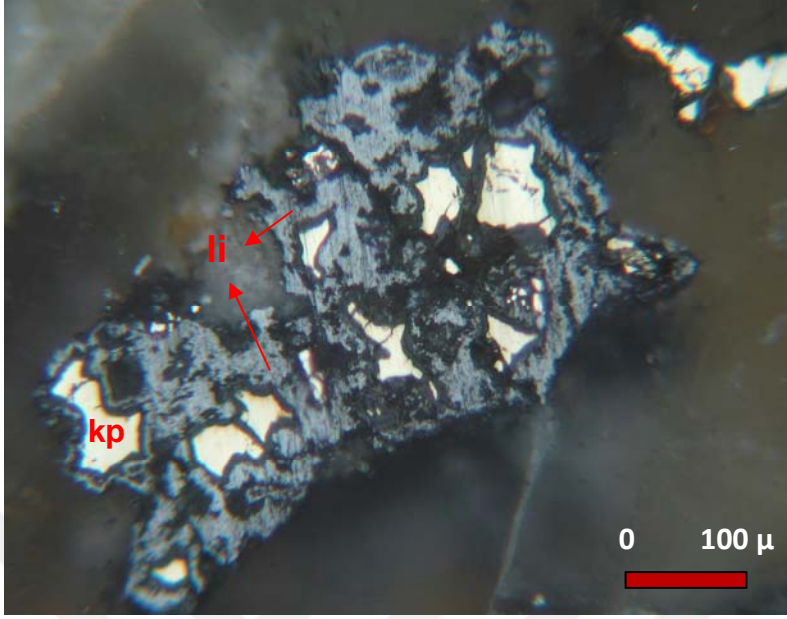
Şekil 6.19 Kalkopirit (kp) içinde kuvars (kv) ve kuvars (ku) içinde kalkopirit (kp) kapanımı (Örnek No: CB 3b)



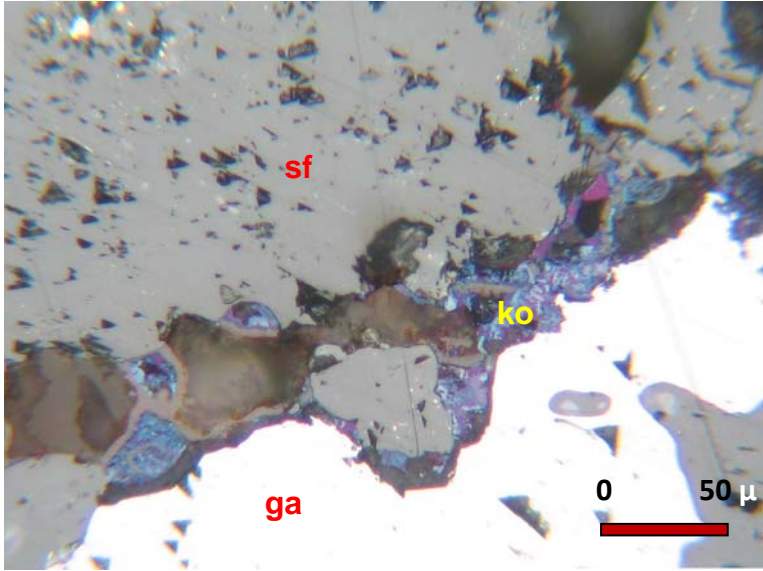
Şekil 6.20 Kalkopirit (kp) içinde özşekli kuvarlar (kv) ve kalkopirit ile sfalerit (sf) sınırında altın (Au) tanesi (Örnek No: CB 3b)



Şekil 6.21 Kalkopirit (kp) içinde altın (Au) tanecikleri (Örnek No: CB 3b)

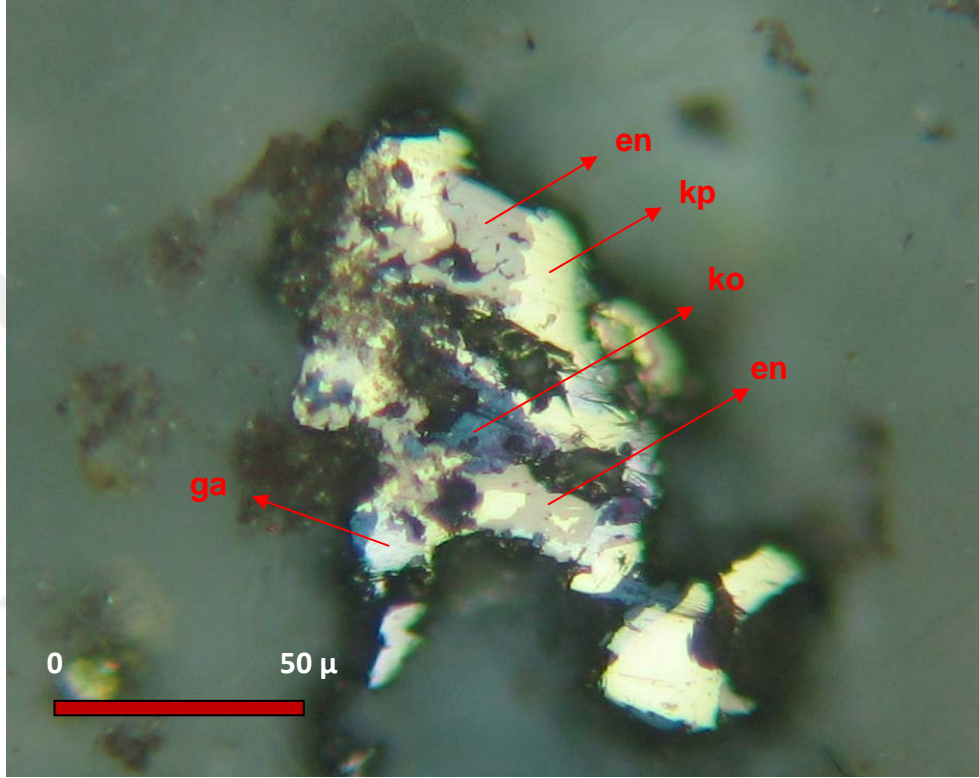


Şekil 6.22 Kalkopiritlerde (kp) kenarlarından itibaren limonite (li) dönüşümler (Örnek No: CB 3a)



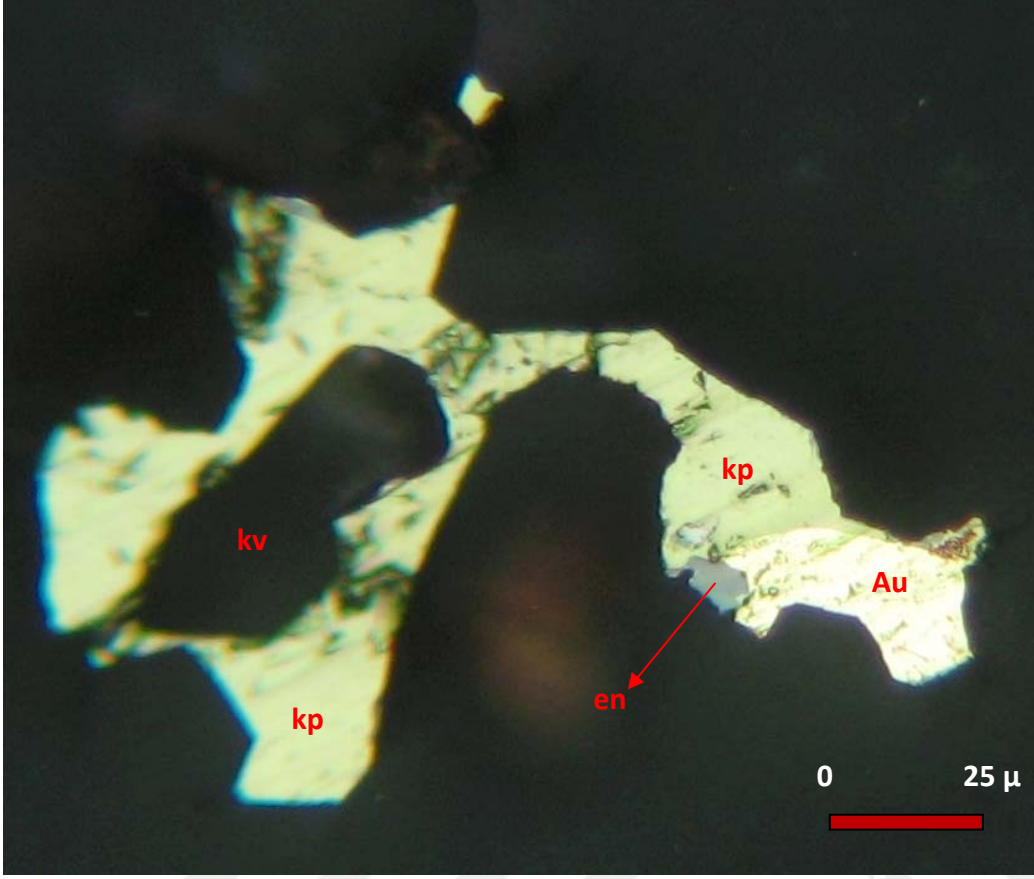
Şekil 6. 23 Sfalerit (sf) ve galenit (ga) arasında kovellin (ko) oluşumları (Örnek No: CBY1-2)

Enarjit-Luzonit: Enarjit ve luzonit oluşumları hakkında yukarıda bilgiler verilmiş idi. Bu minerallerin gang içinde pirit, sfalerit, kalkopirit ve galenit ile olan birliktelikleri görülmektedir (Şekil 6.3, 6.5, 6.6 ve 6.24). Yapılan ayrıntılı cevher mikroskopik gözlemler sonucu kalkopirit ve altınla kenetli enarjit birlikteliğine de rastlanmıştır (Şekil 6.25).



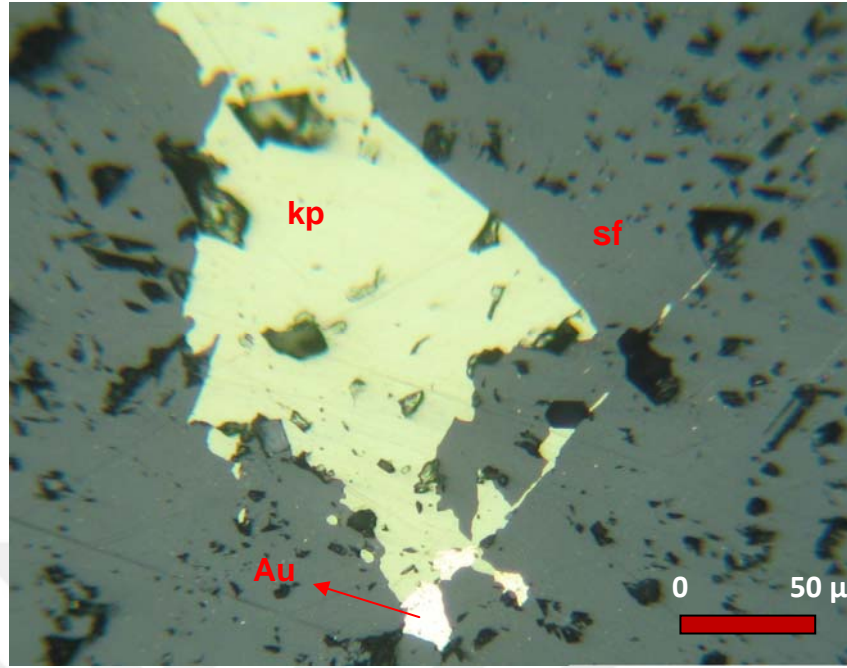
Şekil 6.24 Kalkopirit (kp), kovellin (ko), enarjit (en) ve galenit (ga) birlikteliği (Örnek No: CB 15-2)

Altın: Buraya kadar olan cevher mineralleri anlatımları sırasında boyutları 30 mikrona kadar çıkan altınların özellikle kalkopiritlerle kenetli olarak görüldüğü (Şekil 6.8-6.9) ve kalkopiritler içinde kapanımlar halinde bulunduğu (Şekil 6.21), kalkopirit ve enarjit ile kenetli (Şekil 6.25), sfalerit içinde damar (Şekil 6.13), sfalerit çatlağında galenitle beraber (Şekil 6.13) geliştiklerinden daha önce bahsedilmiştir. Boyutları 30 mikron civarında olan altın tanelerini sfaleritin içinde damar olarak kalkopiritlerle kenetli durumda görüldüğü de olmaktadır (Şekil 6.26).

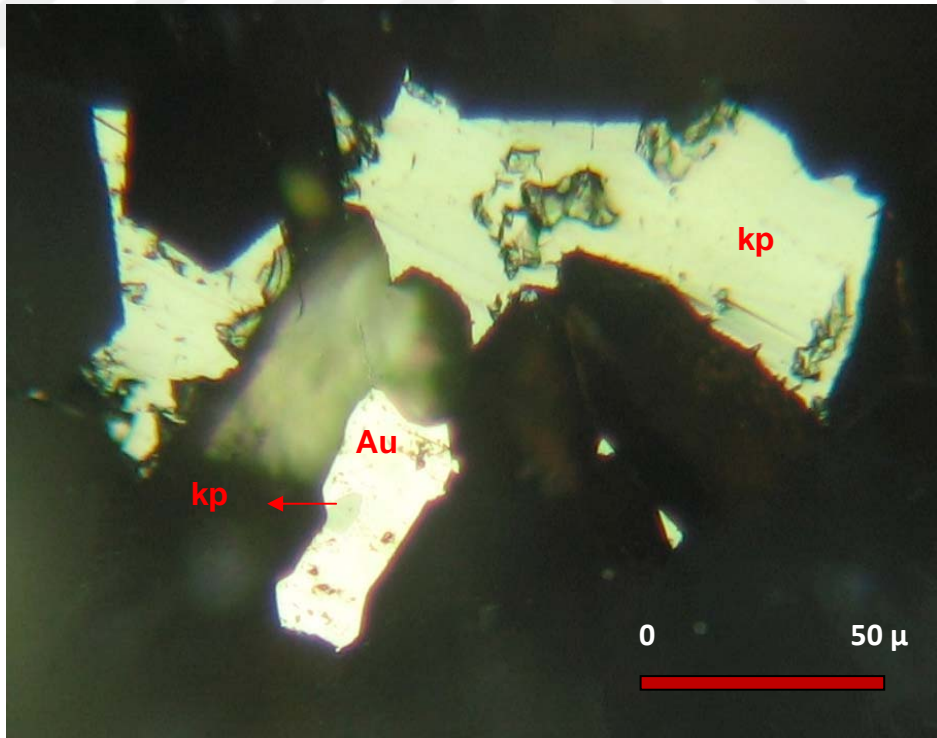


Şekil 6.25 Kalkopiritle (kp) ve altın (Au) kenetli enarjit (en) ve kalkopirit (kp) içinde özşekilli kuvars (kv) (Örnek No: CB 15-2)

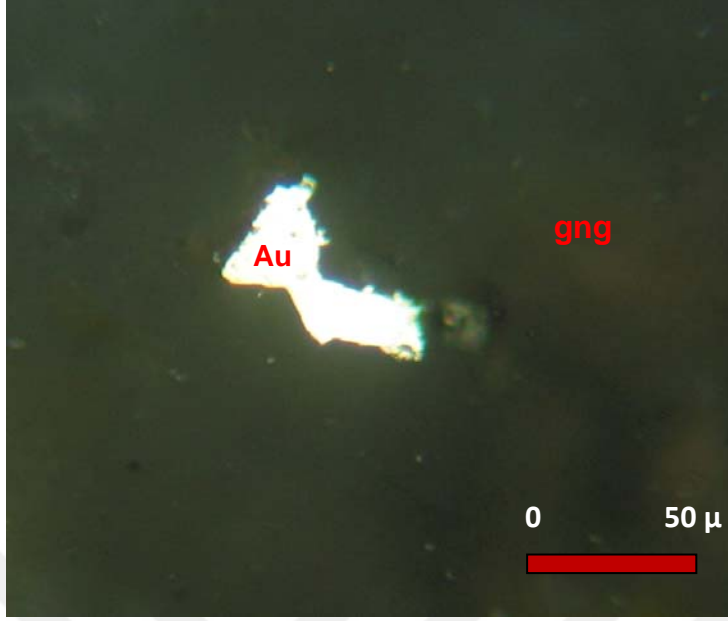
Altınlar gerek gang mineralleri içinde serbest taneler (Şekil 6.27 ve 6.28) gerekse kuvars mineralleri ile birlikte ve onların kenarlarında (Şekil 6.29-6.30) izlenebilmektedir.



