

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



**KARADERE ALTIN YATAĞI (İVRİNDİ/BALIKESİR): BATI
ANADOLUDA SIYRILMA FAYLARI KONTROLÜNDE
GELİŞEN DÜŞÜK SÜLFİDASYONLU EPİTERMAL
OLUŞUMLARA BİR ÖRNEK**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZAFER GÜRLER

BALIKESİR, EYLÜL - 2019

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



**KARADERE ALTIN YATAĞI (İVRİNDİ/BALIKESİR): BATI
ANADOLUDA SIYRILMA FAYLARI KONTROLÜNDE
GELİŞEN DÜŞÜK SÜLFİDASYONLU EPİTERMAL
OLUŞUMLARA BİR ÖRNEK**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZAFER GÜRLER

Jüri Üyeleri : Dr.Öğr.Üyesi M. Selman AYDOĞAN (Tez Danışmanı)

Prof.Dr.İlkay KUŞÇU (Eş Danışmanı)

Prof.Dr. Cemal BÖLÜCEK

Dr.Öğr.Üyesi Hüseyin SENDİR

BALIKESİR, EYLÜL - 2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

Zafer GÜRLER tarafından hazırlanan “**KARADERE ALTIN YATAĞI (İVRİNDİ, BALIKESİR): BATI ANADOLU’DA SIYRILMA FAYLARI KONTROLÜNDE GELİŞEN DÜŞÜK SÜLFİDASYONLU EPİTERMAL OLUŞUMLARA BİR ÖRNEK**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 16.09.2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği /oy çokluğu ile Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Selman AYDOĞAN



Üye
Prof. Dr. Cemal BÖLÜCEK



Üye
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin SENDİR



Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Necati ÖZDEMİR

.....

ÖZET

KARADERE ALTIN YATAĞI (İVRİNDİ/BALIKESİR): BATI ANADOLUDA SIYRILMA FAYLARI KONTROLÜNDE GELİŞEN DÜŞÜK SÜLFİDASYONLU EPİTERMAL OLUŞUMLARA BİR ÖRNEK YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZAFER GÜRLER

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: DR.ÖĞR.ÜYESİ MUSTAFA SELMAN AYDOĞAN)

(EŞ DANIŞMAN: PROF.DR.İLKAY KUŞÇU)

BALIKESİR, EYLÜL - 2019

Kuzeybatı Anadolu'daki Biga Yarımadası, düşük ve yüksek sülfidasyonlu epitermal cevherleşmeler ve ilişkili porfiri Cu-Au yatakları ve araştırmalarının birçoğuna ev sahipliği yapan bir bölgedir. Bunlardan, Karadere Au-Ag deposit Burhaniye (Balıkesir, Türkiye)'de yer almaktadır. Karadere araştırmasında, yaşlıdan gence doğru üç farklı kaya ünitesi tanımlanmıştır. Bunlar, 1) metamorfik kayalar, 2) intrüzif kayalar, 3) volkanik dom kompleksleri (İnturuzif breş, andezit porfirler, dasit porfir ve volkanik-volkanoklastik istifler)'nden meydana gelmektedir.

Altın ve gümüş cevherleşmesi düşük açılı bir sıyrılma fayı üzerinde gözlenen andezitik subvolkanik kayalar içerisindeki D-B ve KD-GB gidişli kuvars damarlarında gözlenmektedir. Yapısal kontrol açısından, Au-Ag bakımından zenginleşmiş olan bu damarlar, Bölgedeki K30/50D gidişli 2 ana fay arasındaki bir koridor içerisinde sıralanmıştır. Bu koridor içerisindeki ana faya paralel faylar ile ortaya çıkan yapısal tektonik üniteler ~K40-50D gidişli olarak ölçülmüştür. Au-Ag bakımından zengin olan damarlar kuvars-kil-serizit alterasyonu içerisinde ortaya çıkmaktadır ve serizit damarlarda kesin olarak gözlenmektedir. PIMA (Portable Infrared Mineral Analyzer) analiz metodu temelinde, bu farklı alterasyon zonları (klorit-epidot, illit-serizit, kuvars stokvörk) tanımlanmış ve haritalanmıştır.

Bölgede, Au-Ag bakımından zengin damar sistemleri egemen olarak şeker dokulu kuvars ve kalsit bladed ve breşik yapılar göstermektedir. Karadere düşük sülfidasyonlu epitermal altın yatağında yatay yönde damarlar boyunca herhangi bir zonlanma gözlenmemiştir. Düşey yönde ise farklı kuvars fazları tespit edilmiştir. Jeografiksel dağılım ve ilişkili cevherleşmeler temelinde, Güney Cevher Zonu, Ballık Cevher Zonu, Kabak Cevher Zonu, Karteldere Cevher Zonu ve Göktepe Cevher Zonu olmak üzere beş ayrı ana cevher zonu saptanmıştır.

ANAHTAR KELİMELELER: Epitermal altın, gümüş, sıyrılma fayı, düşük sülfidasyon, Karadere, İvrindi, Balıkesir,

ABSTRACT

KARADERE LOW SULPHIDATION GOLD DEPOSIT (İVRİNDİ, BALIKESİR): AN EXAMPLE FOR DETACHMENT-FAULT-RELATED EPITHERMAL GOLD DEPOSITS IN WESTERN TURKEY

MSC THESIS

ZAFER GÜRLER

BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

GEOLOGICAL ENGINEERING

(SUPERVISOR: ASSIST. PROF. DR. MUSTAFA SELMAN AYDOĞAN)

(CO-SUPERVISOR: PROF.DR. İLKAY KUŞÇU)

BALIKESİR, SEPTEMBER 2019

The Biga Peninsula region of NW Turkey is characterized by a large number of low- and high-sulphidation epithermal mineralisations and associated porphyry Cu-Mo±Au deposits. Of these, Karadere Au-Ag deposit is situated in Burhaniye (Balıkesir, Turkey). In the Karadere region, three different stratigraphic units are documented; these are 1) metamorphics, 2) intrusive rocks, and 3) volcanic domme complexes (volcanic breccia, andesite porphyries, dacite porphyry and volcanic-volcanoclastic units).

Au and Ag mineralizations are found within east-west and northeast-southwest-trending quartz veins defined to the andesitic subvolcanic rocks observed on the detechment low angle normal fault. In terms of structural control, Au-Ag-mineralized quartz veins align within a corridor between N30/50E-trending two main structural faults in region. These structural patterns show that sub-parallel fault systems trend in ~N40-50E direction. Au-Ag-mineralized veins are linked to quartz, clay, sericitic alteration. Based on PIMA method, 3 different alteration zones (chlorite-epidote, illite-sericite, and quartz stockwork) alteration zones were pointed out and mapped in the area.

In region, the quartz veins are made up mainly of sugary quartz and calcite-bladed to brecciated textures. An important vertical zoning related to ore-vein of textural patterns is not observed in Au-Ag-rich vein systems. In the vertical direction, different quartz phases were determined. According to the geographical distribution and associated mineralization, five main ore zones (i.e. South zone, Ballık zone, Kabak zone, Karteldere zone and Göktepe Zone) are determined in the Karadere low sulphidation epithermal Au-Ag deposit in İvrindi (Balıkesir, NW Turkey).

KEYWORDS: Epithermal gold, silver, detachment fault, low sulfidation, Karadere, İvrindi, Balıkesir

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	ix
SEMBOL LİSTESİ	x
ÖNSÖZ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 Konu.....	1
1.2 Amaç.....	2
1.3 Coğrafi Durum.....	2
1.3.1 Çalışma Alanının Yeri.....	2
1.3.2 Morfoloji.....	2
1.3.3 İklim ve Bitki Örtüsü.....	4
1.3.4 Akarsular.....	4
1.3.5 Yerleşim Merkezleri ve Ulaşım.....	4
1.3.6 Ekonomik Durum.....	4
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
3. MATERYAL VE METOD	7
3.1 Saha Çalışmaları.....	7
3.2 Laboratuvar Çalışmaları.....	7
3.2.1 Petrografik Çalışmalar.....	7
3.2.2 Analiz Çalışmaları.....	8
3.3 Büro Çalışmaları.....	8
3.3.1 Literatür Taraması.....	8
3.3.2 Tez Yazımı.....	8
4. GENEL JEOLojİ	9
4.1 Bölgesel Jeoloji.....	9
4.2 İnceleme Alanının Jeolojisi.....	10
4.2.1 Stratigrafi.....	11
5. YAPISAL JEOLojİ	20
5.1 Batı Anadolu'nun Neotektonik Özellikleri.....	20
5.2 Biga Yarımadası Tektonik Özellikleri.....	21
5.3 Karadere (İvrindi, Balıkesir) Bölgesinin Tektonik Özellikleri.....	22
6. EKONOMİK JEOLojİ	29
6.1 Güney zonu.....	33
6.2 Karteldere zonu.....	38
6.3 Ballık Zonu.....	49
6.3.1 Ballık Tepe Zonu.....	49
6.3.2 Boyun Damar Zonu.....	49
6.4 Kabak Zonu.....	56
6.5 Göktepe Zonu.....	62
6.5.1 Göktepe Batı Zon.....	64
6.5.2 Çamlıda Mevkii Andezit Porfir Zonu.....	66

6.5.3	Çatal Tepe Zonu.....	67
6.5.4	Tüllüce Mevkii Dasit Porfir Zonu	68
6.5.5	Tüllüce Mevkii İntrüzif Breş Zonu	69
7.	JEOFİZİK.....	74
8.	DERİNLİK-CEVHER İLİŞKİSİ.....	79
9.	YATAK TİPİ	80
10.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	84
11.	KAYNAKLAR	91
12.	EKLER.....	96
	EK-A: İnce Kesit Tablosu, zonlara ve litoloji ve alterasyona göre ayrılmış	96
	EK-B: İnce Kesit lokasyonlarının konumları e dataylarını içeren tablo.....	97



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: İnceleme alanının yer bulduru haritası (Bingöl, 1989; Genç, 1998'den değiştirilerek).	3
Şekil 4.1: Çalışma alanının kolon kesiti.	12
Şekil 4.2: İnceleme alanının temelini oluşturan Karakaya Kompleksi'ne ait metamorfiklerin mostra görünümü ve ince kesit görünümü. a) Şistozite düzlemleri belirgin metamorfikler, b-c) Baskın olarak kloritten ve daha az opak minerallerin görünümü (N^+ , N^-).	13
Şekil 4.3: Kozak Plütununun mostra görünümü ve ince kesit görünümü. a) Kozak Plütunu'nu oluşturan granit ve granodiyorit bileşimli kayaların arazi görünümü, b-c) Plütonu oluşturan K-fedspat, plajiyoklaz ve ferromagnezyen minerallerin ince kesit görünümü (N^+ , N^-).	14
Şekil 4.4: a) Skarn/hornfels zonunun görünümü, b) Bantlı yapıda manyetit, granat ve epidot mineral bantlanmalarının görünümü, c) Daha öncede işletilmiş Fe-Cu cevherleşmesine ev sahipliği yapan skarn zonundaki galeri.	15
Şekil 4.5: Andezitik subvolkanik kayaların görünümü. a) Andezit bileşimli subvolkanik kayaların mostra görünümü, b-c) Playioklas bakımından zengin bir volkanik hamur ve serizitik laterasyona uğramış biyotit ve amfibol minerallerinden meydana gelen andezitin ince kesit görünümü (N^+ , N^-).	17
Şekil 4.6: Karadere civarında gözlenen volkanik-volkanosedimanter birimlerin mostra ve ince kesit görünümü. a) Mostra görünümü, c) Volkanik kayaları oluşturan öz şekilli amfibol ve plajiyoklaz minerallerinin görünümü (N^+ , N^-).	18
Şekil 4.7: Bazaltik andezit kayaların mostra görünümü. a) Bazaltik andezit bileşimli kayaların mostra görünümü, b-c) Özellikle iri sanidin ve daha küçük kristaller şeklinde akış dokusunun gözlenebildiği bazaltik andezitlerin inc kesit görünümü (N^+ , N^-).	19
Şekil 5.1: Karadere Projesi Fay (1) ve Kuvars Damarı ölçümlerinin gül diyagram üzerindeki görünümleri (Çam, 2017).	24
Şekil 5.2: Çalışma alanının yapısal haritası (Çam, 2017).	25
Şekil 5.3: Süreksizliklerin belirlenmesi amacıyla yapılan hat etüdü lokasyonları.(Çam,2017).	26
Şekil 5.4: İvrindi Projesi cevher potansiyeli yüksek olan yapısal hatların durumu ve projenin konumu.	28
Şekil 5.5: Çek-ayır havza modelindeki yapısal hatlara örnek olabilecek model kesit (Altunkaynak, Yılmaz 1998).	28
Şekil 6.1: Batı Anadolu'da bilinen Au, Sb, porfiri Cu-Mo yataklarının ve Karadere Au-Ag cevherleşmesinin konumu (Kuşçu, 2005).	29
Şekil 6.2: Karadere (İvrindi) Projesi Litoloji Haritası.	31
Şekil 6.3: Karadere (İvrindi) Projesi Alterasyon Haritası.	32

Şekil 6.4: Karadere (Burhaniye) Au-Ag yatağındaki ana zonların görünümü.	32
Şekil 6.5: a) Güney zonun zirvesinde yer alan N-S yönlü kuvars damarı, b) ballık zon ve güney zonun hava fotoğrafı, c) güney zonda metamorfikler ile volkaniklerin sınırındaki düşükaçılı normal faydaki kuvars damar zonu, d) güney zonun doğu yamacındaki yol yarmasındaki damarcık zonları ve silisleşmeler.	33
Şekil 6.6: Güney zonun jeoloji haritası, K-G hattından geçen jeoloji enine kesiti ve gerçekleştirilen sondajların konumu.	35
Şekil 6.7: Güney Zonunda sondaj karotlarında gözlenen dokular. a) Mikrokristalin kuvars damarı ve gri renkli kuvars damarı, b) serizit-kuvars damarının kesen komb-dokulu kuvars damarı, c) İri taneli kuvars kesen kuvars damarı, d) Kuvars çimetosunu kesen kuvars damarı ve volkanik bir klast.	38
Şekil 6.8: Karteldere litoloji fotoğrafları ve zonun kolon kesiti.	39
Şekil 6.9: a) Kartelderedeki alterasyona uğramamış volkanoklastik seri, b) volkanoklastik serinin altında gözlenen arjilik altere Andezit porfirler, c) Karteldere içinde doğudaki mostranın duruşu, d) Karteldere de batıdaki mostranın duruşu, e) sondaj karotlarında gözlenen damarcık zonu ve kristallenmemiş pirit mineralizasyonu, f) yarılanmış sondaj karotunda birbirini kesen farklı kuvars fazlarının görünümü.	40
Şekil 6.10: Karteldere litoloji enine kesiti.	42
Şekil 6.11: Karteldere Alterasyon enine kesiti.	42
Şekil 6.12: Karteldere zonu jeoloji haritası ve ince kesit lokasyonları.	43
Şekil 6.13: a) Akma dokusu gösteren bazaltik lav akıntısı (N ⁺). b) Andezitlerde biyotit içerisinde king-band dokusu (N ⁺), c) Heterolitik İntrüzif breş (N ⁻), d) Aglomeranın hemen üzerindeki andezitik seviyenin mikroskoptaki görünümü (N ⁻).	44
Şekil 6.14: Karteldere Zonu bazı sondaj karotlarında gözlenen dokular. a) Kuvars+Serizit alterasyonu b) Şeker dokulu kuvars kesmiş şekilde gözlenen bantlı kuvars (N ⁺), c) Şeker dokulu kuvars kesen iri (kalın) kristalli kuvars, d) Şeker dokulu kuvars kat etmiş kuvars+serizi alterasyonu e) Kuvars+Serizit alterasyonuna uğramış kayacı keser şekilde gözlenen comb (tarak) dokulu kuvars f) kloritik alterasyon içinde karbonat damarlarından alınan örnek içindeki karbonat damarını keser şekilde izlenen kuvars+karbonat fazı.	45
Şekil 6.15: Karteldere deki 900-850m kotlarında incelenen kuvars damarları neticesinde elde edilen damarcık durumunu gösterir model, 1- Sugary texture kuvars damarı, 2- Kuvars+Serizit damarı, 3- İri taneli kuvars damarını, 4- Banded texture kuvars damarı.	46
Şekil 6.16: Karteldere Zonu Kaynak model gösterimi enine kesit (Tümad Resource Estimate For The İvrindi Gold Project Balıkesir-Western Turkey, 2017).	48
Şekil 6.17: Ballık zonu jeoloji haritası ve ince kesit lokasyonları.	50
Şekil 6.18: Ballık Zonu alterasyon haritası ve kaya numuneleri.	50

Şekil 6.19:	a) Ballık Zon batısında cevherleşmenin en kalın görüldüğü alan, b) Ballık Zon doğusunda cevherli damarların görünümü, c) Ballık batısında yol yarmasında gözlenen damarcık zonu, kuvars serizit kil alterasyonu, d) Ballık ana damarda gözlenen (boxwork) ornatım dokuları, e) Ballık Zon güneyindeki boyun zon mostra fotoğrafı, f) ballık zon batısında alt kotlarda dike yakın şekilde gözlenen damar zonları.	51
Şekil 6.20:	a) ZG-21 kesiti sugary texture incetaneli kuvars damarını kesen iri taneli kuvars damarı (1036m kotu) b) ZG-44 kesiti sugary texture incetaneli kuvars damarını kesen iri taneli kuvars damarı (910m kotu).	52
Şekil 6.21:	a) ZG-45 kesiti çift nikol görünümü, b) ZG-45 kesiti tek nikol görünümü killeşme, serizitleşme.	52
Şekil 6.22:	ZG-57 kesiti, Ballık yanal profil, ince taneli sugary texture kuvars damarını kesen iri taneli (tarak dokuu) kuvars damarı, kabak tepe yanal profil zonu ile benzer dokuda izlenmektedir.	53
Şekil 6.23:	Ballık Zonu cevher modeli enine kesiti, birbirine paralel birçok damar ve aralarındaki damarcık zonlarından oluşan Ballık Zonu.	55
Şekil 6.24:	Ballık zonu cevher Altın (Au) modeli, blokların görünümü 0,1-0,3ppm gri , 0,3-0,5ppm sarı, 0,5-1,00ppm, yeşil >1ppm kırmızı rengi ifade etmektedir. kesit (Tümad Resource Estimate For The İvrindi Gold Project Balıkesir-Western Turkey, 2015).	55
Şekil 6.25:	Kabak zonu jeoloji haritası ve ince kesit lokasyonları.	56
Şekil 6.26:	a) Kabak Tepe zirvesindeki daamar mostraları damar ve bloklardan oluşmaktadır, b) Yol yarmalarındaki kuvars damarcık zonları, c) Kabaktepe doğusundaki damar mostrası, d) Kabaktepe doğusunda alt kotlardaki damar mostrası, e) Kabaktepe batısındaki damar mostrası, f) orta kabak tepede yol yarmasında gözlenen damar mostrası.	57
Şekil 6.27:	Kabak Zonu bazı sondaj karotlarında gözlenen dokular. a) Birbirini kesen kuvars damarıaşı 3 ayrı kuvars damarı ve mikro ölçekte damardaki ötelenme (N ⁺). b) ince taneli sugary texture kuvars damarını kesen iri taneli kuvars damarları, (N ⁺), c) iri tanli kuvars daamrı içindeki öz şekilli karbonat kristalleri (N ⁺), d) bladed texture kuvars damarı (N ⁺).	58
Şekil 6.28:	Kabak Zonu'nu gösteren alterasyon haritası ve üzerindeki kayaç numuneleri konumları.	59
Şekil 6.29:	Kabak zonu şematik alterasyon (damar) kesiti. Baba Vein Zon. ...	61
Şekil 6.30:	Kabak zonu cevher (Au) modeli. 0,1-0,3ppm gri , 0,3-0,5ppm sarı, 0,5-1,00ppm, yeşil >1ppm kırmızı rengi ifade etmektedir. (Tümad Resource Estimate For The İvrindi Gold Project Balıkesir-Western Turkey, 2017).	61
Şekil 6.31:	Göktepe zonu alterasyon haritası.	62
Şekil 6.32:	a) Göktepe batı yamacındaki kuvars damarı mostrası, b) Tüllüce tepe civarındaki kuvars damarları, c) Dasit porfir, İnturizif breş kantağına yakın kısımlardaki silisleşmeler, d) Dasit porfiri içinde kuvars Vein Breş e) Kuzeyden tüllüce tepeye bakış fay zonu f) ballık doğusunda kuvars damar mostraları.	63
Şekil 6.33:	ZG-12 kesiti, Bladed texture kuvars damarı.	64

Şekil 6.34: a)Göktepe batı yamacında gözlenen farklı kuvars KB-GD /45GE eğimli ana kuvars damarı, b) Göktepe batı yamacında ana damarın kolu (tali) NS yönlü dike yakın kuvars damarı mostrası .	65
Şekil 6.35: Göktepe batısındaki potalsiyel damar zonu haritası.....	65
Şekil 6.36: a)Çamlıada mevkii Andezit Porfir saha görünümü, b) Andezit porfir içerisindeki kristal kuvars içeren damar/damarcık zonları. .	67
Şekil 6.37: Çatal Tepe civarından alınan numunelerin konumlarını gösterir harita.....	68
Şekil 6.38: a) Tüllüce mevkii dere içindeki dasit porfir zonu, b) Tüllüce zirvesindeki silisleşmiş zonlar.....	69
Şekil 6.39: Tüllüce mevkii a) İntrüzif breş zonu b)İnturizif breş içerisindeki silisleşmiş zonlar.	70
Şekil 6.40: Kaynak Model çalışmasının yüzey görünümü ve cevher takip yönleri oklar şeklinde gösterilmiştir (Tümad Resource Estimate For The İvrindi Gold Project Balıkesir-Western Turkey, 2017)....	71
Şekil 7.1: İki boyutlu Jeofizik model kesitinin (Resistivite) sondajlar ile test edilmesi.	74
Şekil 7.2: Çalışma alanındaki 4 ana zonda yapılan yüzey (25m) Resistivite haritası.	75
Şekil 7.3: Jeofizik Yöntemin arazi uygulaması a) Karteldere zonu, b) Kale Tepe.....	76
Şekil 7.4: Yüzey manyetik anomali haritası üzerinde toprak numuneleri ve silisleşmiş zonların konumları.....	78
Şekil 8.1: Karadere (İvrindi, Balıkesir) cevherleşmelerinde Au ve Ag için deniz seviyesi kot değerlerine göre tenör dağılımı.....	79
Şekil 9.1: Genelleştirilmiş düşük sülfidasyon epitermal Au-Ag modeli.....	80
Şekil 9.2: Karadere (Burhaniye) düşük sülfidasyonlu epitermal Au-Ag yatağının jeoloji haritası ve model kesiti.	82
Şekil 9.3: a)Ornatım dokusu (Boxwork,Replcement texture), b) Şeker dokulu (Sugary) kuvarısı kesmiş tek taneli breş, c) Kalsedonik bantlı doku d) Propilitik alterasyon içinde Bantlı doku, e) Sahada en yaygın doku olan Şeker doku (sugary texture) f) Ametistli bantlı kuvars (banded texture), g) demiroksitki kuvars damarcık zonu, h) kuvars damar zonu.	83

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 6.1: Güney Zon sondaj bilgi tablosu (Tümad Resource Estimate For The İvrindi Gold Project Balıkesir-Western Turkey, 2017).	34
Tablo 6.2: Güney Zonun kaynak hesabı tablosu, (Tümad Resource Estimate For The İvrindi Gold Project Balıkesir-Western Turkey, 2017).	35
Tablo 6.3: Kartedere Zon sondaj bilgi tablosu (Tümad Resource Estimate For The İvrindi Gold Project Balıkesir-Western Turkey, 2017)....	47
Tablo 6.4: Karteldere Zonu'nun kaynak hesabı tablosu, (Tümad Resource Estimate For The İvrindi Gold Project Balıkesir-Western Turkey, 2017).	47
Tablo 6.5: Ballık Tepe Zon sondaj bilgi tablosu (Tümad Resource Estimate For The İvrindi Gold Project Balıkesir-Western Turkey, 2017)....	54
Tablo 6.6: Ballık Tepe Zonu Kaynak hesabı bilgi tablosu (Tümad Resource Estimate For The İvrindi Gold Project Balıkesir-Western Turkey, 2017).....	54
Tablo 6.7: Kabak Tepe Zonu Sondaj bilgi tablosu (Tümad Resource Estimate For The İvrindi Gold Project Balıkesir-Western Turkey, 2017).	60
Tablo 6.8: Kabak Tepe Zonu Kaynak hesabı bilgi tablosu (Tümad Resource Estimate For The İvrindi Gold Project Balıkesir-Western Turkey, 2017).....	60

SEMBOL LİSTESİ

Sembol	Açıklamalar
AA	AtomikApsorpsiyon Spektrometresi
Ag	Gümüş
Ba	Baryum
Bi	Bizmut
Au	Altın
As	Arsenik
COG	Sınıf dışı
Cu	Bakır
DDH	Elmaslı Sondaj kuyusu
g/t	Gram/Ton
ICP	İndüktif eşleşmiş plazma
kg	Kilogram
km	Kilometre
Ma	Milyon yıl önce
µm	Mikron
m	Metre
oz	Ons
ppm	Milyon başına parça, milyonda bir
ppb	Milyar başına parça, milyarda bir
RC	Ters sirkülasyonlu sondajmetodu
SEM	Elektron mikroskop
MTA	Maden Tektik ve Arama Dairesi
W	Batı
E	Doğu
SE	Güney Doğu
NW	Kuzey batı
UTM	Üniversal transfer merkator
IP	Kaynaklı kutuplaşma
PIMA	Taşınabilir kızılötesi mineral analizörü
Pb	Kurşun
Sb	Antimuan
K-Ar	Potasyum-Argon
Rb-Sr	Rubidyum-Stronsiyum
QA/QC	Kalite Güvence/ Kalite kontrol
GxM	Gram-Metre

ÖNSÖZ

Bu tez, 2013-2019 yılları arasında Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

Tezin hazırlanmasında değerli görüş, tecrübe ve bilgilerini esirgemeyen, bana her konuda destek veren sayın hocam Dr.Öğr. Üyesi Mustafa Selman AYDOĞAN'a ve Tez aşamasında çok değerli bilgi paylaşımları, tecrübesi ve pozitif görüşleriyle beni yönlendiren sayın hocam Prof.Dr.İlkay KUŞCU'ya,

Tez sunulması aşamasında çok değerli bilgi ve tecrübeleriyle teze katkı sunan sayın hocam Prof.Dr. Erdin BOZKURT'a,

Karadere (İvrindi) projesinin başından itibaren tüm faaliyetlerde beni maddi ve manevi yönden destekleyen TUMAD Madencilik Sanayi ve Tic. A.Ş. Genel Müdürü Hasan YÜCEL'e, Genel Müdür Yardımcısı C.Hakan ASLAN'a ve Tümad Arama Grubu'nun tüm üyelerine,

Tezin ilk hazırlanma sürecinde değerli bilgi ve tecrübeleriyle teze katkı sunan Jeoloji Yüksek Mühendisi Tunç YÜCEL'e

Tezin yazımı aşamasında bana pozitif enerji vererek, manevi yönden destekleyen, eşim Sibel GÜRLER ve oğlum Toprak GÜRLER'e

teşekkür ederim.

Balıkesir, 2019

Zafer GÜRLER

1. GİRİŞ

1.1 Konu

Bu çalışma, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Tezin ana konusunu oluşturan, Karadere (İvrindi, Balıkesir) Epitermal Au-Ag cevherleşmeleri, KB Anadolu da, İvrindi, Burhaniye (Balıkesir) ilçelerinde yer almaktadır. Karadere (İvrindi) Epitermal Au-Ag Sahası, Ovacık ve Çukuralan Altın madenlerine 35 km, Küçükdere Altın madenine 13 km uzaklıkta yer almaktadır. İvrindi sahasında altı ayrı litoloji ayırtlanmıştır. Bunlar tabandan tavana doğru, Metamorfik Seri, Granodiyorit, Andezit Porfir, Dasit Porfir, İnturizif Breş ve Volkano sedimenter seri dir. Karadere Sahası volkanik dom kompleksi içerisinde gözlenen, yaklaşık K45-50D yönlü bir tektonik hat boyunca gelişmiş, 14km²'lik bir alanda yayılım gösteren alterasyon içerisinde konumlanmıştır.

Saha içerisinde birbirinden bağımsız olmayan 5 hedef alan tespit edilmiştir, bu alanlar güneyden kuzeye olacak şekilde Güney Zon, Ballık Zonu, Kabak Zonu, Karteldere Zonu ve diğer zonlardan yaklaşık 3 km KD'da yer alan Göktepe Zonu'ndan oluşmaktadır. Göktepe Zonu haricindeki diğer 4 hedef zon Andezit porfirler içerisinde, Göktepe Zonu ise Volkanosedimenter seri, Dasit Porfir ve İntüzif Breş litolojileri içerisinde yer almaktadır. Çalışma alanında 5 temel alterasyon tipi PIMA (Portable Infrared Mineral Analyzer) yöntemi ile belirlenmiştir. Bunlar, klorit-epidot alterasyonu, illit-serizit alterasyonu, kuvars stokvörk, kuvars-kil alterasyonu, silis alterasyonu şeklinde ayırtlanmış ve haritalanmıştır. Proje sahasındaki cevherleşmeyi oluşturan ana damar sistem trendleri genel olarak D-B, KB-GD yönlü güneye 35-55° eğimli damarlardan oluşmaktadır. Gerek yüzey çalışmaları haritalama, jeofizik (IP-RES), gerekse sondaj verilerinden elde edilen veriler çerçevesinde damar ve damar zonları takip edilmiştir. Proje sahası genelinde gözlenen kuvars damarlarına ait temel dokular ise genel olarak şeker, masif, bladed, nadiren ise kokart, colloform ve hidrotermal breş şeklindedir.

1.2 Amaç

Çalışmanın ana amacı, Kozak plutonu kuzeyinde, bölgenin yapısal hatlarıyla uyumlu düşük sülfidasyonlu epitermal Karadere Au-Ag cevherleşmesine ait kaya türlerini ve cevherleşmenin jeolojik ve jeokimyasal olarak incelenmesidir. Tez kapsamında sahanın detay haritalaması yapılmış, saha da yapılan numuneleme çalışması sonucu altın anomalisi elde edilen alanlarda detay çalışmalar yapılmıştır. Alınan kaya numunelerinin litoloji, alterasyon ve analiz çalışmaları ile cevherleşme verileri değerlendirilmiştir.

1.3 Coğrafi Durum

Çalışma alanı coğrafi durumu, çalışma alanının yeri, Morfoloji, iklim ve bitki örtüsü, akarsular, yerleşim merkezleri ve ulaşım, ekonomik durum başlıkları altında incelenmiştir.

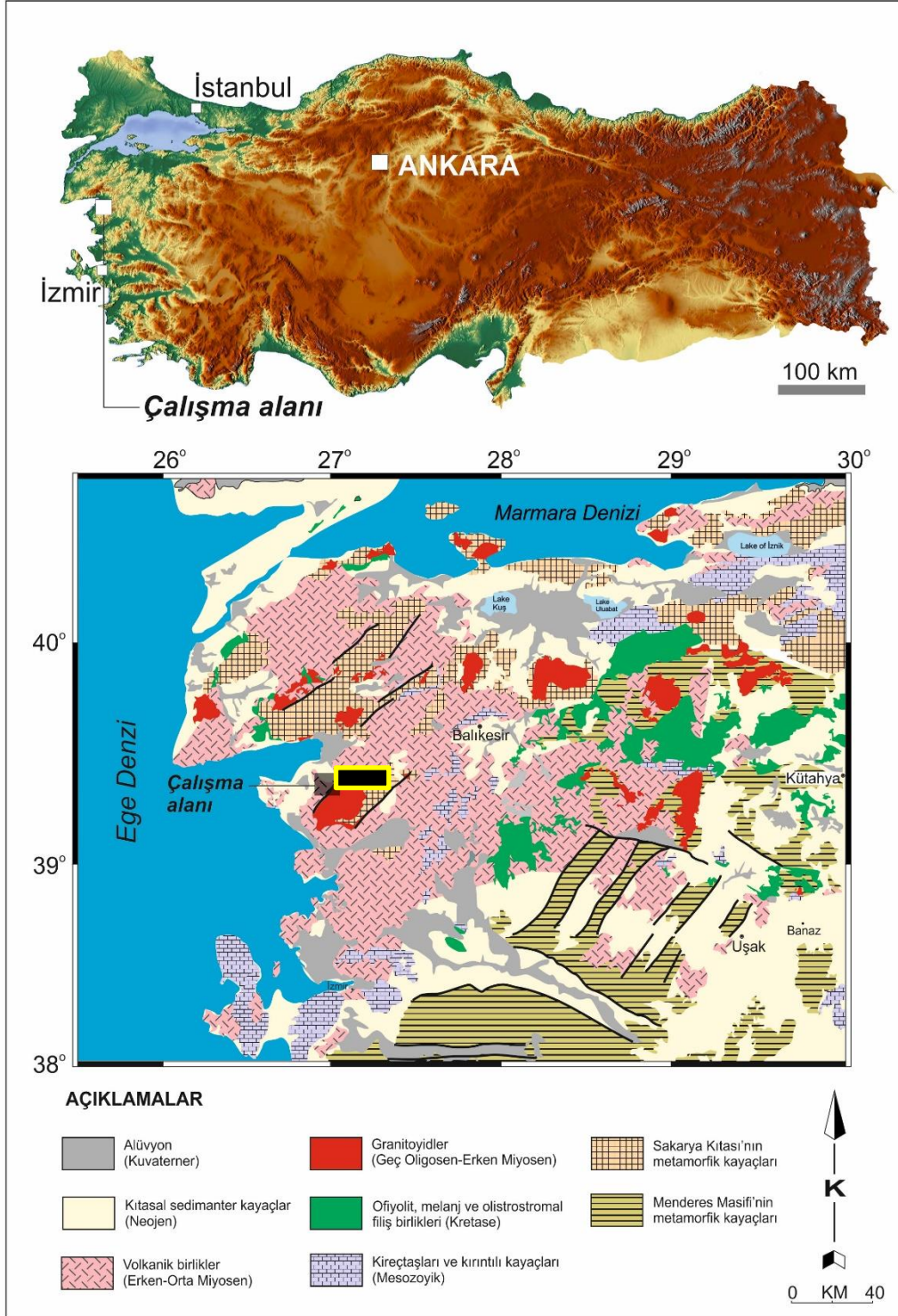
1.3.1 Çalışma Alanının Yeri

Çalışma alanı Burhaniye (Balıkesir) ilçesinin yaklaşık olarak 14 km güneybatısında yer almaktadır (Şekil 1) ve 1/25 000 ölçekli Balıkesir İ18a2 paftasının sınırları içerisinde yaklaşık olarak 30 km²'lik alan kapsamaktadır. Karadere Projesi 39.41°D boylamları, 27.18°K enleminde, KB Anadoluda, Biga Yarımadası bölgesinde yer almaktadır. Ovacık altın madeninin 35 km kuzeyinde, Edremit kasabasında 25 km güneydoğusunda konumlanmıştır. İnceleme alanı içinde Değirmenbaşı, Karadere, Küçükılıca köyleri ve bu köylere bağlı Arpacık, Suluk, Belenağıl, Hacıhuseyinler, Korucaoluk yaylaları ile Burhaniye ve İvrindi ilçesine bağlı yerel yönetim alanları bulunmaktadır.

1.3.2 Morfoloji

Tez sahası olukça engebeli bir morfolojiye sahiptir. Çalışma alanındaki önemli yükseltiler Ortakabak Tepe, Büyükkabak Tepe, Ballık Tepe, İğneliksivrisi

Tepe, Çatal Tepe, Gök Tepe (1033 m), Çalkaya Tepe, Büyükdoru Tepe, Kocakır Tepe (1139), Kayaçal Tepe (937 m)'dir.



Şekil 1.1: İnceleme alanının yer bulduru haritası (Bingöl, 1989; Genç, 1998'den değiştirilerek).

1.3.3 İklim ve Bitki Örtüsü

Bölgede Akdeniz iklimi ile Karasal iklim arasında bir iklim görülmektedir. İklim genellikle yağışlı ve ılıman geçmektedir. Meteoroloji istasyonu (Burhaniye) verilerine göre, 4 yıllık rasat verileri ortalama sıcaklığın 18°C olduğunu göstermektedir. Lokal istasyon verileri ile çalışma alanındaki iklim koşulları arasında negatif yönde 14 dereceye varan farklılıklar gözlenmiştir.

1.3.4 Akarsular

İnceleme alanında 2 ana havza yer almaktadır. Bunlar batıda Kuzey ege ve doğuda Susurluk havzasıdır. Bu havzalarda DSİ (Devlet Su İşleri) verilerine göre 3 mikrohavza tespit edilmiştir. Projenin batısında Karadere, Güneyinde Madra Deresi, doğusunda ise Kışladere havzasıdır.

1.3.5 Yerleşim Merkezleri ve Ulaşım

İnceleme alanı ve yakın civarında Balıkesir, İzmir ve Çanakkale illeri yer almaktadır. Diğer önemli yerleşim merkezi Burhaniye, Edremit, Havran İvrindi ilçeleri ile Karadere, Çakırdere, Küçükılıca, Değirmenbaşı köyleridir. Köylerin oluşturduğu nüfus genellikle azdır. Çalışma alanına ulaşım Balıkesir-Çanakkale karayolu ile sağlanmaktadır. Havran ilçesinden başlayan asfalt yol, inceleme alanının kuzeyine belirli bir lokasyona kadar ulaşmaktadır. Sonrasında çalışma alanına stabilize orman yollarından ulaşım sağlanmaktadır.

1.3.6 Ekonomik Durum

Yaklaşık olarak 60 799 nüfuslu Burhaniye ilçesi ve civarında geçim genellikle tarım ve turizmden sağlanmaktadır. Bölgede en fazla tarım, zeytin yetiştiriciliği üzerine yapılmaktadır. Yaklaşık 32 758 nüfuslu İvrindi ilçesi ve civarında geçim genellikle hayvancılık ve tarıma dayalıdır. Çalışma alanı civarında ekilmeye müsait alanlar kısıtlı olduğundan çalışma alanında büyükbaş hayvancılık yaygındır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çalışma sahası ve çevresinde bugüne kadar jeolojik ve maden yatakları temelinde birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar, Biga Yarımadası bölgesindeki hem intrüzif hem de volkanik kayaçların çeşitli tipte cevherleşmelere ev sahipliği yapmasından dolayı araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Bölgede yapılan çalışmalar aşağıda detaylı bir şekilde verilmiştir:

Akyürek ve Soysal (1983), yaptıkları çalışmada Savaştepe, Kırkağaç, Bergama, Ayvalık arasında kalan Biga Yarımadası güney kesiminin detaylı jeolojik etüdlerini gerçekleştirmişlerdir. Yazarlar yapmış oldukları çalışmada, Karakaya Kompleksi'ne ait birimleri Alt Karakaya (Çavdarstepe Formasyonu) ve Üst Karakaya (Kınık Formasyonu) olmak üzere 2 kısma ayırmışlardır. Çalışmada, Karakaya Kompleksi birimleri içerisinde birçok mafik volkanik ve kireçtaşı bloklarının bulunduğunu ve Alt Karakaya birimi içerisindeki kireçtaşı bloklarının Triyas, buna karşın Üst Karakaya içerisindeki kireçtaşı bloklarının ise Permien yaşlı olduklarını belirtmişlerdir.

