ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BERGAMA OVACIK CİVARINDAKİ HİDROTERMAL ALTERASYONA UĞRAMIŞ VOLKANİK KAYAÇLARIN PETROGRAFİSİ VE CEVHERLEŞME İLE OLAN İLİŞKİSİ

Ali BAYRAM

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2006

Her hakkı saklıdır

Doç. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU danışmanlığında, Ali BAYRAM tarafından hazırlanan bu çalışma 03/04/2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Nilgün GÜLEÇ
(Orta Doğu Teknik Universitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı)

Üye : Doç Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU
(Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı)

Üye : Yar. Doç Dr. Zehra KARAKAŞ
(Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı)

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ülkü MEHMETOĞLU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BERGAMA OVACIK CİVARINDAKİ HİDROTERMAL ALTERASYONA UĞRAMIŞ VOLKANİK KAYAÇLARIN PETROGRAFİSİ VE CEVHERLEŞME İLE OLAN İLİŞKİSİ

Ali BAYRAM

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU

Ovacık altın madeni, Bergama ilçesinin 12 km batısında, Ovacık köyünün civarında yer almaktadır. Ovacık altın madeni, Miyosen-Eosen yaşlı andezit kayaçlarda görülen, epitermal altın yatağıdır. İnceleme alanı ve civarında Yuntdağ volkanikleri yaygındır. Petrografi ve bozunma türlerine göre, bu volkanikler, arjilleşmiş, silisleşmiş andezit ve taze andezit birimlerine ayırtlanmıştır. İnceleme alanının civarında, andezit birimini fay ve çatlak düzlemleri boyunca kesmekte olan ince bazaltik dayklar gözlenmektedir. Ovacık altın madeni civarında, ekonomik açıdan önemli M ve S kuvars damarları yer almaktadır. Cevher, önemli ölçüde yaklaşık D-B doğrultusunda ve kalınlığı 22 m'ye ulaşan iki kuvars damarı içinde yerleşmiş durumdadır. Bu damarlarda ortalama 8 m eninde ve sırasıyla 400 m ve 280 m uzunluğunda cevher derecesinde mineralleşme göstermektedir. Kolloform yapısı, tarak dokusu, ranplasman, breş ve düzenli-düzensiz boşluklar inceleme alanında gözlenen özel dokulardır. Silisleşme ve killeşme ise başlıca bozunma türleridir. Arjilleşmiş andezitin çatlaklarında, demiroksitleşme ve karbonatlaşma gözlenmektedir. Silisleşmiş andezit ve kuvars damarlarından alınan örnekler üzerinde jeokimyasal ve noktasal analizler yapılmıştır. Mikroskobik dokular, noktasal ve kimyasal analiz sonuçlarına göre Au zenginleşmeleri, daha çok tarak, breş ve kolloform dokulu, kuvars ve silisce zengin kısımlarda gözlenmektedir. Buna karşın, Ag zenginleşmeleri Au ile uyum göstermeyerek bozunma zonunun her tarafında heterojen bir dağılım göstermektedir. Au dağılım açısından genel olarak Si, U, Th, Zr, Mo, Sr, Rb, Br ve Yb ile pozitif ilişki sergilerken, özellikle Fe, Ti, Mn, Cr ve Ca açısından negatif ilişki sergilemektedir. Bu ilişkilere göre; Au'nın daha çok, son katı fazını tercih eden mobil elementlerle hareket ettiği söylenebilmektedir.

2006, 92 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Ovacık, Yuntdağ Andeziti, Epitermal Kuvars Damarı, Altın.*

ABSTRACT

Master Thesis

PETROGRAPHY AND ORE DEPOSIT RELATIONS OF HYDROTHERMAL ALTERATED VOLCANIC ROCKS IN THE VICINITY OF OVACIK, BERGAMA

Ali BAYRAM

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU

The Ovacik gold deposit is situated adjacent to the village of Ovacik, which is 12 kilometers west of the town of Bergama. The Ovacik Mine is an epithermal gold deposit hosted in Miocene to Eocene andesitic volcanic rocks. Yuntdag andesite units are widespread in the vicinity of Ovacik Gold Mine. According to petrography and alteration types, this unit is separated as silicified, argillised, slightly altered and fresh andesite. Thin basaltic dykes are intruding the Yuntdag andesite generally along the fault and fracture plane. Ovacik gold deposit consists of two economically mineable, M and S quartz veins epithermally formed in andesite. Two east-west trending epithermal veins (M-S), thickness of which are 22 m, contain significant Au mineralization zones over an average width of eight meters and strike lenghts of 400 meters and 280 meters respectively. Colloform banding, comb texture, replacement, brecciation and vuggy crustification are special textures. Silicification and advanced argillisation are the main alteration types in the vicinity of Ovacik. Furthermore, carbonatization and iron oxidation can also be observed along the fracture planes of argillised andesite. Geochemical and point scanning analyses were carried out for silicified samples and others taken from epithermal quartz veins. Microscopic textures, point and geochemical analyses results show that Au mineralization can be observed in quartz and Si-riched zones having comb, breccia and colloform textures. However, Ag mineralization, having no relation with Au, show heteregenous pattern in altered zones. Au show positive correlation with Si, U, Th, Zr, Rb, Br and Yb and negative correlation with Fe, Ti, Mn, Cr and Ca. These relations show that Au has a relation with mobile elements mostly prefering the last solid phases.

2006, 92 pages

Key Words: *Ovacik, Epithermal Quartz Vein, Gold.*

TEŞEKKÜR

2003-2006 tarihleri arasında Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak yapılan bu çalışma boyunca, her zaman ileri bilgileriyle beni yönlendiren, her konuda maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen danışmanım ve hocam Sayın Doç. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU'na (Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı) ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tezimin juri üyeliği aşamasında katkılarda bulunan Sayın Prof. Dr. Nilgün GÜLEÇ (Orta Doğu Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı) ve Sayın Yar. Doç. Dr. Zehra KARAKAŞ (Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı) ve tez çalışmam boyunca her zaman yanımda olarak beni destekleyen ve sabrını esirgemeyen nişanlım Şeniz KIVANÇ'a, arazi çalışmalarım boyunca bana sürekli yardımcı olan sevgili kuzenim Aykut AYAS'a, değerli meslektaşlarım Ali BAYDAR'a ve Ali REÇBER'e teşekkür ederim.

Ali BAYRAM
Ankara, Nisan 2006

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
SİMGELER DİZİNİ vi
ŞEKİLLER DİZİNİ vii
ÇİZELGELER DİZİNİ x
1. GİRİŞ 1
1.1 Tanım ve Amaç 1
1.2 Çalışma Alanının Coğrafik Konumu 4
1.3 Çalışma Metodu 4
1.3.1 Arazi çalışması 4
1.3.2 Laboratuvar çalışmaları 4
1.4 Tezin İçerikleri 6
2. BÖLGE İLE İLGİLİ ÖNCEL ÇALIŞMALAR 7
3. BÖLGESEL JEOLOJİ 10
4. ÇALIŞMA ALANININ JEOLOJİSİ VE PETROGRAFİSİ 15
4.1 Jeolojik Birimler 19
4.1.1 Andezit 23
4.1.2 Silisleşmiş Andezit 24
4.1.3 Arjilleşmiş Andezit 26
4.1.4 Andezitik Bazalt 27
4.2 Maden Jeolojisi 28
4.2.1 Dokular 28
4.2.2 Hidrotermal bozunmalar 32
4.3 Cevher Mikroskobisi 34
5. TÜM KAYAÇ JEOKİMYASI 37
5.1 Ana Oksit Element Jeokimyası 37
5.2 Eser Element Jeokimyası 47
6. TARTIŞMALAR 51
6.1 Andezitik Bazaltın Kökeni 51
6.2 Bozunma ve Oranları 55

6.3 Au ve Ag Zenginleşmesi..... 58
7. SONUÇLAR 70
KAYNAKLAR 75
EKLER..... 78
EK-1 M-2 örneğinde, 30 noktada yapılan şiddet (Intensity) analiz sonuçları..... 79
EK-2 M-2 ve M-3 örneklerinde yapılan noktasal analiz sonuçlarına göre elementlerin değerleri
ÖZGEÇMİŞ..... 80

SİMGELER DİZİNİ

Amf	Amfibol
And	Andezit
Arg	Arjilleşmiş Andezit
Biy	Biyotit
Car	Karbonatlaşma
CIA	Kimyasal bozunma indeksi
D	Demiroksitleşme
Gö	Götit
Hem	Hematit
Horn	Hornblent
Kal	Kalsedon
Krt Q	Kriptokristalin kuvars
Lim	Limonit
Op	Opak mineraller
P	Parker indeksi
Plaj	Plajiyoklaz
Sil	Silisleşme
Sil And	Silisleşmiş andezit
Q	Kuvars
LIL	Büyük iyon yarıçaplı elementler
HFS	Kalıcılığı yüksek elementler
WPI	Bozunma potansiyeli indeksi
XRF	X-Işınları fluoresans spektroskopisi
K	Kuzey
G	Güney
D	Doğu
B	Batı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Çalışma alanı yer bulduru haritası……...…..5
Şekil 3.1 Ovacık civarının jeoloji haritası (MTA 1/500.000, 2003)……...……....12
Şekil 4.1 Çalışma alanın jeolojisini gösteren harita……16
Şekil 4.2 Çalışma alanın alterasyon ve örnek alım noktalarını gösteren harita……..….17
Şekil 4.3 Çalışma alanının AA' ve BB' doğrultuları boyunca jeolojik kesitleri…….18
Şekil 4.4. a.Yuntdağ Andezitinin arazi görüntüsü (And: Andezit),
b.Yuntdağ Andezitinin fotomikrografı (Tek nkol, Plaj: Plajioklaz, Horn: Hornblent, Biy.: Biyotit),
c. Yuntdağ Andezitinin fotomikrografı (Çift nikol)……..…….25
Şekil 4.5. a. Silisleşmiş andezitin arazi görüntüsü (Sil And: Silisleşmiş Andezit),
b. Silisleşmiş Andezitin fotomikrografı (Q: Kuvars, Kal: Kalsedon, Krt. Q: Kriptokristaline kuvars)……..……25
Şekil 4.6 M ve S epitermal damarlarının genel görüntüsü.....….26
Şekil 4.7. a. Arjilleşmiş andezitin arazi görüntüsü (And: Andezit),
b. Arjilleşmiş andezitin fotomikrografı (Tek nikol, Plaj: Plajioklaz, Op: Opak mineral),
c. Arjilleşmiş andezitin fotomikrografı (Çift nikol)……....27
Şekil 4.8. a. Andezitik bazaltın arazi görüntüsü, b. Andezitik bazaltın fotomikrografı..28
Şekil 4.9. a. Ornatma dokusunun arazi görüntüsü (Sil. And: Silisleşmiş Andezit),
b. Kuvars minerallerinin gösterdiği ornatma dokusu (Q: Kuvars).....29
Şekil 4.10 Düzenli ve düzensiz boşlukların arazi görüntüsü……..…….……....29
Şekil 4.11 Breş dokusunun fotomikrografı. (Q: Kuvars, Krt Q: Kriptokristalin kuvars, Kal: Kalsedon)…….....…..30
Şekil 4.12 Tarak dokusunun fotomikrografı (Q: kuvars, Krt: Kriptokristalin kuvars)....30
Şekil 4.13 Kokeyt dokusunun arazi görüntüsü……....31
Şekil 4.14. a. Kolloform dokusunun arazi görüntüsü,
b. Kolloform ve breş dokusunun fotomikrografı (Q: kuvars)…...……....31
Şekil 4.15 Arjilleşmiş Andezitin arazi görüntüsü…….....32
Şekil 4.16 Silisleşmiş Andezitin arazi görüntüsü (Sil: silisleşme)……..……33
Şekil 4.17 Demiroksitleşmenin arazi görüntüsü (D: Demiroksitleşme) …….....…33