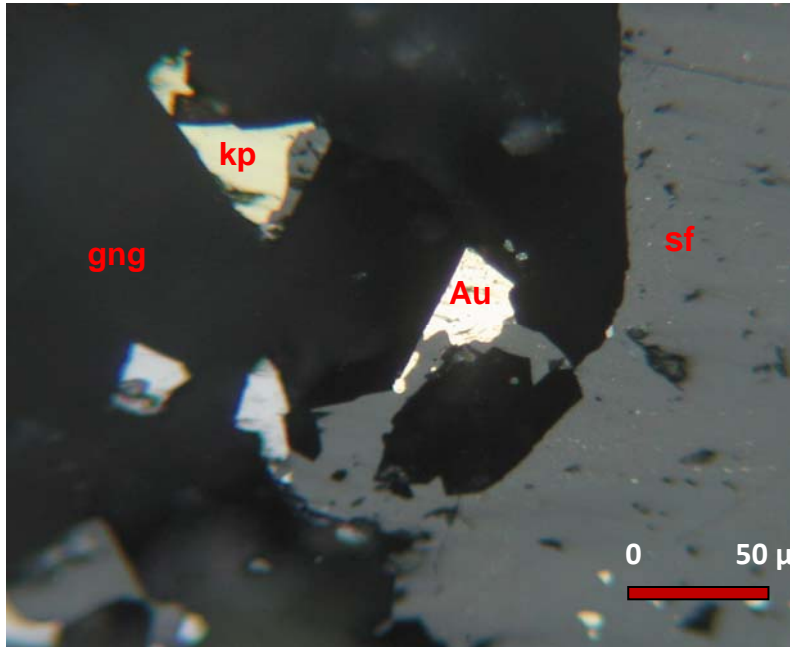
Şekil 6.26 Sfalerit (sf) içinde kalkopiritle (kp) kenetli altın (Au) taneleri (Örnek No: CB 3b)



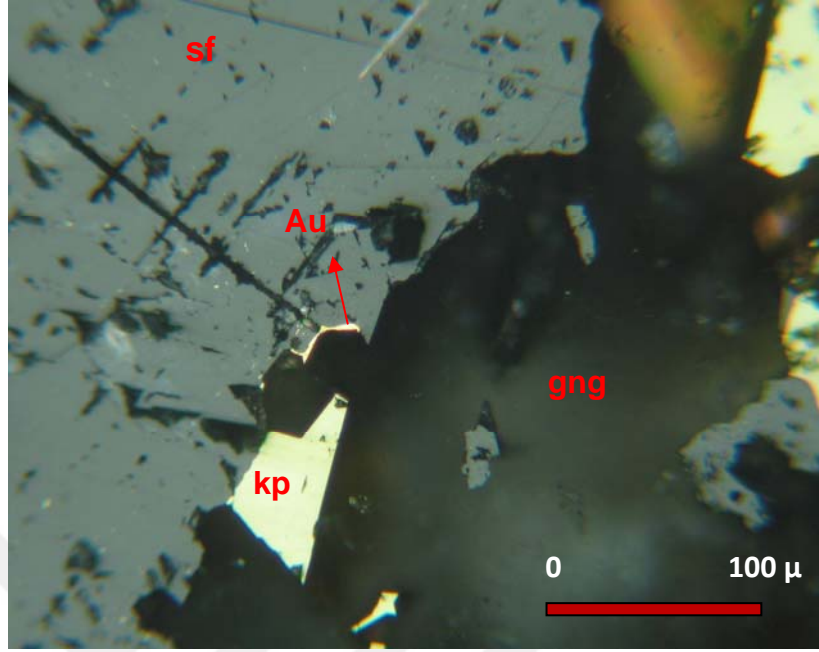
Şekil 6.27 Gang içinde altın (Au) ve altın içinde kalkopirit (kp) kapanımı (Örnek No: CB 3b)



Şekil 6.28 Gang (gng) içinde serbest altın (Au) tanecikleri
(Örnek No: CB 3b)



Şekil 6.29 Gang (gng) içinde sfalerit (sf) kenarında altın (Au)
ve gang içinde serbest kalkopirit (kp) (Örnek No: CB 3b)



Şekil 6.30 Gang (gng) ile sfalerit (sf) sınırında (olasılıkla kuvars ile sfalerit arasında) altın (Au) oluşumu. Gang içinde serbest kalkopirit (kp) (Örnek No: CB 3b)

Cevher mikroskobik çalışmalardan elde edilen verilere göre, altere bazaltlardaki alterasyonlar sırasında rutiller ve onu izleyen evrede ise sfalerit ve piritlerin (sfalerit kapanımlı piritler) oluşmuş olduğu düşünülmektedir. Daha sonra sülfitlerin yoğun olarak oluştuğu evrede ise önce sfaleritler (bal renkli yani demirce fakir) daha sonra da birbiriyle eş zamanlı olarak pirit, kalkopirit, galenit, fahlerz, enarjit-luzonit ve altınların oluştuğuna dair önemli veriler elde edilmiştir. Özellikle kalkopirit ve altınların birlikte oluştukları, bu sırada da özşekilli kuvarsların meydana geldiğine işaret eden çok sayıda kanıt bulunmuştur. Enarjit ve altının birlikte oluşumları da dikkati çeken bir diğer durumdur.

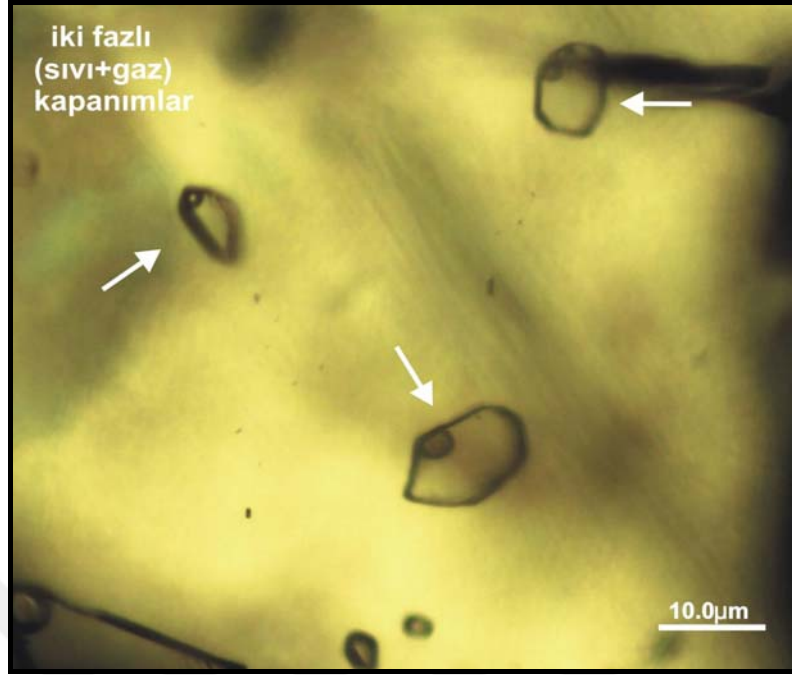
7. SIVI KAPANIM ÇALIŞMALARI

Cevher oluşturan çözeltilerin sıcaklık, basınç ve tuzluluk gibi bazı karakteristik özelliklerini belirlemek üzere bazı cevher ve iri kristalli örnekler seçilmiştir. Bunlardan cevher damarlarını temsil eden CB 15-2 örneğinde sfalerit ve kuvars minerallerinde ölçümler yapılmıştır. İri baritlerin olduğu CB 10 örneğinde baritlerde sıvı kapanım çalışmaları yapılırken barit ve cevher damarlarının bir arada gözlemlendiği CBY 1-2 örneğinde hem barit hem kuvarslarda çalışılmıştır. Cevher damarından alınan CBY 2-5 örneğinde ise kuvars kristalleri üzerinde mikrotermometrik ölçümler yapılmıştır. Örnek adlamaları için Ek1'e bakılabilir.

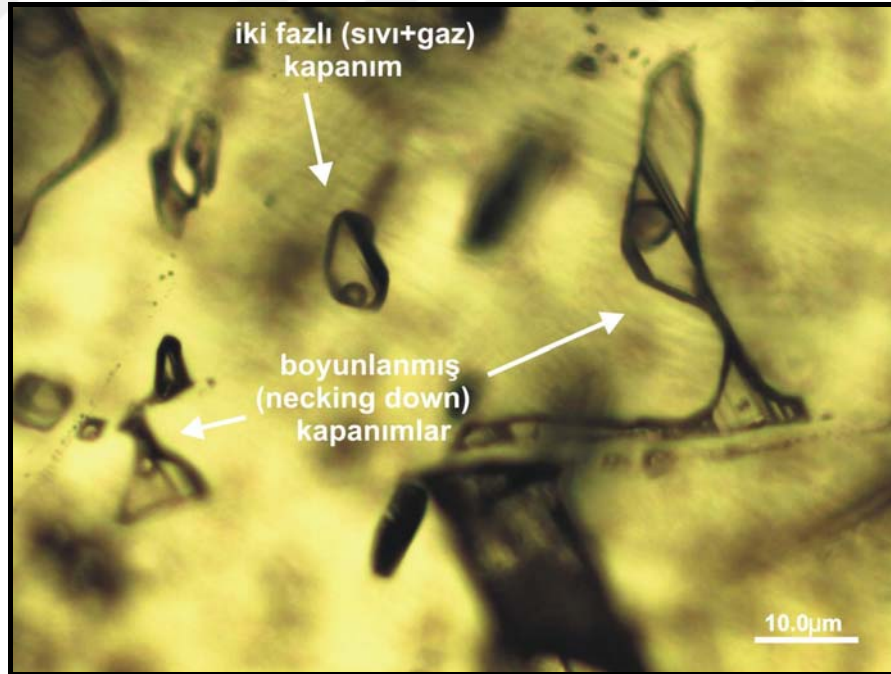
7.1 CB 15-2 Örneğinde Sıvı Kapanım Çalışmaları

CB 15-2 numaralı örnekte demir içeriği düşük sfalerit ve kuvarslarda sıvı kapanım çalışmaları yapılmıştır. Demir içeriği düşük sfaleritlerde yapılan incelemelerde birincil ve ikincil kökenli kapanımlara rastlanmıştır. Birincil kökenli kapanımların büyük çoğunluğunu iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar oluşturmaktadır. Tek fazlı (sıvı) ve (gaz) kapanımlar ise daha eser oranda görülmektedir ve bu kapanımlar genellikle ikincil kökenlidir.

Birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımların büyük çoğunluğu izole ve kristal düzlemine paralel dizilim göstermektedir. Kapanımlar yuvarlak, tüp ve/veya prizmatik şekillidir. Negatif kristal şekilli ve düzensiz şekilli olanları da mevcuttur (Şekil 7.1). Bazı bal rengi sfaleritler içindeki kapanımlarda boyunlanmalar (necking down), kuyruklanmalar izlenmektedir (Şekil 7.2). Bu boyunlanmalar nedeniyle oluşan farklı hacim doldurma oranlarına sahip iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda mikrotermometrik analizler yapılmamıştır.



Şekil 7.1 CB 15-2 nolu örneğin bal rengi sfaleritlerinde izlenen yuvarlak ve/veya düzensiz şekilli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar



Şekil 7.2 CB 15-2 nolu örneğin bal rengi sfaleritlerinde görülen boyunlanmış kapanımlar

İncelenen iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda genellikle sıvı fazın gaz faza olan oranı fazladır. Gaz fazın hakim olduğu kapanımlar da mevcuttur. Birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımların bir kısmı içelti/yavru mineraller (daughter minerals) içermektedir (Şekil 7.3).



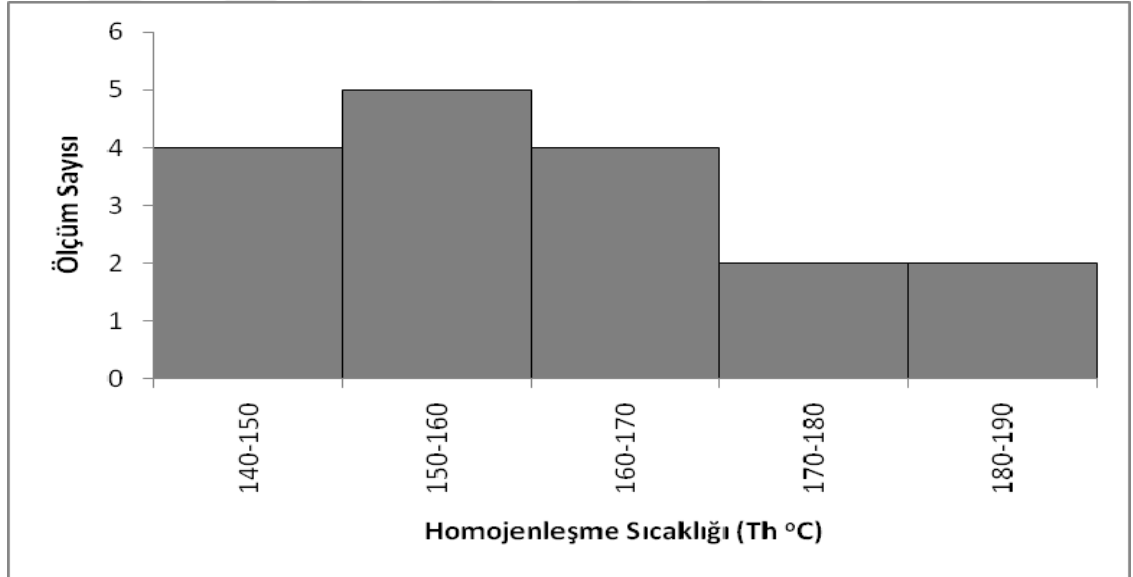
Şekil 7.3 CB 15-2 nolu örneğin bal rengi sfaleritlerinde görülen içelti/yavru mineraller (daughter minerals) içeren iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar

Ölçüm yapılan iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımların boyutları genellikle 6-80 mikrometre arasında değişmektedir. 16-40 mikrometre arasındaki kapanımlar daha yaygın olarak izlenmektedir. Kapanımlardaki sıvı fazın gaz faza olan oranı fazladır. Üzerinde ölçüm yapılan kapanımların tümü sıvı faza homojenleşmiştir.

Demir içeriği düşük sfaleritlerdeki iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda yapılan mikrotermometrik ölçümler sonucu elde edilen homojenleşme sıcaklıkları (Th °C) aşağıda Çizelge 7.1 ve Şekil 7.4'de verilmektedir.

Çizelge 7.1 CB 15-2 nolu örneğin demir içeriği düşük sfaleritlerdeki iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda ölçülen homojenleşme sıcaklık değerleri

142	154	170
144	156	173
148	157	175
150	166	186
152	168	187
153	170	



Şekil 7.4 CB 15-2 nolu örneğin demir içeriği düşük sfaleritlerdeki iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda ölçülen homojenleşme sıcaklık değerlerinin dağılımı

Yapılan 17 adet ölçüme göre, sfaleritlerde iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımların homojenleşme sıcaklığı 140-190 °C arasında değişmektedir.

Demir içeriği düşük sfaleritlerdeki homojenleşme sıcaklıklarının (Th°C) ölçüldüğü iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda yapılan soğutma çalışmalarıyla son buz ergime

sıcaklıkları (T_m °C) bulunmuştur. Ölçülen son buz ergime sıcaklıkları (T_m °C); bunlara karşılık gelen % NaCl eşdeğerleri Bodnar'ın (1993) eşitliği kullanılarak hesaplanmış ve aşağıda çizelge 7.2'de verilmiştir.

Çizelge 7.2 CB 15-2 nolu örneğin demir içeriği düşük sfaleritlerindeki iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımların son buz ergime sıcaklık (T_m °C)) ve tuzluluk (%NaCl eşdeğeri) değerleri

T_m (°C)	%NaCl eşdeğeri	T_m (°C)	%NaCl eşdeğeri
- 1.2	2.1	- 0.3	0.5
- 1.0	1.7	- 0.2	0.4
- 0.9	1.6	- 0.2	0.4
- 0.8	1.4	- 0.1	0.2
- 0.5	0.9	0	0
- 0.4	0.7	0	0

Bu değerlere göre, demir içeriği düşük sfaleritleri oluşturan eriyiğin/çözeltinin tuzluluğu %0 - 2.1 NaCl eşdeğeri arasında değişmektedir. Düşük tuzluluk değerleri, eriyiğin/çözeltinin yer yer meteorik sularla karıştığını göstermektedir.

7.2 CB 10 Örneğinde Sıvı Kapanım Çalışmaları

Sıvı kapanım çalışmaları CB10 numaralı örneğin barit kristallerinde yapılmıştır. Bu incelemelerde ise birincil ve ikincil kökenli kapanımlara rastlanmıştır. Birincil kökenli kapanımların büyük çoğunluğunu tek fazlı (sıvı) kapanımlar oluştururken, iki fazlı (sıvı+gaz) ve tek fazlı (gaz) kapanımlar eser oranlarda izlenmiştir (Şekil 7.5).



Şekil 7.5 CB 10 no'lu örneğin baritlerinde izlenen tek fazlı (sıvı) kapanımlar

İncelenen kapanımlar genellikle yuvarlak ve/veya düzensiz şekillidir. Barit içerisinde yaygın olarak tek fazlı (sıvı) kapanımlarda boyunlanmalar (necking down) gözlenmektedir (Şekil 7.6). Bu boyunlanmalar nedeniyle farklı hacim doldurma oranlarına sahip iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar ortaya çıkmıştır. Bu tür kapanımlarda mikrotermometrik analizler yapılmamıştır.



Şekil 7.6 CB 10 nolu örneğin baritlerinde izlenen boyunlanmış tek fazlı (sıvı) kapanımlar

Barit kristallerinde tespit edilen iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar genellikle küçük topluluklar halinde tek fazlı (sıvı) kapanımlarla birlikte izlenmektedir (Şekil 7.7).



Şekil 7.7 CB 10 nolu örneğin baritlerinde gözlenen iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar

Ölçüm yapılan iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımların boyutları genellikle 1-6 mikrometre arasında değişmektedir. Kapanımlarda sıvı fazın gaz faza olan oranı oldukça fazla olup, kapanımların tümü sıvı faza homojenleşmiştir.

Baritlerde eser oranda izlenen iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda yapılan mikrotermometrik ölçümler sonucu elde edilen homojenleşme sıcaklıkları (T_h °C) aşağıda çizelge 7.3’de verilmektedir.

Çizelge 7.3 CB 10 nolu örneğin baritlerindeki iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda ölçülen homojenleşme sıcaklık değerleri

70	100	112
86	103	121
98	110	135

Yapılan 9 adet ölçüm sonucuna göre baritin homojenleşme sıcaklığı 70-135 °C arasında değişmektedir. Elde edilen bu homojenleşme sıcaklık değerlerinin yanı sıra, örnekte oldukça yaygın tek fazlı (sıvı) kapanımların izlenmesi, barit kristallerinin 100 °C' nin altındaki sıcaklıklarda da oluşumuna devam ettiğini göstermektedir.