Altunkaynak (1996), Bergama ve Ayvalık arasındaki kalan alandaki genç volkanizma ve plütonizmanın birbiriyle olan ilişkilerini detay jeolojik ve petrografik çalışmalar ile ortaya koymuştur.

Altunkaynak ve Yılmaz (1998), Kozak Dağı magmatik kompleksi üzerine detay bilgiler vermişlerdir. Yazarlar, yapmış oldukları çalışmada Kozak Plütunu'nun yerleşimi ile başlayan süreçte Kozak bölgesindeki magmatik olayların Oligo-Miyosen döneminde gerçekleştiğini ifade etmişlerdir. Çalışmada, Kozak Plütunu'nun Erken Miyosen süresince granitik kayaçların yerleşmesi ile volkanik kayaçlar tarafından sınırlandırıldığını belirtmişlerdir. Yazarlar, aynı zamanda Kozak Plütunu'nu oluşturan magmanın hibrid karakterli olduğunu ve kıtasal malzemeler tarafından kirlenmiş olan mantodan şekillenen magmaları temsil ettiğini vurgulamışlardır.

Çolakoğlu (2000), Küçükdere (Balıkesir) düşük sülfidasyonlu epitermal Au yatağının damar sistemlerinin jeokimyası ve bu yataktaki alterasyon tiplerini ortaya koymuştur. Yazar, Miyosen yaşlı andezitik kayaların ev sahipliği yaptığı bölgedeki Au cevherleşmelerinin KD-GB gidişli damarlar ile ilişkili olduğunu belirterek, Küçükdere bölgesindeki cevherleşmelerin gözlendiği silis damarlarının breşik, bantlı, kokart ve komb dokulularasahip olduğunu ortaya koymuştur.

Yılmaz (2002), Ovacık (Bergama) düşük sülfidasyonlu epitermal Au yatağını detaylı bir şekilde incelemiştir. Yazar, yapmış olduğu çalışmada Ovacık (Bergama) Au yatağında detaylı mineralojik, alterasyon çalışması ve sıvı kapanım çalışmaları gerçekleştirmiştir. Ayrıca, yatağın D-B, KD-GB gidişli Bergama fayı ile ilişkili olduğunu ve cevherleşmeye ev sahipliği yapan kayaların Miyosen yaşlı andezitik-dasitik lav dom kompleksi olduğunu belirtmiştir.

Aluç vd. (2013), yapmış oldukları çalışmada Karadere (İvrindi) düşük sülfidasyonlu epitermal Au-Ag yatağının normal faylar tarafından sınırlandırılan KD-GB gidişli yapısal bir koridor içerisinde bulunduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, Karadere Au-Ag yatağında klorit-epidot, illit-simektit ve kuvars stokvörk zonlarına sahip bir alterasyon zonlarının olduğunu ifade etmişlerdir. Yazarlara göre, bölgedeki cevherleşmeler şeker dokulu, masif, kokart dokusu ve breşleşmiş dokulara ve yapılar ile tipik olan kuvars damarlarıyla ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Çam (2017), Karadere (Burhaniye, Balıkesir) bölgesindeki düşük sülfidasyonlu epitermal Au yatağındaki cevherleşmelerin jeolojik özelliklerini, akışkan davranışlarını ve tektonik kontrollerini detaylı bir şekilde ortaya koymuştur. Yazar, yapmış olduğu çalışmada bölgeden elde edilen yapısal verilerin analizleri temelinde, ana stres yönlerinin KD-GB doğrulu olduklarını ve bölgedeki sağ-yanal atımlı fayların tektonik rejiminde gerçekleştiğini belirtmiştir. Ayrıca, deformasyona maruz kalmış zonlarda ölçülen fay sistemlerinin doğrultu yönlerinin $K30^{\circ}B$ ve yaklaşık D-B olmak üzere iki egemen yönde oluştuğunu işaret etmiştir. Yazar, bölgede düşük açılı bir normal fayın tespit edildiğini, doğrultusunun D-B ve $23^{\circ}-19^{\circ}$ arasında değişen eğim ile eim atımlı listrik bir geometriye sahip olduğunu ifade etmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

Bu çalışma, tezin amacı doğrultusunda saha çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve büro çalışmalarından oluşan programlı bir jeolojik çalışma ile gerçekleştirilmiştir.

3.1 Saha Çalışmaları

Saha çalışmalarında çalışma alanı ve çevresini kapsayan 1/25 000 ölçekli topoğrafik harita (Balıkesir J_{18a2}) kullanılmıştır. Arazi çalışmalarına, 2015 tarihinde başlanmış olup, 2014-2018 yılları arasındaki yaz ayları içerisinde farklı zaman dilimlerinde yürütülmüştür. Bu çalışmalar sırasında, çalışma alanı ve yakın çevrede yüzlek veren farklı litoloji türleri tanımlanmış ve cevherleşmenin gözlemlendiği lokasyon detaylı bir şekilde incelenmiştir.

3.2 Laboratuvar Çalışmaları

Sahadan alınan dere kumu, toprak, kaya ve kanal numunesi örnekleri İzmir ALS Chemex laboratuvarında hazırlanmış daha sonra Vancouver, Kanada ALS Chemex laboratuvarında analiz edilmiştir.

3.2.1 Petrografik Çalışmalar

Laboratuvar çalışmaları, saha çalışmaları temelinde ve buna paralel olarak yürütülmüştür. Saha çalışmaları sırasında 5 ana zon boyunca damar sistemlerinden ve farklı litolojilerden örnekleme yapılmıştır. Bu örnekler üzerinde doku ve mineral ilişkilerini saptamak amacıyla ince kesit çalışmaları gerçekleştirilmiştir. İncelemeler, Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'ndeki Meiji MT-9930 marka alttan ve üstten aydınlatmalı, görüntü analiz sistemli Polarizan Mikroskop ile yapılmıştır.

3.2.2 Analiz Çalışmaları

İnceleme alanındaki ana damar sistemlerinden ve yankayaçların içerisindeki kıymetli metalleri (Au-Ag) belirlemek amacıyla, analiz gerçekleştirilmiştir. Analizler, ALS (Kanada) Laboratuvarlarında yapılmıştır.

3.2.2.1 Tüm Kaya Analizleri

Analiz yöntemi olarak ICP-AES 33 element ve Fire Assay yöntemi ile birlikte AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry) yöntemleri kullanılmıştır. Laboratuvar kodu olarak Au-AA 23, Au-GRA 21, ME-ICP 61 metotları ile analizler yapılmıştır.

3.3 Büro Çalışmaları

Saha ve laboratuvarda elde edilen veriler büro çalışmalarıyla değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır. Büro çalışmaları, literatür taraması, Au-Ag cevherleşmelerine ev sahipliği yapan damarlardan alınan örneklerin ince kesitleri üzerinden fotoğraf alımını, analiz sonuçlarının yorumlanmasını, bilgisayarda şekil ve diyagramların çizilmesini ve tez yazımını kapsamaktadır.

3.3.1 Literatür Taraması

Bu çalışmanın konusunu oluşturan düşük sülfidasyonlu epitermal sistemleri ile ilgili çalışmalara ve önceki çalışmalar kısmında verilen çalışmalara farklı kaynaklardan ulaşılmaya çalışılmıştır.

3.3.2 Tez Yazımı

Tez yazımı sırasında; jeokimyasal yorumlamalarda ve şekil çizimlerinde Microsoft EXCEL, Microsoft Word, ArcGIS, Map Info, Micromine, Data-Mine ve Corel Draw programlarından yararlanılmıştır.

4. GENEL JEOLJİ

4.1 Bölgesel Jeoloji

Biga Yarımadasında, temel kayalar Paleozoyik yaşlı amfibolit fasiyesinde metamorfizmaya uğramış olan Kazdağ Metamorfitleridir. Bu birimler, tabandan tavana doğru Fındıklı, Tozlu, Sarıkız mermeri ve Sutüven formasyonlarını kapsamaktadır. Bu birimlerden, Fındıklı Formasyonu, Bol amfibol içeren gnays, mermer ve ara ara amfibolit aralanmasından meydana gelmektedir ve formasyon içerisinde “Altınoluk” ve “Babadag” şeklinde tanımlanmış olan mermer üyeleri bulunmaktadır. Fındıklı Formasyonu, meta-ofiyolitlerden meydana gelen Tozlu ünitesi tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Tozlu Formasyonu Sarıkız mermeri tarafından uyumsuz olarak üzerlenmektedir. Kazdağ metamorfitlerinin en üst kısmında ince tabakalı mermer ve amfibolit mercikleri içeren sillimanitli gnays, biyotitli gnays, ortognays ve ara ara migmatit türü kayalar içeren Sutüven formasyonu, Sarıkız mermeri üzerinde tektonik doknaka bulunmaktadır (Okay ve Satır, 2000; Duru vd., 2000).

Permo-Tiryas yaşlı Karakaya Kompleksi'nin epimetamorfik kayalardan meydana gelmektedir. Karakaya Kompleksi (Karakaya Formasyonu, Bingöl vd., 1975) > 1100 km'den fazla uzunluğa sahip olan (Pickett and Robertson, 2004) Permo-Tiryas orojenik serileri için kullanılan tektono-stratigrafik bir terimdir (Okay and Göncüoğlu, 2004). Daha önceki araştırmacılar tarafından Alt Katakaya ve Üst Karakaya şeklinde iki kısma ayrılan bu birim Tiryas yaşlıdır ve tipik olarak olistolitik kireçtaşı bloklarından meydana gelmektedir. Bu bloklar, Alt Karakaya biriminde Tiryas, Üst Karakaya içerisindeki ise Permiyen yaşlıdır (Akyürek ve Soysal, 1983).

Bölgede gözlenen Karakaya Formasyonu'na ait birimler spilitik bazalt, çamurtaşı ve radyolaryalı çört ile arakatlı feldspatik kumtaşı, kuvarsit, konglomera, siltaşından meydana gelmektedir. Birim düzenli bir istif göstermemektedir. Bu litolojiler içerisinde dağılmış şekilde genellikle hakim yüksekliklerde Tiryas yaşlı

kireçtaşı blokları gözlenmektedir. Bu birimler, Oligo-Miyosen yaşlı Kozak Plütunu tarafından kesilmektedir. Kesilen bölgelerde özellikle karbonatlı epimetamorfik zonlarda granatlı seviyeler yoğun olarak gözlenmektedir. Aynı şekilde, Karakaya Kompleksi içerisinde sokulum yapan bu plütunun doğu kesiminde Ayazmant bölgesinde skan-tip cevherleşmeler gözlenebilmektedir. Biga Yarımadası magmatik etkinliğin yoğun olarak gözlemlendiği bir bölgedir (Altunkaynak ve Genç, 2008). Bölgedeki volkanik kayalar önceki çalışmalarda çarpışma sonrası patlamalı volkanizma ürünü volkanikler olarak yorumlanmaktadır (Aldanmaz vd., 2000; Altunkaynak, 2007). Bu kayalar genellikle volkanik lav, basaltik andezit, aglomeradan meydana gelmektedir ve volkano-sedimanter istifile ilişkilidir.

İnceleme alanında Kozak Plütunu ile Karakaya Kompleksi'ne ait epimetamorfik kayalar arasında düşük açılı bir sıyrılma fayının varlığı ile ilgili arazi gözlemleri gerçekleştirilmiştir. Muhtemel bu fay üzerinde inceleme alanındaki Au-Ag cevherleşmelerine ev sahipliği yapan volkanik kayalar ve bu kayalar ile yanal ilişkili havza kayaları gözlenmektedir.

4.2 İnceleme Alanının Jeolojisi

Çalışma alanında makroskobik ve mikroskobik çalışmalar neticesinde 5 temel birim ayırtlanmıştır. Çalışma alanının tabanında güney kesimlerde geniş bir yayılım sunan Permo-Triyas yaşlı Metamorfik Seri yer almaktadır. Bu seri üst kesimlerde yeşil şist metaorfizmasına maruz kalmış epiklastiklerden başlayıp, derine doğru ise serizit şist, kalkşist, kuvars serizit şistlerden oluşmaktadır.

Metamorfik seri içerisinde Oligosen-Miyosen yaşlı Granodiyorit (Kozak Plütunu) sokulum yapmıştır. Çalışma alanındaki cevherleşmenin (Au-Ag) zeminini hazırlayan birimler Üst Miyosen yaşlı Volkanik-Dom kompleksine ait birimlerdir. Bu birimler Andezit Porfir, Dasit porfir ve Volkanosedimenter seri olarak tanımlanmıştır.

Andezitik subvolkanikler, çalışma alanının genelinde K-KD yönlü yaklaşık 8 km uzunluğunda, 1-2.5 km genişliğinde yayılım göstermektedir. Çalışma alanının kuzey kesimlerinde ise volkanosedimenter seri yer almaktadır. Bu seride gözlenen

litolojiler ise Andezitik-Basaltik lav, lav breş ve aglomera ve tuf olarak tanımlanmıştır. Bu seri içerisinde sokulum yapmış bir diğer subvolkanik ise Dasit Porfiridir. Dasit porfirler Göktepe Zonunun güneyinde, İntürüzif breş tarafından kesilmektedir. Saha da gözlenen en genç birimin İntürüzif breş olduğu gözlenmiştir.

Saha da gözlenen düşük sülfidasyonlu epitermal Au-Ag (altın-gümüş) yatağını temsil eden (silika, kuvars-serizit, ağsal kuvars damarcık zonu, klorit, epidot) alterasyonlar Andezit porfir, Dasit Porfir ve İntürüzif Breş içerisinde izlenmektedir.

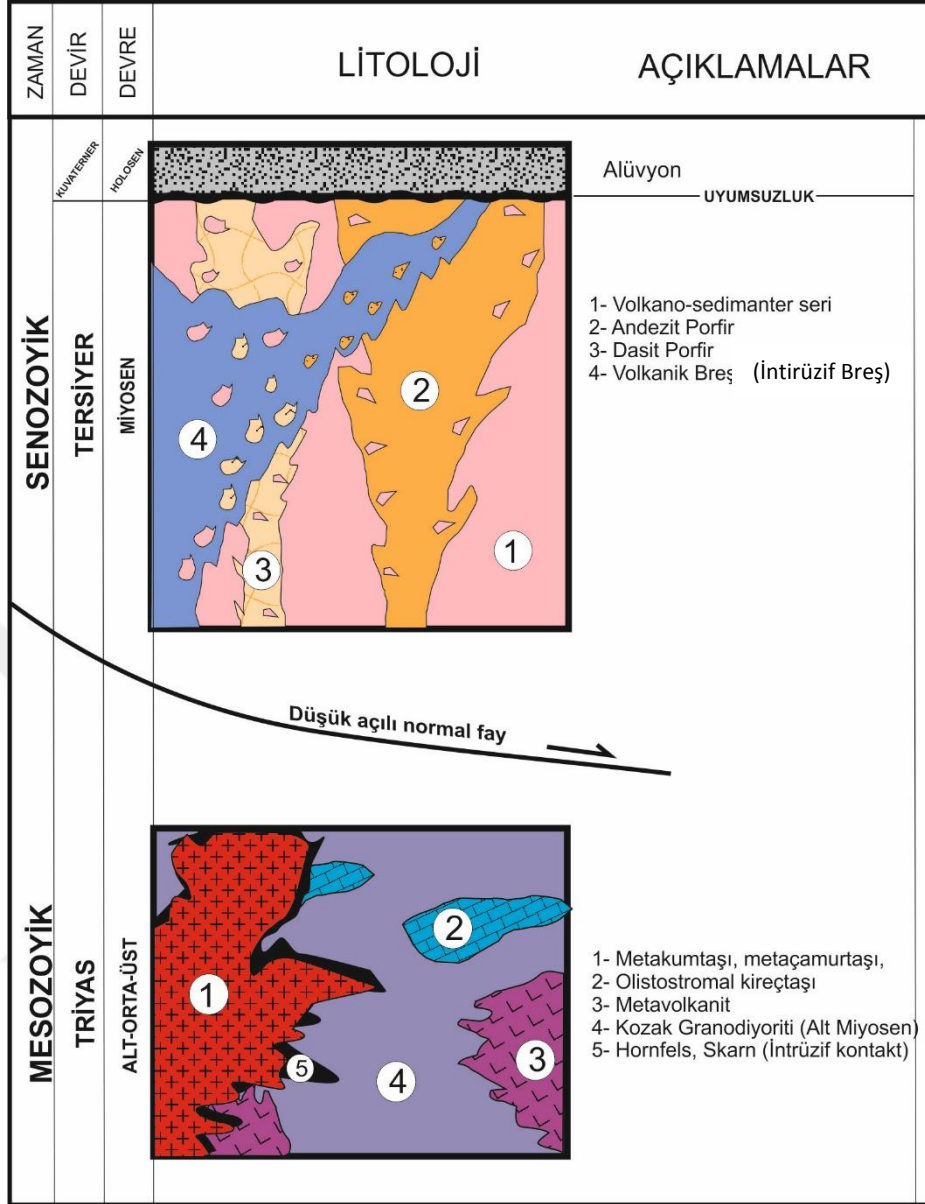
Sahanın güney kesimlerinde ise Metamorfikler ile Granodiyorit kontağında Skarn tipi Fe-Cu (Demir, Bakır) cevherleşmesi bulunmaktadır.

4.2.1 Stratigrafi

Çalışma alanının tabanında Permo-Triyas yaşlı metamorfik birimler, metamorfik birimlere sokulum yapmış oligo-miyosen yaşlı granodiyoritler yer almaktadır. Metamorfik birimler üzerine gelen volkanik-dom kompleksi birimleri tektonik bir dokanak ile ayrılmaktadır. Volkanik dom kompleksi birimlerine ait özel bir yaş tayin bulunmamaktadır.

Volkanik dom kompleksi birimleri içerisinde alt-üst ilişkisini saha da görmek çok zordur. Volkanik dom kompleksi içerisinde volkano sedimenter birimler ve bu birimler ile eş yaşlı/genç olduğu düşünülen andezit porfir, dasit porfir, İntürüzif breş birimleri ayırtlanmıştır.

İntürüzif breş içerisinde dasit porfir e ait kayaç parçaları gözlenmiştir. Bu yüzden İntürüzif breşin dasit porfirden daha genç olduğu düşünülmektedir. Saha da andezit porfir ile dasit porfir arasındaki ilişki net izlenememiş olsa da İntürüzif breş içerisinde volkaosedimenter seriye ait andezitik lav parçalarının da olması, İntürüzif breşi sahanın en genç litolojisi olduğunu düşündürmektedir.



Şekil 4.1: Çalışma alanının kolon kesiti.

Çalışma alanının kolon kesiti iki ayrı üniteden oluşmaktadır. Düşük açılı normal fayın tavan bloğunda volkanik dom kompleksine ait birimler yer alır. Tavan bloğunda ise metamorfik karışık içine sokulum yapmış granodyorid birimi yer almaktadır. Bu birimler içerisindeki andezit porfir ve dasit porfir ilişkisi sahada gözlenememiştir. Ayrıca bu birimlerden elde edilmiş bir yaş verisi veya sıyrılma fayının yaş versisi bulunmamaktadır. Bu birimler ile sıyrılma fayı ilişkisi ise henüz belirlenememiştir. Bundan dolayı iki blok şuanki verilere göre birbirinden bağımsız olarak gösterilmiştir.

4.2.1.1 Metamorfikler

Bölgede temel kayalar, Karakaya Kompleksi'nin genellikle düşük dereceli metabazit ve metapelitik kayalardan meydana gelen Triyas yaşlı Alt Karakaya birimidir (Akyürek ve Soysal, 1983; Kaya ve Mostler, 1992). Akyürek ve Soysal (1983) Alt Karakaya birimini Çavdarstepe Formasyonu olarak isimlendirmişlerdir. Bu kayalar, inceleme alanının GB kesiminde yüzlek vermektedir (Şekil 4.1a). Karakaya Kompleksi içerisinde yaygın olarak köksüz egzotik kireçtaşı blokları ile yaygın olarak mafik volkanik bloklarının gözlenmesi ile tipiktir. Ancak, inceleme alanında kireçtaşı blokları ve mafik volkanikler gözlenmemiştir. Sahanın temelini oluşturan metamorfikleri oluşturan mineraller baskın olarak klorit ve daha az opak minerallerden oluşmaktadır (Şekil 4.1 b, c).



Şekil 4.2: İnceleme alanının temelini oluşturan Karakaya Kompleksi'ne ait metamorfiklerin mostra görünümü ve ince kesit görünümü. a) Şistozite düzlemleri belirgin metamorfikler, b-c) Baskın olarak kloritten ve daha az opak minerallerin görünümü (N^+ , N^-).

4.2.1.2 Kozak Plütönu

Kozak Plütönu KB Anadolu'da elipsoid bir yapıya sahip olan kuzeybatı ve güneydoğu kesimi grabenler ile sınırlandırılmış bir intrüzif küttedir. Plütönu, oldukça tektonizmaya uğramış ve yaygın olarak küresel ayrışma alanlarına sahiptir ve petrografik olarak K-feldispat, plajiyoklaz, kuvars ve ferromagnezyen minerallerden yapıldır (Şekil 4.2).



Şekil 4.3: Kozak Plütönünün mostra görünümü ve ince kesit görünümü. a) Kozak Plütönu'nu oluşturan granit ve granodiyorit bileşimli kayaların arazi görünümü, b-c) Plütönu oluşturan K-feldispat, plajiyoklaz ve ferromagnezyen minerallerin ince kesit görünümü (N⁺, N⁻).

Birim, Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı (Altunkaynak ve Yılmaz, 1998) bölgede yaklaşık olarak 300 km²'lik bir alan kaplayan Kozak Plütönu tarafından

iztrüzif bir kontak ile kesilmektedir. Kesilen zonlarda, özellikle hornfels ve karbonatlı kesimlerde ise granatlı zonlar gelişmiştir (Şekil 4.3 a, b). Ayrıca, inceleme alanında daha önceden işletilmiş skarn zonu içinde galeri de bulunmaktadır (Şekil 4.3c). Bölgede Plüton, GB-KD gidişli elipsoidal bir yapı göstermektedir ve özellikle KD-gidişli mafik dayk kümeleri tarafından kesilmektedir. En iyi gözlemlendiği yer olan Kozak Bölgesi'nde plüton, yüksek potasyumlu, kalk-alkalen karakterlidir ve granit, granodiyoritik kayalardan yapıldır (Altunkaynak, 1996; Altunkaynak ve Yılmaz, 1998).



Şekil 4.4: a) Skarn/hornfels zonu görünümü, b) Bantlı yapıda manyetit, granat ve epidot mineral bantlanmalarının görünümü, c) Daha öncede işletilmiş Fe-Cu cevherleşmesine ev sahipliği yapan skarn zonu galeri.

4.2.1.3 Volkanikler

İnceleme alanında Au-Ag cevherleşmeleri içeren silis damarlarına ev sahipliği yapan volkanik kayalar genellikle volkano-sedimenter özellik göstermektedir. Bunlar, metamorfik bir temel üzerinde açılmış KD yönlü bir havza içine yerleşmiş andezit, andezitik bazalt, akıntı breşi, aglomera ve patlama breşleri ile temsil edilen volkanik dom-lav kompleksidir. Bölgede andezit bileşimli subvolkanik kayalar kontak ilişkisi anlamında tabanda bulunan metamorfikler ile oldukça düşük dereceli bir sıyrılma fayı tarafından ayrılmaktadır. Andezitik subvolkanik kayalar yoğun alterasyona uğramıştır (Şekil 4.3a). Üst kesimde üzerine gelen volkanik-volkanosedimenter birimler ile olan kontak ilişkisi uyumsuz olabilir. Kayalar yoğun altere, genellikle oldukça ince taneli altere plajiyoklazlardan meydana gelen bir hamur ve bunun içerisinde altere olmuş orta-iri kristalli biyotit ve amfibol minerallerinden meydana gelmektedir (Şekil 4.4 b, c).

Volkanosedimenter ve bu birimler içerisindeki volkanik domlar Karadere köyü Proje sahası arasındaki yol üzerinde ve Havran-Proje sahası arasındaki yol üzerindeki yol yarmalarında net olarak izlenebilmektedir.

Volkanosedimenter birimleri kesmiş ve yüzeye ulaşmış olan subvolkanik çıkışlar, yüzeye ulaşmamış subvolkanik dayklar sahanın batısında ve kuzeyinde gözlenmektedir. Genel olarak volkanosedimenter birimlerin tabakalarının duruşları doğbatı istikamette olup eğimleri ise kuzey yönlü 20-30 derece şeklindedir.

Sahadaki her volkanik domda alterasyon izlenmemektedir. Alterasyonun izlendiği volkanik domların sahadaki genel görünümü masif, demiroksitli, killeşmiş, kubbe şekilde morfolojisi olan sarımsı renklindedir.



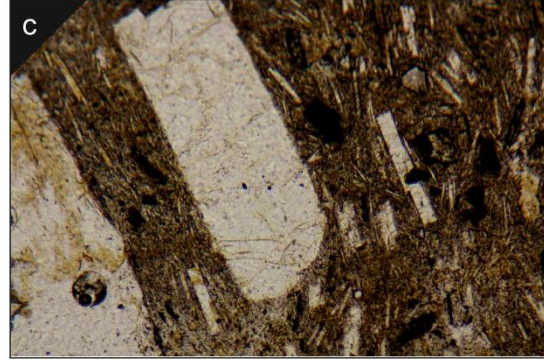
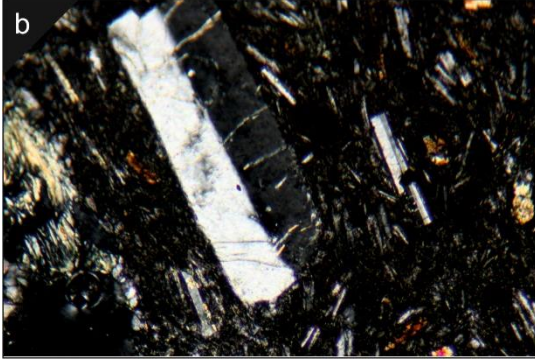
Şekil 4.5: Andezitik subvolkanik kayaçların görünümü. a) Andezit bileşimli subvolkanik kayaçların mostra görünümü, b-c) Playioklas bakımından zengin bir volkanik hamur ve serizitik laterasyona uğramış biyotit ve amfibol minerallerinden meydana gelen andezitin ince kesit görünümü (N⁺, N⁻).

Miyosen yaşlı volkanoklastik kayaçlar, konglomera, kumtaşı, marn, tuf, aglomera ve lav türü volkanik kayaçlardan meydana gelmektedir (Şekil 4.5). İstifin taban kesiminde çakıl taşları bulunmaktadır ve çakıltaşları bölgede gözlenen temel kayaçların kayaç parçalarını içermektedir. Volkanosedimanter istif içerisinde gözlenen kumtaşı litolojileri hafif derecede tabakalanma göstermektedir ve gevşek tutturulmuş tuf ve çimentoludur.



Şekil 4.6: Karadere civarında gözlenen volkanik-volkanosedimanter birimlerin mostra ve ince kesit görünümü. a) Mostra görünümü, b-c) Volkanik kayaları oluşturan öz şekilli amfibol ve plajiyoklaz minerallerinin görünümü (N^+ , N^+).

İstifin üst kısımlarına doğru havza sedimanter kayaları volkanizma ürünü kayalar ile yanal ve düşey yönde geçişli özellik sunmaktadır. Batı Anadolu'daki havza kayalarının olduğu lokasyonlarda benzer litolojik özellikler izlenebilmektedir. İnceleme alanında andezitik subvolkanik kayalar, bazalt bileşimli andezitler tarafından kesilmektedir. Kayalar mafik katakterlidir ve içerisindeki sanidin mineralleri gözle görülebilmektedir (Şekil 4.5a). Bu kayalar yaygın olarak iri sanidin ve daha ince taneli plajiyoklaz minerallerinden yapıldır ve bir akış dokusu gözlenebilmektedir (Şekil 4.6 b-c).



Şekil 4.7: Bazaltik andezit kayaçların mostra görünümü. a) Bazaltik andezit bileşimli kayaçların mostra görünümü, b-c) Özellikle iri sanidin ve daha küçük kristaller şeklinde akış dokusunun gözlenebildiği bazaltik andezitlerin inc kesit görünümü (N^+ , N^-).

Kartelderenin kuzeyinde , batısında ve doğu devamlılığında kuzeydoğu yönlü izlenen volkosedimenter kayaçlar genellikle andezitik bileşimli lav ve piroklastiklerden oluşmaktadır. Sahanın kuzey kesimlerinde kızsivrisi yakınlarında izlenen volkanik tabakalarda takibi net izlenememekle birlikte bazaltik lav akışları gözlenmektedir.

5. YAPISAL JEOLJİ

5.1 Batı Anadolu'nun Neotektonik Özellikleri

Batı Anadolu Ege-Kıbrıs dalma-batma zonu ve Anadolu'nun doğu kesiminde Avrasya-Arabistan plakalarının kıtasal çarpışması boyunca Neotetisin kapanmasından sonuçlanan birkaç kıtasal parçadan meydana gelmektedir. Batı Anadolu, dünyanın oldukça sismik ve aktif bölgelerinden biri olarak bilinmektedir ve hemen hemen K-G yönlü kıtasal bir gerilmenin gözlemlendiği bölgedir (Bozkurt, 2003). Erken D-B ve akabinde KD-GB girişli host-graben yapıları, aktif gerilme rejiminde yaygındır. Bu mekanizma “Batı Anadolu Gerilme Provensi” olarak tanımlanan ve güneyde Helenik Yayının kuzeyinden Bulgaristan'a kadar uzanan bir bölgedir. GB Anadolu'daki Helenik Yayının dalma batma açısı oldukça düşüktür ve aynı zamanda Doğu Anadolu'daki Avrasya ve Arabistan plakalarının kıtasal çarpışmasından dolayı Anadolu bloğunun hareketi, Batı Anadolu'da bir gerilmeli tektonik rejimi oluşturmuştur (Bozkurt, 2001, 2003).

Batı Anadolu'nun paleotektonik geçmişi Neotetis okyanusal kolların Mesozoik kapanmaları ve mikro kıtasal çarpışmalarla, ve ayrıca orojenik olayların sonrasında gelişen olaylarla da yakından ilişkilidir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Bozkurt ve Mittwede, 2001; Okay ve Tüysüz, 1999). Özellikle Neotetis okyanusal havzaların açılma ve kapanması farklı kenet zonlarını tanımlayan paleotektonik ve neotektonik ünitelerin doğasını ve lokasyonunun karakterize etmekte oldukça önemli rol oynamaktadır (örneğin Bitlis Zagros Kenet Zonu, İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Zonu, İç-Pontid Kenet Zonu) (Okay ve Tüysüz, 1999).

KB Anadolu'daki aktif tektonizmada, 2 ana olayın tesiri altında kalmıştır. Bunlar: a) Ege bölgesindeki dalma-batma ve b) Arabistan mikro kıtasının Bitlis-Zagros Kenet zonu boyunca Anadolu plakasını kuzeye doğru sıkıştırma olayıdır. Anadolu Levhasının batıya doğru olan hareketi, Batı Anadolu'da kuzey-güney yönlü bir gerilme sistemine ve doğu-batı yönlü havzaların açılmasına neden olmuştur. Genç D-B gidişli hors-graben sistemleri Batı Anadolu'daki Ege Bölgesinin jeolojik ve jeomorfolojik olarak önemli elementlerinden biridir. Grabenleri sınırlayan fay

sistemleri boyunca bölge sismik olarak kuvvetli bir şekilde aktiftir ve birçok depremin oluşmasına neden olmuş ve günümüzde de olmaya devam etmektedir. Biga Yarımadası, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun etkisinde olan Ege Bölgesindeki graben sistemlerinden daha karmaşık bir sisteme sahiptir. Batı Anadolu'da, sağ yanal yönlü Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun hareketi ile birlikte gerilme sisteminin düşey atımın hakim olduğu hareketlerin birleşkesi içinde kompleks bir yapı oluşturmuştur.

5.2 Biga Yarımadası Tektonik Özellikleri

Biga Yarımadası'nın yapısal jeolojisi bu güne kadar oldukça gözden kaçmış ve unutulmuştur. Bölgedeki ana yapısallıklardan birisi K-G kıtasal gerilme ve aktif sağ yönlü doğrultu atımlı faylardan kaynaklanmaktadır (Cunningham-Dunlop, 2011). Buna ek olarak, bölge iki ana (doğrultu atımlı fay ve normal fay) karakteristik yapısal tektonik arasında bir geçiş zonunda kalmaktadır. Bölgesel deformasyon temelinde, KB-GD, KD-GB ve D-B gidişli faylar şeklinde 3 farklı grup aktif jeolojik yapılara ait oldukları görülmektedir (Cunningham-Dunlop, 2011). Bunlardan, KD-GB gidişli sağ yönlü yanal atımlı fay segmentleri bölgedeki en önemli ana tektonik yapılardır. Bu yapılar, Biga Yarımadası'nda Kuzey Anadolu Fay sisteminin segmentlerini/kollarını temsil etmektedir (örneğin Yenice-Gönen ve Etili fayları). Buna ek olarak, hemen hemen D-B gidişli normal faylar, ikinci grup yapılardır. Genellikle fay zonları Manyas Gölü'nün güney kenarı boyunca ve Edremit Körfezi'nin kuzey kenarı boyunca gözlenmektedir. Aynı zamanda, KB-GD gidişli faylar bölgede önemsizdir ve Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun sentetik Riedel makaslamları şeklinde yorumlanmaktadır (Cunningham-Dunlop, 2011). KD-GB gidişli faylar, Oligosen-Erken Miyosen döneminde hem sedimantasyon hem de volkanik aktiviteyi kontrol etmiştir (Beccaletto, 2003; Ünal, 2010). Bunlardan farklı olarak, alt volkanik dağılım ve çökel kayaçlar benzer periyotta depolanmışlardır. Bu işaret etmektedir ki Geç Miyosen Ezine alkalin bazaltları, bölgedeki ceherleşmeler için mümkün bir ilişkiyi işaret eden D-B yönlü normal faylar boyunca yaygındır (Cunningham-Dunlop, 2011).

5.3 Karadere (İvrindi, Balıkesir) Bölgesinin Tektonik Özellikleri

Cevherleşmenin gözlemlendiği bölge Kozak plutonunun kuzey kesiminde yer almaktadır. Daha önceki verilere göre kozak plutonu güneyinde, batısında ve doğusunda düşükaçılı normal faylar ve bu fayların devamında açılmış havzalardan söz edilmiştir. Kozak plütönu kuzey kesimindeki düşük açılı normal fay ile başlayan açılma havzasındaki diğer antitetik ve sintetik faylar, transfer özellik taşıyan faylar cevherleşmenin tespiti açısından önem arz etmektedir. Metamorfik birimler ile volkanik birimleri net şekilde ayıran bu düşük açılı normal fay zonu 10-30m arasında değişken kalınlıklarda milonitik, breşik, killi şekilde sondaj karotlarında izlenmiştir.

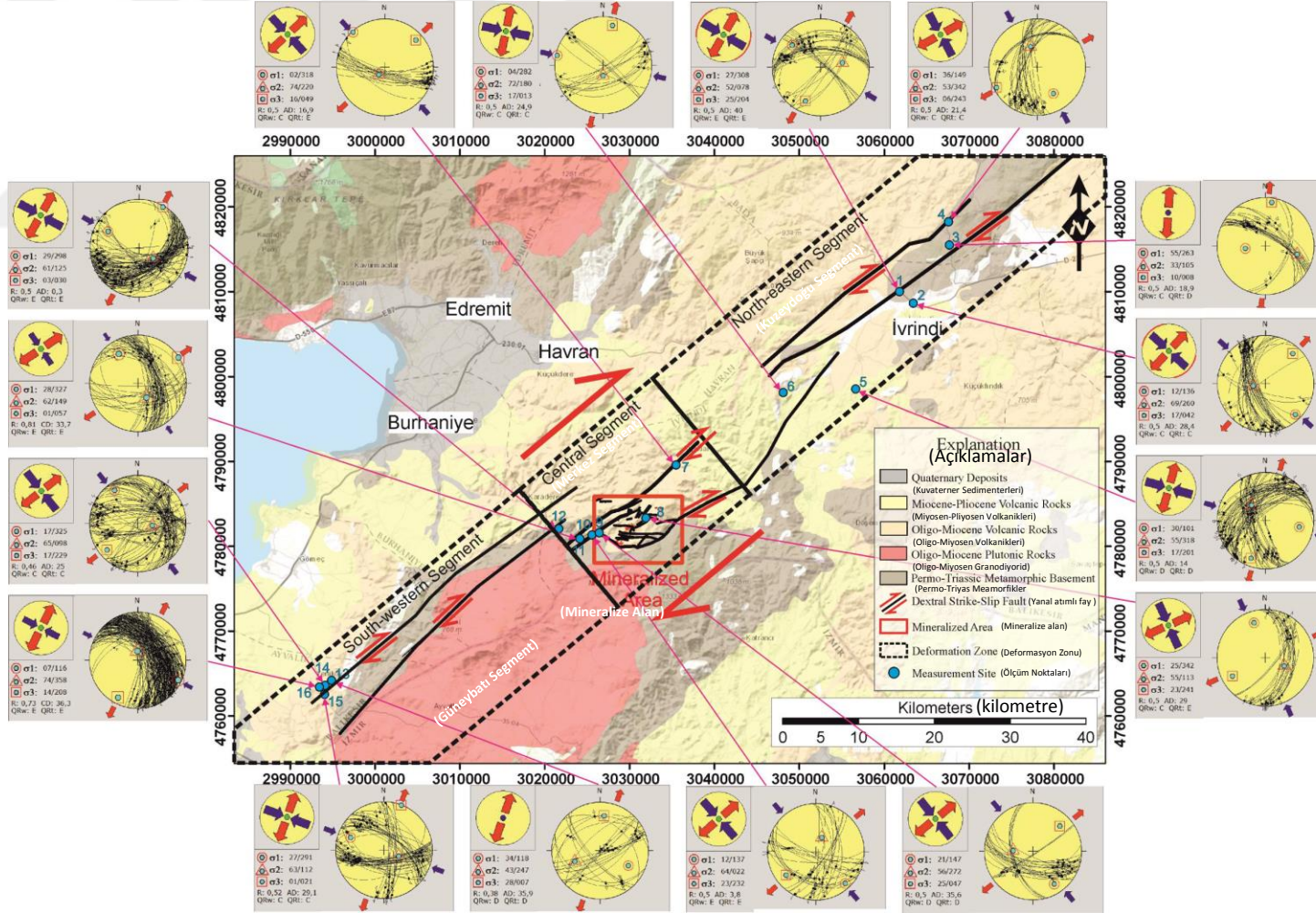
Önceki çalışmalardan Çam, 2017 ye göre; Güney zonu'nun güney kesiminde, diğer faylardan daha genç olan bir fayın varlığı ortaya konmuştur ifadesi tartışma konusu olsa da, bu fay, düşük açılı normal fay niteliğindedir ve Erken-Orta Miyosen yaşlı volkanik-subvolkanik kayalar ile Triyas yaşlı Karakaya Kompleksi'ne ait olan metamorfik kayalar arasında yapısal bir uyumsuzluğu temsil etmektedir. Buna ek olarak, bu fayın doğrultusu yaklaşık olarak D-B doğrultuya ve eğim miktarı listrik bir geometriyi işaret etmektedir. Bu fay, 23° ile 19° arasında değişen ve kuzeye doğru 4° azalan bir eğime sahiptir. Bu faya ait deformasyon zonu milonitik fay kayalarından oluşmakta ve bu milonit içerisinde cevherli damarlara ait parça/parçacıklar bulunmaktadır. Bu fay, litolojik ve geometrik özelliklere göre, Geç Miyosen dönemde Kozak plütönu tarafından kesilen Karakaya Kompleksi'ne ait metamorfik kayaların birlikte yükselmesi esnasında oluşmuş ve cevherli damarların oluşmasına yol açmış düşük açılı bir sıyrıma fayıdır. Çünkü bu fayın doğu ve batı uzanımında fay zonuna yerleşmiş silisleşmeler net şekilde izlenmektedir. Silisleşmelerin ana çıkış zonu bu fay ile doğrudan ilişkilidir. Çam bu fayı cevherli damarları kesmiş olarak yorumlamaktadır.