Şekil 4.18 Karbonatlaşmanın arazi görüntüsü (Car: Karbonatlaşma). ….……..…34
Şekil 4.19 Sossoritleşmenin fotomikrografı (Plaj: Plajiyoklaz). ….……..……34
Şekil 4.20 M damarından alınan örneğin cevher mikroskobu altındaki görüntüsü (Hem: hematit, Lim: limonit)….....…… ……....35
Şekil 4.21 Amfibol mineralinin çatlaklarında ve dilinimlerinde gözlenen hematit mineralleri (Hem: hematit, Amf: Amfibol)……..…….35
Şekil 4.22 Kuvars breşlerinin cevher mikroskobundaki görüntüsü (Q: Kuvars, H: hematit, L: limonit)..……..…… …….…….……..36
Şekil 4.23 Kolloform dokusunun cevher mikroskobu altındaki görüntüsü…….....36
Şekil 5.1 Çalışma alanındaki volkanik birimlerin maksimum ve minimum (%) ana oksit histogram diyagramları.....42
Şekil 5.2.a. % SiO_2'ye karşılık toplam alkali diyagramı (Irvine ve Baragar 1971), b. AFM diyagramı (Irvine ve Baragar 1971)……...44
Şekil 5.3 %SiO_2'ye karşılık % K_2O değişim diyagramı..……...…….44
Şekil 5.4 Aluminyum doygunluk diyagramı (Shand 1947)……..……..45
Şekil 5.5 Çalışma alanı kayaçlarının SiO_2'ye karşı ana oksit değişim diyagramları..…46
Şekil 5.6 Çalışma alanı kayaçlarının % SiO_2'e karşı eser element değişim diyagramları.....48
Şekil 6.1 Andezitik bazalta ait iz elementlerin MORB değerlerine oranlanması.....52
Şekil 6.2 Eser elementlerin okyanus ortası sırtı granitlerine göre (ORG) göre normalize edilmiş element bolluk diyagramı.....53
Şekil 6.3. a. Andezitik bazaltın Mg-Fe-Al diyagramı,
b. Andezitik bazaltın MnO-TiO2-P2O5 değişim diyagramı.....54
Şekil 6.4. a. Andezitik bazaltın Ti-Zr diyagramı,
b. Andezitik bazaltın Ti-Zr-Sr diyagramı.....54
Şekil 6.5 Andezitik bazaltın Th-Hf-Ta diyagramı.....55
Şekil 6.6 Andezitlerin maksimum ve minimum WPI, P ve CIA değerleri (WPI: Bozunma potansiyeli indeksi, P: Parker indeksi, CIA: Kimyasal bozunma indeksi).....58
Şekil 6.7 M-2 örneğinde, 30 noktada yapılan çizgisel analiz……..…….. .59
Şekil 6.8 Au, U, Pb, Si, Zn ve Th elementlerinin şiddet anomali grafikleri……..…..60
Şekil 6.9 Ag, Cr, Mn, Fe, Ti ve Ca elementlerinin şiddet anomali grafikleri……..…..61

Şekil 6.10 Kolloform-damar yapısına sahip örneğin element haritası analizi...…….62
Şekil 6.11 Kolloform yapısında gözlenen Mo, Sr, Br, Rb, Si, Y, Au, Th, Zr, U ve Yb elementlerin dağılımı…….....……..62
Şekil 6.12 Damar içerisinde yoğun olan Ca, Ag, Ti, Mn, Fe ve Cr dağılımı.....63
Şekil 6.13 Kolloform-damar yapısında homojen dağılım gösteren Mg, As, Pb, P, Ni ve Na elementleri……..63
Şekil 6.14 Fe ve Ti elementlerinin 3-boyutlu yüzey ve rölyef haritaları…….....64
Şekil 6.15 Si ve Al elementlerinin 3-boyutlu yüzey ve rölyef haritaları…...…….64
Şekil 6.16 Mg elementinin 3-boyutlu yüzey ve rölyef haritaları….…….....…….65
Şekil 6.17 Au ve Ag elementlerinin 3 boyutlu yüzey ve rölyef haritaları……...……65
Şekil 6.18 M-3 örneğinde yapılan noktasal analiz……..66
Şekil 6.19 Kuvars breşlerinde gözlenen Yb, Y, U, Th, Sr, Si, Rb, Mo, Br, Au ve Zr elementlerin dağılımı…….....…….66
Şekil 6.20 Hidrotermal damarda gözlenen Ag, Ti, Mn, Fe, Cr ve Ca elementlerin dağılımı……...67
Şekil 6.21 Damar içerisinde ve breş yapılarında homojen dağılım gösteren Pb, Ni, Na, Mg, Cu, As, P ve Zn elementleri…….…....67
Şekil 6.22 Elementlerin 3-boyutlu yüzey ve rölyef haritaları……....……..68
Şekil 6.23 Au ve Ag elementlerinin 3 boyutlu yüzey ve rölyef haritaları……...……....69

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Düşük ve Yüksek Sülfidasyon Cevherleşmelerinin Özellikleri (Guilbert and Park 1993)…..…..……...…2

Çizelge 4.1 Ovacık civarından alınan örneklerin ince kesit determinasyonu…….....19

Çizelge 5.1 Yuntdağ Andeziti ve Dedeağzı Bazaltının % Ana Oksit Değerleri…….38

Çizelge 5.2 Alınan Örneklerin Eser Element (ppm) Değerleri……...…39

Çizelge 6.1 Kimyasal Bozunma İndeksi (CIA), Parker İndeksi (P) ve Bozunma Potansiyeli İndeksinin (WPI) Formülleri.....56

Çizelge 6.2 Andezit Birimlerin WPI, P ve CIA Değerleri.....56

1. GİRİŞ

1.1 Tanım ve Amaç

Maden yatağının nasıl oluştuğunu anlamak için cevherli akışkanların karakterini ve kaynağını, cevher bileşenlerinin karakterini ve akışkan içerisine nasıl karıştığını, cevherli akışkanların nasıl taşındığını ve bu akışkanlardan cevher minerallerinin nasıl ayrılarak cevher yatağı oluşturduğunu bilmek gerekmektedir. Cevher içeren akışkanlar, yer kabuğunun her seviyesine göç edebilirler. Cevherli çözeltiler tarafından kesilen yan kayaç ile çözeltinin ilişkisinin bilinmesi, yerleşme modeli ve maden yataklarının kökenini anlamak için oldukça önemlidir.

Hidrotermal akışkanlar, yüksek sıcaklıktaki magmanın, suca zengin olan ürünleridir. Diğer bir deyişle sıcak sulu çözeltilerdir. Sulu fazın kaynağı, magma odasında bulunan duvar kayaçlardaki hava boşluklarıdır. Hidrotermal sistemler, cevher yataklarının oluşumunda önemli rol oynamaktadır. Hidrotermal akışkanlar, genelde jeo-hidrojeoloji genel kurallarına uyarlar ve göçleri, net geçirgenliğe bağlı olduğu kadar, akışkanın viskozitesine ve yoğunluğuna, gözeneklerin çokluğuna, çatlak ve fay yüzeylerine, basınç ve zamana bağlıdır. Hidrotermal akışkanlar, komşu kayaçlara veya kayaçların hava boşluklarına girdikleri zaman kimyasal reaksiyon hızını artırırlar. Yeni oluşan mineraller açığa çıkmaktadır. Yeni mineraller oluşacağı gibi cevher yataklarının oluşumu da görülebilir. Bu sistemde, magma gaz, su ve metal içeren hidrotermal dolaşımı harekete geçirmek için ısı kaynağı olmuştur. Dünyaca meşhur altın ve bakır yatakları hidrotermal aktiviteler sonucu oluşmuştur. Hidrotermal çözeltiler etkisiyle oluşan yataklar üç şekilde sınıflandırılabilirler (Evans 1993).

Hipotermal Yataklar: 300-500°C sıcaklık aralığında ve oldukça derin ortamlarda (yeryüzünün 1-4 km altında) oluşurlar.
Mezotermal Yataklar: 200-300°C sıcaklık aralığında ve 2 km civarındaki derinliklerde oluşurlar.
Epitermal Yataklar: 50-200°C arası sıcaklıklarda ve yaklaşık l,5 km derinlikte oluşurlar.

Hidrotermal sistemler, çoğunlukla volkanik alanlarda yaygındır. Bu sistemler levha tektoniği açısından aktif zonlarda görülmektedir. Sıcak sulu çözeltiler, damar tipi yataklarda önemli rol oynamaktadır. Hidrotermal akışkanlar çeşitli elementler taşımakta ve bunları bir yerde depolayarak değişik mineraller ve cevherler (altın ve bakır) oluşturmaktadır.

Epitermal yataklar, düşük sülfidasyon ve yüksek sülfidasyon olarak ikiye ayrılır (Çizelge 1.1). Düşük sülfidasyon cevher yatakları, silisçe zengin kayaçlarla ilişkili olan akışkanlar etkisiyle oluşmaktadır. Yüksek sülfidasyon cevher yatakları ise jeotermal sistemlerdeki sıcak su kaynaklarından gelen suların etkisiyle oluşmaktadır (Guilbert and Park 1993).

Çizelge 1.1 Düşük ve Yüksek Sülfidasyon Cevherleşmelerinin Özellikleri (Guilbert and Park 1993)

	Düşük Sülfidasyon	**Yüksek Sülfidasyon**
Yataklanma Şekli	Damar tipi yaygın olarak görülür.Stokwork, dissemine ve ranplasman tipi oluşumlar daha az yaygın	Dissemine tip cevherleşme yaygındır. Ranplasman ve Stockwork tip daha az oranda görülür.
Doku	Damarlar, boşluk doldurmalar (bantlar, kolloform yapılar, kabuklaşma) ve breşler	Yan kayaç ranplasmanı, breşler ve damarlar
Cevher Mineralleri	Pirit, elektrum, altın, sfalerit, galenit ve arsenoprit	Pirit, enarjit, tennantit, altın, kovellit ve tellurid
Gang Mineralleri	Kuvars, kalsedon, kalsit, adularya, illit ve karbonatlar	Kuvars, alunit, barit, kaolinit, pirofillit
Metaller	Au, Ag, Zn, Pb (Cu, Sb, As, Hg, Se)	Cu, Au, Ag, As (Pb, Hg, Sb, Te, Sn, Mo, Bi)

Yapılan araştırmalar sonucunda, tüm yatakların depolanma sıcaklıkları 50-650^{0}C arasında değişmektedir. Hidrotermal cevher yatakları yersel olmalarından dolayı diğer jeolojik yapılara veya yataklara göre daha küçüktür, yani birkaç km^3 hacim ile sınırlanabilir. Madenlerden, sondaj kuyularından, sıvı kapanımlardan, sıcak su kaynaklarından, cevherlerden ve kayaçlardan alınan verilere göre, hidrotermal akışkanların 5 farklı kaynağı görülmektedir (Guilbert and Park 1993).

1. Yüzey suları (yeraltı suları)
2. Okyanus (deniz) suları
3. Formasyon suyu (Fosil su).
4. Metamorfik sular
5. Magmatik sular.

Cevher yatakları farklı tipteki sulardan oluşabilirler. En az iki farklı su kaynağı cevherleşmede önemli rol oynamaktadır. Bu akışkanlar, çatlaklardan veya kanal yollarından mineralleşmenin olduğu kıtanın soğuk kısımlarına doğru yukarı yönde hareket etmektedir. Sulu akışkanların hareketi veya göçleri, net geçirgenliğe, akışkanın viskozitesine ve yoğunluğuna, gözeneklerin çokluğuna, çatlak ve fay derinliklerine, basınç ve zamana bağlıdır. Araştırmacılar, su konsantrasyonun felsik magmada kendi ağırlığının % 2,5-6,5 oranında olduğunu tahmin etmektedir. Monzo-granitik bir magma yaklaşık % 3,0 civarında su içermektedir. Bu sular, yaklaşık 4,5 km derinden gelmektedir. 4,5 km'nin altında ise yüksek basınçtan dolayı eriyiğin içinde konsantre olmaktadır. Hidrotermal akışkanlar sadece su değil, HCl, HF, SO_2, H_2S, CO_2 ve H_2 içermektedir.

İnceleme alanı, İzmir ilinin yaklaşık 100 km kuzeyinde yer almak olup, Ovacık Köyü ve çevresindeki volkanik kayaçları kapsamaktadır. Çalışma alanında, maden yataklarına yönelik pek çok çalışma yapılmıştır. Ancak, bölgedeki cevherleşmelerin ana kayaca bağlı olarak alterasyon haritalanmaları, yanal-düşey yönde petrografik ve jeokimyasal değişimler ile ilgili çalışma yapılmamıştır. Bu tez çalışması sırasında inceleme alanının alterasyon haritası, petrografisi ve alterasyonlara bağlı jeokimyasal değişimlerin petrografi ile ilişkilendirilmesi yapılarak bölgede cevherleşme açısından önemsenmemiş kısımların bu bağlamda irdelenerek litaratüre kazandırılması amaçlanmıştır. Ayrıca, hidrotermal zonlar ile ilksel kayaçların petrografisi ve jeokimyasal verileri karşılaştırılarak, cevherleşme ve zenginleşme şekli dokusal ve petrojenetik yönden ilişkilendirilerek kökenleri belirlenmeye çalışılmıştır.

1.2 Çalışma Alanının Coğrafik Konumu

Epitermal yataklar ülkemizde çok yaygındır. En çok bilinen epitermal altın yatağı, Ovacık köyü civarındaki yer alan Ovacık altın madenidir. Çalışma alanı, Balıkesir, J-18-d4 paftasını kapsamakta olup, Ovacık altın madeni ve çevresi de çalışma alanında yer almaktadır. Ovacık altın madeni, Türkiye'nin batısında, İzmir'e 100 km uzaktadır. Ayrıca, Bergama'nın 12 km batısında ve Ovacık, Narlıca, Pınarköy ve Çamköy köylerinin civarında yer almaktadır (Şekil 1.1).