Isıtma analizlerinde sırasında homojenleşme sıcaklıklarının ölçümlerinde, 10-15 mikrometre büyüklüğe sahip kapanımların özellikle 130 °C ve daha yüksek sıcaklık değerlerinde bozulduğu, karardığı (decrepitation) izlenmektedir. Birçok tek fazlı (sıvı) kapanım gaz fazı oluşturarak iki fazlı (sıvı+gaz) hale gelmiştir. Yaygın izlenen bu faz değişimi ve bozulma, kararmalar yeniden dengeye ulaşma dokularıdır. Sıvı kapanımlarda yapılan deneysel çalışmalar yeniden dengeye ulaşma koşullarının sıvı kapanımların mineralojisine, şekline, boyutuna ve sıvı bileşimine bağlı olduğunu göstermiştir. Özellikle kapanımların şekli ve boyutları oldukça önemlidir (Pecher 1981, Bodnar vd. 1989, Sterner ve Bodnar, 1989, Bakker ve Jansen 1991). Kapanımlarda izlenen bozulma ve kararmaların genellikle iri boyutlu kapanımlarda gözlenmesinin nedeni, büyük/iri boyutlu kapanımların küçük boyutlu sıvı kapanımlara göre yüksek basınç farklılıklarına daha az dayanıklı olmasıdır.

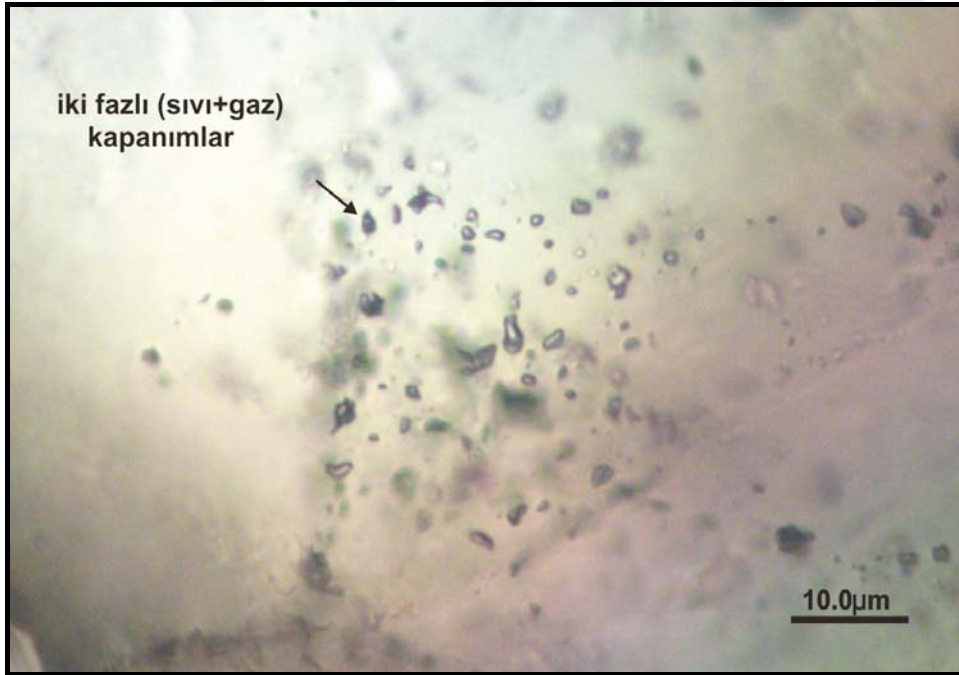
Homojenleşme sıcaklıklarının ölçüldüğü kapanımların küçük boyutlu olması nedeniyle, soğutma analizlerinde faz değişimleri izlenememiş ve son buz ergime (T_m °C) sıcaklık değerleri bulunamamıştır. Bu nedenle bariti oluşturan eriyiğin/çözeltinin tuzluluğu hesaplanamamıştır.

Tek fazlı (sıvı) kapanımlarla tek fazlı (gaz) kapanımların birlikte gözlenmesi açık sistemdeki oluşumu göstermektedir. Açık sistemde etkiyen litostatik basınç olmadığı

için homojenleşme sıcaklıkları (T_h °C), doğrudan oluşum sıcaklığı (T_o °C) olarak alınabilmektedir.

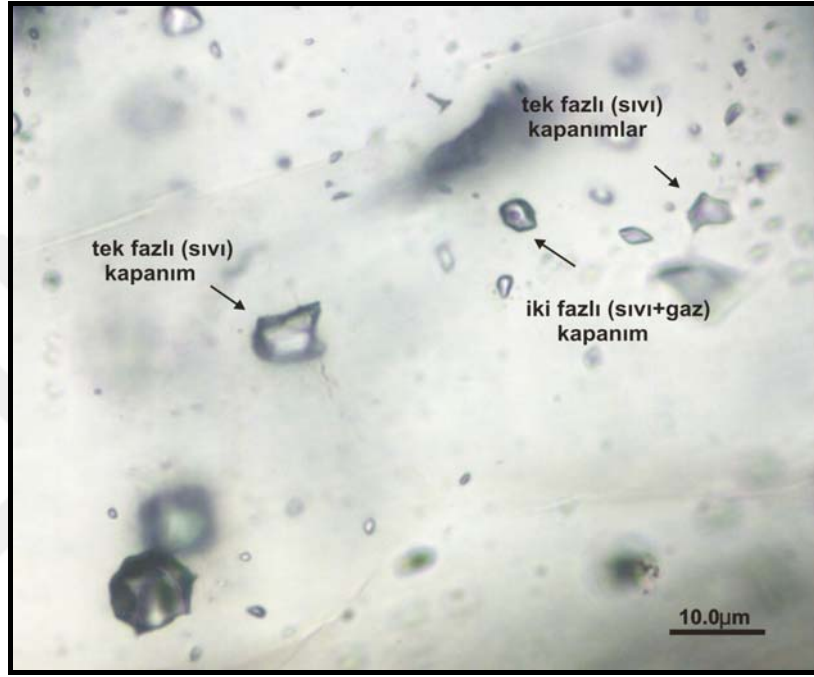
7.3 CBY 1-2 Örneğinde Sıvı Kapanım Çalışmaları

CBY 1-2 numaralı örneğin kuvars ve baritlerinde sıvı kapanım çalışmaları yapılmıştır. Örneğin kuvarsları oldukça ince kristallidir. Ölçüm yapılabilecek nitelikte iki fazlı (sıvı+gaz) sıvı kapanıma eser oranda rastlanmıştır. Kapanımlar genellikle 1 mikrometreden daha küçük boyutlardadır. Yaklaşık 2-3 mikrometre büyüklüğünde (Şekil 7.8), düzensiz şekilli 4 adet iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımda yapılan mikrotermometrik analiz sonucu elde edilen homojenleşme sıcaklıkları (T_h °C) sırasıyla; 257 °C, 260 °C, 263 °C, 271 °C'dir Kapanımların küçük boyutlu olması nedeniyle soğutma analizleri yapılmamış ve kapanımların tuzluluk değerleri hesaplanmamıştır.



Şekil 7.8 CBY 1-2 nolu örneğin kuvarslarında görülen birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar

Barit kristallerinde ise yaygın olarak birincil kökenli kapanımlara rastlanmıştır. Birincil kökenli kapanımların büyük çoğunluğunu tek fazlı (sıvı) kapanımlar oluşturmaktadır. Tek fazlı (gaz) ve iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar daha az oranda izlenmektedir (Şekil 7.9). Birincil kökenli sıvı kapanımlar genellikle düzensiz şekillidirler. Yuvarlak ve/veya elipsoidal şekilli kapanımlar da barit içerisinde mevcuttur.



Şekil 7.9 CBY 1-2 nolu örneğin barit kristallerinde izlenen birincil kökenli tek fazlı (sıvı) ve iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar

Barit içerisinde tek fazlı (sıvı) kapanımlarda yaygın olarak boyunlanmalar (necking down) gözlenmektedir (Şekil 7.10). Bu boyunlanmalar nedeniyle kapanımlar tamamen gaz fazı dolu izlenmektedir. Ayrıca farklı hacim doldurma oranlarına sahip iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar da ortaya çıkmıştır. Bu tür kapanımlarda mikrotermometrik analizler yapılmamıştır.



Şekil 7.10 CBY 1-2 nolu örneğin barit kristallerinde yaygın görülen boyunlanmış (necking down) sıvı kapanımlar

Ölçüm yapılan iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımların boyutları genellikle 2-16 mikrometre arasında değişmektedir. Kapanımlardaki sıvı fazın gaz faza olan oranı fazladır. Bu kapanımların tümü sıvı faza homojenleşmiştir.

Baritlerdeki iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda yapılan mikrotermometrik ölçümler sonucu elde edilen homojenleşme sıcaklıkları (T_h °C) aşağıda çizelge 7.4'te verilmektedir.

Çizelge 7.4 CBY 1-2 nolu örneğin baritlerindeki iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda ölçülen homojenleşme sıcaklık değerleri

87	103
98	108
101	

Yapılan 5 adet ölçüm sonucuna göre baritin homojenleşme sıcaklığı 87-108 °C arasında değişmektedir. Elde edilen bu homojenleşme sıcaklık değerlerinin yanı sıra, örnekte oldukça yaygın tek fazlı (sıvı) kapanımların izlenmesi, barit kristallerinin 100 °C' nin altındaki sıcaklıklarda da oluşumuna devam ettiğini göstermektedir.

Homojenleşme sıcaklıklarının (T_h °C) ölçüldüğü iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda yapılan soğutma çalışmalarıyla son buz ergime sıcaklıkları (T_m °C) bulunmuştur. Ölçülen son buz ergime sıcaklıkları (T_m °C); bunlara karşılık gelen % NaCl eşdeğerleri Bodnar'ın (1993) eşitliği kullanılarak hesaplanmış ve aşağıda Çizelge 7.5'te verilmiştir.

Çizelge 7.5 CBY 1-2 nolu örneğin baritlerindeki iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımların son buz ergime sıcaklık (T_m (°C)) ve tuzluluk (%NaCl eşdeğeri) değerleri

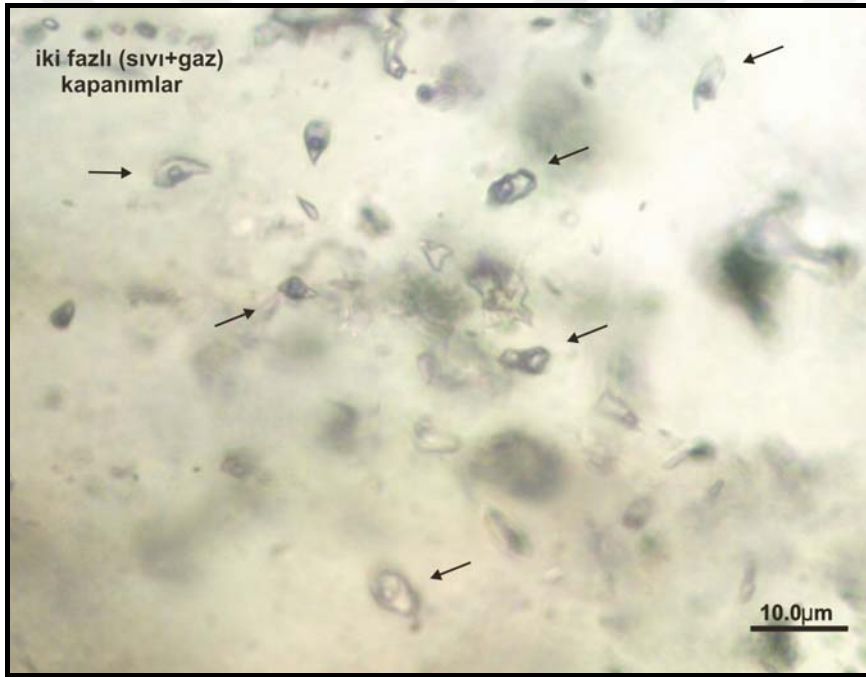
T_m (°C)	%NaCl eşdeğeri	T_m (°C)	%NaCl eşdeğeri
- 0.8	1.4	- 0.2	0.4
- 0.6	1.1	- 0.2	0.4
- 0.5	0.9	0	0
- 0.4	0.7		

Bu değerlere göre, bariti oluşturan eriyiğin/çözeltinin tuzluluğu %0-1.4 NaCl eşdeğeri arasında değişmektedir. Düşük tuzluluk değerleri, eriyiğin/çözeltinin yer yer meteorik sularla karıştığını göstermektedir.

Tek fazlı (sıvı) kapanımlarla tek fazlı (gaz) kapanımların birlikte gözlenmesi açık sistemdeki oluşumu göstermektedir. Açık sistemde etkiyen litostatik basınç olmadığı için homojenleşme sıcaklıkları (T_h °C), doğrudan oluşum sıcaklığı (T_o °C) olarak alınabilmektedir.

7.4 CBY 2-5 Örneğinde Sıvı Kapanım Çalışmaları

Sıvı kapanım çalışmaları CBY 2-5 numaralı örnekteki kuvarslarda yapılmıştır. Kuvarslar daha çok ince kristallidir. İnce kristalli kuvarslar içerisinde sıvı kapanım analizleri uygun nitelikte kapanıma rastlanmamıştır. Olası kapanımların büyük çoğunluğu 1 mikrometreden oldukça küçüktür. Nispeten daha iri kristalli (>1.5mm) kuvarslarda ise az bollukta kapanım tespit edilebilmiştir. İncelemelerde birincil ve ikincil kökenli kapanımlar izlenmektedir. Birincil kökenli kapanımların büyük çoğunluğunu iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar oluşturmaktadır (Şekil 7.11). Tek fazlı (sıvı) ve tek fazlı (gaz) kapanımlar ise genellikle eser bolluktedir.



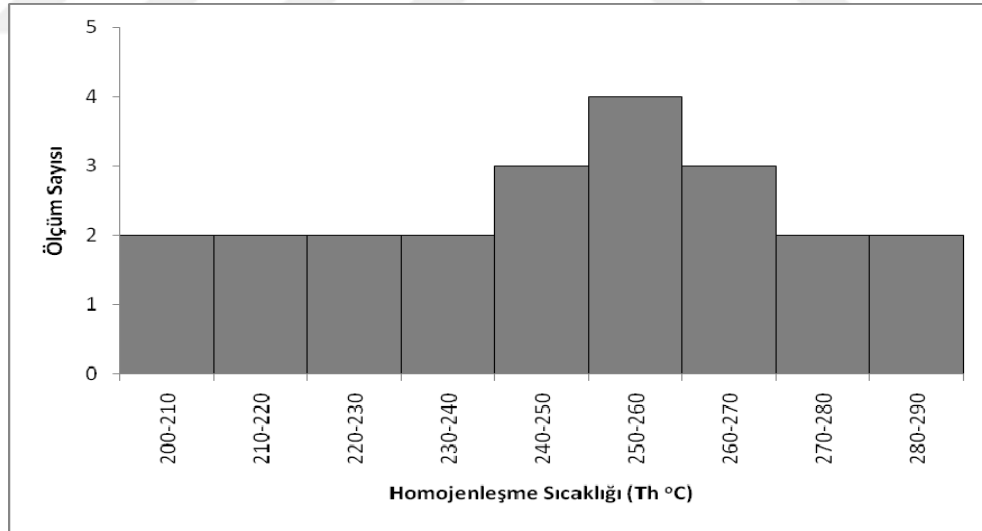
Şekil 7.11 CBY 2-5 nolu örneğin kuvarslarında izlenen iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar

Kuvarslardaki kapanımlar genellikle düzensiz şekillidirler. İki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlardaki sıvı fazın gaz faza olan oranı fazladır. Ölçüm yapılan kapanımlar sıvı faza homojenleşmiştir.

Kuvarlardaki birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda yapılan mikrotermometrik ölçümler sonucu elde edilen homojenleşme sıcaklıkları (Th°C) aşağıda çizelge 7.6 ve şekil 7.12’de verilmektedir.

Çizelge 7.6 CBY 2-5 nolu örneğin kuvarlarındaki birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda ölçülen homojenleşme sıcaklık değerleri

203	231	256	277
209	235	259	280
216	242	260	282
218	244	267	286
221	250	268	
224	251	270	



Şekil 7.12 CBY 2-5 nolu örneğin kuvarlarındaki birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda ölçülen homojenleşme sıcaklık değerlerinin dağılımı

Yapılan 22 adet ölçüm sonucuna göre kuvarsin homojenleşme sıcaklığı 200-290 °C arasında değişmektedir. Histograma bakıldığında özellikle 240-270 °C arasındaki sıcaklıklar arasında yoğunlaşmalar izlenmektedir.

Homojenleşme sıcaklıklarının (T_h °C) ölçüldüğü iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda yapılan soğutma çalışmalarıyla son buz ergime sıcaklıkları (T_m °C) bulunmuştur. Ölçülen son buz ergime sıcaklıkları ve bunlara karşılık gelen % NaCl eşdeğerleri Bodnar'ın (1993) eşitliği kullanılarak hesaplanmış ve aşağıda Çizelge 7.7'de verilmiştir.

Çizelge 7.7 CBY 2-5 nolu örneğin kuvarslarındaki birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda ölçülen son buz ergime sıcaklık (T_m (°C)) ve tuzluluk (%NaCl eşdeğeri) değerleri

T_m (°C)	%NaCl eşdeğeri	T_m (°C)	%NaCl eşdeğeri
- 4.5	7.2	- 4.0	6.5
- 4.4	7.0	- 4.0	6.5
- 4.2	6.7	- 3.9	6.3

Yapılan 6 adet son buz ergime (T_m °C) değerine göre, kuvarsi oluşturan eriyiğin/çözeltinin tuzluluğu % 6.3 - 7.2 NaCl eşdeğeri arasında değişmektedir.