Çam (2017)'ye göre, Au ve Ag zengin damar sistemlerinin oluşumu sırasında meydana gelen, kaynama ve dinamik deformasyonu işaret eden dokuların varlığı, bölgedeki cevherleşmenin sağ-yanal doğrultu atımlı deformasyonla ilişkili olmasını gerektirmektedir. Ancak, birbirini takip eden silisleşme fazlarında meydana gelen kaynama süreçleri, hidrotermal sistemde birbirini takip eden tıkanma ve açılma süreçlerini ortaya koymaktadır. Bu sebeple, cevherleşmedeki ikincil silisleşme

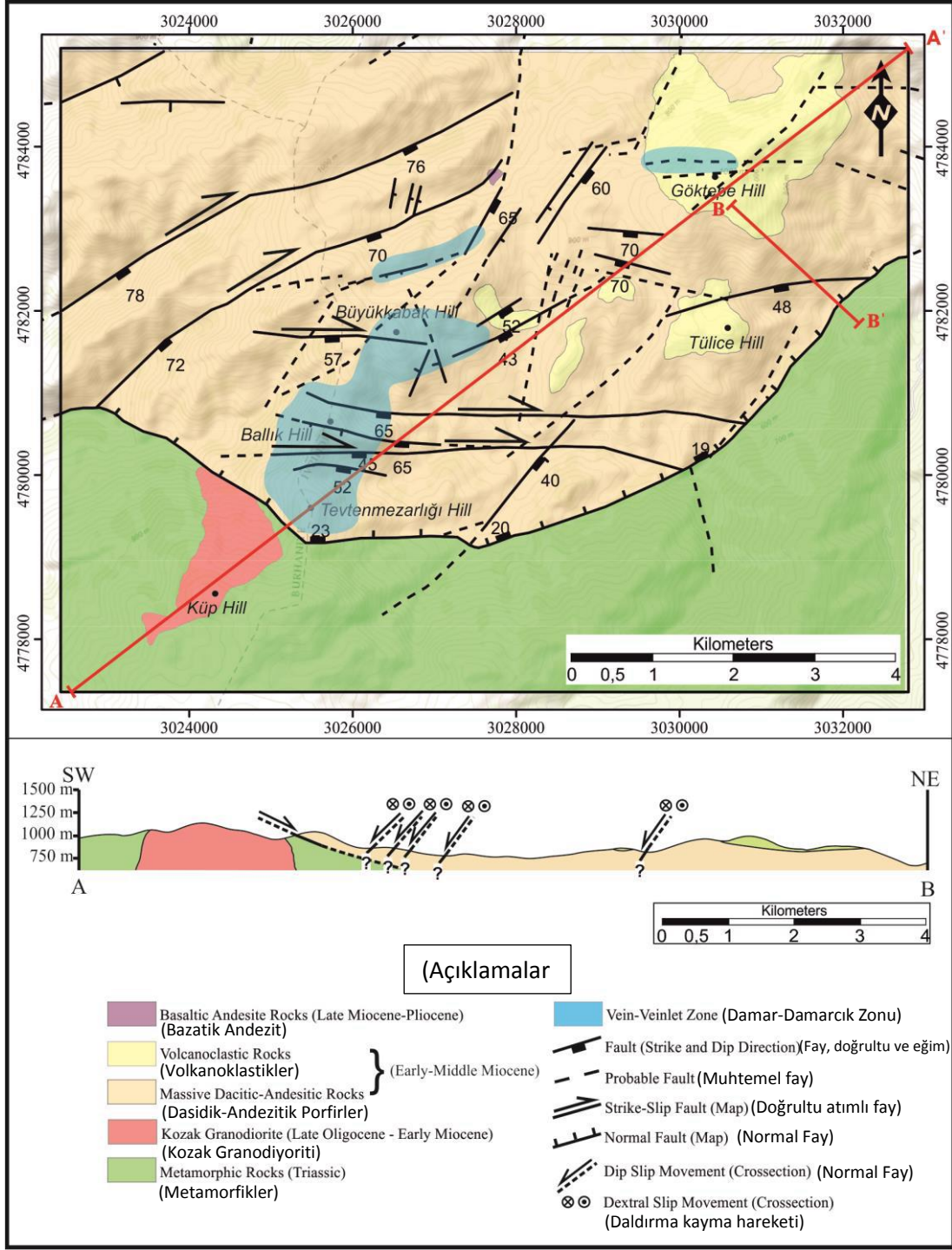
fazına, kırılma-tıkanma mekanizması eşlik etmektedir. Dinamik rekristalizasyon dokularının varlığı, hidrotermal akışkanların cevherleşme içeren faylar veya en azından deformasyon zonları boyunca hala hareket halinde olduğunu göstermektedir (Çam, 2017).

Çalışma alanının temel birimi olan metamorfikler ile volkanikler arasındaki düşük açılı eğim atımlı normal fay, genel tektonizmayı etkileyen ana sistemi oluşturmaktadır. Söz konusu tektonik hat K40-50D yönlü 30KB eğimli normal/oblik faydır. Bu ana fayın yaklaşık 2.5-3km kuzeyinde, faya paralel, ana fayın sintetiği olduğu düşünülen K45D yönlü bir başka Karadere cevherleşmelerinin alterasyon koridorunu oluşturmaktadır. Diğer taraftan, sahada alterasyonun en yoğun olarak gözlemlendiği ve damar sistemlerini kontrol eden yanal/oblik (D-B yönlü), güney 30-40 eğimli olarak gözlenen bu hat KD-GB koridorunun içerisinde 4 ana hat olarak gözlenmektedir (Şekil 5.2).

Çalışma alanının büyük bir bölümü zemin niteliğindeki malzeme ile örtülü, bitki örtüsüyle kaplı ve yüzey alterasyonlarının yoğun olması nedeniyle detaylı hat etütleri yapılamadığından, gerçekleştirilebilen hat etütleri hâkim süreksizlik sistemlerinin yönelimlerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Hat etütleri arazide mevcut yol güzergâhları boyunca açılmış yarmalarda olmak üzere 18 ayrı noktada gerçekleştirilmiştir (Şekil 5.3).

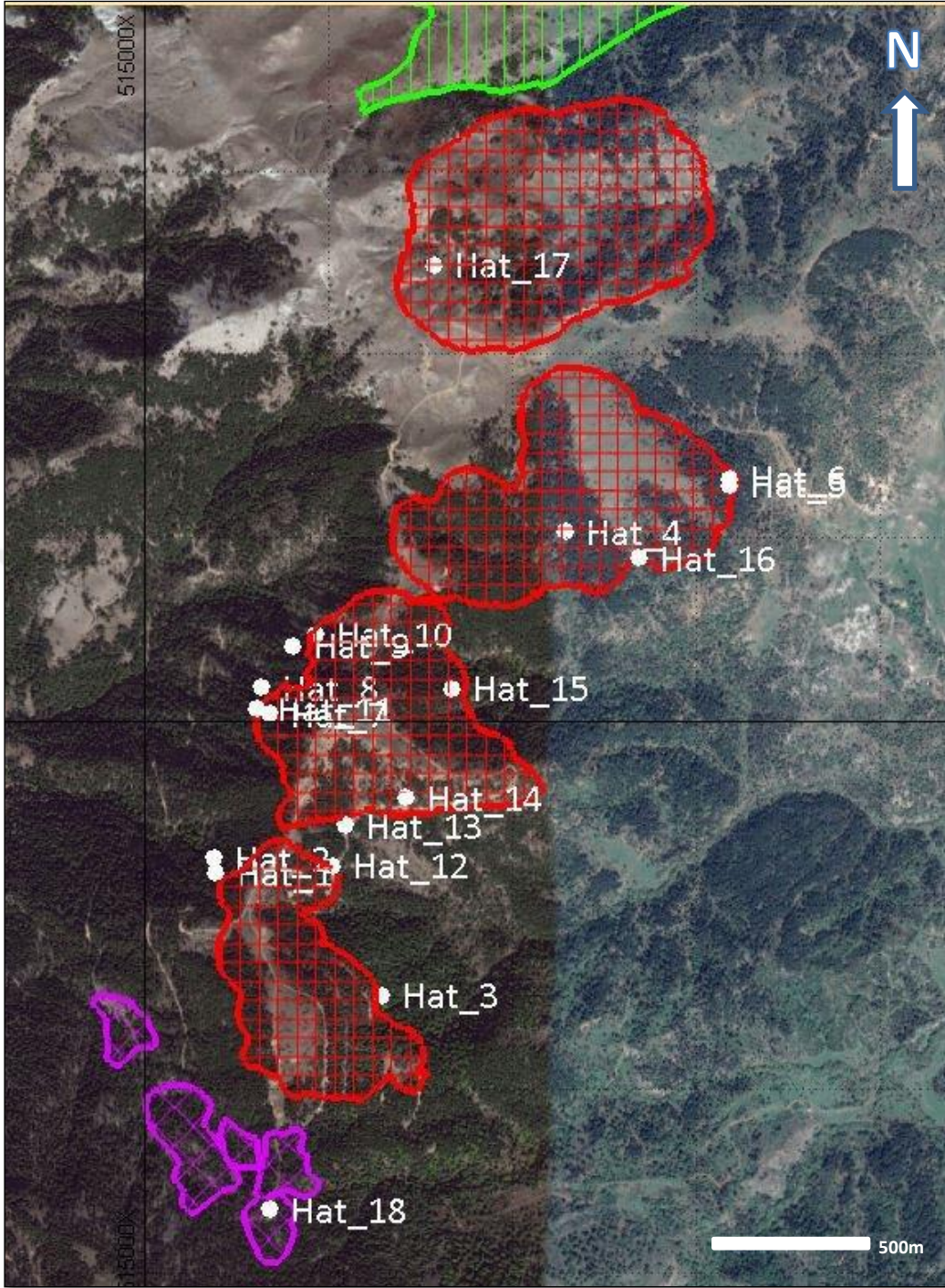


Şekil 5.1: Karadere Projesi Fay (1) ve Kuvars Damarı ölçümlerinin gül diyagram üzerindeki görünüşleri (Çam, 2017).



Şekil 5.2: Çalışma alanının yapısal haritası (Çam, 2017).

Bölgede KKB-GGD gidişli tektonik hatlar ile ilişkili olduğu düşünülen K-G yönlü kırık sistemleri Ballık Tepe ve civarında oldukça yaygındır (Şekil 5.2).



Şekil 5.3: Süreksizliklerin belirlenmesi amacıyla yapılan hat etüdü lokasyonları (Çam,2 017).

Hat çalışmalarının büyük bir bölümü volkaniklerde küçük bir bölümü ise metamorfik kayalarda gerçekleştirilmiştir. Sahada mevcut süreksizliklerin yönelimlerinin belirlenmesi amacıyla hat etütlerinde 326 adet süreksizliğe (kırık, foliasyon, tabakalanma) ait eğim ve eğim yönü ölçüsü alınmıştır. Söz konusu süreksizliklerin dağılımının, bunların oluşturduğu ana süreksizlik takımlarının belirlenebilmesi amacıyla stereografik izdüşüm tekniğinden yararlanılmıştır. Bu

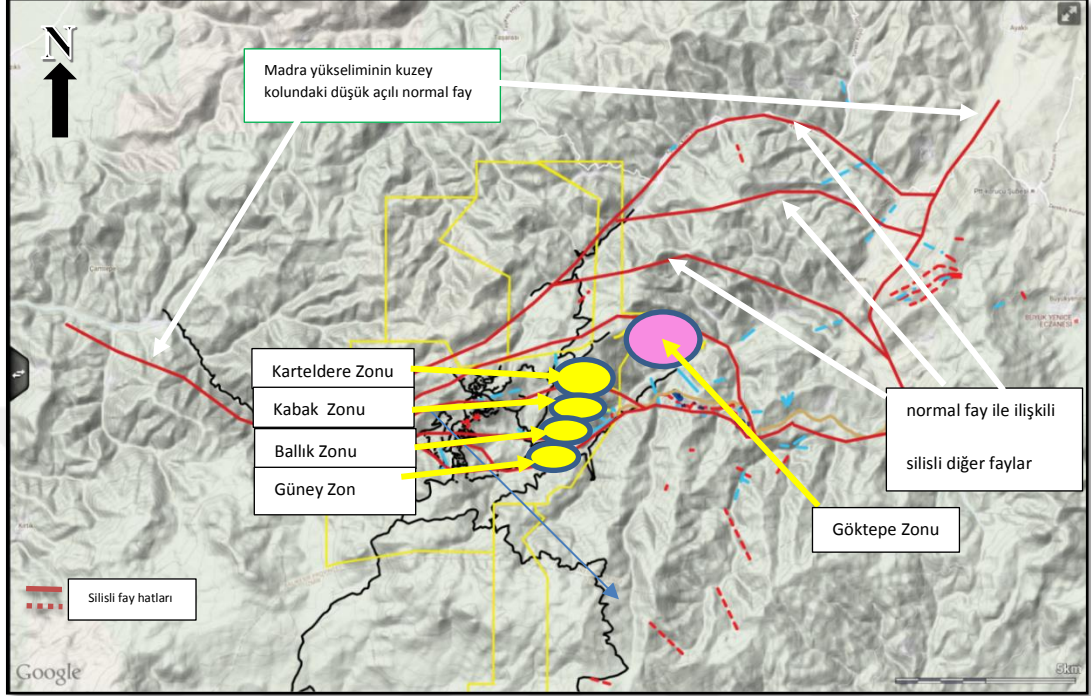
amaçla, bilgisayar programı kullanılarak süreksizliklerin kutup noktaları çizilmiştir. Ayrıca, bu diyagramlar üzerinde kutup yoğunlaşmalarına göre kontur diyagramları çizilmiş ve egemen süreksizlik sistemlerinin yönelimleri tespit edilmiştir. Metamorfiklerde açılmış yol yarmalarında yapılan gözlemlerde çok düşük devamlılığa sahip olduğu görülen foliasyon düzlemlerinin yönelimleri çok kısa aralıklarda değişim göstermektedir. Hat çalışmalarında alınan ölçümlerde; foliasyon düzlemlerinin genel doğrultusunun KKD-GGB olduğu, eğimlerinin ise ağırlıklı olarak 30° ile 35° arasında değiştiği görülmüştür. Volkanikler içinde açılmış yol yarmalarında yapılan gözlem ve ölçümlerde birbirine dik yönde gelişmiş eklem sistemleri gözlenmiştir. Bu eklem sistemleri, farklı eğim ve eğim yönleri sergileseler de çok düşük devamlılığa sahip olan eklem setlerinde 20°-90° arasında değişen bir eğim gözlenmiştir. Volkaniklede görülen kırıklardan elde edilen yönelim ölçümlerinin stereografik izdüşüm metodu ile yorumlanması neticesinde, ana yönelimleri; 262/85 (Set 1), 307/79 (Set 2), 15/78 (Set 3) olan 3 adet kırık seti belirlenmiştir (Şekil 5.3).

Kutup yoğunlaşmalarına göre belirlenen kırık setleri düşük yoğunluk yüzdesine sahiptirler. Bu nedenle duraysızlıklar üzerinde etkili olabilecek belirgin kırık sistemi varlığından söz etmek mümkün değildir. Bu kırık sistemleri dike yakın setler olup, duraysızlık mekanizması açısından oluşabilecek bloğun sınırlarını belirlemek gibi rolleri olabilir. Düşeye yakın sistemler olmaları nedeniyle, eğim yönlerinde 180°'lik değişimler gözlenebilmektedir. Buna ek olarak, bu kırık setleri ile çok sayıda gelişigüzel (rastsal) yönelime sahip kırıklar bulunmaktadır (Şekil 5.4).

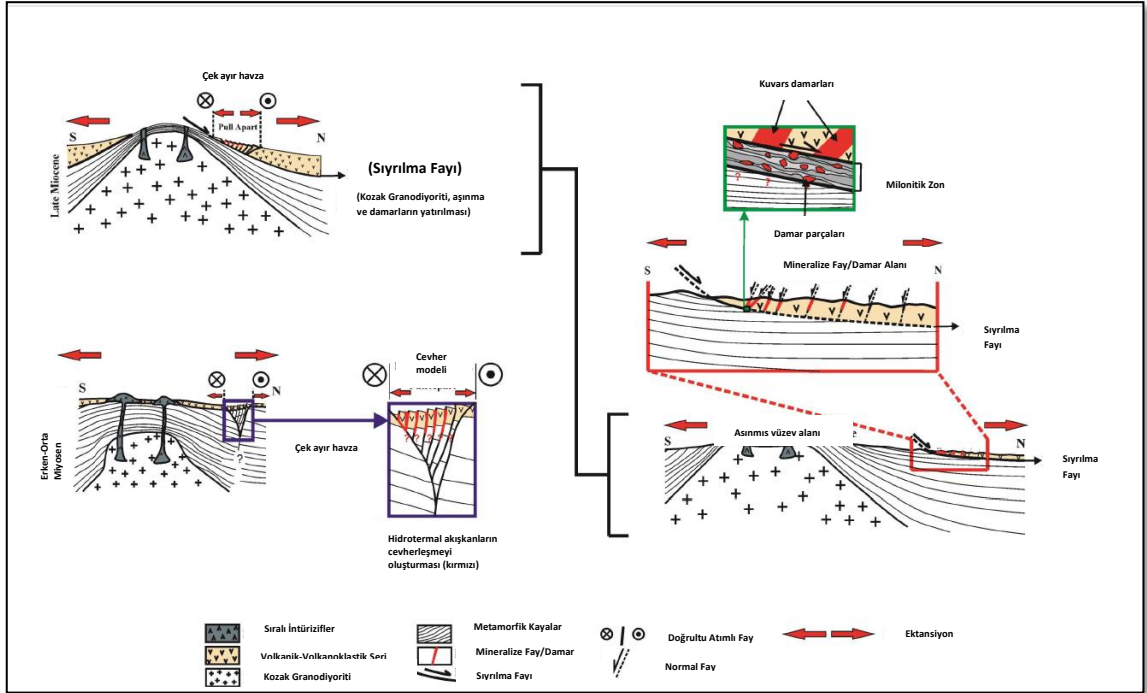
İvrindi projesi yapısal modeli ile ilgili pull-apart basin modeli tartışılabilir. Bu model için veri toplama gerekliliğinin yanında bazı veriler model ile uyumluluk göstermektedir. Aşağıdaki haritada kırmızı ile gösterilen kısımlar silişlemenin gözlemlendiği yapısal hatlardır ve tamamen yoruma dayalıdır. Bu alanlardaki faylar cevherleşme açısından çalışılmalıdır. Bu kısımdan daha güneye doğru çizilen hatların bazılarında fay aynaları silişleşmiş olarak gözlenmiştir. İvrindi Projesi konumu itibarıyla bu büyük fay zonlarının kesişim noktasında yer almaktadır.

Madra yükseliminin kuzey kolunda İvrindi Projesi, batı kolunda Kubaşlar Projesi, güney kolunda Çukuralan Madeni yer almaktadır. Bu projelerin düşük açılı fay zonları ile ilişkili oldukları görülmektedir.

Madra yükseliminin sınır zonlarında aynı tip düşük sülfidasyonlu epitermal yataklanmalar yer almaktadır. Maden arama programında bu potansiyel alanlar göz önünde tutulmalıdır.



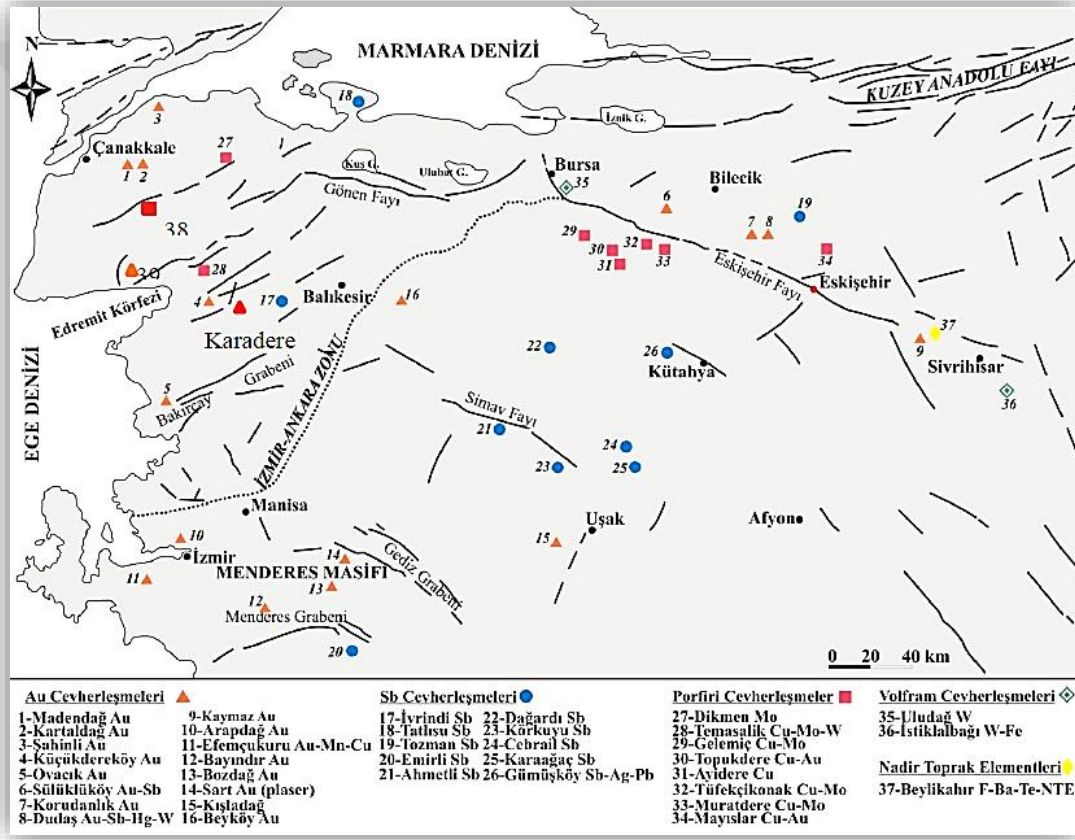
Şekil 5.4: İvrindi Projesi cevher potansiyeli yüksek olan yapısal hatların durumu ve projenin konumu.



Şekil 5.5: Çek-ayır havza modelindeki yapısal hatlara örnek olabilecek model kesit (Altunkaynak, Yılmaz 1998).

6. EKONOMİK JEOLJİ

İnceleme alanı, porfiri (Halilağa porfiri Cu-Au), skarn (Evciler Au-Cu skarn; Ayazmant Fe skarn; Yenice W-Mo, Cu, Zn, Fe skarn) ve epitermal (Kısacık yüksek sülfidasyonlu, Kirazlı yüksek sülfidasyonlu, Ağı Dağı yüksek sülfidasyonlu, Kestanelik düşük sülfidasyonlu) türde birçok cevherleşmenin bulunduğu Biga Yarımadası'nda yer almaktadır (Şekil 6.1).



Şekil 6.1: Batı Anadolu'da bilinen Au, Sb, porfiri Cu-Mo yataklarının ve Karadere Au-Ag cevherleşmesinin konumu (Kuşçu, 2005).

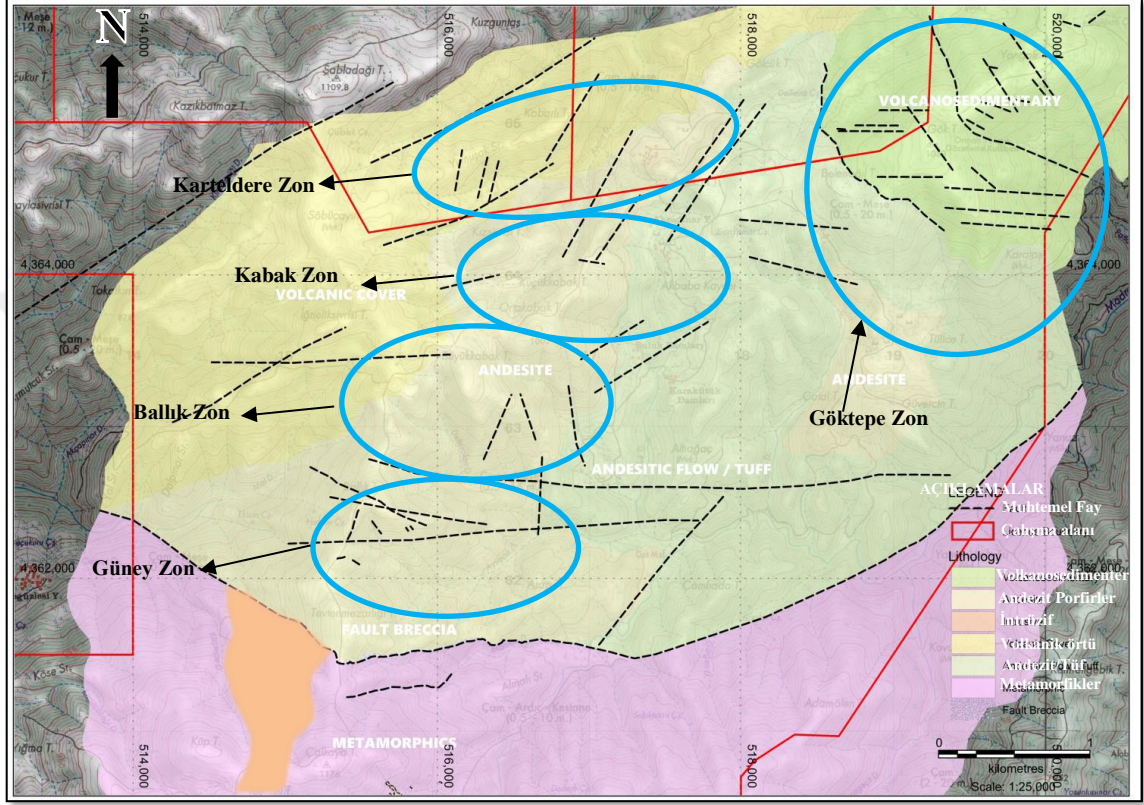
Karadere düşük sülfidasyonlu epitermal Au-Ag cevherleşmeleri, metamorfik bir temel üzerinde açılmış KD yönlü bir havza içine yerleşmiş andezit, andezitik bazalt, akıntı breşi, aglomera ve patlama breşleri ile temsil edilen dom-lav kompleksi içinde yer almaktadır. Çalışma alanındaki alterasyonlar, dış zona temsil eden klorit-

epidot alterasyonu, arjilik alterasyon ve silisleşme olarak üç ana tiptedir. Arjilik alterasyon temel olarak kaolinit, simektit, illit ve montmorillonitten oluştuğu söylenebilmektedir. Bu alterasyonlar, sistemin merkezini oluşturan ana silislenmiş bölgeler (kuvars damarları) ile mekansal bir ilişki içinde meydana gelmektedir. Hidrotermal alterasyon bölgelerinin dış kısmında kalın bir klorit içerikli arjilik hale bulunmaktadır. Bu çalışmada damar ve damarcık sistemlerinin deformasyon ile yakından ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu deformasyon bölgelerinin kalınlığı değişken olmakla birlikte, kalınlığı 2 metre'den az değildir.

Altın mineralizasyonu, kalın kuvars damarları ve çok ince (birkaç mm kalınlığında) kuvars damarcıkları olarak meydana gelen silisleşme ile beraber bulunmaktadır. Saha çalışmaları, ana kuvars damarlarının her iki tarafında damarcık zonu bulunduğunu göstermiştir. Damarcık zonu, kuvars damarcıklarından ve mm'den küçük mertebede kuvars damarcık ağından oluşmaktadır. Cevherleşmenin gözlemlendiği bölgede;

- Dom-lav kompleksi andezitik lav akıntıları ve aglomeralarından oluşmakta ve düzenli bir volkanostratigrafi sunmaktadır. Göktepe ile Kabak tepe arasında kalan alan içinde en az 4 lav akıntısı ve 3 akıntı breşi-aglomera tespit edilmiştir.
- Lav akıntıları genellikle andezit bileşimlidir; mor ve pembe renkli olmak üzere iki tip akıntı bulunmaktadır ve akma bantları içermektedir.
- Aglomera-akıntı breşi monomiktik ve hamur desteklidir. Klastlar ve hamur yer yer aynı bileşimdedir. Bu nedenle otobreş olabilecekleri düşünülmektedir.
- Lav akıntıları ve breşik kayalar andezit porfir, bazaltik andezit bileşimli domlar tafafından kesilmektedir. Domlara yakın kesimlerde ince taneli klastları içeren monomiktik ve yer yer silisleşmiş patlama breşleri gözlenir.
- Dom-lav kompleksi hem KD hem de KB yönlü faylar ile farklı zamanlarda ötelendiği için orijinal stratigrafi ve doğrultu/eğim yapıları sık sık değişmektedir.
- Alterasyon ve cevherleşmeler domların volkanik istifini kestiği kesimlerde ve özellikle domların içinde ve patlama breşleri içinde oluşmuştur.

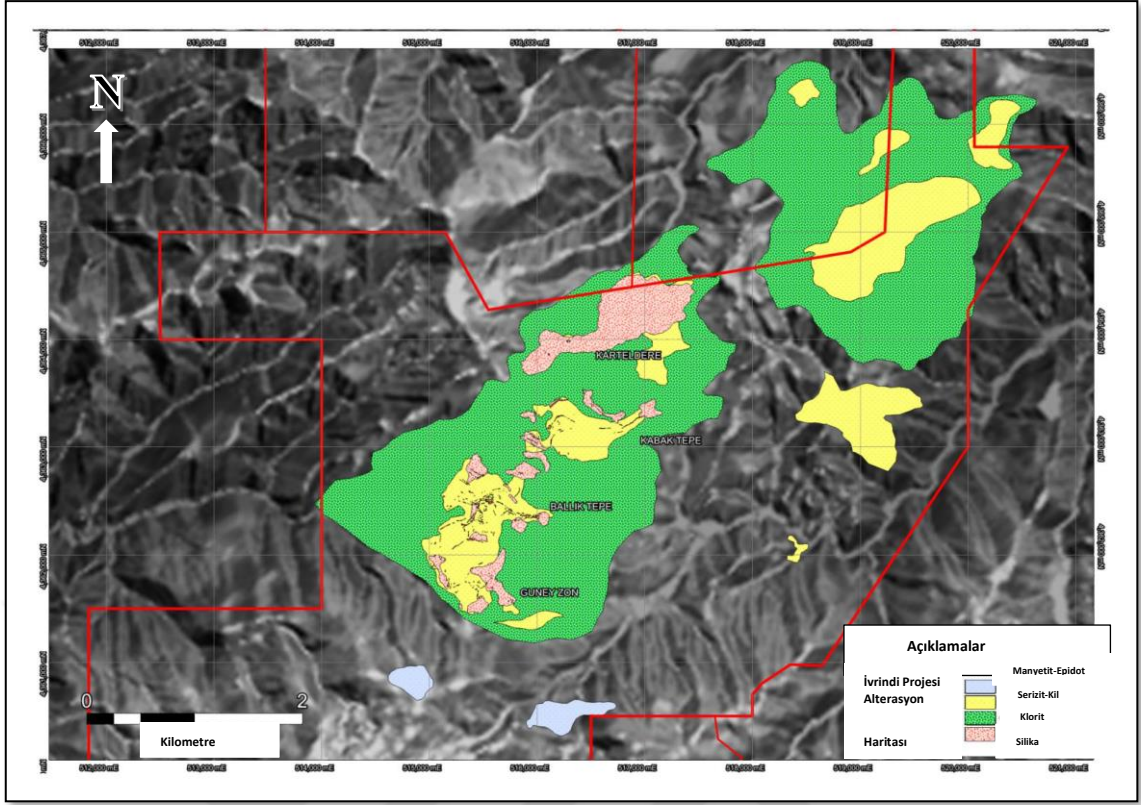
- Volkanik istifi K40-50B yönünde kesen dik açılı normal faylar cevherleşmeleri kontrol eden önemli yapılardır. Bu yönler boyunca yaygın silisleşme ve kuvars-kil alterasyonu gözlenir.
- K40-50B yönündeki sirtlar ve silisleşmiş, stockworklu breşler bunu desteklemektedir.



Şekil 6.2: Karadere (İvrindi) Projesi Litoloji Haritası.

Volkanik dom kompleksi birimleri arasındaki ilişki kesen kesilen ilişkisi, arazi morfolojisi, arazi ve mikroskop tanımlaması neticesinde ayırtlanmıştır. Birimlerin isimlerinin tam olarak ortaya konması için mikroskobik çalışma yapılması daha doğru olacaktır.

Sıyrılma fayı ile volkanik dom kompleksi birimleri arasındaki ilişki net olmamakla birlikte bununla ilgili iki farklı düşünce ortaya çıkabilir. Sıyrılma fayı ile volkanik dom kompleksi birimleri eş yaşıdır ve sıyrılma fayı kanalını kullanmışlardır, bir diğer düşünce ise volkanik dom kompleksi içerisindeki subvolkanik kayaların sıyrılma fayını kestiği düşüncesidir. Bu tartışma yaş verisi eldesi ile çözülebilir.



Şekil 6.3: Karadere (İvrindi) Projesi Alterasyon Haritası.

Karadere (Burhaniye) düşük sülfidasyonlu epitermal Au-Ag yatağında Güney Zonu, Karteldere Zonu, Ballık Zonu, Kabak Zonu ve Göktepe zonu olmak üzere toplamda 5 ana zon tespit edilmiştir (Şekil 6.2). Bu zonlar ile ilgili detay bilgiler aşağıda verilmiştir.



Şekil 6.4: Karadere (Burhaniye) Au-Ag yatağındaki ana zonların görünümü.

6.1 Güney Zonu

Güney zon, metamorfik kayalarla Ballık, Kabak tepe ve Göktepe boyunca takip edilen ve ana cevherleşme zonunu güneyden sınırlayan düşük açılı normal bir fay boyunca gözlenen silisleşmiş milonitik-kataklastik kayalardaki görece daha yüksek Au tenörlü bir zondur. Bu zon, metamorfik kayalar ile andezit porfir bileşimli kayalar arasında 18-26° kuzeye eğimli düşük açılı normal bir fay (veya listrik fay) ile ilişkilendirilmektedir. Bu fayın tavan bloğunda (hanging Wall) andezit porfir bileşimli volkanik kayalar, taban bloğunda (footwall) ise metamorfik kayalar yer alır. Bir başka deyişle kabaca D-B istikametinde gözlenen andezit porfir yankayaçlı ana cevherleşme zonu tavan blokta yer almaktadır (Şekil 6.4).



Şekil 6.5: a) Güney zonun zirvesinde yer alan N-S yönlü kuvars damarı, b) ballık zon ve güney zonun hava fotoğrafı, c) güney zonda metamorfikler ile volkaniklerin sınırındaki düşükaçılı normal faydaki kuvars damar zonu, d) güney zonun doğu yamacındaki yol yarmasındaki damarcık zonları ve silisleşmeler.

Tektonik kontağın tavan bloğunda bulunan damarlar güneye eğimli olup bu da ana cevherleşme zonundaki genel damar eğim ve doğrultusuna paralel damarların güney zonuna kadar da devam ettiğini göstermektedir. Fay ise bu damarları hem keser hem de deforme eder şekilde kuzeye eğimli bir şekilde devam etmektedir. Fayın tavan bloğunda yer alan alterasyon ve cevherli zonlara ait altere (kil-kuvars alterasyonu) kayaçların ve kuvars damarlarının deforme oldukları; parçalanarak fay zonu boyunca kataklastik kayaçlar ve milonitik oluşumlara dönüştükleri görülmektedir. Kataklastik kayaçlar ve milonitik zon, hamur (fay kili) destekli ve polimiktik bir zon olarak tanımlanmaktadır. Kataklastik kayaçlar ve milonitik zonlar içinde yer alan kayaç parçaları hem taban bloktaki metamorfikler hem de tavan bloktaki andezit porfirler ve cevherli kuvars damarlarına ait köşeli ve farklı boyutlardaki parçalardır. Bu parçaları destekleyen fay kili ise şiddetli ve yaygın bir alterasyon sonucu tamamen silisleşerek koyu gri-siyah renkli kuvars damarlarını oluşturmaktadır. Bu damarları kesen sondajlarda Au değerlerinin ana cevherleşme zonunda tespit edilen ortalama değerlerin birkaç katı olacak şekilde seyrettiği görülmüş fakat zonun takibi yapılamamıştır.

Tablo 6.1: Güney Zon sondaj bilgi tablosu (Tümad Resource Estimate For The İvrindi Gold Project Balıkesir-Western Turkey, 2017).

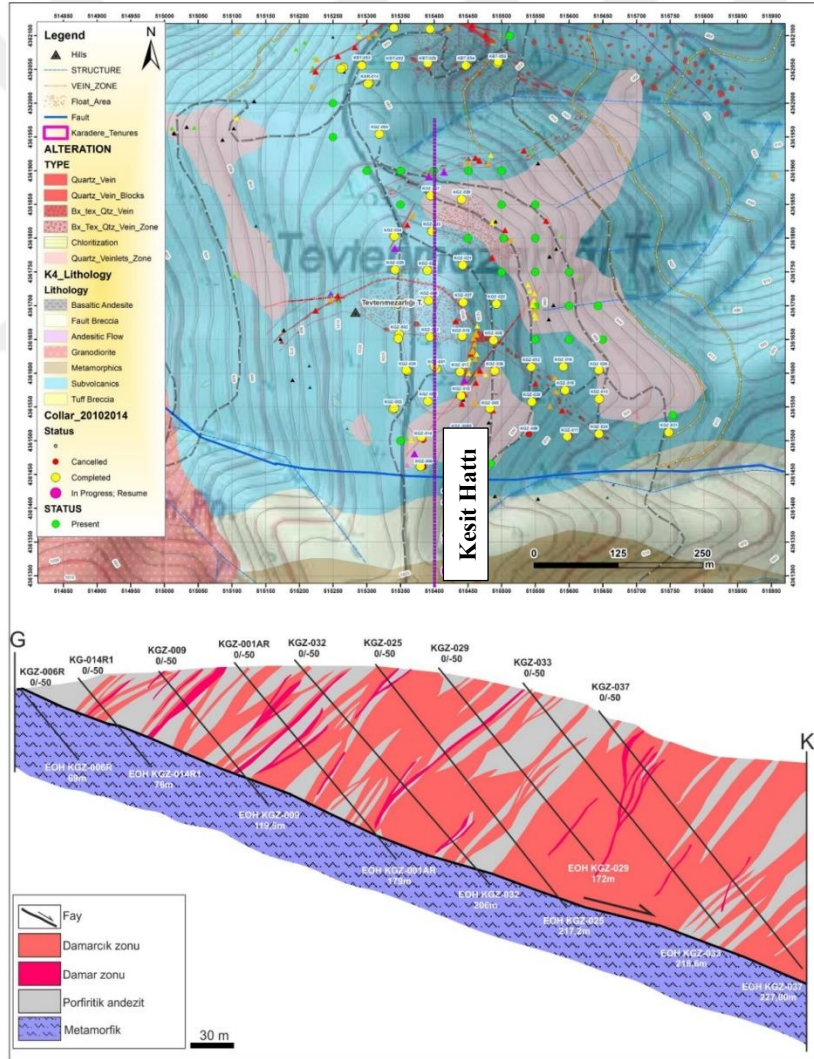
Sondaj yapılan Zonlar	Toplam Sondaj lokasyonu	Toplam Sondaj Adeti	Kabul edilen Toplam metraj (m)	Kabul edilmeyen Toplam metraj (m)	Toplam Sondaj Metrajı (m)
Güney Zon	60	80	9.708,90	851,30	10.560,20

Güney Zonda toplamda 10.560,2m sondaj yapılmıştır. Bu zonda mineralizasyon doğu ve batı yönde devam etmekte olup sondajların yapıldığı alan doğu-batı yönde 300m, kuzey-güney yönde ise 400m lik bir alandır.

