

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇORAKLIKTEPE EPİTERMAL ALTIN
YATAĞINI OLUŞTURAN ÇÖZELTİLERİN
KÖKENİ VE FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

Tunç KARAKOYUN

Aralık, 2018

İZMİR

**ÇORAKLIKTEPE EPİTERMAL ALTIN
YATAĞINI OLUŞTURAN ÇÖZELTİLERİN
KÖKENİ VE FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Ekonomik Jeoloji Programı

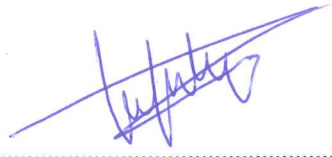
Tunç KARAKOYUN

Aralık, 2018

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

TUNÇ KARAKOYUN tarafından PROF.DR. TOLGA OYMAN yönetiminde hazırlanan “ÇORAKLIKTEPE EPİTERMAL ALTIN YATAĞINI OLUŞTURAN ÇÖZELTİLERİN KÖKENİ VE FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



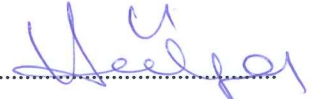
Prof. Dr. Tolga OYMAN

Yönetici



Prof. Dr. Alper BABA

Jüri Üyesi



Prof. Dr. Hüseyin İHANER

Jüri Üyesi



Prof. Dr. Kadriye ERTEKİN

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde Yüksek Lisans Tezi kapsamında hazırlanmıştır. Bu çalışmayı yöneten ve yönlendiren Prof. Dr. Tolga OYMAN' a çalışmaya sunmuş olduğu katkılardan dolayı teşekkür ediyorum. Çalışma için proje verilerini açan Koza Altın İşletmeleri' ne ve proje konusu Çoraklıktepe Cevherinin çıkarılmasında yağmur çamur demeden her türlü zor koşula rağmen özverilerini esirgemediği yeraltındaki “Milli Kaynaklarımızı, Milli Ekonomimize” kazandıran, istihdam yaratan Ovacık – Çoraklıktepe Altın Madenleri (2013-2014-2015 yılları) Maden Jeoloji Bölümü 'ne teşekkürlerimi sunuyorum. Çalışmalar sırasında bana hep destek olan eşim Özge KARAKOYUN' a yaşam boyu teşekkürü borç bilirim.

Tunç KARAKOYUN

ÇORAKLIKTEPE EPİTERMAL ALTIN YATAĞINI OLUŞTURAN ÇÖZELTİLERİN KÖKENİ VE FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

ÖZ

Çalışma alanında Karakaya Kompleksi' ne ait metamorfik temeli bölgede bulunan volkanik fasiyese ait andezitik ve dasidik volkanizma uyumsuzlukla üzerlemektedir. Çoraklıktepe projesinde gözlenen; söz konusu volkanizma üzerine yerleşmiş kuvars damarları, daha önceden işletilmiş Küçükdere Altın Madeni'nde KD doğrultulu gözlenen damar sisteminin bir devamı niteliğinde bir parçası olarak düşünülmekte olup yaklaşık KDD doğrultulu uzanmaktadır. Bölgesel ölçekte faylanmalar ve bunların damar sistemi üzerindeki atımları sonucu damar sistemleri kesikliklere uğramakta ve mercekler halinde yerleşmiş bulunmaktadır. Söz konusu iki sistemin bir arada düşünülmesi ortaya geniş ölçekte bir at kuyruğu yapısının varlığı düşüncesine dikkat çekmektedir.

Bu çalışmada Balıkesir ilinin Burhaniye ilçesinde bulunan Çoraklıktepe Altın Madeni'nde işletme öncesi ve işletme esnasında elde edilen; elmaslı sondaj karot örnekleri, işletme kat haritaları, ocak şev haritaları ve dijital cevher modeli verileri kullanılarak mineralizasyona ait jeokimyasal ve yapısal özellikler incelenmiştir.

Saha çalışmalarının yanı sıra altın ve gümüş içerikli kuvars damarlarından alınan sistematik örnekler üzerinde sıvı kapanım, ince kesit çalışmaları, parlak kesit çalışmaları ve makro incelemeler yapılarak cevheri oluşturan akışkanların fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir.

Damar sistemlerini bariz bir şekilde çevreleyen tipik düşük sülfidasyon epitermal cevherleşmelerde gözlenen; silisik, arjilik, propilitik alterasyonlar el örnekleri ile makro düzeyde tespit edilebilmekte, kayaç yüzleklerinde kolayca tanımlanabilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Altın, Çoraklıktepe, Küçükdere, altın cevherleşmeleri, jeokimyasal model, alterasyon

GENESIS AND PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF ORE FORMING HYDROTHERMAL SOLUTIONS IN ÇORAKLIKTEPE GOLD DEPOSITION

ABSTRACT

In study area andesitic and dacitic volcanics of the volcanic facies of the region overlays unconformably metamorphic base belonging to Karakaya Complex. The quartz veins hosted by these volcanics observed in the Çoraklıktepe Project would be considered to be one of the partly extension of observed vein system in the NE directing at previously operated Küçükdere Gold Mine, on elongating KDD trends. On regional scale, in consequence of the faulting and their thrust on the vein system, veins are interrupted and occurs in forms of lenses. Considering both two systems together in a large scale points out perspective to the instance of a horse-tail structure idea.

In this study, geochemical and structural settings of mineralization were investigated using diamond drill core samples, elevation base maps, mine slope maps and digital ore model data of Çoraklıktepe Gold Mine located in Burhaniye district of Balıkesir province.

As well as field work, fluid inclusion, thin section, polished section studies and macro investigations were performed on systematically sampled quartz veins bearing gold and silver to analyze physicochemical properties of ore forming fluids.

Silicic, argillic, propylitic alterations of typical low sulphidation epithermal mineralizations apparently encircling vein systems can be observed at macro level with hand specimens and can be easily identified in rock surfaces.

Keywords: Gold, Coraklıktepe, Kucukdere, gold deposition, geochemical model, alteration

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xii

BÖLÜM BİR - GİRİŞ.....1

1.1 Çalışma Alanının Yeri	1
1.2 Amaç ve Yöntemler	1
1.3 Önceki Çalışmalar	3

BÖLÜM İKİ - JEOLojİ.....6

2.1 Bölgesel Jeoloji	6
2.2 Lokal Jeoloji ve Cevherleşme	8
2.3 Damar Dokuları ve Çeşitleri	17

BÖLÜM ÜÇ - ALTERASYON19

BÖLÜM DÖRT - MİNERALojİ23

4.1 Makro İncelemeler.....	23
4.1.1 Örnek No: CTP01	23
4.1.2 Örnek No: CTP02	24
4.1.3 Örnek No: CTP03	24
4.1.4 Örnek No: CTP05	25
4.1.5 Örnek No: CTP06	25

4.1.6 Örnek No: CTP07	26
4.1.7 Örnek No: CTP08	26
4.1.8 Örnek No: CTP09	26
4.1.9 Örnek No: CTP10	27
4.1.10 Örnek No: CTP12	28
4.1.11 Örnek No: CTP14	29
4.1.12 Örnek No: CTP15	29
4.1.13 Örnek No: CTP16	30
4.1.14 Örnek No: CTP17	31
4.2 İnce Kesit İncelemeleri, Cevher Yapı Ve Dokuları	32
4.2.1 Kolloform Bantlar	33
4.2.2 Krastiform Bantlar	33
4.2.3 Kokart.....	33
4.2.4 Breşik Doku	34
4.2.5 İri Ve İnce Taneli Kristalin Kuvars Doku	34
4.2.6 Bladed Doku	35
4.2.7 Yapboz Doku (Jigsaw Texture)	36
4.2.8 Tüysü Doku (Plumose Texture)	37
4.2.9 Sfelurit Doku	38
4.2.10 Kalsedonik Kuvars	39
4.3 Cevher Mikroskobisi	39
4.3.1 Örnek No: CTP02	40
4.3.2 Örnek No: CTP03	41
4.3.3 Örnek No: CTP04	43
4.3.4 Örnek No: CTP05	44
4.3.5 Örnek No: CTP06	46
4.3.6 Örnek No: CTP07/1	47
4.3.7 Örnek No: CTP07/2	49
4.3.8 Örnek No: CTP09	52
4.3.9 Örnek No: CTP10	54
4.3.10. Örnek No: CTP16.....	56

BÖLÜM BEŞ - SIVI KAPANIM ÇALIŞMALARI.....58

5.1 Amaç, Yöntem, Örnek Seçimi ve Hazırlanması58

5.2 Sıvı Kapanım Mikroskopik Tanımlamaları ve Mikrotermometrik Çalışma....60

5.3 Damar Sisteminin Jeokimyası ve Cevher Modeli64

BÖLÜM ALTI - MADEN İŞLETME JEOLJİSİ66

BÖLÜM YEDİ - SONUÇLAR68

KAYNAKLAR.....70

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Yer bulduru haritası	5
Şekil 2.1 Kata ait cevher haritası (RL150)	9
Şekil 2.2 Kata ait cevher haritası (RL120)	9
Şekil 2.3 Kata ait cevher haritası (RL90)	10
Şekil 2.4 Cevherleşmenin 3 boyutlu model tel-kafesi (Wireframe)	11
Şekil 2.5 At kuyruğu (Horse tail) yapısı	12
Şekil 2.6 Çoraklıktepe (ve Küçükdere) jeoloji haritası	12
Şekil 2.7 Düşük açılı bindirme faylarının gözleendiği cevher damarı ile alterasyonlar	13
Şekil 2.8 Şevde gözlenen yeraltında kalan, cevher ve alterasyon kesiti	16
Şekil 2.9 İşletme esnasında gözlenen doku çeşitleri	18
Şekil 3.1 Damar ve alterasyon zonlanması - batı şevi - Prop PA1: Propilitik andezit, QV: Kuvars damarı, Arg: Arjilik, FZ: Fay zonu, Hem: Hematit	20
Şekil 3.2 Damar ve alterasyon zonlanması - batı şevi	20
Şekil 3.3 Damar ve alterasyon zonlanması - batı şevi	21
Şekil 3.4 Tipik epitermal cevherleşme kesiti	22
Şekil 4.1 CTP01 A, B örnekleri	23
Şekil 4.2 CTP02 A, B örnekleri	24
Şekil 4.3 CTP03 A,B örnekleri	25
Şekil 4.4 CTP09 A,B ve CTP 09-2A,2B örnekleri	27
Şekil 4.5 CTP10 A ve CTP 10-2A,2B örnekleri	28
Şekil 4.6 CTP12 A,B ve CTP 12-2A,2B örnekleri	29
Şekil 4.7 CTP16 A,B ve CTP 16-2A,2B örnekleri	31
Şekil 4.8 CTP17 örneği	32
Şekil 4.9 Krastiform-Kolloform bantlaşma örneği, yapboz dokuda ince taneliden iri taneliye diziliimli kuvars ile adularyanın haç nikol görüntüsü(A), paralel nikolde sülfür minerallerinin görüntüsü (B)	33
Şekil 4.10 Kuvars matrisli kalsit breşleri. A)İri kalsit tanesi ve ince taneli kristalin kuvarstan iri taneli ve uzamış kristalin kuvarsa dizilim. B)Kalsit breşleri	

ve kuvars matris C)Kalsit taneleri ve ince taneli kristalin kuvars D)Kalsit breş parçaları ve uzamış kristalin kuvarslar Cal:Kalsit, Qtz:Kuvars	34
Şekil 4.11 İnce ve iri taneli kristalin kuvars örnekleri. A)İri ve yarı öz şekilli kuvars tanelerinden oluşmuş matris. B)Kalsit mineralini çevreleyen ince ve iri taneli kristalin kuvars matris. C)İnce taneli kristalin kuvars matris. D)Mega kuvars tanesini çevreleyen ince ve iri taneli kristalin kuvars minerali. Qtz:Kuvars.....	35
Şekil 4.12 Kafes bladed ve paralel bladed doku örnekleri. Cal:Kalsit, Qtz:Kuvars...	36
Şekil 4.13 Kuvars matriste gözlenen yapboz doku (Jigsaw Texture) örneği. A) Haç nikol görüntüsü, B) Paralel nikol görüntüsü.	37
Şekil 4.14 Kuvarslarda gözlenen tüysü doku (Plumose texture) örneği.....	38
Şekil 4.15 Volkanik yan kayada gözlenen sfeluritik doku örneği.	39
Şekil 4.16 CTP02 örneğine ait mikroskop fotoğrafları A-C ve E mikro fotoğrafları //N'de, B-D ve F mikro fotoğrafları +N'de çekilmiştir. Cpy:Kalkopirit, Gn:Galen, Py:Pirit, Sp:Sfalerit.	41
Şekil 4.17 CTP02 örneğine ait mikroskop fotoğrafları A-C ve E mikro fotoğrafları //N'de, B-D ve F mikro fotoğrafları +N'de çekilmiştir. Cpy:Kalkopirit, Gn:Galen, Py:Pirit, Sp:Sfalerit, Pol/Pear:Polibasit/Piersit.	43
Şekil 4.18 CTP04 örneğine ait mikroskop fotoğrafları. A mikro fotoğrafı //N'de, B mikro fotoğrafı +N'de çekilmiştir. Py:Pirit.....	44
Şekil 4.19 CTP05 örneğine ait mikroskop fotoğrafları. A-C-E-G ve I mikro fotoğrafları //N'de, B-D-F-H Ve J mikro fotoğrafları +N'de çekilmiştir. Cpy:Kalkopirit, Gn:Galen, Py:Pirit, Sp:Sfalerit.	45
Şekil 4.20 CTP06 örneğine ait mikroskop fotoğrafları. A-C-E mikro fotoğrafları //N'de, B-D-F mikro fotoğrafları +N'de çekilmiştir. Cpy:Kalkopirit, Pol/Pear:Polibasit-Piersit, Py:Pirit, Sp:Sfalerit.	47
Şekil 4.21 CTP07/1 örneğine ait mikroskop fotoğrafları. A-C-E mikro fotoğrafları //N'de, B-D-F mikro fotoğrafları +N'de çekilmiştir. Cpy:Kalkopirit, Pol/Pear:Polibasit-Piersit, Py:Pirit, Sp:Sfalerit, Gn:Galen, Au:Altın.	49
Şekil 4.22 CTP07/2 örneğine ait mikroskop fotoğrafları. A-C-E-G mikro fotoğrafları //N'de, B-D-F-H mikro fotoğrafları +N'de çekilmiştir. Cpy:Kalkopirit, Py:Pirit, Sp:Sfalerit, Gn:Galen, Au:Altın.....	51

Şekil 4.23 CTP09 örneğine ait mikroskop fotoğrafları. A-C-E mikro fotoğrafları //N'de, B-D-F mikro fotoğrafları +N'de çekilmiştir. Cpy:Kalkopirit, Py:Pirit, Sp:Sfalerit, Gn:Galen, Au:Altın.....	53
Şekil 4.24 CTP09 örneğine ait mikroskop fotoğrafları. A-C-E mikro fotoğrafları //N'de, B-D-F mikro fotoğrafları +N'de çekilmiştir. Cpy:Kalkopirit, Py:Pirit, Sp:Sfalerit, Gn:Galen, Au:Altın.....	54
Şekil 4.25 CTP10 örneğine ait mikroskop fotoğrafları. A-C-E mikro fotoğrafları //N'de, B-D-F mikro fotoğrafları +N'de çekilmiştir. Cpy:Kalkopirit, Py:Pirit, Sp:Sfalerit, Gn:Galen	56
Şekil 4.26 CTP16 örneğine ait mikroskop fotoğrafları. A-C mikro fotoğrafları //N'de, B-D mikro fotoğrafları +N'de çekilmiştir. Cpy:Kalkopirit, Py:Pirit, Gn:Galen, Au:Altın.....	57
Şekil 5.1 Örnek alınan sondajlar ve cevher-ocak-topoğrafya uzunlamasına görünümü	58
Şekil 5.2 Cevher-ocak-topoğrafya uzunlamasına kesiti üzerinde numune noktaları .	60
Şekil 5.3 CO-4 numunesinde gözlenen ve ölçüm yapılan birincil sıvı kapanım mikro fotoğrafları.....	62
Şekil 5.4 CTP09 numunesinde gözlenen ve ölçüm yapılan birincil sıvı kapanım mikroskop görüntüleri.....	62
Şekil 5.5 Sıvı kapanım numunelerinden ölçülen homojenleşme sıcaklık ölçümlerinin değer dağılımları.....	63
Şekil 5.6 Sıvı kapanım numuneleri üzerinden ölçülen ergime sıcaklıklarıyla hesaplanmış % NaCl eşleniği tuzluluk değerleri dağılımı	63
Şekil 5.7 Sıvı kapanım ölçümlerine ait homojenizasyon sıcaklığı ve hesaplanmış % NaCl eşleniği tuzluluk grafiği	63
Şekil 5.8 Lejant ile renklendirilmiş Çoraklıktepe cevher modeli ve topoğrafya.....	65
Şekil 6.1 Açık işletme esnasında ulaşılan en geniş sınırlar	67
Şekil 6.2 Açık işletme tamamlanması sonrasında rehabilite edilen saha.....	67

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 2.1 Küçükdere ve Çoraklıktepe cevher oluşum jeokronolojisi	15
Tablo 5.1 İncelenen örneklerle ait analiz sonuçları ve sondaj verileri	59
Tablo 5.2 İncelenen örneklerle ait analiz sonuçları	59
Tablo 5.3 İncelenen sıvı kapanım örneklerine ait ötektik ve son buz ergime sıcaklıkları	61
Tablo 5.4 İncelenen sıvı kapanım örneklerine ait homojenleşme ve tuzluluk değerleri	61
Tablo 6.1 Çoraklıktepe üretim faaliyet özeti.....	66

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1.1 Çalışma Alanının Yeri

Çalışma, Balıkesir'in batısında Burhaniye ilçesine bağlı Dutluca köyünün kuzeyinde bulunmaktadır (Şekil 1.1).

Proje 1/25.000 ölçekli topografik harita üzerinde Balıkesir İ18-d4 paftasının 4373000 - 4374000 yatay / 506000 - 507000 düşey koordinatlarının arasında kalan alanda yapılmıştır.

Balıkesir il merkezine 80 km uzaklıkta olan Burhaniye ilçesine bölünmüş yollar ile sağlanabilmektedir. Engebeli arazi yapısı dolayısıyla ulaşım oldukça virajlı yollarla olmak üzere Burhaniye ilçe merkezinden 10 km mesafededir. Burhaniye ve Edremit ilçe merkezinde özellikle termal su konsepti ile hizmet veren oteller ve bunların yanı sıra pansiyonlar proje sahasına yakın konaklama ortamı sunmaktadır.

1.2 Amaç ve Yöntemler

Çalışmanın amacı, Burhaniye'nin doğusunda bulunan Çoraklıktepe altın cevherleşmesini oluşturan hidrotermal çözeltilerin kökeni ve fizikokimyasal özelliklerini incelemektir. Sistematik sondaj karotlarından yararlanılarak; Jeoloji, Mineraloji, alterasyon ve jeokimya verilerinin kullanımıyla ortaya konulacak oluşum modeli fiziksel olarak çözeltilerin yerleşim modeli ile birlikte karşılaştırılacaktır.

Ekonomik değeri son derece yüksek olan epitermal altın yataklarına bir örnek teşkil eden Çoraklıktepe altın madeni, yapılan açık işletme faaliyetleri esnasında incelenme fırsatı bulunulup veriler edinilebilmiştir. Koza Altın İşletmeleri A.Ş.'nin izni ile haritalama, örnekleme ve fotoğraflama yapılmıştır.

İşletme faaliyetleri kapsamında elde edilen sondaj karot numuneleri, şirket tarafından mümkün oldukça ana damar doğrultusuna dik bir şekilde yapılan sondajlardan elde edilmiştir. Örneklenen sondaj karotları Ovacık Altın Madeni Koza Analiz Laboratuvarı'nda numune hazırlama ve kimyasal analiz işlemlerine tabi

tutulmuştur. Yapılan analizler esnasında ve halen Ovacık Altın Madeni Koza Analiz Laboratuvarı, Altın ve Gümüş analizlerinde TÜRK-AK akredite kuruluşu olarak çalışmalarına devam etmektedir.

Petrografik inceleme ve ince kesit için alınan örnekler ve bunlar üzerinde yapılan çalışmalar Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında yapılmıştır. El örneklerinin fotoğraflama işlemleri için bilgisayar ortamında doküman tarayıcılar kullanılmıştır. Tarayıcı camının üzerinde yarılanmış düz yüzeylere sahip karot numuneleri ıslatılarak konulup taranmıştır.

Parlak kesit örnekleri herkesçe bilinen standart yöntemler kullanılarak elde edilmiştir. Kaya numuneleri yaklaşık 4-6 cm çapında silindirik kaplar içine oturacak şekilde genellikle kibrit kutusu şeklinde kesilmiştir. Kesilen numuneler silindirik bir hazne içerisinde bir yüzeyi işlem sonrası boşta kalacak şekilde tabana düz ve paralel halde bastırılarak konulmaktadır. Hazneye homojen şekilde karıştırılmış epoksi reçine ve gerekli oranda hızlandırıcı karışımı eklenerek hava kabarcıkları gözlenerek karışımın homojenizasyonu sağlanmıştır. Genellikle kullanılan karışımlar 24 - 36 saat arası sürede kuruyup katılaşmaktadır. Katılaşan silindirik bloklar numunenin bulunduğu açık taraftan, sırasıyla 100 – 400 kumluk kaba aşındırma ile epoksi çapakları ve kayaç yüzeyinin düzlenmesi sağlanmıştır. Sonrasında 600 – 1000 kumluk zımpara tozu kullanılarak döner disk ve cam üzerinde orta aşındırma işlemi tamamlanmıştır. Son olarak 9 mikron – 3 mikron boyutlu elmas tanelere sahip macunlarla tozsuz ortamda özel kaplamalı yüzeye sahip döner diskler üzerinde son parlatması yapılmıştır. Cevher mikroskobunda metalik mineraller üzerlerindeki parlatma izleri ve zımpara/elmas çiziklerinin kaybolması sağlanana dek ince parlatmaya devam edilmiştir.

Hazırlanan parlak kesit örnekleri bölüme ait mikroskop laboratuvarında incelenerek fotoğraflanmıştır. Hazırlanan ince kesit örnekleri polarizan mikroskopta incelenerek cevher minerallerine eşlik eden minerallerde meydana gelmiş alterasyon, ornatma, psödomorf gibi mineralojik değişimler incelenmiştir.

1.3 Önceki Çalışmalar

Çoraklıktepe Altın Yatağı yakınlarında, daha önceden işletilmiş Küçükdere Altın Madeni bulunmaktadır. Genellikle bu bölgede yapılan çalışmalar genel jeoloji, volkanizma ve tektonizma üzerine olmakla birlikte Çiçek (2009) ve öncesinde Çolakoğlu (2000)'nin Küçükdere ve Çoraklıktepe cevherleşmeleriyle ilgili çalışmaları bulunmaktadır. Altunkaynak ve Yılmaz (1998), Yılmaz ve Karacık (1999), Yılmaz ve diğerleri (2001) 'nin genel jeoloji, volkanizma ve tektonizma üzerine yayınları bulunmaktadır.

Çiçek (2009), Küçükdere cevherleşmesini alterasyon zonlarını jeolojik, yapısal, mineralojik ve petrografik açıdan incelemiştir. Yaptığı araştırmalar sırasında Küçükdere cevherleşmesiyle ilişkili olduğuna inandığı Çoraklıktepe cevherleşmesine de değinerek verilerini sunmuştur. Tavan kayacı ve taban kayacı kontaklarında oldukça ince kalınlıkta arjilik, propilitik ve silisleşme gözlemlemiş, bölgenin güneyinde yer alan Çoraklıktepe damarları çevresinde arjilik ve ileri arjilik alterasyon buluntularına rastlamıştır. Ana cevherleşme zonunun kuzeydoğu doğrultulu ve bunlara yaklaşık dik faylarla atıma uğrayan merccekler şeklinde yaklaşık 5,4 km takip edildiğini, ana gang minerali kuvars yanı sıra kalsit, ankerit, mangan, barit, rodonit, götit, hematit gözlediğini belirtmektedir. Yapılan mikroskobik çalışmalarda piritin oksidasyonu ve ayrışması sonucu kısmen veya tamamen götite dönüşerek kimi zaman hacim kaybederek ilksel hacminin kalıbı içerisinde boşluklar kalmasına sebebiyet vermiştir. Cevherleşmenin genel olarak breşik ve bantlı dokuyla ilişkili olduğunu yapılan laboratuvar analizlerine dayanarak belirleyerek yine aynı örneklerde laboratuvar analizleri sonucu Ag/Au oranını 2,05 olarak belirlemiştir. Altın mineralizasyonu yanı sıra Pb, Cu, Zn, As elementlerinin bulunduğu cevher kayaçta, çok nadir Mo ve Sb elementlerine rastlamıştır. Mineralizasyonun oksidasyon zonu içerisinde altın ve gümüşçe depolandığı sonucuna vararak oksidasyon zonunun alt kotlarına inildikçe gang minerallerinden kuvars dışındakilerin azaldığını ve sondaj verilerinin düşük Au ve Ag tenörü içerdiğini belirtmiştir.

Çolakoğlu (2000), Küçükdere cevherinin yapı ve dokularının yanı sıra yan kayaç özelliklerini incelemiştir. Doku incelemeleri sonucu damar kayacı andezitik breşik,

hidrotermal breşik, bantlı ve masif karbonat olmak üzere 4 farklı damar türüne ayırarak altın bakımından özellikle bantlı damarın önemini vurgulamıştır. Sırasıyla andezit, bazalt ve alüvyonu yaşlıdan gence sıralayarak bu birimler üzerinde kil alterasyonu ve silisleşme olarak alterasyonu 2 farklı grupta tanımlamıştır.

Altunkaynak ve Yılmaz (1998), plütonikler, hipabisal topluluklar ve volkanikler olmak üzere sınıflayarak Kozak Magmatik Kompleksini ele almış, magmatik aktivitenin yaşını ise Geç Oligosen-Erken Miyosen aralığında belirlemişlerdir. Erken Miyosende magmatik kompleksin etrafını çevreleyecek şekilde volkanik aktivitenin süregeldiğini öne sürmektedirler. K-G yönlü sıkışma rejimi Anadolu’da hala hakimken magmatik aktivitenin yerleştiğini, sonrasında KD-GB ve K-G yatay atım bileşenli yapısal hatlar boyunca volkanik aktivitenin çıkış yaptığını ileri sürmektedirler.

Yılmaz ve Karacık (1999), özellikle Kuzeybatı Anadolu’daki Edremit grabeninin oluşumu olmak üzere Ege Bölgesi’ndeki grabenlerin evrimini araştırmıştır. Kalk alkali ortaç lav ile piroklastiklerin kuzey-kuzeydoğu fayları uzanımına yerleştiğini düşünerek, Orta Miyosen sonuna dek bu birimler üzerinde sıkışma rejiminin hâkim olduğunu ileri sürmektedir. Üst Miyosen - Erken Pliyosende oluşan birimler üzerinde KD - GB trendi boyunca Kuzey-Güney açılma tektoniğinin hakim olduğunu ve grabenlerin kenar faylarının doğrultu atımlı ve oblik faylar olduğunu düşünmektedir.

Yılmaz ve diğerleri (2001), Kuzeybatı Anadolu’daki magmatik birlik ve bunlara ait tektonik evrimi açıklamaya çalışmış, Kuzeybatı Anadolu’da iki farklı magmatik aktivitenin varlığına işaret etmişlerdir. Bunlardan ilki Geç Kretase-Eosen dönemindeki Tetis Okyanusu’nun kapanımına bağlı K-G sıkışma rejiminin son evre ürünü Oligosen – Erken Miyosen ortaç felsik kalk alkali birimleridir. İkinci birimler ise K-G yönlü Batı Anadolu’da D-B grabenlerine neden olan açılma rejiminin etkisiyle gelişen ve rift tipi bazaltik volkanizma üreten Geç Miyosen – Pliyosen magmatik aktivitesidir.

BÖLÜM İKİ

JEOLOJİ

2.1 Bölgesel Jeoloji

Proje alanı temelini, Karakaya Kompleksine ait düşük dereceli metamorfik kayaları oluşturur (Okay ve diğer., 1990; Kaya ve Mostler, 1992). Bu kayalar metasedimenter ve metavolkanik birimlerden ibarettir. Karakaya Kompleksi okyanus ortası (intraoceanic) yay - önü (fore-arc) çökelleri ile tanımlanır (Okay ve diğer., 1990). Kompleks, Nilüfer (Orta Triyas), Ortaoba, Çal (Üst Permiyen) olmak üzere üç birimde incelenmektedir. Nilüfer birimi yeşil renk spilitik bazaltlar, volkaniklastik sedimanter kayalar, ignimbritler ve rekristalize kireçtaşlarıyla temsil edilirken, Bazalt, silisli çamurtaşları, çört ve kumtaşları Ortaoba Birimi'ni temsil etmektedir. Ortaoba Birimi, Nilüfer Birimi'ni tektonik olarak üstlemektedir. Bu iki birim ise Çal Birimi'ndeki Üst Permiyen platform karbonatları ve tabanındaki çakıltaşı ile tektonik olarak üzerlenmektedir.

Karakaya Kompleksi temel kayaları Kozak magmatik kompleksine ait plütonik kayalar olan Kozak granodiyoriti, aplogranit ve mikrogranitlerce kesilir. Literatüre Kozak plütonu adıyla anılan kompleks yaklaşık 350 kilometrekarelik bir alana yayılarak KD – GB uzanımındaki elips şeklinde geometridedir. Granodiyorit ve adamellitlerin yanı sıra, geçişli kontaklar ile granitler, kuvars - diyoritler ve kuvarsmonzonitlere de rastlanılır (Altunkaynak ve Yılmaz, 1998).