Tek fazlı (sıvı) kapanımlarla tek fazlı (gaz) kapanımların birlikte gözlenmesi açık sistemdeki oluşumu göstermektedir. Açık sistemde etkiyen litostatik basınç olmadığı için homojenleşme sıcaklıkları (T_h °C), doğrudan oluşum sıcaklığı (T_o °C) olarak alınabilmektedir.

Sonuç olarak elde edilen sıcaklık ve tuzluluk verilerine bir bütün halinde bakıldığında (Çizelge 7.8) ve cevher mikroskobik veriler ışığında ilk olarak 70-110°C arasındaki sıcaklık ve % 0–1.4 NaCl eşdeğer tuzluluk koşullarında baritler oluşmuştur. Daha sonra 140-190°C oluşum sıcaklıklarında ve % 0–2.1 NaCl eşdeğer tuzlulukları olan çözeltilerden itibaren sfaleritler oluştuğu kabul edilmektedir. Baritler ile sfaleritler

birbirini izleyen evrelerde oluştukları düşünülebilir. Bu mineralleren sonra polarizan ve cevher mikroskopik çalışmalardan da belirlendiği gibi kuvarslar oluşmuştur. Bu evrede sıcaklık 200-290°C'ler arasına yükselmiştir. Silisli bu çözeltilerin oluştuğu sırada tuzlulukların da % 6-7 NaCl eşdeğerlerine ulaşarak artmış olduğu görülmektedir.

Çizelge 7.8 Balcılar cevherleşmelerinde barit, sfalerit ve kuvars kristallerinin sıcaklık ve tuzluluk değerleri

SICAKLIK (°C)	Barit	Sfalerit	Kuvars	TUZLULUK (% NaCl)	Barit	Sfalerit	Kuvars
CBY 1-2	87-108	-----	257-271	CBY 1-2	0-1.4	-----	Ölçülmedi
CB 15-2		142-187	-----	CB 15-2	-----	0-2.1	-----
CB 10	70-135	-----	-----	CB 10	-----	-----	-----
CBY 2-5	-----	-----	203-286	CBY 2-5	-----	-----	6.3 - 7.2

8. JEOKİMYA

Yapılan mineralojik-petrografik incelemeler sonucu Balcılar sahasında az altere bazaltlar; ileri derecede altere bazaltlar; silisleşmiş, killeşmiş, alunitli ve baritli cevher örneklerinde ana element oksitlerin, eser elementlerin ve nadir toprak elementlerinin dağılımlarını belirlemek ve cevherleşme ile ilgili olan davranışlarını kontrol etmek amacıyla 26 örnek yurtdışında analiz ettirilmiştir. Analiz sonuçları çizelge 8.1 - 8.4'de sunulmuştur. Ayrıca 11 örnekte üst dedeksiyon limitlerini aşan Ba, Cu, Pb, ve Zn değerlerinin tam sonuçlarını elde etmek için AÜMF laboratuvarlarında analizler yapılmış ve sonuçlar Çizelge 8.5'de verilmiştir. Örneklere verilen isimler Ek-1 de görülebilir. Analizlere ait alt dedeksiyon limitleri ise her element için çizelgelerde gösterilmiştir.

Her çizelgede örnekler gruplanmış ve her grup ayrı ayrı sırasıyla verilmiştir. Böylece gruplardaki element veya element topluluklarına birlikte bakma olanağı sağlanmıştır.

Değerlendirmeler sırasında analiz değerleri sayıların oluşturacağı yoğunluktan kaçınmak için yuvarlatılarak kullanılmıştır. Tüm örnekler volfram karbür havanda öğütülmüştür. Kullanılan havanın aşınmaya karşı dayanıklı olduğu düşünülse de kontrol edilemeyen kirlenmeler olabileceği varsayımı ile analizlerdeki W değerleri hakkında değerlendirme yapılmamıştır.

Doğal olarak bir örnekte element değerlerinin yüksekliği göreceli bir kavramdır. Çizelgelerde gösterilen örneklerin tek tek veya toplu olarak düşük, yüksek, çok yüksek ve benzeri değerlerde oldukları göz önüne alındığında, hangi örneklere göre yüksek veya düşük olduğu düşünülecektir. Burada bu sıfatlar genellikle örneklerdeki element çokluklarına dikkat çekmek için kullanılmaktadır.

Çizelge 8.2 Balıçlar bazalt ve cevher örneklerinde eser element (metallik) değerleri (Simgeler için Çizelge 8.1'e bakınız)

Birim	Simg	Ba	Sr	Cu	Pb	Zn	Cd	As	Sb	Bi	Ag	Au	Hg	Tl	Se
Ded. Lim.		ppm	ppm	Ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb	ppm	ppm	ppm
CB 18	●	321	202.4	36.2	32.2	56	<0.1	7.9	0.3	<0.1	<0.1	26.8	<0.01	<0.1	<0.5
CB 19a	●	652	497.3	51.3	36.8	76	<0.1	2.9	0.5	<0.1	<0.1	1.4	<0.01	<0.1	<0.5
CBY 1-1	■	275	53.6	5.1	18.2	776	0.6	1.2	0.2	<0.1	0.1	12.9	<0.01	<0.1	<0.5
CBY 1-7	■	366	45.7	8.6	18.0	1088	1.0	1.6	<0.1	<0.1	0.2	5.8	0.02	<0.1	<0.5
CBY 2-2	■	235	104.3	22.6	23.3	277	0.2	2.6	0.2	<0.1	<0.1	44.2	<0.01	<0.1	<0.5
CBY 2-3	■	245	74.0	328.2	16.4	360	0.2	3.5	0.1	<0.1	1.8	39.0	<0.01	<0.1	<0.5
CBY 2-4	■	473	46.6	196.3	82.0	371	4.6	87.0	0.1	<0.1	1.3	91.8	<0.01	0.2	<0.5
CBY 2-7	■	198	53.3	34.7	20.8	494	0.2	3.6	0.1	<0.1	<0.1	18.6	<0.01	<0.1	0.5
CBY 2-1.2	▲	>50000	9181.0	665.3	35.2	354	2.9	59.6	0.3	<0.1	0.3	29.7	<0.01	<0.1	<0.5
CB 16a	+	1330	34.5	1792.0	404.7	8767	49.0	145.4	2.4	<0.1	7.1	13125.0	1.36	0.1	1.0
CB 16b	+	512	40.5	812.6	390.2	5555	35.5	117.2	2.1	<0.1	2.9	1061.0	0.74	<0.1	0.9
CBY 1-4	+	3505	126.3	60.8	126.2	2724	3.8	6.2	<0.1	<0.1	0.2	0.6	0.02	0.1	3.0
CBY 1-5	+	323	16.7	2455.0	1578.0	1037	4.7	454.1	<0.1	<0.1	10.6	1.9	0.09	0.1	<0.5
CBY 1-6	+	570	17.0	292.1	836.5	1373	11.0	304.8	0.2	<0.1	8.4	111.0	0.27	<0.1	2.2
CBY 2-1.1	+	756	22.7	758.1	34.4	3693	32.2	7.4	0.1	<0.1	0.5	6.7	0.02	0.2	0.6
CBY 2-6	+	216	11.7	618.5	806.0	1692	9.9	14.5	0.2	<0.1	2.0	23.2	<0.01	0.1	<0.5
CB 3	X	>50000	935.1	794.2	>10000	>10000	336.6	41.2	2.7	<0.1	16.9	2367.0	8.27	0.2	2.1
CB 5	X	20069	337.0	934.6	9269.0	>10000	80.9	16.8	0.5	<0.1	3.0	967.6	0.52	<0.1	1.0
CB 10	X	>50000	1832.0	894.7	>10000	5775	76.9	14.2	2.7	<0.1	19.8	813.1	0.29	<0.1	<0.5
CB 15-1	X	>50000	9044.0	1087.0	4029	3604	37.2	75.4	8.5	<0.1	0.8	23.9	0.36	<0.1	1.0
CB 15-2	X	>50000	1833.0	438.9	>10000	>10000	1860.0	5.9	7.7	<0.1	11.7	162.7	25.97	<0.1	9.1
CBY 1-2	X	>50000	1360.0	708.7	>10000	>10000	370.9	97.8	2.6	0.6	15.5	146.2	20.13	0.1	5.2
CB 1	#	332	27.0	1136.0	5067.0	>10000	124.8	20.4	0.5	0.2	5.3	12651.0	1.44	0.1	1.0
CB 6	#	3543	80.1	1218.0	>10000	>10000	39.6	56.0	0.4	<0.1	3.8	1003.0	1.77	0.1	0.7
CB 17	#	656	30.9	526.7	>10000	>10000	133.6	30.3	2.3	<0.1	13.8	21252.0	1.56	<0.1	1.1
CBY 2-5	#	1139	24.9	>10000	>10000	>10000	1322.0	28.8	4.2	<0.1	19.3	12125.0	16.15	<0.1	22.4

Çizelge 8.4 Balcılar bazalt ve çevre örneklerinde nadir toprak element değerleri (Simgeler için Çizelge 8.1'e bakınız)

Birim	Simge	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Ded. Lim.		0.1	0.1	0.02	0.3	0.05	0.02	0.05	0.01	0.05	0.02	0.03	0.01	0.05	0.01
CB 18	●	16.2	38.6	4.91	20.8	4.40	1.36	4.40	0.71	3.93	0.75	2.18	0.34	2.19	0.33
CB 19a	●	15.3	34.9	4.49	19.9	4.08	1.19	4.01	0.66	3.78	0.82	2.19	0.36	2.32	0.38
CBY 1-1	■	13.9	34.1	4.19	17.8	3.76	1.05	3.73	0.61	3.80	0.72	2.20	0.33	2.12	0.34
CBY 1-7	■	18.4	44.6	5.36	23.1	4.86	1.29	4.91	0.78	4.54	0.90	2.56	0.40	2.54	0.41
CBY 2-2	■	15.9	38.7	4.58	19.3	4.46	1.36	4.67	0.74	4.27	0.82	2.40	0.39	2.43	0.36
CBY 2-3	■	15.2	35.7	4.35	17.8	4.12	1.24	4.15	0.65	4.01	0.78	2.30	0.36	2.23	0.35
CBY 2-4	■	16.2	38.8	4.56	19.2	4.45	1.19	4.49	0.74	4.41	0.86	2.64	0.42	2.60	0.39
CBY 2-7	■	14.3	35.7	4.20	17.6	4.25	1.31	4.28	0.69	4.11	0.78	2.35	0.36	2.19	0.34
CBY 2-1.2	▲	3.4	3.3	0.52	2.0	0.38	<0.02	2.86	0.26	0.06	0.36	0.63	0.14	0.43	0.11
CB 16a	+	5.9	13.2	1.60	6.9	1.31	0.43	1.09	0.18	1.12	0.23	0.79	0.13	0.80	0.13
CB 16b	+	7.3	15.1	1.82	7.8	1.38	0.46	1.17	0.22	1.38	0.28	0.82	0.14	0.81	0.14
CBY 1-4	+	15.6	35.8	4.51	18.3	4.25	1.32	4.19	0.69	3.79	0.78	2.26	0.35	2.06	0.33
CBY 1-5	+	8.6	22.7	2.88	12.3	2.94	0.63	3.25	0.57	3.81	0.78	2.45	0.40	2.52	0.40
CBY 1-6	+	15.8	38.8	5.63	25.3	5.29	1.15	4.61	0.77	4.55	0.94	2.97	0.46	2.97	0.45
CBY 2-1.1	+	17.6	40.9	5.03	20.8	4.60	1.21	4.63	0.80	4.62	0.94	2.97	0.46	2.82	0.43
CBY 2-6	+	8.5	21.8	2.77	11.8	3.03	0.61	3.44	0.61	3.96	0.80	2.57	0.40	2.40	0.38
CB 3	X	13.3	28.7	3.44	13.1	2.62	0.30	2.56	0.53	2.18	0.60	1.60	0.36	1.64	0.37
CB 5	X	10.6	24.0	2.81	11.1	2.23	0.76	2.19	0.35	2.11	0.42	1.31	0.20	1.32	0.21
CB 10	X	8.8	18.0	2.22	8.8	1.87	<0.02	2.49	0.39	1.50	0.41	1.00	0.22	1.06	0.21
CB 15-1	X	4.2	5.6	0.74	3.3	0.94	<0.02	3.46	0.28	<0.05	0.37	0.68	0.10	0.46	0.10
CB 15-2	X	0.5	<0.1	0.06	<0.3	<0.05	<0.02	0.64	0.07	<0.05	0.08	0.10	0.05	0.07	0.05
CBY 1-2	X	7.6	17.9	2.07	8.4	1.78	0.26	2.15	0.35	2.22	0.51	1.43	0.23	1.45	0.22
CB 1	#	15.7	33.8	3.87	16.8	2.93	0.71	2.75	0.41	2.38	0.46	1.29	0.21	1.29	0.20
CB 6	#	10.8	23.9	2.79	11.2	2.20	0.40	2.11	0.39	2.26	0.49	1.42	0.24	1.57	0.24
CB 17	#	4.5	10.2	1.24	4.6	0.95	0.19	0.81	0.13	0.82	0.15	0.46	0.07	0.47	0.07
CBY 2-5	#	2.4	5.3	0.60	2.4	0.51	0.09	0.43	0.07	0.57	0.09	0.30	0.04	0.28	0.04

8.1 Ana Element Oksitler

Ana element oksitler ile ilgili anlatımlar için Çizelge 8.1 takip edilmelidir. Az altere bazaltlarda (CB 18 ve CB 19a) SiO₂ değerleri % 50'ler civarında iken Al₂O₃ değerleri % 14.6-18.8'dir. MgO değerleri ise % 3.3 civarlarında yer almaktadır. Bu iki örnekte Na₂O % 4-5 arasında bulunmaktadır. Bu kayalar "Jeoloji-Mineraloji ve Petrografi" bölümünde belirtildiği gibi az da olsa altere olduklarından, kaçınılmaz şekilde potasyum gelimlerinden etkilenmişlerdir. Ancak en taze örneklerin seçilmesine gayret gösterildiğinden K₂O değerleri % 0.7 ile 1.4 arasındaki miktarlarla nispeten düşüktür. TiO₂ değerleri % 0.6-0.8 civarındadır. CaO ve Fe₂O₃ değerleri ise % 6-8.5 arasında ve yüksektir. CaO karbonatlaşmalar, Fe₂O₃ ise opak mineral fenokristalleri ile hamurdaki opak mineral çokluğuna bağlanabilir. Ateşte kayıpların % 6 ve 10.5 olması bu kayalardaki kaçınılmaz alterasyon etkileri (karbonatlaşma ve killleşme) ile açıklanabilir.

İleri derecede altere bazaltlarda, az altere bazaltlara göre genellikle SiO₂ değerlerinde % 7, Al₂O₃ değerlerinde ise yüzde birkaç oranında artışlar görülmektedir. Bir diğer önemli artış % 5.5'lara kadar çıkan değerleri ile K₂O'de izlenmektedir. Fe₂O₃ değerlerinde önemli bir değişiklik görülmezken CaO'ler % 3 civarında artışlar göstermektedir. Na₂O değerleri ise çok azalarak % 0.04 lere kadar düşmüştür. MgO değerlerinde de % 2'lere varan azalmalar gözlenmektedir. TiO₂ değerlerinde ise önemli bir değişiklik oluşmamıştır. Bu grupta CBY 2-2 örneğinin düşük SiO₂ ve yüksek CaO değerleri ile ateşte kayıp değerleri bu kayacın diğerlerine göre daha fazla karbonatlaştığını göstermektedir. Al₂O₃ değerlerindeki artış kayalardan uzaklaşan diğer elementlere karşı alüminyumun ortamda kalması ile göreceli bir artış olduğu düşünülürken K₂O ortama çözeltilerle getirilmektedir.

CBY 2-1.2 örneği barit damarlarından alınmış bir örnek olduğundan tüm ana element oksit değerleri düşüktür. Bu örnekte ateşte kayıp % 0.5 ve Toplam/S oranı ise % 12.15'dir. Bu yüksek değerler baritlerdeki (BaSO₄) SO₃ gaz kayıplarından kaynaklanmaktadır.

Silisce zengin az cevherli ileri derecede altere bazaltlar grubunda (CB 16a olan CBY 2-6' ya kadar olan örnekler) SiO₂ değerleri % 55-86 arasında olup ileri derecede altere bazaltlara göre oldukça artmıştır. Al₂O₃ ve K₂O değerleri de altere bazaltlar düzeyindedir. Sadece CB 16a ve CB 16b örnekleri SiO₂'ce çok yüksek (% 85'den fazla) olduklarından Al₂O₃ ve K₂O değerleri düşük çıkmıştır. Bu örnekler çok silisli (kuvars damarlı) altere bazaltlar olarak isimlendirilebilirler.

İleri derecede altere bazaltlar içinde ayrı birer grup olarak ayrılan baritli ve cevherli örnek gruplarında (CB 3 ile CBY 1-2 ve CB 1 ile CBY 2-5 örnekleri) ileri derecede altere bazalt bileşeni Al₂O₃ ve K₂O değerlerinin bazılarında artışlar ile kendini belli etmektedir. Bu örneklerde SiO₂ değerleri çok değişkenlik göstermektedir. Fe₂O₃, MgO, CaO, Na₂O ve TiO₂ değerleri çoğu örnekte diğer gruplarla karşılaştırıldıklarında oldukça düşük oranlarda bulunmaktadır. Bu arada CB 15-1 örneğinde ateşte kayıp % 12'lere yakındır. Bu örneğin baritli olması nedeniyle Toplam/S oranı da yüksek (%21 civarı) çıkmaktadır.