2014-2015 yılları arasında bu zonda yapılan sondajlar sonucunda kaynak hesabı yapılmıştır. Kaynak hesabı sonuçlarına göre güney zon da 0,46 ppm tenörle Au 130,8 bin ons doğruluğu hesaplanmış kaynak, 0,48ppm tenörle Au tenörle 105,8 bin ons Au potansiyel kaynak hesaplanmıştır. Bunun yanında 0,89 ppm tenörle Ag hesaplanmış kaynak 251 bin ons, potansiyel kaynak ise 0,86ppm tenörle 191,3 bin ons Ag olarak hesaplanmıştır.

Tablo 6.2: Güney Zonun kaynak hesabı tablosu, (Tümad Resource Estimate For The İvrindi Gold Project Balıkesir-Western Turkey, 2017).

Zon	Ölçülmüş+ Gösterilmiş						Çıkarılmış				
	Topografyaya göre derinlik	Milyon Ton	Au (g/t)	x1000 Au (oz)	Ag (g/t)	x1000 Ag (oz)	Milyon Ton	Au (g/t)	x1000 Au (oz)	Ag (g/t)	x1000 Ag (oz)
Güney Zon	<25	1.96	0.45	28.4	0.92	57.9	1.48	0.45	21.5	0.94	44.8
	<50	4.96	0.47	74.3	0.93	147.7	2.94	0.46	43.7	0.93	87.8
	<75	7.14	0.46	105.5	0.89	204.6	4.07	0.46	60.5	0.89	166.8
	<100	8.29	0.46	121.3	0.88	234.8	4.93	0.47	74.2	0.88	139.5
	<125	8.76	0.46	130.4	0.89	250.2	5.58	0.47	84.6	0.87	156.7
	<150	8.79	0.46	130.8	0.89	251	6.8	0.48	104.2	0.86	187.2
	<175	8.79	0.46	130.8	0.89	251	6.9	0.48	105.8	0.86	191.3
	<200	8.79	0.46	130.8	0.89	251	6.9	0.48	105.8	0.86	191.3
	<250	8.79	0.46	130.8	0.89	251	6.9	0.48	105.8	0.86	191.3
	Toplam	8.79	0.46	130.8	0.89	251	6.9	0.48	105.8	0.86	191.3



Şekil 6.6: Güney zonun jeoloji haritası, K-G hattından geçen jeoloji enine kesiti ve gerçekleştirilen sondajların konumu.

Güney zon hem D-B hem de K60D yönlü damarların birlikte gözleendiği bir alterasyon topluluğudur. Damarlar andezit porfir bileşimli bir kayaç içinde oluşmuştur. Damarlar yer yer 20-30 cm kalınlığa ulaşmakta ve hem bantlı yapı sunmakta hem de kuvars-hematit breşi gibi oluşumları da barındırmaktadır. Breşik oluşumlar çok sık rastlanmasa da damarlar içinde cepler veya merceksi yapılar olarak göze çarpmaktadır (Şekil 6.5). Bu zon, ince ve birbirine paralel damar sistemlerinin gözleendiği bir oluşuma karşılık gelmektedir. Damarların hem birbirlerine paralel olması hem de baskın doku olarak bantlı ve bladed dokuları içermesi (Şekil 6.5a-d), bu zonun daha alt kotlara; dolayısıyla Ballık tepedeki oluşumların daha derin kesimlerine karşılık gelen bir zon olduğunu ortaya koymaktadır.

Güney zonda toplamda 7 adet alterasyonu tanımlamak için ince kesit incelenmiştir.

Güney zonda yapılan kesitlerde güney zondaki düşük açılı normal faydan dolayı (metamorfik-volkanik sınırını kontrol eden fay) diğer zonlardaki gibi net yanal ve düşey profillerde damar-damar zonları incelenememiştir. Ancak düşey kotta 1044m kotundan, 975m kotuna kadar olan kısımda 5 örneğin incekesiti incelenmiştir. Yanal profilde ise sondajların yeterli sayıda olmamasından ve topografya kaynaklı olarak yaklaşık 120m'lik bir kısımda aynı kottan yanal kesitler incelenmiştir.

Güney zondaki yanal profilde ise ZG-17 ve ZG-36 kesitleri dikkate alınmış yapılan incelemelerde yaklaşık aynı kuvars tipleri 120m yanal profilde gözlenmiştir. Yanal profilde aynı kotta yapılan incelemelerde aynı damar kanalında kuvars fazlarının değışiklik sunmadığı görülmüştür.

ZG-37 kesitinde 3 ayrı kuvars damar tipi gözlenmekte olup bunların ilişkisi; ince taneli şeker dokulu serizitli kuvars damarını kesen iri taneli kuvars damarı ve bu damarı kesen ince taneli kuvars damarı şeklinde gözlenmektedir.

ZG-38 kesitinde (940m kotu) ise iki farklı kuvars damarı gözlenmekte olup, bunlar serizitli şeker dokulu kuvars damarı ve bu damarı kesen iri taneli kuvars damarı şeklindedir. Bu kesitte damar breşi ve bu breşi kesen yaklaşık eş taneboylu başka bir kuvars damarcığı da gözlenmektedir.

Güzey zonda volkanik-metamorfik sınırına yakın kısımda fayın hemen üzerinde volkaniklerin içerisinde gözlenen gri renkli kuvars damarları, vein-breccia (damar breşi) yapılarından ve o noktadaki volkanik kayadan incekesit yaptırılmış ve incelenmiştir.

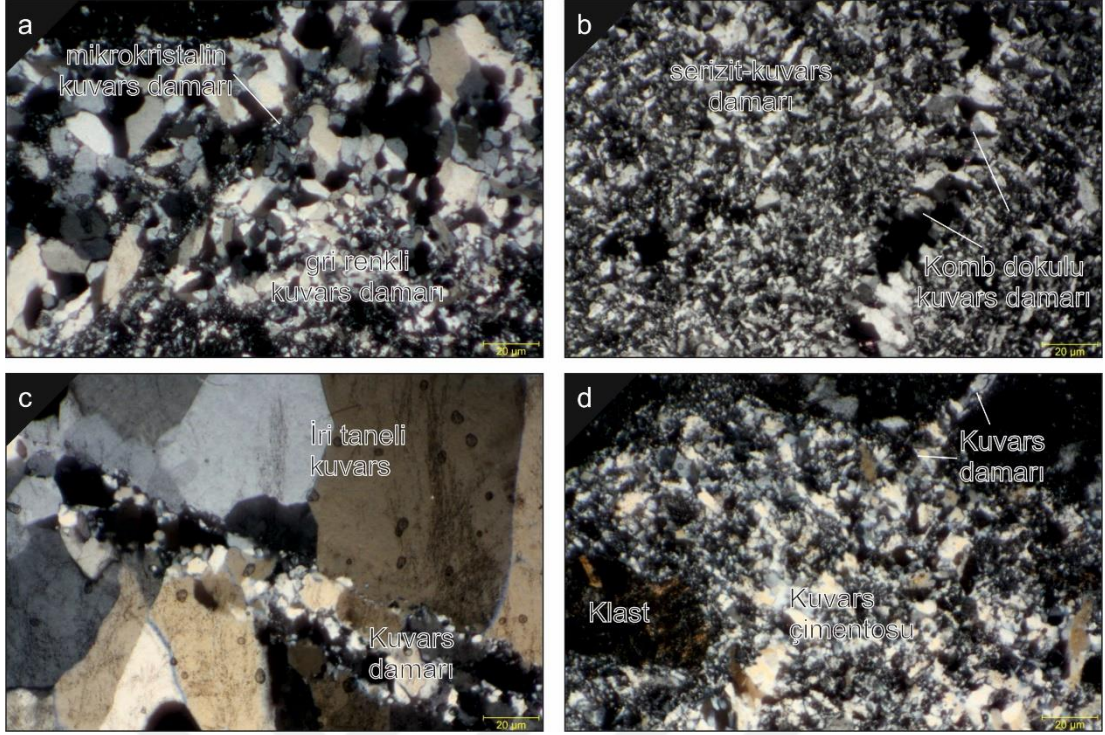
ZG-46 kesiti, sıyrılma fayının hemen üzerindeki volkanik birimin içindeki higg-grade cevher zonundaki damarcıklardan alınmıştır. Bu kesitte kuvars çimentolu tektaneli hidrotermal breş damarcıkları (vein-breccia yapıları) gözlenmiştir.

Makro anlamda bu yapının içindeki klastlar beyaz renkli kuvars damarcıkları olarak tanımlanmıştı ve bu gri renkli kuvars fazının bu damarları kestiği yorumu yapılmıştı. İncekesit teki bu incelemede ise gri kuvars cement içindeki klastların kuvars parçacıkları olmadığı volkanik malzeme parçacıkları olduğu tespit edilmiştir. Bu anlamda ise gri-renkli kuvars damarcıklarının beyaz renkli damarcıkları net olarak kestiği söylenememektedir.

ZG-46 kesitindeki gri damar incelemesinde farklı bir damar tipinde incetaneli (mikrokristalen) kuvars damarınının gri-qtz damarını kestiği gözlenmektedir

Gri renkli bu kuvars damarcıkları kısmen karteldere zonundaki kuvars damarcıkları gibi tarak dokusu (comb texture) göstermekte olup bu damarlarda opak mineraller, diğer damarcıklara oranla daha fazladır.

Aynı zondaki ana kayada yaptırılan ince kesitte ise kalıntı magmatik ve hidrotermal kuvars kristalleri, plajiyoklazca zengin arjilik altere matriks içinde düzensiz şekilde dağılım sunmaktadırlar.



Şekil 6.7: Güney Zonunda sondaj karotlarında gözlenen dokular. a) Mikrokrystalin kuvars damarı ve gri renkli kuvars damarı, b) serizit-kuvars damarının kesen komb-dokulu kuvars damarı, c) İri taneli kuvarsı kesen kuvars damarı, d) Kuvars çimentosunu kesen kuvars damarı ve volkanik bir klast.

ZG-16 kesiti, yüzeydeki kuvars damarından alınmıştır (1036m kotu). İnce taneli sugary texture kuvarsdamarı ve serizitik noktalar, boşluklarda iri taneli kuvars kristali büyümeleri ve nadiren bu damar keser şekilde gözlenen tarak dokulu kuvars damarı gözlenmiştir.

Güney zondaki düşey profil incelemesinde sonuç olarak genelde 2 ayrı kuvars damarı fazı nadiren 3 farklı kuvars damarı fazı gözlenmiş olup, ana kayacın arjilik alterasyona maruz kaldığı ve damarcıkların ana kayacı breşleştirerek kat ettiği gözlemlenmiştir.

6.2 Karteldere zonu

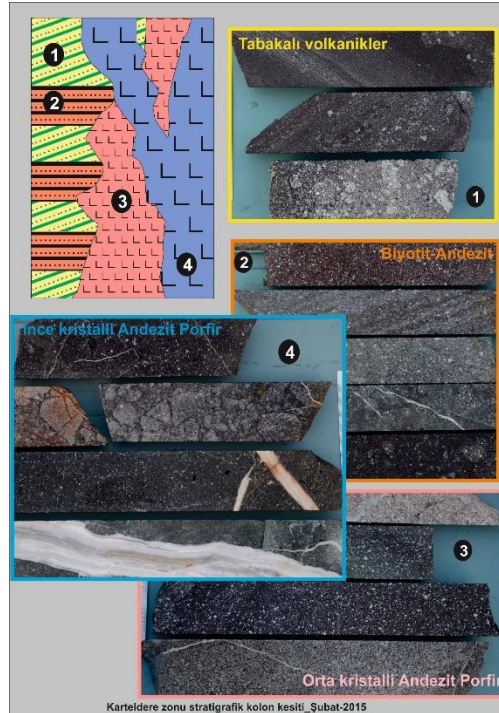
Kabak Zonunun kuzeyinde Kartedere isimli dere içerisinde yer almaktadır. Deniz seviyesine göre 940m kotlarındaki aşınmış damar mostralalarının konumları yorumlanarak >1.2km'lik bir yapısal hat boyunca uzanımın devam ettiği ön görülmüş, diğer zonlardan farklı olarak kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı bir hatta

yerleşmiş kalınlığı 0,5-6m arasında değişen ana damar ve damar zonundan oluşmaktadır. Taban bloğunda kuvars damarcıkları (stokwork) <130m kadar devamlılık sunmaktadır. Keşfedilmiş en yüksek Au tenörlü zon Karteldere zonudur.

Karteldere zonu volkanaklastik kayalar ile volkanik birçok domun birbiri içinde düzensiz sınırları olan bir konumda yer alırken alterasyonun takip edildiği ince kristalli andezit porfir ile yapısal kontrollü bir silisleşme başlamaktadır. Devamında ise kuvars serizit alterasyonu ve kloritik alterasyon zonu ile devam etmektedir.

Karteldere zonunda alterasyon ihtiva etmeyen farklı dokuda andezit porfirler de mevcuttur. Bu porfirlerin ince kristalli andezit porfir ile ilişkisi sondajlarda gözlenenbilmektedir. Yüzeyle bu ilişki gözlenememiştir. İnce kristalli andezit porfir olarak tanımlanan alterasyona evsahipliği yapan birim orta kristalli andezit porfiri kestiği gözlenmiştir. İri kristalli andezit porfir ile ince kristalli andezit porfir arasında yapısal bir sınır mevcuttur.

İnce kristalli andezit porfirin güneyinde iri taneli oksidasyona uğramış andezit porfir bulunmakla birlikte, kuzeyinde ise orta taneli andezit porfir yer almaktadır.



Şekil 6.8: Karteldere litoloji fotoğrafları ve zonun kolon kesiti.



Şekil 6.9: a) Karteldere'deki alterasyona uğramamış volkanoklastik seri, b) volkanoklastik serinin altında gözlenen arjilik altere Andezit porfirler, c) Karteldere içinde doğudaki mostranın duruşu, d) Karteldere de batıdaki mostranın duruşu, e) sondaj karotlarında gözlenen damarcık zonu ve kristallenmemiş pirit mineralizasyonu, f) yarılanmış sondaj karotunda birbirini kesen farklı kuvars fazlarının görünümü.

İnce kristalli (kristal boyutu <3mm) andezit porfir zonu genel olarak kuzeye eğimli volkanoklastik serinin (intrüzif breş, andezit lav akıntıları) içinde yer alan ve her zaman aglomera-intrüzif breşle karakterize edilen bir kılavuz seviye altındaki tabaka sınırlı (stratabound) bir cevherleşme gibi düşünülmüştür. Ancak sondaj sayısının artmasıyla birlikte bu kılavuz seviye izlenememiştir. Alterasyon ve

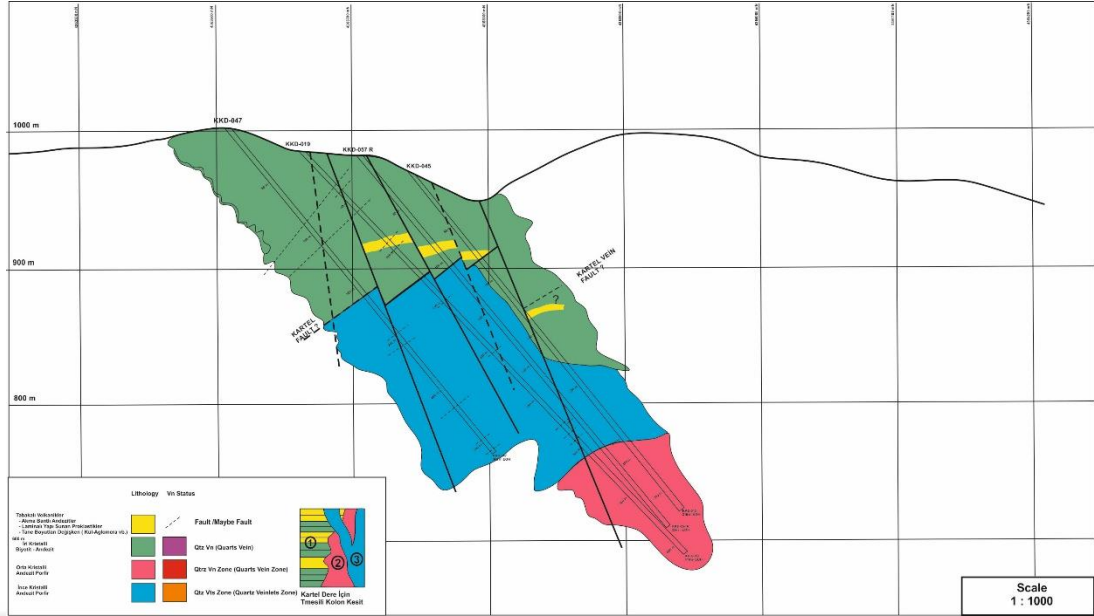
cevherleşmeler volkanosedimenter seri, okside orta taneli andezit porfir sonrasında fay zonunda damar, damar zonu ile başlayan ve propilitik alterasyona uğramış ince kristalli andezit porfir içinde gözlenmektedir.

İnce kristalli andezit porfir morfolojisi fay ile sınırlı olup, düşen blok üzerinde morfoloji dom yapısı sunmaktadır.

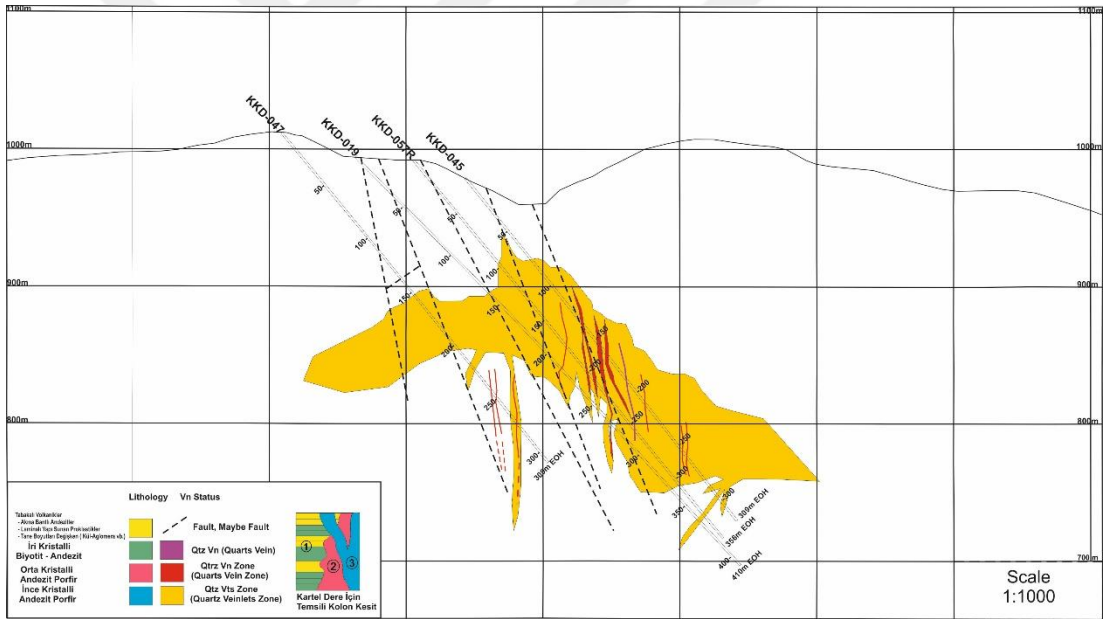
Propilitik alterasyona uğramış ince kristalli andezit porfir içinde beyaz renkli barit-kuvars-kalsit damarları, Kuvars breşler, kokart doku, kolloform bantlı kuvars yapıları izlenmektedir.

Karteldere Zonu yüzeyde haritalama sırasında aralarında 200m mesafe bulunan damar mostralalarının, tek bir damar şeklinde yorumlanması ve bu zonda gerek jeofizik gerekse genel sahanın yapısal özellikleri kullanılarak toplam uzunluğunun >1.2 km olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda, bu zonda kuvars damar kalınlığının 1-6 m arasında, damar-damarcık zonunun derinliğinin ise sahadaki jeolojik modelden 100 m civarında olduğu tespit edilmiştir. (Şekil 6.10).

Altın tenörleri, propilitik alterasyona uğramış andezitik kayalar kesen veya breşleştiren beyaz barit-kuvars-kalsit damarlarından sonra oluşan ve onları üzerleyen koyu gri-siyahımsı kuvars damar ve damarcıklarının yoğunlaştığı derinliklerde daha da artmaktadır. Ag değerleri ise belli derinliklerde ve özellikle parçalanmış, oksidasyona uğramış kesimlerde Au ile pozitif korelasyon göstererek yükselmekte, ancak bazı durumlarda ise Au ile negatif korelasyon sunmaktadır. Gümüş değerlerinin en yüksek olduğu kuvars dokusunda kristallenmemiş ametist dokusu şeklinde makro olarak tanımlanmıştır.

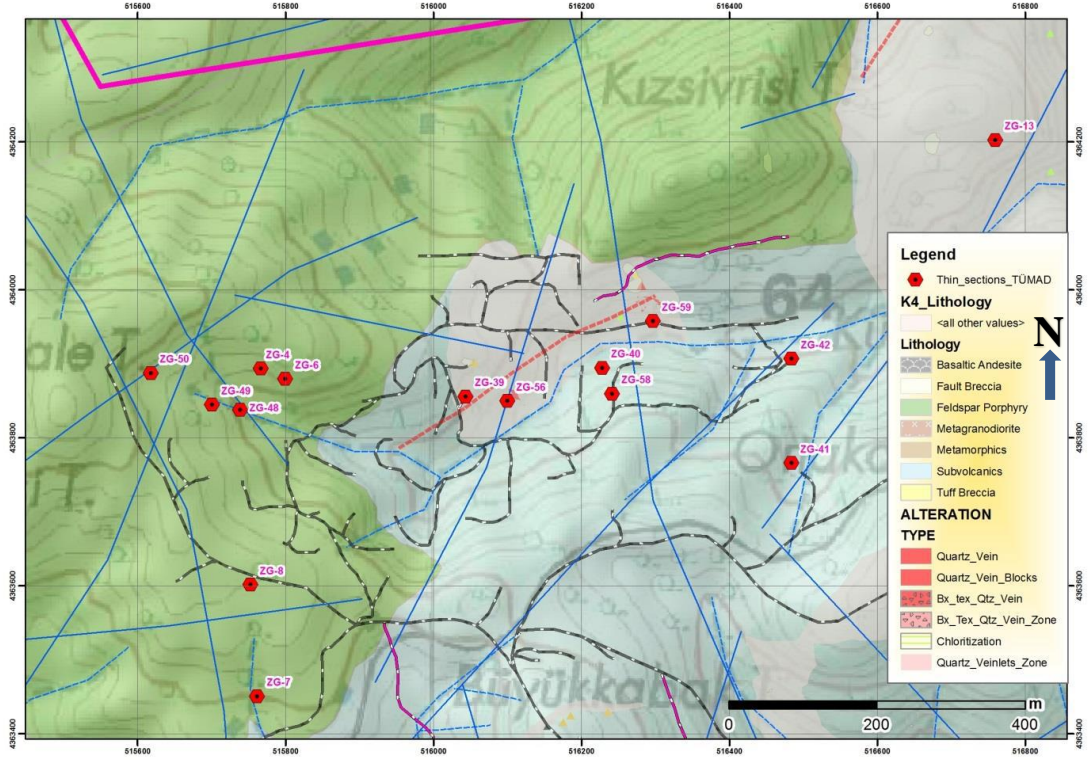


Şekil 6.10: Karteldere litoloji enine kesiti.



Şekil 6.11: Karteldere Alterasyon enine kesiti.

Kartelderenin batı kısmından alınan bir enine kesit, bu kesitte dikkat çeken sondajların volkanoklastik istif üzerinde sıralanması, volkaoklastik istiften sonra alterasyonun başlamasıdır. Alterasyon kesitinde bu kesitte damar zonu 800-900m kotlarında zayıf olarak izlenmektedir. Litoloji ile uyumlu bir alterasyon zonunun ortaya çıkması dikkat çekmektedir.

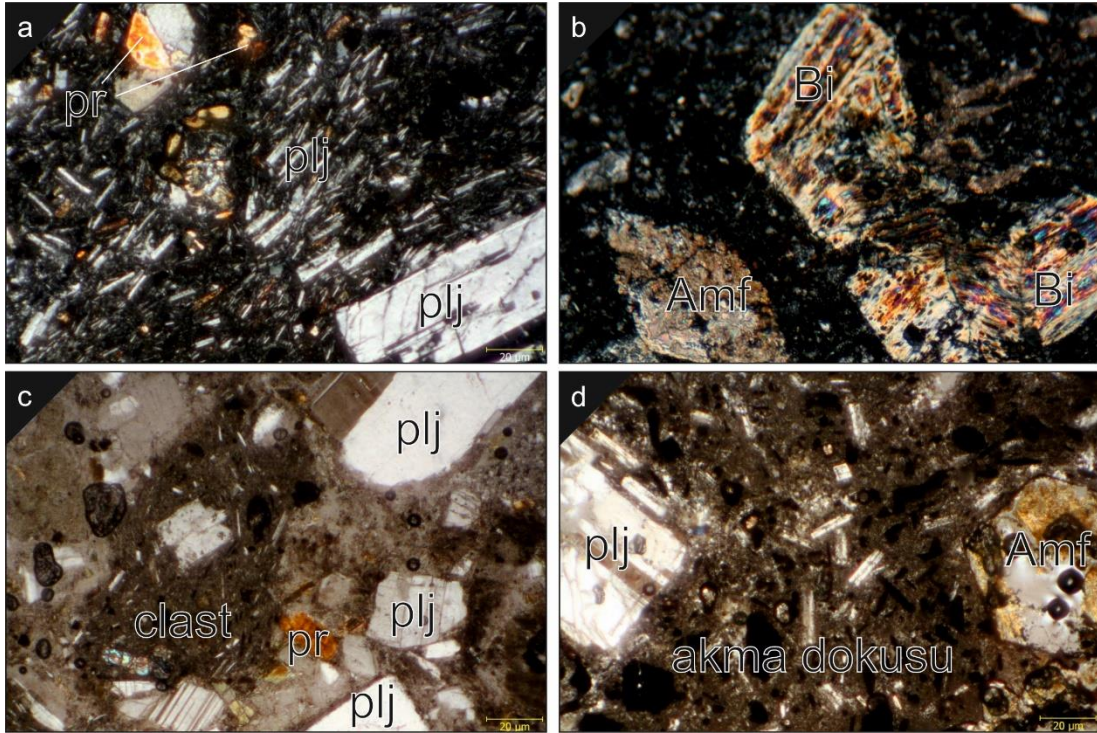


Şekil 6.12: Karteldere zonu jeoloji haritası ve ince kesit lokasyonları.

Karteldere Zonu incekesitleri 8 adet litoloji ve 7 adet alterasyon (damar) esaslı olarak incelenmiştir. Bu incelemeler neticesinde andezitik lav akıntısı ve aglomeratik seviyeler mikroskobik olarak gözlemlenmiştir. Plajiyoklaz bakımından zengin, akıntısı net izlenebilen hamur içerisinde plajiyoklaz, piroksen, amfibol (hornblend) fenokristallerinden oluşan porfiritik dokulu bazalt, bazaltik andezit litolojileri yaygındır (Şekil 6.13a-d). Bu birim Karteldere zonunun en üst kotlarında, kuzeybatı kesimde andezitik seviyenin üzerinde döküntüler şeklinde temsil edilmektedir. Bu seviye aşınmış olabilir. Makroskobik olarak bazalt şeklinde tanımlanmıştır.

Şekil 6.10b, düşük sülfidasyon tip alterasyon sınırına yakınlığı temsil edebilecek bir kesit olması bakımından önemlidir. Karbonatlaşmadan sonra kloritleşmenin gerçekleştiği görülmektedir. Ayrıca biyotitce zengin olan volkanik kayada plajiyoklaz üzerindeki karbonatlaşma dikkat çekerken biyotitlerin kloritleştiği gözlenmektedir (Şekil 6.13b). Karteldere zonunda aglomeratik litolojilerden alınan örneklerde içerisindeki makro parçadan (clast), ZG-48 kesiti ise aglomeranın hamurundan alınmıştır. Bu anlamda ZG-8 kesitinde yapılan modal analize göre ortalama %45,87 Grandmass, buna ek olarak matriksin %32 sinin

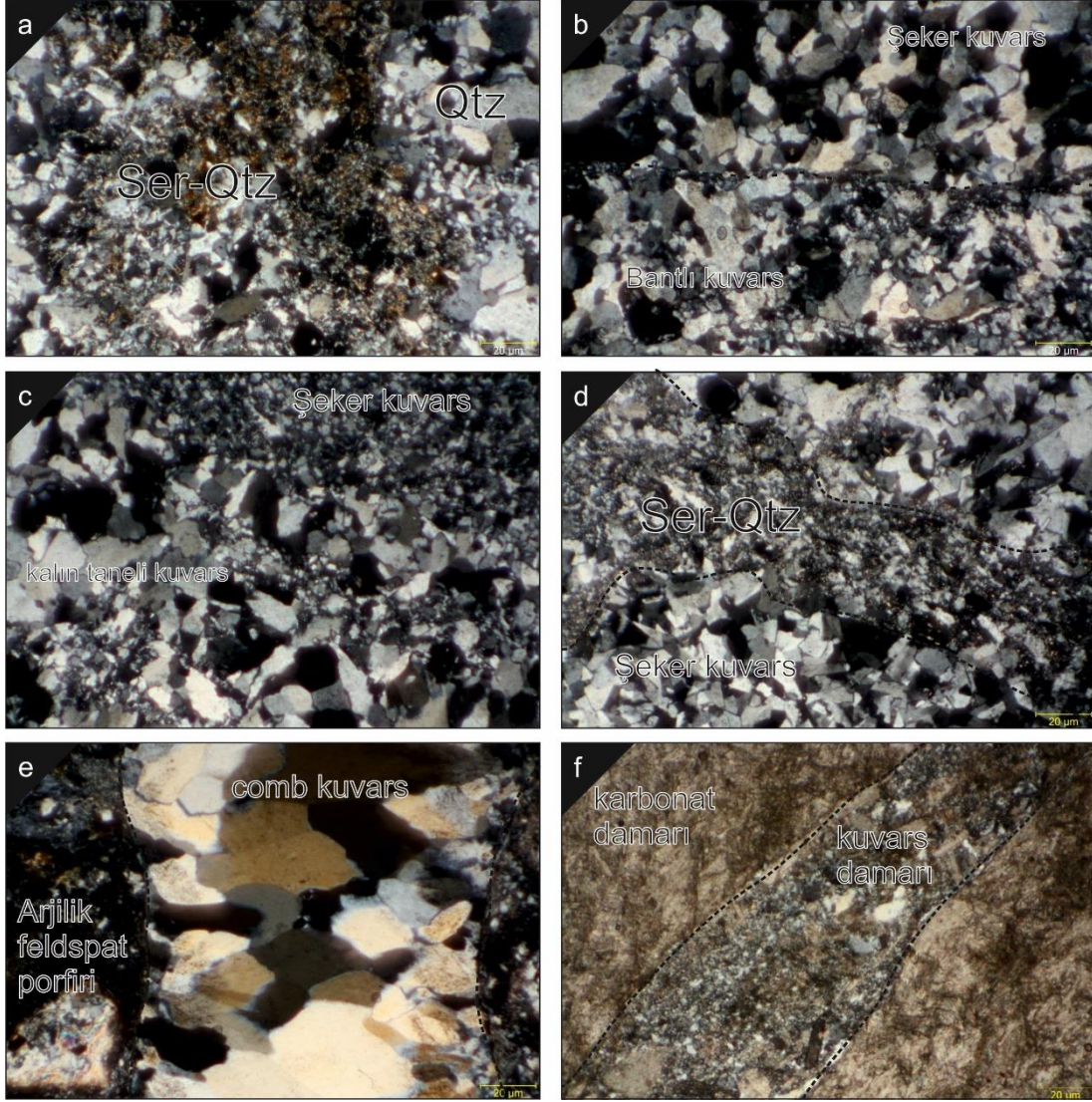
bozduğu (yüzeysel alterasyon), %6,2 amfibol, % 15 Plajiyoklaz içerdiği söylenebilir. Bu anlamda Andezitik lav özelliğindeki bu parçada hornblendelerde bozunma olmazken biyotitlerde kloritleşme, epidotlaşma, hamurda pirit gözlenmesi sıcak suların bu parça içinde azda olsa gezindiğini işaret etmektedir. ZG-48 kesitinde ise hamur oranı %77 lere çıkarken alterasyon %28 civarında gözlenmiştir. Kesitte ayrıca farklı tanelerin parçalarında olduğu gözlenmekte olup kesit bazında ve iki kesit ayrı düşünüldüğünde heterolitik intrüzif breş (aglomera) olarak tanımlanabilir (Şekil 6.13d).



Şekil 6.13: a) Akma dokusu gösteren bazaltik lav akıntısı (N⁺). b) Andezitlerde biyotit içerisinde king-band dokusu (N⁺), c) Heterolitik İntrüzif breş (N⁻), d) Aglomeranın hemen üzerindeki andezitik seviyenin mikroskoptaki görünümü (N⁻).

Alterasyon: Karteldere zonunda alterasyon anlamında 940-900-850-800m kotlarından ayrı-ayrı düşey profil incelemesi için numune alınmış ve incelenmiştir. Yüzeyden yaklaşık 150m derinlikteki doku değişimleri net bir şekilde izlenmiştir. Buna göre yaklaşık olarak 150m'lik düşey profilde damarın mikro anlamda doku değişimlerini görmek hedeflenmiştir. Yanal profilde ise ZG-56-40,42 kesitleri incelenmiştir. Kesitler yaklaşık 950m kotundan alınmış olup, 450m boyunca damarın devamlılığındaki değişimleri göstermektedir. ZG-56 kesitinde (940m kötü), kısmen

bantlı kuvars sokusu, kuvars ve nadiren bladed dokusu, dokularını gözlenmekte olup, farklı kristal boyutlu kuvars kristalleri birbirini kesen damarlar, belli belirsiz kuvars-serizit damarı gözlenmektedir.



Şekil 6.14: Karteldere Zonu bazı sondaj karotlarında gözlenen dokular. a) Kuvars+Serizit alterasyonu b) Şeker dokulu kuvarısı kesmiş şekilde gözlenen bantlı kuvars (N⁺), c) Şeker dokulu kuvarısı kesen iri (kalın) kristalli kuvars, d) Şeker dokulu kuvarısı kat etmiş kuvars+serizi alterasyonu e) Kuvars+Serizit alterasyonuna uğramış kayacı keser şekilde gözlenen comb (tarak) dokulu kuvars f) kloritik alterasyon içinde karbonat damarlarından alınan örnek içindeki karbonat damarını keser şekilde izlenen kuvars+karbonat fazı.

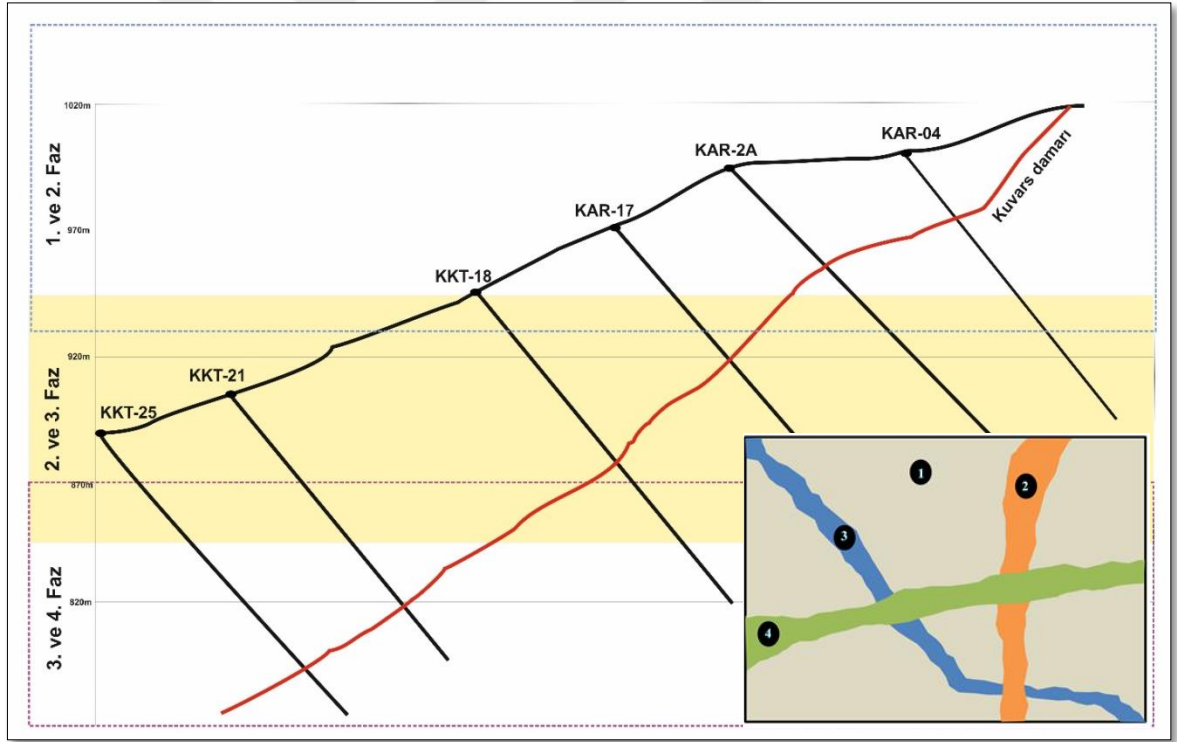
900m kottan alınan numunelerde, 4 kuvars fazı gözlenmiştir. Belirgin farklı fazlardan iri taneli banded kuvars vein, eş tane boylu kuvars damarını, qtz-sr damarını, şeker dokulu qtz damarını keser durumda gözlenmektedir. 900m ve 850m kotları arasındaki damarın mikroskobik incelemesinde farklı damar tiplerinin birbirini kestiği gözlenebilmektedir. Bu zonda, model olarak 4 farklı kuvars

damarından söz edilebilmektedir. Şeker dokulu kuvars damarı matriksi oluşturduğu düşünülürse, kuvars+serizit damarı şeker dokulu kuvars damarını kesmektedir. İri taneli kuvars damarı her ikisini de kesmektedir. Son faz olarak ise bantlı doku kuvars damarı zondaki tüm kuvars damarlarını kesmektedir.