1.3 Çalışma Metodu

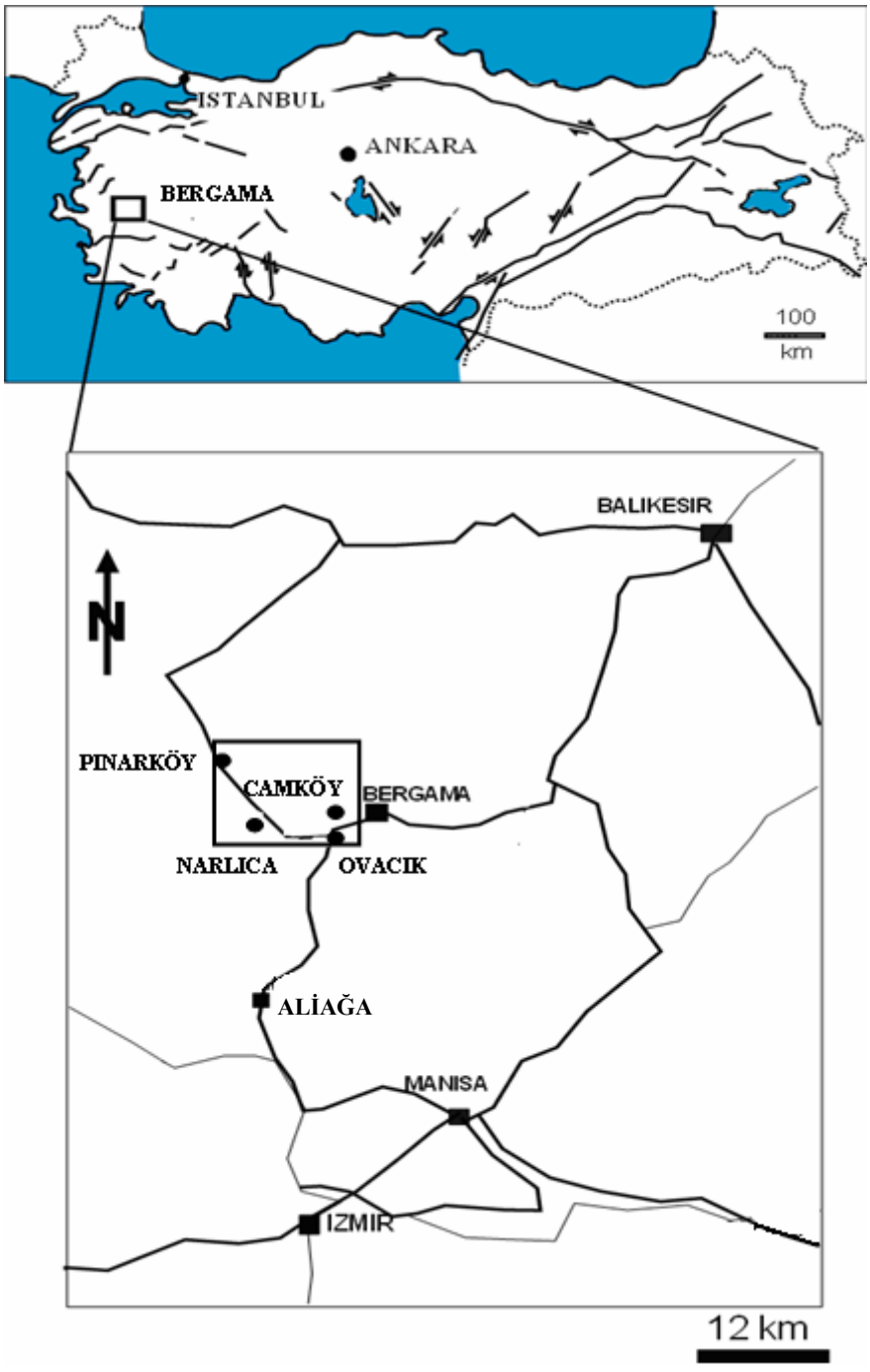
1.3.1 Arazi çalışması

Çalışmalar sırasında, Ovacık köyü (Bergama, İzmir) ve çevresinin 1/25000 ölçekli topoğrafik haritasından yararlanılarak, kayaçlara yönelik ayrıntılı jeoloji haritası yapılmış, petrografi ve hidrotermal zonlar ayrılarak çeşitleri ile birlikte haritaya işlenmiştir. Arazi çalışmaları sırasında, inceleme alanından ve Ovacık altın madeninde yer alan epitermal kuvars damarlarından, jeokimyasal analizler ve ince kesit determinasyonları amacıyla örnekler alınmış ve amacına yönelik incelenmiştir.

1.3.2 Laboratuvar çalışmaları

Arazi çalışmaları sırasında 100'ün üzerinde örnek toplanmış ve bu örneklerden 68 adet ince kesit ve 30 adet parlak kesit hazırlanmıştır. Seçilen bu örneklerin, petrografik ve ince kesit determinasyonları yapılmıştır. Ayrıca, saha gözlemleri ve polarizan mikroskop altındaki ince kesit incelemeleri sonucunda, andezit, arjilleşmiş andezit, silisleşmiş andezit ve andezitik bazalt birimlerinden toplam 37 adet taze örnek seçilerek tüm kayaç jeokimyasal analizleri yapılmıştır. Bu analizler, ana oksit ve eser element olarak Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji ve Petrografi Araştırma Laboratuvarında, PEDX-XRF Spectro X-Lab 2000 cihazı kullanılarak yapılmıştır. Analizler USGS standardında yapılmış, andezit, bazalt ve kuvarsit kullanılarak kalibrasyon işlemleri yapılmıştır. Ovacik altın madeninde yer alan M-epitermal kuvars damarından alınan örnekler üzerinde noktasal ve çizgisel analizler

yapılmıştır. Bu analizler yine Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji ve Petrografi Araştırma Laboratuvarında, Micro XRF Spectro Midex M analiz cihazı kullanılarak yapılmıştır. Analizler sonucunda elementlerin anomali haritaları ve çizelgeleri hazırlanmıştır. Bu haritalar, elementlerin birbiriyle olan ilişkilerini, silisleşmiş zonda ve demirce zengin hidrotermal damarda nasıl bir davranış sergilediklerini ortaya koymaktadır.



Şekil 1.1 Çalışma alanı yer bulduru haritası

1.4 Tezin İçerikleri

Çalışma alanının genel jeolojik yapısı, çalışma alanında yer alan birimlerin petrografisi, bu birimlerde gözlenen hidrotermal dokular ve bozunmalar, alınan örnekler üzerinde yapılan kimyasal ve noktasal analizler ile bu analizler sonucunda element haritalarının hazırlanması ve cevherin hangi koşullarda oluştuğunun belirlenmesi bu tezin genel içeriğini oluşturmaktadır.

2. BÖLGE İLE İLGİLİ ÖNCEL ÇALIŞMALAR

İnceleme alanında araştırmacılar, maden yataklarına yönelik bir çok çalışmalar yapmıştır. Ancak, bölgedeki cevherleşmelerin ana kayaca bağlı olarak alterasyon haritalanmaları, yanal-düşey yönde petrografik ve jeokimyasal değişimler ile ilgili çalışma yapılmamıştır. Araştırmacıların yapmış olduğu çalışmaları ele alacak olursak;

MTA Yayınları'na göre (1993), epitermal altın yatakları sığ derinlikte ve düşük sıcaklıktaki volkanik hidrotermal aktivitelerin ürünüdür. Ayrıca, normal fay ve çatlak sistemlerinde oldukça yaygındır. En çok bilinen epitermal altın yatağı, Ovacık köyü civarındaki yer alan Ovacık altın madeni yatağıdır. Bu yataklar günümüzde veya yakın geçmişte etkin olmuş sıcak su kaynaklarına bağlı olarak, çatlaklı zonlarda ve çöküntü alanlarında, değişikliğe uğramış ve/veya parçalanmış kayaçlar içinde silisli damarlar, ağsı damarcıklı zonlar veya saçınımlar olarak bulunurlar. Bu tür yataklarda altınla birlikte arsenik, antimon, gümüş, cıva, talyum ve bizmut bulunabilir. Kuvars damarlarında altın genellikle gözle görülebilir boyutlarda olabilir. Gang mineraller ise kuvars, kalsedon, kalsit, adularya, illit, kaolinit, hematit, dolomit, barit ve karbonatlardır. Yan kayacı bozunmaları olarak çörtleşme, kaolinleşme, piritleşme, dolomitleşme ve kloritleşme yaygındır.

Yıldız and Bailey (1978), Jankovic (1982), Şimşek (1986), Altunkaynak ve Yılmaz (1998), Yılmaz (2002, 2003 a) ve Yiğit (2006) çalışma alanındaki ve civarındaki, magmatizma ve cevherleşme potansiyeli konusunda çalışmalar yapmıştır. Araştırmacılara göre; altın daha çok Mesozoyik ve Tersiyer yaşlı kayaçlarda konsantre olarak bulunmaktadır. Ülkemizde altın yatakları, Mesozoyik-Senozoyik volkano-plutonik yaylarla ilişkilidir. Epitermal yataklar, ülkemizdeki altın cevherleşmesinin % 43'ünü kapsamaktadır. Skarn yatakları, porfiri altın (Cu-Mo) yatakları, plaser altın yatakları, masif sülfid yatakları da ülkemizde görülen diğer altın yataklarıdır. Andezit ve dasit komposizyonlu kalkalkalin magmatizmanın ürünü olan silisleşmiş volkanik kayaçlar Batı Anadolu bölgesinde, bilhassa İzmir, Manisa ve Balıkesir civarlarında oldukça yaygındır. Ovacık altın madeni Türkiye'nin batısında yüzeylenen volkanik kayaçlar ile ilişkilidir. Bu altın madeni, D-KD uzanımlı Bergama grabeninin kuzey

sınırı boyunca yer almaktadır. Ovacık altın madeni tipik bir düşük sülfidasyon epitermal yatağıdır ve andezitik kayaçlarda gözlenen ve altın açısından zengin epitermal kuvars damarlarına sahiptir.

İnceleme alanındaki, volkanik kayaçların genel jeolojisine yönelik çalışmalar Akyürek ve Sosyal (1978, 1983) tarafından yapılmıştır. Ayrıca, Akyürek ve Soysal (1978) ve Ercan vd. (1984) bölgede yer alan Tersiyer yaşlı çökellerin stratigrafisini ve magmatik kayaçlar ile volkanik kayaçların kökensel özelliklerini ortaya çıkaran bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmalara göre; inceleme alanında ve çevresinde, Yuntdağ volkanitleri yaygın olarak gözlenmektedir. Bu volkanitler, andezit, tüf, aglomera ve lahar olarak litolojilere ayırtlanmıştır.

Oygür (2001) inceleme alanındaki epitermal kuvars damarlarını çalışmıştır. Bu çalışmaya göre, kuvars damarları, altın yataklarının çoğunda ortak özelliktir ve altın cevherleşmelerinin ana depolanma yeridir. Epitermal kuvars damarlarında çok çeşitli makroskobik dokular görülmektedir. Kuvars dokularının türlerine göre damarın, altın cevherleşmesi içerip içermediği belirlenebilmektedir. Bu dokular iki ana grupta toplanmaktadır: 1) açık boşluk dolgularını temsil eden birincil büyüme yapıları; 2) daha sonraki olayları yansıtan binme yapıları. Birincil büyüme yapıları som, tarak ve bantlı olarak sınıflandırılmaktadır. Binme yapıları ise breş ve ornatım dokularıdır. Epitermal damarlarda yaygın olarak görülen adularya ve karbonat gibi kuvars dışındaki mineraller de bu dokusal zonların yorumlanmasında yararlı olmaktadır.

Yılmaz (2002) ve Morrison *et al.* (1998) epitermal kuvars damarlarında gözlenen önemli doku çeşitlerini incelemiştir. Araştırmacılara göre; kolloform yapısı, tarak dokusu, karbonat raplansman dokusu, breş dokusu ve kabuklaşma dokusu bir epitermal yatakta gözlenen ana hidrotermal dokulardır. Ayrıca, şeker dokusu, kokeyt dokusu, düzenli ve düzensiz boşluklar ve simetrik bantlaşma yapıları da epitermal yataklarda gözlenebilmektedir. Değerli mineraller kolloform-kabuklaşma yapısında ve kuvars hidro-breşlerinde yaygın olarak bulunmaktadır.

Yılmaz (2002, 2003 b), Ovacık köyü ve civarında yer alan önemli epitermal kuvars damarlarını incelemiştir. Bu çalışmaya göre; Ovacık altın madeninde 4 farklı epitermal kuvars damarı tespit edilmiştir. Ekonomik açıdan ise yaklaşık D-B doğrultusunda ve kalınlığı yaklaşık 22 m olan iki önemli (M ve S) damarları yer almaktadır. Bu damarlarda cevher derecesinde mineralleşme gözlenmektedir. Kolloform yapısı, tarak dokusu, ranplasman, breş ve düzenli-düzensiz boşluklar, inceleme alanında gözlenen başlıca özel dokulardır. Silisleşme ve killeşme ise başlıca bozunma türleridir.