8.2 Metalik Eser Elementler

Az altere bazalt ve ileri derecede altere bazaltlarda 200-600 ppm'in arasında Ba, 45-500 ppm arasında da Sr değerleri, bu kayalarda baritlerin (stronsiyumu içererek) damarcık veya dolgular şeklinde yer alabildiğini göstermektedir. Bu örneklerde Cu, Pb ve Zn değerleri 5 ile 1088 ppm arasında olup bu tür bazaltların cevherli çözeltilerce de etkilendiğine işaret etmektedir. Bu etki Cd'un yanısıra As ve 92 ppb'lere varan altın değerleri ile de kendini belli etmektedir.

Silisce zengin az cevherli ileri derecede altere bazaltlar grubunda, baryum değerlerinde hafif artışlar görülmekteyken Cu, Pb, Zn değerleri 35-8800 ppm'ler gibi yüksek değerlere ulaşmaktadır. Bu yükselmelere paralel olarak As (450 ppm'lere varan), Cd (49 ppm'lere varan) ve Au değerlerinde artışlar görülmüştür. Au ile diğer tüm metalik elementler arasında doğrusal bir artış yoktur. CB 16a örneği daha sonra CB 16b numarası ile bir kez daha yurt dışına aynı laboratuvara analize gönderilmiştir. Bu iki örneğin Au değerleri çok büyük farklılıklar göstermektedir. Bu örneklerin sadece Cu

oranlarında iki misli farklılıklar olmasına rağmen Au değerleri bir örnekte 13.1 ppm değerinde ise 1.16 ppm olarak elde edilmiştir. Altın değerlerinde oluşan bu farklılığın bir kaç nedeni olabilir. Örneğin analiz laboratuvarında yöntem veya standart farklılığı, alınan örnekte kirliliğin meydana gelmesi veya örneğin tam homojenleştirilememesi sonucu analiz edilen birkaç gramlık toz örneğinde büyük farklılıklar oluşabilir. Analizlerde aslında altın değerlerinin bazen yüksek olması sahanın ekonomik değerlendirilmesi sırasında ortalama tenörü hesaplarken çok dikkatli olunması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Ag değerleri de bu grupta 0.2-10.6 ppm arasında değişmektedir.

Baritli ve cevherli örnek gruplarında ise grubun adından da anlaşılacağı üzere gerek baryum (ve stronsiyum) gerekse Cu, Pb, Zn değerleri genellikle sırasıyla % 5 ve % 1'lerin üzerindedir. Cu, Pb ve Zn'daki artışlara paralel olarak Cd, As, Ag, Au ve Hg ile bir miktar Se değerlerinde önemli yükselmeler görülmektedir. Cd 1000 ppm'lerin üzerine çıkarken As değerleri 100 ppm'lerin altında seyretmektedir. Au değerleri ise cevherli örneklerde 1-21.2 ppm arasında çok yüksek değerler sunmaktadır. Dört örnekte Hg 8-26 ppm arasında yüksek ve Se ise bir örnekte 22.4 ppm ile yine yüksek değerler göstermektedir.

Cevher örneklerinde Ba, Cu, Pb, Zn elementlerinin %1'lerin üzerindeki değerlere ulaşması bunların gerçek % değerlerinin ne olduğu sorusunu akla getirmektedir. Bu nedenle A.Ü.M.F. Jeoloji Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında 11 örnek XRF yöntemi ile analiz edilmiştir. Çizelge 8.5'de bu örneklerin Ba, Cu, Pb ve Zn değerleri sunulmuştur. İleride anlatılacak olan jeostatistik değerlendirmeler bölümünde bu değerler kullanılacaktır. Ba, Cu, Pb ve Zn için Kanada'da analizi yapılan örneklere (ICP-MS yöntemiyle) A.Ü.M.F. de yapılan XRF analizleri arasındaki bazı farklılıklar hem analiz yöntemleri farklılığından hemde analiz edilen örnek miktarlarının heterojenliğinden kaynaklanabilmektedir.

8.3 Diğer Eser Elementler

Bu gruplar için genel yönelimler kendini belli etmektedir. Örneğin Ni, Sn, Be, Cs, Ta, U, Th elementleri çok düşük değerleri ile bu bölgedeki kayaların ve cevherleşmelerin

içinde yer almadıklarını gösterir. Co değerleri 11-97 ppm aralığında değişmektedir. Dikkati çeken bir element V'dur. Bu element az altere bazalt ve ileri derecede altere bazaltlarda 160-230 ppm'lerle yüksek değerler sunmaktadır.

W değerleri bu bölümün başında da belirtildiği değerlendirilmeye alınmamıştır. Mo ise CB 16a ve CB 16b örneklerinde 10-14 ppm civarında belirgin değerlerde iken diğer cevher örneklerinde ise en fazla 1.6 ppm'e kadar çıkan düşük değerlerde kalmaktadır.

Çizelge 8.5 11 adet cevher örneğinin XRF yöntemine göre analiz sonuçları

Element	Ba	Cu	Pb	Zn
Birim	ppm	ppm	ppm	ppm
CBY 2-1.2	450200	647	34.9	315.4
CB 3	41220	615	99770	31880
CB 5	24440	903.9	7431	20520
CB 10	97150	765	20430	5094
CB 15/1	404800	1114	3291	3478
CB 15/2	70860	390	35020	340400
CBY 1-2	48790	565,6	49870	31670
CB 1	359.6	1009	3768	19720
CB 6	3984	1131	8496	10280
CB 17	592.4	416.6	57980	17660
CBY 2-5	1139	10670	30620	172300

CBY 2-1.2 barit örneği ve CB 15-1 ve CB 15-2 örnekleri hariç diğer tüm örneklerde çoğunlukla Ga, Rb, Zr ve Y değerleri oldukça yüksektir.

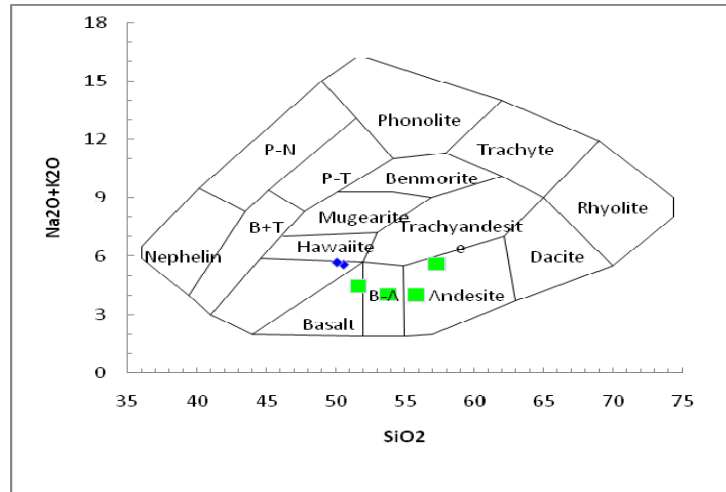
8.4 Nadir Toprak Elementleri (NTE)

Az altere bazalt, ileri derecede altere bazalt ve silisçe zengin az cevherli ileri derecede altere bazaltlar gruplarında kısaca altere olmuş tüm volkanik kayalarda NTE değerleri dikkati çeker değerler sunmaktadır. Buna karşın baritli ve cevherli örnek gruplarında NTE değerleri en az yarı yarıya bazen 0.05 den küçük değerlere kadar azalmaktadır. Bu

da cevherleşme öncesi alterasyon evresinde NTE elementlerince artışlar olduğu anlamına gelmektedir.

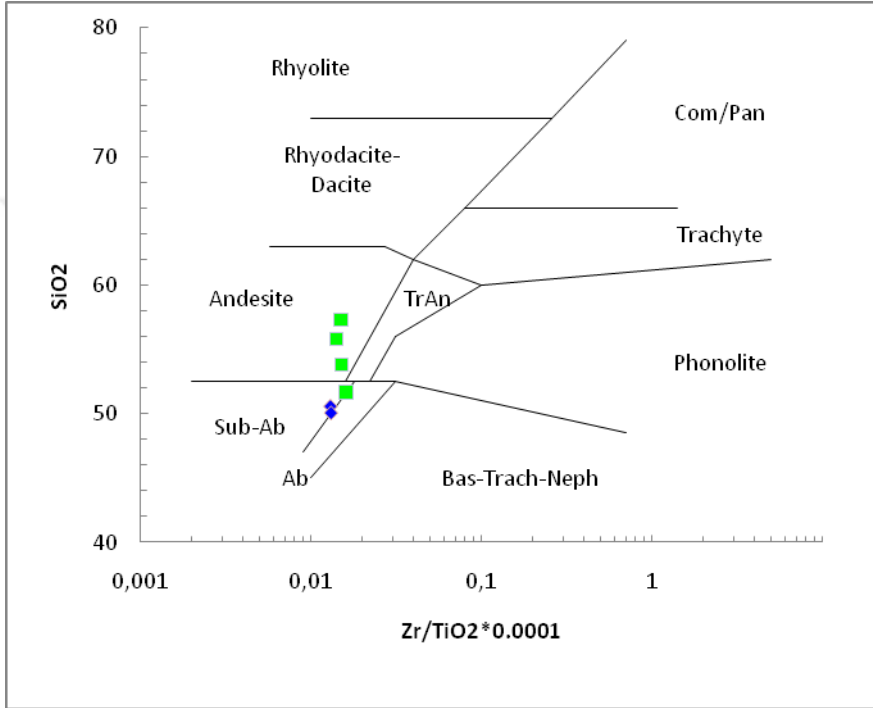
8.5 Kayaçların Sınıflanması

Mineralojik-petrografik çalışmalar sırasında az altere bazaltlar ve ileri derecede altere bazaltlar olarak adlandırmalar yapılmıştı. Tüm kayaçta ve fenokristallerde meydana gelen şiddetli alterasyonlar sonucu mineralleri, özellikle de kayaçların hamurlarını tanımlamak zorlaşmıştır. Seçilen iki grup kayacın ilksel kayaçlarını isimlendirmeye çalışmak için üç adet sınıflama diyagramı kullanılmıştır. İleri derecede altere bazaltlar grubuna dahil edilen CBY 2-2 örneğinde SiO_2 değeri % 39 civarında olduğundan diyagramlarda gösterilmemiştir. Cox vd.'ne göre (1979) $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ' ya karşı SiO_2 diyagramında az altere bazaltlar olarak isimlendirilen kayaçlar bazalt alanına, ileri derecede altere bazalt olarak isimlendirilenler ise bazalt-bazaltik andezit ve andezit alanlarına düşmüştür (Şekil 8.1). Bu sınıflama diyagramında az altere bazaltlar ile ileri derecede altere bazaltlar ayrı gruplanmışlardır. İleri derecede altere bazaltlarda toplam ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$) değerleri, az altere bazaltlara göre aynı hatta daha az miktarlarda bulunurken ileri derecede altere bazaltlarda SiO_2 değerlerinde artışlar olduğu gözükmemektedir (Şekil 8.1).



Şekil 8.1 Balcılar az altere yakın bazalt (♦) ve ileri derecede altere bazaltların (■) SiO_2 - ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$) diyagramı üzerindeki dağılımları (Cox vd.'ne göre 1979)

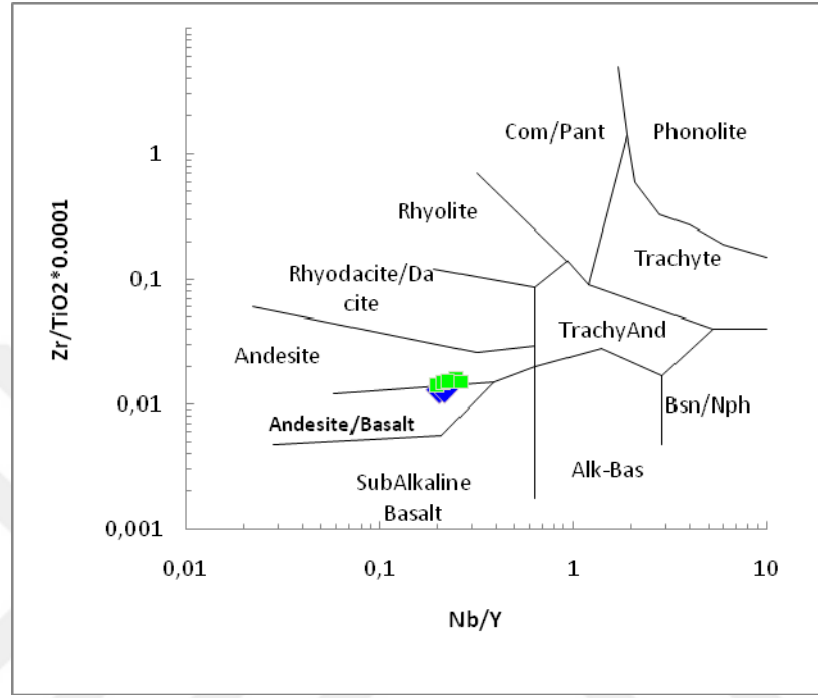
Alterasyonun $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ toplamı üzerinde etkilerinden uzaklaşmak için aynı gruplar Winchester ve Floyd (1977) tarafından $\text{SiO}_2-\text{Log Zr}/\text{Ti}_2\text{O}^*0.0001$ diyagramı üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 8.2). Bu diyagramda az altere bazaltlar sub-alkali bazalt alanına ileri derecede altere bazaltlar ise SiO_2 oranlarındaki artışlar nedeniyle andezit alanına doğru ve andezit alanı içine düşmüşlerdir.



Şekil 8.2 Balcılar civarı az altere (♦) ve ileri derecede altere bazaltlarının (■) $\text{SiO}_2 - \text{Log Zr}/\text{Ti}_2\text{O}^*0.0001$ diyagramı üzerindeki dağılımları (Winchester ve Floyd'a göre 1977)

Analiz edilen örneklerde SiO_2 etkisini kaldırmak için Winchester ve Floyd (1977) tarafından oluşturulan $\text{Nb}/\text{Y} - \text{Log Zr}/\text{Ti}_2\text{O}^*0.0001$ diyagramı kullanılmıştır. Bu diyagramda her iki grupta andezit-bazalt ile andezit sınırına düşmüştür (Şekil 8.3). Ancak yine de bu diyagram üzerinde bir düzeltme yapmak gerekmektedir. Cevher mikroskopik çalışmalar sırasında örneklerde rutillerin damarcıklarda bulunduğu belirlenmiştir (Şekil 6.2). Bu da kayalara alterasyonlar sırasında Ti değerlerinde artışları gündeme getirmektedir. Ayrıca ileride, korelasyon katsayılarının irdelendiği bölümde Zr' un TiO_2 ve K_2O gibi diğer elementlerle birlikte artışları da bu diyagramın

sağlıklı olacağı yönündeki kuşkuları arttırmaktadır. Bu nedenle ve mikroskobik bulguları da dikkate alarak incelenen kayaçların “bazalt” olarak isimlendirilmelerine karar verilmiştir.



Şekil 8.3 Balcılar civarı az altere bazalt (◆) ve ileri derecede altere bazaltlarının (■) Nb/Y – Log Zr/Ti₂O*0.0001 diyagramı üzerindeki dağılımları (Winchester ve Floyd’a göre 1977)

8.6 Jeostatistik Çalışmalar (Korelasyon Katsayıları)

Jeostatistiksel çalışmalar korelasyon katsayılarının elde edilmesi ve bu katsayı değerlerinin çok yüksek ya da yüksek olması ve negatif ve pozitif değerlerde bulunması ile ana element oksitler ve eser elementler arasındaki ilişkilerin ve birlikteliklerin araştırılması amacıyla yürütülmüştür. Çalışmaya esas değerler Çizelge 8.1, 8.2 ve 8.3’de yer alan SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, Na₂O, K₂O, CaO, Rb, Zr, V, Ga, Y, Ba, Sr, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Au, Ag ve Hg element değerleridir. Buna göre cevherli örnekler (n=18) için katsayılar elde edilmiştir. Katsayılar EXCEL programları yardımıyla bulunmuştur.

Çalışma sadece cevher örnekleri setinde yürütülmüş olup hem pozitif hem de negatif olarak 0.60-0.80 arasındaki korelasyon katsayıları yüksek, 0.81-1.00 arasındaki katsayılar ise çok yüksek olarak kabul edilmiştir. Ancak bazı elementler arasındaki ilişkileri yorumlayabilmek için 0.50-0.59 aralığındaki korelasyon katsayıları da (orta-yüksek arası) kullanılmıştır.

8.6.1 Cevher örnekleri için korelasyon katsayıları

Pozitif korelasyon katsayılarının yorumlamaları yapılacak olursa;

Öncelikle SiO₂ ile diğer tüm element oksitleri ve elementler arasında (Na₂O için 0.52 hariç) pozitif korelasyon katsayıları saptanmamıştır. Bu da örneklerde kuvars mineralinin yüksek oranlarda bulunmasından dolayı kuvars mineralleri ile diğer mineraller ve dolayısı ile elementler arasında hiç bir ilişkinin olmadığına işaret etmektedir.

Ba ile Sr arasında korelasyon katsayısı 1.00 çıkmıştır. Bu da bu elementlerin kesinlikle birlikte hareket ettiklerini göstermektedir. Mikroskobik ve XRD çalışmaları sırasında sölestin, stronsiyanit gibi Sr içeren minerallere rastlanmamış olması stronsiyumun baritin kristal kafesi içinde yer aldığını, böylelikle de barit miktarı arttıkça Sr miktarının da artmasının olağan olacağı düşüncesini kuvvetlendirmektedir.