ZG-40 kesitinde (900m kotu), 4 kuvars fazı gözlenmiştir. Belirgin farklı fazlardan iri taneli banded kuvars vein, eş tane boylu kuvars damarını, qtz-sr damarını, şeker dokulu qtz damarını keser durumda gözlenmektedir.

900m ve 850m kotları arasındaki damarın mikroskobik incelemesinde farklı damar tiplerinin birbirini kestiği net olarak gözlenebilmektedir. Model olarak aşağıdaki şekildeki gibi 4 ayrı kuvars damarı fazının birbirleriyle ilişkileri incelenebilmektedir. Bu anlamda model kesitte ki;

1- Sugary texture kuvars damarını 2- Kuvars+Serizit damarını 3- İri taneli kuvars damarını 4- Banded texture kuvars damarını temsil etmektedir.



Şekil 6.15: Karteldere deki 900-850m kotlarında incelenen kuvars damarları neticesinde elde edilen damarcık durumunu gösterir model, 1- Sugary texture kuvars damarı, 2- Kuvars+Serizit damarı, 3- İri taneli kuvars damarını, 4- Banded texture kuvars damarını.Sarı renkli alan 3gr/ton Au anomalisi aralığını vermektedir.

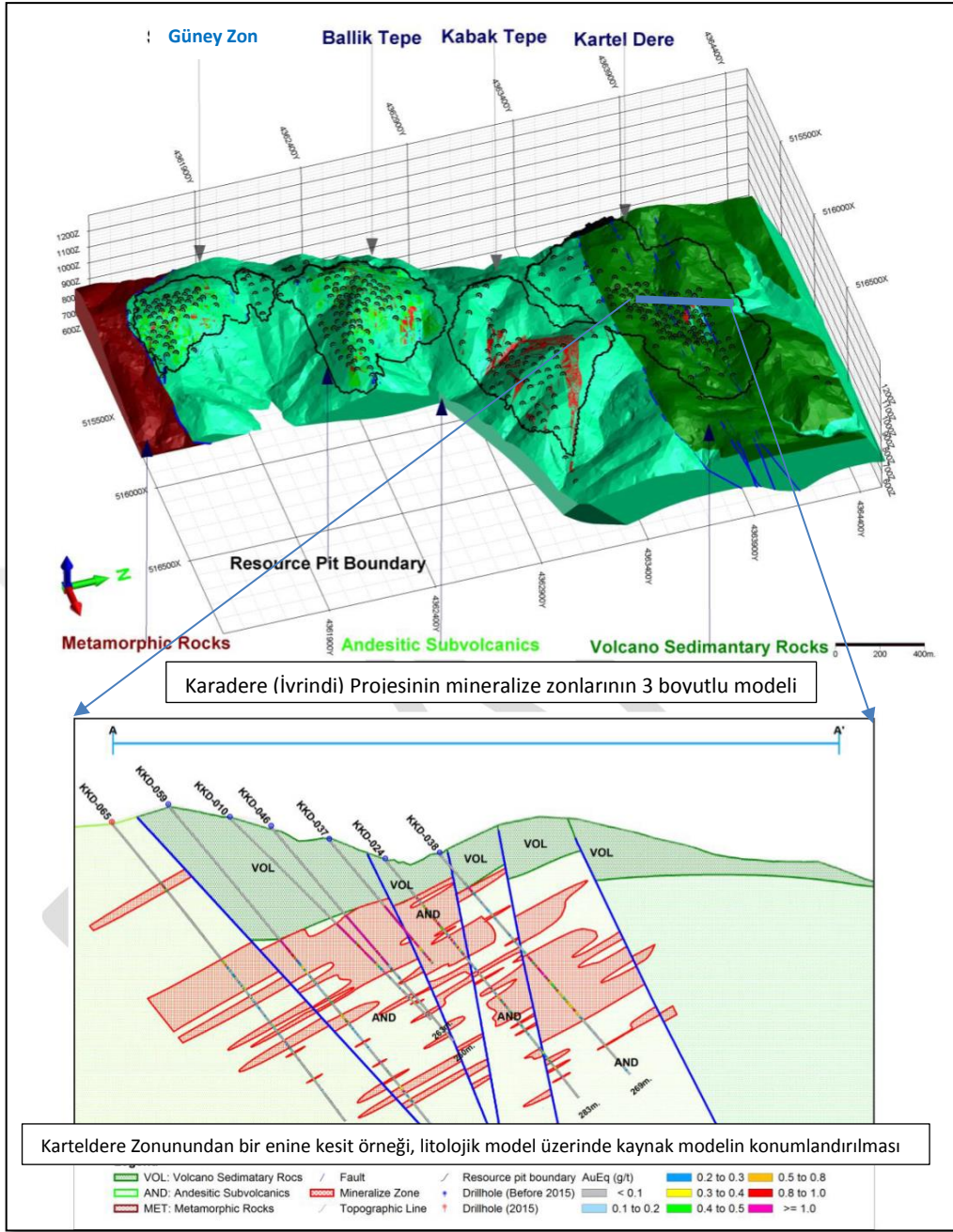
Tablo 6.3: Kartedere Zon sondaj bilgi tablosu (Tümad Resource Estimate For The İvrindi Gold Project Balıkesir-Western Turkey, 2017).

Sondaj yapılan Zonlar	Toplam Sondaj lokasyonu	Toplam Sondaj Adeti	Kabul edilen Toplam metraj (m)	Kabul edilmeyen Toplam metraj (m)	Toplam Sondaj Metraji (m)
Kartedere	151	171	35.048,50	3.552,00	38.600,50

Kartedere zonunda toplamda 38,600,50m sondaj yapılmıştır. Bu sondajlar neticesinde kaynak model sınıflaması yapılmıştır. Yapılan kaynak model sınıflamasına göre Kartedere zonunda 0,73 g/t Au 526,5 bin ons Measured+Indiceted (Ölçülmüş+ Gösterilmiş) katagoride hesaplanırken 0,55 g/t Au ise 252,4 bin ons Inferred (Çıkarsanmış) katagoride hesaplanmıştır.

Tablo 6.4: Kartedere Zonu'nun kaynak hesabı tablosu, (Tümad Resource Estimate For The İvrindi Gold Project Balıkesir-Western Turkey, 2017).

Zon	Ölçülmüş+ Gösterilmiş						Çıkarsanmış				
	Topografyaya göre derinlik	Milyon Ton	Au (g/t)	x1000 Au (oz)	Ag (g/t)	x1000 Ag (oz)	Milyon Ton	Au (g/t)	x1000 Au (oz)	Ag (g/t)	x1000 Ag (oz)
KARTELDERE	<25	1.41	0.97	43.9	6.18	281.3	0.2	0.97	6.3	6.67	43.1
	<50	5.64	0.9	163.9	4.57	828.8	0.35	0.84	9.4	5.62	62.9
	<75	11.17	0.85	304	3.54	1272.2	0.52	0.73	12	5.36	89
	<100	16.02	0.8	411.1	3.03	1561.8	0.71	0.65	14.8	4.96	133.5
	<125	19.12	0.76	469.1	2.74	1684.3	1	0.61	19.8	4.75	153.2
	<150	20.79	0.75	502	2.6	1736.8	3.12	0.54	54.1	3.11	311.7
	<175	21.71	0.74	516.9	2.52	1756.2	7.17	0.53	122	2.06	475.5
	<200	22.09	0.74	522.6	2.49	1765.4	12.61	0.55	222.7	1.57	638.3
	<250	22.3	0.73	526.6	2.47	1771.9	14.31	0.55	252.5	1.47	675.1
Toplam	22.3	0.73	526.5	2.47	1771.9	14.37	0.55	253.4	1.46	676.1	



Şekil 6.16: Karteldere Zonu Kaynak model gösterimi enine kesit (Tümad Resource Estimate For The İvrindi Gold Project Balıkesir-Western Turkey, 2017).

Kartelde zonu İvrindi Projesinde şuna kadar keşfedilmiş en önemli zondur. Bu zonun jeolojik potansiyel devamlılığı kuzeydoğu ve güney batıya açıktır. Ayrıca bu zonun kuzeyinde farklı karteldereye benzer bir yapısal hat gözlenmektedir. Bu hat henüz bakirdir. Bu hatta cevherleşme açısından jeolojik potansiyel taşımaktadır.

Kuzeye doğru kalınlığı artan volkanosedimenter seri, kuzey kesimlerde keşfedilecek yeni bir zonun ekonomikliğinde etkin rol oynayabilir.

6.3 Ballık Zonu

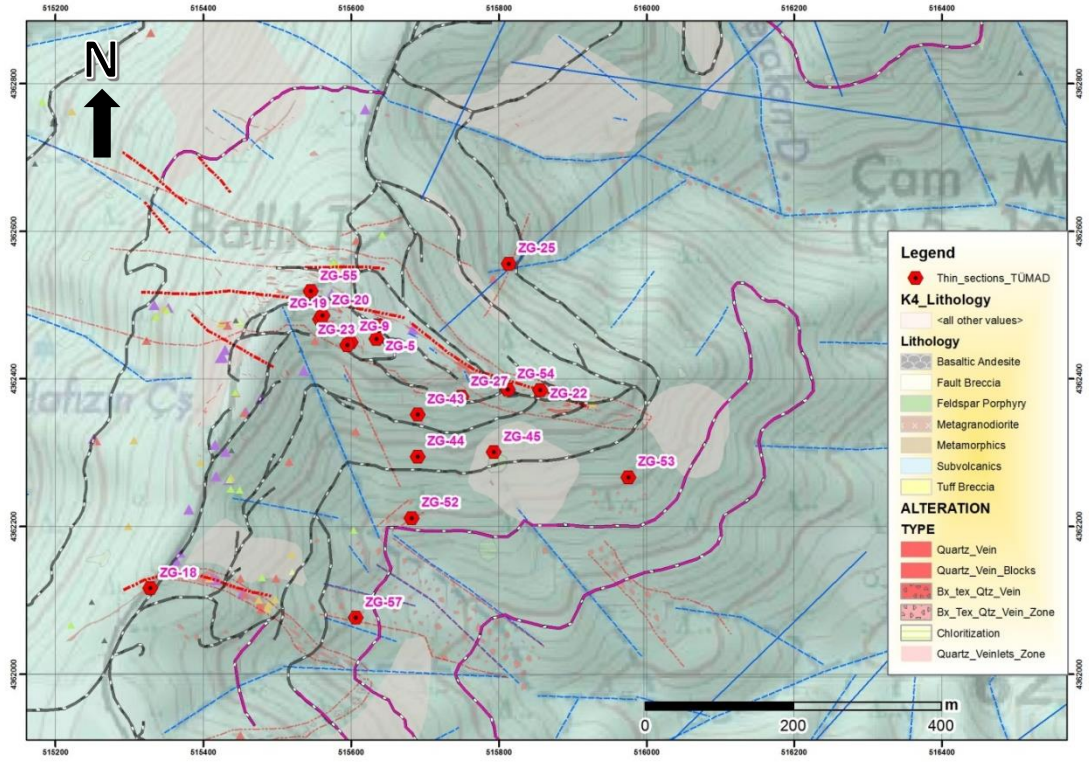
Ballık Zonu, güneyden kuzeye doğru 750m, D-B gidişli 1 km civarında yanal bir yayılım sunan ve derinliği (~ 200 m) doğudan batıya artış gösteren bir zondur. Ballık Zonu iki ana grupta incelenmektedir. Bunlardan en önemlisi Ballık Tepe Zonu, diğeri ise Boyun Damar Zonu olarak isimlendirilmiştir. Bu zonları test etmek ve kaynak hesabına yönelik Ballık zonunda toplam 67 adet sondaj yapılmıştır. Bu sondajların 6 tanesi Boyun Damar Zonuna yönelik olarak gerçekleştirilmiştir.

6.3.1 Ballık Tepe Zonu

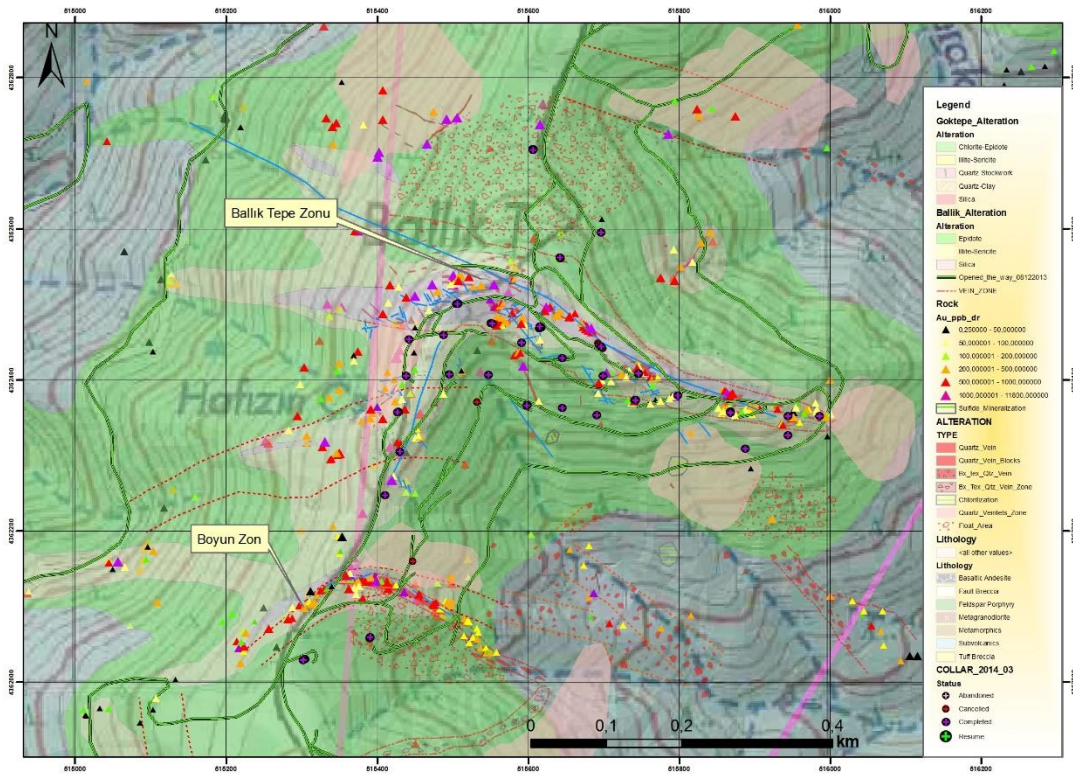
Ballık Tepe Zonu, Ballık Zonu'nun en önemli zonudur. Bu zon D-B gidişli damar-damarcıklardan meydana gelen, zon içerisinde D-B, K-G, KD-GB gidişli birçok farklı damardan oluşan 700 m uzunluğunda, batıda 250 m, doğuda 50 m genişliğinde, ortamala 200 m derinliğe sahip damar-stokvörk-tipi Au-Ag zonudur.

6.3.2 Boyun Damar Zonu

Boyun damar zonu D-B gidişli güneye 25-30 eğimli, 400 m uzunluğunda 0.6-2,5m arasında değişen kalınlıkta güneye doğru incelen bir damar olarak tespit edilmiştir. Yüzeyde tespit edilen en yüksek Au değerlerine sahip bu zonda önceki dönemlerde işletilmiş bir galeri de bulunmaktadır.



Şekil 6.17: Balık zonu jeoloji haritası ve ince kesit lokasyonları.



Şekil 6.18: Balık Zonu alterasyon haritası ve kaya numuneleri.



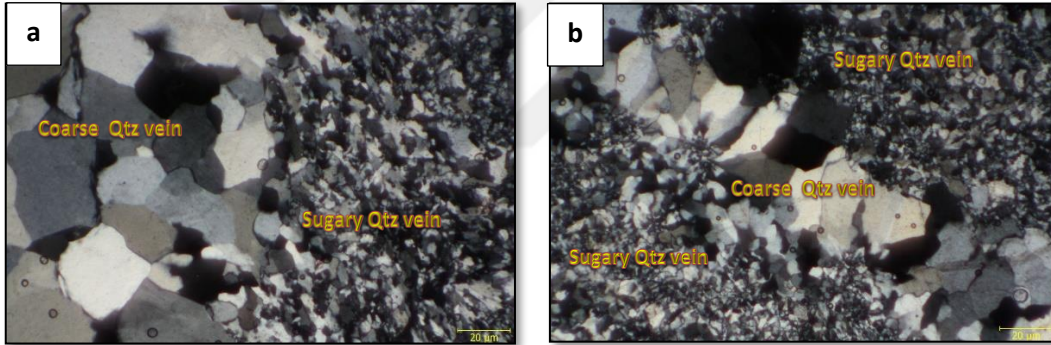
Şekil 6.19: a) Ballık Zon batısında cevherleşmenin en kalın görüldüğü alan, b) Ballık Zon doğusunda cevherli damarların görünümü, c) Ballık batısında yol yarmasında gözlenen damarcık zonu, kuvars serizit kil alterasyonu, d) Ballık ana damarda gözlenen (boxwork) ornatım dokuları, e) Ballık Zon güneyindeki boyun zon mostra fotoğrafı, f) ballık zon batısında alt kotlarda dike yakın şekilde gözlenen damar zonları.

Ballık zonundan bir adet litoloji (host rock), 17 adet alterasyon için mikroskobik incelemelerde bulunulmuştur. Bunlardan 2 tanesi de boyun zonu temsil etmektedir (ZG-18 ve ZG-17). Diğerleri ise Ballık Tepe zonundan alınmıştır.

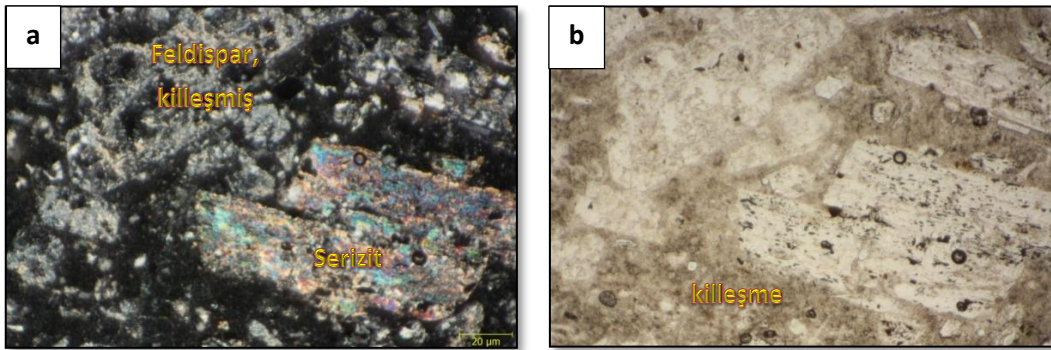
Ballık Zonunda düşey profil ve yanal profil için tek bir damar-damarzonu takibi yapılmış olup düşey profilde 8 kesitte, yanal profilde ise 7 kesitte incelemeler yapılmıştır. Diğer iki zonda olduğu gibi (Karteldere ve Kabak Zonu), Ballık zonunda da yapılan incelemeler neticesinde yüksek tenörlü kısımlarda farklı (birbirini kesen), kuvars damarlarının yoğunluk kazandığı görülürken, yüzeyde üst kotlarda ve derinde alt kotlarda tek düze veya 2 kuvars damarının hakim olduğu söylenebilir.

Bu çerçevede ZG-21 kesitinde görüldüğü gibi sugary texture ince taneli kuvars damarını kesen iri taneli kuvars damarının durumları diğer zonlardaki örneklerle benzerlik sunmaktadır.

ZG-45 kesitinde yan kayada gözlenen alterasyon ise kuvars-serizit alterasyonu olarak tanımlanmış ve ana kayası feldispar porfiri olarak tanımlanmıştır. Tek nikol (N+) de hamurda arjilik alterasyon izlenirken çift nikolde (N++) feldispar ve biyotitlerde serizitleşme gözlenmiştir.

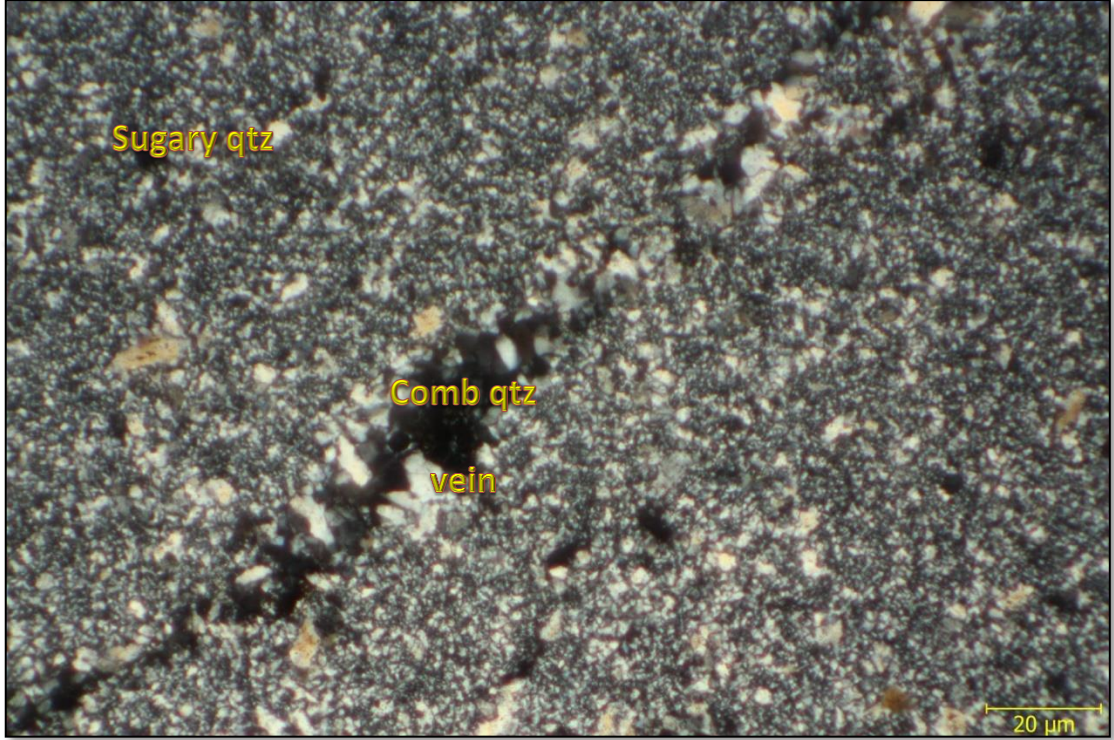


Şekil 6.20: a) ZG-21 kesiti sugary texture incetaneli kuvars damarını kesen iri taneli kuvars damarı (1036m kotu) b) ZG-44 kesiti sugary texture incetaneli kuvars damarını kesen iri taneli kuvars damarı (910m kotu).



Şekil 6.21: a) ZG-45 kesiti çift nikol görünümü, b) ZG-45 kesiti tek nikol görünümü killeşme, serizitleşme.

Ballık zonundaki yanal profil kesitinde yaklaşık olarak 500m'lik E-W hat boyunca aynı damar-damar zonunun yaklaşık 900m kotlarından alınan ince kesitler incelenmiştir. Buna göre 7 farklı yerden alınmış kesitlerdeki incelemelerde ince taneli sugary texture kuvars damarını kesen iri taneli kuvars damarı izlenmiş olup kabak tepe deki yanal profil kesitiyle bu anlamda bu damarcıkların durumu benzerlik sunmaktadır.



Şekil 6.22: ZG-57 kesiti, Ballık yanal profil, ince taneli sugary texture kuvars damarını kesen iri taneli (tarak dokuu) kuvars damarı, kabak tepe yanal profil zonu ile benzer dokuda izlenmektedir.

Ballık zonu yaklaşık 900m kotu yanal profilde genel olarak tek 2 farklı tip damar tipi dokusu ince taneli sugary texture ve onu kesen iri taneli kuvars damarı, gözlenirken Kabak zonunda da 2 farklı tip kuvars damarı tipi gözlenmektedir.

Bu çerçevede Ballık'taki yüksek tenörlü kısım Kabaktaki yüksek tenörlü kısım ile aynı kotlardadır. Tüm zonlardaki kesit incelemelerinde damar dokularının benzerlikleri dikkat çekmekte olup zonların birbiriyle ilişkili zonlar olduğu ve ayrı zamanlarda gelişmiş damar zonları olmadığı söylenebilir.

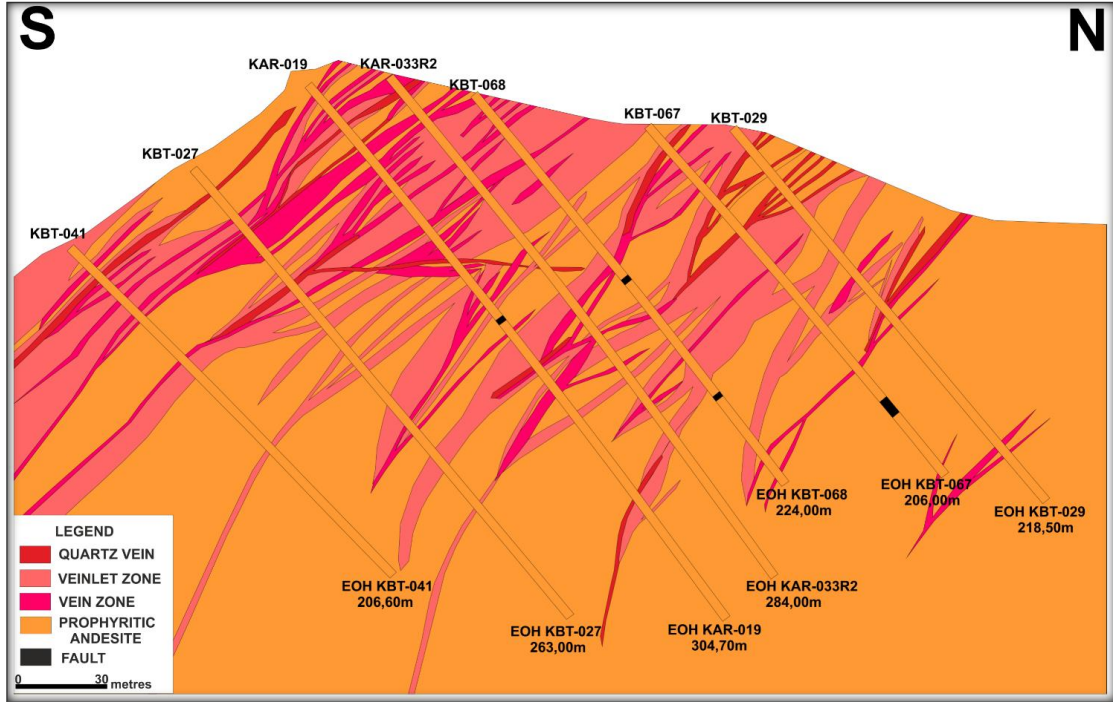
Tablo 6.5: Ballık Tepe Zon sondaj bilgi tablosu (Tümad Resource Estimate For The İvrindi Gold Project Balıkesir-Western Turkey, 2017).

Sondaj yapılan Zonlar	Toplam Sondaj lokasyonu	Toplam Sondaj Adeti	Kabul edilen Toplam metraj (m)	Kabul edilmeyen Toplam metraj (m)	Toplam Sondaj Metrajı (m)
Ballık Zon	105	148	23.818,30	1.840,70	25.659,00

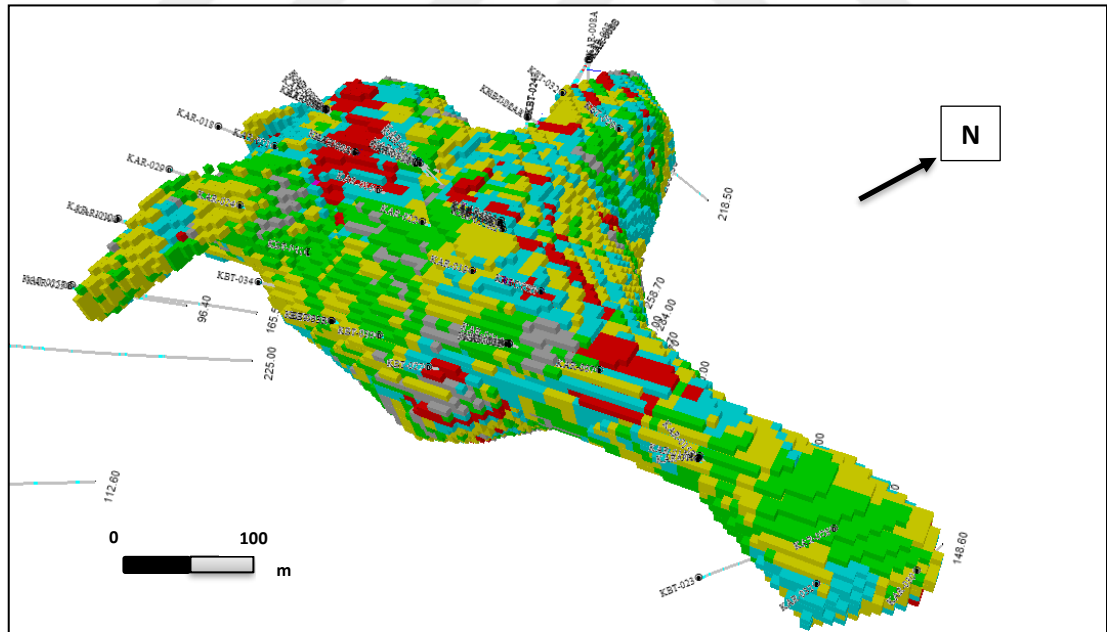
Ballık Tepe zonunda toplamda 105 lokasyonda 25,659 m sondaj yapılmıştır. Buna göre kaynak model sınıflaması yapılmıştır. Ballık Zonda 0,52 g/t Au tenörlü 298,5 bin ons Au kaynağı Measured+ İndicated (Ölçülmüş+ Gösterilmiş) sınıflaması tespit edilirken, 0,58 gr/t Au tenörlü 364,3 bin ons ise İferred (Çıkarılmış) kaynak katagoride hesabı yapılmıştır.

Tablo 6.6: Ballık Tepe Zonu Kaynak hesabı bilgi tablosu (Tümad Resource Estimate For The İvrindi Gold Project Balıkesir-Western Turkey, 2017).

Zon	Ölçülmüş+Gösterilmiş						Çıkarılmış				
	Topoğrafyaya göre derinlik	Milyon ton	Au (g/t)	x1000 Au (oz)	Ag (g/t)	x1000 Ag (oz)	Milyon ton	Au (g/t)	x1000 Au (oz)	Ag (g/t)	x1000 Ag (oz)
BALLIK TEPE	<25	4.1	0.59	77.2	1.77	232.8	4.15	0.62	83.1	1.37	182.7
	<50	10.31	0.56	186.5	1.52	502.4	7.54	0.62	151	1.29	313.2
	<75	14.61	0.54	254.1	1.37	643.5	10.33	0.62	207.6	1.25	416.5
	<100	16.98	0.52	285.4	1.28	700.9	12.72	0.62	253.2	1.23	502.5
	<125	17.83	0.52	296.4	1.125	716.5	14.7	0.61	288.3	1.2	568.9
	<150	18	0.52	298.5	1.24	719.3	18.8	0.59	356.1	1.15	697.5
	<175	18.1	0.52	298.5	1.24	719.4	19.38	0.58	364.3	1.14	709.3
	<200	18.1	0.52	298.5	1.24	719.4	19.39	0.58	364.4	1.14	709.5
	<250	18.1	0.52	298.5	1.24	719.4	19.39	0.58	364.4	1.14	709.5
	Toplam	18.1	0.52	298.5	1.24	719.4	19.39	0.58	364.4	1.14	709.5



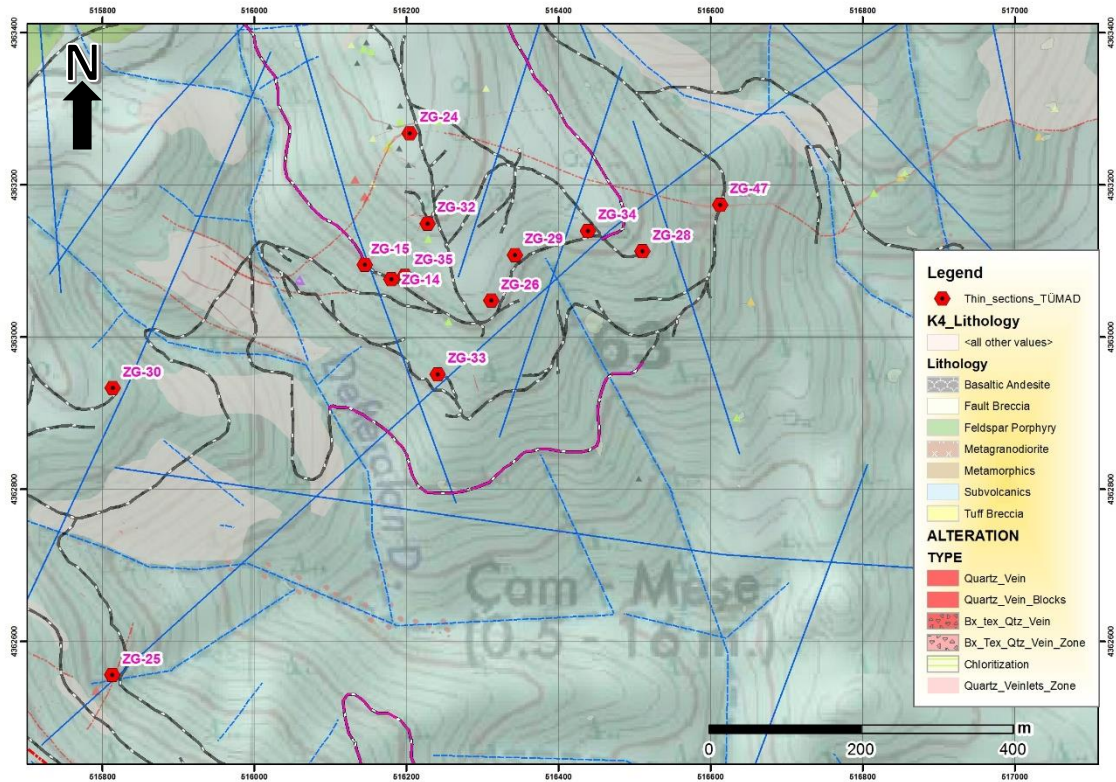
Şekil 6.23: Balıkcı Zonu cevher modeli enine kesiti, birbirine paralel birçok damar ve aralarındaki damarcık zonlarından oluşan Balıkcı Zonu.



Şekil 6.24: Balıkcı zonu cevher Altın (Au) modeli, blokların görünümü 0,1-0,3ppm gri , 0,3-0,5ppm sarı, 0,5-1,00ppm, yeşil >1ppm kırmızı rengi ifade etmektedir. kesit (Tümad Resource Estimate For The İvrindi Gold Project Balıkesir-Western Turkey, 2015).

6.4 Kabak Zonu

Kabak Zonu D-B gidişli 1.5km uzanıma sahip, Baba damar zonunu içeren bir zondur. Kabak zonu, 0.5-25m arasında değişim göstermekle birlikte tamamı oksit zonda ortamala 150-200m arasında kalınlık sunan bir zondur. Damarın eğimi lokal olarak gerek yüzeyde, gerekse sondajlarda değişim sunmaktadır ve güneye doğru 35-40 derece arasında değişmektedir. Bu zonun 800m'lik uzanıma sahip olduğu 42 adet sondaj çalışmalarıyla tespit edilmiştir. Baba damar zonunda gözlenen kuvars damarı dokuları genellikle şeker, bladed, breş, nadiren ise kokard şeklindedir. Kabak Tepe zonundaki incekesit çalışması 2 adet litoloji ve 11 adet Alterasyon kesiti incelenmesine dayanmaktadır. Bu anlamda Kabak Zonunda yanal ve düşey profilde Baba damarı sistematik olarak incelenmiştir. Yanal kotta yaklaşık 900m kotunda 850m uzunlukta 7 adet incekesit numunesi incelenmiş bunun sonucunda bu kottaki kuvars damarı dokularında herhangi bir değişiklik olmadığı gözlenmiştir. Düşey profilde ise baba vein de sistematik örnekleme yapılmamasına karşın ZG-24, 26 ve 28 kesitlerinin incelenmesiyle birlikte Karteldere zonundaki gibi yüksek tenörlü kısımlarda kuvars damarcıklarının yoğunlukları ve birbirleriyle ilişkilerindeki artış göstermektedir.



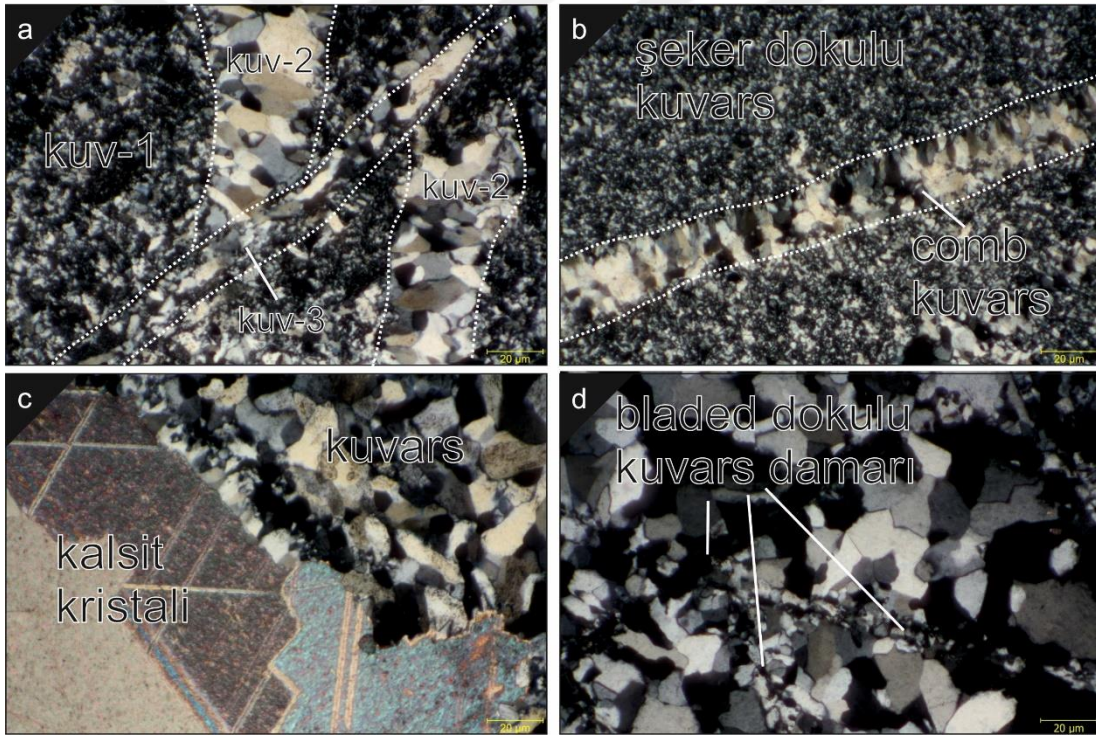
Şekil 6.25: Kabak zonu jeoloji haritası ve ince kesit lokasyonları.