Ayrıca, hidrotermal bozunmalar ve alterasyonlar ile ilgili çalışmalar, Roberts and Sheahan (1990), Yılmaz (2002), Gu *et al.* (2006) ve Falconer *et al.* (2006) tarafından yapılmıştır. Epitermal yataklarda hidrotermal bozunmalar yaygındır. Silisleşme kayacın çatlak ve fay zonlarında, KD-GB ve D-B yönleri boyunca hidrotermal aktiviteler sonucunda meydana gelmiş bir bozunma türüdür. Değerli metal mineralleşmesi silisleşme ile ilgilidir. Derinliğe gidildikçe, damar yapılarında adularya görülmektedir. Yüzeye yakın yerlerde ise kaolinit/dikit, serisit, pirofilit ve andolusit içeren arjillik bozunma yaygın olarak görülmektedir. Mineralleşme ile ilişkili olan alterasyon ürünleri, ikincil albit, adularya, kuvars ve killeri içermektedir. Bu killer, simektit, illit/smektit, iilit/klorit, illit ve klorittir (Yılmaz 2002).

Casa *et al.* (2003), Caetano *et al.* (2002), Essarraj *et al.* (2001), Saha and Venkatesh (2002) ile Voicu and Bardoux (2002) altın ve gümüş cevherlerinin, hidrotermal damarda nasıl davranış sergilediklerini açığa çıkarmışlardır. Araştırmacılara göre; altın genelde U, Th ve Si elementleriyle pozitif ilişki sergilemektedir. Yani, bu elementler genelde birlikte bulunmaktadır.

3. BÖLGESEL JEOLOJİ

Batı Anadolu, Tersiyerde kıta-kıta çarpışmaları sonucu bir araya gelmiş değişik tektonik birimleri kapsar. Bu eski kıta parçalarını birbirinden ayıran kenet çizgileri arasında en önemlisi, Pontidler ile Anatolid-Torid birimleri arasındaki sınırı oluşturan İzmir-Ankara kenedidir. Bursa-Ankara arasında İzmir-Ankara kenet çizgisinin güneyinde, Tavşanlı zonu olarak adlandırılan ofiyolitli melanj ve mavişistler bulunur (Okay 1984). İzmir-Ankara kenedinin kuzeyinde ise Sakarya zonu olarak adlandırılan eski bir kıta parçası yer almaktadır. Sakarya zonu tabanda Karakaya kompleksi olarak isimlendirilen, Paleo-Tetisin kapanması sırasında oluşmuş Permo-Triyas yaşta dalma-batma zonu kayalarından (Okay vd. 1996) ve bunları uyumsuzlukla örten Jura-Kretase çökellerinden oluşur. Bu bölgede, başlıca üç ana birim yer almaktadır. Bunlar, Batı Anadolunun yarısını kaplayan Permo-Triyas yaşlı Karakaya kompleksi ile tüm yaşlı kayaları uyumsuzlukla örten veya kesen Neojen yaşlı magmatik ve sedimenter kayalar olarak sınıflanmıştır (Okay vd. 1996).

İnceleme alanı ve civarında istifin temelini Permo-Triyas yaşlı metamorfik temel kayaları oluşturmaktadır. Metamorfik kayalar, epidot-amfibolit fasiyesinde metamorfizmaya uğramış metapelit ve amfibolşist (Çavdartepe formasyonu), yeşilşist fasiyesinde metamorfik metatüf ve metalav (Kocaçukur metavolkanit üyesi), düşük yeşilşist fasiyesinde metamorfik metapellitler (Kınık formasyonu) ve metaspilit, metapiroklastik kayalar (Bakırtepe üyesi) ile temsil edilir (Altunkaynak 1996).

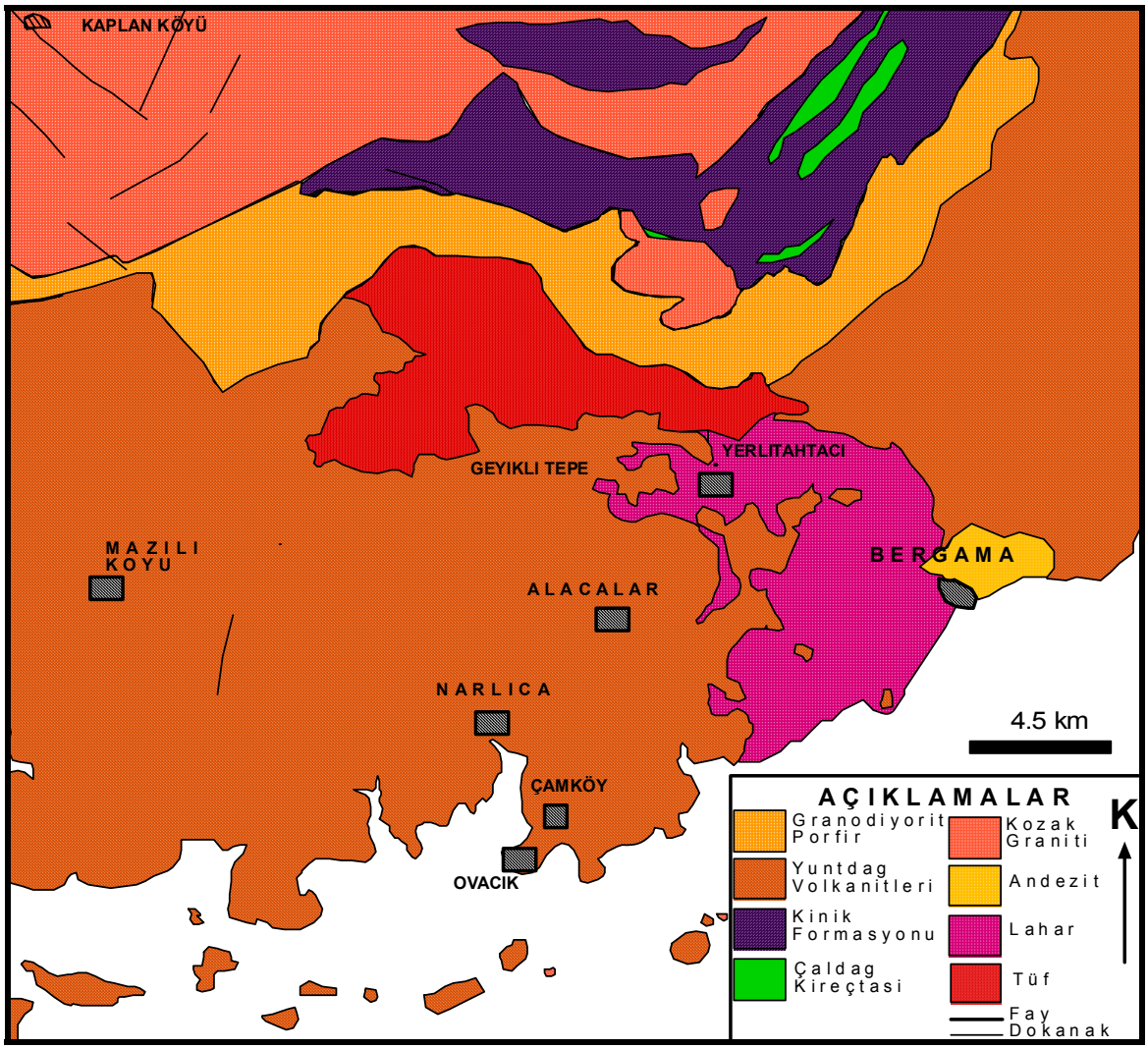
Çalışma alanında ve civarında, Üst Oligosenden itibaren yaygın bir magmatik faaliyet gelişmiştir. Bunun ilk ürünü metamorfik temel kayaların içine yerleşmiş olan plütonik topluluktur. Plütonik topluluk, Kozak granodiyoriti, aplogranit ve mikrogranitten oluşan üç ana kaya grubu ile temsil edilir. Bölgede yer alan Kozak plütonik masifi ve bir çok evrede gelişmiş volkanik kayaçlar cevherleşme için önemli kaynak oluşturmuşlardır. Kozak granodiyoritinin mineralojik bileşimi oldukça değişkendir. Kozak plütonu granodiyorit, granit, kuvars monzonit, kuvars monzodiyorit ve kuvars diyorit bileşimli kayaçlardan oluşmaktadır. Mineralojisinin değişken olmasına rağmen, ana minerallerin kuvars, plajioklaz, alkali feldspat, hornblend ve biyotit olduğu görülmektedir. Kozak

plütonu çevresinde, hornblend hornfels fasiyesi koşullarına ulaşan bir kontak metamorfizma zonu gelişmiştir. Kozak plütonu, tipik bir epizon granittir. Kozak plütonunun yerleşmesine bağlı olarak gelişen çembersel kırık zonları boyunca plütonla yaşıt olan levha sokulum kayaları (hipabisal topluluk) yerleşmiştir. Bunlar, diyorit, kuvars diyorit, granodiyorit porfir özelliğindeki kayalar ile temsil edilir.

Hipabisal topluluğun gelişiminin gerçekleştiği dönemde (Alt-Orta Miyosen) yaygın bir volkanik faaliyet başlamış, piroklastik kayalar ve değişik türden lavlar türemiştir. Volkanizma, önce felsik piroklastikler ve dasitik lavlarla başlamış, yerini andezit-latit türü lavlara bırakmıştır. Bunları ortaç-bazik bileşimli bazaltik andezit, bazaltik traki andezit lavları ve ilişkili piroklastik kayalar izlemiştir. İnceleme alanında ve civarında yer alan tüm magmatik kayaların arasında zaman ve mekansal ortaklık vardır. Bu kayaçlar mineralojik, petrografik ve jeokimyasal yönden benzerlikler içerirler. Jeokimyasal özellikleri bunların manto kökenli, kıta kabuğundan kirlenmiş, melez nitelikli bir magmadan türediğini işaret etmektedir (Altunkaynak 1996, Akyürek ve Sosyal 1978, Altunkaynak ve Yılmaz 1998, Yılmaz vd. 2000).

Çalışma alanı ve çevresinde yer alan tüm volkanik kaya toplulukları önceki çalışmalarda bir bütün olarak ele alınmış, topluluğun kendi içindeki ayırtları üzerinde durulmamıştır. Örneğin, İzdar (1968) volkanik birimi riyodasit, dasit, andezit ve bazalt başlığı altında tanıtmış ve sadece bazaltları ayrı birim olarak göstermiş ve diğer volkaniklerden ayırarak haritalamıştır. Ongür (1972), araştırma raporunda alanlardaki volkanik kayaçları Yeniköy tüfleri, Kaşıkçı-Gaylan volkanitleri, Karadağ (Dikili-Çandarlı) volkanikleri, Geyikli (Dikili-Bergama) volkanitleri olarak tanıtmıştır. Akyürek ve Soysal (1983) tarafından volkanik birimler Yuntdağ Volkanikleri olarak haritalanmış ve volkanizmanın son ürünü olan andezitten daha bazik kayaları ise Dedeağ bazaltı olarak adlandırmışlardır.

Tez sahası ve civarında, jeolojik birim olarak Batı Anadolu'da gözlenen Miyosen-Pliyosen yaşlı volkanikler (Yuntdağ volkanikleri) yaygındır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Ovacık civarının jeoloji haritası (MTA 1/500.000 2003)

Akyürek ve Soysal (1983) tarafından Bergama güneyinde Yuntdağ dolaylarında saptanan ve "Yuntdağ volkanikleri" olarak adlanan bu birimler, andezit, dasit, riyodasit ve latit türünde olup, gri, siyah, bordo ve sarı renklerde izlenir. Yer yer çok sert, bol çatlaklı olan lavlarda tipik akma yapıları gözlenir. Lavlar genellikle dom şeklinde olup, bazı yerlerde volkan çivilerine rastlanmaktadır. Tüfler, gri, sarı ve beyaz renklerde olup, yer yer kaolinleşmiştir. Yuntdağ volkaniklerine ilişkin andezitik lavlarda yapılan petrografik çalışmalarda, porfirik, hiyaloporfirik, mikrolitik dokulu, kloritleşmiş, killeşmiş ve yer yer karbonatlaşmış plajiyoklaz mikrolitleri, piroksen ve opak mineralden oluşan bir hamur içinde, plajiyoklaz fenokristallleri (andezin ve oligoklaz), biyotit, hornblend ve ojit gözlenmiştir. Latit türde olan lavlar ayrıca sanidin fenokristalleri, dasitik ile riyodasitik lavlar da kuvars ve yer yer ortit (allanit) fenokristalleri içerirler.