1. grup olarak isimlendirilen Al₂O₃, TiO₂, Na₂O, K₂O, Rb, Zr, V, Ga ve Y elementleri arasında (Zr-V arasındaki 0.74'lük katsayı değeri hariç) 0.82-1.00 arasında çok yüksek pozitif korelasyon katsayılarının bulunması, bu elementlerin cevherleşme esnasında kendi aralarında birlikte hareket ettiklerini göstermektedir. Al₂O₃ ile K₂O birlikte artması, kil ve alunit türü hidrotermal alterasyon sırasında oluşan minerallerle olan ilişkililiği göstermektedir. Na₂O ile K₂O arasında çok yüksek bir pozitif korelasyon (0.91) olmasına rağmen Na₂O değerlerinin çok düşük bulunması yoğun alterasyon evresinde Na elementinin aslında son derece az ölçüde yer aldığını göstermektedir. Az altere bazaltlarda Na₂O % 4'ün üzerindedir. Bu da alterasyon (K gelimi) sırasında Na' un yüz misline varan bir azalmaya uğradığını göstermektedir. TiO₂ de ortaya çıkan yüksek pozitif korelasyon katsayıları, parlak kesitlerde ileri derecede altere bazaltlarda

damarcıklar halinde izlenen rutilere bağlanabilir ve bu da titanın alterasyonlar sırasında oluştuğunu gösterir. Öte yandan bir kayada K artışı varsa Rb da artar çünkü Rb kristal kafesinde iyon çapı ve yük değerleri açılardan K'un yerini almaktadır. Ga ise Al ile aynı nedenlerle diadohi yapabilmektedir. Zr, V ve Y'da alterasyon ile artışlar sunmaktadır.

1. gruptaki tüm elementlerle metalik elementler (Cu, Pb, Zn, As, Sb, Au, Ag ve Hg) arasında hiç bir korelasyon olmaması, alterasyon evresi ile cevherleşmeler arasında elementlerin yer alışı açısından farklılıklar olduğuna işaret edebilmektedir. Bu da cevher minerallerinin sülfütlü mineraller olmasından dolayı sulu silikatler minerallerinden oluşan alterasyon mineralleri içinde yer almamaları sonucunda da oluşmuş olabilir.

Fe₂O₃ ile MgO arasında 0.32 gibi bir korelasyon katsayısı bu iki ana element oksit arasında bir ilişki olmadığını göstermekle birlikte bu iki ana element oksit ile Al₂O₃, TiO₂, K₂O, Rb, Zr, V, Ga ve Y element oksitleri ve elementleri arasında orta ve genellikle yüksek korelasyon katsayılarının bulunması da dikkati çekmektedir. Bu da Fe₂O₃ ile MgO değerlerinin alterasyonlar sırasında orta ve yüksek düzeylerde etkin olabileceğini göstermektedir. Demirin az çok cevher elementlerinin oluştuğu evrede yüksek olması asidik çözeltiler sırasında hareketliliği ve artışı ile açıklanabilir. MgO ise cevher örneklerinde % 1'den daha azdır. Bu ana element oksit de Na₂O gibi bir davranış sergilemektedir.

Fe₂O₃ ve MgO ile metalik elementler arasında hiç bir ilişkililik bulunmamıştır. Bu da yine cevher minerallerinin sülfütlü mineraller olmasından dolayı Fe ve Mg içeren sulu silikatler minerallerinden oluşan alterasyon mineralleri içinde yer almamaları sonucunda da oluşmuş olabilir.

Benzer durum Fe₂O₃ ve MgO ile Ba-Sr arasında da söz konusudur.

Sb ile Zn arasındaki yüksek pozitif ilişki (0.61) antimuan elementinin çinko minerallerinin oluşumu ile bağlantılı olabileceği varsayımını kuvvetlendirmektedir. Ba ve Sr ile Sb arasında ise 0.40 yakın pozitif ilişkililik katsayısı barit oluşumları ile Sb arasında az-çok zamansal ve mekansal bir ilişki olabileceğine işaret etmektedir.

Negatif korelasyon katsayılarının yorumlamaları yapılacak olursa;

SiO₂ ile Ba ve Sr arasında -0.87 civarında çok yüksek negatif korelasyon katsayılarının bulunması cevherli örneklerde kuvars oluşumu ile barit oluşumlarının ayrı evrelerde gerçekleştiğini kesin bir biçimde göstermektedir. Sr'a karşı K₂O korelasyon katsayısının - 0.60 olması Sr'un olasılıkla alterasyon evresi dışında bir evrede oluştuğunu göstermektedir. Ba-K₂O çiftinin korelasyon katsayısının ise -0.50 olması ise Ba ve Sr arasındaki yüksek pozitif ilişkililikten (r=1)dolayı beklenen bir durumdur. Sadece Ba ve Sr' un potasyum azaldıkça artış göstermesinin çok çarpıcı olmadığı izlenimi ortaya çıkmaktadır. Bu arada 1.grup elementler ile (K₂O hariç) Ba ve Sr elementleri arasında -0.39 ile -0.59 zayıf orta arası negatif ilişkililik bulunması bu grup ile Ba-Sr elementlerin ayrı evrelerin toplulukları olduğuna ve bu gruptaki elementlerin artışı sırasında Ba ve Sr elementlerinin azaldığına ya da daha doğru bir ifade ile saha, mikroskobik ve sıvı kapanım verileri birlikte düşünüldüğünde alterasyon minerallerinin oluşumunun tamamlanmasına yakın bir dönemde veya onlardan sonra baritlerin oluştuğuna işaret edebilir.

Bu arada ilginç bir negatif ilişkililik, 1. grup elementleri ile Sb arasında ortaya çıkmaktadır (-0.60 ile -0.70 arasındaki değerlerde). Bu da Sb elementinin bazı sülfür minerallerinin bünyesinde bulunması nedeniyle 1. grup alterasyon evresi mineralleri içinde yokluğunu gösterebilir.

Çizelge 8.6 Cevherli örnek setinde (n=18) korelasyon katsayıları

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Ba	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Ag	Au	Hg	Ga	Rb	Sr	V	Zr
Y	0,25	0,96	0,95	0,71	0,72	0,36	0,85	0,93	-0,38	-0,31	-0,30	-0,50	0,34	-0,67	-0,33	-0,41	-0,44	0,92	0,93	-0,39	0,88	0,91
Zr	0,42	0,89	0,90	0,51	0,67	0,15	0,84	0,91	-0,53	-0,27	-0,11	-0,45	0,26	-0,70	-0,20	-0,36	-0,38	0,82	0,84	-0,54	0,74	
V	0,33	0,95	0,95	0,75	0,56	0,20	0,89	0,88	-0,47	-0,26	-0,27	-0,42	0,37	-0,61	-0,28	-0,25	-0,37	0,97	0,93	-0,48		
Sr	-0,87	-0,51	-0,55	-0,24	-0,40	0,27	-0,57	-0,55	1,00	-0,13	-0,11	-0,04	-0,10	0,43	-0,27	-0,27	-0,06	-0,52	-0,50			
Rb	0,36	0,98	0,98	0,61	0,63	0,15	0,89	0,98	-0,50	-0,23	-0,25	-0,42	0,46	-0,65	-0,23	-0,32	-0,36	0,97				
Ga	0,32	0,98	0,98	0,72	0,61	0,19	0,86	0,94	-0,52	-0,17	-0,21	-0,34	0,39	-0,61	-0,20	-0,27	-0,3					
Hg	-0,24	-0,35	-0,37	-0,29	-0,44	-0,35	-0,38	-0,37	-0,09	0,31	0,52	0,84	-0,19	0,56	0,54	0,01						
Au	0,42	-0,37	-0,32	-0,24	-0,17	-0,27	-0,34	-0,34	-0,26	0,35	0,26	0,06	-0,15	0,05	0,32							
Ag	0,14	-0,28	-0,26	-0,37	0,10	-0,49	-0,31	-0,24	-0,27	0,42	0,70	0,37	0,07	0,29								
Sb	-0,51	-0,67	-0,68	-0,40	-0,54	-0,05	-0,68	-0,69	0,39	0,19	0,30	0,61	-0,21									
As	0,15	0,41	0,40	0,04	0,20	-0,27	0,27	0,43	-0,10	0,02	-0,23	-0,23										
Zn	-0,28	-0,43	-0,45	-0,29	-0,46	-0,28	-0,49	-0,44	-0,07	0,34	0,28											
Pb	-0,05	-0,28	-0,24	-0,34	-0,14	-0,29	-0,29	-0,22	-0,12	0,07												
Cu	0,07	-0,25	-0,24	-0,07	-0,28	-0,24	-0,35	-0,24	-0,12													
Ba	-0,86	-0,51	-0,54	-0,24	-0,38	0,26	-0,56	-0,54														
K ₂ O	0,42	0,97	0,98	0,56	0,62	0,11	0,91															
Na ₂ O	0,52	0,92	0,92	0,57	0,58	0,06																
CaO	-0,34	0,20	0,18	0,67	0,18																	
MgO	0,37	0,62	0,63	0,32																		
Fe ₂ O ₃	0,04	0,69	0,68																			
Al ₂ O ₃	0,40	1,00																				
TiO ₂	0,36																					

"0.81 ile 1.00 arasında yer alan değerler"
"0.60 ile 0.80 arasında yer alan değerler"
"0.50 ile 0.59 arasında yer alan değerler"
"-0.50 ile -0.59 arasında yer alan değerler"
"-0.60 ile -0.80 arasında yer alan değerler"
"-0.81 ile -1.00 arasında yer alan değerler"

9. TARTIŞMA VE YORUMLAR

Bu bölümde, Çanakkale-Lapseki Balcılar cevherleşme sahasında tez kapsamında gerçekleştirilen tüm çalışmalardan elde edilen özgün verilerle diğer araştırmacıların saha ile ilgili verilerini karşılaştırmak ve bu tartışmalardan hareketle cevherleşmelerin oluşumu hakkında yorumlarda bulunmak amaçlanmaktadır. Çalışmalarda kullanılan yöntemler ayrı ayrı ele alınarak karşılaştırmalar yapılacaktır.

Jeolojik-mineralojik ve petrografik veriler: Çalışma sahası, Çanakkale Madencilik Şirketi'nin ruhsat sınırları içinde yer aldığından çok küçük bir alan içinde bulunmaktadır (2 km²). Bu alanda mineralojik ve petrografik çalışmalara göre az altere bazalt ve ileri derecede altere bazaltlar ile cevherleşmelerin yoğunlaştığı fay zonları içinde (sahanın KB ve GD kesimlerde) şiddetli alterasyona uğramış ileri derecede altere bazaltlar gözlenir. Bu kayalarda jeokronolojik yaş tayinleri yapılmamıştır. Bu yoğun, açık bej-gri-boz renkli yumuşak yoğun altere zon içinde sülfütlü cevher mineralleri ile iri barit ve özşekilli kuvars damar ve damarcıklarının birlikte yer aldığı gözlenmektedir. Çalışmanın yapıldığı dönemde (Mayıs 2009) altere zonun görünür kalınlığı 20 metreyi geçmemekteydi. Ancak sülfütlü damarların kalınlığı 20 cm civarında gözlenmiştir. Fay düzlemlerinde konum ölçümleri yapılmış buna göre GD kesimdeki eski galeri girişinde K 85° B / 53° KD, sahanın KB'sındaki yarmada ise ortalama K 82° B / 82° KD doğrultu ve eğim değerleri ölçülmüştür. Yarmada bu doğrultu ve eğimlere aykırı bir makaslama zonunda ise K 36° D / 80° KB konumu belirlenmiştir. Fay zonunda yer yer breşleşmeler de gözlenmiştir.

Mineralojik ve petrografik çalışmalarda özellikle fay zonu içindeki şiddetli altere kesimlerde, bazaltların fenokristallerinin pseudomorflar şeklinde kaldığı, kayaçların aşırı derecede killeştiği, karbonatlaştığı ve silisleştiği gözlenmiştir. Bu kesimlerde yapılan X-ışınları kırınım desenlerinde kaolinit, illit, kuvars, kalsit, dolomit, smektit, alunit, jarosit, hematit ve götit mineralleri saptanmıştır.

Cevher mikroskobisi çalışmalarında ise ileri derecede altere zondaki kırıklarda genç rutil mineralleri izlenmiştir. Daha sonraki evrede önce pirit ve sfaleritlerin birlikte

oluştugu sonrada bunlara yaklaşık aynı zamanda oluşan kalkopirit, galenit, fahlerz, enarjit ve luzonit ile nabit altın mineralleri eşlik ettiği düşünülmektedir. Burada önemli bir saptama, iri barit kristallerinin oluştuğu evrede cevher minerallerinin oluşmadığı, baritlerin hemen ardından cevher minerallerinin özşekilli kuvars mineralleri ile birlikte bulunduğu belirlenmesidir. Bunu, özşekilli kuvarsların adı geçen sülfidlerle birlikte büyüme dokularından anlamak olasıdır. Altın özellikle kalkopiritler ve kuvarslarla jenetik bağlantılar göstermektedir. Kuvars oluşumlarından sonra da altın oluşumunun devam ettiği görülmektedir.

Çalışma alanında incelemeler yapan ve raporları veya yayınları olan araştırmacılar, Balcılar sahasında farklı volkanik kayaçlar tanımlamışlardır. Alpan (1968) cevherleşmelerin Eosen (?) yaşlı bazalt ve bazaltik aglomeralar içinde oluştuğunu söylemiştir. Petrografik veriler olarak iri labrador ve kalsitleşmiş piroksen (ojit) fenokristallerinden, hamurun ise labrador mikrolitleri, volkan camı ve opak minerallerden oluştuğunu ve ikincil karbonat ve kuvars minerallerince doldurulduğunu belirtmiştir. Yanagiya ve Sato (1989) cevherleşmeleri Alt Eosen yaşlı Akçaalan andezitleri içinde kabul etmişlerdir. Ruhsat sahibi şirket ise cevherlerin Miyosen yaşlı andezit lav ve aglomeraları kestiğini ve Miyosen-Pliyosen yaşlı olduğunu belirtmiştir (Anonim 2006). Bozkaya ve Gökçe (2007) ve Bozkaya (2008 ve 2009) ise Balcılar galenit ve barit cevherleşmeleri olarak tanımladığı cevherleşmelerin Eosen yaşlı Akçaalan andeziti içinde yer aldığını ileri sürmüştür.

Sahada tez kapsamında jeokronolojik çalışma yapılmamış olmakla birlikte son yıllarda yapılan jeolojik haritalar ve petrografik tanımlamalara göre (Dönmez vd. 2005 ve 2008) Balcılar, Orta Eosen yaşlı bazaltlar olarak haritalanmıştır. Yukarıda sunulan özgün verilerin ışığında Balcılar cevherleşmesinin bazaltik lavlar içinde yer aldığı kabul edilmiştir.

Tüm araştırmacılar fay zonunu yaklaşık aynı konumlarda verirken Alpan (1968) K 46° D doğrultulu makaslama zonlarından bahsetmiştir. Cevher damarlarının kalınlıkları arasında bazı farklılıklar olmakla beraber çok kalın zonlar söz konusu değildir. Cevher mineralleri olarak tüm araştırmacılar tarafından galenit, sfalerit, kalkopirit, malahit ve

altın şeklinde bir parajenez verilirken Bozkaya ve Gökçe (2007) ve Bozkaya (2008 ve 2009) bu minerallere ilaveten pirit, fahlerz, markazit ve kovellin bulunduğunu belirtmiştir.

Tez kapsamında saptanan cevher mineralleri diğer araştırmacılar dışında özellikle enarjit ve luzonit mineralleri belirlenmiştir. Cevher mineralleri arasındaki dokusal ilişkiler cevherleşmenin kökenini yorumlarken çok büyük önem taşımaktadır.

Öte yandan, Yanagiya ve Sato (1989) cevherleşme sahasında alterasyon mineralleri olarak kristobalit ve kaolinitten bahsederken, ruhsat sahibi jeologlara göre sahada alterasyon bulunmamaktadır (Anonim 2006). Bu tez çalışmaları sırasında kaolinit, illit, alunit ve jarosit mineralleri belirlenmiştir. Kuvars, altere zonda olağan bir mineral iken götit de cevher mikroskobisi ile saptanmıştır. XRD çalışmaları ile belirlenen kalsit ve dolomit mineralleri hakkında yorumlar cevherleşmenin kökeni tartışmalarında yapılacaktır.

Ruhsat sahibi şirket raporunda (Anonim 2006), cevherleşmelerde boşluk dolgu dokuları olan bantlaşma, kabuksu bantlaşma, breşik ve saçınımlı dokular belirtilmiştir.

Jeokimya ve jeostatistik verileri: İnceleme alanından 2 adet tazeye yakın bazalt, 6 adet altere andezit ve 18 adet baritli, kuvarslı ve cevher ağırlıklı örnek (3 ana grup) alınarak ana element oksit, eser element ve nadir toprak element analizleri yapılmış ve her grup için değerler ve yorumlamalar “Jeokimya” bölümünde sunulmuştur. Cevher örneklerinde jeostatistiksel değerlendirmeler (korelasyon katsayılarına göre) yapılarak yorumlamalarda bulunulmuştur. Özet olarak; altere zonda Al_2O_3 , TiO_2 , Na_2O , K_2O , Rb, Zr, V, Ga ve Y birlikte artmaktadır. Ba ile Sr’ un SiO_2 ile çok yüksek negatif korelasyonu barit ve kuvars oluşumunun farklı evrelerde meydana geldiğini belirgin bir şekilde göstermektedir. Ba ile Cu, Pb, Zn, As, Sb, Au, Ag ve Hg elementleri arasında hiçbir ilişkililik olmaması barit ve cevher elementlerinin farklı evrelerde oluştuğunu kesin olarak göstermektedir. Öte yandan Cu, Pb, Zn, As, Sb, Au, Ag ve Hg değerlerinin kendi aralarında düzenli bir ilişkileri olmadığı gibi Al_2O_3 , TiO_2 , Na_2O , K_2O , Rb, Zr, V, Ga ve Y oksit ve elementleriyle de ilişkililiği yoktur (Sb ile bazı elementler ve Zn-Hg arasındaki yüksek pozitif ilişki hariç). Bu durum alterasyon evresi ile cevher elementleri evrelerinde elementlerin yer alışları sırasında bir düzenlilik olmadığına işaret edebilir.