Granodiyoritlerde çoğunlukla hipidiyomorfik ve holokristalen porfiritik doku gözlenir. Mineral oranları; plajioklas (%45–56), kuvars (%7–20), alkali feldispat (%15–22), hornblend (%5–15), biyotit (%5–10) ve daha az klinopiroksen iken; aksesuar olarak sfen, zirkon, apatit ve magnetit ile alterasyon minerallerinden ibarettir. Kozak plütonunun geç evre ürünleri olan ince taneli ve lökokratik kayalar olarak tanımlanan aplogranitler kenar zonu boyunca mostra verir. Mineral oranları %25–40 kuvars, %25–30 alkali feldispat, % 20–25 plajioklas olan aplogranitler aplitik ve granofrik doku sunar. Mikrogranitler plütonun merkezinde yüzlek verir. Gri renge sahip granitik ve granodiyoritik kayalar Mikrogranitler olarak tanımlanır ve granofrik

doku sunarlar. Kenar bölgelerde aplitik dayklarla birlikte bazı bölgelerde pegmatitik damarlar da görülür (Altunkaynak ve Yılmaz, 1998; 1999). Kozak plütonik kompleksine ait bulgular sokulumun yerleşiminin sık olduğuna işaret etmektedir (Altunkaynak ve Yılmaz, 1998; 1999). Metamorfiklerde gözlenen fay yüzeylerinin kullanılması, plütonun kabuk içinde kırılğan olan bölgeye girişim yaptığına bir kanıttır. Ayrıca eş yaşlı, dıştan granofrik dokulu mineralojik açıdan benzer hipabisal kayalarla çevrelenmesi, kenarlarında pişme zonunun bulunması çevre kaya kalıntılarının plütonun merkezinde gözlenmesi plütonun sık yerleşimine ait diğer kanıtlardır. Kozak plütonuna ait radyometrik yaş tayini verileri plütonun yaşını 24–20 My (Rb/Sr; Ataman, 1974; Bingöl ve diğer., 1982) olarak göstermektedir.

Şengör (1981) ve Bozkurt (2001) yaptıkları çalışmalar sonucu Türkiye ve yakınlarının bölgesel ölçekte mevcut şeklini almasını sağ atımlı Kuzey Anadolu Fay Zonu, sol atımlı Doğu Anadolu ve Ölüdeniz doğrultu atımlı fay zonları ve güneyde Ege-Kıbrıs aktif dalma-batma zonu gibi neotektonik yapılarına bağlamışlardır. Afrika ve Avrasya levhaları bu yapılar sayesinde birbirine yaklaşırken, Anadolu levhasının saat yönünün tersine batı-güneybatıya doğru hareket ettiğini belirtmektedirler. Bu halde Afrika ve Arap levhaları; Ege yayı, Kıbrıs yayı ve Bitlis-Zagros zonu boyunca Anadolu ve Avrasya levhalarının altına daldığı sonucuna varmaktadırlar. Dewey ve diğerleri (1979) ise tektonik kuvvetler etkisinde batıya hareket eden Anadolu levhasını “Batı Anadolu açılma - genişleme bölgesi” olarak isimlendirmektedir (Dewey and Şengör, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981; Seyitoğlu ve Scott, 1991; Bozkurt, 2001). Son yıllarda hassas GPS ölçümleri ile elde edilen karalara ait hareket verileri Avrasya levhasına göre bağlı hızların Anadolu levhası için yaklaşık 25 mm/ yıl batıya, Ege için yaklaşık 35 mm/yıl güneybatıya ve Afrika levhası yaklaşık 10 mm/yıl kuzey-kuzeybatıya doğru olduğunu göstermektedir.

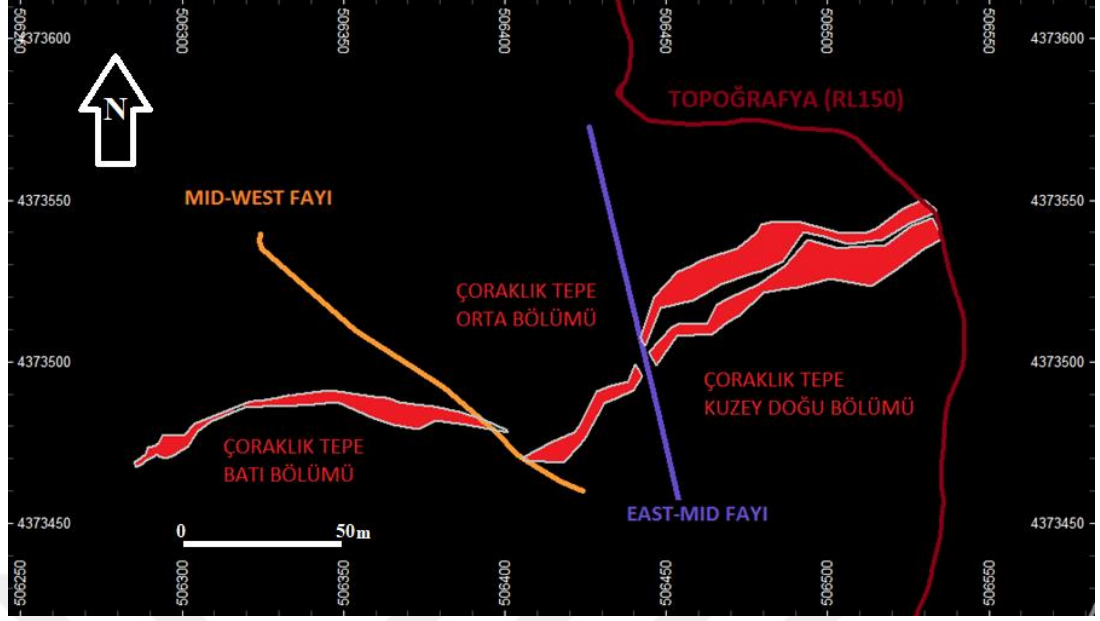
Edremit Körfezi’nin bulunduğu havza civarındaki yapısal öğeler birbirine paralel kuzeydoğu doğrultulu fay zonları olarak göze çarpmaktadırlar. Büyük bölümü magmatik kayaların oluşumu ve yüzeylemesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Edremit Körfezi’nin kuzey sahilini oluşturan Edremit Fayı DKD - BGB trendinden doğu-batıya dönen doğrultular sunmakta Yılmaz ve diğerleri (2001) tarafından bu fay sol doğrultu atımlı bileşenine sahip oblik bir fay olarak tanımlanmaktadır.

2.2 Lokal Jeoloji ve Cevherleşme

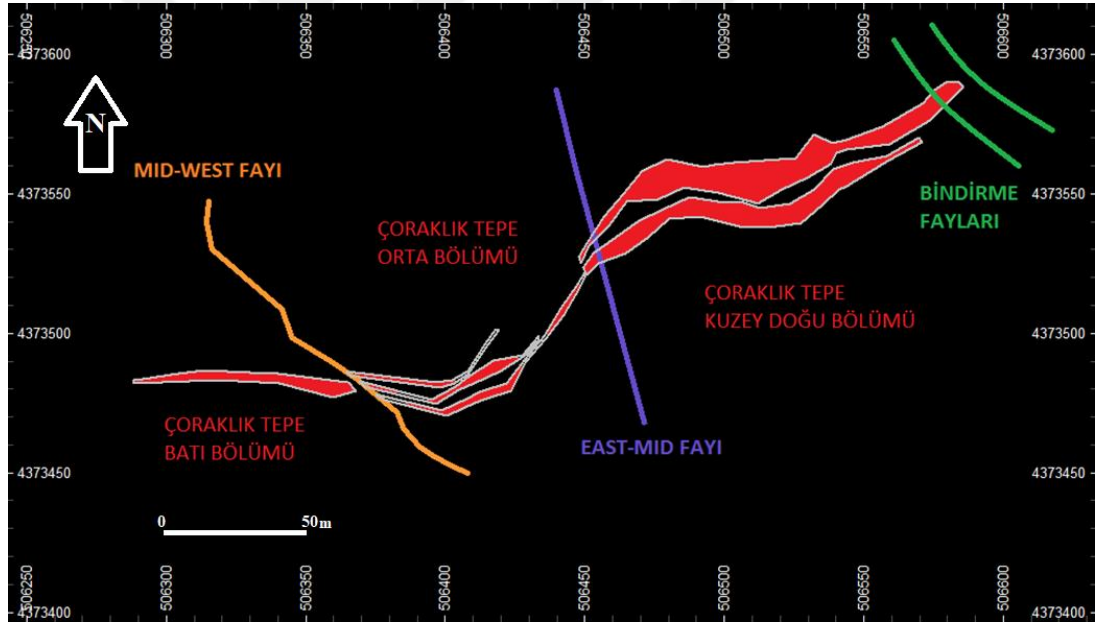
Çoraklıktepe cevherleşmesi Burhaniye ilçesine bağlı Dutluca köyü sınırlarında yer alır. Cevherleşmenin, lokal bazda yapısal özelliklerle Küçükdere cevherleşmesinin devamı niteliğinde olabileceği düşünülmektedir. Dolayısıyla cevherleşme Edremit Körfezi'nden D-KD uzanımıyla Edremit Grabeni 'nin kıyısında; Pliyosenden günümüze dek aktif sağ doğrultu atıma sahip Kuzey Anadolu Fay zonunun bir parçasında oluşmuştur.

Cevhere ev sahipliği yapan yapısal öğeler, konumları ve bunları ara ara sonlandırarak atımlara sebep olan daha genç faylanmalar ile konumları söz konusu belirgin iki farklı mineralojik içeriğe sahip cevherleşmenin kökensel birlikteliğine de işaret etmektedir.

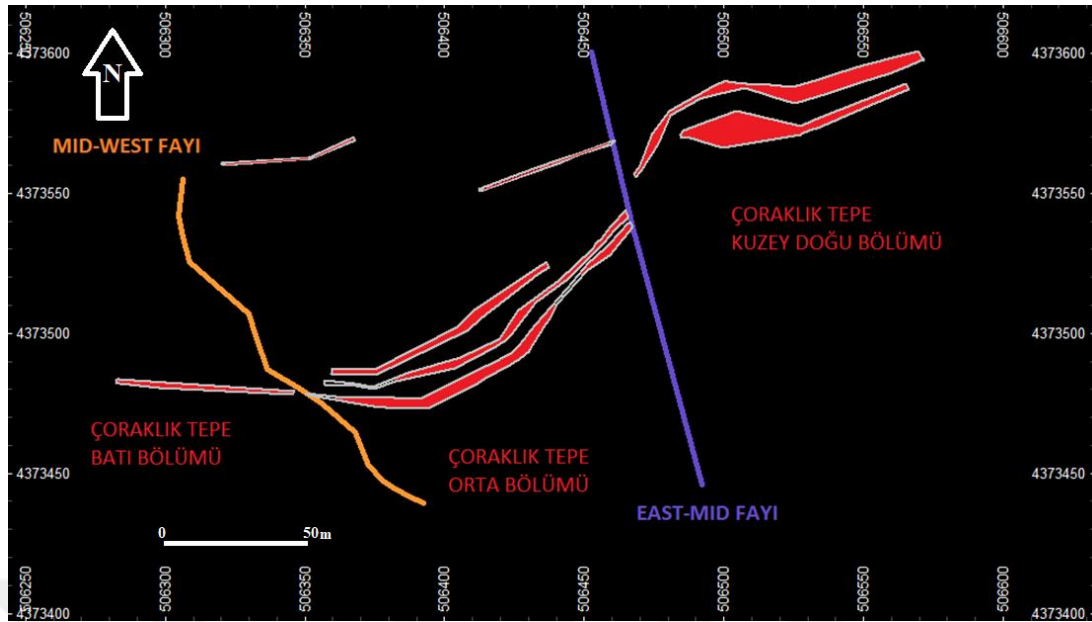
KD-GB'dan E-B'ya dönen doğrultuya sahip Çoraklıktepe altınlı kuvars damarları porfiritik andezitler içerisinde kendine yer bulmuştur. Yapısal öğelerle kesilmelere uğrayan ve birbirine paralel damarlar halinde uzanan cevherleşme yatayda 400m'den fazla uzunlukta ekonomik Au tenörü içermektedir. Cevherleşmeyi teşkil eden birbirine yaklaşık koştur 3 damarı, biri sağ, diğeri sol atımlı olmak üzere yaklaşık K-G doğrultulu ve KD-GB doğrultulu 2 fay (Mid-west ve East-mid Fayları) kesmekte ve mevcut konumuna getirmektedir. Bunlarla birlikte cevher doğu ucunda yaklaşık KB-GD doğrultulu birden fazla birbirine paralel bindirme fayları da bulunmaktadır (Şekil 2.1, Şekil 2.2, Şekil 2.3).



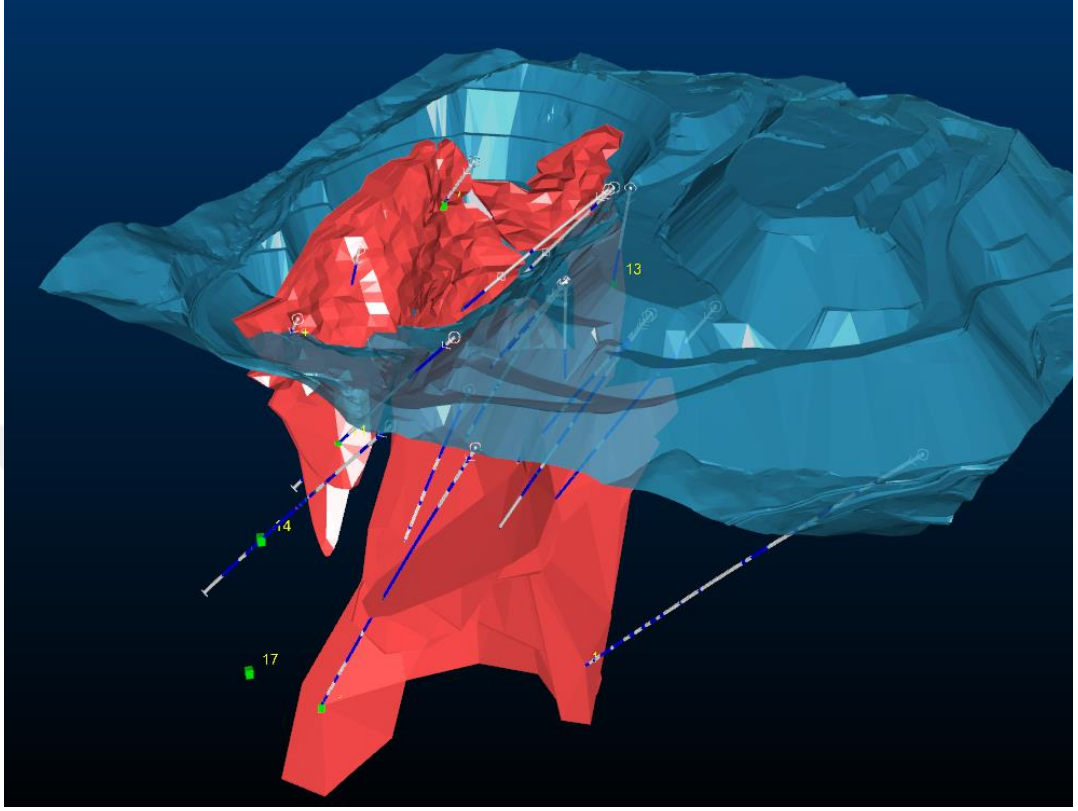
Şekil 2.1 Kata ait cevher haritası (RL150)



Şekil 2.2 Kata ait cevher haritası (RL120)



volkanik ve plütonik aktivite sonuçlarıyla desteklenerek olağandışı enerji boşalımını tamamlaması sonucu oluşmaktadır.

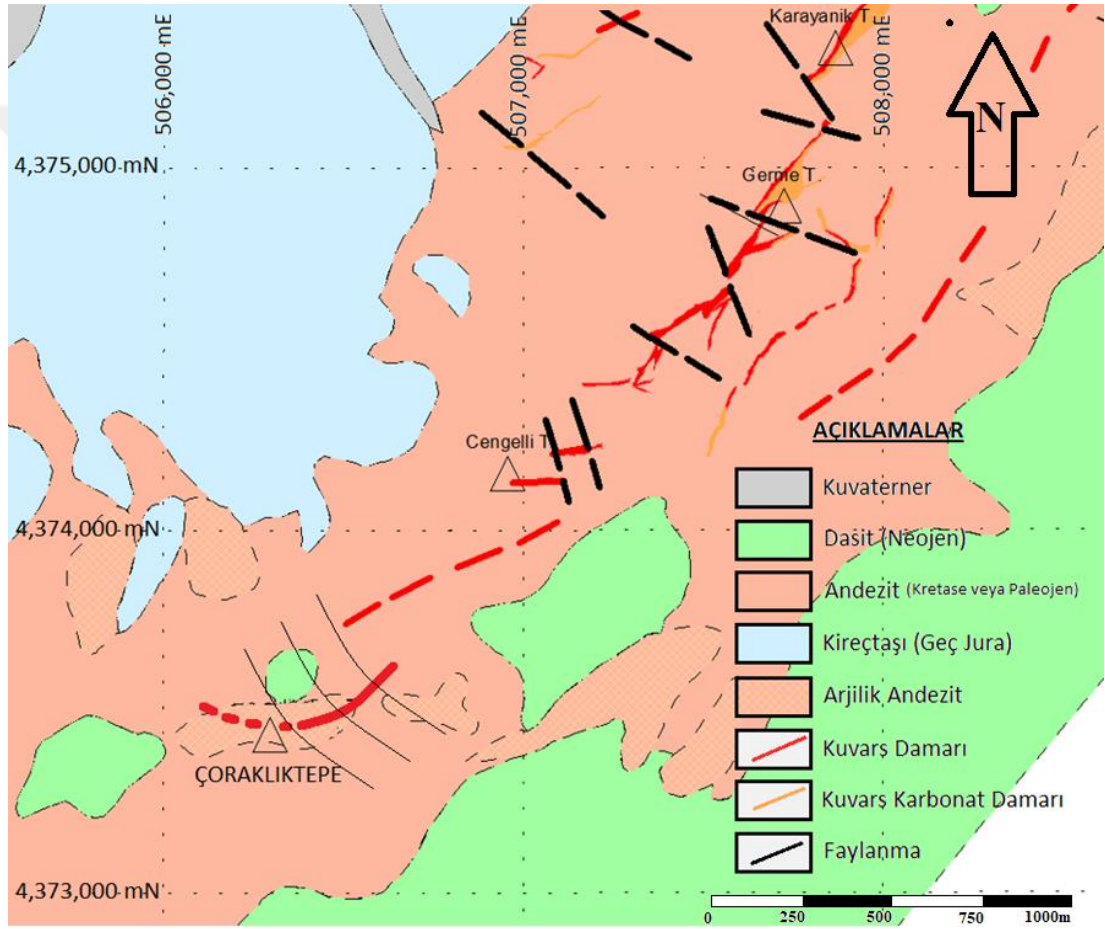


Şekil 2.4 Cevherleşmenin 3 boyutlu model tel-kafesi (Wireframe)

Edremit Grabeninin kenarında bulunan Çoraklıktepe ve Küçükdere altın mineralizasyonları birlikte ele alındığında bölgede tespit edilmiş altın içeren kuvars ve breş damar trendleri, at kuyruğu (horse tail) şeklinde bir yapıyla kuzeydoğudan güneybatıya doğru uzanım göstermektedir (Şekil 2.5 ve Şekil 2.6). Yaklaşık 6 km uzunlukta aralıklarla yüzlek de veren mineralizasyon, kuzeydoğudan güneybatıya doğru sırasıyla K85°D (Fırıncık Tepe Kuzeyi) - K45°D (Küçükdere) - K63°D (Çoraklıktepe) – K89°D (Çoraklıktepe Kuzeydoğu trendi) trendlerini sunan yapısalarda içinde gelişmiştir (Şekil 2.6).



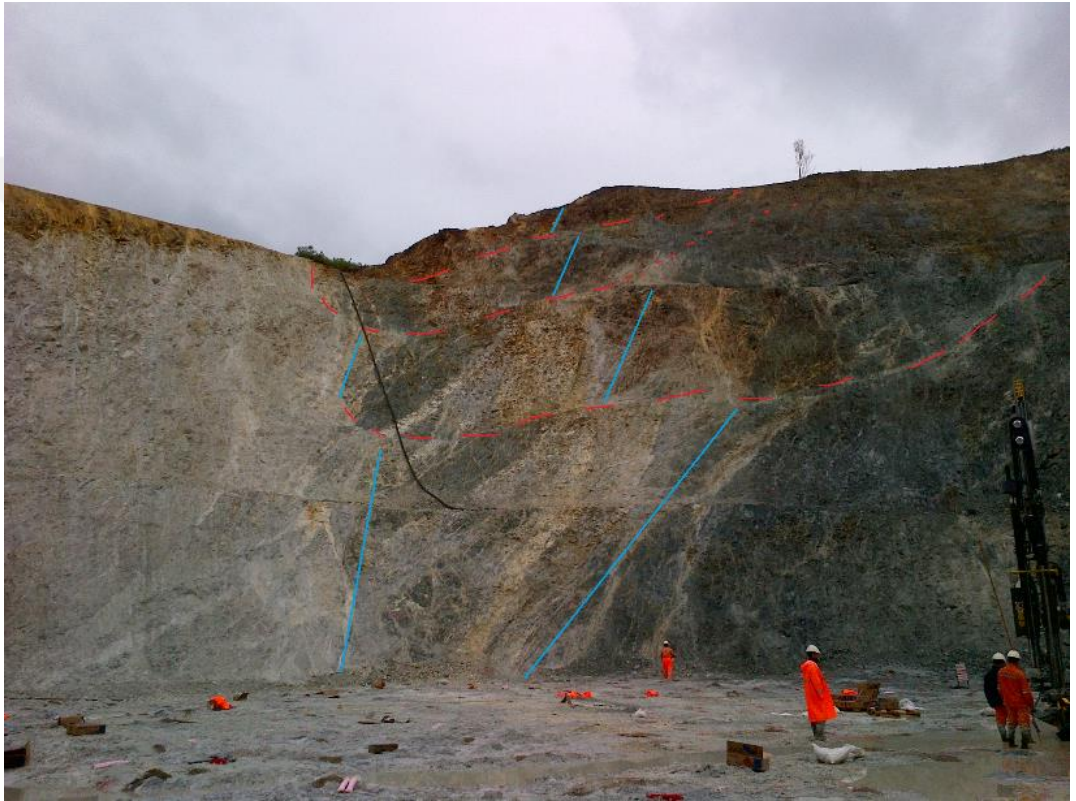
Şekil 2.5 At kuyruğu (Horse tail) yapısı



Şekil 2.6 Çoraklıktepe (ve Küçükdere) jeoloji haritası (Çolakoğlu 2000'den değiştirilerek ve güncellenerek)

Ana mineralizasyonları içeren yapısal trendlerini (Büyük ölçekli kalın kuvars damarlarının) yaklaşık dik doğrultuyla kesen, yatay ve dikeyde cevher damarlarında da atım yaptığı gözlenen faylanmalar bulunmaktadır (Şekil 2.7'de gözlenen kırmızı renkli kesik çizgilerle belirtilen faylanmalar). Ana mineralizasyon trendinden daha

genç, çoğunlukla düşük açılı normal faylanmalar yer yer ekonomik altın içeriği de olan, genellikle 1m altında kalınlıklardaki hidrotermal kuvars ve breş dolgululu süreksizliklerden ibarettir. Bu fayların ana mineralizasyon ve hidrotermal alterasyon zonlarını paket halde keserek atıma neden olduğunu, dolayısıyla geniş ölçekte devamlılık sunabileceğini ve cevherleşmeden daha genç olduğunu göstermektedir (Şekil 2.7). Cevher damarlarını dikeyde ardalanmayla dilimleyen kuzeye yönlü eğime sahip faylar yan kayaç andezit ve dasit içerisinde de gözlenmiştir.



Şekil 2.7 Düşük açılı bindirme faylarının gözleendiği cevher damarı ile alterasyonlar (Kişisel arşiv, 2014)

Cevherleşme kuvars damarlarıyla karakterize edilmekte ve birbirine paralel mercek şekillerde uzanımlar sunmaktadır. Eski faylardan ibaret söz konusu altın içerikli kuvars damarları, tavan kayacı kontakları boyunca ve hemen üstlerinde damara paralel birçok ağsı damar yapısıyla da temsil edilmektedir. Özellikle tavan kayacı kontağı boyunca, tavan ve taban kayacı kontaklarının dışına doğru yoğun arjilleşmiş altere zon içerisinde “<1 cm” den yarım metreye kadar ulaşabilen kalınlıklarda ağsı kuvars damarları gözlenebilmektedir. Genellikle tavan kayacı kontaklarının kırılma çatlaklarında gözlenen bu tip hidrotermal çözelti yerleşimleri taban kayacı kontağının

altında kendini mikro (<0,01cm) düzeyde kırıklara bırakabilmektedir. Buna benzer kırıkların içerisinde zaman zaman Au tenörü içeren ana damar trendine aykırı gelişmiş santimetre ölçekli rodonit / rodokrozit damarcıklarına da rastlanılmıştır.

Çoraklıktepe Epitermal damar sistemi kuvars, kalsit, kuvars-kalsit, hematit, götit, limonit, rodonit, rodokrozit, barit ganglarından oluşmaktadır. Damar sisteminin KD bölümü ucunda mangan içerikli gang mineral miktarı Batı ucuna doğru gidildikçe düşmekte ve neredeyse yok olmaktadır. Bununla birlikte KD bölümü ile uzantısına tekabül eden Küçükdere cevherleşmesindeki yoğun mangan içerikli gang miktarı daha önceki çalışmalarda sıklıkla bahsedilmekteydi (Çiçek, 2009).

Bölgede gözlenen ekonomik değere sahip olsun olmasın, altın içerikli kuvars fazları az da olsa belirli miktarlarda karbonat da içermekte, hatta bazı bölümlerde yer değiştirme dokusu olarak da ana cevher yapısının içerisinde bıçaklanma (Bladed) dokusu olarak bulunmaktadır. Her ne kadar karbonat miktarı Küçükdere cevherleşmesinde tavan kayacı bloğunda gözlenebilmekteyse de (Çiçek, 2009) Çoraklıktepe cevherleşmesinde söz konusu ayırım yapılamamaktadır. Fakat Çoraklıktepe cevherleşmesinin batı ucu mangan yoğunluğu Küçükdere cevherleşmesindeki kadar olmasa da karbonat miktarı açısından benzeşmektedir. Yan kayaç, cevher ve alterasyon ayırımı rahatlıkla yapılabilmektedir (Şekil 2.8, Şekil 3.1, Şekil 3.2, Şekil 3.3)

Çoraklıktepe cevherleşmesi genelinde amorf kuvars yapıları gözlenmekle birlikte, bantlı yapı (colloform - crustiform), bıçaklanma dokuları (bladed, lattice bladed vs.), breşik yapı (hidrotermal kuvars breşleri, andezit breşleri, cevherde atıma uğrama sonucu oluşan fay breşleri), tarak yapısı (comb texture), kokart dokular da gözlenmektedir.

Çoraklıktepe ve Küçükdere' nin bulunduğu bölge jeolojisi itibariyle birçok tezat yapıyı barındırmaktadır. Bölgede araştırma faaliyetlerinde bulunan özel şirketlerin raporlama verilerine dayanarak bölgenin jeolojik evrimi Tüprag Metal Madencilik ve Koza Altın İşletmeleri araştırmaları sonucu Küçükdere (Çoraklıktepe dahil) cevherleşme ve jeolojik oluşum süreci aşağıdaki şekilde sıralanmıştır (Çiçek, 2009) (Tablo 2.1).

Tablo 2.1 Küçükdere ve Çoraklıktepe cevher oluşum jeokronolojisi

Küçükdere ve Çoraklıktepe Damar Sistemlerinin Oluşum Jeokronolojisi	
1	Erken Paleojen veya daha az ihtimalle Geç Kretasede subvolkanik andezitik girişimler meydana gelmiştir.
2	Erozyon
3	Düşük açılı bindirmelerle Jurasik yaşlı kireçtaşları allohton olarak yerleşmiştir.
4	Erozyon
5	Kireçtaşlarının yerleşimi
6	Andezitik volkaniklerin K-KD uzanımında makaslamanın etkisiyle kırıklanması
7	Küçükdere ve Çoraklıktepe projelerinde gözlenen cevher damarlarında ilk fazı teşkil eden akışkanların kırıkları doldurması ve aynı zamanda hidrotermal breşleşmenin gerçekleşmesi
8	Hidrotermal aktiviteye bağlı tekrardan kırıklanma ve karbonat, mangan ve barit zengini ikinci fazın yerleşimi
9	Altın içerikli hidrotermal üçüncü fazın devam eden kırıklanma içerisine yerleşmesi
10	Devam eden akışta oluşan hidrotermal breşleşmenin oluşumu ve altın içerikli sıvıların yerleşimi
11	Damar sisteminin önce normal atımlı gelişen ve sonrasında sol doğrultu atımla devam eden faylanmalar ile deforme olması ve doğrultu - eğimlerinin değişmesi
12	Erozyon
13	Miyosen yaşlı dasitlerin yerleşmesi
14	Edremit grabeninin oluşum sürecinin normal ve doğrultu atımlı faylarla başlaması
15	Silileşmeyi takiben Arjilik alterasyonun yoğunlukla andezit ve dasitler üzerinde gelişmesi
16	Süperjen altın, gümüş, arsenik, antimon mineralizasyonunun yerleşimi ve damar sisteminin oluşumunun tamamlanması
17	Erozyon
18	Dasitlerin andezitleri üzerleyerek morfolojiyi son haline getirmesi ve vadilerde kuvaterner alüvyon ve yamaç molozunun birikimi



Şekil 2.8 Şevde gözlenen yeraltında kalan yan kayaç, cevher ve alterasyon kesiti (Kişisel arşiv, 2014)

Çoraklıktepe Epitermal Sistemi, sistemin kuzeydoğusunda (Küçükdere Cevherleşmesi tarafında) KD-GB doğrultulu ve ortasından batı ucuna (Edremit Körfezi tarafı) dek kırılmalarla D-B doğrultulu uzanıma sahip damar sistemlerini bünyesinde barındırmaktadır. Bu damar sistemlerinin doğusunda düşük eğimli ve yaklaşık cevher damarları doğrultusuna dik KB-GD trendli bindirme fayları dolayısıyla hidrotermal aktivite sonrası damarlarda kompaktlaşma gözlenmektedir. Bu durum köken olarak neotektonikle ilişkili sağ atım yönlü Kuzey Anadolu Fay zone ile Anadolu'nun batı yönüne doğru hareketiyle açıklanabilir.