Yapılan çalışmalarda Yuntdağ volkanitlerinin 18.5-13.6 my arasında yaklaşık 5 milyon yılda çeşitli evrelerle oluştukları ortaya çıkmıştır. Yapılan radyometrik yaş belirlemeleri ile Dikili-Bergama dolaylarında 18.2+0.4 ve 18.1+0.3 my,18.5 my - 17.3 my- 17.6 my ve 16.7 my ile 16.7+0.8 my, 16.3+0.8 my, 16.0+0.8 my, 15.6+0.8 my, 15.3+0.8 my, 15.2+0.8 my, 14.6+1.6 my, 14.1+0.7 my ve 13.6+1.5 my yaş değerleri elde edilmiştir (Ercan vd. 1990).

İnceleme alanı ve çevresinde, iki farklı çökel topluluğu yer almaktadır. Bunlardan ilki, metamorfik kayaların örtüsü niteliğindeki, Alt-Orta Miyosen yaşlı, göl ve akarsu ortamı ürünü çökel kayaları (Alt çökel topluluk) ile temsil edilir. Alt çökel topluluk, volkanik topluluk ile yanal ve düşey yönde grik olup, sık ardalanmalıdır. Bölgede yer alan diğer çökel birim, aktif bir tektonizma denetiminde gelişmiş, Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı karasal debris akıntısı ve akarsu çökelleri ile temsil edilen Üst çökel topluluktur. Üst çökel topluluğun geliştiği dönemde volkanizma yalnızca sınırlı yörelerde izlenen, kırık erüpsiyonu şeklindeki bazalt lavlarıya temsil edilir. Bazaltlar bölgedeki volkanik aktivitenin en son ürünüdür. Çalışma alanının kuzeyinde ve Çamoba Köyü civarında gözlenen Çaldağ Kireçtaşı üyesi gri renkli yer yer kristalize kireçtaşlarından oluşmaktadır (Akyürek ve Sosyal 1978). Yapılan çalışmalara göre üyenin yaşı Üst Permiyen'dir.

Çalışma alanında ve civarında gözlenen volkanikler üzerinde maden jeolojisine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalara göre, andezitik volkaniklerin yaygın arjillik alanlar ile lokal olarak silisleşmiş zonlar içerdiği, bu kayaçların sığ felsik intrusif özellikte olduğu belirtilmiştir (Erler and Larson 1992).

Çalışma alanında ve civarında, bütün yüksek kesimlerinde silisleşmiş kayaçlar ve kuvars damarları gözlenmektedir (Ovacık köyü ve civarında). Silisleşmiş kayaçlar, gri, sarımsı gri ve kahverengimsi- kırmızı renklerde bulunmaktadır. Kahverengimsi-kırmızı renkler bu kayacın demiroksitleşmesinden kaynaklanmaktadır. Silisleşmiş andezitin ince kesit incelemeleri sonucu kriptokristallin kuvarstan oluşan matriks içinde yer yer kuvars fenokristalleri gözlenmektedir. Silisleşmiş andezitte tarak dokusu oldukça yaygındır. Silisleşmiş andezitte demiroksitleşme, killeşme ve opaklaşma gözlenmektedir. Örneğin M ve S epitermal kuvars damarlarında hem silisleşme hem de

killeşme gözlenmektedir. Tamamen silisleşmiş andezitler diğer silisleşmiş andezitlere oranla daha sert özelliktedir. Silisleşmiş kayaçların XRD analizlerine bakıldığında, esas mineral olarak kuvars ve tali mineral olarak da kalsedon, dikit, zeolit v.b mineraller gözlenmektedir (Erdoğan 1993).

Volkanik kayaçlarda gelişen hidrotermal alterasyonlar ve bunlarla aynı jenetik süreçlere bağlı olarak oluşan kıymetli metal zenginleşmeleri özellikle içinde bulundukları kaynak kayaçların metal içerikleriyle ilişkilidir (Hedenquist ve Henley 1985). Kaynak kayacın Au, Ag gibi kıymetli metal içerikleri yanında Pb, Zn, Cu, As, Sb, Hg, Bi, ve Te gibi iz sürücü element içerikleri ve bunların dağılımları cevherleşmeleri işaret edebilen özelliklerdir.

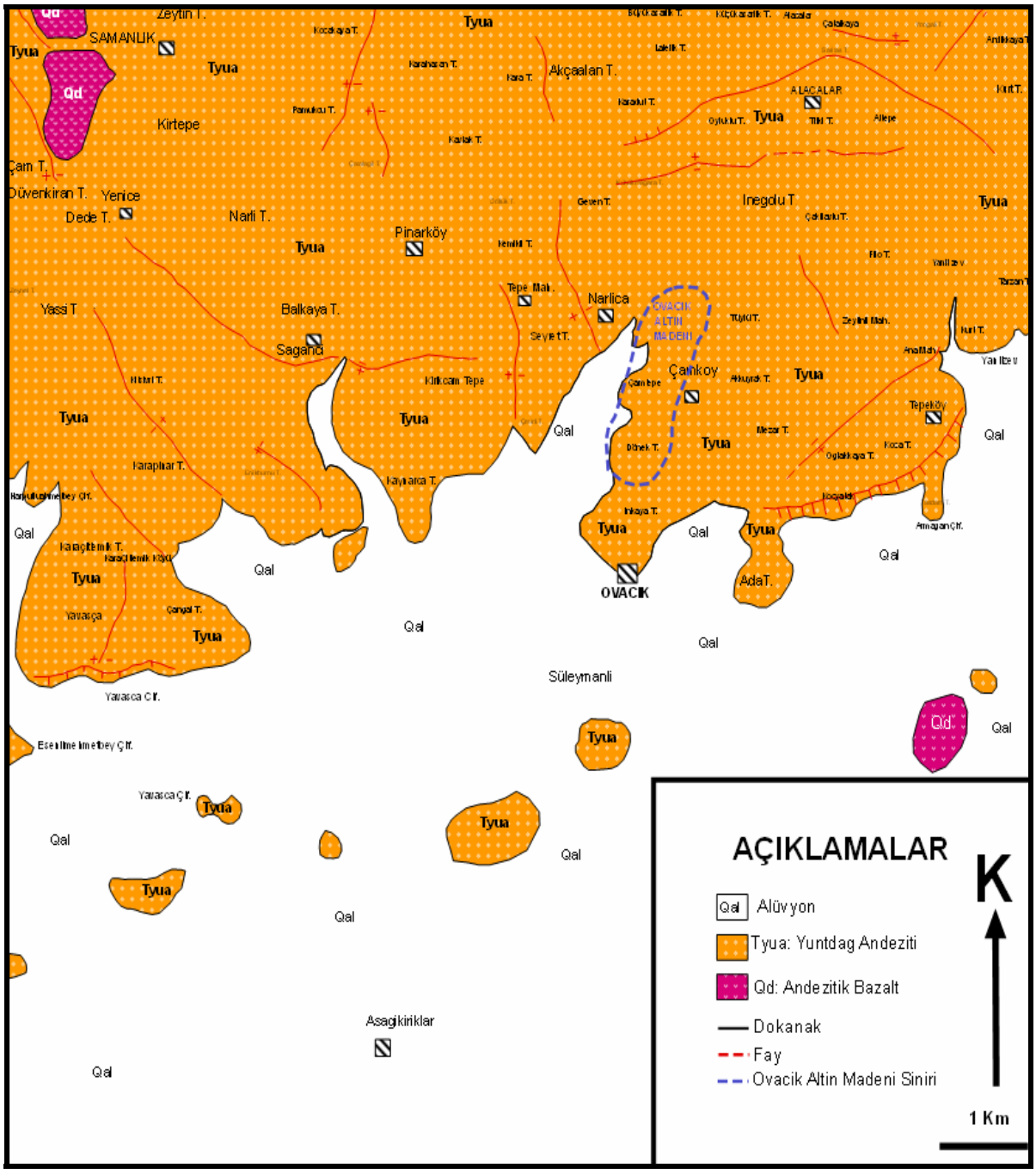
4. ÇALIŞMA ALANININ JEOLOJİSİ VE PETROGRAFİSİ

Çalışma alanı, Türkiye'nin batısında, İzmir'e 100 km uzaktadır. Ayrıca, Bergama'nın 12 km batısında ve Ovacık, Narlıca, Pınarköy ve Çamköy köylerinin civarında yer almaktadır (Şekil 1.1). İnceleme alanı, Balıkesir J-18-d4 paftasını kapsamaktadır.

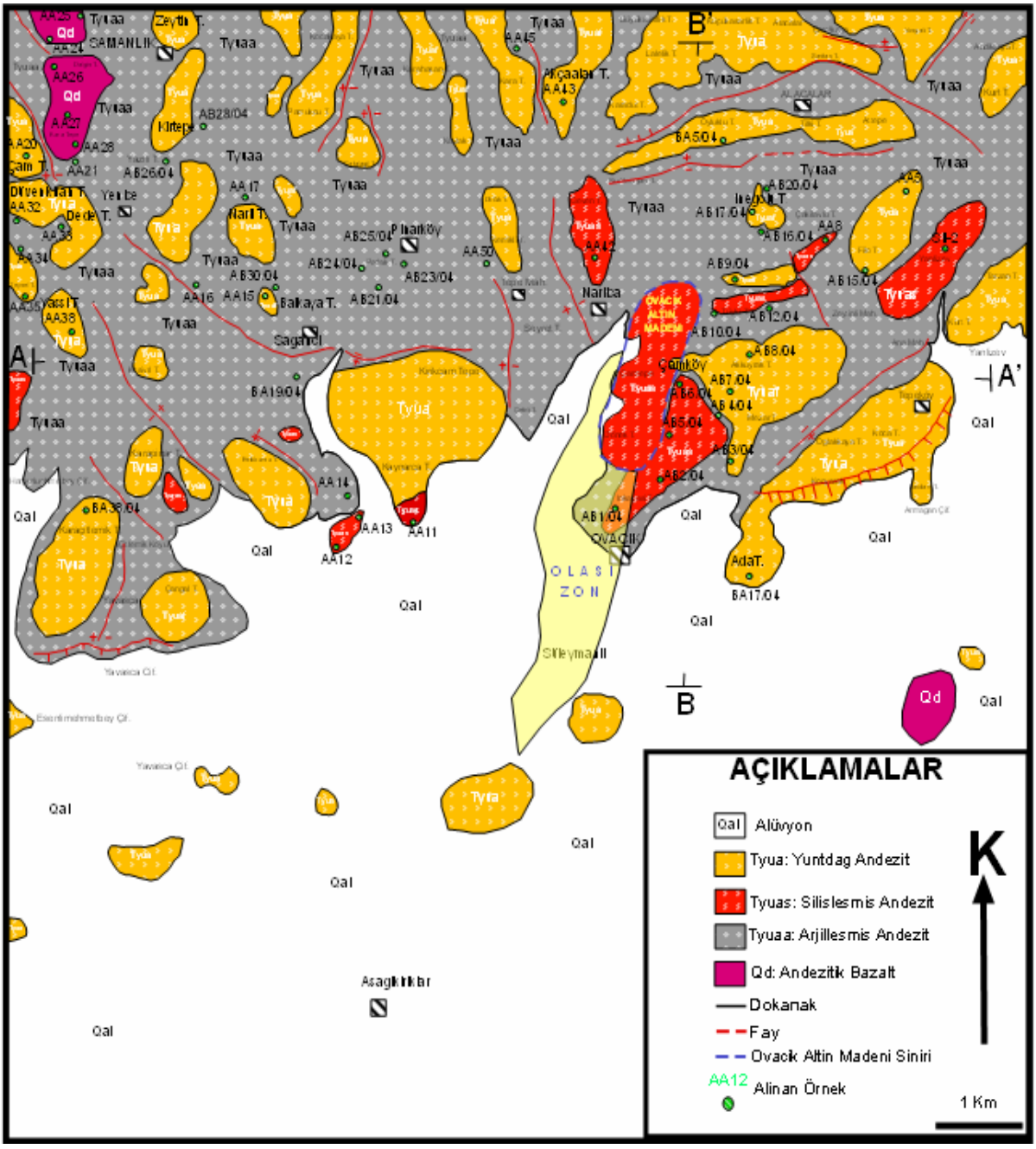
Çalışma alanı ve çevresinde, farklı renk ve dokuda, nötr bileşimli volkanik kayaçlar farklı egemendir (Şekil 4.1). Bu kayaçlar, güneyde alüvyonlar tarafından örtülmüşlerdir. Maden sahası Dikili-Bergama grabeninin kuzeyindedir. Ovacık köyü ve civarında jeolojik birim olarak Yuntdağ volkanikleri ve bu volkanikleri yer yer ince dayklar şeklinde kesen bazaltik bileşimde kayaçlar görülebilmektedir.

Daha önceki çalışmalarda, Yuntdağ volkanikleri çalışma alanında, andezit, tüf, silisleşmiş tüf ve lahar olarak litolojilere ayrılmıştır (Akyürek ve Sosyal 1978, 1983). Tez sahasında ise; arjilleşmiş, silisleşmiş andezit, az bozunmaya uğramış andezit ve/veya taze andezit ile bu birimlerin üzerine gelen andezitik bazalt birimi yer almaktadır (Şekil 4.2). Yuntdağ volkaniklerinin yaşı önceki çalışmalara göre Alt Miyosen-Pliyosen olarak belirlenmiştir.