Şekil 6.26: a) Kabak Tepe zirvesindeki damar mostraları damar ve bloklardan oluşmaktadır, b) Yol yarmalarındaki kuvars damarcık zonları, c) Kabaktepe doğusundaki damar mostrası, d) Kabaktepe doğusunda alt kotlardaki damar mostrası, e) Kabaktepe batısındaki damar mostrası, f) orta kabak tepede yol yarmasında gözlenen damar mostrası.

Kabak Tepe zonundaki incekesit çalışması 2 adet litoloji ve 11 adet Alterasyon kesiti incelenmesine dayanmaktadır. Bu anlamda Kabak Zonunda yanal ve düşey profilde Baba Vein olarak isimlendirilen damar sistematik olarak incelenmiştir.

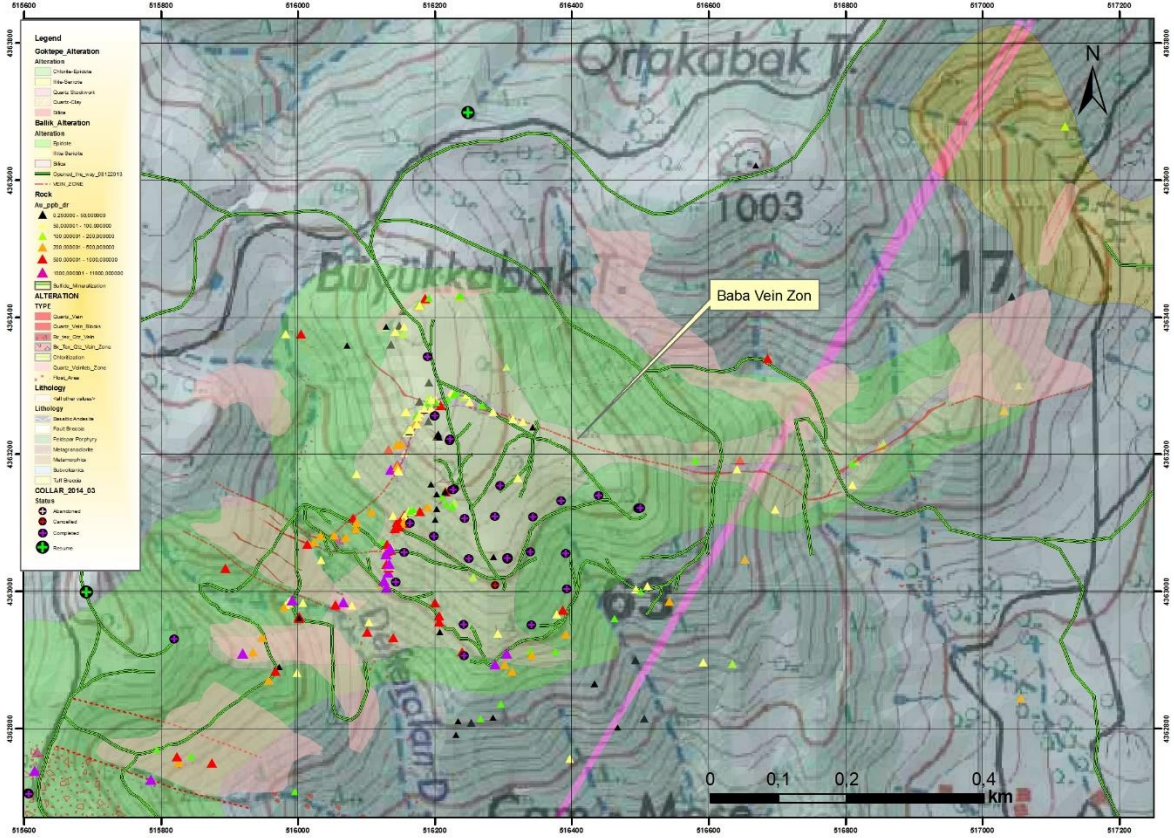
Yanal profilde kabak zonundan örnekler alınarak kesitler üzerinde incelemesi yapılmıştır. Buna göre, Kaba kzonu damarları ince taneli şeker dokulu kuvars damarını kesen, iri taneli kuvars damarı, onu da kesen bir başka iri taneli kuvars damarı gözlenmiştir. İncetaneli sugary dokulu kuvars damarını kesen iri taneli kuvars damarcığı bu kesitler de de gözlenmiştir. Kabak zonunda öz şekilli karbonat kristalleri ve bunu kesen kuvars kristalleri de gözlenmiştir (Şekil 6.18).



Şekil 6.27: Kabak Zonu bazı sondaj karotlarında gözlenen dokular. a) Birbirini kesen kuvars damarları 3 ayrı kuvars damarı ve mikro ölçekte damardaki ötelenme (N⁺). b) ince taneli sugary texture kuvars damarını kesen iri taneli kuvars damarları, (N⁺), c) iri taneli kuvars damarında öz şekilli karbonat kristalleri (N⁺), d) bladed texture kuvars damarı (N⁺).

Bladed dokusu net gözlenebilen kuvars kristalleri ve boşluklarda kristal bütümleri göze çarpmaktadır. Birbirini kesen damarlar diğer kesitlerde olduğu gibi ince taneli şeker doku kuvars damarını kesen iri taneli kuvars damarcığı şeklindedir. Kabak tepenin yanal profili incelendiğinde farklı yerlerden aynı kotlarda alınmış

kesitlere göre baba vein damarının yaklaşık 850m 'lık bir kısmı incelenmiş ve damar dokularının ve ilişkilerinin benzerliği dikkat çekmektedir. Buna göre aynı kotta Baba vein damarında doku değişimi yanal olarak standart şekilde izlenmektedir.



Şekil 6.28: Kabak Zonu'nu gösteren alterasyon haritası ve üzerindeki kayaç numuneleri konumları.

Kabak zonda klorit+epidot alterasyon kılıfı içinde kuvars damarcık zonları, silişleşmeler damar uzanımı boyunca izlenmektedir. Kabak Tepe zirvesindeki mosrta ve döküntüler haritalanarak doğu batı isikametli farklı noktalarda kuvars damarları tespit edilmiş ve bu damar zonlarının tek bir hat üzerinde olabileceği yorumlanmıştır. Böylece 1.5km uzunluğunda Baba vein ismi verilen bir damar zonu ortaya çıkmıştır. Bu zona yönelik sondajların azimutları yapılan bu çalışmadan sonra değiştirilerek kuzeye çevrilmiş ve yüzeyde gözlenemeyen damarların derinde devamlılıkları test edilmiştir.

Tablo 6.7: Kabak Tepe Zonu Sondaj bilgi tablosu (Tümad Resource Estimate For The İvrindi Gold Project Balıkesir-Western Turkey, 2017).

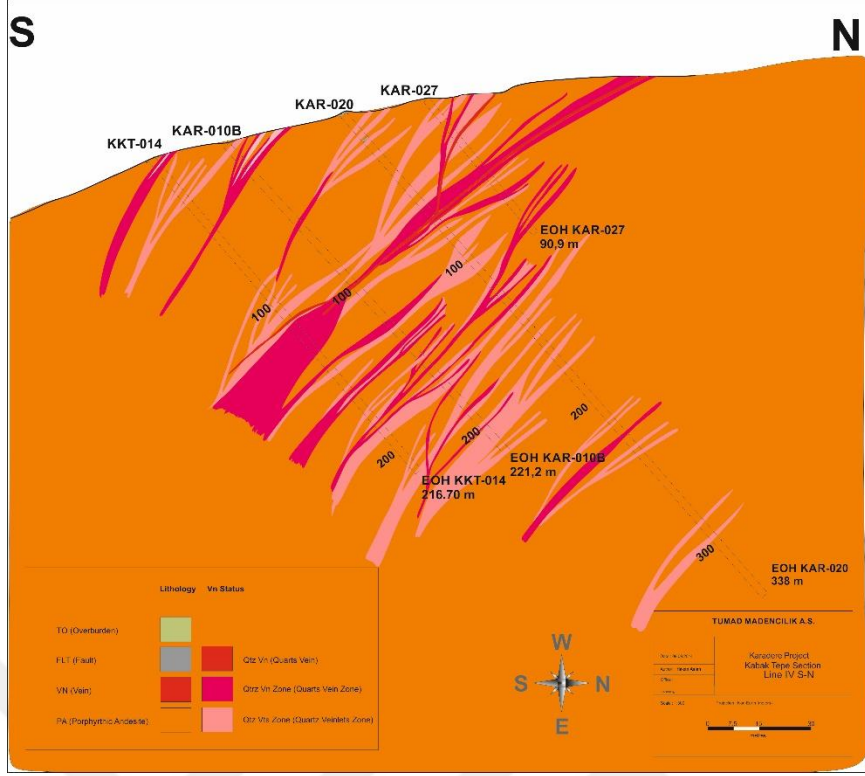
Sondaj yapılan Zonlar	Toplam Sondaj lokasyonu	Toplam Sondaj Adeti	Kabul edilen Toplam metraj (m)	Kabul edilmeyen Toplam metraj (m)	Toplam Sondaj Metrajı (m)
Kabak Tepe	113	134	24.001,60	757,00	24.758,60

Kabak Tepe de toplamda 113 lokasyonda toplamda 24758,60m sondaj yapılmıştır. Bu sondajlardan elde edilen verilere göre kaynak hesabı yapılmıştır.

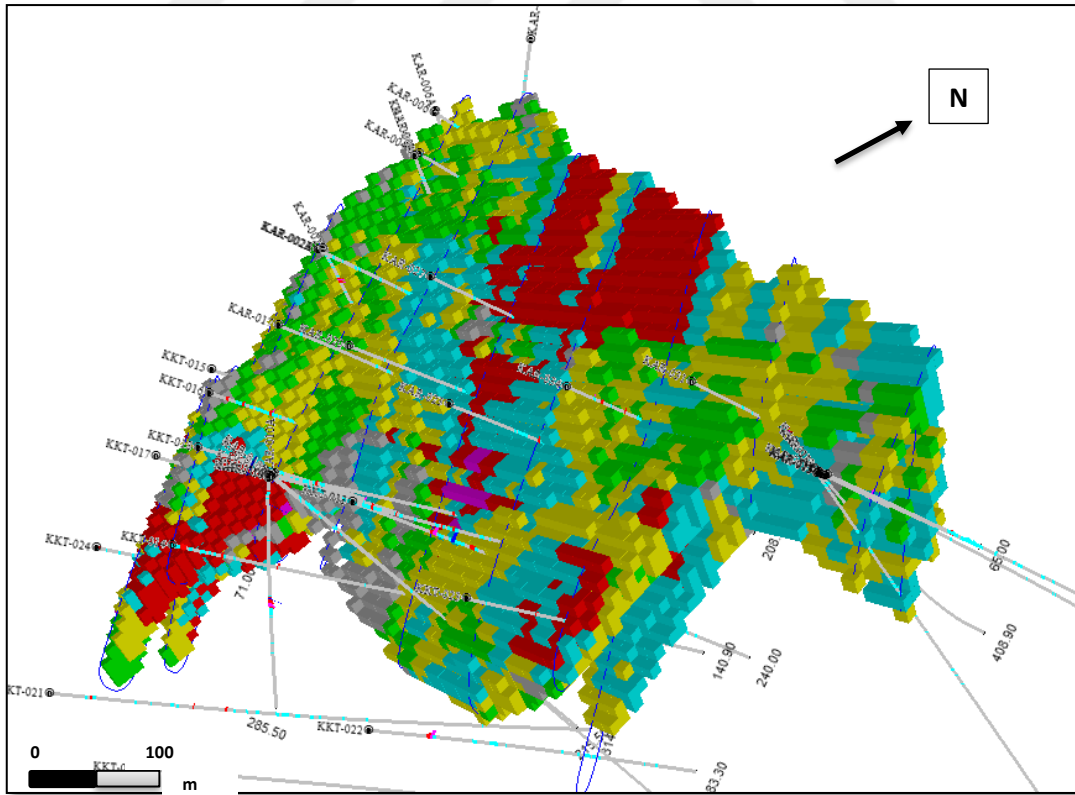
Tablo 6.8: Kabak Tepe Zonu Kaynak hesabı bilgi tablosu (Tümad Resource Estimate For The İvrindi Gold Project Balıkesir-Western Turkey, 2017).

Zon	Gösterilmiş+ Ölçülmüş						Çıkarılmış				
	Topografyaya göre derinlik	Milyon ton	Au (g/t)	x1000 Au (oz)	Ag (g/t)	x1000 Ag (oz)	Milyon ton	Au (g/t)	x1000 Au (oz)	Ag (g/t)	x1000 Ag (oz)
KABAKTEPE	<25	3.15	0.7	70.5	2.16	218.5	0.96	0.57	17.5	2.35	72.6
	<50	7.14	0.68	154.9	1.98	453.3	2.05	0.56	37.1	2.19	144.1
	<75	11.34	0.65	238.1	1.72	628.3	3.08	0.56	55.6	20.2	200.5
	<100	13.71	0.64	280.3	1.59	701.2	4.02	0.56	72.5	1.96	253
	<125	14.48	0.63	293.1	1.55	723.2	4.83	0.55	88	1.9	295.1
	<150	14.5	0.63	293.7	1.55	724.2	8.81	0.54	155.8	1.9	449.2
	<175	14.5	0.63	293.7	1.55	724.2	10.32	0.54	179.6	1.59	504
	<200	14.5	0.63	293.7	1.55	724.2	10.37	0.54	180.2	1.52	505.3
	<250	14.5	0.63	293.7	1.55	724.2	10.37	0.54	180.2	1.52	505.3
	Toplam	14.5	0.63	293.7	1.55	724.2	10.37	0.54	180.2	1.52	505.3

Yapılan kaynak hesabına göre Kabak Tepe zonunda 0,63g/t Au tenor ile 724,2 bin ons Au Measured+ İndicated (Gösterilmiş+Ölçülmüş) olarak hesaplanırken, 0,54 g/t tenörle 180,2 bin ons Au İferred (Çıkarılmış) katagoride hesaplanmıştır.



Şekil 6.29: Kabak zonu şematik alterasyon (damar) kesiti. Baba Vein Zon.



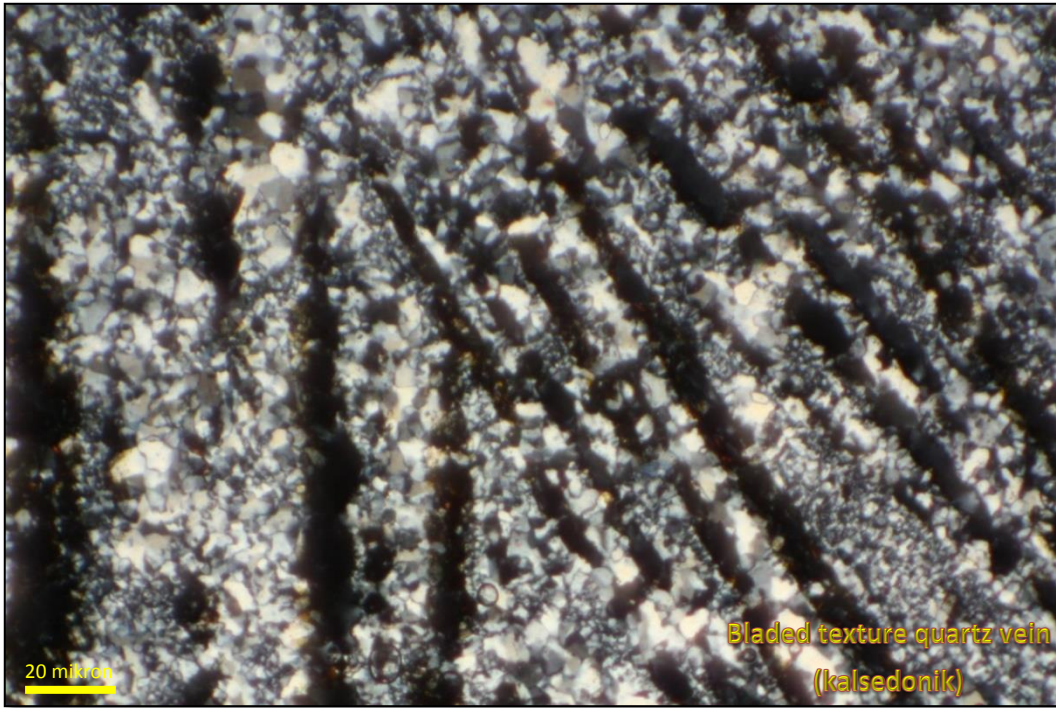
Şekil 6.30: Kabak zonu cevher (Au) modeli. 0,1-0,3ppm gri , 0,3-0,5ppm sarı, 0,5-1,00ppm, yeşil >1ppm kırmızı rengi ifade etmektedir. (Tümad Resource Estimate For The İvrindi Gold Project Balıkesir-Western Turkey, 2017).



Şekil 6.32: a) Göktepe batı yamacındaki kuvars damarı mostrası, b) Tüllüce tepe civarındaki kuvars damarları, c) Dasit porfir, İntrüzif breş kantağına yakın kısımlardaki silisleşmeler, d) Dasit porfiri içinde kuvars Vein Breş e) Kuzeyden tüllüce tepeye bakış fay zonu f) ballık doğusunda kuvars damar mostraları.

Göktepe Zonundan alınan ZG-12 kesitinde yapılan incelemerde ise makro anlamda kalsedonik olarak tanımlanan kuvars damarı, mikro anlamda diğer zonlarda üst kotlarda gözlenen sugary texture kuvars damarları ile benzlerlikler sunduğu gözlenmiştir. Diğer zonlarda yapılan mikroskobik incelemeler çerçevesinde göktepe zonunda en üst kottan alınıp incelenen kuvars damarına atıfta bulunulacak olursak;

Karteldere, Kabak tepe, Ballık ve Güney Zon'daki incelemeler neticesinde üst kotlarda izlenen tek tip kuvars damarı dokuları derinlere inildikçe özellikle 900m kotları civarında, birbirini kesen birçok kuvars damarı şeklinde izlenmekte ve daha derine inildikçe bu damar tiplerinin tekdüze hale geldiği görülmektedir. Bu anlamda Göktepe zonunun en üst kotundan alınan ZG-12 kesitinden yola çıkarak derinlerde yapılacak incelemeler için farklı birbirini kesen kuvars damarcıklarının yoğunlaşabileceği söylenebilir. Aynı zamanda birçok kuvars damarının birlikteliği diğer 4 zonda yüksek tenörlü kısımları temsil ettiğinden Göktepe zonunun daha derin kotları cevherleşmenin keşfi açısından önemli olabilir.



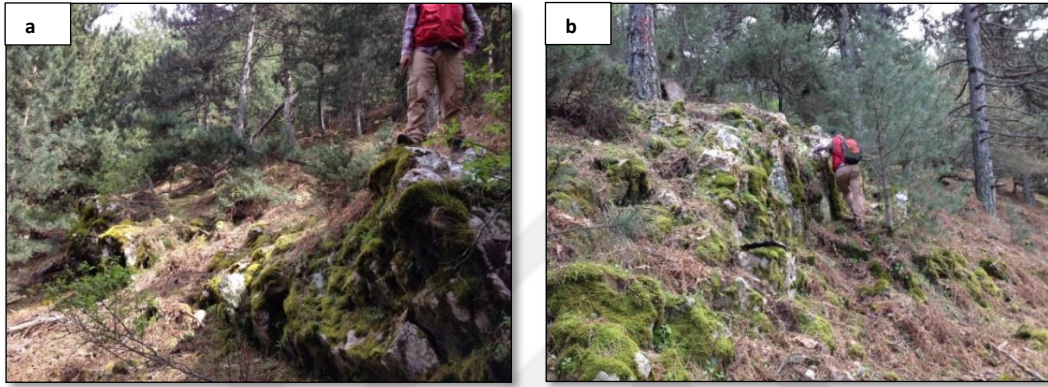
Şekil 6.33: ZG-12 kesiti, Bladed texture kuvars damarı.

6.5.1 Göktepe Batı Zon

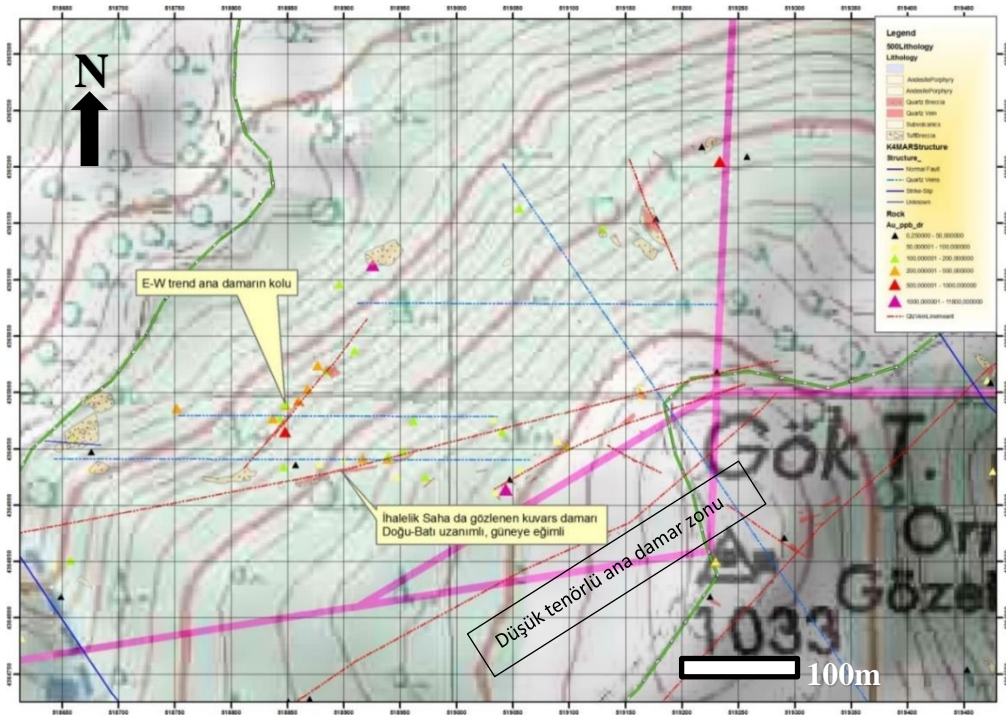
Belenağıl yaylası kuzeyi ve Göktepe zirvesi batısında kalan silisli zonlarda ise yüzeyde ekonomik olabilecek potansiyelde Altın ve Gümüş anomalileri tespit edilmiştir. Bu zonlardan en önemlisi ise Göktepe batı yamacındaki farklı yönlerde gözlenen damar ve damarcık zonlarıdır. K25-30 yönlü dike yakın 70m uzunlukta, 1,5m kalınlıkta, kuvars damarı ve K70-K90 yönlü 0,5- 3m kalınlıkta güneye 40-55 derece eğimli yaklaşık 130m uzunlukta net izlenebilen tahmini olarak 700m

civarında uzunluğa sahip olabilecek kuvars damarı şuan için en yüksek potansiyele sahip zon olarak kabul edilebilir.

Bölgedeki K25-30 yönlü dike yakın damar ise ana damarın bir kolu olarak değerlendirilmiştir. Damar daha önceki çalışmalarda haritalanmış ve bu damarlardan kanal numunesi alınmıştır. Kanal numunesi analiz sonuçlarına göre ana damar 0,1-0,3ppm Au değerleri arasında, ana damarının kuzey yönlü kolunda ise 0,1-0,7ppm Au değerleri elde edilmiştir. Bu zonun düşey uzanımı sondaj ile test edilmelidir.



Şekil 6.34: a)Göktepe batı yamacında gözlenen farklı kuvars KB-GD /45GE eğimli ana kuvars damarı, b) Göktepe batı yamacında ana damarın kolu (tali) NS yönlü dike yakın kuvars damarı mostrası



Şekil 6.35: Göktepe batısındaki potansiyele damar zonu haritası

Göktepe kuzey doğusuna doğru yüzeydeki alterasyonun zayıfladığı gözlenmektedir. Ayrıca Göktepe kuzeyinde Taşlı sırtı ve Kavacık Mevkii civarında alterasyon zonları görünmektedir. Göktepe güneyinde ise Tüllüce Tepe ve Çatal Tepe civarındaki silisleşmiş zonlarda önemli Au değerleri elde edilmiştir.

6.5.2 Çamlıada Mevkii Andezit Porfir Zonu

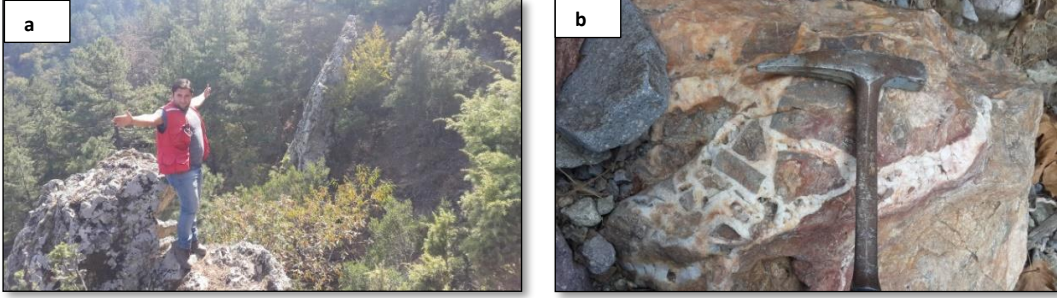
Saha çalışmaları Tüllüce Tepe, Çamlıada Tepe, Çatal Tepe civarında yapılmıştır.

Kuzeye 20-25 derece eğimli düşük açılı normal fayın kuzey kısmında yapılan çalışmalarda Çamlıada Tepe doğusundaki dereye metamorfikler ile volkaniklerin kantağında (muhtemel fay zonu) düşük dereceli silisleşme gözlenmiştir. Düşük derecede silisli breşik killi Fe-Oksitli bu zonun yönelimi ana fay ile uyumludur.

Bu zonun kuzeyinde diğer subvolkaniklerden farklı olan kloritleşmiş Andezit Porfirler gözlenmiştir. Çat Mezarlığı mevkiinin doğusu ve Sarısu dere güneyi, batısı tarafında gözlenen bu Andezit porfir Sarısu Dere içinde birbirine paralel pirit damarcıklarını kesen epitermal (comb) kuvars damarları şeklinde gözlenmiş ve örneklenmiştir. Bu zonda gri renkli daha yüksek sıcaklık ürünü olduğu düşünülen 0,5-1mm kalınlığında kuvars damarcıkları da mevcuttur.

Çamlıada Tepe kuzey doğusundaki derelerde subvolkanikğin gözlendiği çoğu yerde epitermal kuvars damar-damarcıkları mevcuttur. Kuvars damar-damarcık kalınlıkları 0,5-40cm aralığındadır. Subvolkanik içerisinde damar zonlarının doğrultuları değişken olup, K153/83KD ve K307/30K şeklindedir. Bu zonların kuzeye eğimli görünmesi dikkat çekicidir. Subvolkanik içerisindeki epitermal kuvars damar-damarcık dokuları kısmen cockade (crystalinne) veinlets ve comb (crystalinne) veinlets şeklindedir. Ayrıca Çamlıada kuzeyinde Sarısu dere yakınlarında yoğun Fe-Ox'li zayıf silisleşmiş, arjilik alterasyona uğramış bir dayk gözlenmiştir. Dayk K10 derece yönlü olup 4m kalınlığındadır.

Çamlıada Tepe Mevkii'ndeki Andezit Porfir şu anki gözlemlerle 73,88 hektarlık bir alanda yayılım sunmaktadır. Daha önceden alınan bazı kaya numuneleri bu Andezit Porfir üzerine düşmekte ve kayalardan Altın Anomalisi elde edilememiştir.



Şekil 6.36: a)Çamlıada mevkii Andezit Porfir saha görünümü, b) Andezit porfir içerisindeki kristal kuvars içeren damar/damarcık zonları.

6.5.3 Çatal Tepe Zonu

Göktepe güneyindeki Çatal Tepe kuzeyinde yer alan Sarısu dere başlangıç noktasına yakınında yer alan İntüzif breş içerisindeki Kuzeybatı-Güneydoğu yönlü 5-10cm piritli, Fe-Ox'li birbirine paralel kuvars damarlarından alınan örneklerde analiz sonuçlarına göre Au ve Ag anomalisi elde edilmiştir.

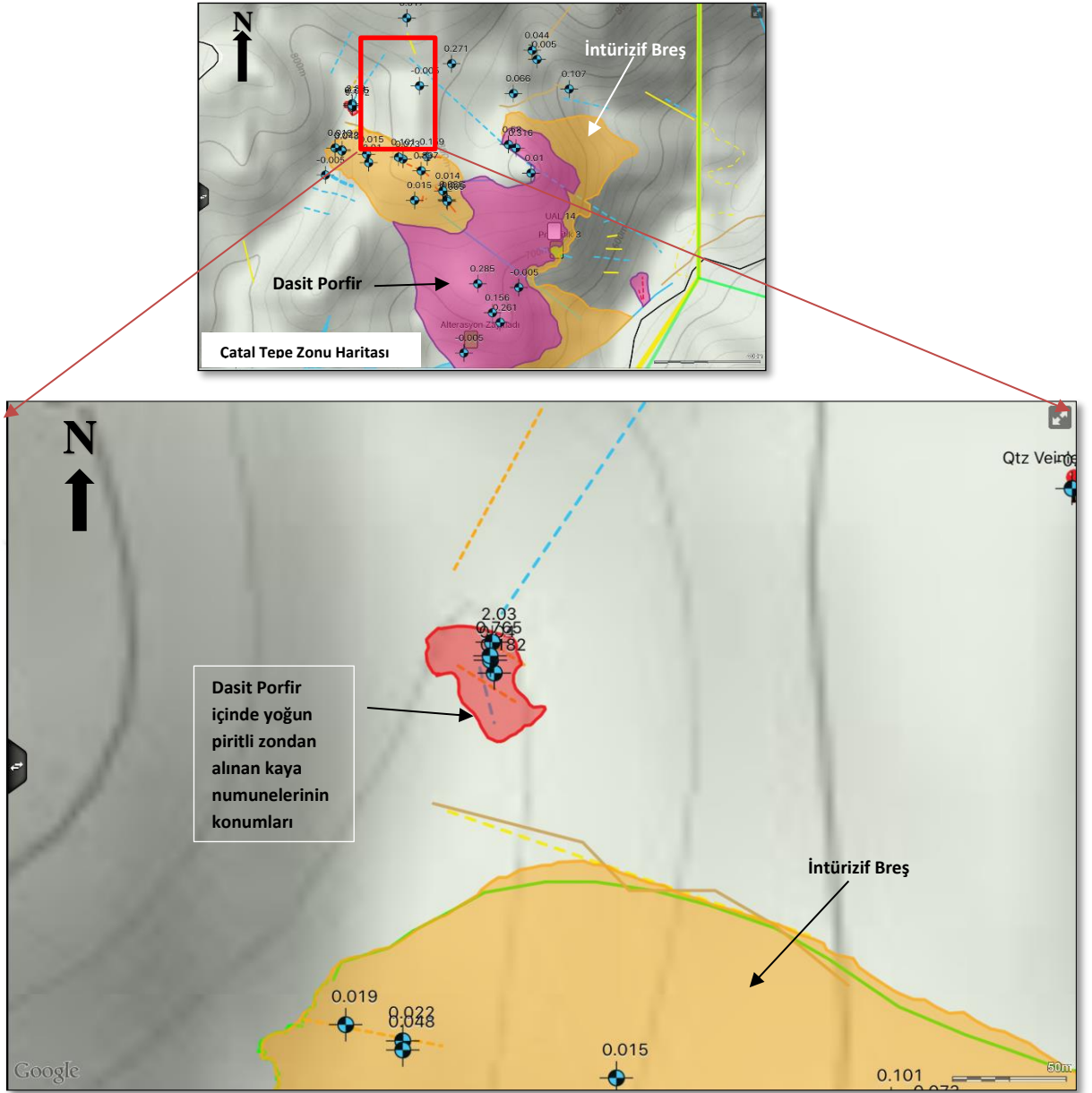
İntüzif breş zonu 0,14 hektarlık bir alan kapsamına karşın, Tüllüce civarında 36,22 hektardan daha fazla bir alan kapsamaktadır.

Bu mevkiide alınan 5 kaya örneğindeki anomaliler;

Au değerleri: 2.03 ppm- 0,76 ppm- 0,28 ppm- 0,18ppm- 0,04ppm şeklindedir.

Ag değerleri ise: 4,8- 0,2 ppm arasında değişmektedir.

Ayrıca Tüllüce civarında 0,3-0,1 ppm Altın anomalileri elde edilmiştir.



Şekil 6.37: Çatal Tepe civarından alınan numunelerin konumlarını gösterir harita.

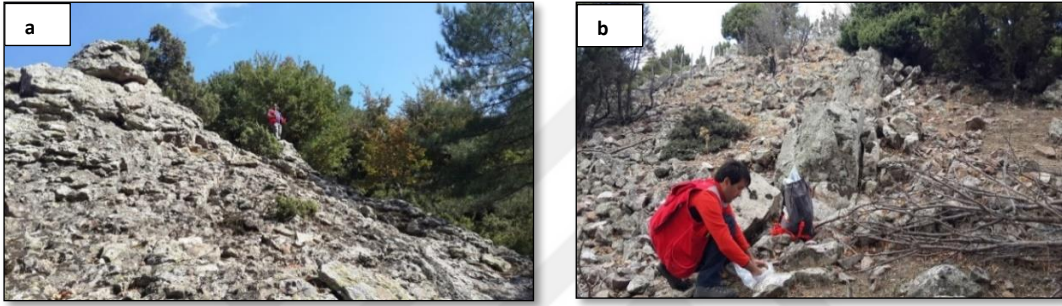
6.5.4 Tüllüce Mevkii Dasit Porfir Zonu

Tüllüce Tepe batısındaki Sarısu dere kaynağına yakın kısımda Yüzeysel volkanik kayalar sokulum yapmış Dasit Porfir gözlenmiştir. Yüzeysel yayımlı NW-SE şeklinde Çatal Tepe kuzeyinden Güvercin Tepe'ye kadar uzanmakta olup 12,86 hektarlık bir alanda izlenmektedir. Dasit Porfir yüzeysel kayalar sokulum yapmış, volkanik bir Breş tarafından kesilmiştir. Bu alanın güneyinde gözlenen

Andezit Porfirler ile ilişkisi yüzeyde gözlenememiş olup alan volkanik kayalarla örtülüdür.

Dasit Porfir, ince taneli groundmass içerisinde Feldispar, Biyotit, Hornblend, Kuvars kristal bileşimindedir. Hornblend ve biyotitlerde kloritleşme, groundmass te silileşme, feldisparlarda az miktarda serisitleşmenin izlendiği kayaç feldisparların diğer minerallerden daha iri olarak gözlendiği faneritik bir dokuya sahiptir.

Dasit Porfir içerisinde ayrıca dissemine kübik pirit mineralizasyonu ve Kristalin (comb) kuvars damarcıkları gözlenmektedir.



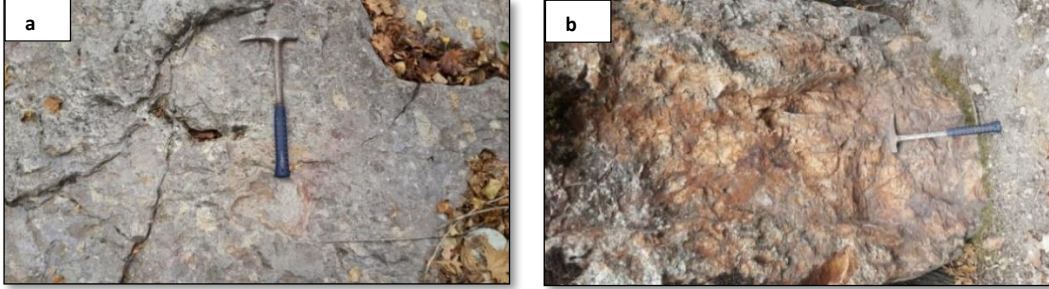
Şekil 6.38: a) Tüllüce mevkii dere içindeki dasit porfir zonu, b) Tüllüce zirvesindeki silileşmiş zonlar.

6.5.5 Tüllüce Mevkii İnrüzif breş Zonu

Tüllüce Tepe ve Güvercin Tepe civarında yüzlek veren Breş geniş bir alanda yayılım sunmaktadır. Yayılımı stok şeklinde olup yanal atımlı faylar ile kesilmiştir. Dasit Porfir, Yüzey volkanik kayaları ve Andezit Porfir ile sınırı olan birim tüm birimlerden daha gençtir. İçerisinde tüm birimlerin parçalarını içerir.

Dasidik bir bağlayıcı içerisinde yuvarlaktan köşeliye doğru birçok farklı formda klast içerir. Klastların boyutları yüzeyde 1mm-40cm arasında değişim sunmakta ve farklı tip alterasyon ürünlerini içermektedir. Breş içerisinde fresh, arjilik, kuvars-kil, kloritik kayaç parçaları gözlenmiştir. Bazı kısımlarda az da olsa bu breş içerisinde kuvars damar parçacıkları da gözlenmiştir.

Breş içerisinde altere ve alterasyona uğramamış klastlar bulunmaktadır. Ayrıca breş oluşumundan sonra tekrardan alterasyona uğramıştır ve breşi kesen kuvars damarcıkları mevcuttur.

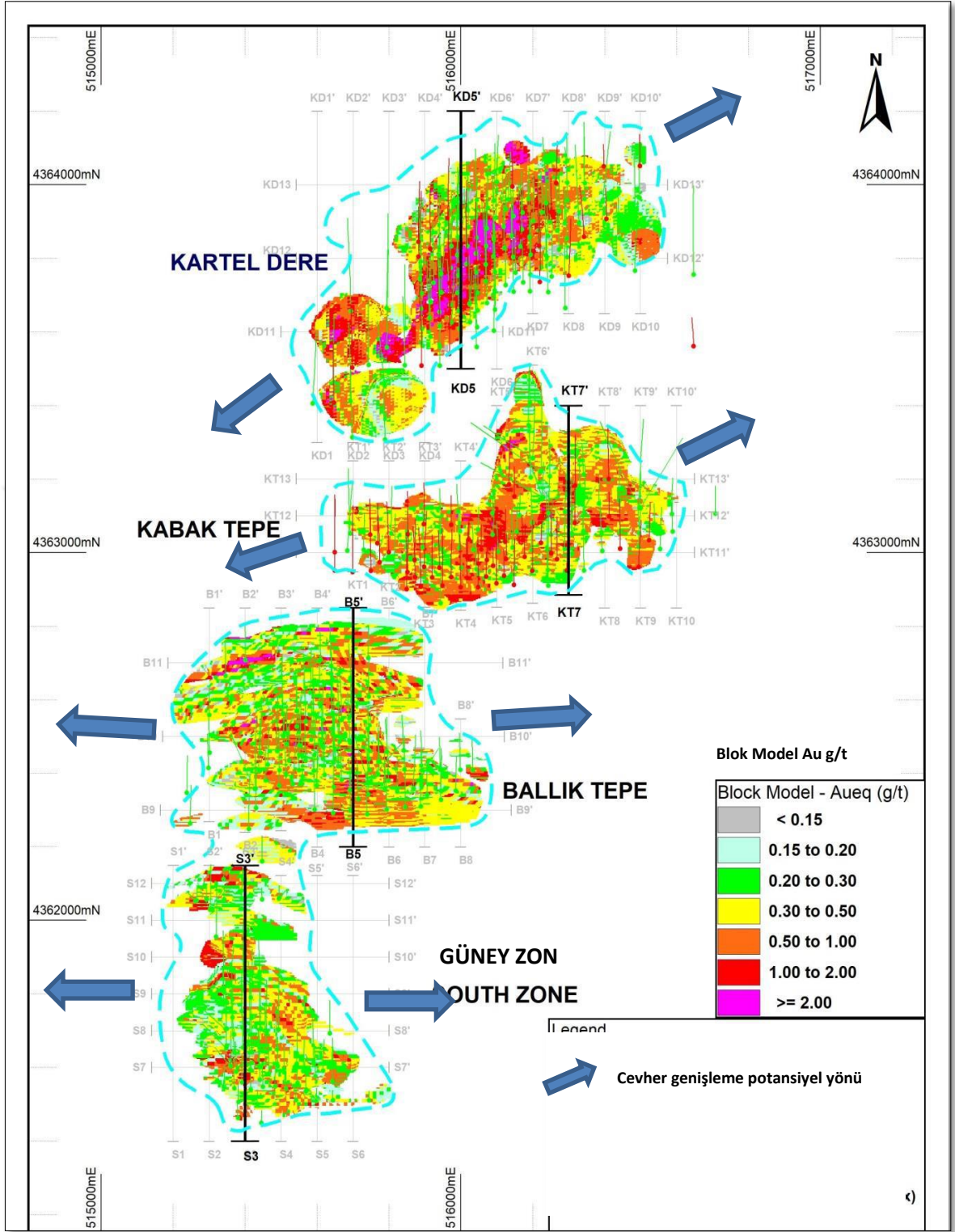


Şekil 6.39: Tüllüce mevkii a) İntrüzif breş zonu b)İntrüzif breş içerisindeki silisleşmiş zonlar.