Bir yaklaşım olarak batı yönlü hareketin kütle hızının lokal değişkenler sunması söz konusudur. Cevher damarının bulunduğu bloğun en batı ucunda herhangi bir engelin olması bloğun batı ucunun daha yavaş ilerlemesine, doğusunun ise daha hızlı bir şekilde batı bloğunun üzerine tırmanmasına sebep olabilir.

Çoraklıktepe ve Küçükdere cevherleşmeleri yanı sıra bu iki ekonomik mineralizasyonun arasında kalan mevcut koşullarda ekonomik değer taşımayan kuvars oluşukları bir düşünüldüğünde şekil itibarıyla “At Kuyruğu” yapısı olarak nitelenen bir durumdan bahsedilebilir (Şekil 2.5 ve Şekil 2.6). Bu durum için yine bölgedeki aktif tektonik, neotektonik veriler bir arada düşünülebilmekte ve morfolojinin de yardımıyla harekete neden kuvvetler ortaya konulabilmektedir.

2.3 Damar Dokuları ve Çeşitleri

Çoraklıktepe Altın Cevherleşmesinde tipik bir epitermal cevherleşmeye örnek hemen hemen tüm makro dokular gözlenmektedir (Şekil 2.9). Açık işletme esnasında incelenebilen el örneklerinden yapılan tespit üzerine genellikle fazla gözlenenden az gözlenen dokular sırasıyla; amorf kuvars dokuları ve bunların yanı sıra bantlı (krastiform - kolloform), bıçaklanmış (Bladed) dokular, kristalin ve tarak dokuları , kalsedonik ve karbonat yer değiştirme tipi dokulardan ibarettir (Şekil 2.9). Ortalama bir epitermal sistem geneline oranla daha çok gözlenen cevherleşmesine doğu bölgesindeki bıçaklanma dokuları (Lattice bladed) yer yüzünün sığ noktalarına kadar erişebilmiştir. Bununla birlikte batı bölgesinde cevherleşmenin üst kotlarına ait emareler ise aşınmamış şekilde yer yüzünün alt kotlarında gözlenmektedir. Bu iki önemli veriden yararlanılarak cevherleşmenin ekonomik derinliğinin nispeten Küçükdere cevherleşmesinden az olacağı ortaya çıkmaktadır. Zira işletme verileri de söz konusu durumu doğrulamaktadır.

Özellikle açık işletme esnasında kat boyunca yapılan haritalamada gözlenen damar uzanımı boyunca dokusal değişim, damarın daha genç faylanmalarla oluşturduğu düşey atımlara sahip olduğunu gözler önüne sermektedir. Damar uzanımı boyunca özellikle damarın batı ucunda gözlenen bıçaklama ve kafes dokuları (Bladed, Lattice Bladed) dokuları faylarla aniden kesilerek kendini amorf ve krastiform-kolloform kuvars dokularına bırakabilmektedir. Damar ve yan kayaç ilişkileri göz önünde bulundurulduğunda tavan kayacı kontağı boyunca özellikle geniş (birkaç metre) gözlenen arjilik zon içerisinde stokvörk (ağsı) kuvars damarları bulunmaktadır. Söz konusu damarlar yarım metrenin altında santimetre kalınlığa kadar bir skala içerisinde ana damar yapısına paralel gelişmiştir. Bölgede aktif tektonik sürmekte ve cevher damarlarının oluşumundan bu yana birçok makro ve mikro boyutta faylanmalar gözlenmektedir. Fayların cevheri kestiği ve/veya atıma uğrattığı bölümlerde özellikle amorf yapının ufalandığını ve kum tanesi boyutuna dek ince taneler halinde damar cepheleleri içerisinde muhafaza edildiği gözlenmektedir. Yine bu durum, cevher oluşumu esnasında aktif tektoniği devamı niteliğinde soğuk su karşımı ile de breşik damar yapılarından ayrı oluşmasına imkân verebilmektedir.



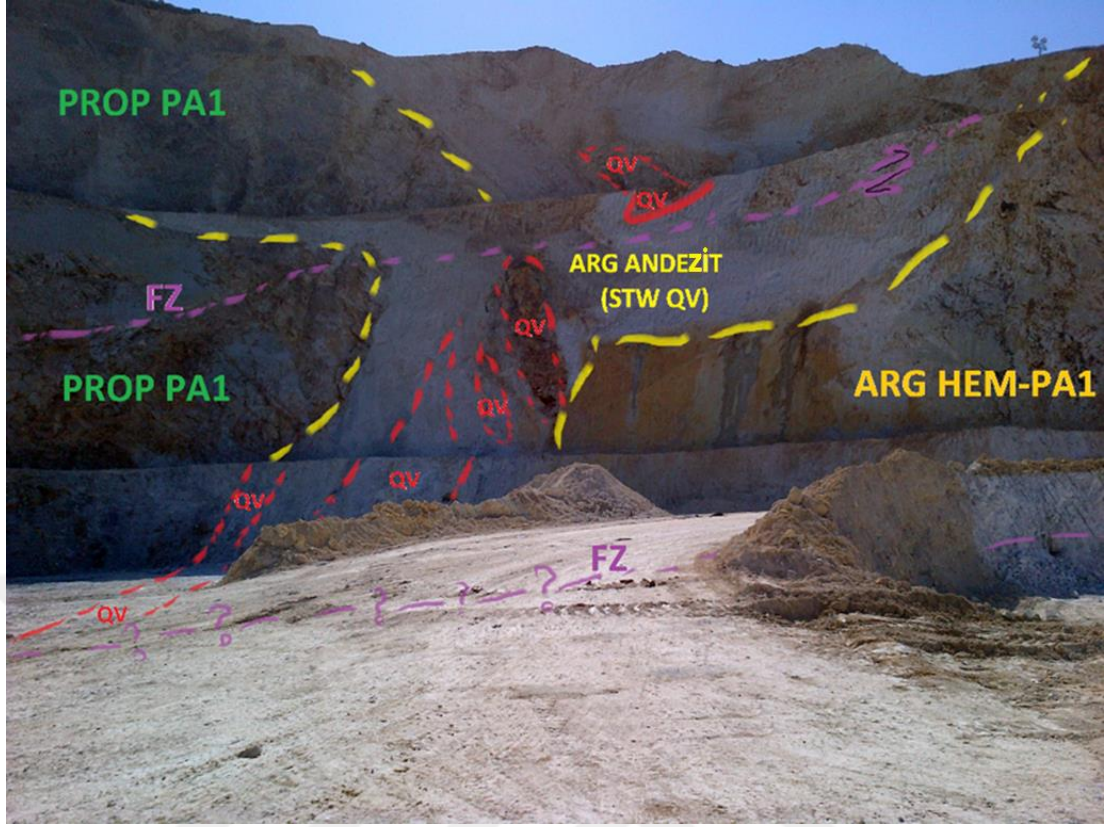
Şekil 2.9 İşletme esnasında gözlenen doku çeşitleri (Kişisel arşiv, 2014)

BÖLÜM ÜÇ

ALTERASYON

Epitermal damar ve etrafı için beklenen tipik alterasyon mineralojisi ve yerleşimi proje genelinde özellikle açık ocak şevlerinde net bir şekilde gözlenmektedir. Damar çevresi içten dışa doğru yan kayaç içerisinde gerek renkleri gerekse içsel yapıları ile rahatlıkla ayırtlanabilir, arjilik alterasyon ve propilitik alterasyon gözlenmektedir. Açık işletme esnasında doğu şevinde rahatlıkla gözlenen damar sisteminin doğu ucu, hidrotermal aktivitenin yeryüzüne ulaşmadığına dair net kanıtlara sahiptir. Öyle ki silis merkezli alterasyon haleleri ile yeryüzüne ulaşmaya çalıştığı gözlenen sistem aşınmanın az olduğu doğu ucunda özellikle arjilik alterasyonun mantar şeklinde gözlenmesiyle su çıkışının engellenmiş olduğuna dair kanıtlar taşımaktadır. Doğ u ucunda yeryüzüne çıkamayan ve/veya silis şapka ile tıkanmış hidrotermal aktivite paleo-yeraltı su seviyesi ile karışma uğramış ve suların etkisiyle 2. Kez yıkamaya tabi tutulmuş olabilir (Şekil 3.3). Söz konusu üst bölümde mantar şeklinde gözlenen arjilik alterasyon içerisinde piritler yıkanmış yerlerini oksidasyon ürünü jarosit minerallerine bırakmıştır. Kaolen - illit ve smektit grubu kil minerallerinin cevherleşme etrafındaki arjilik alterasyon halesinde gözlenmesi normal karşılanırsa da damar uzanımının doğusuna doğru gidildikçe kil ve kayaç üzerindeki ayrışmanın artması yukarıda belirtilen duruma bir kanıt daha sunmaktadır.

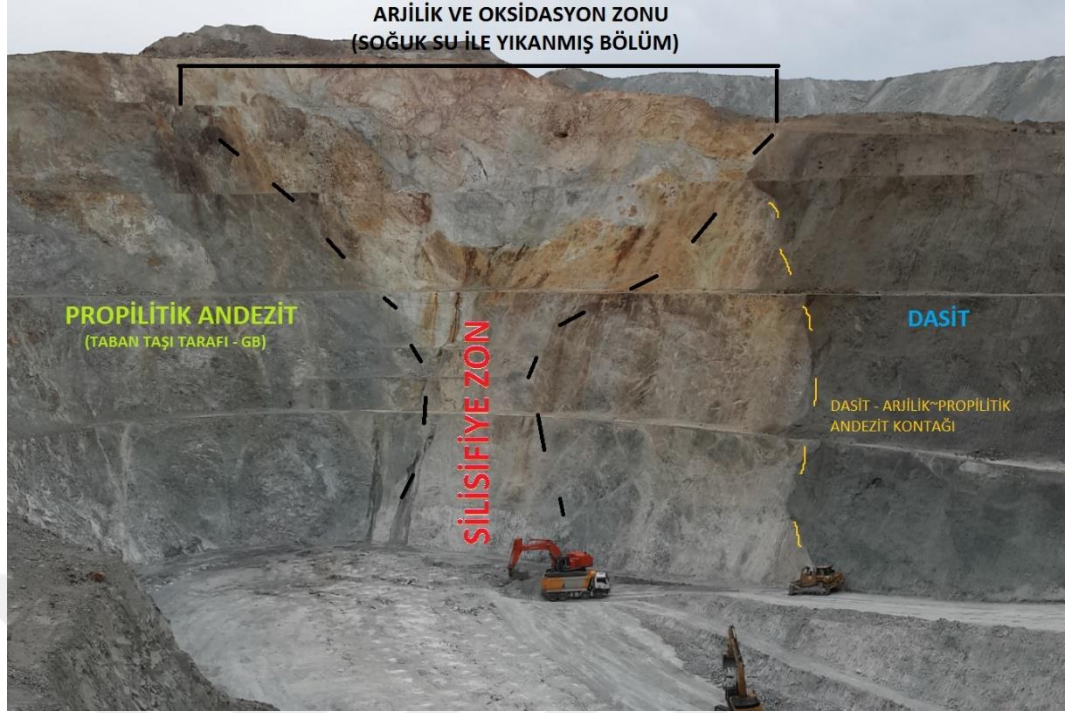
Yan kayaç andezit üzerinde arjilik alterasyon çeperinin dışında gözlenen propilitik alterasyon ise tipik klorit, kalsit, daha az epidot mineralleri ile ayırtlanabilmektedir. Propilitik alterasyona tipik yeşil rengini veren bu mineral birliği içerisinde bulunan piritlerin çatlaklar boyunca okside olmasıyla lokal olarak yüzey sularıyla yıkandığı da gözlenmektedir.



Şekil 3.1 Damar ve alterasyon zonlanması - batı şevi - Prop PA1: Propilitik andezit, QV: Kuvars damarı, Arg: Arjilik, FZ: Fay zonu, Hem: Hematit (Kişisel arşiv, 2014)



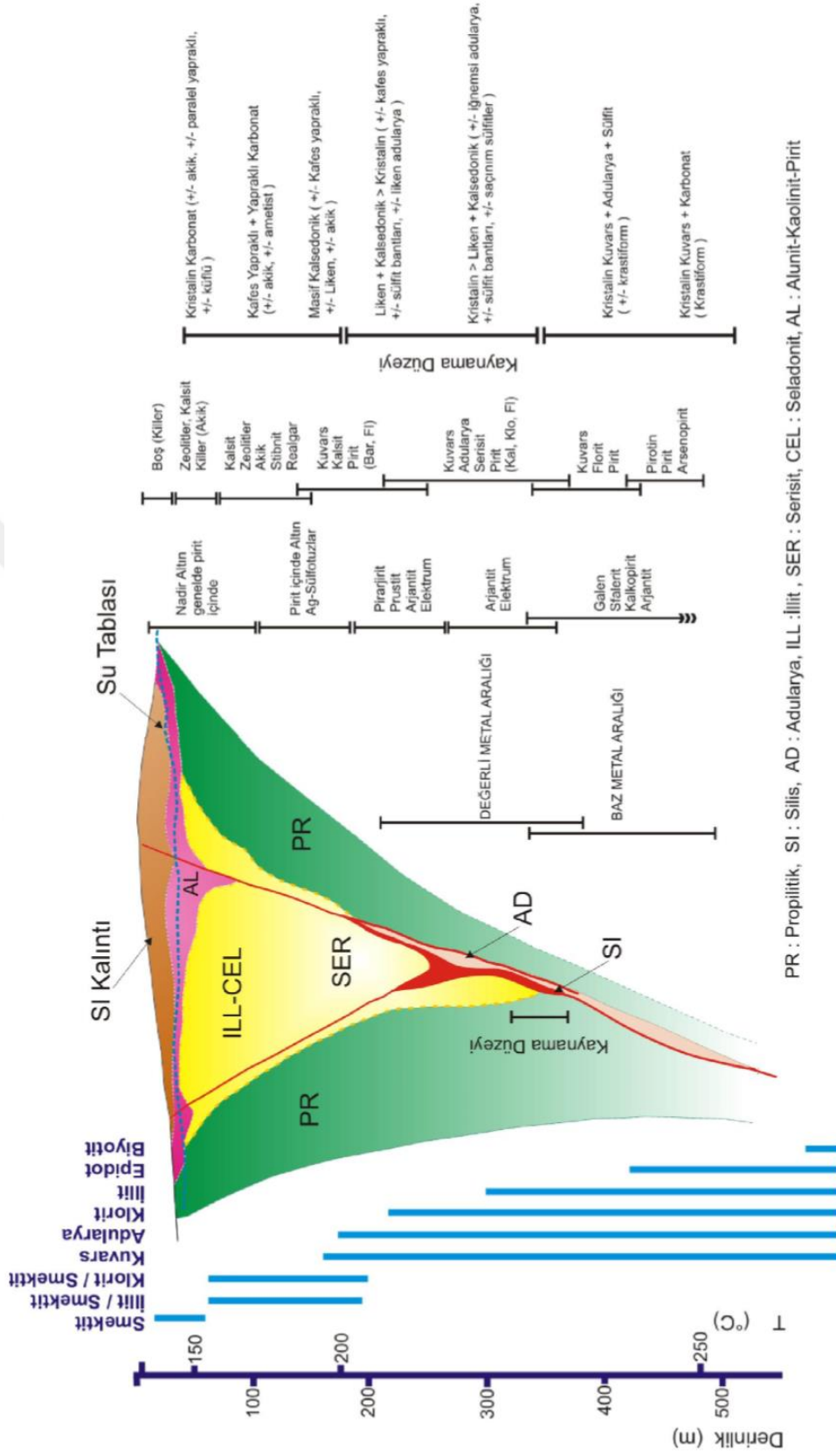
Şekil 3.2 Damar ve alterasyon zonlanması - batı şevi (Kişisel arşiv, 2014)



Şekil 3.3 Damar ve alterasyon zonlanması - batı şevi (Kişisel arşiv, 2014)

Damar uzanımının batı ucunda aşınma miktarının vadi koşulları ve jeomorfolojik özellikler göz önünde bulundurularak fazla olduğu da gözlenmektedir. Bu durum batı ucunda damar ve alterasyon gözlemlerine yüzlek vermekte ve dolayısıyla daha hidrotermal aktivitenin alt kotlarında alterasyonun nasıl görüldüğüne dair veriler sunmaktadır. Bu veriler ışığında pirit ve diğer baz metallerin sülfitlerini ayrışmadan ve bozunmadan uzak, bol miktarda öz şekilli şekilde yine az yıkanmış propilitik zonların içinde gözlenmektedir. Nispeten üst kotlara göre daha dar bir koridorda gözlenen arjilik alterasyon grubu killer ise yine daha az yüzey suları tarafından yıkanmaya maruz kalmıştır (Şekil 3.1, Şekil 3.2).

Çoraklıktepe işletmesinde gözlenen damar içi ve dışı mineralizasyon, alterasyon haleleri epitermal Au cevherleşmelerinin tipik kesitiyle (Buchanan, 1981) uyumaktadır. Gözle görülebilen hidrotermal alterasyon tanımlamaları (Mineralizasyon, metalik mineralizasyon, killer, dokusal zonlanma, vb.) sahada gözlenmektedir (Şekil 3.3, Şekil 3.4).



PR : Propilitik, SI : Silis, AD : Adularya, ILL : Illit, SER : Serisit, CEL : Seladonit, AL : Alunit-Kaolinit-Pirit

Şekil 3.4 Tipik epitermal cevherleşme kesiti (Buchanan, 1981'den değiştirilerek)

BÖLÜM DÖRT

MİNERALojİ

4.1 Makro İncelemeler

Çoraklıktepe araştırma sondajlarından elde edilen 9 farklı sondaj ve aralıklara ait karot numunelerinden (Çeyrek numunelerden) hazırlanmış numuneler üzerinde doğrudan gözle görülen tespitler yapılmıştır. Sonrasında parlak kesitleri ve kısmen ince kesitleri de incelenecek olan bu numuneler üzerinde alterasyon mineralojisi, yan kayaç ilişkisi ve cevherleşmeye dair kanıtlar incelenmiştir.

4.1.1 Örnek No: CTP01

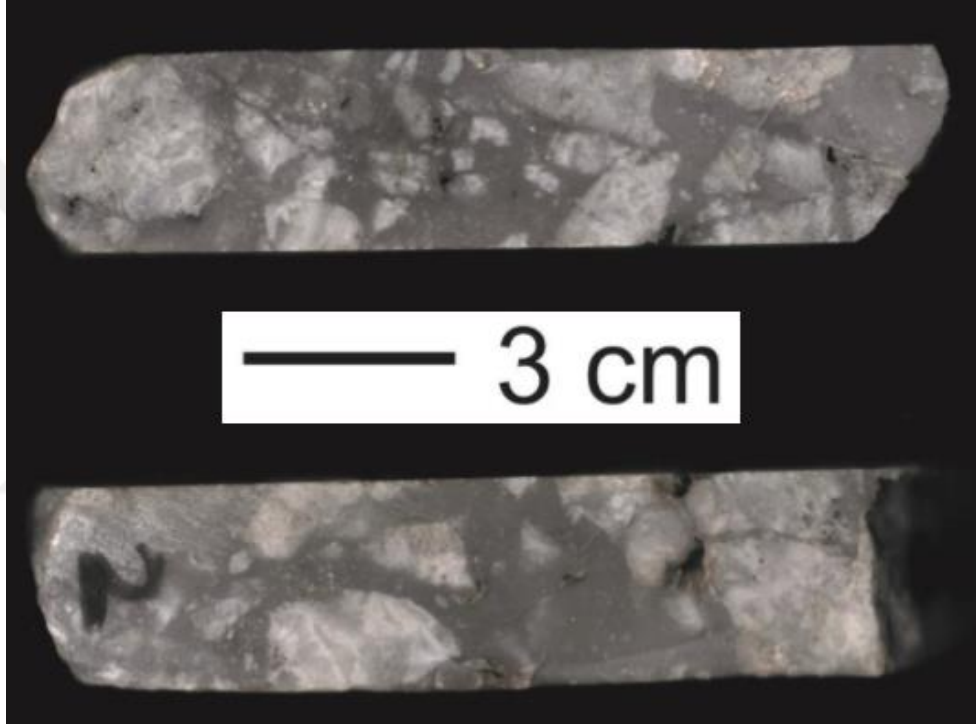
Genel olarak kalsitten (damar kayacı) oluşan numunelerin, bazı bölgeleri sertliğinden dolayı kalsit + kuvars içermektedir. Saçınım halde grimsi renkli sülfür mineralleri bulunmakta; bu minerallerin kalkopirit, pirit, galen olduğu düşünülmektedir. Kalsit yer yer sarı, gri, pembe ve beyaz renklerde görülmekte ve ayrıca numuneler üzerinde küçük hacimli kovuk yapıları bulunmaktadır (Şekil 4.1).



Şekil 0.1 CTP01 A, B örnekleri

4.1.2 Örnek No: CTP02

Gri renkli kuvars hamurdan oluşmuş bir matris ve içinde yüzen beyaz renkli kalsit taneleri varlığı breşik dokuyu örneklemektedir. Kalsit (beyaz olan bölgeler) kolaylıkla çizilmekte ve asitle tepkime verir. Kalsit tanelerinin içinde kovuk yapıları ve az miktarda sülfür mineralleri olan galen, pirit, kalkopirit bulunmaktadır. Bu taneler hamur içinde; köşeli, dağınık ve rotasyona uğramış bir şekilde konumlanmış ve boyutları 1 mm-3 cm arasında değişmektedir (Şekil 4.2).

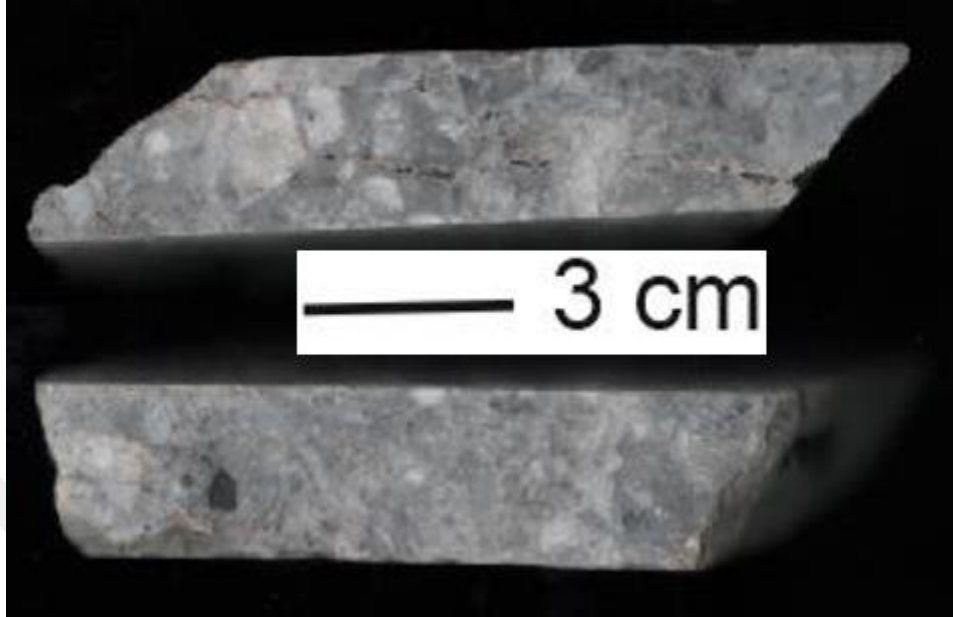


Şekil 4.2 CTP02 A, B örnekleri

4.1.3 Örnek No: CTP03

Gri renkte silisleşmiş hamur içinde yüzen beyaz renkli kalsit taneleri, köşelerinden arınmış, yuvarlaklaşmaya başlamış, breşik dokuyu oluşturmuştur (tanelerin boyutu değişken olmasına karşın bir önceki örneğe oranla tane boyutunda etkin bir küçülme hakim). Kalsit taneleri matris içinde dağılmış halde ve silis tarafından çevrelenmiştir. Örneğin bazı bölgelerinde kalsit ve kuvars karışmış biçimdedir (kalsit gibi kolay çizilmiyor, kuvars kadar da sert değil). Kovuk yapılarının içerisinde öz şekilli kuvars

taneleri ve silisik hamur içerisinde de pirit, kalkopirit, galen gibi sülfid mineralleri bulunmaktadır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 CTP03 A,B örnekleri

4.1.4 Örnek No: CTP05

Yoğun alterasyon ve silisleşmenin hakim olduğu numunelerdir. 1 mm-2,5 cm arası boyutlardaki kuvars tanelerinden oluşmuş breşik yapı bulunmaktadır. Sülfid mineralleri az oranda ve silis içerisinde. Kovuk yapısının yoğun olduğu alanlarda siyah renkli sülfid mineralleri yayginken, kovuk yapısının az olduğu alanlar ise beyaz bir renk sunar. Ayrıca breşik yapı içerisinde killeşmiş volkanik kaya parçasına (yan kaya) rastlanılmıştır.

4.1.5 Örnek No: CTP06

Gri, yeşil, beyaz tonlarında dış yüzey rengine sahip numuneler 1 mm-2,5 cm boyutlarında ve oldukça köşeli kuvars tanelerinden oluşmuş breşik yapı içermektedir. Kuvars tanelerinde sülfid mineralleri olan pirit, kalkopirit ve galen saçınmış halde bulunmakta ve kovuk yapıları yine kuvars mineralinden oluşmaktadır. Örneklerin yüzeyinde serbest kükürt oluşumu gözlenmiştir.

4.1.6 Örnek No: CTP07

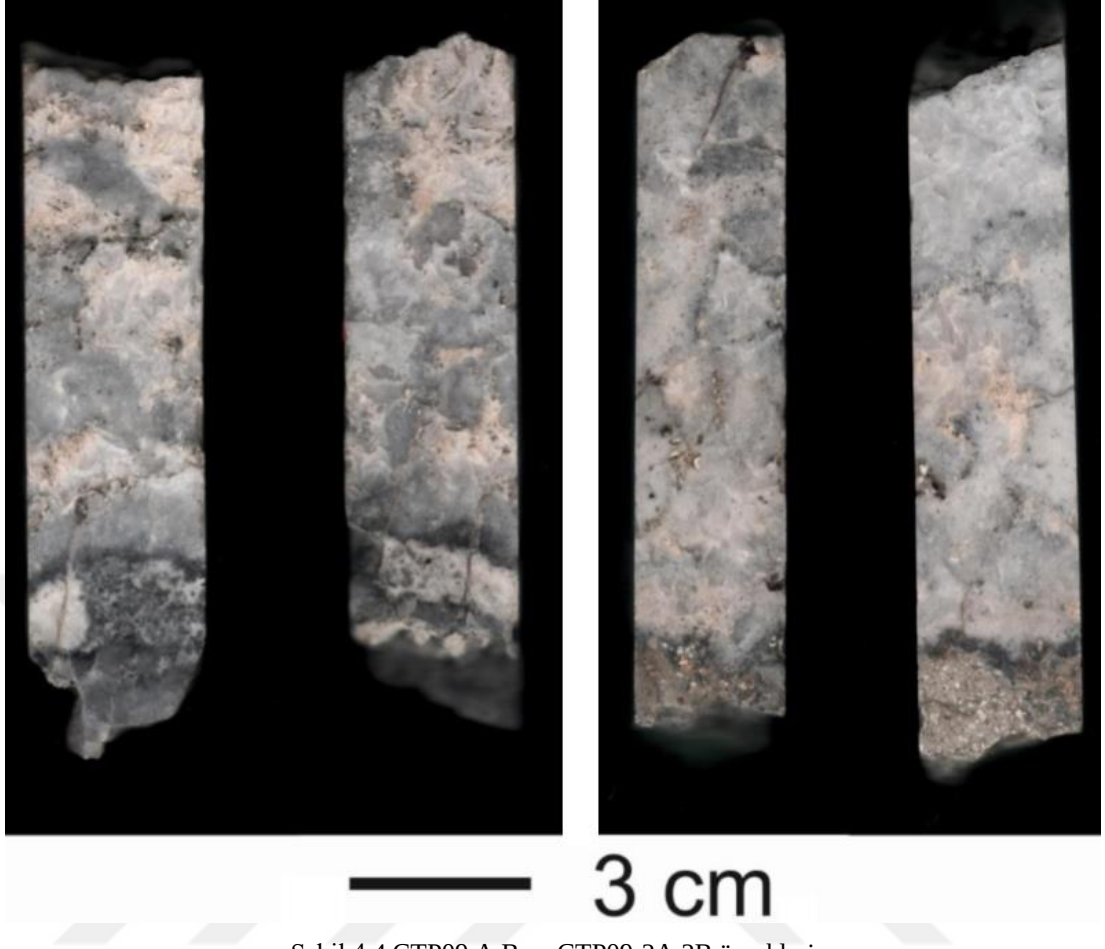
Kuvars mineralinden oluşmuş hamur, numunelere grimsi beyaz bir dış yüzey rengi kazandırmış, breşik yapı gözlenmiştir ve bu yapının minerali yine kuvarstır. Tanelerin boyu 1 mm-3cm arasında değişmektedir. Kuvars mineralinden oluşan hamurun içerisinde volkanik kaya parçasına (breş) rastlanmıştır, killeşme yaygındır. Sülfür mineralleri (pirit, kalkopirit, galen) yaygın olarak kuvarsın içerisinde, daha az oranda volkanik kaya parçası içerisinde görülmüştür. Ayrıca kuvars taneleri arası yumuşak malzeme olan kil dolgu (çatlak dolgu) ile doldurulmuş, yer yer numuneler üzerinde alterasyon gözlenmiştir (sarı-kahve renkli).