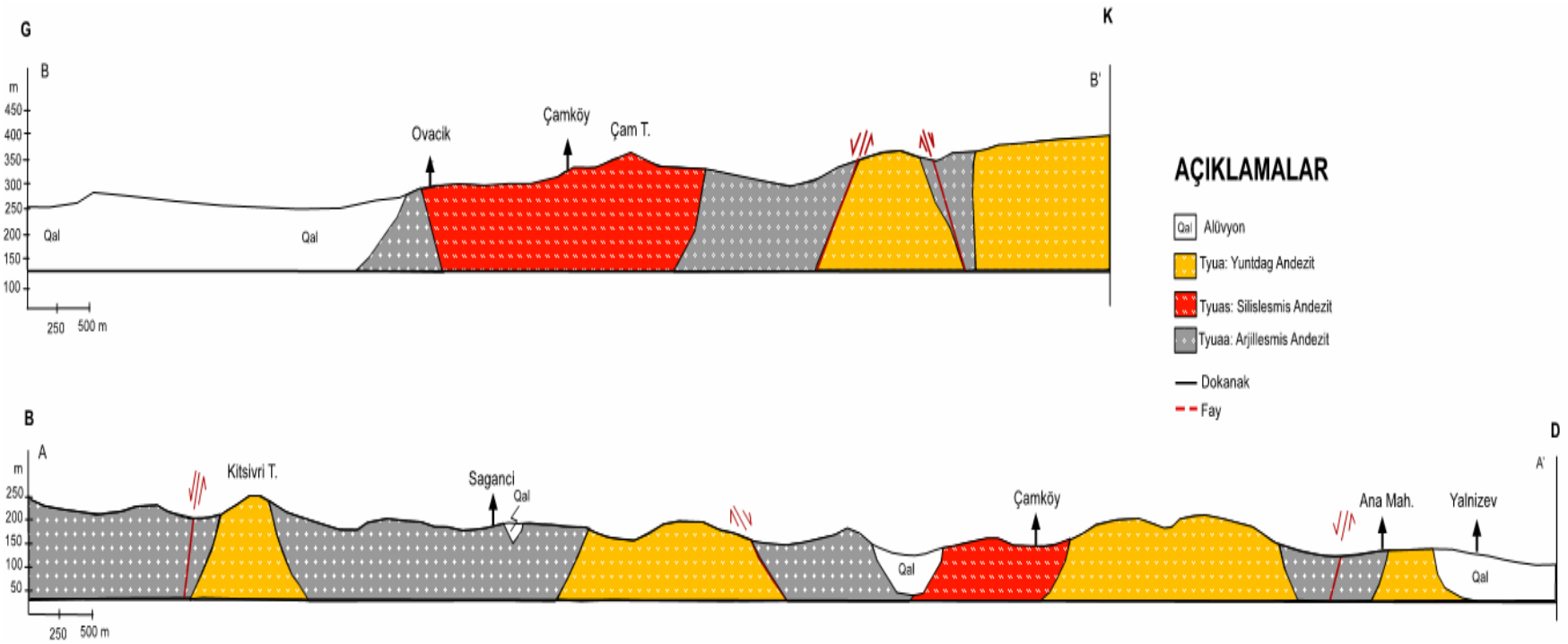
Araziden alınan örneklerden, 68 örneğin ince kesitleri hazırlanmış ve petrografik determinasyonları yapılmıştır. Ayrıca, saha gözlemleri ve polarizan mikroskop altındaki ince kesit incelemeleri sonucunda, andezit, arjilleşmiş andezit, silisleşmiş andezit ve andezitik bazalt birimlerinden toplam 37 adet taze örnek seçilerek tüm kayaç jeokimyasal analizleri yapılmıştır. Ayrıca, M-epitermal kuvars damarından alınan iki farklı dokusal özellik gösteren örnekler üzerinde noktasal ve çizgisel analizler yapılmıştır. Analizler sonucunda elementlerin anomali haritaları hazılanmıştır. Çalışma alanın alterasyon tipleri ile alınan örnekleri gösteren harita Şekil 4.2'de ve çalışma alanının jeolojik kesitleri (AA' ve BB') Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.1 Çalışma alanın jeolojisini gösteren harita



Şekil 4.2 Çalışma alanın alterasyon tiplerini ve örnek alım noktalarını gösteren harita



Şekil 4.3 Çalışma alanının AA’ ve BB’ doğrultuları boyunca (Şekil 4.2) jeolojik kesitleri

4.1 Jeolojik Birimler

İnceleme alanında, arazi çalışmaları sırasında, silisleşmiş, killeşmiş, az bozunmaya uğramış veya taze andesit ile andezitik bazalt kayaçları gözlenmiştir. Bu birimler, mineralojik ve petrografik bileşimleri açısından ayırtlanmıştır. Andezitin el örneğine bakıldığında, genelde porfiro afanitik doku gözlenmektedir. Ancak, silisleşmiş andezitte ve epitermal damarlarda, bozunmadan dolayı heterojen yapılar sergilediklerinden farklı mikroskobik ve makroskobik dokular gözlenmektedir. Çalışma alanında, daha çok silisleşme ve killeşme tipi bozunmalar hakimdir. Ayrıca, kayaçların çatlak ve kırıklarında demir oksitleşme ve karbonatlaşma gözlenmektedir. Çalışma alanından toplanan ince kesitlerin petrografik incelemeleri Çizelge 4.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Ovacık civarından alınan örneklerin ince kesit determinasyonu

Numune Adı	Yeri	Mineral İçeriği	Doku	Özel Doku	Bozunma Türleri	Kayacın Adı
AA-5	Filo Tepe	Plajiyoklaz, hornblend, biyotit, sfen ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik, glomeroporfirik ve poikilitik	--	Killeşme	Andezit
AA-8	Çakılavlu Tepe	Kuvars, amorf silika ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik, glomeroporfirik	Tarak Breş	Silisleşme	Silisleşmiş Andezit
AA-11	Kaynarca Tepe	Kuvars, amorf silika ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik, glomeroporfirik	Tarak Breş	Silisleşme	Silisleşmiş Andezit
AA-12	Kaynarca Tepe	Kuvars, amorf silika ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik, glomeroporfirik	Tarak Breş	Silisleşme	Silisleşmiş Andezit
AA-13	Kaynarca Tepe	Kuvars, amorf silika ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik, glomeroporfirik	Tarak Breş	Silisleşme	Silisleşmiş Andezit
AA-15	Balkaya Tepe	Plajiyoklaz, amfibol, biyotit ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik	--	Kloritleşme Demir oksitleşme	Andezit
AA-17	Narlı Tepe	Plajiyoklaz, amfibol, biyotit ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik	--	Killeşme Demir oksitleşme	Arjilleşmiş Andezit
AA-21	Kara Tepe	Plajiyoklaz, amfibol, biyotit ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik	--	Killeşme	Arjilleşmiş Andezit
AA-24	Dalgın Tepe	Ojit, amfibol, biyotit ve plajiyoklaz	Hiyaloplitik porfirik	--	Sossoritleşme	Andezitik Bazalt

Çizelge 4.1 Ovacık civarından alınan örneklerin ince kesit determinasyonu (devam)

Numune Adı	Yeri	Mineral İçeriği	Doku	Özel Doku	Bozunma Türleri	Kayacın Adı
AA-25	Samanlık Köyü	Ojit, amfibol, biyotit ve plajiyoklaz	Hiyaloplitik porfirik	--	--	Andezitik Bazalt
AA-26	Dalgın Tepe	Ojit, amfibol, biyotit ve plajiyoklaz	Hiyaloplitik porfirik	--	Sossoritleşme	Andezitik Bazalt
AA-27	Kara Tepe	Ojit, amfibol, biyotit ve plajiyoklaz	Hiyaloplitik porfirik	--	Sossoritleşme	Andezitik Bazalt
AA-28	Kara Tepe	Ojit, amfibol, biyotit ve plajiyoklaz	Hiyaloplitik porfirik	--	Sossoritleşme	Andezitik Bazalt
AA-32	Düvenkıran Tepe	Plajiyoklaz, amfibol, biyotit ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik	--	Killeşme Demir oksitleşme	Arjilleşmiş Andezit
AA-33	Dede Tepe	Plajiyoklaz, amfibol, biyotit ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik	--	Killeşme	Arjilleşmiş Andezit
AA-34	Zeynel Tepe	Plajiyoklaz, amfibol, biyotit ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik	--	Killeşme	Arjilleşmiş Andezit
AA-35	Zeynel Tepe	Plajiyoklaz, amfibol, biyotit ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik, glomeroporfirik ve poikilitik	--	Opaklaşma	Andezit
AA-38	Yassı Tepe	Plajiyoklaz, amfibol, biyotit ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik, glomeroporfirik ve poikilitik	--	Opaklaşma	Andezit
AA-42	Geven Tepe	Kuvars, amorf silika ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik, glomeroporfirik	Tarak Breş	Silisleşme	Silisleşmiş Andezit
AA-43	Akçaalan Tepe	Plajiyoklaz, amfibol, biyotit ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik, glomeroporfirik ve poikilitik	--	Opaklaşma	Andezit
AA-45	Kara Tepe	Plajiyoklaz, amfibol, biyotit ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik	--	Killeşme	Arjilleşmiş Andezit
AA-50	Kemikli Tepe	Plajiyoklaz, amfibol, biyotit ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik	--	Killeşme	Arjilleşmiş Andezit
AB2/04	Inkayası Tepesi	Kuvars, amorf silika ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik, glomeroporfirik	--	Silisleşme Limonitleşme Hematitleşme	Silisleşmiş Andezit
AB3/04	Mezar Tepe	Plajiyoklaz, hornblend, biyotit, titanit ve az da olsa kuvars	Hiyaloplitik porfirik, glomeroporfirik ve poikilitik	--	Killeşme Opaklaşma	Andezit

Çizelge 4.1 Ovacık civarından alınan örneklerin ince kesit determinasyonu (devam)

Numune Adı	Yeri	Mineral İçeriği	Doku	Özel Doku	Bozunma Türleri	Kayacın Adı
AB4/04	Mezar Tepe	Plajiyoklaz, biyotit, ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik	--	Killeşme Demir oksitleşme	Arjilleşmiş Andezit
AB5/04	Inkayası Tepesi Kuzeyi	Kuvars, kalsedon ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik, glomeroporfirik	İğnemsi Kuvars	Silisleşme	Silisleşmiş Andezit
AB6/04	Inkayası Tepesi Kuzeyi	Kuvars, kalsedon ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik	Tarak	Silisleşme Limonitleşme	Silisleşmiş Andezit
AB7/04	Mezar Tepe	Plajiyoklaz, hornblend, biyotit ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik ve poikilitik	--	Opaklaşma Demir oksitleşme	Andezit
AB8/04	Çamköy İnkaya Tepesi	Plajiyoklaz, amorf silika, biyotit ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik, glomeroporfirik ve poikilitik	--	Killeşme Demir oksitleşme	Andezit
AB9/04	Tüylü Tepe	Plajiyoklaz, biyotit ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik	Kokeyt Dokusu	Opaklaşma Limonitleşme	Andezit
AB10/04	Tüylü Tepe	Kuvars, amorf silika ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik	Tarak	Silisleşme Limonitleşme	Silisleşmiş Andezit
AB12/04	Tüylü Tepe	Plajiyoklaz, biyotit, ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik	--	Killeşme Demir oksitleşme	Arjilleşmiş Andezit
AB15/04	Filo Tepe	Plajiyoklaz, hornblend, biyotit, sfen ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik, glomeroporfirik ve poikilitik	--	Demir oksitleşme Killeşme	Andezit
AB16/04	İnegölü Tepe	Plajiyoklaz, biyotit, ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik, glomeroporfirik ve poikilitik	--	Limonitleşme	Arjilleşmiş Andezit
AB17/04	İnegölü Tepe	Plajiyoklaz, hornblend, biyotit, kuvars ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik ve poikilitik	--	--	Andezit
AB20/04	İnegölü Tepe	Plajiyoklaz, biyotit, ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik	Demiroksit inklüzisyon	Killeşme	Arjilleşmiş Andezit
AB21/04	Patlak Tepe	Plajiyoklaz, biyotit, ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik	Kokeyt Dokusu	Killeşme	Arjilleşmiş Andezit
AB23/04	Patlak Tepe	Plajiyoklaz, biyotit, ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik	--	Killeşme Demiroksitleşme	Arjilleşmiş Andezit
AB24/04	Patlak Tepe	Plajiyoklaz, biyotit, ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik	--	Killeşme Limonitleşme	Arjilleşmiş Andezit
AB26/04	Yazılı Tepe	Oligoklaz, andezin, amfibol, biyotit	Hiyaloplitik porfirik	--	Killeşme	Arjilleşmiş Andezit
AB28/04	Kırtepe	Oligoklaz, andezin, amfibol, biyotit	Hiyaloplitik porfirik	--	Killeşme Demiroksitleşme	Arjilleşmiş Andezit
AB30/04	Balkaya Tepe	Oligoklaz, andezin, amfibol, biyotit	Hiyaloplitik porfirik	--	Killeşme Demiroksitleşme	Arjilleşmiş Andezit
BA5/04	Oyluklu Tepe	Plajiyoklaz, amfibol, biyotit ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik ve poikilitik	--	--	Andezit