Göktepe Zonu ve ruhsat alanındaki diğer potansiyellerin araştırılması için yüzey çalışmalarının (litoloji ve alterasyon haritalaması, kaya örnekleme vb.) tamamlanması ve güncellenmesi önemlidir.

Çalışma alanında derin sondajlar ile düşük açılı fay zonunu ve büyük fya zonlarının devamlılıklarını test edilebilir. Bunun için yapısal hatlar ortaya konmalı ve nokta sondajlar yapılmalıdır.

Düşük açılı fay zonunun kuzeyindeki tüm fay zonlarının ortaya konması ve bu fayların kesişim noktalarındaki silisleşmeler cevherleşme açısından büyük potansiyel taşıyan alanlardır.



Şekil 6.40: Kaynak Model çalışmasının yüzey görünümü ve cevher takip yönleri oklar şeklinde gösterilmiştir (Tümad Resource Estimate For The İvrindi Gold Project Balıkesir-Western Turkey, 2017).

Yapılan kaynak model çalışmasına göre keşfedilen 4 zonda cevherleşmenin devamlılığı söz konusudur. Bu alanlarda yapılacak arama sondajları ile Karteldere

Zonu haricindeki diğer zonlarda doğu-batı yönlü cevher devamlılıkları, Karteldere zonunda ise Güneybatı-Kuzeydoğu yönlü bir cevher devamlılığı olması muhtemeldir.

Alterasyonnun batı yönde topografyadan doyalı <200m uzanıyla kapanması fayların konumu itibariyle muhtemeldir. Ancak damar-damarcık sisteminin doğu-kuzeydoğu yönde devamlılığı volkanik örtü birimlerinin (Alterasyona uğramamış, aglomera, tüf, İntüzif breş, andezitik lav vb.) altında olma olasılığı yüksektir.

Alterasyona uğramamış bu birimler dolayısıyla cevher takibinde güçlük çekilmektedir. Yüzey verileri, yapısal veriler ve jeofizik veriler (manyetik, IP, RES gibi.) cevher takibi açısından büyük önem arz etmektedir. Bu veriler yorumlanarak keşfedilmemiş alanlarda kullanılabilir.

Sahanın K40-50D yönlü yapısal bir hatta olduğunu varsayacak olursak arama çalışmaları volkano-sedimenter kayalar altında aranmalıdır. Bu alanlarda yapılacak sondajlar derin olabilir (>600m). Sondajların konumları ise en güneydeki düşük açılı normal fay olarak yüzeyde izlenen büyük fayın önündeki antitetik fayların kesişim noktaları olmalıdır. Bu konuda sahanın cevher kotu 1040-850m arasında olduğundan sondaj noktalarının seçiminde bu kotlara dikkat edilmelidir.

Sahadan 2-3 km doğuda düşükaçılı normal fayın düzlemindeki silisleşmeden (kalınlık yaklaşık 4m) ekonomik veri elde edilemese de fayın kuzeye doğru devamda Göktepe Zonu güneyinde Ballık, Güney, Kabak zonları devamındaki antitetik fayların düşük açılı normal fay ile kesişim noktalarında ki silisleşmelerde arama çalışmaları sürdürülmelidir.

Sahanın arama potansiyeli Göktepe ile sınırlı kalmayıp fay kesişim noktalarına yapılacak arama sondajları ile bu potansiyel artabilir.

Kaynak Model çalışmasının plan görünümüne bakılacak olursa (Şekil 6.41) Kartelde zonu haricindeki diğer zonlarda doğu devamlılıkları düşük tenörlü olarak devam etmektedir. Karteldere de ise yüksek tenörlü devam eden 516200E koordinatından sonra yüksek tenörde birden bir azalma meydana gelmiştir. Bu azalmanın sebebi bir fay zonu olması muhtemeldir. Bu koordinata kadar masif damar olarak devam eden son sonrasındaki sondajlarda damarcıklar şeklinde devam

etmiştir. Bu zonun masif devamlılığı ve muhtemelen yüksek tenörlü devamlılığı ise KE yönünde Arpacık yaylası civarında volkano-sedimenter birimler altında Göktepe Zonu'na doğru uzanmaktadır. Bu istikamette yapılacak arama sondajları sahanın rezervini arttırabilir. Göktepe batı yamacında yüzeyde görülen kuvars damarı Karteldere fay zonu ile aynı istikamettedir. İki zon arasında volko-sedimenter kayalar bulunmaktadır.

Ballık Tepe kuzeybatısındaki yüksek tenörlü zonun devamlılığı ise Canpolat Mevkii 'ndeki damarlar ile brlemesi muhtemeldir. Canpolat mevkii Kabak Tepe ile Ballık Tepe arasındaki oryantasyonu net olmayan paralel kuvars damarlarından ibarettir. Bu damarlarda yüzeyde yüksek tenörlü Au anomalileri tespit edilmiştir. Bu zona yönelik arama çalışmaları neticesinde ballık ve kabak tepe zonlarının birleşmeleri muhtemeldir. Canpolat mevkiindeki damarların eğimleri kuzey yönlü şekilde izlenirken sahanın genel damar eğimi ise güney yönlüdür. Kuzey yönlü bu damarlar baba vein isimli damara uzanan kollar şeklinde yorumlanabilir. Bu alanda yapılacak sondajların azimutları güney yönlü veya bu alanda yapılacak sondajlar dik olabilir.

Kuzey yönlü damarlardan olan Kabak tepe ve Karteldere arasındaki damar zonu ise arama sondajları ile test edilebilir. Bu alandaki sondajların yönleri güneye doğru olmalıdır.

Güney zonun kuzeybatısında yüzeyde görülen damarların devamlılıkları doğru yönde takip edilebilir. Ballık Tepe zonu güneyi (ballık en üst kottaki ana damardan boyun damarına kadar olan kısımda bir aşınma söz konusudur. Bu alanda doğuya doğru cevher potansiyeli taşıyabilir.

Karteldere kuzeyindeki doğu batı yönlü dere hattı Söbücayırı mevkiisine kadar olan kısımda yapılacak arama sondajları sahanın cevher potansiyelini arttırabilir. Söbücayırı mevkiinde muhtemelen alterasyon sınırlanacaktır. Ancak bu alanda volkosedimenter örtü kalın olduğundan bu alan ekonomik olmayabilir.

Yapılacak arama sondajları ile sahadaki mevcut potansiyelin artacağı yorumu yapılabilir.

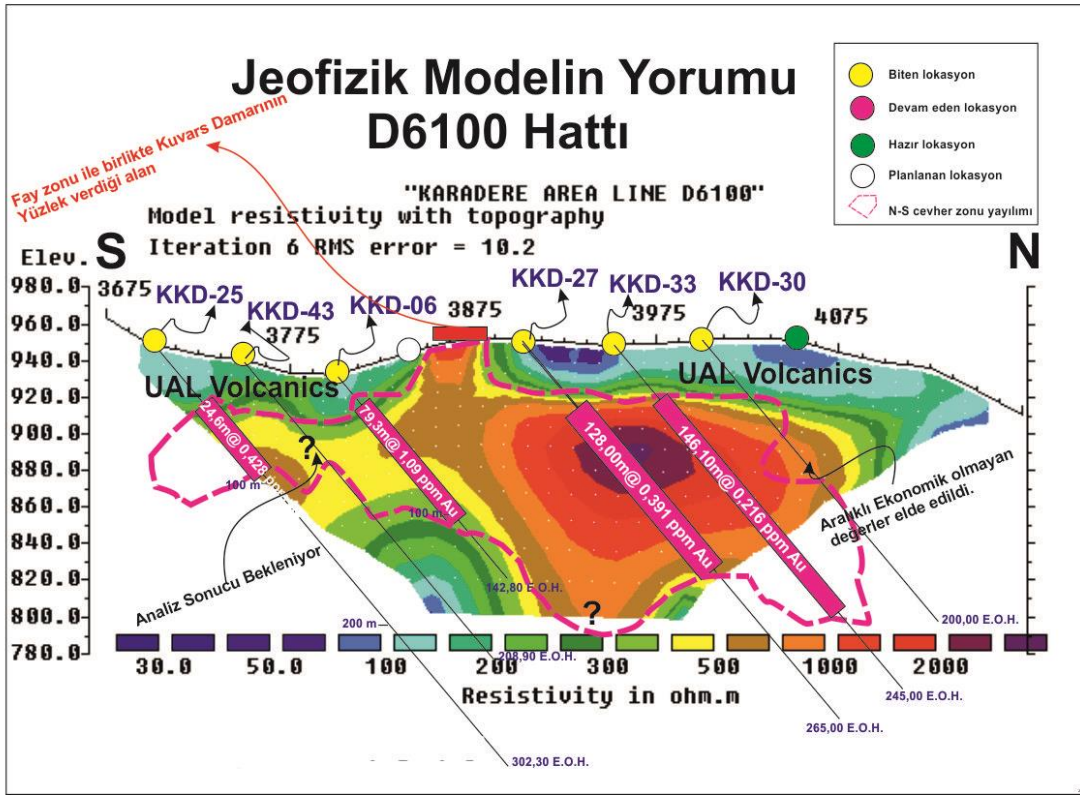
7. JEOFİZİK

2013-2015 yıllarında silisli zonların tespiti için Pol-Dipol IP metodu ve Gravident IP metodu yöntemiyle öz direnç (RES) ve yapay uçuşma ölçümleri (IP) yapılmıştır. Toplamda 94km'lik hat uzunlukları tüm sahayı tarayacak biçimde konumlandırılmıştır.

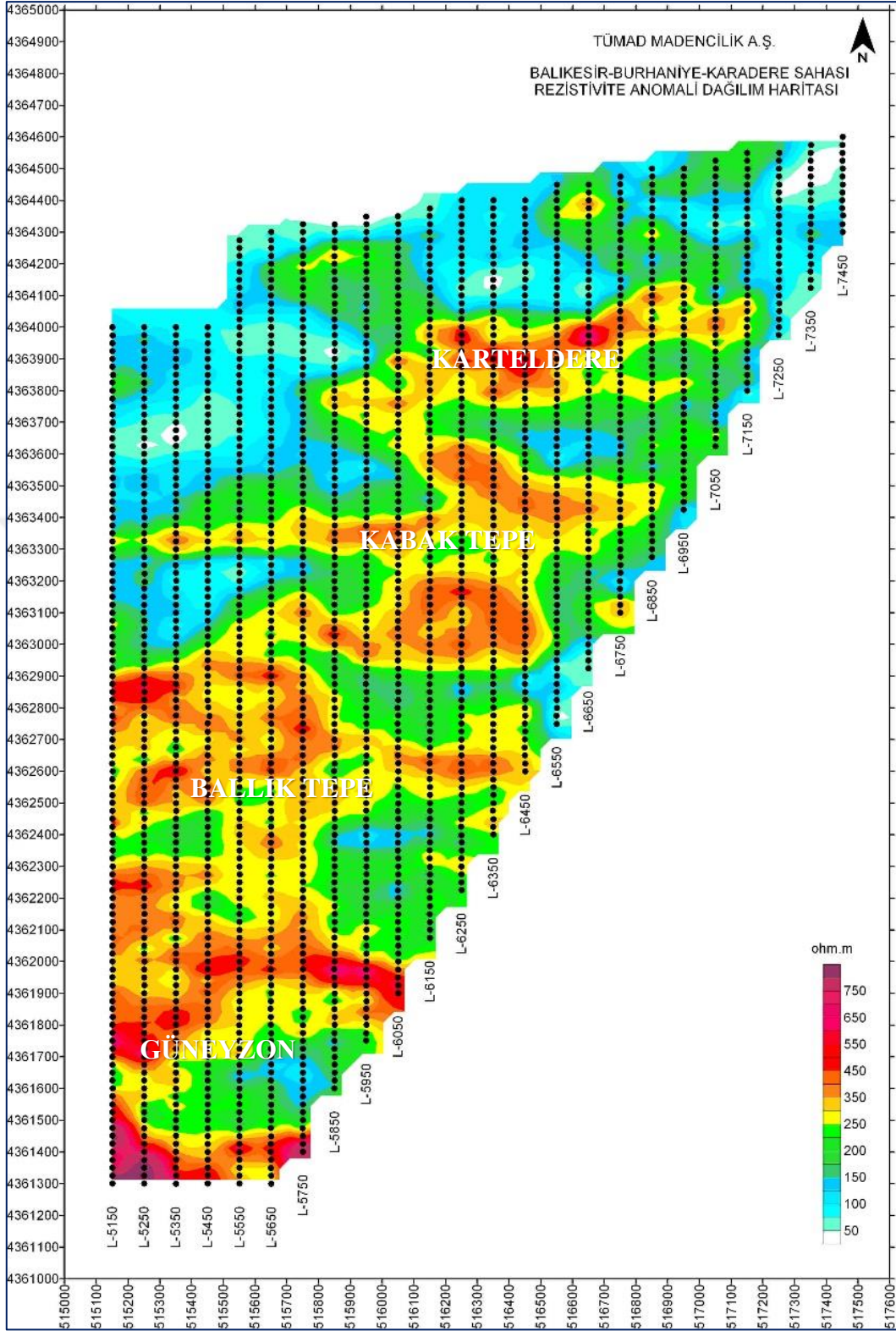
Hat aralıkları 100 metre birbirine paralel profiller üzerinde, 25 metre elektrot aralığı kullanılarak pol-dipol açılımıyla öz direnç ve yapay uçuşma ölçümleri yapılmıştır.

Tüm ölçümler sonucunda elde edilen öz direnç (rezistivite) ve yapay uçuşma (şarjabilite) ölçümleri veri işlemden geçirilerek iki boyutlu kesitlere ve üç boyutlu seviye haritalarına dönüştürülmüştür.

Elde edilen veriler sondajlar ile test edilmiş, genel anlamda 150m derinliğe kadar RES sonuçlarının pozitif sonuç verdiği görülmüştür.



Şekil 7.1: İki boyutlu Jeofizik model kesitinin (Resistivite) sondajlar ile test edilmesi.



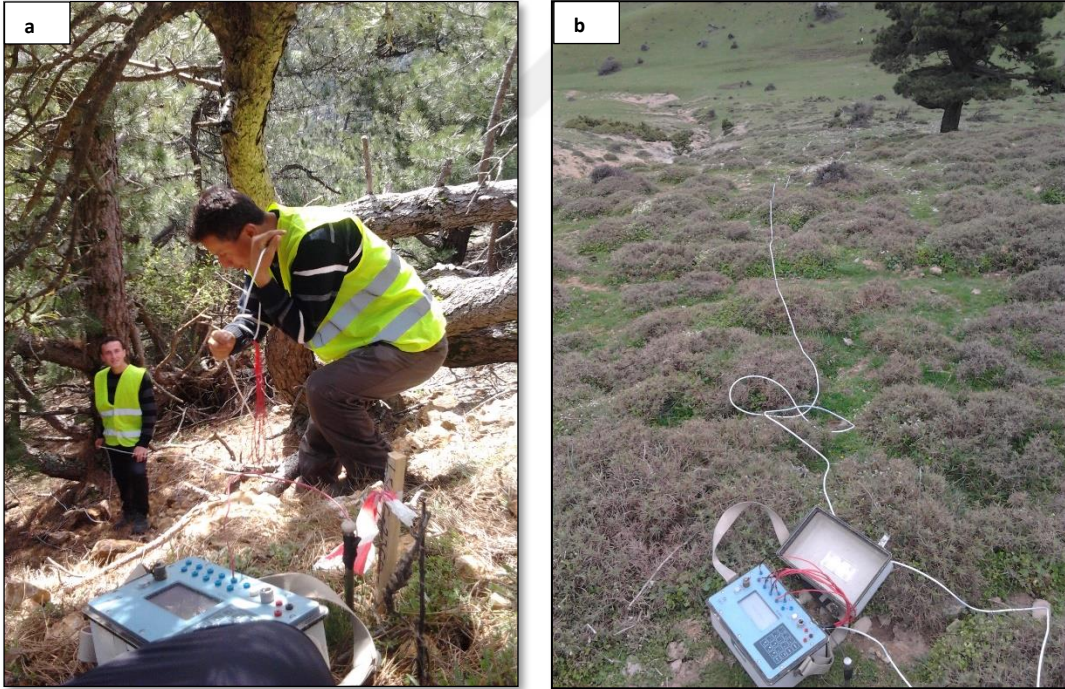
Şekil 7.2: Çalışma alanındaki 4 ana zonda yapılan yüzey (25m) Resistivite haritası.

Bilindiği üzere kuvars damarları, silisleşmiş zonlar ve bazı masif kayalar yüksek ve kısmen yüksek rezistivite değerleri vermektedir.

Jeofizik model kesitleri sondajlar ile test edilmiş ve jeofizik anomali ile sondaj verileri korelasyonu yapılmıştır. Buna göre özellikle karteldere zonunda yapılan jeofizik çalışmasından elde edilen verilere göre yüzeyden 150m derinliğe kadar jeofizik anomali ile sondaj verileri birebir körele olmaktadır. (Şekil 7.1)

Mor, kırmızı, turuncu, acıkkahve rengi, sarı renklerinin iki boyutlu kesitte Karteldere'deki ince kristalli propilitik altere Andezit porfir ile birebir uyum sağlaması dikkat çekmektedir. Andezit porfir içerisinde kloritleşme, kuvars-serizit alterasyonu, silisleşme izlenmektedir. Kuvars-serizit alterasyonu ve silisleşme bu renklerle pozitif korelasyon sağlamaktadır. Analiz neticeleri ise değişken olup jeofizik anomali ile pozitif korelasyon sağlamaktadır. (Şekil 7.1)

Açık mavi, mavi, yeşil renkleri ise karteldere zonundaki volkanosedimenter kayalar temsil etmektedir. Bu kayalar içerisinde silisli zonlar sondajlarda da gözlenmemiştir. Bu zonlarda jeofizik anomalilerde pozitif korelasyon sağlamıştır. (Şekil 7.1)



Şekil 7.3: Jeofizik Yöntemin arazi uygulaması a) Karteldere zonu, b) Kale tepe.

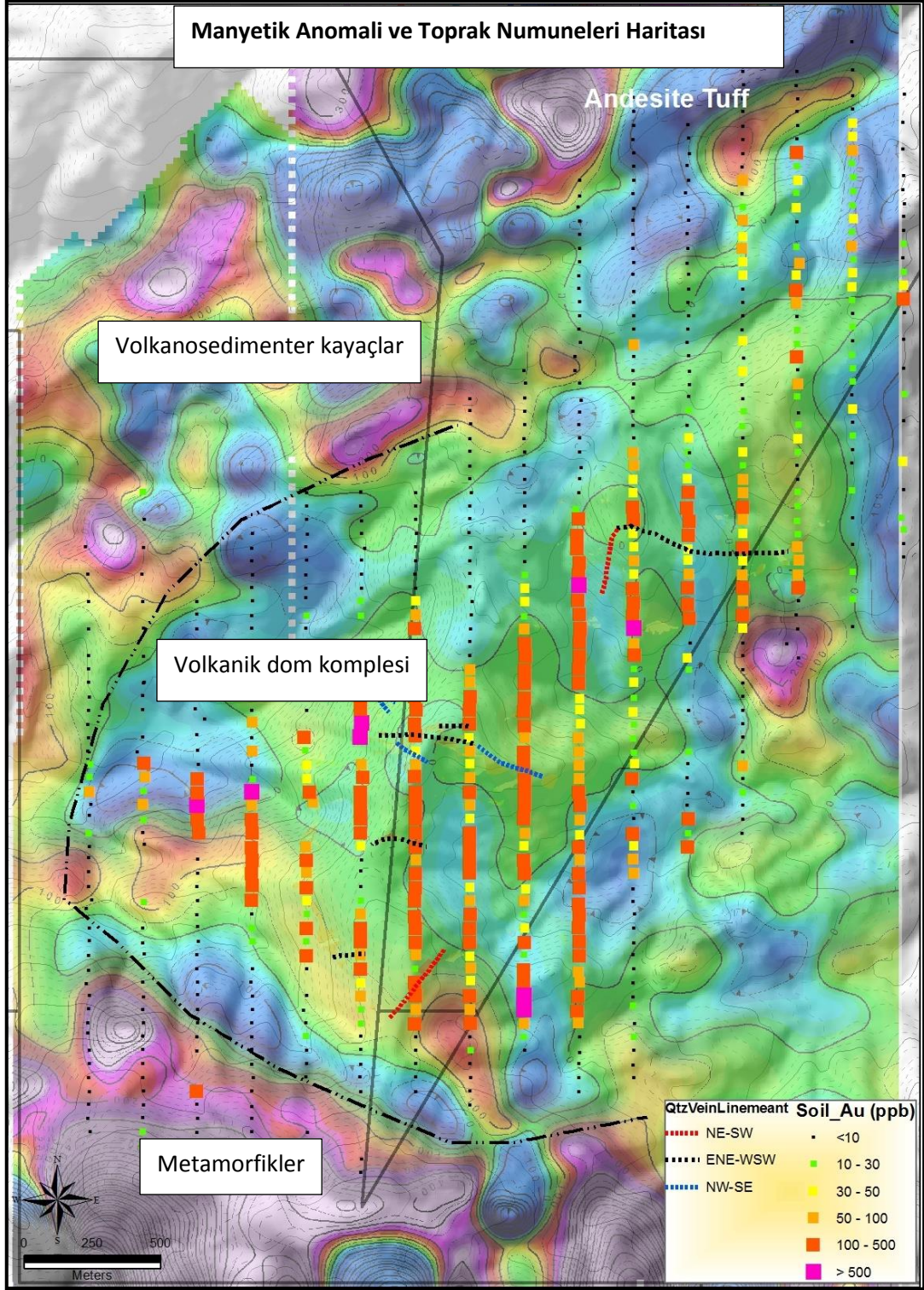
Karadere (İvrindi) Projesinde Manyetik yöntem ile jeofizik çalışması da yapılmıştır. Manyetik yöntem saha da havadan ve yerden olmak üzere 2 farklı şekilde uygulanmıştır.

Bu yöntemlerden elde edilen haritalar yorumlanmıştır. Sahanın güney kesimlerinde yer alan metamorfik birimler ile Granodiyorit kontaklarına yakın olan kısımlar, volkanosedimenter kayalar içerisindeki bazaltik lav akıntıları mor, pembe gibi sıcak renklerde anomaliler vermiştir. Bu anlamda elde edilen anomaliler litoloji ile pozitif korelasyon sağlamaktadır. Metamorfik ve granodiyorit kontaklarına yakın kesimlerde gözlenen skarn tipi cevherleşmede gözlenen manyetit-granat-epidot-tremolit-bakır- pirit birlikteliği güney kesimlerde gözlenen manyetik farklılığa işaret etmektedir.

Volkosedimenter kayalar içerisinde bazaltik lav akıntılarının olduğu bölgelerdeki sıcak renkler ise bazaltik kayalar içerisindeki Feerromagnezyen minerallerin yoğun olmasından kaynaklıdır.

Sahanın batısındaki sıcak renklerin dom yapısı şeklinde izlenmesi ise volkoosedimenter kayalar içerisindeki mineraller ile ilişkilidir.

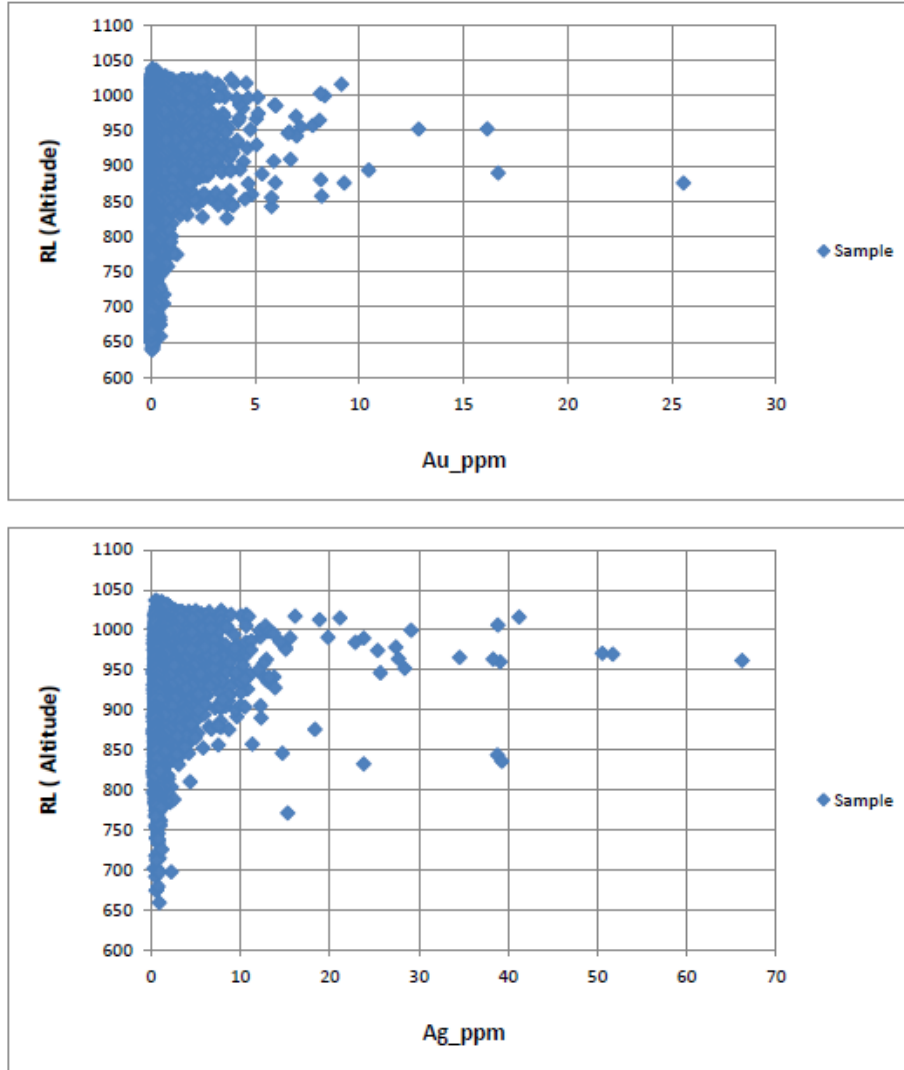
Harita da (Şekil 7.4) manyetik anomali haritası üzerindeki toprak anomalileri ve silisleşmiş zonlar gözlenmektedir. Toprak anomalileri volkanik dom kompleksi içerisinde kuvars serizit kil alterasyonuna tekabül etmektedir.



Şekil 7.4: Yüze manyetik anomali haritası üzerinde toprak numuneleri ve siisleşmiş zonların konumları.

8. DERİNLİK-CEVHER İLİŞKİSİ

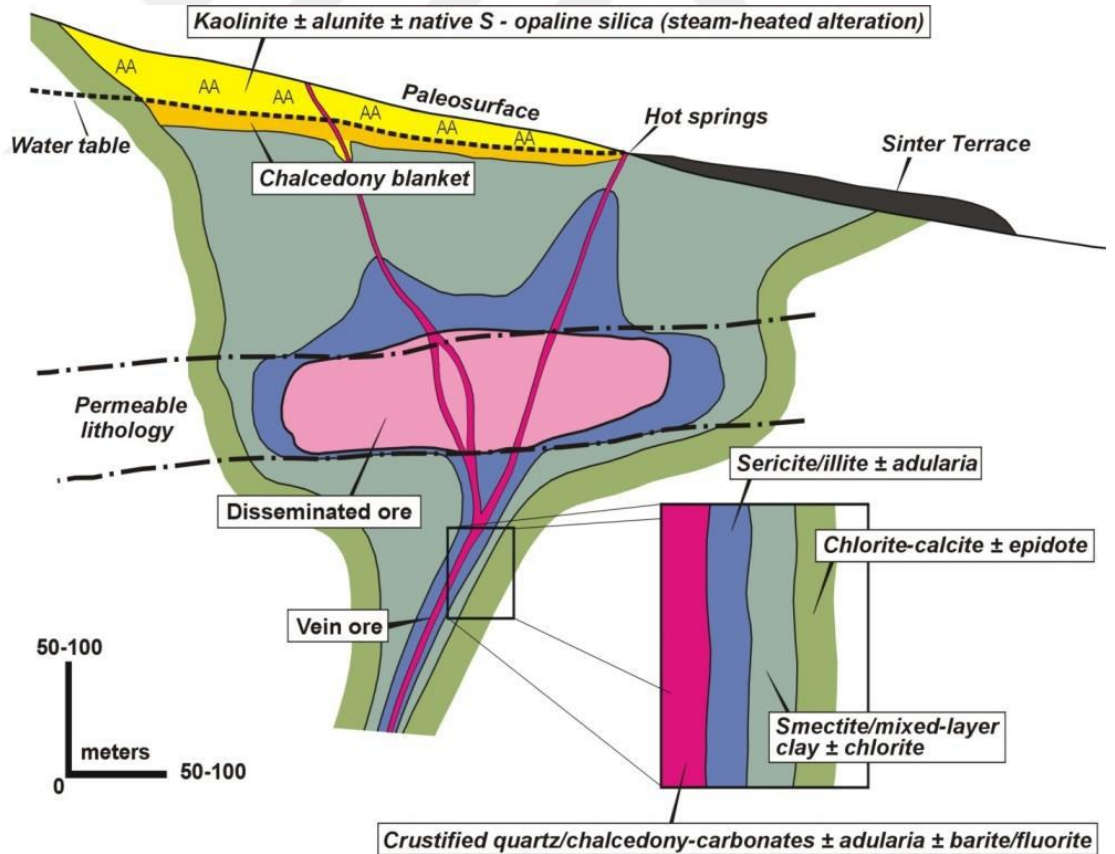
Yapılan sondajların ulaştıkları gerçek derinlik değerleri kullanılarak cevherin derinlere doğru davranışı incelenmiştir. Bu bağlamda yapılan tüm sondajlardaki her bir numune aralığının kot değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler ile Au ve Ag değerleri arasındaki ilişki aşağıdaki gibidir. (NOT: Kot değerleri sayısal 1/25.000'lik haritalara göre hazırlanmıştır). Söz konusu Au-Ag için hazırlanan elevasyon modeli Ballık ve Kabak Tepe için Au ve Ag için kot aralıkları benzer olup bu aralık 1040-825 m civarında Au için tenör 0.5 ppm üzerinde, Ag için ise 850m kot üzeri 10 ppm üzeri seyretmektedir.



Şekil 8.1: Karadere (İvrindi, Balıkesir) cevherleşmelerinde Au ve Ag için deniz seviyesi kot değerlerine göre tenör dağılımı.

9. YATAK TİPİ

Karadere (Burhaniye, Balıkesir) Au-Ag cevherleşmeleri, bölgede gerçekleştirilen çalışmalar boyunca elde edilen gerek makroskobik, gerek mikroskobik, gerekse jeokimyasal çalışmalar sonucunda bu yatağın “**Kuars-Serizit Tip (Düşük Sülfidasyonlu Epitermal Au-Ag Sistem) Sistemi**” olarak düşünülmüştür. Bu tip yatakların temel özellikleri, gerilmeli bir tektonizmanın bölgeyi etkilemesinin ardından eş yaşlı volkanizma kaynaklı olmasının yanı sıra, altarasyon tipleri ve temel kuvars dokularının özellikleri ve yüzeyden ortama 250-300m derinliklerde, ortalama <250 °C oluşmuş olmalarıdır. Bu tip yataklarda, sülfid mineralleri egemen olarak gözlenmemekte ve gümüş sülfotuzları, arsenopirit, pirotin, markazit, pirit, galen, sfalerit, nadiren kalkopirit bu yataklara eşlik edebilmektedirler (Sillitoe vd., 2002).



Şekil 9.1: Genelleştirilmiş düşük sülfidasyon epitermal Au-Ag modeli

(Buchanan, 1981; Sillitoe, 1993).

Düşük sülfidasyonlu sistemlerin oluşumu, magmatik sularla gelen akışkanın, genişlemeli yapısal hatlar boyunca dolaşıp, sıcak kaynaktan biraz uzak mesafede meteorik sular ile karışıp yükselmesiyle oluşmaktadır. Bu tip bir oluşumda Altın Bisülfid kompleksleriyle birlikte taşınır. ($[Au_2(HS)_2S]^{2-}$, $[Au(HS)_2]^-$). Kayaçlar arasında dolaşımda olan akışkan kaynar, soğur, oksidasyona uğrar ve gang mineralleriyle birlikte cevherin çökmesine sebep olur. Cevher çökelişi açık kırık hatlarında veya geçirgen litolojilerde gerçekleşir. (Hayba et al, 1985; Simmons et.al., 2005).

Bantlı dokudaki kuvars damarları, açıkboşluklara dolmuş damarlar, multifaz kuvars damarları (breşleşme, bantlı doku, şeker doku, ornatım dokuları, vb.) yan kayaçlar ile net dokanakları olur şekilde yerleşirler. Damarlar etrafında arjilik alterasyon, sıvının sıcaklığı azaltıkça propilitik alterasyon ve fresh kayaya geçiş özelliğindedir.

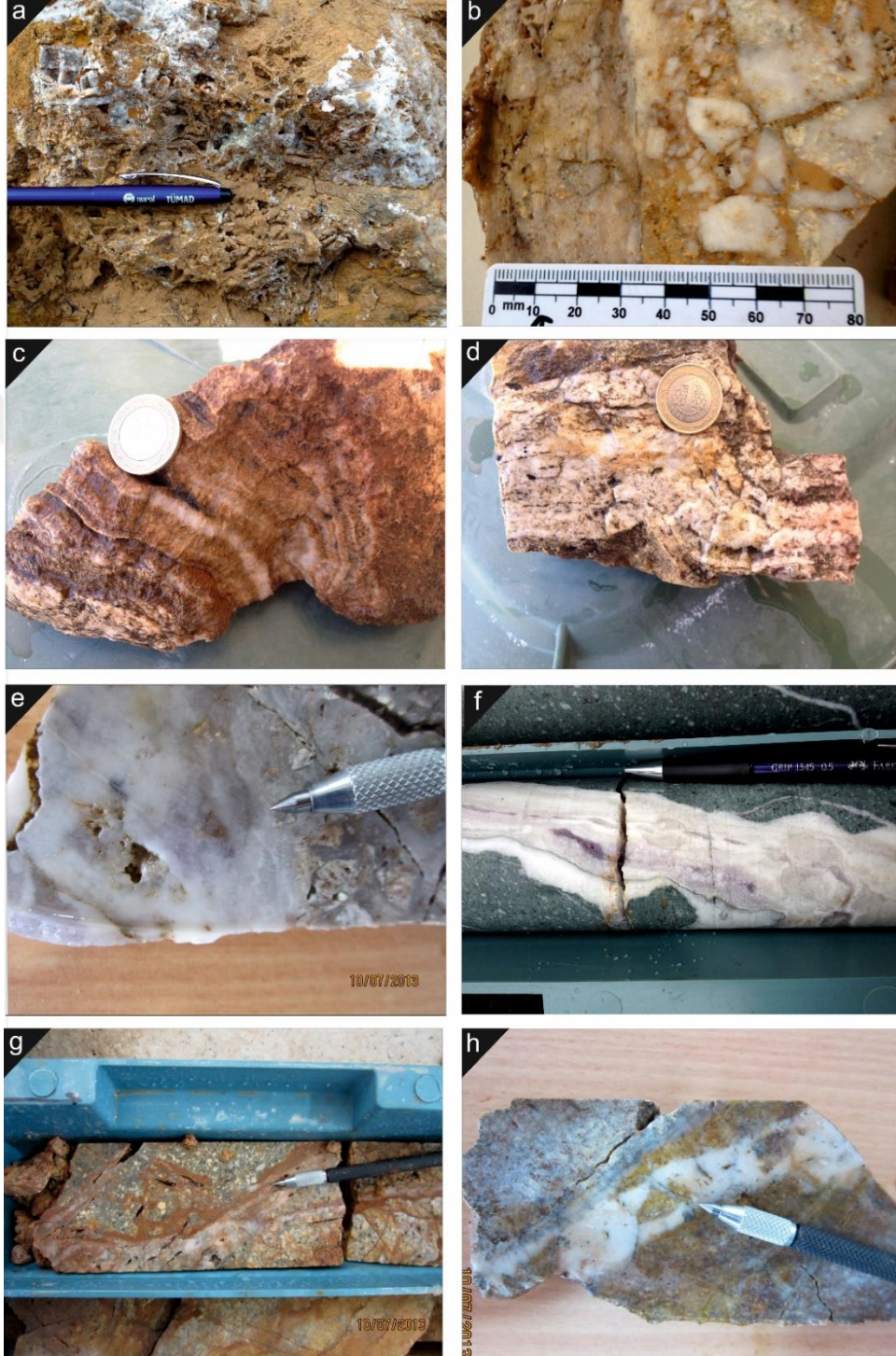
Bantlı doku, Bıçaksırtı Kalsit (calcite bladed) dokuları bu sistemlerde kaynama mekanizması ile ilgili önmeli dokulardır.

İvrindi yatağının sülfid mineralojisi aynı zamanda bu tip yatakların kimyasal özellikleriyle benzerlik sunmaktadır. Bu tip sistemlerde bisülfid ayrışmalarından doğal metal olarak altın çökelişi gerçekleşebilir. Kaynama işlemi sırasında veya H_2S 'in bir kombinasyonu ile pirit veya arsenopirit ile çökeltme, düşük tuzlu sularda gözlenen en yaygın demir türü olan Fe^{2+} 'yi oluşturmaktadır (Ohmoto, 1985).