4.1.7 Örnek No: CTP08

Beyaz ve gri renkli kuvars mineralinden oluşmuş dış yüzeye sahip numunelerde, özellikle gri silisli bölümlerde, saçınım halde sülfür mineralleri (pirit, kalkopirit, galen) gözlenmiştir. Küçük hacimli ve yine kuvars mineralinden oluşmuş kovuk yapıları bulunmaktadır. Alterasyon (kil mineralleri) oluşumu gözlenmiştir.

4.1.8 Örnek No: CTP09

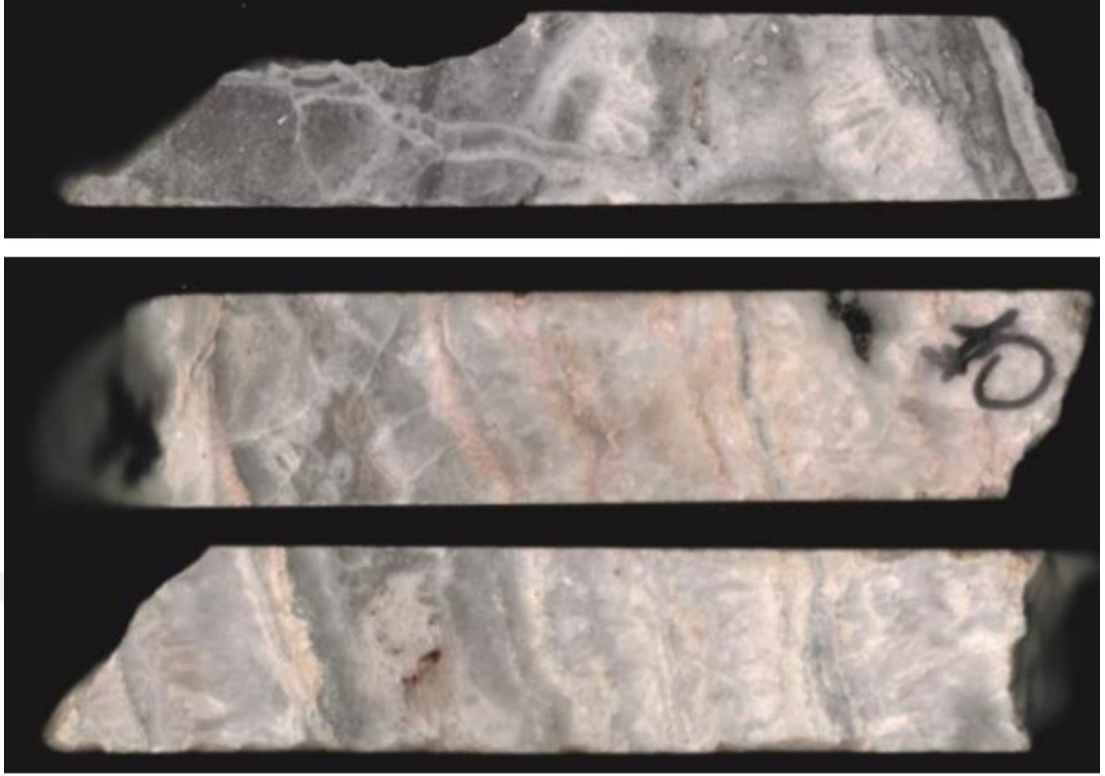
Kuvars ve kalsit minerallerinden oluşan numuneler breşik dokuya sahiptir. Sülfür mineralleri (pirit, kalkopirit, galen) kalsitin içerisinde yaygın olarak gözlenmiştir. Ayrıca kuvarstan volkanik kayaya geçiş ve volkanik kaya içerisinde ve kuvars-volkanik kaya sınırında sülfür mineralleri bir hat boyunca yoğunlaşmıştır (damar-volkanik kaya kontağında siyah bir zon). Örneklerde kovuk yapıları bulunmakta ve bu kovuklar kalsit minerali ile doludur. Kalsitin içerisinde yoğun bladed doku ve yer yer sarımsı oluşuklar gözlemlendiğinden adularya tip alterasyon ve kaynama zonunda bulunduğu düşünülebilir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 CTP09 A,B ve CTP09-2A,2B örnekleri

4.1.9 Örnek No: CTP10

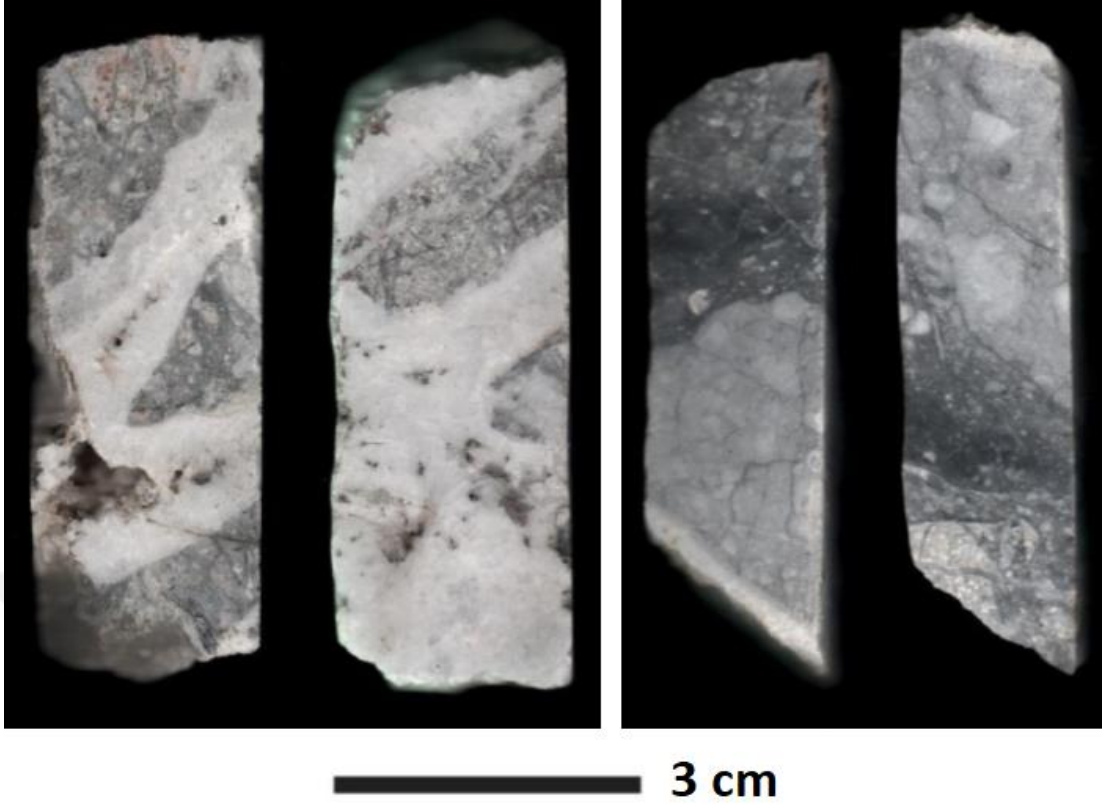
Gri ve beyaz renkli kalsit mineralinden oluşmuş numunelerde cevherleşme (sülfür mineralleri) yoğun olarak gri kalsitin içerisinde (Şekil 4.5). Hem beyaz hem de gri renkli kalsitin içerisinde bulunan kahve renkli kalsit mineralinde yoğun cevher mineralleri vardır. (Beyaz renkli kalsit minerali ikincil oluşum olabilir.) Bu cevher minerallerinin boyutu yer yer 4 mm'yi bulmaktadır. Örneklerin bazı bölgelerinde gri ve beyaz kalsit bantlı yapı oluşturmuştur. Çatlak dolgu yine kalsit mineralidir. Kalsit mineralinden volkanik kaya parçasına geçiş gözlenmiştir. Gri kuvars bazı bölgelerde çubuk şeklinde veya ayrılmış parçalar halindedir. Damar yapısında meydana gelen çoklu ve yoğun fazlar bulunmaktadır. Kalsit mineralinde bladed doku bulunmaktadır. Ayrıca rodonit - rodokrozit oluşumları (mangan mineralleri) ve adularia tipi alterasyon oluşumları gözlenmiştir.



Şekil 4.5 CTP10 A ve CTP10-2A,2B örnekleri

4.1.10 Örnek No: CTP12

Numuneler mat beyazdan saydam beyaza geçiş gösteren kuvars + kalsit minerallerinden oluşmuş kolloform yapı sunmaktadır (Şekil 4.6). Bazı bölgelerde gri kuvars taneleri ve bu tanelerin içerisinde sülfat mineralleri vardır (pirit, kalkopirit, galen). Kuvars tanelerinden oluşmuş breşik doku gözlenmiştir (tane boyu 1 mm-2 cm arası değişmekte). Kalsitin içerisinde bulunan kuvars breşleri ve küçük kuvars damarları şeklinde gelişim göstermektedir. Belirgin breşik dokuya sahip karot üzerinde kalsit taneleri arasında ağsı kuvars minerali bulunmakta ve kuvars-kalsit arası belirgin sınır şeklindedir. Sülfat mineralleri kalsitin içerisinde de gözlenmiş; fakat küçük taneli, saçınmış halde ve miktar olarak azdır. Kuvars minerali içerisinde gözlenen volkanik kaya tanesinde sarı renkli bir kil minerali bulunmaktadır (feldispat, pilajiyoklas killeşmiş). Kovuk yapıları içerisinde belirgin kalsit-kuvars taneleri vardır.



Şekil 4.6 CTP12 A,B ve CTP12-2A,2B örnekleri

4.1.11 Örnek No: CTP14

Numuneler; beyazımsı gri dış yüzey rengine sahip, oldukça yumuşak, az miktarda kalsit ve kuvars taneleri içermekte ve yoğun alterasyon hakimdir. Ayrıca çok küçük taneli sülfür mineralleri (özellikle pirit ve galen) gözlenmiştir.

4.1.12 Örnek No: CTP15

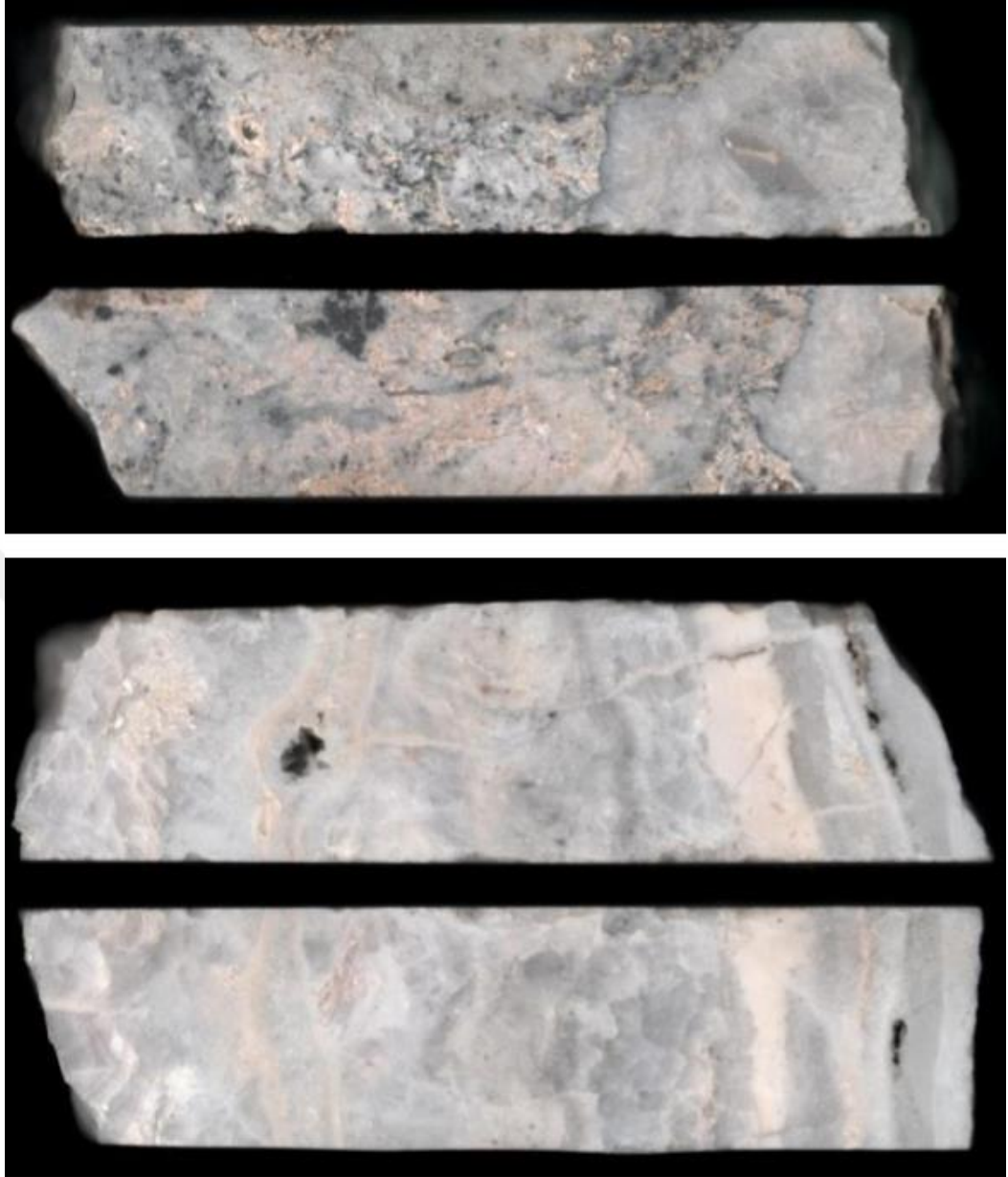
İç ve dış yüzey rengi yeşil olan numuneler beyaz ve koyu renkli, çubuksu yan kaya mineralleri içermektedir. Küçük ve genellikle saçınmış halde sülfür mineralleri (özellikle pirit ve galen) bulunmaktadır. Örnek üzerinde belirgin, bant şeklinde bir kalsit damarı vardır. Bir önceki gruba kıyasla buradaki örneklerin dayanımı biraz daha yüksektir.

4.1.13 Örnek No: CTP16

Örnek 2 ayrı bölümden oluşmuş gibi kuvars-kalsit geçişine sahiptir. Kalsitli bölümde yaklaşık elipsoidal gri renkli kuvars mineralleri bulunmakta ve kalsit beyaz renkte, bladed dokuya sahiptir. Kuvarslı bölümde de yer yer kalsit girdisi gözlenmiştir. Ayrıca bu bölümde yoğun ve saçınmış halde küçük taneler şeklinde sülfür mineralleri (pirit, kalkopirit, galen) bulunmaktadır (Şekil 4.7). Çatlak dolgusu şeklinde yayılmış olan kalsitin içerisinde sülfür mineralleri gözlenmemiştir. Beyaz renkli kalsitin içerisinde az miktarda olsa da sülfür minerali vardır.

Kalsitten kuvarsa geçiş yer yer keskin değil, birbirinden etkilenme (kirlenme) söz konusudur. Kuvarslı bölümde kalsit kahve tonlarında bir renge bürünmüştür, bu da oksidasyonu ifade eder.

Örneklerden bazılarında bant şeklinde kalsitin içerisinde kuvarsa geçiş söz konusudur (kirlenme gözlenmiştir). Kalsit yer yer kendi içinde zonlanma sunmaktadır (pembe, sarı, saydam renkli olma). Sarı kalsit en dışta, ortada saydam kalsit ve iç bölgede beyaz kalsit olmak üzere krastiform yapıya rastlanmış ve beyaz kalsit diğerlerine oranla oldukça yumuşaktır. Kalsit minerali üzerinde levhamsı görünüm (kaynama zonunu ifade eder) ve özellikle turuncumsu sarı kalsit üzerinde yoğun bladed doku bulunmaktadır.



3 cm

Şekil 4.7 CTP16 A, B ve CTP16-2A,2B örnekleri

4.1.14 Örnek No: CTP17

Örnekler kuvars mineralinden oluşmakta; fakat çatlak dolgu şeklinde oldukça az bir miktarda kalsit minerali de bulunmaktadır (Şekil 4.8). Özellikle kuvarslı bölgenin gri renkli alanlarında az miktarda sülfür mineralleri oluşmuştur. Örnekler üzerinde kile benzer, kolay dağılabilen yapılar vardır. Gri kuvars içerisinde yer yer saydam renkli

kuvars taneleri yer alır. Kuvarstan kalsite geçişte bladed doku bulunmaktadır. Kovuk yapıları bulunmakta ve içleri oldukça yumuşaktır(killeşme). Gri, beyaz, saydam renkten oluşmuş kompleks kuvarstan yan kayaca geçiş söz konusu ve yan kaya parçasının içerisinde de az miktarda kalsit bulunmaktadır. Yer yer turuncumsu renkte oksidasyon gözlenmiştir. Beyaz kalsit-gri kuvars-saydam kuvars şeklinde, içinde kovuk yapısı bulunan, krastiform yapı oluşmuştur. İçinde sülfat mineralleri de bulunan gri kuvarsı kesen ince kalsit damarı gözlenmiştir.



3 cm

Şekil 4.82 CTP17 örneği

4.2 İnce Kesit İncelemeleri, Cevher Yapı ve Dokuları

Çoraklıktepe projesinde baskın gözlenen mineral kuvarstır. Küçük dere damar sistemlerindeki aksine karbonat ve mangan mineralleri oldukça az gözlenmektedir. Amorf, breşik doku ve bantlı doku yoğunlukla gözlenmektedir. Hidrotermal breşlerin hamurunu teşkil eden kristalin kuvarslardır. Ayrıca kokart-kolloform doku, iri taneli kristalin kuvars, ince taneli kristalin kuvars, bladed doku, yapboz doku (jigsaw), tüysü doku (plumose), sfeluritik doku ve kalsedonik kuvarsa da rastlanmıştır.

Cevher gangı kuvars olması sebebiyle oluşum sıcaklık ve koşulları itibarıyla mikro ve makro düzeyde dokusal olarak ayrılabilir. Gözlenen temel dokular aşağıdaki gibi tanımlanabilmektedir.

4.2.1 Kolloform Bantlar

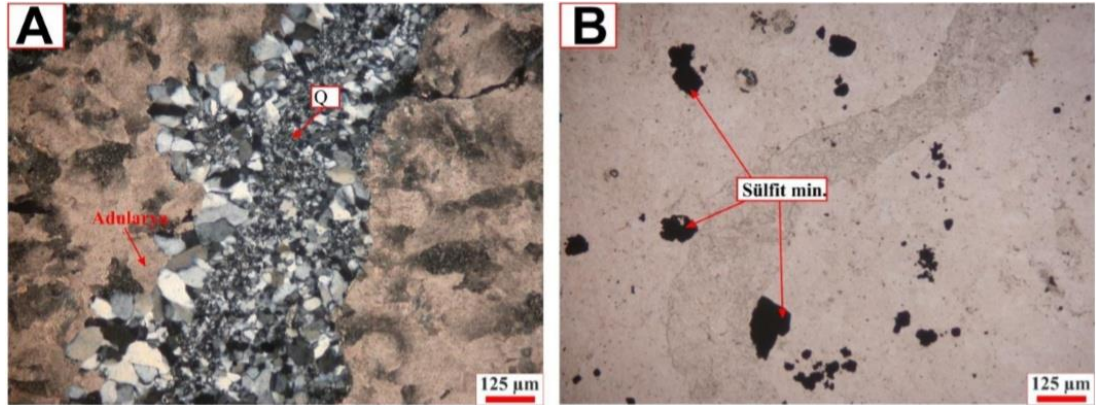
Botriyoidal, böbreğimsi formda silis jelinin yüzeysel gerilimiyle üst üste kalıp katmanlar halde gelişen doku türüdür. Damar içerisindeki boşluklarda gelişen kolloform bantlar birbirine uyumlu ve yollu halde değişik kalınlıklardaki kıvrımlardan oluşan bantlardır. Düşük sülfidasyon tipi epitermal cevherleşmelerde adularya içerikli bantları da arasına alabilir.

4.2.2 Krastiform Bantlar

Damarın duvar kısımlarındaki değişken ince paralel bantlarda açık gri comb kuvars ve beyaz kristalin adularyadan oluşur. Damarın iç bölümlerinde ise bantlaşmalar ve moss ve comb kuvars daha yaygın gözlenmektedir (Şekil 4.9).

4.2.3 Kokart

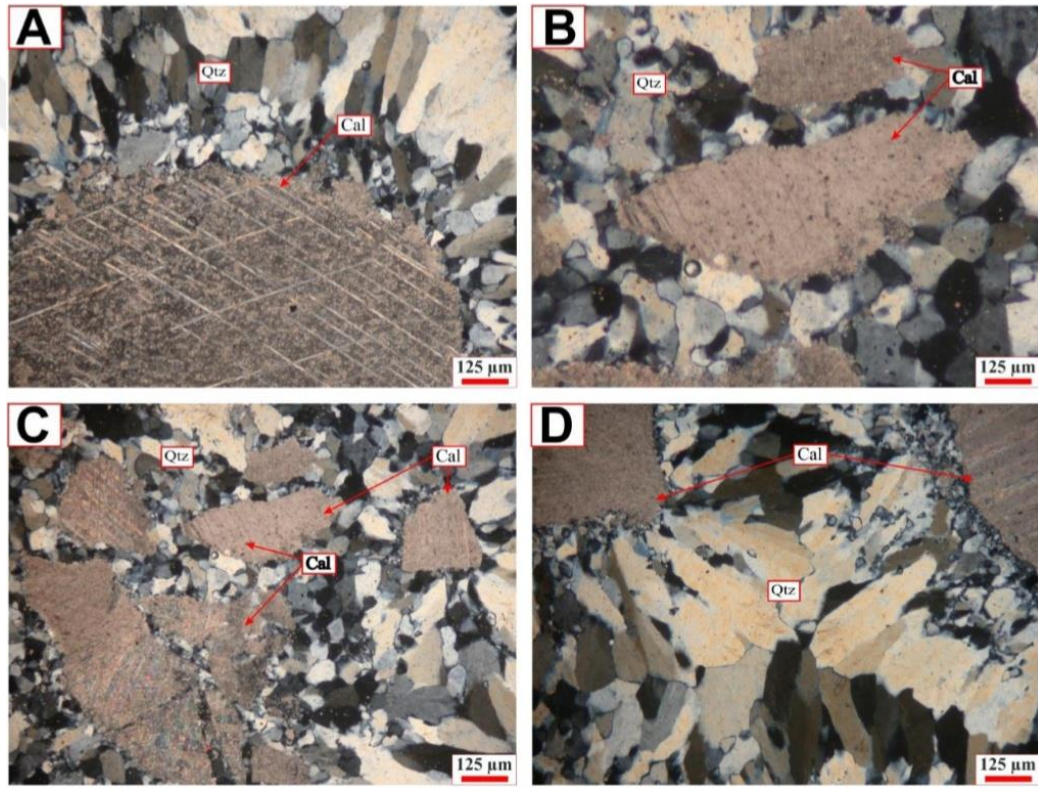
Bu yapıyı oluşturan bileşenler; krastiform bantlardaki comb kuvars, kalsedon ve duvar kayayı saran sülfid mineralleri, ayrıca diğer damar parçalarıdır (Şekil 4.9). Breşik cevher damarlarında tipik olarak gözlenir ve krastiform-kolloform damarlarla ilişkilidir.



Şekil 4.9 Krastiform-Kolloform bantlaşma örneği, yapboz dokuda ince taneliden iri taneliye diziliimli kuvars ile adularyanın haç nikol görüntüsü(A), paralel nikolde sülfid minerallerinin görüntüsü (B)

4.2.4 Breşik Doku

Cevherleşme esnasında damar veya yapısal unsur içerisinde hareket halinde hidrotermal akışkanlar süregelmektedir. Bu sular sıcaklık ve basınçla içinden geçtikleri kanalın çeperleri boyunca daha önceden oluşmuş damar veya yan kayada deformasyona sebep olmaktadır. Akışkanlar, kırdıkları önceden oluşan damar ve/veya yan kaya parçalarıyla birlikte silis ağırlıklı sıvıdan çökelen bir hamur ile birlikte hidrotermal breşik dokuları oluşturmaktadır. Batı Anadolu cevherleşmelerinde sıkça gözlenmektedir (Şekil 4.10).

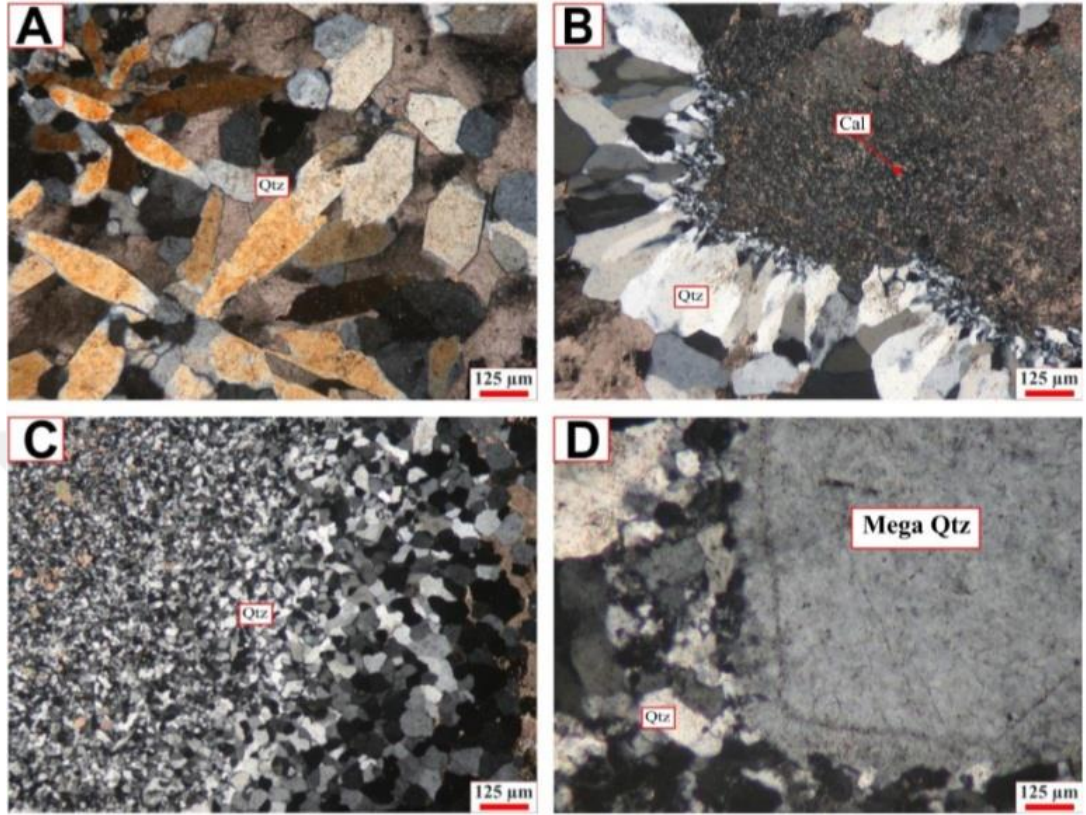


Şekil 4.10 Kuvars matrisli kalsit breşleri. A) İri kalsit tanesi ve ince taneli kristalin kuvarstan iri taneli ve uzamış kristalin kuvarsa dizilim, B) Kalsit breşleri ve kuvars matris, C) Kalsit taneleri ve ince taneli kristalin kuvars, D) Kalsit breş parçaları ve uzamış kristalin kuvarslar Cal: Kalsit, Qtz: Kuvars

4.2.5 İri ve İnce Taneli Kristalin Kuvars Doku

Çoraklıktepe civarında yaygın olarak gözlenen gang minerali kuvars, incelenen örnekler doğrultusunda genellikle ince taneli kristalin doku sunmaktadır (Şekil 4.11).

Yer yer kuvars taneleri iri ve uzamış olarak gözlenmiştir; ayrıca mega kuvars tanelerine de rastlanmıştır.