Altın-kalkopirit (bakır) ve kuvars arasında cevher mikroskobik olarak saptanan birlikte görülme özelliği jeostatistik verilere yansımamıştır. Bu da altının kalkopiritler içinde heterojen biçimde dağıldığını ve altının, cevher mikroskobik çalışmalarda gösterdiği dokusal özelliklere göre kuvarsların kırık ve çatlaklarında izlenmesi kuvars oranlarıyla doğrudan bağlantılı olamayabileceğini düşündürmektedir.

Balcılar sahasında çalışan diğer araştırmacılardan sadece Yanagiya ve Sato (1989) bazı örneklerde analizler yapmış ama hiçbir araştırmacı jeostatistiksel değerlendirmelerde bulunmamıştır. Buna göre Yanagiya ve Sato (1989), Cu, Pb, Zn, Ba, Au, Ag, As, Sb, Hg, Cd ve F elementlerinde değişik değerler elde etmişlerdir (ayrıntı değerler için bakınız “Jeoloji-Mineraloji ve Petrografi” bölümü). Yapılan tez çalışması sırasında F dışında tüm elementler belirlenmiştir. Hg elementinden başka hiçbir araştırmacı söz etmemiştir. Oysa bu çalışmada hem Hg değerleri elde edilmiş hem de Zn ile olan yüksek pozitif ilişkiliği (0.84) belirlenmiştir. Öte yandan tez kapsamındaki analizlerde F analizi yapılmamıştır. Ancak bu elementin önemi köken ve oluşum tartışmalarında ortaya çıkacaktır.

Sıvı kapanım verileri: Bu çalışma sırasında barit, sfalerit ve kuvars kristallerinde sıcaklık ve tuzluluk ölçümleri yapılmıştır. Buna göre baritlerde 70-135°C oluşum sıcaklıkları ve % 0-1.4 NaCl eşdeğeri tuzluluk değerlerini bulunmuştur (Tuzluluk değerlerinin birimi olan “NaCl eşdeğeri” ifadesi bundan sonra tekrar edilmeyecektir). Sfaleritlerde 140-190°C oluşum sıcaklıkları ile % 0-2.1 tuzluluk ve kuvarslarda 200-290°C oluşum sıcaklıkları ve % 6-7 tuzluluklar elde edilmiştir. Bu verilere göre önce barit, sonra sfalerit (bal renkli) ve en sonda da kuvarslar oluşmuş ve sıcaklık ile tuzluluklar giderek artmıştır. Barit ve sfaleritlerin oluşumları sırasında magmatik akışkanlara çok miktarda meteorik su karışımlarının olduğu söylenebilir. Kuvarsların oluşumu sırasında hipojenik etkinin daha fazla olması tuzluluk değerinin artmış olmasından anlaşılmaktadır.

Diğer araştırmacılardan sadece Bozkaya ve Gökçe (2007) sıvı kapanım çalışmaları yapmıştır. Bu araştırmacı baritlerde ortalama 167°C sıcaklık ve % 19 civarında tuzluluk,

sfaleritlerde ortalama 200°C sıcaklık ve % 22 civarı tuzluluk ve kuvarslarda ortalama 175°C sıcaklık ve % 19 tuzluluk değerleri elde etmiştir.

Tez kapsamında elde edilen sıvı kapanım verileri ile Bozkaya ve Gökçe (2007) arasında sıcaklıklar açısından bazı farklılıklar olmakla birlikte tuzluluk oranları arasında çok büyük farklılıklar olduğu görülmektedir. Tuzluluğun az olması meteorik suların etkisi ile açıklanabilir. Bu durum da kökensel yorumlamalarda farklılıklar oluşturmaktadır.

Cevherleşmelerin oluşumu tartışmaları ve yorum: Yukarıda sunulan verilere göre cevherleşmenin oluşum modeli aşağıda diğer araştırmacılar tarafından önerilen oluşum tiplerinden sonra sunulacaktır.

Cevherleşmeyi, Alpan (1968) sadece damar tipi, Yanagiya ve Sato (1989) asidik alterasyonlara bağlı, barit içeren yüksek tenörlü epitermal oluşumlar olarak yorumlamışlardır. Ruhsat sahibi şirket (Anonim 2006) ise cevherleşmeyi az sülfürlü adularya-serisit tipi epitermal bir yatak olduğunu belirtmiştir. Bozkaya (2009) ise cevherleşmenin 150-280°C arasında sıcaklıklarda oluşmuş hidrotermal tip bir yatak olduğunu ve galenitlerin, sülfatlardan bakteriyel ve inorganik süreçlerle indirgenmesi sonucu oluştuğunu ileri sürmüştür. Sıvı kapanım ve izotopik verilere göre sülfürün Eosen yaşlı volkanosedimanter kayalardan, derinde döngülenen meteorik sular ile liçlenerek konsantre olduğunu ve cevherleşmeleri oluşturduğunu savunmuştur.

Hedenquist vd. (1996) ve Hedenquist vd. (2000) tarafından önerilen epitermal altın yataklarının tipleri, özellikleri ve arama yöntemleri makalelerinde altın yataklarının oluşumlarını “**düşük sülfidasyon (LS) veya adularya-serisit**” ve “**yüksek sülfidasyon (HS) veya asit sülfat**” tiplerine ayırmışlardır. Bu ayırımı yatak biçimleri, dokular, cevher mineralleri, gang mineralleri, alterasyon mineralleri ve metal içerikleri kriterlerine göre yapmışlardır. Buna göre, yüksek sülfidasyon tipinde çizelge 9.1'deki karakteristikler bulunmaktadır.

İncelenme alanında yapılan tüm çalışmalardan elde edilen verilere göre, Balcılar cevherleşmeleri damarlar şeklinde olup yer yer breşleşmeler içermektedir. Belirlenen alterasyon mineralleri kuvars, barit, alunit, jarosit, kaolinit, illit, rutil ve smektittir. Bu minerallerin hemen hepsi yüksek sülfidasyon epitermal altın yataklarında görülmektedir. Öte yandan MTA’ da yapılan X-ışınları çalışmasında cihaz tarafından belirtilen ama emin olunamayan mineraller ise roscoelite ($K(V,Al,Mg)_2AlSi_3O_{10}(OH)_2$), dikit ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$), nakrit ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$), rosickyite (S) ve glockerite ($Fe_4(SO_4)(OH)_{10.1-3 H_2O}$)’ tir. Bu mineraller kesin olarak kanıtlanmamış olmakla birlikte formüllerine de bakıldığında diğer minerallerin parajenezine uygun oldukları görülmektedir.

Çizelge 9.1 Yüksek sülfidasyon tip epitermal yatak özellikleri (Hedenquist vd. (1996) ve Hedenquist vd. (2000) den yararlanarak düzenlenmiştir.

Yatak şekli	Dissemine cevher (baskın), ornatma cevher (yaygın), Ağsal (az), damarlar
Dokular	Yankayaç alterasyonu, breşler, damarlar
Alterasyon mineralleri (yaygın) Yüksek pH (asidik)	Kuvars, Barit, Alunit, Jarosit, Halloysit, Kaolinit, Dikit, Pirofillit, Diyaspor, İllit, Zunyt*, Topaz*, Anatas, Rutil, Kristobalit
Alterasyon mineralleri (az yaygın-ender)	Kalsedon, Smektit
Alterasyon mineralleri (başka bir etki dışında yok)	Kalsit, Adularya
Cevher elementleri	Cu, Au, Ag, As (Pb, Hg, Sb, Te, Sn, Mo, Bi)
Cevher mineralleri (yaygın)	Pirit, Enarjit-Luzonit, Nabit altın, Kovellin Tetraedrit, Tennatit, Kalkopirit, Sfalerit, Galenit, Tellüridler, Markazit
Cevher mineralleri (az yaygın-ender)	Elektrum, Selenidler, Pirarjit, Arsenopirit, Zinnober, Antimonit
Sıcaklık (°C)	100-300
Alterasyon türü	İleri arjilik alterasyon

* : F içeren mineraller

Balcılar sahasında belirlenen cevher mineralleri; pirit, enarjit-luzonit, nabit altın, kovellin, fahlerz (tetraedrit veya tennatit), kalkopirit, sfalerit, galenit, markazit ile limonit ve seruzittir. Bu minerallerin pek çoğu Çizelge 9.1’de verilen yüksek

sülfidasyon tip epitermal yataklarda bulunmaktadır. Limonitlerin (götit) fay zonlarında esas cevherleşme evresinden sonra geliştiği belirlenmiştir. Serusit ise ($PbCO_3$) yine en son evrede izlenmektedir. Bu da cevherleşmeden sonra sulu (limonit) ve karbonatlı çözeltilerin (serusit) ortamda bulunduğunu göstermektedir. X-ışınları desenlerinde izlenen kalsit ve dolomitlerin de cevherleşmeden sonraki evrede (post mineralizasyon) oluştukları düşünülmektedir.

Sıvı kapanım verileri barit, sfalerit ve kuvarsların (tüm cevher minerallerinin oluştuğu evre) 70-290°C sıcaklıklarda ve nispeten düşük tuzluluklarda oluştuğunu göstermiştir. Bu verilerde yine yüksek sülfidasyon tipi epitermal altın yatakların oluşum koşullarına uygundur (Çizelge 9.1).

Sonuç olarak tüm veriler Balcılar cevherleşmesinin ileri arjilik alterasyon içinde bakır, kurşun, çinko cevherleri ve barit eşlenikli bir yüksek sülfidasyon epitermal tip altın yatağı olabileceği varsayımını kuvvetlendirmektedir.

10. SONUÇLAR

Çanakkale–Lapseki–Balcılar KB’sında yer alan cevherleşmeler için yapılan jeolojik, mineralojik, petrografik, X-ışınları kırınım, cevher mikroskopisi, sıvı kapanımı çalışmaları ve jeokimyasal analizler ile jeostatistiksel değerlendirmelere göre elde edilen özgün sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

1. İnceleme alanında plajiyoklaz, piroksen ve opak mineral fenokristalleri içeren hipokristalin porfirik dokulu az altere bazaltlar belirlenmiştir.
2. Az altere bazaltlarda killeşme, kloritleşme, karbonatlaşma ve silisleşme türü alterasyonlar sonucu ileri derecede altere bazaltlar oluşmuştur.
3. Cevherleşmeler K80°B/ 80°KD konumlu ana fay zonu ile K36°D /80° KB konumlu makaslama kırıklarına yerleşmişlerdir.
4. Fay ve makaslama kırıklarının geliştiği cevher zonlarında, cevherli çözeltilerin gelimleri öncesi kaolinit, alunit ve jarosit ile belirginleşen ileri arjilik alterasyon desenleri saptanmıştır.
5. İleri arjilik alterasyon zonu içinde önce barit damar ve damarcıkları daha sonra da sfalerit ve piritlerin oluştuğu düşünülmektedir. Bu mineralleri sfalerit, galenit, kalkopirit, fahlerz, enarjit-luzonit ve altın oluşumları izlemiştir. Cevherli çözeltilerle birlikte gelen silisler, öz-yarı özşekilli kuvars minerallerini oluşturmuştur. Altın taneleri kalkopirit içinde ve enarjitlerle birlikte bulunduğu gibi kuvars mineralleri aralarında serbest taneler halinde de izlenmektedir.
6. Sülfütlü mineraller içinde, ilk oluşan sfaleritlerde 140–190 °C oluşum sıcaklıkları ve % 2 den az NaCl eşdeğeri tuzluluklar, onları izleyen evrede oluşan baritlerde ise 70–135 °C sıcaklık ve %1.4 den az tuzluluklar saptanmıştır. Bu evrede hipojen kökenli suların meteorik sularla yoğun biçimde karıştığı kabul

edilmektedir. Çoğu sülfid mineralleri ile altının birlikte olduğu kuvarslarda ise 200–290 °C arasında sıcaklıklar ve % 6-7 civarında NaCl eşdeğeri tuzluluklar belirlenmiştir. Bu evrede hipojen kökenli çözeltilerin daha ağırlıklı olarak bulunduğu varsayılmaktadır.

7. Bazaltların ileri derecede alterasyonu sırasında MgO ve Na₂O kayıpları oluşurken kayalarda SiO₂, Al₂O₃, K₂O, TiO₂, Rb, Zr, V, Ga ve Y element kazanımları belirginleşmiştir. Ba ile Sr arasında çok yüksek bir ilişkililik saptanması bu iki elementin birlikte bulduklarını göstermektedir. Cevherli örneklerde SiO₂ ile Ba ve Sr -0.9'lara varan negatif korelasyon katsayıları, kuvars ile barit evresinin kesinlikle birbirinden farklı olduğunu göstermiştir. Cevherli örneklerde Cu-Pb-Zn-Au-Ag-As-Sb ve Hg arasında genel olarak bir ilişkililik görülmemesi cevher çözeltilerin oluşumunun belli evreleri izlemediği bu nedenle de cevher mineralleri arasında sıkı bir birliktelik olmadığını göstermektedir.
8. Tüm veriler cevherleşmenin ileri arjilik alterasyon içinde bakır, kurşun, çinko cevherleri ve barit eşlenikli yüksek sülfidasyon türü bir epitermal altın cevherleşmesi olduğu varsayımını kuvvetlendirmektedir.

KAYNAKLAR

- Alpan, T. 1968. Koru-Balcılar (Çanakkale) Köyleri Civarının Jeoloji Etüdü. MTA Jeoloji Dairesi Başkanlığı, Rapor No: 6840, Ankara.
- Andıç, T. and Kayhan, F. 1997. Report on the General Geochemical Research of the Çanakkale-Lapseki. Technical Report of the General Directorate of the Mineral Research and Exploration Institute (MTA) of Turkey, Report No: 10059 (in Turkish, unpublished).
- Anonim. 2006. Web Sitesi: www.canakkalemadencilik.com/balcilar_htm, Erişim Tarihi: 2011
- Bakker, R.J. and Jansen, J.B.H. 1991. Post-entrapment water loss from synthetic CO₂-H₂O inclusions in natural quartz. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 55, 2215-2230.
- Beccaletto, L. and Jenny, C., 2004. Geology and Correlation of the Ezine Zone: A Rhodope Fragment in NW Turkey?. *TUBITAK, Turkish Journal of Earth Sciences*, 13/2, 145-176.
- Besir, D. 2000. Genesis of Pb-Zn-Ag deposit of Koru Village (Lapseki-Çanakkale). Msc Thesis, University of Dokuz Eylul (unpublished).
- Bingöl, E. 1969. Contribution á l'étude géologique de la partie centrale et Sud-Est du massif de Kazdağ (Turquie). Doktora tezi, Nancy Univ. Fransa s.190.
- Bingöl, E. 1975. Geology of Biga Peninsula and some characteristics of Karakaya Formation. Int. Geodynamics Project, Report of Turkey, MTA Yayın., s.71-77 Ankara.
- Bingöl, E., Akyürek, B. ve Korkmazer, B. 1973. 1:25000 ölçekli çeşitli gayeli jeolojik haritalarından Biga Yarımadası jeolojisinin ön kompilasyonu, 1:100000 ölçekli jeoloji haritası (yayımlanmamış).
- Bingöl, E., Delaloye, M. and Ataman, G. 1982. Granitic intrusions in western Anatolia: contribution to the geodynamic study of this area. *Eclogae Geologicae Helvetiae* 75, 437-446.
- Bodnar, R.J. 1993. Revised equation and table for determining the freezing point depression of H₂O-NaCl solutions. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 57, 683-684
- Bodnar, R.J., Binns, P.R. and Hall, D.L. 1989. Synthetic fluid inclusions. VI. Quantitative evaluation of the decrepitation behavior of fluid inclusions in quartz at one atmosphere confining pressure, *Journal of Metamorphic Geology*, 7, 229-242.
- Bozkaya, G. ve Gökçe, A. 2007. Balcılar (Lapseki-Çanakkale) Yöresindeki Galenit-Barit Damarlarında Sıvı Kapanımı ve İzotop Jeokimyası İncelemesi. 60. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, 188-190.