Çizelge 4.1 Ovacık civarından alınan örneklerin ince kesit determinasyonu (devam)

Numune Adı	Yeri	Mineral İçeriği	Doku	Özel Doku	Bozunma Türleri	Kayacın Adı
BA17/04	Ada Tepe	Plajiyoklaz, amfibol, biyotit ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik ve poikilitik	--	--	Andezit
BA19/04	Sağancı Köyü	Oligoklaz, andezin, amfibol, biyotit	Hiyaloplitik porfirik	--	Killeşme Demiroksitleşme	Arjilleşmiş Andezit
BA38/04	K.Çitlemik Tepe	Plajiyoklaz, amfibol, biyotit ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik ve poikilitik	--	--	Andezit
S1	Ovacık Altın Madeni S damarı	Kuvars, amorf silika ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik ve glomeroporfirik	Psöydomorf ve Tarak Dokusu	Silisleşme	Silisleşmiş Andezit
S2	Ovacık Altın Madeni S damarı	Kuvars, amorf silika ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik ve glomeroporfirik	Psöydomorf ve Tarak Dokusu	Silisleşme Limonitleşme	Silisleşmiş Andezit
S3	Ovacık Altın Madeni S damarı	Kuvars, amorf silika ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik ve glomeroporfirik	Psöydomorf ve Tarak Dokusu	Silisleşme	Silisleşmiş Andezit
S4	Ovacık Altın Madeni S damarı	Kuvars, amorf silika ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik ve glomeroporfirik	Psöydomorf ve Tarak Dokusu	Silisleşme	Silisleşmiş Andezit
S6	Ovacık Altın Madeni S damarı	Kuvars, amorf silika ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik ve glomeroporfirik	Pseudomorf ve Tarak Dokusu	Silisleşme Demir oksitleşme	Silisleşmiş Andezit
S7	Ovacık Altın Madeni S damarı	Kuvars, amorf silika, kalsedon ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik ve glomeroporfirik	Pseudomorf ve Tarak Dokusu	Silisleşme	Silisleşmiş Andezit
S8	Ovacık Altın Madeni S damarı	Kuvars, amorf silika, kalsedon ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik ve glomeroporfirik	Pseudomorf ve Tarak Dokusu	Silisleşme	Silisleşmiş Andezit
S9	Ovacık Altın Madeni S damarı	Kuvars, amorf silika ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik ve glomeroporfirik	Psöydomorf ve Tarak Dokusu	Silisleşme	Silisleşmiş Andezit
S10	Ovacık Altın Madeni S damarı	Kuvars, amorf silika ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik ve glomeroporfirik	Psöydomorf ve Tarak Dokusu	Silisleşme	Silisleşmiş Andezit
Sil-1	Yalnızev Köyü	Kuvars, amorf silika, biyotit ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik	Psöydomorf ve Tarak Dokusu	Silisleşme Killeşme	Silisleşmiş- Arjilleşmiş Andezit
Sil-2	Yalnızev Köyü	Kuvars, amorf silika, biyotit ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik	Psöydomorf ve Tarak Dokusu	Silisleşme Killeşme	Silisleşmiş- Arjilleşmiş Andezit
M1	Ovacık Altın Madeni M damarı	Kuvars, amorf silika ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik ve glomeroporfirik	Psöydomorf	Silisleşme	Silisleşmiş Andezit

Çizelge 4.1 Ovacık civarından alınan örneklerin ince kesit determinasyonu (devam)

Numune Adı	Yeri	Mineral İçeriği	Doku	Özel Doku	Bozunma Türleri	Kayacın Adı
M2	Ovacık Altın Madeni M damarı	Kuvars, kalsedon, amorf silika ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik ve glomeroporfirik	Psöydomorf Kolloform Breşleşme	Silisleşme, Demiroksitleşme	Silisleşmiş Andezit
M3	Ovacık Altın Madeni M damarı	Kuvars, kalsedon, amorf silika ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik	Psöydomorf, Breşleşme	Silisleşme Demiroksitleşme	Silisleşmiş Andezit
M4	Ovacık Altın Madeni M damarı	Kuvars, kalsedon, amorf silika ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik	Psöydomorf, Breşleşme	Silisleşme Limonitleşme	Silisleşmiş Andezit
M5	Ovacık Altın Madeni M damarı	Amfibol, biyotit, kuvars ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik ve poikilitik	Breşleşme	Silisleşme Killeşme	Silisleşmiş-Arjilleşmiş Andezit
M6	Ovacık Altın Madeni M damarı	Amfibol, biyotit, kuvars ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik ve poikilitik	Breşleşme Tarak	Silisleşme	Silisleşmiş Andezit
M7	Ovacık Altın Madeni M damarı	Amfibol, biyotit, kuvars ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik ve poikilitik	Breşleşme	Silisleşme	Silisleşmiş Andezit
M8	Ovacık Altın Madeni M damarı	Kuvars, kalsedon, amorf silika ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik ve poikilitik	Breşleşme Tarak	Silisleşme Killeşme	Silisleşmiş Andezit
M9	Ovacık Altın Madeni M damarı	Kuvars, kalsedon, amorf silika ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik ve poikilitik	Psöydomorf Kolloform	Silisleşme Demiroksitleşme	Silisleşmiş Andezit
M10	Ovacık Altın Madeni M damarı	Kuvars, kalsedon, amorf silika ve opak mineraller	Hiyaloplitik porfirik ve poikilitik	Psöydomorf	Silisleşme	Silisleşmiş Andezit

4.1.1 Andezit

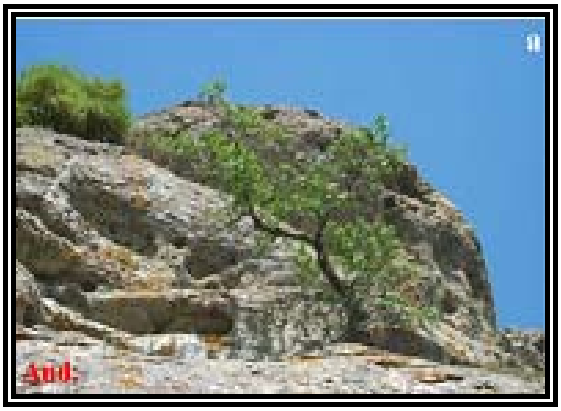
Çalışma alanının ana bileşimini oluşturan andezitler Yuntdağ andezitine karşılık gelmektedir. Bunlar inceleme alanının özellikle kuzey ve orta kısımlarında yer almaktadır (Şekil 4.2).

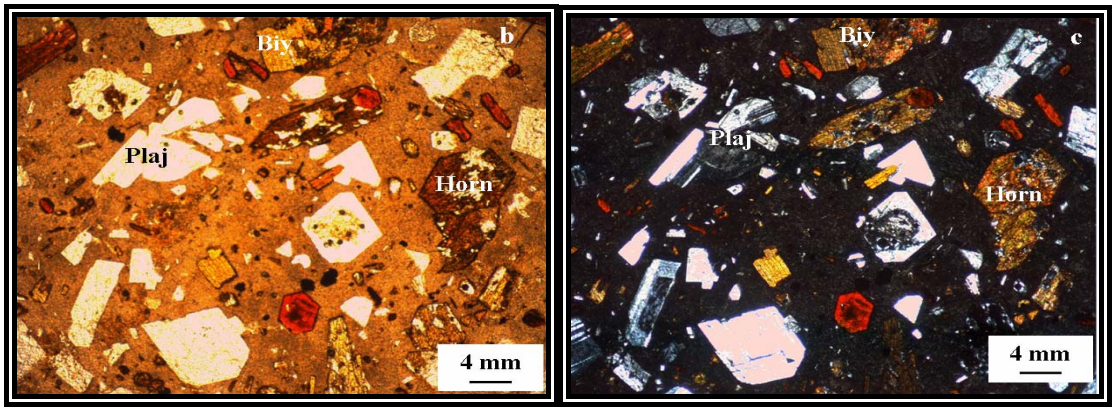
Andezit, arjilleşmiş andezitten farklı renk ve dokusal özelliğe sahip olmasından kolaylıkla ayırt edilmektedir. Andezitler kısmen bozuşmuş kısmen de taze olarak gözlenmektedir (Şekil 4.4. a). Kırmızımsı kahverenginden, grimsi-siyah tonuna kadar

bir renk göstermektedir. El örneğinde porfiro afanitik dokulu olup; volkanik cam içerisinde iri feldispat ve yer yer amfibol görülmektedir. Mikroskop altında ise hiyalopilitik porfirik dokulu olup başlıca oligoklaz-andezin, amfibol, biyotit ve tali olarak opak mineraller içermektedir. Killeşme, kloritleşme ve opasitleşme andezitte görülen başlıca bozunma türleridir (Şekil 4.4.b, c). Plajiyoklazlarda killeşme, amfibol ve biyotitlerde ise opasitleşme ve kloritleşme gözlenmektedir.

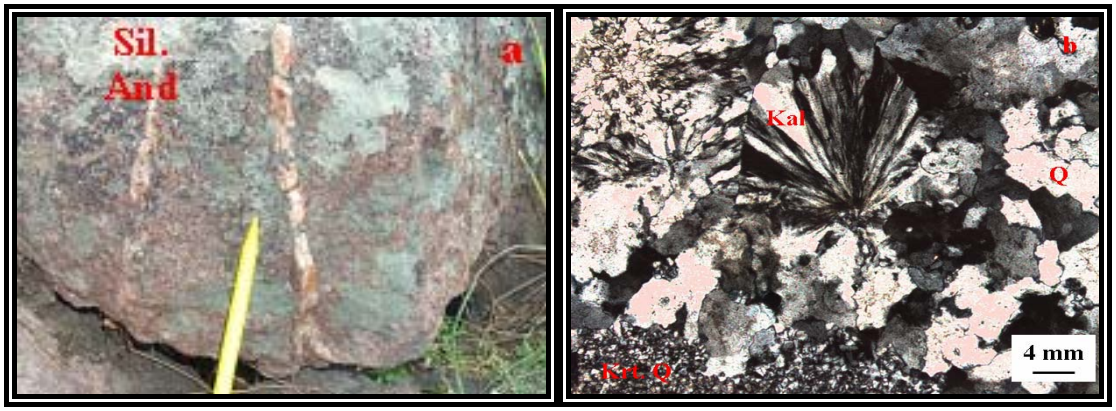
4.1.2 Silisleşmiş Andezit

Silisleşmiş andezit, çalışma alanının kuzeybatısında, bilhassa Ovacık köyü civarında, yüksek kesimlerde gözlenmektedir (Şekil 4.2). Silisleşmiş andezit, gri, sarımsı gri ve kahverengimsi kırmızı renklerde bulunmaktadır. Kahverengimsi kırmızı renkler, demiroksitleşmeden kaynaklanmaktadır. El örneğinde porfiro afanitik dokulu olup, volkanik cam içerinde daha çok kuvars ve yer yer kalsedon mineralleri gözlenmektedir (Şekil 4.5. a). Mikroskop altında ise, hiyalopilitik porfirik dokulu olup, kriptokristallin kuvarstan oluşan matriks içinde kuvars, silisleşmiş amfibol, feldispat ve yer yer kalsedon fenokristalleri gözlenmektedir. Ayrıca, bazı örneklerde amorf silikadan, kriptokristalin ve kristalin kuvarsa kadar derecelenme gözlenebilmektedir (Şekil 4.5. b). Silisleşme ve az da olsa killeşme başlıca hidrotermal bozunma tipleridir. Bazı örnekler tamamen silisleşmeye uğramışlardır. Silisce zengin hidrotermal akışkanlar andezitin içine girerek kırık ve çatlaklar boyunca kuvars damarlarını oluşturmuşlardır. Kuvars damarları, altın yataklarının çoğunda ortak özelliktir ve altın cevherleşmesinde depolama yeridir.