Şekil 4.11 İnce ve iri taneli kristalin kuvars örnekleri, A)İri ve yarı öz şekilli kuvars tanelerinden oluşmuş matris, B)Kalsit mineralini çevreleyen ince ve iri taneli kristalin kuvars matris, C)İnce taneli kristalin kuvars matris, D)Mega kuvars tanesini çevreleyen ince ve iri taneli kristalin kuvars minerali
Qtz: Kuvars

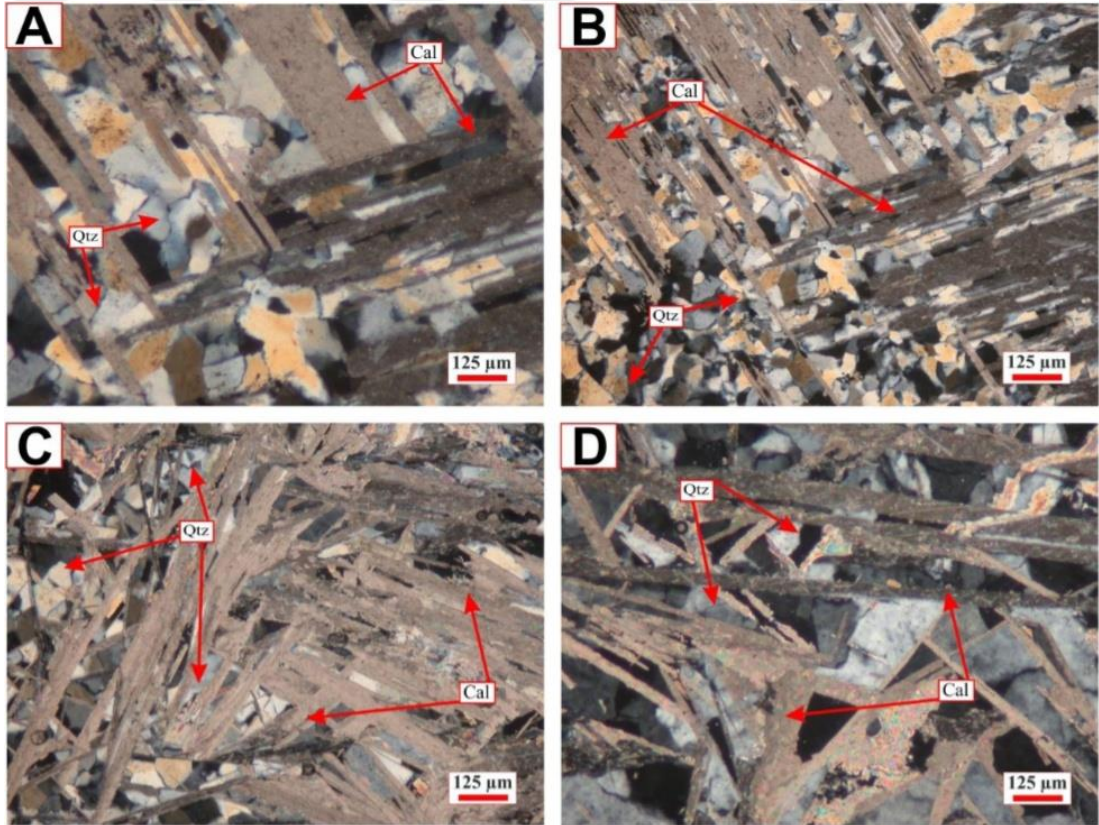
4.2.6 Bladed Doku

Kalsit psödomorfu olan bladed silika, kafes ya da paralel formda bulunur (Şekil 4.12). Kafes kanatları mikroskobik örneklerde ve ince kesit üzerinde yaygın olarak tanımlanabilmektedir. Bireysel kanatlar <0.05-8 mm kalınlığında ve mikrokristalin silika ve kuvars kaplamayla çevrilidir. Birincil bladed kalsit geç evre, CO₂ bakımından zengin sıvılardan elde edilir (Etoh ve diğer., 2002).

Bladed kalsitin kaynama zonundaki bir çözeltiden çökelediği düşünülürken, rombik kalsit ve kaynama zonu arasındaki ilişki yeteri kadar açık değildir. Kafes bladed kalsit

kuvars tarafından replase edilmektedir. Bladed kalsit kuvars tarafından replase edildiği zaman sözde iğnemsî replasman dokuları ve kalsedonik bantlar oluşur.

Simmons ve Christenson (1994) jeotermal sistemlerde bladed kalsit ve kaynama arasındaki yakın ilişkiyi tartışmışlardır ve sonuç olarak hızlı bir şekilde büyüme gösteren kalsit minerali içerisindeki CO₂ buhar faza geçer. Kaynama esnasında kalsit, zengin sıvı ve buhar kapanımlarda, özellikle sıvı kapanımlarda bladed kalsit formuna dönüşür (Simmons ve Christenson, 1994; Simmons ve diğer., 2005). Tamamen kuvars tarafından replase edilmiş bladed kalsit ve bu tip replasman dokuları kullanışlı birincil sıvı kapanımlar içermez; ancak daha sonra oluşan ikincil kapanımlar bilgilendirici olabilmektedir.

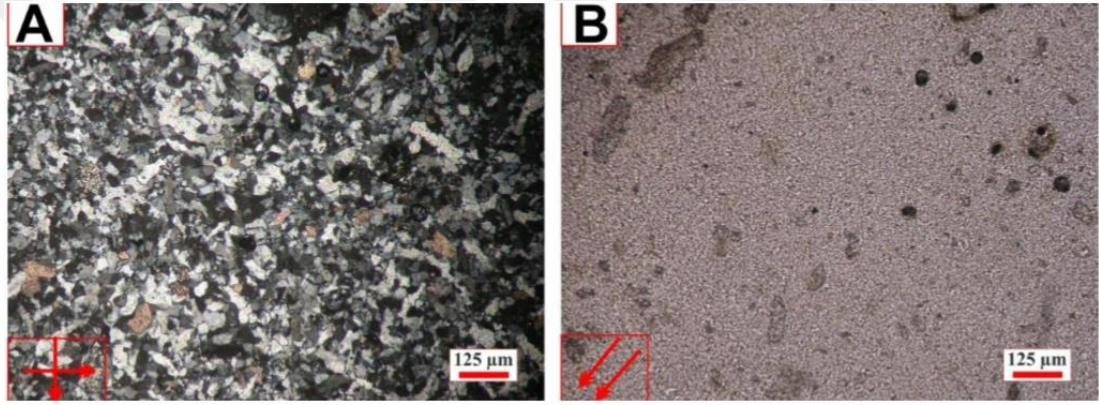


Şekil 4.12 Kafes bladed ve paralel bladed doku örnekleri, Cal:Kalsit, Qtz:Kuars

4.2.7 Yapboz Doku (Jigsaw Texture)

Camprubí ve Albinson (2007) yapmış oldukları çalışmada yapboz dokunun yaygın olarak Meksika epitermal sahalarında cevherleşmeyle alakalı olduğunu saptamıştır. Bu

doku mikrokristalin / kristalin kuvars kristalleri ve iç içe geçmiş tane sınırlarıyla karakterizedir (Dong ve diğer., 1995), sadece haç nikol altında tanınabilir (Şekil 4.13). Ayrıca bu dokunun masif kalsedon ya da amorf silikanın yeniden kristallenmesi sonucu oluştuğu fikri ortaya konulmuştur (Camprubí ve Albinson, 2007 ve Dong ve diğer., 1995). Kuvarslarda gözlenen bu dokunun varlığı, kalsedon için üst kararlılık limitinin yeniden kristalleşme sıcaklığının yaklaşık $>1800^{\circ}\text{C}$ olduğu Fournier (Fournier, 1985a) tarafından raporlanmıştır. Bu tip kuvarslarda birincil sıvı kapanımlar bulunmamaktadır; ancak orijinal kalsedon ve amorf silikada ikincil sıvı kapanımlar oluşmuştur. Bu sıvı kapanımlar cevherleşmenin sonraki aşamaları ve hidrotermal sistemin tarihi açısından yararlı bilgiler içerir.

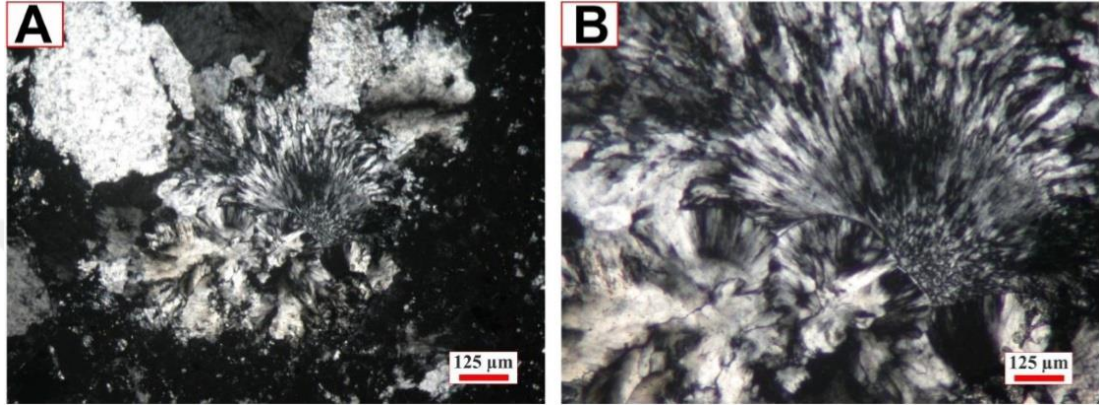


Şekil 4.13 Kuvars matriste gözlenen yapboz doku (Jigsaw Texture) örneği, A) Haç nikol görüntüsü, B) Paralel nikol görüntüsü

4.2.8 Tüysü Doku (Plumose Texture)

Haç nikol altında değişken, sönümlü, tüysü kuvars doku olarak bilinir (Şekil 4.14). Adams, 1920 ve Dong ve diğer., 1995 tarafından tüysü ya da süslü, gösterişli doku olarak tanımlanmıştır. Yeniden kristalleşme (rekristalize) ile oluşmuş olan bu dokunun merkezinde silika jel bulunur ve dışa doğru kalsedonik agregalarca gelişmiştir. Amorf silikaya öncülük eden silika jel çökeli, malzemenin aşırı doygun halde ani basınç ve sıcaklık azalışıyla ilişkilidir (Henley ve Hughes, 2000). Bu ani basınç ve sıcaklık azalışını takiben kırılmalar gözlenir. Kırılmadan önce sıvı, başlangıç sıcaklık ve basıncına bağlı olarak %100 buhar faza geçer (Brown, 1986) ya da P-T koşulları sıvı-buhar eğrisi üzerinde kalabilir, malzeme sıvı olarak akış yolu boyunca yukarıya doğru

kaynamaya devam eder. Camprubí ve Albinson, 2007 bu tip silikanın, amorf silis fazdan sonra, geç kristalin kuvars fazdan önce çökelmiş olan malzemelerin bir döngü içerisinde geçişli olarak ilerlediğini raporlamışlardır. Bu dokuya sahip kuvarslarda birincil sıvı kapanımlara rastlanılmamıştır, ikincil kapanım olarak ilerleyen aşamalarda yararlı bilgilere ulaşılabilir.

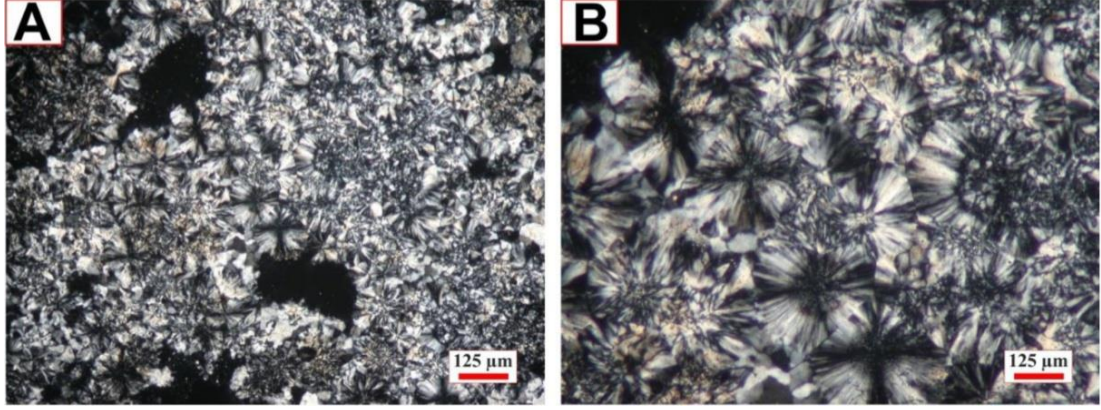


Şekil 4.14 Kuvarslarda gözlenen tüysü doku (Plumose texture) örneği

4.2.9 Sfeluritik Doku

Eş merkezli zonlanmaya sahip sfeluritik doku pembemsi gri renkli malzeme ile katı ve birbirinden ayrı nodüller şeklinde görüntü sunar. Sfeluritik doku kısmen boş, oyuk olarak düşünülebilir; ancak akik, kalsedon, kuvars gibi minerallerce doldurulmuştur. Bu tip sfeluritik forma yumurtamsı kuvars (Thunder egg) olarak tanımlanmaktadır (Şekil 4.15).

Eş merkezli sfeluritlerde kuvars kristalleri; alkali feldispat ve plajiyoklas mineralleriyle zonlanma ve bantlaşma sunar. Sfeluritlerin çekirdekleri esasen kuvars ve plajiyoklas minerallerinin iç içe büyümesiyle oluşmuştur; dış kısımlar ise bu minerallere ek olarak alkali feldispat da içerir. Sfeluritlerde gözlenen desenlerin andezitik / riolitik lavın soğuması esnasında oluştuğu düşünülür.



Şekil 4.15 Volkanik yan kayada gözlenen sfeluritik doku örneği

4.2.10 Kalsedonik Kuvars

Silis, epitermal cevherleşmelerde amorf silika, opal, opal C-T, kalsedonik kuvars veya kuvars halinde temsil edilir. Kuvars haricinde silisçe aşırı doymuş çözeltileri bünyesinde barındıran söz konusu fazlar düşük sıcaklıklarda duraylı ve kalıcı değildir (Fournier, 1985a). Sıvılardan çökerek oluşan birikim sonrasında opal ve kalsedon, kuvars halinde rekristalize olur. Alt ve arkadaşları 1987 yılında Doğu Pasifik riftlerinde bulunan hidrotermal bacalarda yaptıkları çalışmalarda hidrotermal çözeltilerden opal ve kalsedon çökelişiminin 70-180°C sıcaklıkları arasında gerçekleştiğini, bununla birlikte 230-320°C arası sıcaklıklarda da kuvars biçiminde yeniden kristallendiğini, rekristalize olduklarını saptamışlardır (Alt ve diğer., 1987).

Kalsedon, düşük sıcaklıktaki hidrotermal çözeltinin direk çökmesiyle veya amorf silisin kristal fazına dönüşmesiyle meydana gelir (Fournier, 1985a). Ayrıca kalsedon oluşurken, hidrotermal sıvıdan çökeliş gerçekleştirerek oluşması için kuvarstan nispeten daha orta ç silis doymuşluğuna ihtiyaç duyar ve 180°C'nin altındaki sıcaklıklarda oluşur.

4.3 Cevher Mikroskobisi

Çoraklıktepe araştırma sondajlarından elde edilen 9 farklı sondaj ve aralıklara ait karot numunelerinden hazırlanmış parlak kesitler incelenmiştir. Metalik parajenez ve mineralizasyona ait minerallerinin birbirleriyle ilişkileri aşağıda verilmiştir. Ayrıca

örnek adlarıyla eşdeğer Jeokimya bölümünde kimyasal analiz sonuçları da verilmektedir.

4.3.1 Örnek No: CTP02

Örneğin cevher minerallerinin zengin olduğu kısımdan hazırlanan parlak kesitte yaygın olarak sfalerit, kalkopirit, galen mineralleri ve az oranda da pirit minerali gözlenmiştir (Şekil 4.16). Pirit (FeS_2) cevherleşmenin ilk evresidir, etrafını saran kalkopirit (CuFeS_2) ve galence (PbS) tüketilmiştir. Geç evre olarak da sfalerit (ZnS) minerali tanımlanmış, tüm parajenezi çevreleyip ornatmaktadır.

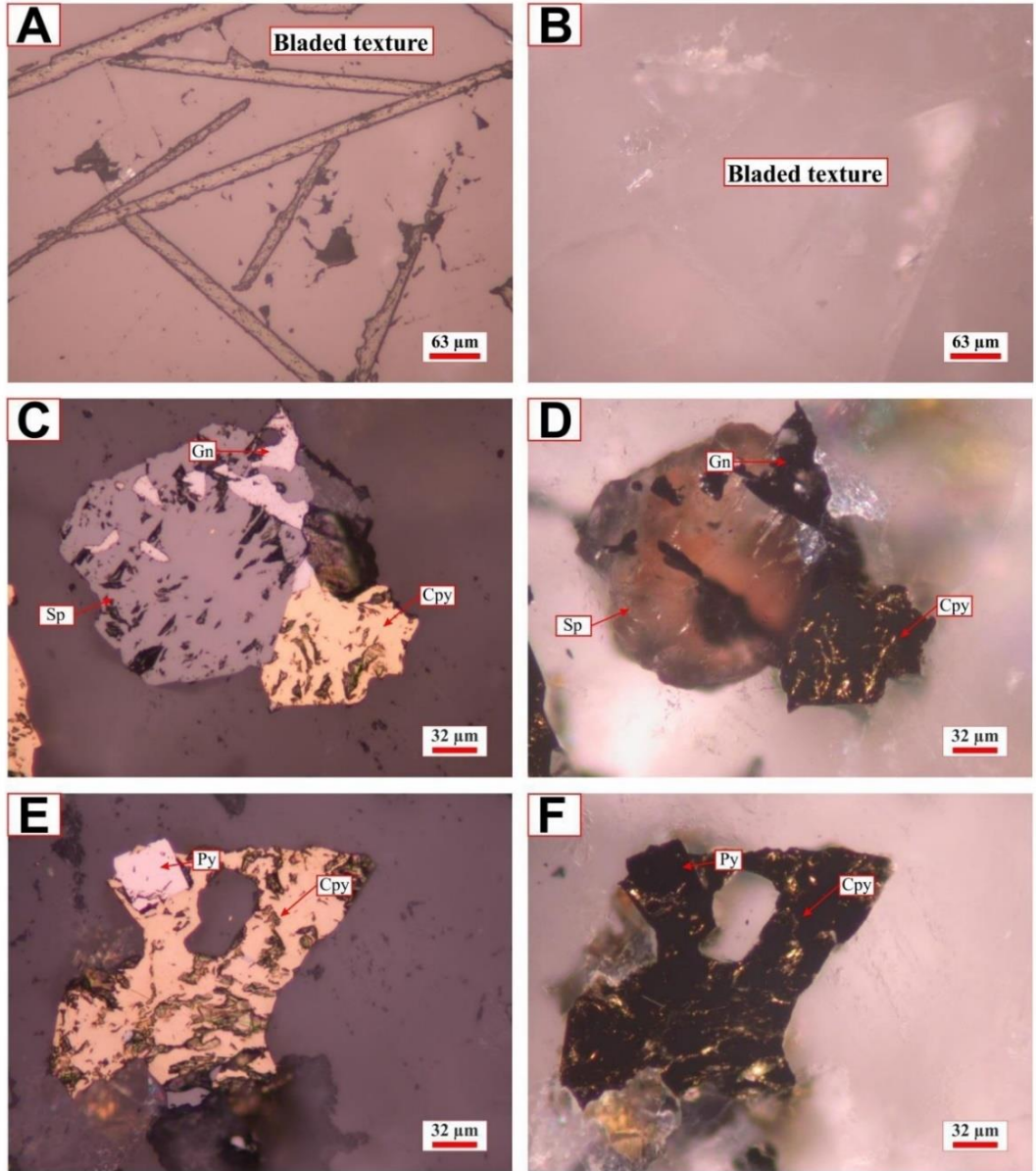
Mikroskop altında pirit minerali paralel nikolde açık sarımsı renkte, haç nikolde ise izotropik bir mineral olduğundan siyah görülür. Yarı öz şekilli ve öz şekilli haliyle kesitte dağılım göstermektedir (Şekil 4.16). Baz alınan tane boyutu ortalama 32 μm 'dur.

Kalkopirit minerali paralel nikolde pirinç sarısı, haç nikolde ise yeşilimsi kahve tonunda anizotropi sunar. Kesitin genelinde sıvama şeklinde bulunur ve oldukça fazla alan kaplar. Boyutu oldukça değişkendir, 10 μm 'dan 100 μm 'a değişiklik sunar. Örnek üzerinde genelde galen tarafından çevrelenip ornatılmıştır.

Galen minerali mikroskop incelemelerinde paralel nikolde açık gri tonda, haç nikolde ise izotropik özellik göstermektedir. Kesitte genelde sfalerit tarafından ornatıldığı için belirli bir şekil görülmemektedir. Boyut olarak oldukça değişkendir, yaklaşık 10-80 μm arası boyutlarda olduğu söylenebilmektedir.

Geç evre minerali olan sfalerit paralel nikolde koyu gri, haç nikolde ise kırmızımsı kahve renkte görülür. Belirli bir şekle sahip değildir, kesitte yayılmış halde bulunur. Boyutları oldukça değişken olmakla beraber kesitin büyük bir kısmını kapsamaktadır.

Ayrıca CTP02 örneğinde gang minerali olan kalsitin sahip olduğu bladed doku da kolaylıkla gözlenebilmektedir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16 CTP02 örneğine ait mikroskop fotoğrafları, A-C Ve E mikro fotoğrafları //N’de, B-D ve F mikro fotoğrafları +N’de çekilmiştir, Cpy: Kalkopirit, Gn: Galen, Py: Pirit, Sp: Sfalerit

4.3.2 Örnek No: CTP03

Cevherleşmede yapılan mikroskobik incelemelerde ana cevher minerali olarak pirit, sonrasında ise kalkopirit, galen, sfalerit ve gümüş minerallerinden olan polibasit - piersit gözlenir (Şekil 4.17). Pirit minerali kalkopirit tarafından ornatıldığı için genellikle öz şeklini yitirmiş olarak gözlenmiş ve minimum tane boyutu 10 µm olup değişkenlik göstermektedir. Kalkopirit cevherleşmede sıvama şeklinde yayılım

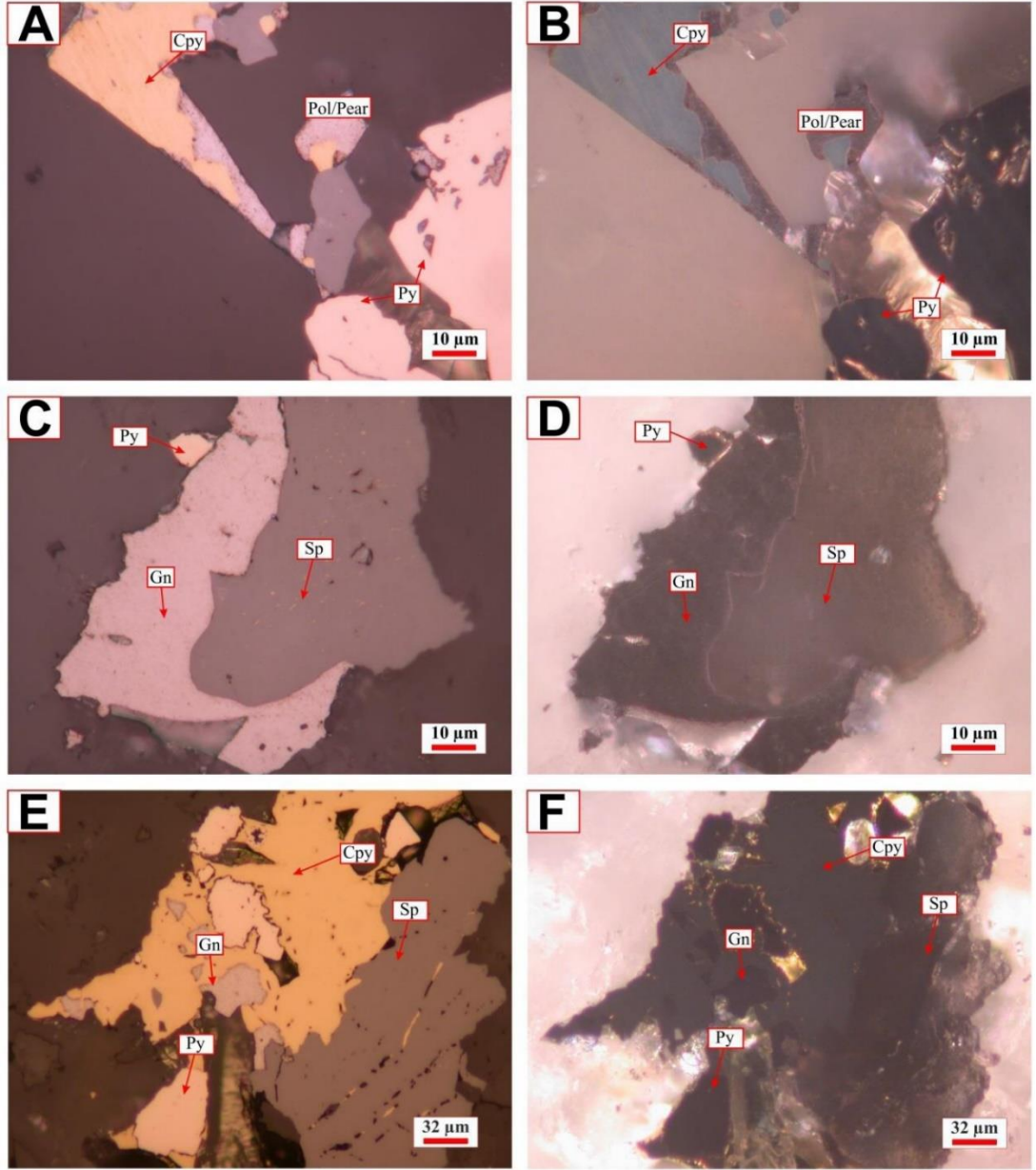
göstermiş sülfür mineralidir, üzerinde yaygın olarak boşluklar(kovuklar) bulunur. Galen de kalkopiritten sonra gri rengeyle cevherleşmede yer almış kurşunlu sülfür mineralidir. Belirli bir öz şekle sahip değildir ve boyutları 5-60 µm arasında değişiklik sunmaktadır. Sülfür minerallerinin sonuncusu olan sfalerit, galeni ornatarak cevherleşmede geç evre olarak gözlenir. Sfalerit minerali üzerinde yer yer sıralı dizilimde yer yer de düzensiz olarak kalkopirit eksolüsyonları bulunur (Şekil 4.17).

Yavaş soğuma esnasında oluşan katı eriyiklerin kristalleşme doğrultularında iki ayrı faza ayrılması sonucunda eksolüsyon oluşmaktadır.

Sfaleritin yapısı kalkopirit, stannit, fahlerz ve kubanit ile doğrudan ilişkilidir. Tüm bu minerallerle birlikte yönlü büyümeler görülmektedir. Çoğu örnekte kalkopirit, sfaleritin birçok formunda gömülü halde bulunmaktadır. Kalkopirit kristalleri, sfalerit üzerinde tabular (çizgisel-yassı), lens şekilli, kristalografik eksenler boyunca veya dilinim izleri boyunca yer alabilmektedir. Bunlar eksolüsyon üretimi olarak yorumlanır.

Kalkopirit oluşuklarının yokluğu veya varlığı jeolojik termometre olarak kullanılabilir. Bunu anlamak zordur ama çoğu yüksek sıcaklıkta sfaleritler, kalkopirit miktarının bol bulunmasına rağmen bu eksolüsyonlardan içermezken düşük sıcaklıkta oluşan sfalerit formları bu eksolüsyon kapanımlarını büyük miktarda içermektedir. Kalkopiritle ilgili çok yüksek sıcaklık Sfaleritleri, kalkopirit kabarcıkları içermektedir. Kalkopirit kabarcıkları Sfalerit tanesinin merkezinde bulundukları zaman tanenin dışına ve taneye doğru sonradan difüzyon gelişmez. Eksolüsyon bu durumda gerçekleşmektedir.

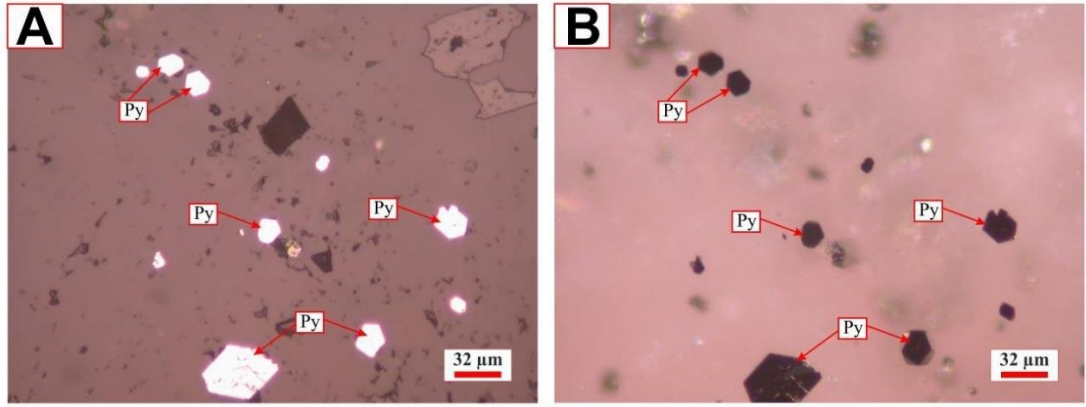
Cevherleşmede gümüş mineralleri olan polibasit-piersit gözlenmiştir. Polibasit ($\text{Ag}_{16}\text{Sb}_2\text{S}_{11}$) – Piersit ($\text{Ag}_{16}\text{As}_2\text{S}_{11}$)' in diğer cevher mineralleriyle ilişkisi tam olarak anlaşılmamış; ancak kalkopiritle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Paralel nikolde açık gri, haç nikolde ise yeşilimsi gri renklenme sunmaktadır. Boyutları yaklaşık olarak 10 µm 'a kadar ulaşmıştır.