- Bozkaya, G. 2008. Balcılar (Lapseki-Çanakkale) Yöresindeki Galenit-Barit Damarlarında Kükürt İzotopları Jeokimyası İncelemeleri. 3. Ulusal Jeokimya Sempozyumu.
- Bozkaya G. 2009. Fluid inclusion and stable isotope (O, H and S) evidence for the origin of the Balcılar vein type barite-galena mineralization in Çanakkale, Biga Peninsula, NW Turkey. *Journal of Geochemical Exploration* 101, 8.
- Cox, K.G., Bell, J.D. and Plankhust, R.J. 1979. Interpretation of igneous rocks. Georg Allen and Unwin, London, 450p.
- Delaloye, M. and Bingöl, E. 2000. Granitoids from western and Northwestern Anatolia: Geochemistry and modeling of geodynamic evolution. *International Geology Review* 42, 241-268.
- Dönmez, M., Akçay, A.E., Genç, Ş.C. ve Acar, Ş. 2005. Biga Yarımadasında Orta-Üst Eosen Volkanizması ve Denizel İgnimbiritler. *MTA Dergisi*, 131, 49-61.
- Dönmez, M., Akçay, A. E., Duru, M., Ilgar, A. ve Pehlivan, Ş. 2008. Türkiye Jeoloji Haritaları Çanakkale-H17 Paftası. MTA Jeoloji Etüdüleri Dairesi, 101.
- Duru, M., Pehlivan, Ş., Ilgar, A., Dönmez, M. ve Akçay, A.E. 2007. 1/100000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi: AYVALIK-İ17 paftası. No: MTA(baskıda), Ankara.
- Ercan, T., Satır, M., Steinitz, G., Dora, A., Sarıfakıoğlu, E., Adis, C., Walter, H.J. ve Yıldırım, T. 1995. Biga Yarımadası ile Gökçeada, Bozcaada ve Tavşan adalarındaki (KB Anadolu) Tersiyer volkanizmasının özellikleri. *MTA Dergisi*, 117, 55-86.
- Gözler, Z., Ergül, E., Akçören, F., Genç, Ş., Akat, U. ve Acar, Ş. 1984. Çanakkale Boğazı doğusu-Marmara Denizi güneyi-Bandırma-Balıkesir-Edremit ve Ege Denizi arasındaki alanın jeolojisi ve kompilasyonu. MTA Jeoloji Dairesi Başkanlığı, MTA Rapor No: 7430, Balıkesir.
- Harris, N.B.W., Kelly, S. and Okay, A.O. 1994. Post collision magmatism and tectonics in northwest Anatolia. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 117, 214-252.
- Hedenquist, J.W., Izawa, E., Arribas, A. and White, N.C. 1996. Epithermal gold deposits: Styles, characteristics and exploration. *Resource Geology Special Publication Number1*, Published by the Society of Resources Geology.
- Hedenquist, J. W., Arribas, R. and Gonzales-Urien, E. 2000. Exploration for epithermal gold deposits. *Reviews in economic geology*, Vol. 13, p. 245-277
- Kaaden, G. 1957. Çanakkale-Biga- Edremit yarımadası bölgesindeki jeolojik saha çalışmaları ve maden yatakları hakkında rapor. MTA Rapor No: 2661, (yayınlanmamış).
- Ketin, İ. 1966. Anadolu'nun tektonik birlikleri. *MTA Bül. Sayı 66*, 23-34, Ankara.

- Kurshensky, R.D. 1976. Neogene calc-alkalene extrusive and intrusive rocks of the Karalar-Yeşiller area, NW Anatolia, Turkey. *Bulletin Volcanologique*, 40,336-360.
- Okay, A., Siyako, M. ve Bürkan, K. A. 1990. Biga Yarımadası'nın jeolojisi ve tektonik evrimi. *TPJD Bülteni* 2/1 1990 s.83-121, Ankara.
- Okay, A.I. and Tüysüz, O. 1999. Tethyan sutures of northern Turkey. In: Durand, B., Jolivet, L., Horvath, F., Seranne, M. (Eds.), *The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen* Geological Society, London. Special Publication. 156, pp. 475-515.
- Orgün, Y., Gültekin, A.H. and Onal, A. 2005. Geology, mineralogy and fluid inclusion data from the Arapucan Pb-Zn-Cu-Ag deposit, Çanakkale, Turkey. *Journal of Earth Sciences*. 25 (2005) 629-642.
- Pecher, A. 1981. Experimental decrepitation and re-equilibration of fluid inclusions in synthetic quartz. *Tectonophysics*, 78, 567-538.
- Pehlivan, A.N. ve Çetin, A., 1997. Edremit (Balıkesir) Ezine-Bayramiç-Yenice (Çanakkale) çevresinin altın ağırlıklı polimetal ve ağır mineral çalışmaları raporu. MTA Gn. Müd. Rap. No: 10061, Ankara.
- Sfondrini, G. 1961. Surface geological report on Ar/TPO/I/538 and 537. TPAO Arama Grubu Rap. No: 1429, 9s.
- Siyako, M., Bürkan, K.A. ve Okay, İ.A., 1989. Biga ve Gelibolu Yarımadaı'nın Tersiyer jeolojisi ve hidrokarbon olanakları. *TPJD Bülteni*, C. 1/3, 183-199.
- Sterner, S.M. and Bodnar, R.J. 1989. Synthetic fluid inclusions. VII. Reequilibration of fluid inclusions in quartz during laboratory-simulated metamorphic uplift. *Journal of Metamorphic Geology*, 7, 243-260.
- Şengör, A.M.C. 1984. Türkiye tektonik tarihinin yapısal sınıflaması. TJK Ketin Simpozyumu., s.37-61 Ankara.
- Şentürk, K. ve Karaköse, C. 1987. Çanakkale Boğazı ve dolayının jeolojisi. MTA, Rapor No: 9333 (yayımlanmamış), Ankara.
- Toker, V. ve Erkan, E. 1985. Gelibolu Yarımadası Eosen formasyonlarının nannoplankton biyostratigrafisi. *MTA Dergisi* 101/102, 72-91.
- Ünal, D. 1967. Trakya jeolojisi ve petrol imkanları. TPAO Arama Grubu., Rap. No: 391 (yayımlanmamış)
- Winchester, J.A. and Floyd, P.A. 1977. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products by using immobile elements. *Chemical Geology*, 20, 325-343.

Yanagiya, K. and Sato, J. 1989. Report on the Mineral Exploration in the Canakkale area Republic of Turkey. Technical Reports of the General Directorate of the Mineral Research and Exploration Institute (MTA) of Turkey, Report no. 8999. Phase I-II (unpublished)



EKLER

- EK 1 Balcılar örneklerinin numaraları, örneklerde yapılan analizler ve örneklerin koordinatları
- EK 2 Balcılar sahasından alınan örneklerin alım yerlerini gösteren harita
- EK 3 Biga Yarımadası'nın 1/100000 ölçekli jeoloji haritası (Dönmez vd., 2008'den basitleştirilerek alınmıştır)

Ek 1 Balçılar örneklerinin numaraları, örneklerde yapılan analizler ve örneklerin koordinatları

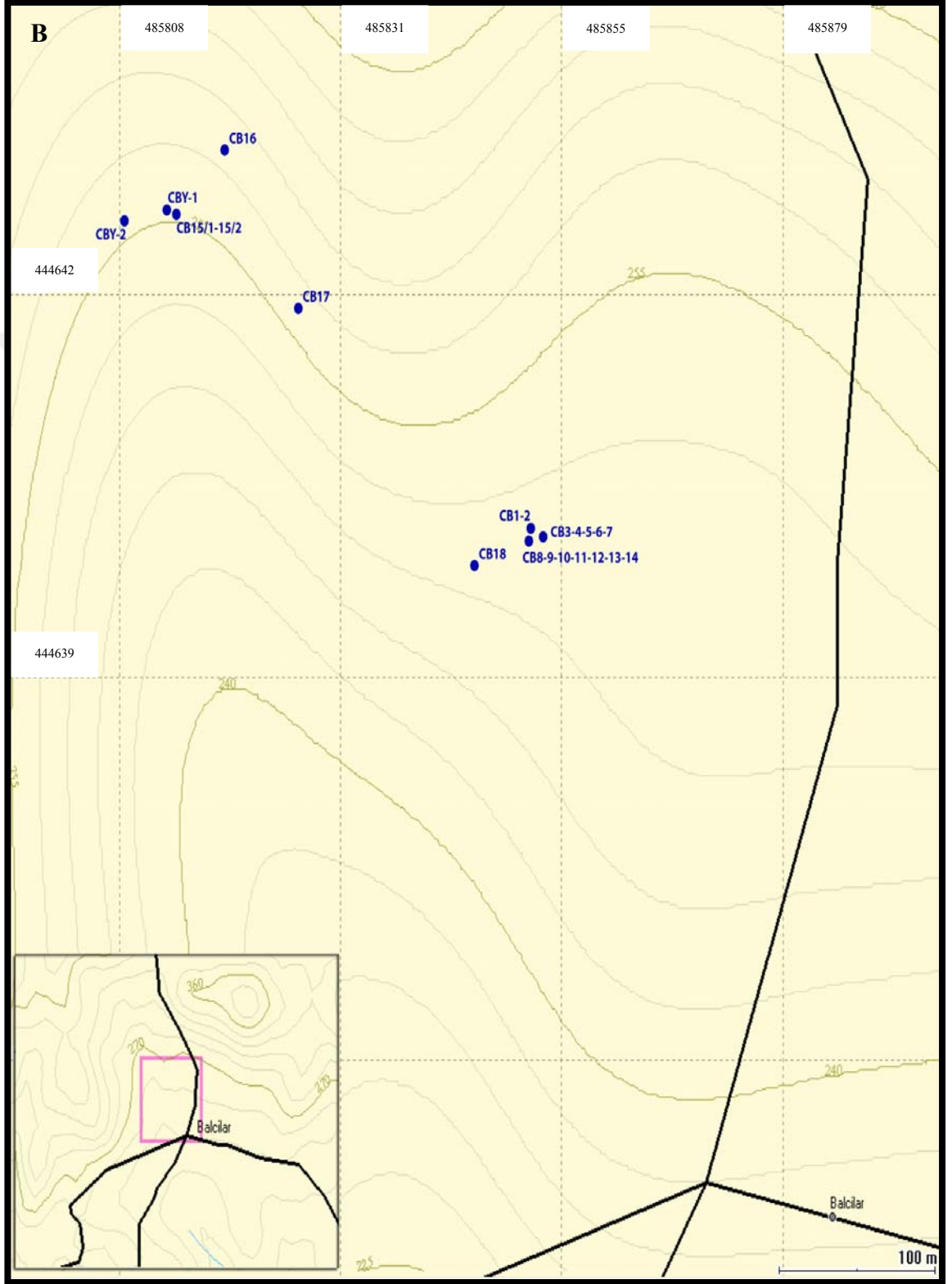
A	Örnek No	Örnek Adı	İnce Kesit	Parlatma	XRF	XRD	Sıvı Kapanım	Kimyasal Analiz	Koordinat (UTM)
YÜZEY ÖRNEKLERİ	CB 1a ve 1b	Cevherli örnek	X	X + X	X			X	35486074D 4447080K
	CB 2	Yoğun altere bazalt	X						35486074D 4447080K
	CB 3a ve 3b	Baritli-cevherli örnek	X	X + X	X			X	35486082D 4447076K
	CB 4	Yoğun altere bazalt	X						35486082D 4447076K
	CB 5	Baritli-cevher örneği	X	X	X			X	35486082D 4447076K
	CB 6	Cevherli örnek	X	X	X			X	35486082D 4447076K
	CB 7	Cevherli yoğun altere bazalt	X						35486082D 4447076K
	CB 8	Cevherli-Kuvars Damarı	X						35486073D 4447074K
	CB 9	Yoğun altere bazalt	X						35486073D 4447074K
	CB 10	Baritli cevher örneği	X	X	X		X	X	35486073D 4447074K
	CB 11	Cevherli yoğun altere bazalt	X						35486073D 4447074K
	CB 12	Yoğun altere bazalt	X						35486073D 4447074K
	CB 13	Yoğun altere bazalt	X						35486073D 4447074K
	CB 14	Yoğun altere bazalt	X						35486073D 4447074K
	CB 15.1	Baritli Cevherli örnek	X		X			X	35485847D 4447232K
	CB 15.2	Baritli Cevherli örnek	X	X + X	X		X	X	35485847D 4447232K
	CB 16a + 16b	Cevherli Yoğun altere bazalt	X	X				X + X	35485878K 4447263D
	CB 17	Cevherli örnek	X	X	X	X	X	X	35485925D 4447187K
	CB 18	Az altere bazalt	X					X	35486038D 4447062K
	CB 19a	Az altere bazalt	X					X	35486038D 4447062K
CB 19b	Az altere bazalt	X					X	35486038D 4447062K	

Ek 1 Balçılar örneklerinin numaraları, örneklerde yapılan analizler ve örneklerin koordinatları

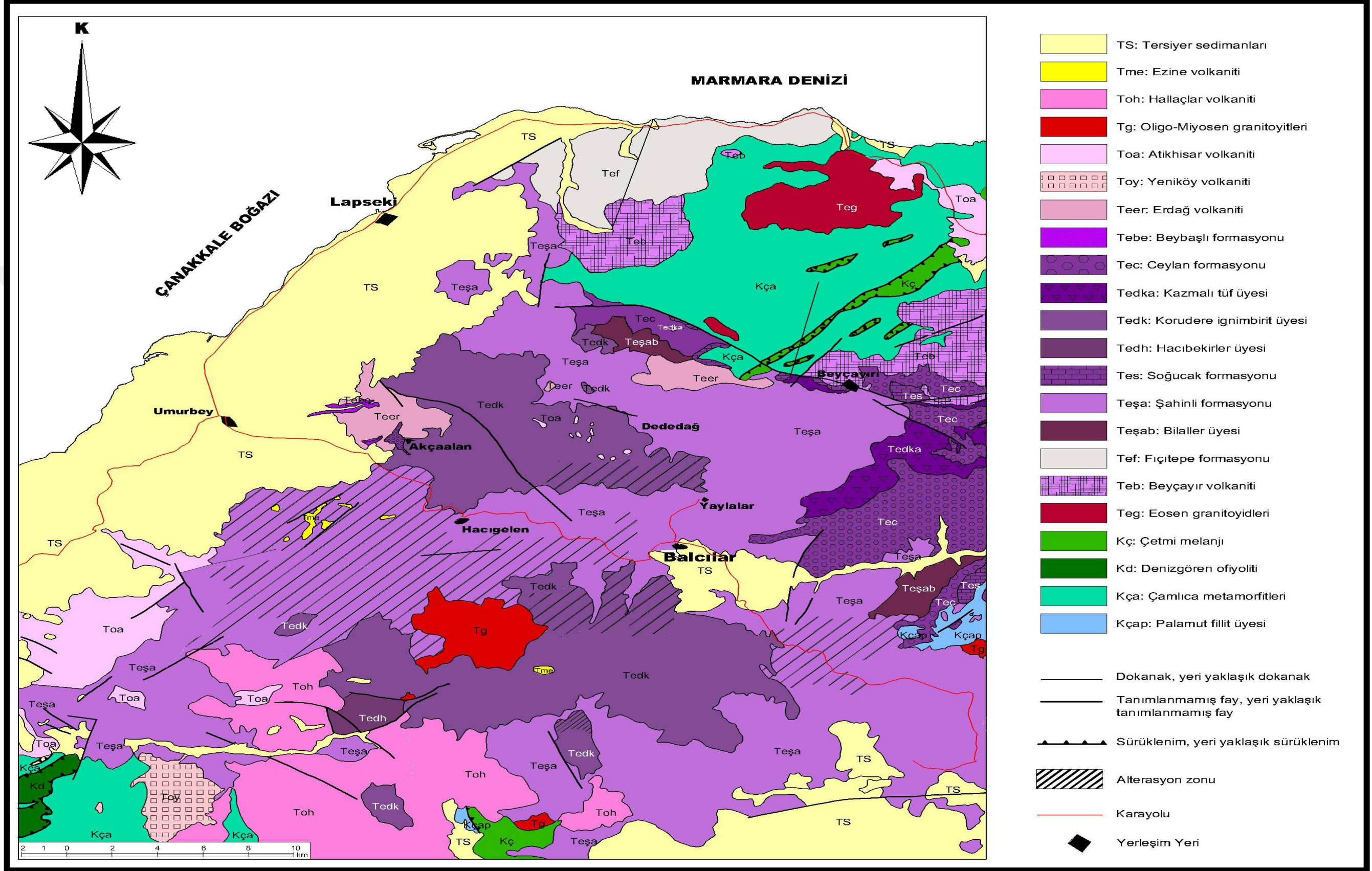
	Örnek No	Örnek Adı	İnce Kesit	Parlatma	XRF	XRD	Sıvı Kapanım	Kimyasal Analiz	Koordinat
YARMA 1. Profil	CBY 1-1	Yoğun altere bazalt	X					X	35485841D 4447234K
	CBY 1-2	Baritli cevherli örnek	X	X	X		X	X	35485841D 4447234K
	CBY 1-3	Cevherli örnek	X	X					35485841D 4447234K
	CBY 1-4	Cevheri yoğun altere bazalt	X					X	35485841D 4447234K
	CBY 1-5	Cevherli yoğun altere bazalt	X					X	35485841D 4447234K
	CBY 1-6	Cevherli yoğun altere bazalt	X			X		X	3548841D 4447234K
	CBY 1-7	Yoğun altere bazalt	X			X		X	35485841D 4447234K
YARMA 2. Profil	CBY 2-1.1	Cevherli yoğun altere bazalt	X			X		X	35485814D 4447229K
	CBY 2-1.2	Barit damarı	X		X			X	35485814D 4447229K
	CBY 2-2	Yoğun altere bazalt	X			X		X	35485814D 4447229K
	CBY 2-3	Yoğun altere bazalt	X					X	35485814D 4447229K
	CBY 2-4	Yoğun altere bazalt	X			X		X	35485814D 4447229K
	CBY 2-5	Cevherli örnek	X	X	X		X	X	35485814D 4447229K
	CBY 2-6	Cevherli yoğun altere bazalt	X			X		X	35485814D 4447229K
CBY 2-7	Yoğun altere bazalt	X					X	35485814D 4447229K	

Yoğun : İleri derecede

Ek 2 Balcılar sahasından alınan örneklerin alım yerlerini gösteren harita



EK 3 Biga Yarımadası'nın 1/100 000 ölçekli jeoloji haritası (Dönmez vd.2008'den basitleştirilerek alınmıştır)



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Seda ÖZDEMİR

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 16.01.1985

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce, Almanca

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Bahçelievler Deneme Süper Lisesi (2002)

Lisans : Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji
Mühendisliği Bölümü (2006)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji
Mühendisliği Anabilim Dalı (Şubat 2007 - Nisan 2011)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

Patika Tasarım Proje Danışmanlık Mimarlık Mühendislik ve Yazılım Ltd. Şti. (Kasım
2008-Ekim 2009)

Mega Mühendislik Müşavirlik Tic. Ltd. Şti. (Ekim 2007-Ekim 2008)