İvrindi Projesinde Sülfid oranı ($<1\%S$) ve baz metal bileşimi ($<1\% Cu+Pb+Zn$) $<1\%$ olduğundan Düşük Sülfidasyonlu epitermal yataklar ile benzerlik sunmaktadır.

Karadere Au-Ag cevherleşmelerinin 35 km GB'da yeralan, Ovacık ve Çukuralan düşük sülfidasyonlu epitermal Au yataklarına (Au-Ag) ve 17 km KB'da yer alan Küçükdere epitermal Au-Ag sahaları ile benzer özellikler taşımaktadır. Karadere Au-Ag cevherleşmelerinin epitermal bir sistem içerisinde güneyden kuzeye doğru düşünüldüğünde Göktepe Zonu Sistemin en üst seviyelerine kalsedonik bir örtüye karşılık gelmektedir ve bu zonun altında damar sistemi devamlılığı söz

sıyrılma fayı üzerinde silisleşme gözlenmiştir. Cevherleşmeyi oluşturan akışkan kökeni ile ilgili bilgi eksikliği olduğundan modelde net olmayan çözülmesi gereken konular vardır. Bu konular sonuç ve öneriler bölümünde ele alınmıştır.



Şekil 9.3: a)Ornatım dokusu (Boxwork, Replecement texture), b) Şeker dokulu (Sugary) kuvarsı kesmiş tek taneli breş, c) Kalsedonik bantlı doku d) Propilitik alterasyon içinde Bantlı doku, e) Sahada en yaygın doku olan Şeker doku (sugary texture) f) Ametistli bantlı kuvars (banded texture), g) demiroksitli kuvars damarcık zonu, h) kuvars damar zonu.

10. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak yapılmıştır.

Tezin ana konusunu oluşturan Karadere (Burhaniye, Balıkesir) düşük sülfidasyonlu epitermal Au-Ag yatağının bulunduğu bölgede stratigrafik olarak temel birimler Triyas yaşlı genel olarak düşük dereceli şist litolojilerinden meydana gelen Karakaya Kompleksi'ne ait birimler bulunmaktadır. Bu birimler, Oligo-Miyosen yaşlı granit, granodiyorit kompozisyonlu I-tipi karakterli Kozak Plütönu tarafından kesilmektedir. Kesilen kontak zonlarında çoğunlukla hornfels ve daha az olarak ise skarn zonları gelişmiştir. Skarn zonlarının bulunduğu lokasyonlarda Fe-Cu cevherleşmelerini görmek mümkündür. Kozak Plütönu ile aynı yaşlı olan ve intrüzif-extrüzif ilişkisi bulunan volkanikler bu çalışmada detaylandırılmış ve andezitik subvolkanikler, volkanik-volkanoklastik istif ve volkanizmanın en son ürünü olarak ise bazaltik andezitik kayalar şeklinde ayırtlanmıştır.

Çalışma alanındaki cevherleşmeler 5 ana zon olarak ayırtlanmıştır. Bunlar; Güney zonu, Ballık zonu, Kabak zonu, Karteldere zonu ve Göktepe zonu'dur. Çalışmada bu zonlar ile ilgili detay çalışmalar yapılmıştır. Bu zonlardan;

Güney zonu, metamorfik kayalarla volkanik dom kompleksi arasındaki tektonik dokanağın hemen önünde yer almaktadır. Bu sebeple yoğun kırık hatları oluşan nadezit porfir içerisinde birbirine paralel birçok kuvar damar-damar zonu gelişmiştir. Bu damar sistemlerini oluşturan damarlar yer yer 120cm kalınlığa ulaşmaktadır. Hem bantlı, hem de centikli kuvars (bladed calcite), dokusu sunmaktadır. Damarlar içinde cepler veya merceksi yapılar şeklinde kuvars-hematit breşleri göze çarpmaktadır. Aşınmış olan damar sisteminin alt kotlarına tekabül etmektedir.

Ballık Zonu, güneyden kuzeye doğru 750m, D-B gidişli 1 km civarında yanal bir yayılım sunan ve derinliği (~ 200 m) doğudan batıya artış gösteren bir

zondur. Ballık Zonu iki ana grupta incelenmektedir. Bunlardan en önemlisi *Ballık Tepe Zonu*, diğeri ise Boyun Damar Zonu olarak isimlendirilmiştir.

Ballık Tepe zonunda birbirine paralel irili ufaklı kalınlıkları 0,3-2m arasında değişim gösteren 5 farklı damar ve damarın arasında damarcıkların olduğu storkwork kuvars damarlarından oluşmaktadır. Kuzeyden güneye damarlarda bir aşınma gözlenmektedir. Kuzeydeki 3 ana damar <50m aşınmış, güneydeki 2 damar ise <100m aşınmış olabilir.

Boyun damar zonu ise yüzeyde görülen 270m Doğu batı uzanıma sahiptir. Kalınlığı ise değişken olup 0,3-1,5m arasındadır. Yüzeyde damarın en yüksek tenörlü kısmı yer almaktadır. Sahanın yüksek tenörlü kotu (950-900) Derine doğu <50m uzanımı sondajlar ile test edilmiştir. Aşınan damar sisteminin <150m si bu zonda aşınmış olarak yorumlanmaktadır.

Kabak zonu, yaklaşık D-B doğrultulu damarlar kalın ve daha sık aralıklarla görülmektedir ve doğrultuları boyunca takip edilmektedir. Kabak Zonu D-B gidişli li 1.5km uzanıma sahip, Baba damar zonunu içeren bir zondur. Kabak zonu, 0.5-25m arasında değişim göstermekle birlikte tamamı oksit zonda ortamala 150-200m arasında kalınlık sunan bir zondur. Damarın eğimi lokal olarak gerek yüzeyde, gerekse sondajlarda değişim sunmaktadır ve güneye doğu 35-40 derece arasında değişmektedir. Bu zonun volkosedimenter kayalar altında devamlılığı sondaj çalışmalarıyla tespit edilmiştir. Baba damar zonunda gözlenen kuvars damarı dokuları genellikle şeker, bladed, breş, nadiren ise kokard şeklindedir. Aşınmış olan damar sisteminin çok aşınmamış <50m zondur.

Karteldere zonu, Kabak Tepe zonunun kuzeyinde dere içerisinde 940m kotlarındaki aşınmış damar mostralarının konumları yorumlanarak >1.2km'lik bir yapısal hat boyunca uzanımın devam ettiği ön görülmüş kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı bir hatta yerleşmiş kalınlığı 0,5-6m arasında değişen ana damarzonu ve damar zonu taban bloğunda kuvars damarcıklarının (storkwork) <130m kadar devamlılık sunduğu şu ana kadar keşfedilmiş en yüksek Au tenörlü zondur. Bu zon kuzey kesimlerde volkosedimenterler ile güney kesimlerde ise farklı dokulardaki Andezit porfirler ile sınırlıdır. Bu zonun kuzeyindeki D-B uzanımlı yapısal hat ise

cevherleşme açısından büyük potansiyel sunmaktadır. Çünkü kuzeyde cevherleşme sınırlanmamıştır.

Göktepe Zonu, KD-GB yöneliminde yayılım gösteren bu zon Volknosedimanter birimler içerisinde intirüzif breş ve dasit porfir içerisinde yer almaktadır. Yüzeğe yakın üst kesimlerinde tabakalanmaya paralel kalsedonik şapka, bu zonun altında ise kuvars damar-damarcık sistemi devam etmektedir. Göktepe doğu kesiminde volkanosedimenter birimler arasında yoğun karbonatlı zonlar görülmüş bu zonlar sinter çıkışları olarak yorumlanmıştır. Göktepe zonu sahadaki epitermal sistemin aşınmamış en üst zonlarını ifade etmektedir. 1040 kotlarında intirüzif breş içerisinde kalsedonik banded yapıları gözlenmekle birlikte daha alt kotlarda ise şeker dokulu kuvars damar zonları görülmektedir.

Önceki çalışmalardan Çam, 2017'ye göre; Güney zonu'nun güney kesiminde, diğer faylardan daha genç olan bir fayın varlığı ortaya konmuştur ifadesi tartışma konusu olsa da, Bu fay, düşük açılı normal fay niteliğindedir ve Erken-Orta Miyosen yaşlı volkanik-subvolkanik kayalar ile Triyas yaşlı Karakaya Kompleksi'ne ait olan metamorfik kayalar arasında yapısal bir uyumsuzluğu temsil etmektedir.

Fay zonunun doğusunda ve batısında fay düzlemi ile uyumlu arz eden silisleşmeler gözlenmiştir. Bu silisli zonlar dar alanda (250m) yapılmış sondajlarda gözlenmemiştir. Aynı fayın devamında 500-2000m uzaklıklarda fayda silisleşmenin olduğu görülmüştür. Bu anlamda fayın söz konusu damarları kestiği düşüncesi/ötelediği düşüncesi gözden geçirilebilir. Düşükaçılı tektonik kontaktaki gözlenen silisleşme, sahadaki diğer fay hatlarını besleyen silisleşme olabilir. Ancak fay zonundaki kuvars parçaları fayın silisleşmeden sonra tekrar çalıştığını göstermektedir. Ancak fayın bu çalışması 0,3-1,5km lik damarları öteme şeklinde değil, fay içindeki silisleşmenin mekanik kırılmalar şeklinde izlenmesi olarak yorumlanabilir.

Yapılan ince kesit çalışması, maden arama programlarının önünü açabilir niteliktedir. Henüz hiç arama sondajı yapılmamış Göktepe Zonu'nda yüzeğe görülen damarlardan yapılan incekesit yorumlamaları dikkat çekicidir. Sondaj yapılan 4 ana zonda yüzeğden ve sondajda farklı kotlardan alınan ince kesit örnekleme bir sistematik dahilinde yapılmıştır. Aynı damarın yüzeğden ve 50m

derine farklı kotlardaki konumlarından ince kesit örneği alınmıştır ve bu örnekleme tüm zonlardaki ana damarlarda yapılmıştır. Bu inceleme sonuçlarına göre farklı kuvars fazları ayırtlanmıştır. Bu ayırtlanan kuvars fazları 4km lik hat boyunca D-B uzanımlı damarların aynı kotta aynı doku fazlarında olduğunu göstermektedir. Başka bir deyişle 1040 kotunda tüm damarlarda şeker dokulu kuvars fazı görülmekte, 900 kotunda ise 4 farklı kuvars fazı görülmektedir. Bu fazların birbiri ile ilişkisi ise şu şekildedir;

ZG-40 kesitinde (900m kotu), 4 kuvars fazı gözlenmiştir. Belirgin farklı fazlardan iri taneli banded kuvars vein, eş tane boylu kuvars damarını, qtz-sr damarını, sugary texture qtz damarını keser durumda gözlenmektedir.

900m ve 850m kotları arasındaki damarın mikroskopik incelemesinde farklı damar tiplerinin birbirini kestiği net olarak gözlenebilmektedir. Model olarak aşağıdaki şekildeki gibi 4 ayrı kuvars damarı fazının birbirleriyle ilişkileri incelenebilmektedir. Bu anlamda model kesitte ki;

- 1- Sugary texture kuvars damarını
- 2- Kuvars+Serizit damarını
- 3- İri taneli kuvars damarını
- 4- Banded texture kuvars damarını temsil etmektedir. (Şekil 10.1)

Bu çalışmadan yola çıkarak sondaj yapılmamış 1040 kotunda şeker doku (sugary texture) kuvars fazının olduğu kuvars damar zonu 970-850m arasında farklı faz kuvars damarcıkları ile kesilecek ve 1040 kotunda değer elde edilemeyen zondan alt kotlarda değer elde edilebilecektir.

Bu çalışmada derinlik cevher ilişkisi analiz neticelerine dayanılarak grafikleştirilmiştir. (Şekil 8.1) Buradan elde edilen tenörsel dağılım modeline göre ince kesitlerde ayrılan fazlarda faz 1 düşük tenörlü <1gr/ton Au faz 2 ve faz 3 ise <1gr/ton Au şeklinde yorumlanabilir.

Jeofizik yöntemin düşük sülfidasyonlu epitermal damar tipi cevherleşmelerinde kullanılması alan daraltmak ve damar takibi açısından önemli olduğu görülmektedir. Ancak 150m derinlikten sonraki Jeofizik anomaliler yanıltıcı olduğu görülmüştür.

Sahadaki litoloji ve alterasyon haritalarında güncellemeler ve daha geniş çerçeve data toplamak epitermal sistemin gömülü devamlılıklarını bulmak açısından önemlidir.

Sahadaki cevherleşme güneyde metamorfik, kristalin kompleks ve volkanik dom kompleksi arasındaki tektonik hat ile sınırlanmaktadır. Kuzeyde, doğuda ve batıda ise volkosedimenter birimler altında devamlılıklar olabilir. Özellikle Karteldere kuzeyindeki doğu batı hatlar boyunca volkanosedimenter birim içinde cevherleşme devamlılıkları olabilir.

Corbet, 2002 ye göre bu tipte geniş bir alterasyon alanına ship cevherleşmeler tam olarak düşük sülfidasyonu epitermal sistemi yansıtmaz. Çünkü normal bir epitermal sistemde stokwrok zonlar alanları ana damar zonlarının haleleridir. Karadere (İvrindi) cevherleşmesi Epitermal kuvars-sülfid (+/-) Cu sistemi olabilir. Bu sistem porfiri Au-Cu sistemlerinin görece üst kotlarında yer alır.

Bu sistemlerde çoğunlukla pirit derin koşullarda ise arsenopiritle birlikte kuvars damarcıkları izlenir. Kuvars sülfid sıvıları ile birlikte As, Sb, Bi, Hg element zenginleşmeleri bu tip cevherleşmelere eşlik eder. Bu sistemlerde Au tenörü 1-3gr /ton Au olur. Genellikle kristalin, opal, kalsedon kuvars yapıları bu sistemlerde gözlenebilir. Ana kaya alterasyonlarında serizit-illit-pirit-klorit-karbonat birlikteliği görülür. Bu sistemde damarlar tek veya paralel şekilde izlenebilir. (Corbet,2002).

Sahada cevher yaşı tayini, andezitik, dasidik porfirlerin yaş tayini çalışmaları yapılmamıştır. Ayrıca bu çalışmayı detaylandırarak Sıvı kapanım ve yapısal modeli güncelleme anlamında detay çalışmalar yapılabilir.

Yapılan kaynak model çalışmasına göre keşfedilen 4 zonda cevherleşmenin devamlılığı söz konusudur. Bu alanlarda yapılacak arama sondajları ile Karteldere Zonu haricindeki diğer zonlarda doğu-batı yönlü cevher devamlılıkları, Karteldere zonunda ise Güneybatı-Kuzeydoğu yönlü bir cevher devamlılığı olması muhtemeldir.

Alterasyonun batı yönde topografyadan doyalı <200m uzanımına kapanması fayların konumu itibariyle muhtemeldir. Ancak damar-damarcık sisteminin doğu-kuzeydoğu yönde devamlılığı volkanik örtü birimlerinin (Alterasyona uğramamış, aglomera, tüf, İntrüzif breş, andezitik lav vb.) altında olma olasılığı yüksektir.

Alterasyona uğramamış bu birimler dolayısıyla cevher takibinde güçlük çekilmektedir. Yüzey verileri, yapısal veriler ve jeofizik veriler (manyetik, IP, RES gibi.) cevher takibi açısından büyük önem arz etmektedir. Bu veriler yorumlanarak keşfedilmemiş alanlarda kullanılabilir.

Sahanın K40-50D yönlü yapısal bir hatta olduğunu varsayacak olursak arama çalışmaları volkano-sedimenter kayalar altında aranmalıdır. Bu alanlarda yapılacak sondajlar derin olabilir (>600m). Sondajların konumları ise en güneydeki düşük açılı normal fay olarak yüzeyde izlenen büyük fayın önündeki antitetik fayların kesişim noktaları olmalıdır. Bu konuda sahanın cevher kotu 1040-850m arasında olduğundan sondaj noktalarının seçiminde bu kotlara dikkat edilmelidir.

Sahadan 2-3 km doğuda düşükaçılı normal fayın düzlemindeki silisleşmeden (kalınlık yaklaşık 4m) ekonomik veri elde edilemese de fayın kuzeye doğru devamda Göktepe Zonu güneyinde Ballık, Güney, Kabak zonları devamındaki antitetik fayların düşük açılı normal fay ile kesişim noktalarında ki silisleşmelerde arama çalışmaları sürdürülmelidir.

Sahanın arama potansiyeli Göktepe ile sınırlı kalmayıp fay kesişim noktalarına yapılacak arama sondajları ile bu potansiyel artabilir.

Kaynak Model çalışmasının plan görünümüne bakılacak olursa (Şekil 10.2) Kartelde zonu haricindeki diğer zonlarda doğu devamlılıkları düşük tenörlü olarak devam etmektedir. Karteldere de ise yüksek tenörlü devam eden 516200E koordinatından sonra yüksek tenörde birden bir azalma meydana gelmiştir. Bu azalmanın sebebi bir fay zonu olması muhtemeldir. Bu koordinata kadar masif damar olarak devam eden son sonrasındaki sondajlarda damarcıklar şeklinde devam etmiştir. Bu zonun masif devamlılığı ve muhtemelen yüksek tenörlü devamlılığı ise KE yönünde Arpacık yaylası civarında volkano-sedimenter birimler altında Göktepe Zonu'na doğru uzanmaktadır. Bu istikamette yapılacak arama sondajları sahanın rezervini arttırabilir. Göktepe batı yamacında yüzeyde görülen kuvars damarı Karteldere fay zonu ile aynı istikamettedir. İki zon arasında volko-sedimenter kayalar bulunmaktadır.

Ballık Tepe kuzeybatısındaki yüksek tenörlü zonun devamlılığı ise Canpolat Mevkii 'ndeki damarlar ile brlemesi muhtemeldir. Canpolat mevkii Kabak Tepe ile

Ballık Tepe arasındaki oryantasyonu net olmayan paralel kuvars damarlarından ibarettir. Bu damarlarda yüzeyde yüksek tenörlü Au anomalileri tespit edilmiştir. Bu zona yönelik arama çalışmaları neticesinde ballık ve kabak tepe zonlarının birleşmeleri muhtemeldir. Canpolat mevkiindeki damarların eğimleri kuzey yönlü şekilde izlenirken sahanın genel damar eğimi ise güney yönlüdür. Kuzey yönlü bu damarlar baba vein isimli damara uzanan kollar şeklinde yorumlanabilir. Bu alanda yapılacak sondajların azimutları güney yönlü veya bu alanda yapılacak sondajlar dik olabilir.

Kuzey yönlü damarlardan olan Kabak tepe ve Karteldere arasındaki damar zonu ise arama sondajları ile test edilebilir. Bu alandaki sondajların yönleri güneye doğru olmalıdır.

Güney zonun kuzeybatısında yüzeyde görülen damarların devamlılıkları doğu yönde takip edilebilir. Ballık Tepe zonu güneyi, ballık en üst kottaki ana damardan boyun damarına kadar olan kısımda bir aşınma söz konusudur. Bu alanda doğuya doğru cevher potansiyeli taşıyabilir.

Karteldere kuzeyindeki doğu batı yönlü dere hattı Söbücayırı mevkiisine kadar olan kısımda yapılacak arama sondajları sahanın cevher potansiyelini arttırabilir. Söbücayırı mevkiinde muhtemelen alterasyon sınırlanacaktır. Ancak bu alanda volkosedimenter örtü kalın olduğundan bu alan ekonomik olmayabilir.

Yapılacak arama sondajları ile sahadaki mevcut potansiyelin artacağı yorumu yapılabilir.

Çalışma alanı cevher modeli sıyrılma fayları ile ilişkilendirilmiştir. Bu modele bir karşıt görüşte (Çam, 2017) yüksek lisans tezinde pull-apart modeli ile açıklanmıştır. Çalışma alanındaki sıyrılma fayı ile ilişkili cevher modelinde (Şekil 9.2) sıyrılma fayı yaşı, Andezit porfir, Dasit porfir, intürizif breş, volkanoklastik birimlerin yaşları, cevherleşmeyi oluşturan akışkan özellikleri Eh, Ph, Tuzluluk, Köken ile ilgili konulara açıklık getirilmesi gerekir. Sıyrılma fayı üzerindeki kuvars damarının ballık, kabak, Göktepe, karteldere zonundaki damarlar ile birleşim noktaları cevherleşme potansiyeli olarak düşünülmelidir.

11. KAYNAKLAR

Akal, C., and Helvacı, C. (1999) Mafic microgranular enclaves in the Kozak granodiorite, western Anatolia, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 8 (1), 1-18.

Akyürek, B. ve Soysal, Y. (1983). Biga yarımadası güneyinin Savastepe-Kırkağaç,-Bergama-Ayvalık temel jeoloji özellikleri. *Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi*. 95/96, 1–12.

Aldanmaz, E., Pearce, J.A., Thirlwall, M.F. and Mitchell, J.G. (2000). Petrogenetic evolution of late Cenozoic volcanism, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 102, 67-95.

Altunkaynak, S. (1996). Geologic and petrologic investigation of the relationship of young volcanism and plutonism in the area located between Bergama and Ayvalık. PhD Thesis, *Technical University of Istanbul*, Institute of science, Turkey, 402 pp., Turkish with an extended english abstract.

Altunkaynak, Ş. and Yılmaz, Y. (1998). The Mount magmatic complex, Western Anatolia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85, 211-231.

Altunkaynak, Ş. (2007). Collision-driven slab break off magmatism in northwestern Anatolia, Turkey, *Journal of Geology*, 115, 63-82.

Altunkaynak, Ş. and Genç, C. (2008). Petrogenesis and time-progressive evolution of the Cenozoic continental volcanism in the Biga Peninsula, NW Anatolia (Turkey), *Lithos*, 102, 316-340.

Aluç, A., Gürler, Z., Kuşcu, İ., Aydoğan, S., (2014) A New Low Sulfidation Epithermal Au – Ag Mineralization Within Biga Peninsula: Karadere (Burhaniye, Balıkesir, Turkey), *8th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology*, 13-17 October 2014, Muğla-Turkey.

Beccaletto, L. (2003). Geology, correlations and geodynamic evolution of the Biga Peninsula, Northwest Turkey, PhD Thesis, 146 p. *University of Lousanne*.

Bingöl, E. (1989). Geological map of Turkey, scale 1:2,000,000. *Mineral Research and Exploration Institute Publications*, Ankara, Türkiye.

Bozkurt, E. (2001). Neotectonics of Turkey -a synthesis, *Geodinamica Acta* (Paris) 14, 3-30.

Bozkurt, E. and Mittwede, S. K. (2001). Introduction to the Geology of Turkey-A synthesis, *International Geology Review*, 43, 578-594.

Bozkurt, E. (2003). Origin of NE-trending basins in western Turkey, *Geodinamica Acta*, 16, 61-81.

Cunningham-Dunlop, R.I. (2011). NI43-101 Technical report on the TV TOWER exploration Property, Çanakkale, Western Anatolia, Turkey, *Technical Report*.

Cox, S (2005), 'Coupling between Deformation, Fluid Pressures, and Fluid Flow in Ore-Producing Hydrothermal Systems at Depth in the Crust, *Economic Geology; Bulletin of the Society of Economic Geologists*, 100, 39-75.

Çam, M. (2017). The geological characteristic, fluid pathways, and structural controls of Karadere low sulfidation epithermal gold deposit (Burhaniye, Balıkesir, Turkey). M.Sc Thesis, 151 p., *Muğla Sıtkı Koçman University*

Çolakoğlu, A.R. (2000). The Characteristics of Kucukdere Epithermal (Havran-Balıkesir) Gold Vein, *Geological Bulletin of Turkey*, 43, 99-100.

Davis, G. A., and Lister, G. S. (1988) Detachment faulting in continental extension; perspectives from the southwestern US Cordillera, *Geological Society of America Special Papers*, 218, 133-160.

Duru, M., Pehlivan, Ş., Şentürk, Y., Kar, H. and Okay, A. (2000). Biga yarımadası'nın temel jeolojisi. *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü*, (ed): Yüzer, E., Tunay, G. 336 s.

Genç, S.C. (1998). Evolution of the Bayramic Magmatic Complex, Northwestern Anatolia, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85, 233-249.

Gülyüz, N., Shipton, Z., Kusu, I., Lord, R. A., Gladwell, D. R., and Kaymakci, N., (2016) Permeability enhancement during gold mineralization: Evidences from Kestanelik epithermal vein system, NW Turkey, *EGU General Assembly Conference*, April, Austria-

Kaya, O. and Mostler, H. (1992). A Middle Triassic age for low-grade greenschist facies metamorphic sequence in Bergama Izmir., western Turkey: the first paleontological age assignment and structural-stratigraphic implications. *Newsletter for Stratigraphy* 26, 1-17.

Kuşçu, İ. (2005). World Skarn deposits: Skarns of Turkey. *Economic Geology. Economic Geology 100th Anniversary Volume*. 299-336.

McKenzie, D. (1978) Active tectonics of the Alpine—Himalayan belt: the Aegean Sea and surrounding regions. *Geophysical Journal International*, 55 (1), 217-254.

Morrison, G. W., Jaireth, S., and Guoyi, D. (1995) *Textural zoning in epithermal quartz veins*, Klondike Exploration Services.

Okay, A. I., Siyako, M., and Bürkan, K. A. (1991) Geology and tectonic evolution of the Biga Peninsula, northwest Turkey. *Bulletin of the Technical University of Istanbul*, 44 (1-2), 191-256.

Okay, A.İ. and Tüysüz, O. (1999). Tethyan sutures of northern Turkey, In: Durand, B., Jolivet, L., Horvath, D., Serrane, M. (eds), *The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen*, *Geological Society of London, Special Publications*, 156, 475-515.

Okay, A.I. and Satır, M. (2000). Upper Cretaceous eclogite facies metamorphic rocks from the Biga Peninsula, northwest Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 9, 47-56.

Roche, V., Bouchot, V., Beccaletto, L., Jolivet, L., Guillou-Frotter, L., Tuduri, J., Bozkurt, E., Oğuz, K., Tokay, B. (2019). Structural, lithological, and geodynamic controls on geothermal activity in the Menderes geothermal Province (Western Anatolia, Turkey). *International Journal of Earth Sciences*, 108, 301-328.

Sibson, R. H. (1977) Fault rocks and fault mechanisms, *Journal of the Geological Society*, 133 (3), 191-213.

Sillitoe, R. H., and Hedenquist, J. W. (2003) Linkages between volcanotectonic settings, ore-fluid compositions, and epithermal precious metal deposits, *Special Publication-Society of Economic Geologists*, 10, 315-343.

Şengör, A. M. C. and Yılmaz, Y. (1981). Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics* 75, 181-241.

Tümad Resource Estimate For The İvrindi Gold Project Balıkesir-Western Turkey, 2017.

Ustaömer, P. A., Ustaömer, T., and Robertson, A. (2012) Ion probe U-Pb dating of the Central Sakarya basement: a peri-Gondwana terrane intruded by late Lower Carboniferous subduction/collision-related granitic rocks, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 21 (6), 905-932.

Ünal, E. (2010). Genetic investigation and comparison of Kartaldağ and Madendağ epithermal gold mineralization in Çanakkale region, Turkey. M.Sc Thesis, 180 p. *Middle East Technical University, Ankara*.

Woodcock, N. H., and Schubert, C. (1994) Continental strike-slip tectonics, *Continental deformation*, 251-263.

Yılmaz, H. (2002) Ovacik gold deposit: an example of quartz-adularia-type gold mineralization in Turkey, *Economic Geology*, 97 (8), 1829-1839.

Yigit, O. (2012) A prospective sector in the Tethyan Metallogenic Belt: Geology and geochronology of mineral deposits in the Biga Peninsula, NW Turkey, *Ore Geology Reviews*, 46, 118-148.



EKLER

12. EKLER

EK-A: İnce Kesit Tablosu, zonlara ve litoloji ve alterasyona göre ayrılmış

TÜMAD_THIN SECTION TABLE								
Zone_Id	Litology	Alteration	Zone_Id	Litology	Alteration	Zone_Id	Litology	Alteration
KARTELDERE ZONU	ZG-04	ZG-39	BALLIK ZONU	ZG-05	ZG-09	GUNEY ZON		ZG-01
	ZG-06	ZG-40			ZG-18			ZG-16
	ZG-07	ZG-41			ZG-19			ZG-17
	ZG-08	ZG-42			ZG-20			ZG-36
	ZG-13	ZG-56			ZG-21			ZG-37
	ZG-48	ZG-58			ZG-22			ZG-38
	ZG-49	ZG-59			ZG-23			ZG-46
	ZG-50				ZG-27		GOKTEPE	
KABAK ZONU	ZG-14	ZG-24			ZG-43	SKARN		ZG-10
	ZG-15	ZG-26			ZG-44			ZG-11
		ZG-28			ZG-45	GRANİT	ZG-02	
		ZG-29			ZG-52	METAMORFİK	ZG-03	
		ZG-30			ZG-53			
		ZG-31			ZG-54			
		ZG-32			ZG-55			
		ZG-33			ZG-57			
		ZG-34		ZG-25				
		ZG-35					Litology	Alteration
		ZG-47				TOTAL	13	45

EK-B: İnce Kesit lokasyonlarının konumları e dataylarını içeren tablo

Project_Location	Date	UTM Zone	UTM East	UTM North	Altitude	Rock Type	Alteration	Description
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	515397.0	4361601.0	1041 m	Andesitic Dome	Vein/veinlet Zone	Andesitic Dome? Qtz+clay altered, İnce kesit için
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	517220.0	4359010.0	1126	Granodiorite		Granodiorite
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	515377.0	4361438.0	1025 m	Metamorphic (Float)		Metamorphic (Float), green sch ² st
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	515767.0	4363894.0		Basalt		Basalt (FLOAT)
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	515635.0	4362454.0		Andesitic Dome		Andesitic Dome, BALLIK
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	515800.0	4363880.0		Volcanic Breccia		Andesitic Volcanic Breccia
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	515762.0	4363451.0	1003 m	Andesitic Lava	Weak Chloritization	weak chloritization andesitic lava
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	515753.0	4363602.0		Andesitic Lava		PA, float
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	515600.0	4362450.0	1023 m	Andesitic Dome	Vein/veinlet Zone	andesitic subvolcanic w/ qtz vts
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	516341.0	4360445.0				
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	516342.0	4360445.0				
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	519219.0	4364776.0		Quartz	Quartz	G÷ktepe, banded quartz
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	516760.0	4364203.0		Dasitic Dome		Dasitic Dome, Kizsivrisi
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	516181.0	4363076.0		Crystalina Tuff		Crystalina Tuff, kabaktepe
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	516146.0	4363095.0		Volcanic Breccia		Volcanic Breccia, KABAK
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	515452.0	4361626.0	1044 m	Quartz vein	Quartz vein	Sıvı kapanım, parlak kesit, 1-1,5m thick SUG tex. Qtz vein w/ sheeted FeOx vts
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	515463.0	4361654.0	1036 m	Quartz vein	Quartz vein	N70W trend Brecciated Quartz vein, Monolithic, rounded sug tex. Qtz clasts in Qtz-Fe-Ox cement
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	515329.0	4362117.0	997 m	Quartz vein	Quartz vein	E-W trend qtz vein, 30S dip,
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	515559.0	4362481.0	1035 m	Vein/veinlet Zone	Vein/veinlet Zone	Veinlet zone in PA

EK-B: İnce Kesit lokasyonlarının konumları e dataylarını içeren tablo (devam)

Project_Location	Date	UTM Zone	UTM East	UTM North	Altitude	Rock Type	Alteration	Description
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	515562.0	4362486.0	1036 m	Quartz vein	Quartz vein	N120-130 trend Qtz Vein
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	515637.0	4362473.0	1036 m	Quartz vein	Quartz vein	N80W, Ballık Vein
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	515857.0	4362385.0	987 m	Quartz vein	Quartz vein	N80 Trend, Qtz vein, (KAR-15_drill location)
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	515596.0	4362446.0	1022 m	Quartz vein	Quartz vein	N20 trend qtz vein 5-20 cm thick.
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	516205.0	4363268.0	1030 m	Quartz vein	Quartz vein	Buyukkabak E-W trend vein
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	515814.0	4362556.0		Quartz vein	Quartz vein	N20E, KAR-7 nin kesemedii damar
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	516312.0	4363048.0		Quartz vein	Quartz vein	KAR-10B, 13gr AU, BABA
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	515750.0	4362376.0		Vein/veinlet Zone	Vein/veinlet Zone	Veinlet zone in PA
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	516511.0	4363113.0		Quartz vein	Quartz vein	KAR-13C, Baba
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	516343.3	4363108.2	900	Quartz vein	Quartz vein	yaklaşık 10cm yanal profil örneği için (900kotu) , Baba Vein kar-23 ceyreklenmiş karot numunesi, 67,70m
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	515814.6	4362933.2	900	Quartz vein	Quartz vein	Baba, 900 kotu için yanal profil örneği, KKT-25 (124,30m)
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	516493.2	436315.5	900	Quartz vein	Quartz vein	Baba, 900 kotu için yanal profil örneği, KKT-33 (128,50m)
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	516228.2	4363149.4	900	Quartz vein	Quartz vein	Baba, 900 kotu için yanal profil örneği, KAR-2B (55,300m)
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	516241.9	4362951.4	900	Quartz vein	Quartz vein	Baba, 900 kotu için yanal profil örneği, KKT-21 (61,700m)
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	516439.4	4363139.9	900	Quartz vein	Quartz vein	Baba, 900 kotu için yanal profil örneği, KAR-31 (52,30m)
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	516198.4	4363080.8	900	Quartz vein	Quartz vein	Baba, 900 kotu için yanal profil örneği, KAR-31 (87,60m)
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	515348.0	4361657.9	975	Quartz vein	Quartz vein	Güney_vein_zone, düşey profil örneği, 975m kotu için, KGZ-02: 90,10m, box:26
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	515345.6	4361703.1	990	Quartz vein	Quartz vein	Güney_vein_zone, düşey profil örneği, 990m kotu için, KGZ-23: 55,70m, box:16

EK-B: İnce Kesit lokasyonlarının konumları e dataylarını içeren tablo (devam)

Project_Location	Date	UTM Zone	UTM East	UTM North	Altitude	Rock Type	Alteration	Description
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	515562.0	4362486.0	1036 m	Quartz vein	Quartz vein	N120-130 trend Qtz Vein
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	515637.0	4362473.0	1036 m	Quartz vein	Quartz vein	N80W, Ballık Vein
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	515857.0	4362385.0	987 m	Quartz vein	Quartz vein	N80 Trend, Qtz vein, (KAR-15_drill location)
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	515596.0	4362446.0	1022 m	Quartz vein	Quartz vein	N20 trend qtz vein 5-20 cm thick.
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	516205.0	4363268.0	1030 m	Quartz vein	Quartz vein	Buyukkabak E-W trend vein
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	515814.0	4362556.0		Quartz vein	Quartz vein	N20E, KAR-7 nin kesemedii damar
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	516312.0	4363048.0		Quartz vein	Quartz vein	KAR-10B, 13gr AU, BABA
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	515750.0	4362376.0		Vein/veinlet Zone	Vein/veinlet Zone	Veinlet zone in PA
Burhaniye-Karadere	19/09/2013	35 S	516511.0	4363113.0		Quartz vein	Quartz vein	KAR-13C, Baba
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	516343.3	4363108.2	900	Quartz vein	Quartz vein	yaklaşık 10cm yanal profil örneği için (900kotu) , Baba Vein kar-23 ceyreklenmiş karot numunesi, 67,70m
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	515814.6	4362933.2	900	Quartz vein	Quartz vein	Baba, 900 kotu için yanal profil örneği, KKT-25 (124,30m)
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	516493.2	436315.5	900	Quartz vein	Quartz vein	Baba, 900 kotu için yanal profil örneği, KKT-33 (128,50m)
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	516228.2	4363149.4	900	Quartz vein	Quartz vein	Baba, 900 kotu için yanal profil örneği, KAR-2B (55,300m)
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	516241.9	4362951.4	900	Quartz vein	Quartz vein	Baba, 900 kotu için yanal profil örneği, KKT-21 (61,700m)
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	516439.4	4363139.9	900	Quartz vein	Quartz vein	Baba, 900 kotu için yanal profil örneği, KAR-31 (52,30m)
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	516198.4	4363080.8	900	Quartz vein	Quartz vein	Baba, 900 kotu için yanal profil örneği, KAR-31 (87,60m)
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	515348.0	4361657.9	975	Quartz vein	Quartz vein	Güney_vein_zone, düşey profil örneği, 975m kotu için, KGZ-02: 90,10m, box:26
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	515345.6	4361703.1	990	Quartz vein	Quartz vein	Güney_vein_zone, düşey profil örneği, 990m kotu için, KGZ-23: 55,70m, box:16

EK-B: İnce Kesit lokasyonlarının konumları e dataylarını içeren tablo (devam)

Project_Location	Date	UTM Zone	UTM East	UTM North	Altitude	Rock Type	Alteration	Description
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	515358.8	4361604.6	940	Quartz vein	Quartz vein	Güney_vein_zone, düşey profil örneği, 940m kotu için, KGZ-20: 115,10m, box:32
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	516044.0	4363856.2	875	Ca+Si	Ca+Si	Karteldere, Qtz-Ca vein, KKD-04, 112,2m. Box:32
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	516228.3	4363894.8	900	Quartz vein	Quartz vein	Karteldere, düşey profil örneği, 900m kotu, Qtz vein, KKD-09, 42,30m, Box:12
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	516484.5	4363907.2	850	Quartz vein	Quartz vein	Karteldere, düşey profil örneği, 850m kotu, Qtz vein, KKD-14, 64,80m. Box:18
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	515691.0	4362352.0	910	Quartz vein	Quartz vein	KBT-47, 38,25m, Box:12, yanıl profil Ballık, Kot: yaklaşık 910m
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	515400.5	4361610.9	1036.5	Quartz vein	Quartz vein	KGZ-1AR, 149,00m, Box: 42, 149,00m
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	516613.0	4363174.0	900	Quartz vein	Quartz vein	Baba vein, yol yarması doğu ucu
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	515739.0	4363838.0	1000	Aglomera	Aglomera	Aglomera hamuru
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	515701.0	4363845.0	1020	Volcanic Breccia	Volcanic Breccia	Preatic Volcanic breccia?
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	515618.0	4363888.0	1040	Andesite Flow	Andesite Flow	Andesite Flow
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	515683.0	4362212.0	923?	Quartz vein	Quartz vein	Quartz vein, Yüzey numunesi yaklaşık 900 kotu, yanıl profil
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	515813.0	4362386.0	995	Quartz vein	Quartz vein	Kar-7 nin kuzeyi yüzey numunesi, quartz vein, 990m kotu, yanıl/düşey profil
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	515546.0	4362519.0	1040	Quartz vein	Quartz vein	KBT-39 yakını zirve 1040m kotu quartz vein, düşey profil
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	516100.0	4363850.0	950	Quartz vein	Quartz vein	Kartel vein 940m kotu, KKD-55'in yakını yüzeydeki kuvars damarı
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	515607.0	4362077.0	915	Quartz vein	Quartz vein	Boyun vein 915m kotu, yüzey numunesi, düşey profil
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	516242.0	4363860.0	940	Quartz vein	Quartz vein	Kartel vein, KKD-18, 378,50m box:150, Grey-qtz_vts
Burhaniye-Karadere	22.10.2014	35 S	516297.0	4363958.0	920	Quartz vein	Quartz vein	Kartel vein, KKD-8, 89,50m box:25, Grey-qtz_vts