Şekil 4.17 CTP02 örneğine ait mikroskop fotoğrafları. A-C Ve E mikro fotoğrafları //N’de, B-D ve F mikro fotoğrafları +N’de çekilmiştir, Cpy: Kalkopirit, Gn: Galen, Py: Pirit, Sp: Sfalerit, Pol/Pear: Polibasit/Piersit

4.3.3 Örnek No: CTP04

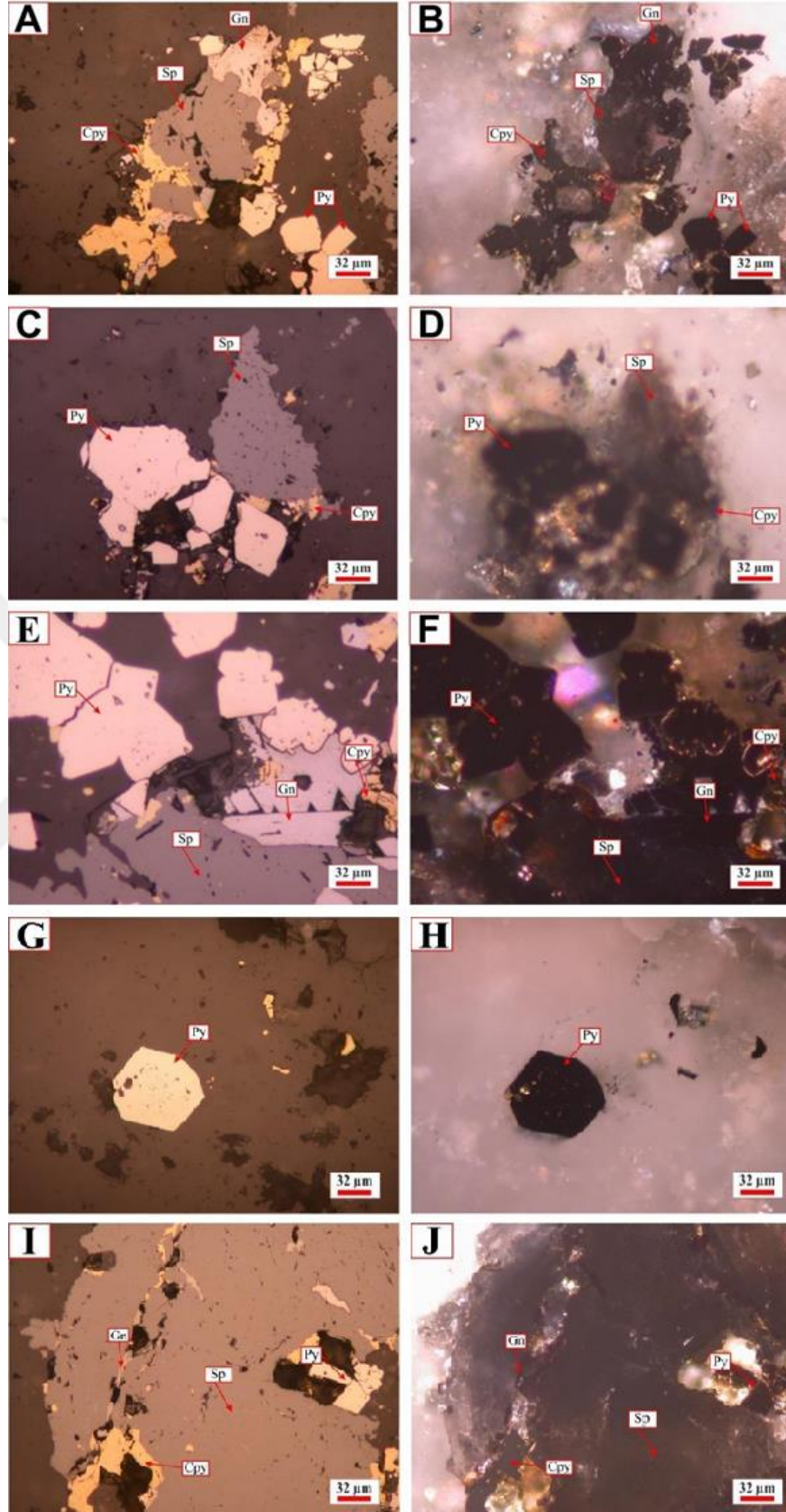
Cevherleşmenin bu örneğinde sıkça pirit mineraline rastlanmaktadır. Piritler genellikle öz şekilli ve gang minerali içerisinde dağılmış halde gözlenmekte ve tane boyutu 32 µm’a kadar ulaşmaktadır (Şekil 4.18). Yer yer sıvama şeklinde, incelenmiş diğer kesitlere oranla oldukça küçük boyutlarda kalkopiritler de bulunmaktadır.



Şekil 4.18 CTP04 örneğine ait mikroskop fotoğrafları. A mikro fotoğrafı //N’de, B mikro fotoğrafı ise +N’de çekilmiştir, Py:Pirit

4.3.4 Örnek No: CTP05

Cevherleşmenin bu örneğinde pirit ağırlıklı olmak üzere diğer sülfid mineralleri kalkopirit, galen ve sfalerit minerallerine rastlanmıştır. Örneğin içerdiği pirit minerallerinin boyutu 8-76 μm arasında değişim göstermekte, öz şekilli veya yarı öz şekilli olarak bulunmaktadır. Kalkopirit minerali paralel nikolde pirinç sarısı rengiyle sıvama şeklindedir. Diğer örneklerle kıyaslandığında bu örnek üzerinde oldukça az olduğu görülmüştür. Kesitin bazı bölümlerinde galen ve sfalerit mineralleri tarafından ornatılmıştır. Galen minerali genel anlamda sfalerit ve kalkopiritle ilişkili olarak gözlenmiş, boyutları 100 μm ’a kadar ulaşmıştır. Bazı galen örneklerinde tipik olarak tanımlanmış olan üçgen yırtıklar bulunur. Örneğin son minerali olan sfalerit, piritten sonra gözlenmiş en yoğun mineraldir, boyutları yer yer 100 μm ’u aşmaktadır (Şekil 4.19). Kalkopirit ve galenin sınırında bulunup, eksolüsyon halde kalkopiritler içermektedir (Şekil 4.19).



Şekil 4.19 CTP05 örneğine ait mikroskop fotoğrafları, A-C-E-G ve I mikro fotoğrafları //N'de, B-D-F-H ve J mikro fotoğrafları +N'de çekilmiştir, Cpy: Kalkopirit, Gn: Galen, Py: Pirit, Sp: Sfalerit

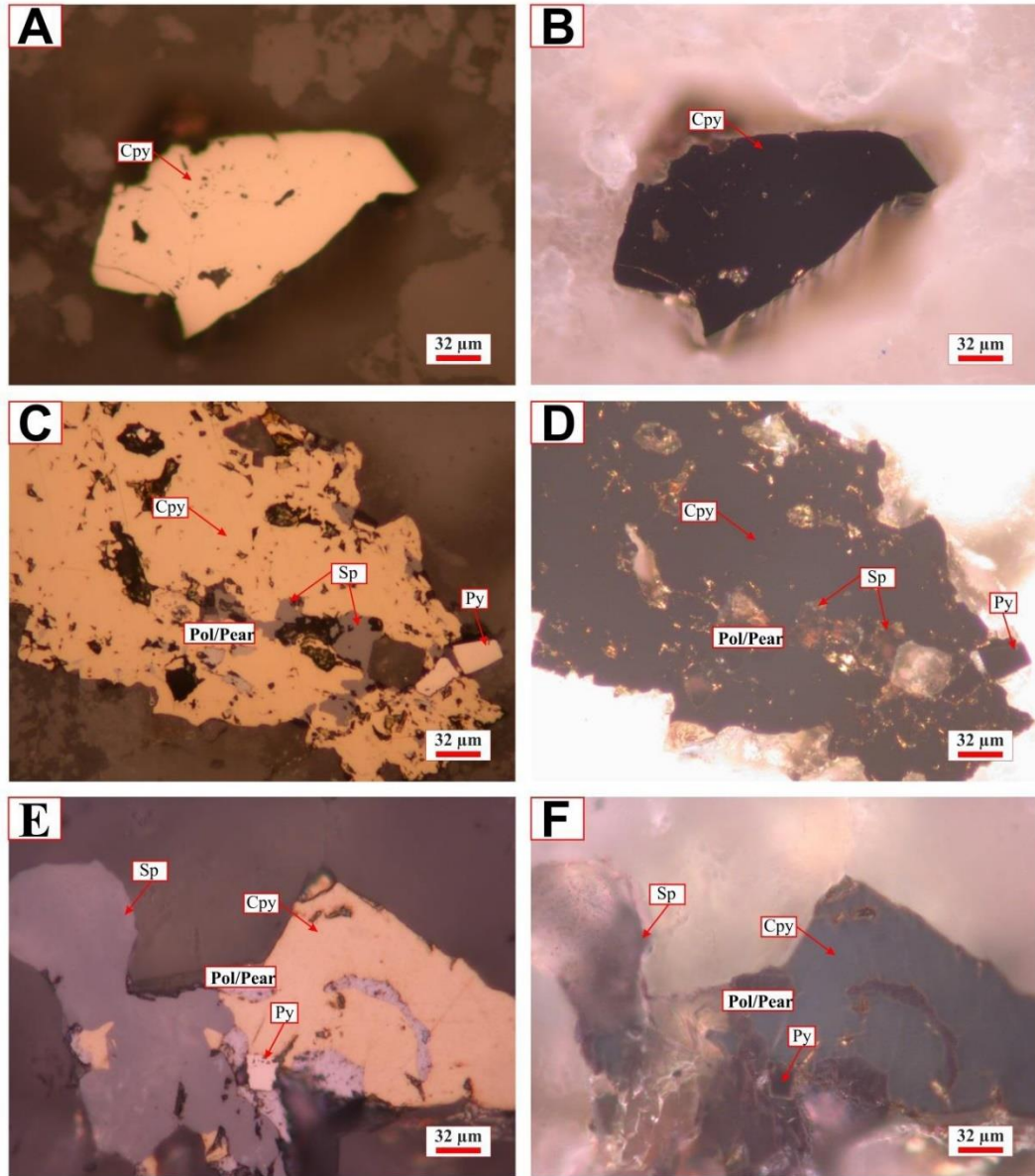
4.3.5 Örnek No: CTP06

Cevherleşmede oluşan mineraller bolluk sırasına göre kalkopirit, sfalerit, polibasit-piersit ve pirittir. Kalkopirit (CuFeS_2) paralel nikolde pirinç sarısı, haç nikolde grimsi mavi-yeşilimsi rengiyle sıvama şeklinde gözlenmiş, kesitte yer yer %80'e varan bulunma oranına sahiptir. Genel olarak üzerinde kovuk yapıları barındırır (Şekil 4.20). Bazı bölgelerde piriti andıran renge sahip olsa da belirgin bir öz şekle sahip olmaması, anizotropi göstermesi ve içerdiği kovuk yapıları nedeniyle piritten kolaylıkla ayırt edilmektedir (Şekil 4.20).

Örneğin bazı bölgelerinde sfalerit (ZnS) mineralinin bulunma oranı %30 civarındadır. Kalkopiriti ornatmış ve sınırlarında gümüş minerali olan polibasit-piersit gözlenmiştir. Paralel nikolde koyu gri, haç nikolde ise kırmızımsı kahve tonlarında görülür. Minimum tane boyu 8 μm 'dan daha küçük, maksimum tane boyu da 100 μm 'u geçmektedir. Kesitte belirgin bir öz şekilden bahsetmek mümkün değildir.

Polibasit ($\text{Ag}_{16}\text{Sb}_2\text{S}_{11}$) - Piersit ($\text{Ag}_{16}\text{As}_2\text{S}_{11}$) mineralleri örnekte sfalerit sınırında veya kalkopirit minerali içerisinde görülmüştür (Şekil 4.20). Paralel nikolde açık gri, haç nikolde ise yeşilimsi gri renklenme sunmaktadır. Maksimum tane boyu 100 μm 'a kadar ulaşmaktadır.

Örnekti bolluk sırasına göre en az bulunma oranına sahip ve kesitteki son mineral pirittir. Pirit (FeS_2) kübik sisteme sahip olması ve kesitte genele öz-yarı öz şekilde bulunmasıyla dikkat çeker. Paralel nikolde açık sarı renkte, haç nikolde ise siyah görülür. Tane boyu 30-32 μm arasında değişmektedir. Örnek üzerinde kalkopiritle ilişkili olduğu düşünülmektedir (Şekil 4.20).



Şekil 4.20 CTP06 örneğine ait mikroskop fotoğrafları, A-C-E mikro fotoğrafları //N’de, B-D-F mikro fotoğrafları +N’de çekilmiştir, Cpy: Kalkopirit, Pol/Pear: Polibasit-Piersit, Py: Pirit, Sp: Sfalerit

4.3.6 Örnek No: CTP07/1

Cevherleşmenin bu örneğinde yine en yaygın mineral pirittir. Pirit, genelde yarı öz şekilli olarak gözlenmiş ve kovuk benzeri yapılar barındırmaktadır. Kesitin bazı bölümlerinde kalkopiriti tükettiği gözlenmiştir (Şekil 4.21).

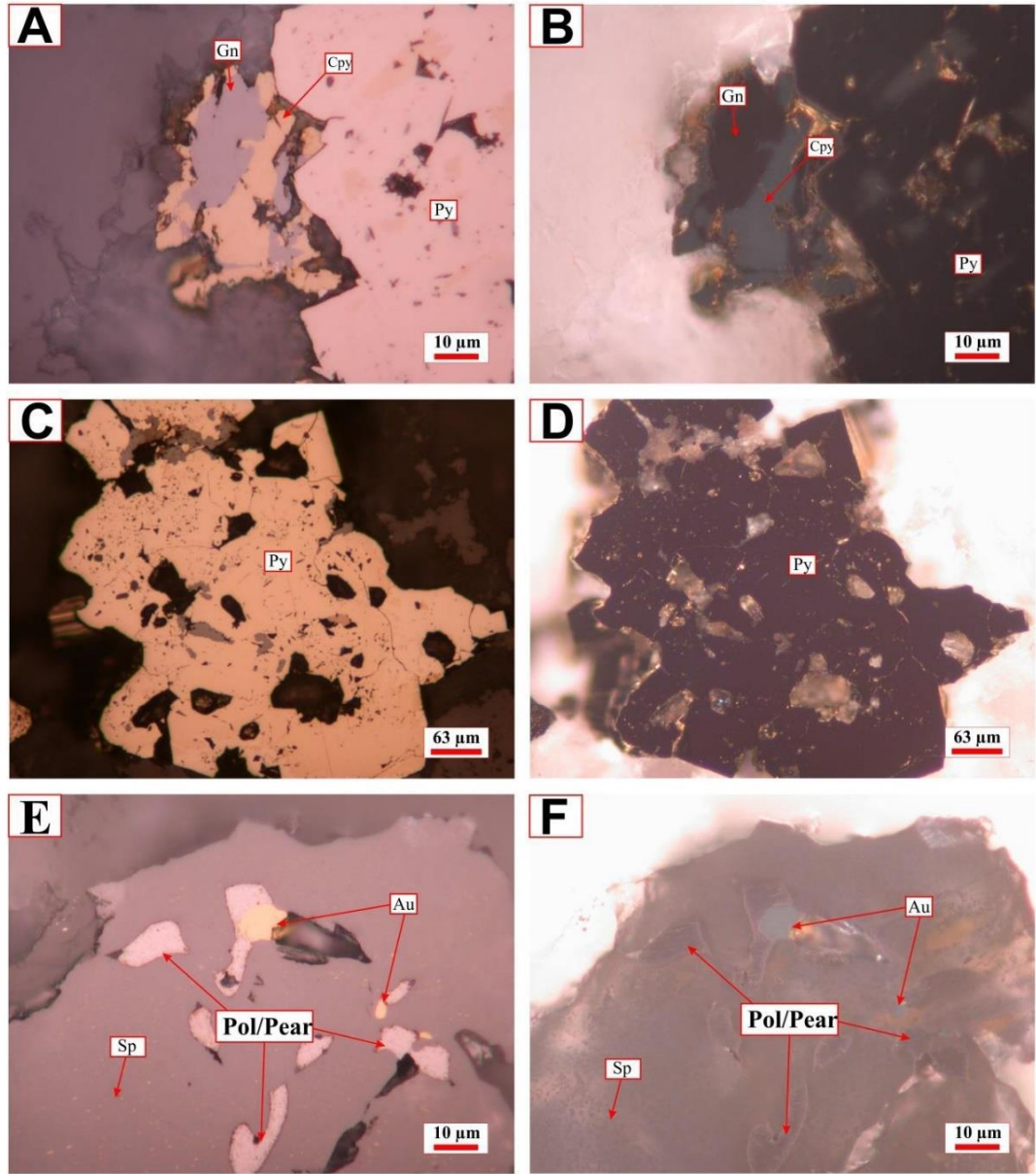
Bakır minerali olan kalkopirit özşekilsiz, sıvama şeklinde gözlenmiş yer yer kovuk yapıları içermektedir. Bu örnekte, haç nikoldeki yeşilimsi rengiyle dikkat çekmiştir. Kalkopirit minerali galen ve pirit tarafından ornatılmıştır.

Galen minerali örnekte az oranda bulunmasıyla beraber kalkopiriti ornatması üzerine dikkat çekmiştir (Şekil 4.21). Paralel nikolde gri, haç nikolde siyah renge sahiptir. Yaklaşık olarak 23 μm boyutlarına ulaşmıştır.

Buradaki cevherleşmede sfalerit oldukça önemli mineraldir; çünkü üzerinde bakır minerali olan polibasit-piersit ve altın gözlenmiştir. Kesitin piritten sonra büyük bölümünü kapsayan diğer mineraldir. Belirgin bir öz şekle sahip değildir. Ayrıca kalkopirit eksolüsyonları içerdiği gözlenmiştir (Şekil 4.21).

Polibasit-piersit mineralleri sfaleritin üzerinde bulunmaktadır. Boyutlarının yaklaşık olarak 30 μm 'a kadar ulaştığı görülmüştür. Belirgin bir öz şekle sahip değildir.

Cevherleşmenin en önemli minerali olan altının, sfalerit ve polibasit-piersitle ilişkili olduğu düşünülmektedir (Şekil 4.21). Altın (Au); paralel nikolde parlak altın sarısı, haç nikolde yeşilimsi tonlardadır. Örnek üzerinde belirgin bir öz şekli yoktur; fakat kristal sistemi kübiktir. Sfalerit ve gümüş mineralleriyle ilişkili olduğundan kesitte yuvarlak halkalar şeklinde bulunmaktadır. Tane boyu 3 μm 'dan 10 μm 'a değişim göstermektedir (Şekil 4.21).



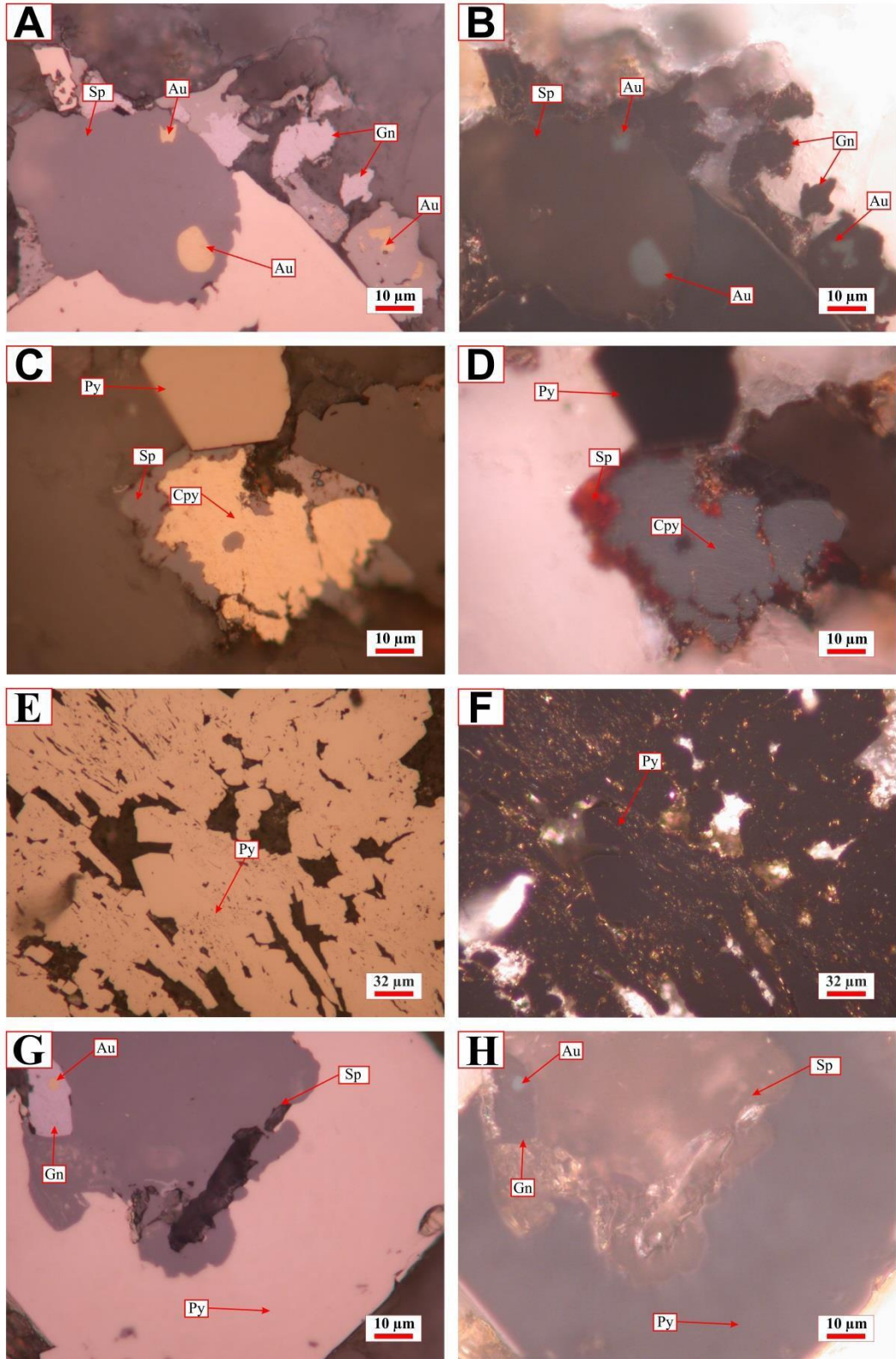
Şekil 4.21 CTP07/1 örneğine ait mikroskop fotoğrafları, A-C-E mikro fotoğrafları //N'de, B-D-F mikro fotoğrafları +N'de çekilmiştir, Cpy: Kalkopirit, Pol/Pear: Polibasit-Piersit, Py: Pirit, Sp: Sfalerit, Gn: Galen, Au: Altın

4.3.7 Örnek No: CTP07/2

Cevherleşmede bolluk sırasına göre mineraller pirit, sfalerit, kalkopirit, galen ve altındır. Piritin sfalerit mineraliyle olan ilişkisi tam anlaşılmamıştır. İri, öz şekilli taneler veya yer yer ornatılmış haline rastlanmıştır (Şekil 4.22).

Sfalerit, kesitteki altın içeren minerallerden biridir. Yine belirgin bir öz şekle sahip değil, sıvama halindedir. Sfalerit minerali paralel nikolde koyu gri, haç nikolde sarımsı kahve rengiyle tanınmıştır; ancak buradaki örneğinde haç nikol görüntülerinden birinde kırmızılık sunmaktadır (Şekil 4.22). Bunun nedeni demir (Fe) oranıyla alakalıdır. Sfaleritin içerisindeki Fe oranı yüksek olduğu durumlarda haç nikolde kırmızımsı renkte gözlenir. Ayrıca bu örnekte kalkopiriti ornattığı, yer yer üzerinde galen minerali bulunduğu ve tane boyunun da 50 μm 'a kadar ulaştığı gözlenmiştir (Şekil 4.22). Bu örnekte kalkopirit minerali sfaleritle ilişkili olup, sfalerit tarafından ornatılmıştır (Şekil 4.22). Galen minerali örnek üzerinde sfaleritle ilişkilidir. Genel olarak sfaleritin sınırlarında veya üzerinde gözlenmiştir (Şekil 4.22). Örnek üzerinde altın içeren ikinci mineraldir.

Altın minerali, cevherleşmede, sfalerit ve galen olmak üzere iki farklı mineralde gözlenmiştir (Şekil 4.22). Sfalerit üzerindeki altın mineralinin maksimum tane boyu 10 μm civarındayken, galenin içerisindeki altının boyu ise yaklaşık olarak 2 μm 'dur. Yuvarlağa yakın, halka şeklinde olduğu söylenebilir.



Şekil 4.22 CTP07/2 örneğine ait mikroskop fotoğrafları, A-C-E-G Mikro fotoğrafları //N’de, B-D-F-H Mikro fotoğrafları +N’de çekilmiştir, Cpy: Kalkopirit, Py: Pirit, Sp: Sfalerit, Gn: Galen, Au: Altın

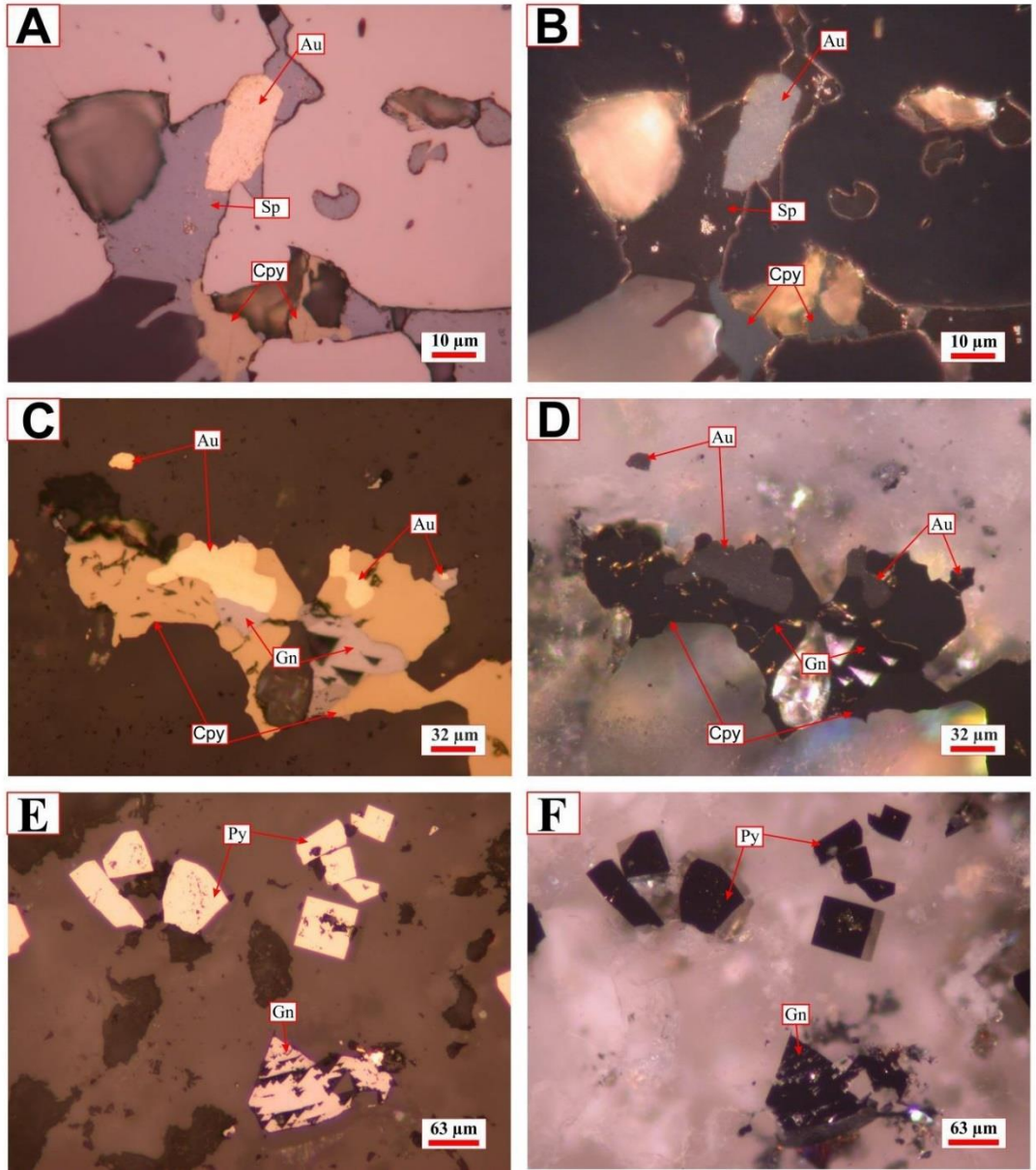
4.3.8 Örnek No: CTP09

Çoraklıktepe altın damarından alınan örnekler içerisinde miktar olarak en fazla altın mineraline sahip olan örnektir (Şekil 4.23). Cevherleşmede oluşum sırasına göre kalkopirit, pirit sonrasında sfalerit ve galen eş oluşmuş olabilir diye düşünülmektedir. Altın minerali ise kalkopirit, pirit, sfalerit ve galen olmak üzere tüm sülfür minerallerinin içerisinde gözlenmiştir (oran olarak kalkopiritten daha fazla).

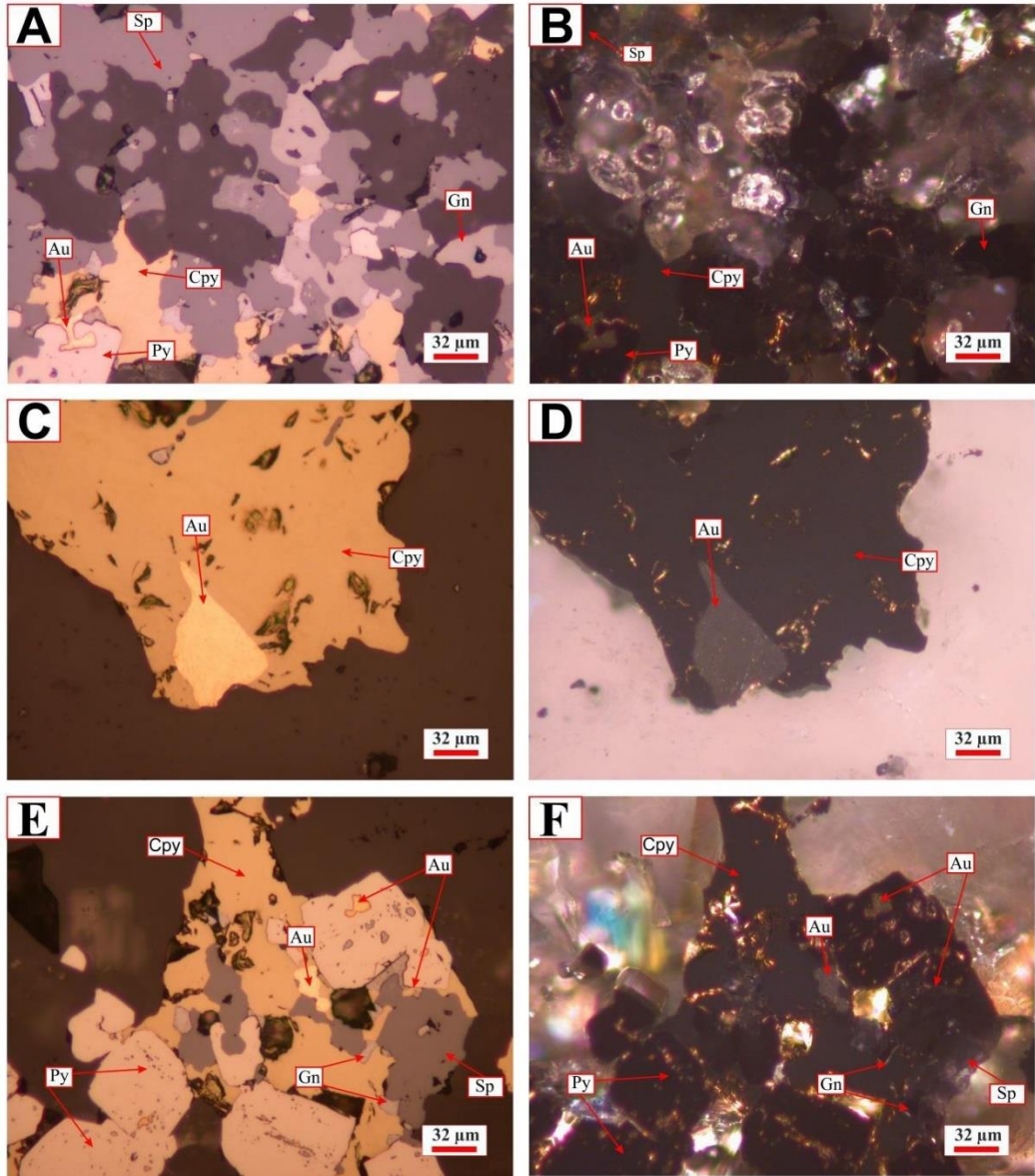
Kalkopirit kesitte sıkça rastlanılan bakır mineralidir. Belirgin bir öz şekle sahip değildir. Paralel nikolde pirinç sarısı, haç nikolde grimsi mavi-yeşilimsi renklerde dir. Üzerinde kovuk yapıları bulunur. İçerisinde yer yer altın minerali gözlenmiştir (Şekil 4.23).

Pirit minerali öz-yarı öz şekilli olarak cevherleşmede yer almıştır (Şekil 4.23). Yer yer içerisinde kalkopirit ve sfalerit kapanımları bulunur. Tane boyu 100 μm 'a kadar ulaşmıştır. Piritin de içerisinde ve sınırında altın tanelerine rastlanmıştır.

Sfalerit ve galen minerallerinin kesit üzerinde genelde birbirlerinin sınırlarında bulunduğu gözlenmiştir (Şekil 4.24). Sfalerit paralel nikolde koyu gri, galen ise açık gri tonlardadır. İki mineral de öz şekilsiz olarak dağılım göstermiştir. Galenin bazı örneklerinde tipik özelliği olan üçgen yırtıklar bulunmaktadır. Örneğin bazı bölgelerinde galenin kalkopiriti, sfaleritin de piriti ornattığı gözlenmiştir. Ayrıca sfaleritin içerisinde yaklaşık 26 μm tane boyutuna sahip altın mineraline rastlanmış, galende ise 2-3 μm boyutlarında damlacık şekilli altın tanesi bulunmaktadır (Şekil 4.24). Altın oranı en bol olan bu örnekte yaklaşık olarak 96 μm tane boyuna sahip altınlar gözlenmiştir. Özellikle kalkopirit ve sfaleritin içerisinde bulunan altın taneleri oldukça büyüktür (Şekil 4.24). Altın örnekleri yer yer farklı renk tonlarında yer yer çizikli tanelerdir. Kesitin bazı bölgelerinde galenle, bazı bölgelerinde sfaleritle sınırlanmıştır.



Şekil 4.23 CTP09 örneğine ait mikroskop fotoğrafları, A-C-E mikro fotoğrafları //N’de, B-D-F mikro fotoğrafları +N’de çekilmiştir, Cpy: Kalkopirit, Py: Pirit, Sp: Sfalerit, Gn: Galen, Au: Altın



Şekil 4.24 CTP09 örneğine ait mikroskop fotoğrafları. A-C-E mikro fotoğrafları //N’de, B-D-F mikro fotoğrafları +N’de çekilmiştir, Cpy: Kalkopirit, Py: Pirit, Sp: Sfalerit, Gn: Galen, Au: Altın

4.3.9 Örnek No: CTP10

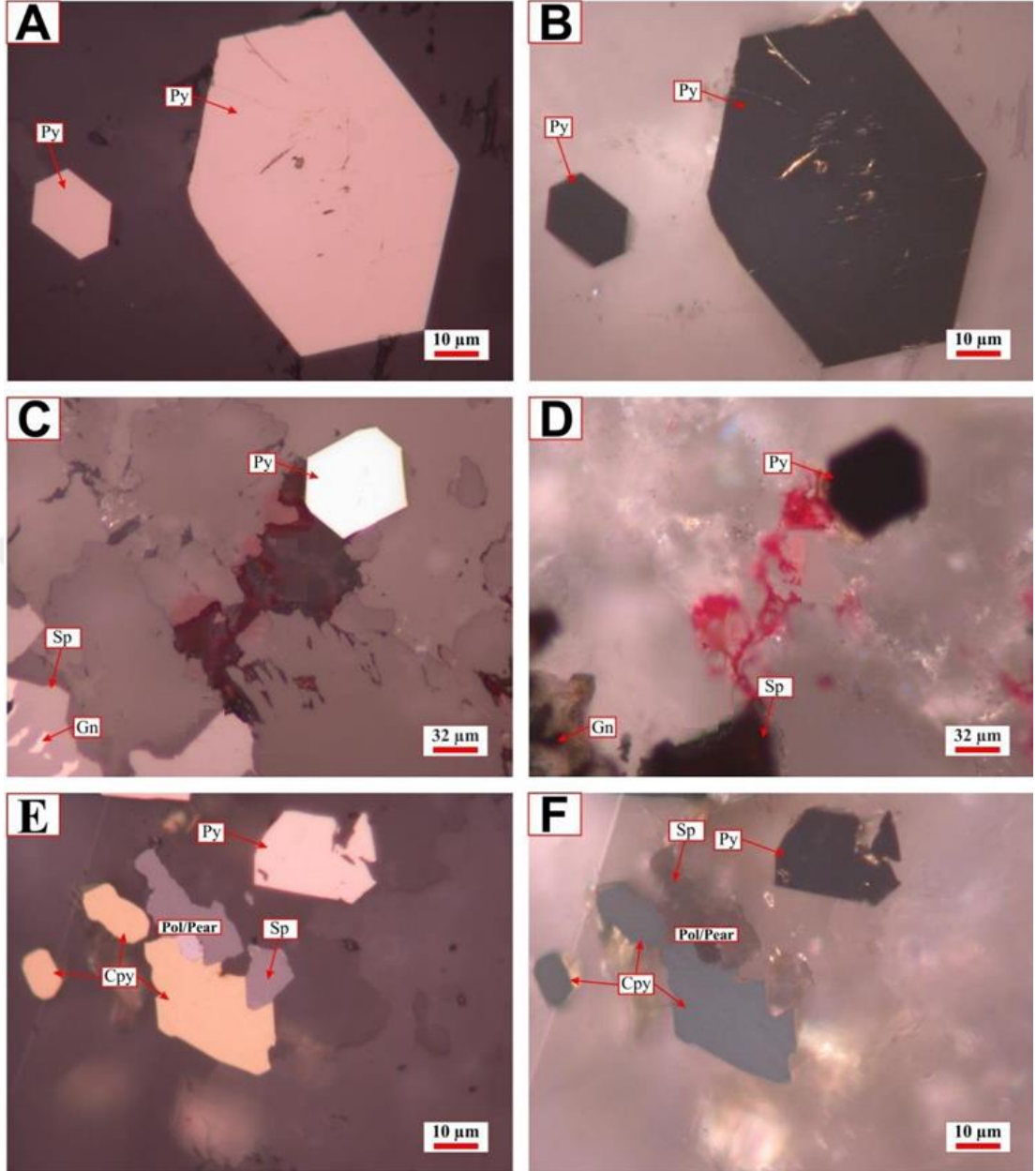
Cevherleşmede bolluk sırasına göre pirit, sfalerit, kalkopirit, galen ve polibasit-piersit bulunmaktadır (Şekil 4.25). Pirit minerali altıgen öz şekliyle dikkat çekmektedir. Bu öz şekilli piritlerin büyüklükleri 70 µm ’a kadar ulaşmaktadır. Ayrıca kesitte yarı öz şekilli piritler de vardır. Paralel nikolde açık sarı, haç nikolde

izotropik(siyah) olarak gözlenmiştir. Kesitte pirit ve sfalerit arasında kırmızılık göze çarpar, ne olduğu tespit edilememiştir (Şekil 4.25).

Kesitte sfalerit minerali galen ve kalkopiritle olan ilişkisiyle dikkat çekmektedir (Şekil 4.25). Yer yer galen tarafından ornatılmış ve içsel büyümeler gözlenmiş yer yer de kalkopiriti ornatmıştır. Belirgin bir öz şekle sahip değildir, boyutlarına bakıldığında 15 μm alt sınır olarak kabul edilebilir. Gözlenen kırmızı oluşuğun sfaleriti ornatmış olduğu düşünülmektedir (Şekil 4.25).

Kalkopirit minerali paralel nikoldeki pirinç sarısı rengi ve yarı öz şekilli haliyle dikkat çekmektedir (Şekil 4.25). Yarı öz şekilli olma özelliğiyle incelenen diğer örneklerden farklılık sunmaktadır. Bu örnekte kalkopiritin sfalerit ve gümüş mineralleri olan polibasit ve piersitle ilişkili olduğu söylenebilir. Sfalerit minerali tarafından ornatılmış, polibasit ve piersit ise kalkopiritin üzerinde oluşmuştur. 12-30 μm arası tane boyuna sahiptir.

Polibasit-piersit minerallerine bu örnekte nadiren de olsa rastlanılmıştır (Şekil 4.25). Tane boyu olarak yaklaşık 5 μm civarındadır. Kalkopiritin üzerinde, sfaleritin sınırında gözlenmiştir.



Şekil 4.25 CTP10 örneğine ait mikroskop fotoğrafları, A-C-E mikro fotoğrafları //N’de, B-D-F mikro fotoğrafları +N’de çekilmiştir, Cpy: Kalkopirit, Py: Pirit, Sp: Sfalerit, Gn: Galen

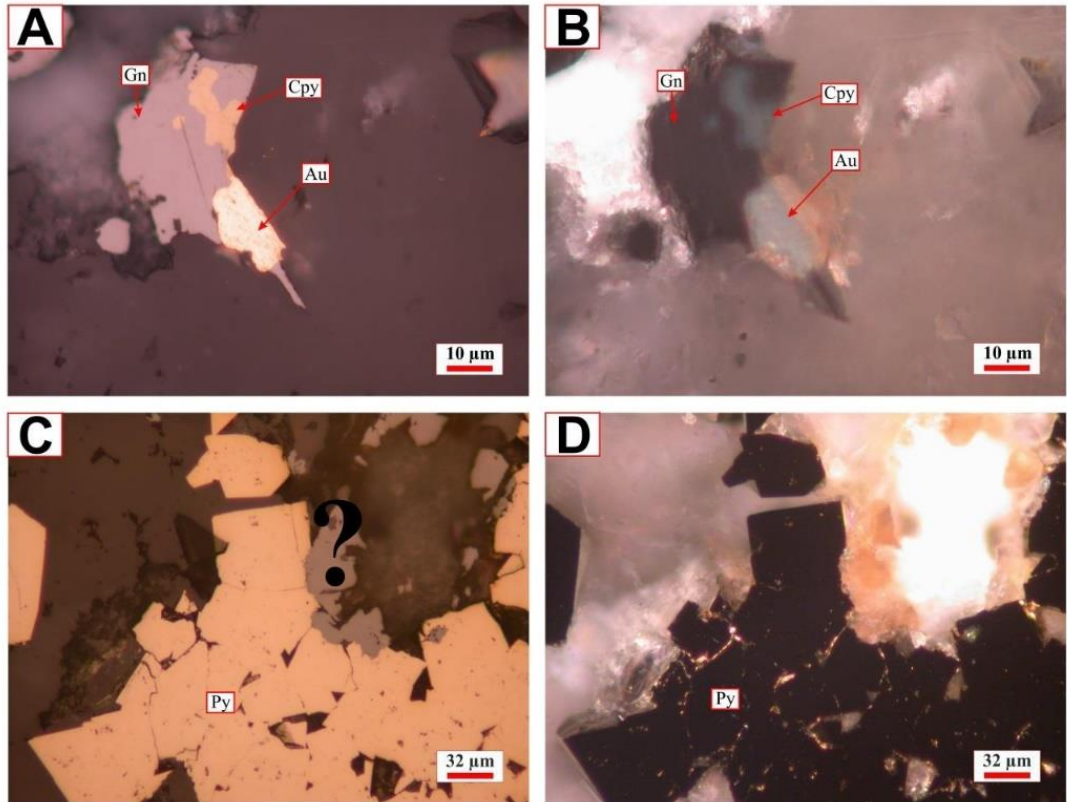
4.3.10 Örnek No: CTP16

Parlak kesit çalışmasının yapıldığı son örnektir. Cevherleşmede bolluk sırasına göre pirit, galen, kalkopirit ve altın bulunmaktadır (Şekil 4.26). Piritlerin genelde öz-yarı öz şekilli ve iç içe geçmiş halde bulunmaları göze çarpar. Piritlerle ilişkili, hatta onları

tüketen bir mineral bulunmaktadır. Paralel nikol rengi gri, haç nikolde sarımsı kahve tonlardadır; fakat ne olduğu tespit edilememiştir.

Galen mineralinin içinde kalkopiritin büyüme göstermesi dikkat çeker (Şekil 4.26). Belirgin bir öz şekle sahip değildir, yaklaşık olarak 40 µm boyutlara ulaştığı söylenebilir. Kalkopiritin içsel büyüme olayı galenin sınırından itibaren gerçekleşmiştir. Kalkopirit mineralinin boyu yaklaşık olarak 20 µm civarındadır. Belirgin bir öz şekle sahip değildir.

Cevherleşmedeki en önemli mineral olan altın galenin sınırından itibaren büyüme gerçekleştirmiştir (Şekil 4.26). Altın mineralinin galen ve kalkopiritle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Paralel nikolde parlak altın sarısı, haç nikolde ise yeşilimsi tonlarda olması dikkat çeker. Tane boyu 20 µm civarındadır.



Şekil 4.26 CTP16 örneğine ait mikroskop fotoğrafları, A-C mikro fotoğrafları //N'de, B-D mikro fotoğrafları +N'de çekilmiştir, Cpy: Kalkopirit, Py: Pirit, Gn: Galen, Au: Altın

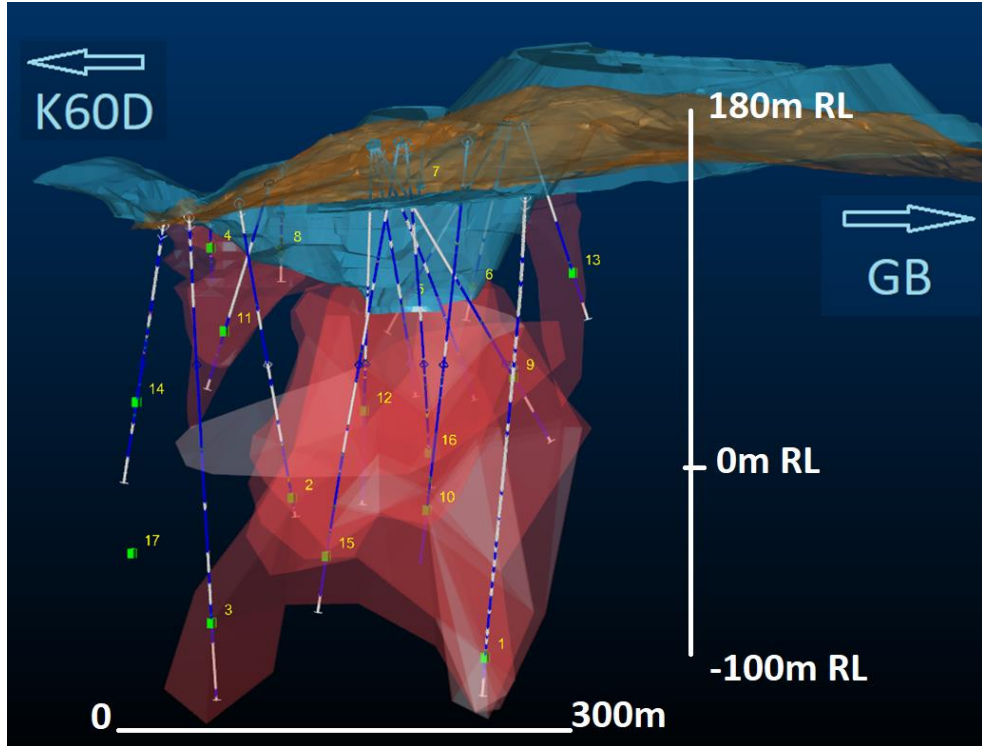
BÖLÜM BEŞ

SIVI KAPANIM ÇALIŞMALARI

5.1 Amaç, Yöntem, Örnek Seçimi ve Hazırlanması

Çoraklıktepe Au yatağının oluşumu ile ilgili sıvıların bileşimi ve oluşum sıcaklıklarını belirlemek için seçilen karot ve yüzey numunelerinden sıvı kapanım çalışması yapılmıştır. Sıvı kapanım, bir veya birden fazla fazda kristalli veya amorf bir akışkanın soğuması sırasında katı içerisinde yakalanmış ve oluşum ortamının sıvısını içeren kapanım olarak tanımlanmaktadır. Jeolojik anlamda sıvı kapanım milyonlarca yıl önce oluşmuş olan bir kristal içerisinde korunmuş ve kristallenme sıvısını içeren bir belgedir. Maden yatakları çalışmalarında sıvı kapanımlar mineralizasyonu oluşturan sıvının kimyasal bileşimi, oluşum sıcaklığı, basıncı ve evrimi gibi konularda bilgi sağlamaktadır (Roedder, 1984).

Çoraklıktepe araştırma sondajları içerisinde cevher damarlarını optimum üçgenleme ve aralıklara sahip olacak şekilde sistematik kesen sondaj örnek verileri aşağıdaki tablolarda verilmiştir (Tablo 5.1 ve Şekil 5.1, Şekil 5.2).



Şekil 5.1 Örnek alınan sondajlar ve cevher-ocak-topoğrafya uzunlamasına görünümü

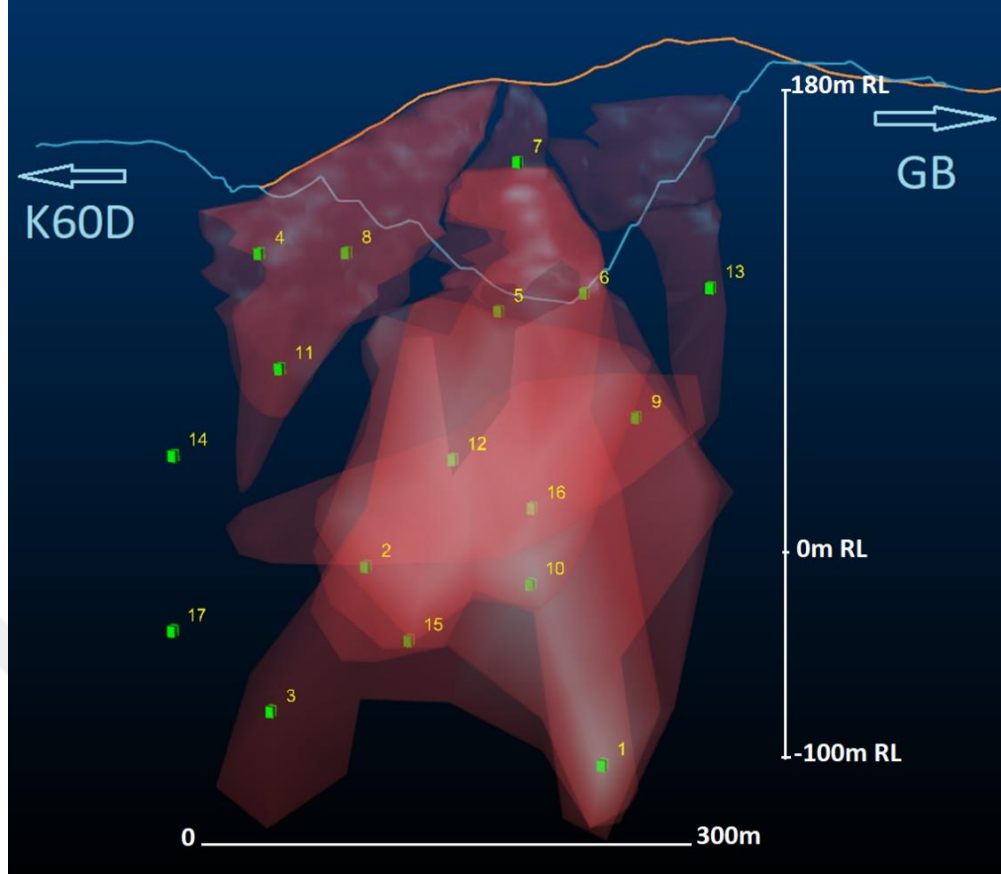
Tablo 5.1 İncelenen örneklerle ait analiz sonuçları ve sondaj verileri

Örnek No	Kuyu No	Başlangıç	Bitiş	Kot (RL)	Au (ppm)	Ag (ppm)
CTP01	KDD42	366,7	367,6	-103	4,39	4,56
CTP02	KDD44	194	195	-21	13,3	9,66
CTP03	KDD45	269	270,1	-89	1,2	3,77
CTP04	KDD33	22,3	23,3	112	17,96	-
CTP05	KDD39	149	150	83	16,31	34,99
CTP06	KDD36	125,1	126,4	91	20,27	28,55
CTP07	KDD27	42,4	42,9	149	112,4	108,51
CTP08	KDD26	46	47	111	134,8	62,13
CTP09	KDD52	190,9	191,9	42	41,15	200
CTP10	KDD57	246	247	-28	15,05	-
CTP11	KDD49	113	113,9	67	6,91	4,57
CTP12	KDD46	184	185	16	0,64	6,22
CTP13	KDD54	101	102,1	98	5,33	7,18
CTP14	KDD66	140	141	29	1,91	1,96
CTP15	KDD65	259,05	260	-52	2,56	25,85
CTP16	KDD55	232	233	1	21,1	31,74
CTP17	KDD62	251,35	252	-52	2,01	9,86

Tablo 5.2 İncelenen örneklerle ait analiz sonuçları (Çiçek, 2009)

Örnek No	Au (ppb)	Ag (ppm)	Mo (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	As (ppm)	Cd (ppm)	Sb (ppm)	Bi (ppm)	Hg (ppm)
CO-1	13259,5	6,4	27,9	4,1	18,7	2	2,7	242,0	<0,1	13,0	<0,1	9,44
CO-2	643,5	1,5	2,3	1,4	3,3	<1	0,9	12,3	<0,1	1,0	<0,1	5,3
CO-3	20348,9	6,9	7,4	1,9	14,0	3	1,5	9,3	<0,1	4,4	<0,1	1,15
CO-4	111,9	0,1	0,6	4,3	3,0	3	0,5	8,8	<0,1	0,4	<0,1	0,46

Makro, ince kesit, parlak kesit çalışmalarında olduğu gibi sıvı kapanım çalışmaları da yukarıdaki tabloda verilen numunelerden CTP09 ve CO-4 üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu numunelerin sıvı kapanım incelemeleri için iki yüzü parlatılmış özel kesitler kullanılmakta olup, ısıtma-soğutma sistemi veya yansıyan ve iletilen ışığa sahip mikroskoba monte edilmiş USGS “gas-flow” tipi ısıtma-soğutma sistemi kullanılmıştır.



Şekil 5.2 Cevher-ocak-topoğrafya uzunlamasına kesiti üzerinde numune noktaları

5.2 Sıvı Kapanım Çalışmaları ve Mikrotermometrik İnceleme

Mikrotermometrik ölçümleri yapılan bütün sıvı kapanımlar cevherleşme ile doğrudan ilgili birincil kuvars kristalleri veya bunların büyüme zonları içerisinde bulunmaktadır. Oda sıcaklığında yapılan mikroskobik gözlemlerde kapanımların tümü iki fazlı yani gaz (V) ve sıvı (L) olup katı faz gözlenmemiştir. 1-100 μm arasında değişken boyutlara sahip sıvı kapanımların çoğunlukla 10-30 μm arasında boyutlara sahip olanlarından ölçümler gerçekleştirilmiştir. Sıvıca zengin kapanımlarda gaz faz sıvı kapanımının yaklaşık %20-30 'unu işgal etmektedir.

Yapılan çalışmalarda ısıtma/soğutma kriterleri ve sıvı kapanımlar Roedder (1984) ve Goldstein (2003)'ün çalışmaları baz alınarak seçilmiştir. Mikrotermometrik ölçümler Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında bulunan Leica DM LP (maksimum büyütme 50x) mikroskop ve üzerindeki Linkam THMSG600 ısıtma/soğutma tablası kullanılarak yapılmıştır. Tabla $\pm 0,1^\circ\text{C}$

hassasiyetinde ve ısıtma/soğutma sıcaklıkları 600 °C ile -196 °C arasında değişmektedir. Hamamatsu marka kızılötesi kamera ile mikro fotoğraflama yapılmıştır. Son buz ergimesi sıcaklıkları ile % NaCl eşleniği tuzluluk değerleri Bodnar (1993)'ın revize edilmiş tablosu üzerinden hesaplanmıştır.

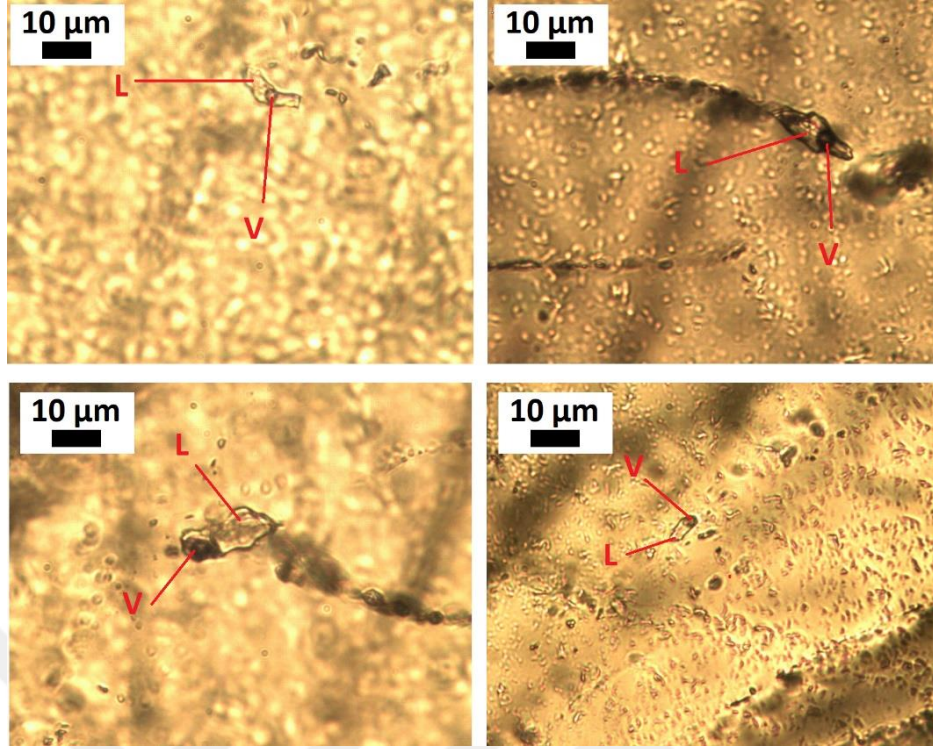
Bu çalışmada 2 adet sıvı kapanım kesitinden 29 adet sıvı kapanım analizi yapılmıştır (Tablo 5.3 ve 5.4). Her iki örnekten ölçülen ötektik sıcaklıklar birbirlerine yakın değere sahip olup, -30°C ile -58,7°C arasında değişmekle birlikte cevherleşmeye neden olan akışkanların H₂O-NaCl-CaCl₂-MgCl₂ içerikli hidrotermal akışkanlar sisteminde yer aldıklarına işaret etmektedir (Goldstein ve Reynolds, 1994; Shepherd ve diğer., 1985). CO-4 örneğine ait son buz ergime sıcaklıkları -0,4°C ile 1,8 °C arasında değişen sıcaklık değerleri sunmakla birlikte, ölçülen değerlerden hesaplanan tuzluluklar 0 ile 3,1 % NaCl eşdeğerliliğine karşılık gelmektedir (ortalama 0,9 % NaCl tuzluluk). Homojenleşme sıcaklıkları ise 182°C ile 316,3°C arasında değişmektedir (ortalama 231,7°C sıcaklık). CTP09 örneğinde ölçülen 0°C ile -0,43°C arasında değişen son buz ergime sıcaklıkları göreceli olarak CO-4 örneğine göre daha düşük sıcaklıklara sahiptir. Bu değerlerden hesaplanan tuzluluklar 0 ile 2,1 arasında % NaCl eşdeğerliliğine karşılık gelmektedir (ortalama 0,8 % NaCl tuzluluk). En yüksek homojenleşme sıcaklıkları bu örnekten ölçülmüştür. Homojenleşme sıcaklıkları 179,8°C ile 374,4°C arasında değişmektedir (ortalama 248,5°C sıcaklık).

Tablo 5.3 İncelenen sıvı kapanım örneklerine ait ötektik ve son buz ergime sıcaklıkları (Çiçek, 2009 'den güncellenerek)

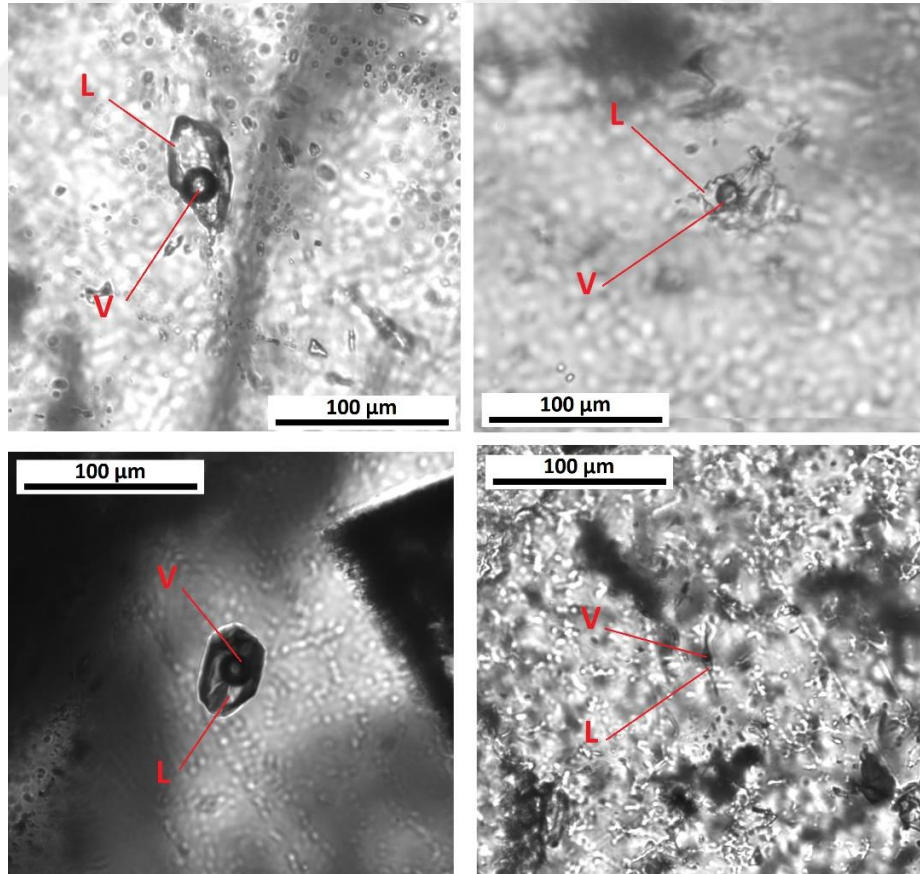
Mineral	Örnek No	T _m _{first}				T _m _{ice}			
		Max.	Min.	Ort.	Med.	Max.	Min.	Ort.	Med.
Kuvars	CO-4	-33,5	-58,7	-48,9	-54,7	1,8	-0,4	0,5	0,4
Kuvars	CTP09	-53,5	-30	-41,5	-40,75	0	-0,43	-0,43	0,3

Tablo 5.4 İncelenen sıvı kapanım örneklerine ait homojenleşme ve tuzluluk değerleri (Çiçek, 2009 'den güncellenerek)

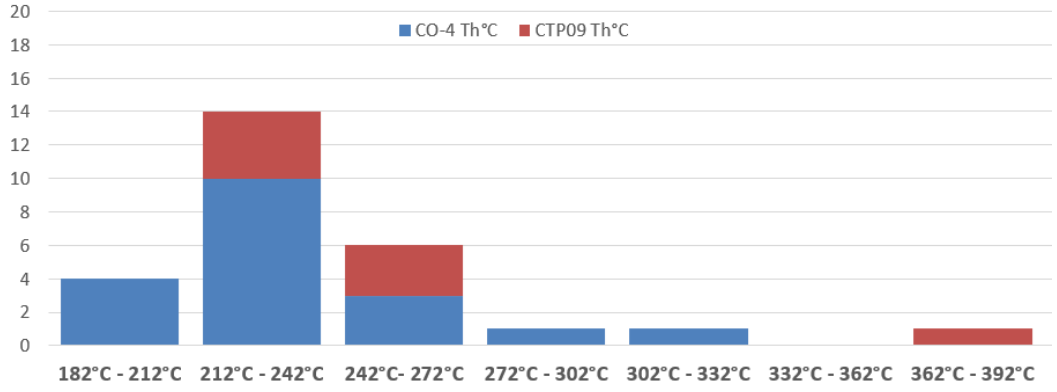
Mineral	Örnek No	T _h				Tuzluluk (Wt. % NaCl eşleniği)			
		Max.	Min.	Ort.	Med.	Max.	Min.	Ort.	Med.
Kuvars	CO-4	316,3	182	231,7	229,2	3,1	0	0,9	0,7
Kuvars	CTP09	374,4	179,8	248,45	241,75	2,1	0	0,8	0,5



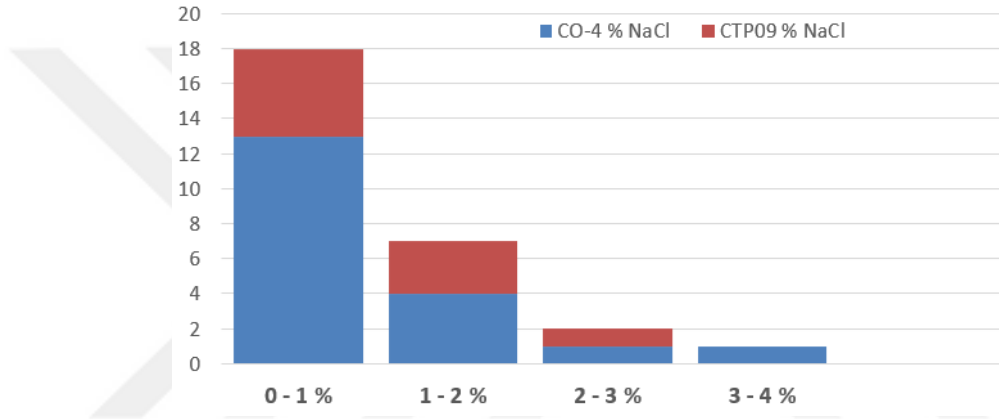
Şekil 5.3 CO-4 numunesinde gözlenen ve ölçüm yapılan birincil sıvı kapanım mikro fotoğrafları



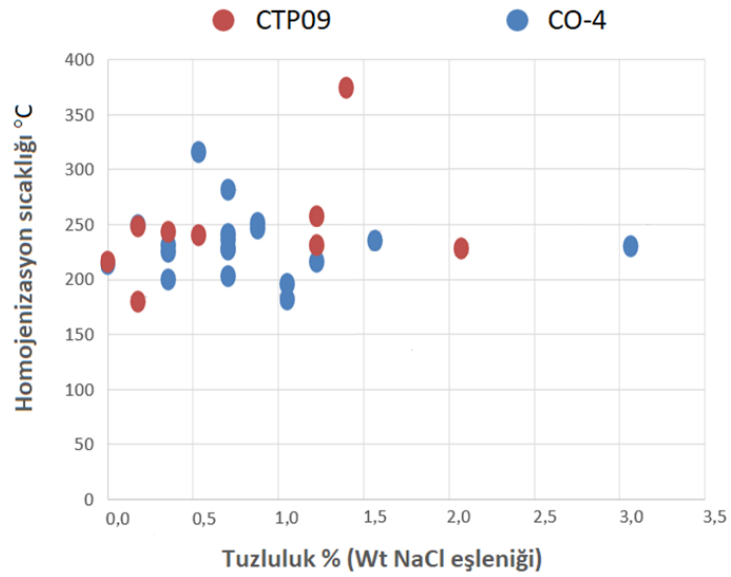
Şekil 5.4 CTP09 numunesinde gözlenen ve ölçüm yapılan birincil sıvı kapanım mikroskop görüntüleri



Şekil 5.5 Sıvı kapanım numunelerinden ölçülen homojenleşme sıcaklık ölçümlerinin değer dağılımları



Şekil 5.6 Sıvı kapanım numuneleri üzerinden ölçülen ergime sıcaklıklarıyla hesaplanmış % NaCl eşleniği tuzluluk değerleri dağılımı



Şekil 5.7 Sıvı kapanım ölçümlerine ait homojenizasyon sıcaklığı ve hesaplanmış % NaCl eşleniği tuzluluk grafiği

5.3 Damar Sisteminin Jeokimyası ve Cevher Modeli

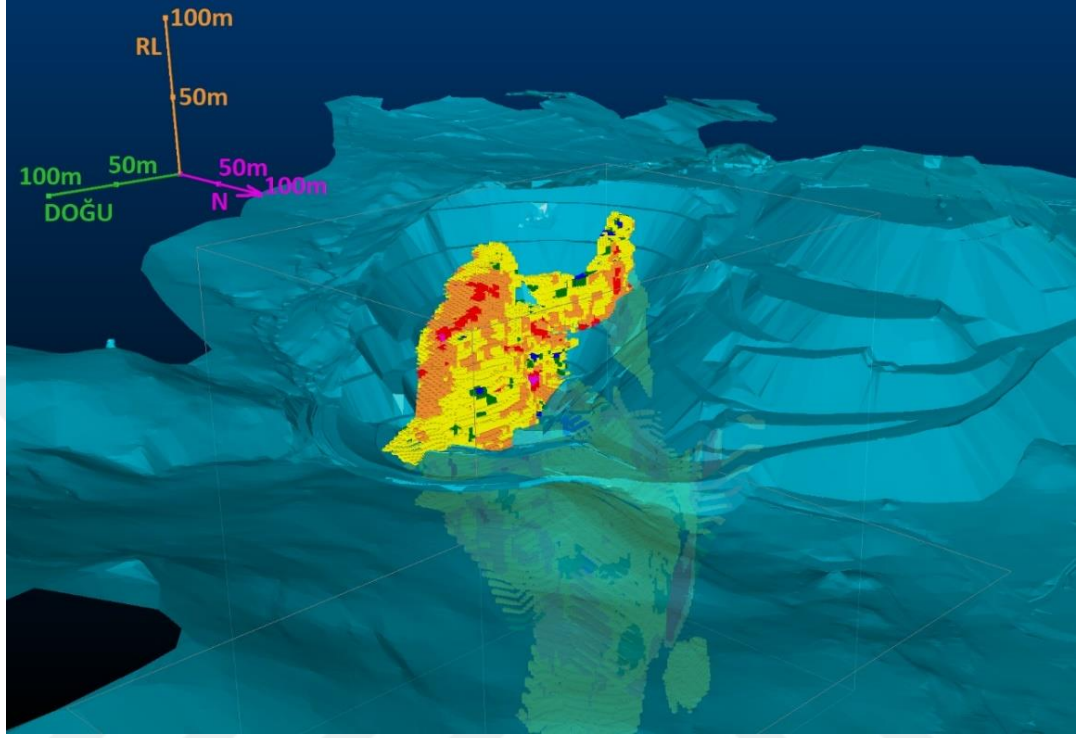
Çoraklıktepe mineralizasyonu henüz araştırma aşamasında iken sahada kuvars damarlarının yüzlek verdiği bölümlerden çeşitli örnekler alınmıştır. Bu örnekleri alan ve çalışmasına dahil eden Çiçek (2009)'ın elde ettiği veriler aşağıdaki tabloda belirtilmektedir (Tablo 5.1). Elde edilen verilere göre; oksidasyon zonunun altında mineralizasyonun devam ettiği ve Au, Hg değerlerinin nispeten bölgedeki mineralizasyon ortalamasının üzerinde olduğu gözlenmektedir. Bu veriler ışığında Çoraklıktepe mineralizasyonunun bölgedeki diğer mineralizasyonlara nazaran aşınmadan kurtulduğu belirtilmektedir. Ayrıca Epitermal sistemlerin alt kotlarında artan Cu, Pb, Zn ve Cd oranlarının Çoraklıktepe 'de son derece az olduğunu, nispeten yüksek Mo değerlerinin ise bölgede beklenen yüksek sülfidasyon türü damar sistemlerinin varlığına işaret ettiğini çalışmada belirtmektedir (Çiçek, 2009).

Mineralizasyon genelinde yukarda da belirtildiği üzere gümüş miktarı altın miktarına oranla oldukça fazladır. Küçükdere altın cevherleşmesinin Ag/Au: 2,05 olması (Çiçek, 2009) ve Çoraklıktepe mineralizasyonunun yaklaşık aynı orana sahip olması benzerlik sunmaktadır. Nispeten daha az karbonat miktarı bulunan Çoraklıktepe cevherleşmesinde diğer sülfid miktarı cevherleşmenin orta bölümlerinde pik yapmaktadır. Özellikle Pb ve Zn sülfitlerin pik değerleriyle uyumlu gümüş miktarı artışları dikkat çekmektedir.

Damar sistemi üzerinde ekonomik açıdan en yüksek gözlenen kuvars dokusu, amorf olmakla birlikte bantlı ve yer değiştirme – bıçaklanma (bladed) dokuları da bunlara eşlik etmektedir. Koza Altın İşletmeleri A.Ş. tarafından tenör kontrol çalışmaları sonucu elde edilen modelden yola çıkarak ortalama Ag/Au oranı 1,87 olarak saptanmış, Au-Ag mineralizasyonuna henüz ekonomik değer taşımasa da gözlenme yoğunluğu sırasıyla Cu-Pb-Zn-As-Sb sülfitleri de eşlik etmektedir.

Cevher levhalarını gerek konum gerekse tenör dağılımı hususunda ortaya koymak açısından 3 boyutta sistematik parsellere bölünerek sondajlanması sonucunda ortaya kaynak modeli (Cevher rezerv modeli) konulmaktadır (Şekil 5.8). Arama ve geliştirme faaliyetleri, sondaj icrasından jeostatistik ve modelleme işlemine kadar olan tüm süreç JORC (Joint Ore Reserves Committee) standartları baz alınarak yürütülmüş ve

raporlanmıştır. Akreditesi bulunan danışmanlar tarafından onaylandıktan sonra yayımlanan model ve raporlar, yatırımcı ve iştirakler için rezerv-kaynak miktarı açısından mutlak doğru kabul edilmektedir.



Şekil 5.8 Lejant ile renklendirilmiş Çoraklıktepe cevher modeli ve topoğrafya

Açık işletme kazısı esnasında ocağın doğu kısmında yapılan tenör kontrol çalışmalarında As, Sb ve Hg analizlerinin ocağın batısındaki batı taraftakine göre yüksek oranlar kaydedilmiştir. Damar sisteminin doğu bölümündeki morfolojik olaylar neticesinde aşınmanın kaçınılmaz olduğu, yüzleklerde gözlenen alterasyon ve dokusal zonlanma takibiyle ortaya konulmaktadır. Sistemin kuzeydoğu (doğu ucu) bölümü uzanımı yer yer altınca kısır yüzlekler veren kuvars kütleleriyle Küçükdere cevherleşmesine dek uzanmakta olduğu düşünülmektedir. Öyle ki arada kalan çoğunlukla masif, bantlı ve tarak dokularından oluşan bölümler gün ışığına çıkmakta ve yüzlek vermektedir. Eldeki bu veriler ışığında; mevcut yüzeyin altında kalan ve alterasyon geometrisiyle birlikte düşünüldüğünde yer yüzüne ulaşmayan bir hidrotermal sistemin varlığına işaret edilebilmektedir.

BÖLÜM ALTI

MADEN İŞLETME JEOLJİSİ

Çoraklıktepe cevherleşmesi, 2013 yılı Mart ayında Koza Altın İşletmeleri tarafından açık işletme tekniği ile üretime başlamış, Eylül 2014 itibariyle mevcut cevher kütlesinin ekonomik bölümü için planlanan üretimi tamamlanmıştır. Projenin açılmasından kapanmasına dek üretim verileri aşağıdaki tabloda da belirtildiği gibidir (Tablo 6.1) (Koza Altın İşletmeleri A.Ş., 2014).

Tablo 6.1 Çoraklıktepe üretim faaliyet özeti (Koza Altın İşletmeleri A.Ş., 2014)

ÜRETİM YILI	Çıkarılan Cevher (TON)	Au (ppm)	Au (OZ)	Ag (ppm)	Ag (OZ)
2013	341.176	5,02	55.065	8,39	92.030
2014	149.644	4,59	22.083	10,58	50.902
TOPLAM	490.820	4,89	77.148	9,06	142.932

Çoraklıktepe projesi, açık işletme yöntemiyle kazısı yapılarak (Şekil 6.1); Maden Jeoloji Bölümü'nün tenör kontrol çalışmaları ve sonucunda üst işaretleme metodu kullanılarak cevheri stoklamasından ibarettir. Bu esnada cevher geliştirme ve araştırma sondajlarına devam edilerek toplam rezerv arttırılmış ve ocak planında genişlemelere gidilmiştir. Çıkarılan cevher öncelikle Çoraklıktepe proje sahası içerisinde (Burhaniye/Balıkesir) bulunan ara stok sahalarında bekletilip sonrasında tesiste işlenmek üzere Ovacık Altın Madeni stok sahalarına sevk edilmiştir. Bu süreç üretim devam ettikçe üretimle doğru orantılı bir şekilde devam etmiştir. Üretim ve sevkiyat sürecinin tamamlanmasıyla birlikte kazı alanı doldurulup ÇED taahhütleri tümüyle yerine getirilmiş ve ağaçlandırma çalışmalarıyla birlikte rehabilitasyonu üretimin bitmesinin ardından birkaç ay içerisinde tümüyle tamamlanmıştır (Şekil 6.2).



Şekil 6.1 Açık işletme esnasında ulaşılan en geniş sınırlar (Kişisel arşiv, 2014)



Şekil 6.2 Açık işletme tamamlanması sonrasında rehabilite edilen saha (Kişisel arşiv, 2015)

Rehabilitasyon çalışmaları sonucunda alana önceden ayrılan nebatî toprak serilerek 7000 adet zeytin fidanı, 150 adet siyah ve beyaz incir ağacı dikilerek süreç gözlem ve denetim altına alınmıştır (Şekil 6.2).

BÖLÜM YEDİ

SONUÇLAR

Edremit Körfezi civarında yer alan Balıkesir ilinin Havran ilçesindeki Çoraklıktepe cevherleşmesi numuneleri üzerinde makroskobik ve mikroskobik olarak yapı-doku özellikleri, sıvı kapanım çalışmalarıyla cevher oluşum ve tuzluluk koşulları, saha çalışmalarıyla alterasyon durumu ve cevher oluşumu ve fizikokimyasal kökeni açıklanmaya çalışılmıştır.

Proje sahası yakınlarında bindirme fayıyla yerleşen Mesozoyik yaşlı kireçtaşı ve projenin ana kayacını temsil eden ve damar sistemini üzerinde taşıyan porfiritik andezit, dasit birimi bulunmaktadır. Alüvyon genellikle yan kayadan uzak vadileri üzerlemektedir.

Damar, K 63-89 D/ GD doğrultu ve eğim değerine sahip olup Küçükdere Epitermal Damar Sistemiyle benzer özellikler sunar. Damar sisteminin ana gang minerali kuvars olup; daha az oranda kalsit, rodonit ve rodokrozit mineralleri de bulunmaktadır.

Proje kapsamında kuvars damarlarında bantlı yapı (kolloform-krastiform), breşik yapı (kuvars breşi/andezitik breş), kokart doku, iri ve ince taneli kristalin kuvars, kafes ve paralel bladed (bıçak sırtı) doku, yapboz doku (jigsaw), tüysü doku (plumose), sfeluritik doku ve kalsedonik kuvars, kalsit ve yan kaya olan andezitin içerdiği doku ve çeşitleri gözlenmektedir.

Altın, yoğun olarak bladed dokuyla ilişkilidir. Genel olarak yapı ve doku türleri göz önüne alındığında incelenen örneklerin epitermal sistemin kaynama zonuna karşılık geldiği düşünülmektedir.

Sahada gözlenen mineralizasyon ve yapılan sıvı kapanım çalışmaları sonucunda CO-4 ve CTP09 örneklerinden de elde edilen verilerle çalışma alanında gözlenen cevherleşme düşük sülfidasyon tip cevherleşme olarak tanımlanmıştır. Ancak bölgenin kuzey doğu kısmında Küçükdere Epitermal damar sistemlerine ait düşük ve yüksek sülfidasyon tip cevherleşme emarelerine de rastlanmıştır (Çiçek, 2009). Ayrıca

bölgede arjilik ve ileri arjilik alterasyon türlerinin sahada gözleniyor olması yüksek sülfidasyon türü bir cevherleşmenin varlığına işaret etmektedir.

Alınan örneklerden yapılan parlak kesitlerde oluşum sırasına göre pirit, kalkopirit, galen, sfalerit minerallerine rastlanmıştır. Örneklerde altın başlıca kalkopirit, galen ve sfalerit mineralleri ile ilişkili olarak bulunmakta ve maksimum tane boyutu 64 mikrona ulaşmaktadır. Ayrıca polibasit / pearsit gibi gümüş mineralleri de az oranda bulunmaktadır.

Çoraklıktepe altın damarıyla ilgili Küçükdere Epitermal damar sistemiyle benzer özellikler sunduğu ve bu sistemin bağlantılı diğer parçası olduğu düşünülmüştür; fakat yapılan çalışmalardan sonra Çoraklıktepe'nin Mn (Rodonit-Rodokrozit mineralleri) içeriğinin daha az olduğu görülerek farklı bir sistemin başladığı veya bitmiş olduğu yorumuna gidilmiştir.

Sıvı kapanım çalışmalarında kuvars kristalleri içerisindeki birincil kapanımlardan ölçülen 180 °C - 330 °C arasında yoğunluk gösteren homojenizasyon sıcaklıkları ve aynı kapanımlardan 0 – 3,1 % NaCl eşleniği arasında hesaplanan tuzluluk değerleri epitermal cevherleşme özellikleri sunmaktadır.

Çalışma alanında Koza Altın İşletmeleri A.Ş. tarafından 2013-2014 yılları arasında açık işletme yöntemiyle üretim yapılmış, 2014 yılının haziran ayında planlı üretimi son bulmuştur. Ocaklardan çıkarılan pasa tekrardan açık ocak içerisine flora ve fauna gözetilerek şekilde geri alınarak topoğrafya son haline getirilmiştir. Pasa üzerine yine ocaktan çıkarılan nebati toprak serilip sistematik şekilde 7000'den fazla zeytin, 150 adet siyah ve beyaz incir ağacı dikilerek rehabilitasyon süreci takip altına alınmıştır.

KAYNAKLAR

- Akbaş, B., Akdeniz, N., Aksay, A., Altun, İ., Balcı, V., Bilginer, E., Bilgiç, T., Duru, M., Ercan, T., Gedik, İ., Günay, Y., Güven, İ.H., Hakyemez, H. Y., Konak, N., Papak, İ., Pehlivan, Ş., Sevin, M., Şenel, M., Tarhan, N., Turhan, N., Türkecan, A., Ulu, Ü., Uğuz, M.F., Yurtsever, A. ve diğer. (2002). *Türkiye Jeoloji Haritası* Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara Türkiye.
- Alt, J. C, Lonsdale, P., Hayman, R. ve Muehlenbachs, K. (1987). Hydrothermal sulfide and oxide deposits near 21°N, East Pacific Rise. *Geological Society of America Bulletin*, 98, 157-168.
- Altunkaynak, S., ve Yılmaz, Y. (1998). The Mount Kozak magmatic complex, Western Anatolia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85, 211–231.
- Bozkurt, E. (2001). Neotectonics of Turkey, a synthesis. *Geodinamica Acta*, 14, 3- 30.
- Bodnar, R.J. (1993). Revised equation and table for determining the freezing point depression of H₂O-NaCl solutions, *Geochimica Cosmochimica Acta*, 57, 683–684.
- Buchanan, L.J. (1981). Precious Metals Deposits Associated with Volcanic Environments in the Southwest: in, Dickinson, W.R., and Payne, W.D., eds., *Arizona Geological Society Digest*, 14, 237-262.
- Camprubí, A., Albinson, T. (2007). Epithermal deposits in México – an update of current knowledge, and an empirical reclassification, in Alaniz-Álvarez, S.A., Nieto-Samaniego, A.F. (eds.), *Geology of México: Celebrating the Centenary of the Geological Society of México: The Geological Society of America Special Paper*, 422, 377-415.
- Çiçek, G. (2009), *Küçükdere (Havran-Balıkesir) Altın Yatağının Jeolojisi Mineralojisi ve Jeokimyası*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

- Çolakoğlu, A.R. (1993). *Küçükdere (Havran-Balıkesir) Altın Damarının Mineralojik ve Petrografik İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Çolakoğlu, A.R. (2000). Küçükdere (Havran-Balıkesir) Epitermal Altın Damarının Özellikleri. The Characteristics of Küçükdere Epithermal (Havran-Balıkesir) Gold Vein, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 43, 2.
- Dewey, J.F. & Şengör, A.M.C. (1979). Aegean and surrounding regions: complex multiplate and continuum tectonics in a convergent zone, *Geological Society of America Bulletin*, 90, 89-92.
- Dong, G., Morrison, G. & Jairpeth, S. (1995). Quartz textures in epithermal veins, Queensland: classification, origin, and implication, *Economic Geology*, 90, 1841–1856.
- Fournier, R. O. (1985a). The behaviour of silica in hydrothermal solutions. *Geology and Geochemistry of Epithermal Systems*, B. R. Berger ve P. M. Bethke (ed.), *Reviews in Economic Geology*, 2, 45-51.
- Goldstein, R.H. (2003). Fluid Inclusions: Analysis and Interpretation, *Mineralogical Association of Canada Short Course*, 32, 9–53.
- Goldstein, R.H., Reynolds, T.J. (1994). Systematics of fluid inclusions in diagenetic minerals, *SEPM Short Course*, 31, 199.
- Kaya, O. ve Mostler, H., (1992). A Middle Triassic age for low grade greenschist facies metamorphic sequence in Bergama İzmir, western Turkey: the first paleontological age assignment and structural stratigraphic implications. *Newsletter for Stratigraphy*, 26, 1–17.

- Koza Altın İşletmeleri A.Ş., 2014, *Sermaye Piyasası Kurulu'nun Tebliğine İstinaden Hazırlanmış Yönetim Kurulu Faaliyet Raporu 01.01.2014 – 31.12.2014*, 4-72, 1 Ocak 2017, <http://kozaaltin.com.tr/upl/2014-12M%20T%C3%BCrk%C3%A7e.pdf>
- Okay, A.I., Siyako, M., Bürkan, K.A., (1990). Geology and Tectonic evolution of the Biga Peninsula. *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, 2, 83–121.
- Roedder, E. (1984). Fluid Inclusions, Reviews in Mineralogy, *Mineralogical Society of America*, Washington, 12.
- Seyitoğlu, G. & Scott, B.C. (1991). Late Cenozoic crustal extension and basin formation in west Turkey. *Geological Magazine*, 128, 155-166.
- Shepherd, T.J., Miller, M.F., Scrivener, R.C., Darbyshire, D.P.F. (1985). In High Heat Production (HHP) Granites. Hydrothermal Circulation and Ore Genesis, *Institute of Mining Metallogeny*, 345–364.
- Şengör, A.M.C. & Yılmaz, Y. (1981). Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Yılmaz, Y., Karacık, Z. (1999). Geology of the northern side of the Gulf of Edremit and its tectonic significance for the development of the Aegean grabens. *Geodinamica Acta* 14, (2001), 31–43.
- Yılmaz, Y., Genç, S.C., Karacık, Z. & Altunkaynak, S. (2001). Two contrasting magmatic associations of NW Anatolia and their tectonic significance, *Journal of Geodynamics*, 31, 243-271.