Şekil 4.4.a.Yuntdağ Andezitinin arazi görüntüsü (And: Andezit), b.Yuntdağ Andezitinin fotomikrografı (Tek nikol, Plaj: Plajioklaz, Horn: Hornblent, Biy.: Biyotit), c. Yuntdağ Andezitinin fotomikrografı (Çift nikol)



Şekil 4.5. a. Silisleşmiş andezitin arazi görüntüsü (Sil And: Silisleşmiş Andezit), b. Silisleşmiş Andezitin fotomikrografı (Q: Kuvars, Kal: Kalsedon, Krt. Q: Kriptokristaline kuvars) (Çift nikol)

Ovacık köyünün civarında dört farklı kuvars damarları bulunmaktadır. Fakat, cevher, yaklaşık D-B doğrultusunda ve kalınlığı 22 m'ye ulaşan iki kuvars-adularya epitermal damarı (M ve S) içinde yerleşmiş durumdadır (Şekil 4.6). M damarı ana damar, S

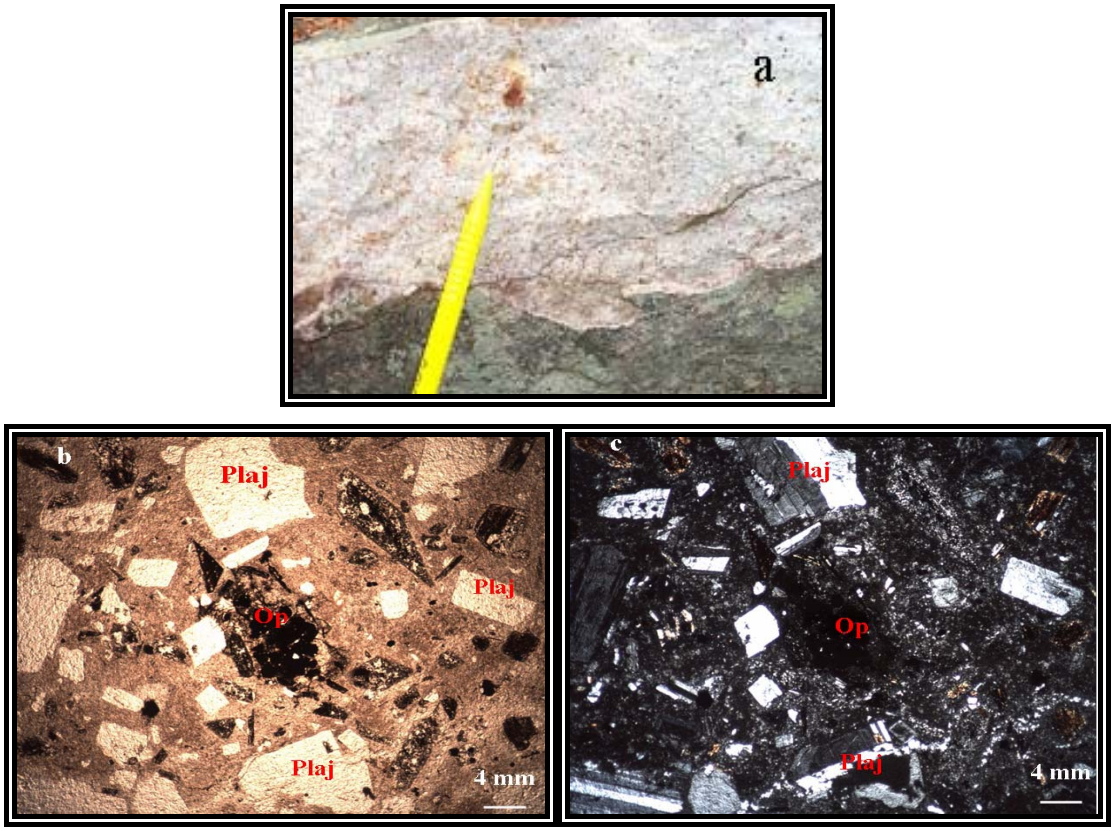
damarı ise tali damardır. M ve S kuvars damarlarında, kabuklaşma, kuvars breşi ve hidrotermal breş dokuları gözlenmektedir. Bu damarlarda ortalama 8 m eninde ve sırasıyla 400 m ve 280 m uzunluğunda cevher derecesinde mineralleşme gözlenmektedir. Mineralleşmeyi sağlayan akışkanın sıcaklığı 150ºC ve 250ºC arasında ve tuzluluk derecesi 7 ile 8 arasında hesaplanmıştır (Yılmaz 2002). Altın, kuvars breşlerindeki çatlaklarda bulunmaktadır (Yılmaz 2002). Bu damarlarda, hem silisleşme hem de killeşme gözlenmektedir. Bu damarlardan alınan örnekler mikroskop altında tarak, sferulit, lifsi ve şeker dokusu özelliği göstermekte ve genelde kuvars, silisleşmiş amfibol (ranplasman), biyotit ve feldispat içermektedir.



Şekil 4.6 M ve S epitermal damarlarının genel görüntüsü (m: ana damar, s: tali damar)

4.1.3 Arjilleşmiş Andezit

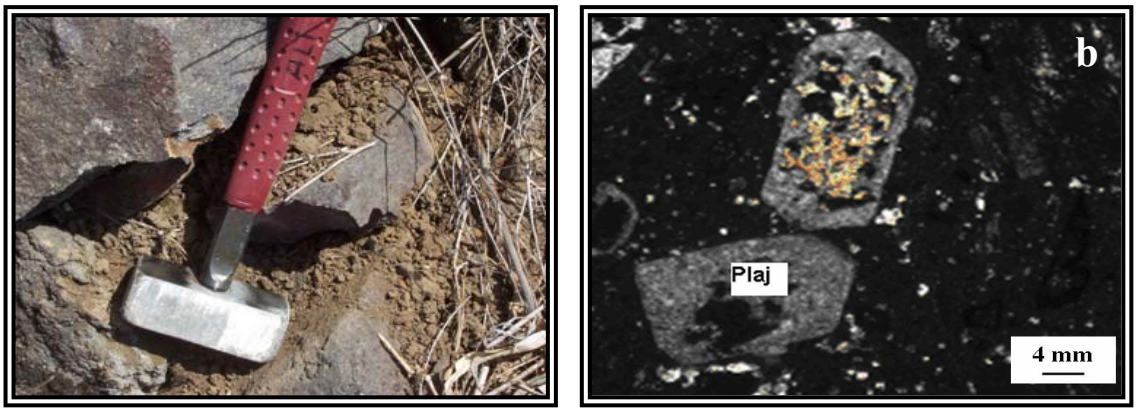
Arjilleşmiş andezit, çalışma alanında oldukça geniş bir alanda yüzeylenmektedir. Tepelerin yüksek kesimlerinde taze veya az da olsa bozunmaya uğramış andezitlere rastlamak mümkündür. Arjilleşmiş andezit, genelde sarımsı gri ve bej renklerinde gözlenmektedir. El örneğinde porfiro afanitik dokulu olup; volkanik cam içerisinde plajiyoklaz mineralleri içermektedir. Mikroskop altında Hiyaloplitik porfirik doku göstermekte ve oligoklaz, andezin, amfibol, biyotit ve opak mineralleri içermektedir. Killeşme en yaygın bozunma türüdür. Plajiyoklaz ve volkanik camları önemli derecede killeşmiştir. Ayrıca, çatlaklarında demir oksitleşme ve karbonatlaşma gözlenmektedir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. a. Arjilleşmiş andezitin arazi görüntüsü (And: Andezit),
b. Arjilleşmiş andezitin fotomikrografı (Tek nikol, Plaj: Plajioklaz, Op: Opak mineral),
c. Arjilleşmiş andezitin fotomikrografı (Çift nikol)

4.1.4 Andezitik Bazalt

Andezitik bazalt birimi, çalışma alanının kuzeybatısında ve güneydoğusunda, dar alanlarda gözlenmektedir. Andezitik bazalt, koyu siyah ve grimsi siyah reklerine sahiptir. El örneğinde porfiro afanitik dokuya sahiptir (Şekil 4.8). Andezitik bazaltlar genelde gaz boşluklarına sahiptir. Arazide masif görünümlüdür ancak yer yer akma yapıları gözlenmektedir. Andezitik bazalt, mikroskop altında Hiyaloplitik porfirik doku sergilemektedir. Volkanik cam içerisinde ojit, amfibol, biyotit ve plajiyoklaz mineralleri gözlenmektedir. Andezitik bazalt biriminde, sossoritleşme oldukça yaygındır. Bu birim, Yuntdağ andezitininin üzerine gelmektedir.



Şekil 4.8.a. Andezitik bazaltın arazi görüntüsü,
b. Andezitik bazaltın fotomikrografı (plaj: plajiyoklaz) (Çift nikol)

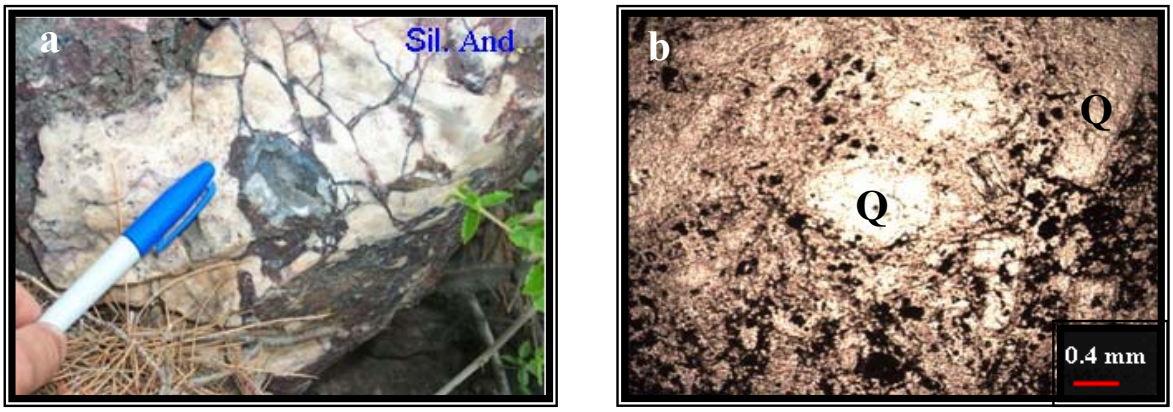
4.2 Maden Jeolojisi

Maden yataklarında dokular değişkendir. Cevher yataklarındaki dokular akışkanların özelliklerine, ana kayacın fiziksel ve kimyasal özelliklerine ve yataklanma biçimine bağlıdır. Dokusal yorumlar, kayaçta, birbiri ardına oluşan yataklanmanın durumunu anlamaya yardımcı olmaktadır. Çoğunlukla, Ovacık ve civarında, tarak dokusu, kabuklaşma, düzenli ve düzensiz boşluklar, kolloform ve kokeyt dokuları gözlenmektedir. Bu dokuların genel özellikleri aşağıdaki şekillerde ayırt edilmiştir.

4.2.1 Dokular

4.2.1.1 Ornatma dokusu

Ornatma, eski mineral veya minerallerin üzerinde, kimyasal bakımdan farklı bir mineralin eş zamanlı olarak büyümesi veya meydana gelmesi olayıdır (Şekil 4.9). Çalışma alanında bir çok silika minerali bu dokuyu sergilemektedir. Ornatma sırasında bazı kayaçların hacminde daralma veya büyüme olabilir. Andezit, arjilleşmiş andezit ve silisleşmiş andezitlerde amfibol ve biyotitlerin ranplasmanı ile kuvars ve hematit mineralleri yer almıştır.



Şekil 4.9. a. Ornatma dokusunun arazi görüntüsü (Sil. And: Silisleşmiş Andezit),
b. Kuvars minerallerinin gösterdiği ornatma dokusu (Q: Kuvars)

4.2.1.2 Boşluk doldurma dokuları

Boşluk doldurma, gevrek kayaçların kırılarak bulunduğu sığ derinlikler için genel bir durumdur. Bu zondaki açıklıklar, basıncın düşük olması ve basıncın yan kayaçlara iletilmesi sebebiyle açık kalma eğilimindedirler. Tez sahasında görülen başlıca boşluk doldurma dokuları aşağıda açıklanmıştır.

Düzenli ve düzensiz bir çok boşluklar:

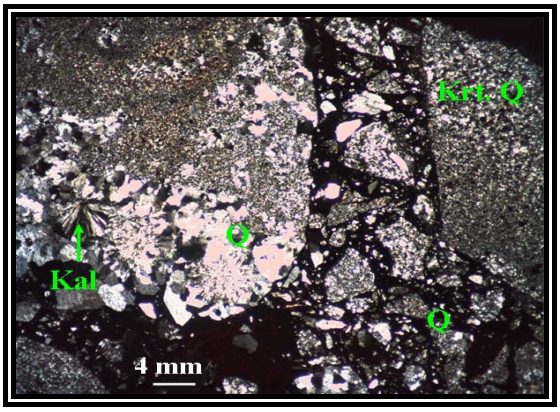
Cevher içeren çözeltilerin zaman içinde kaybolması veya yön değiştirmesi geride tam dolmamış boşlukları bırakır. Bu durum, bir çok boşluğun oluşmasına neden olmaktadır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10 Düzenli ve düzensiz boşlukların arazi görüntüsü

Breş Dokusu:

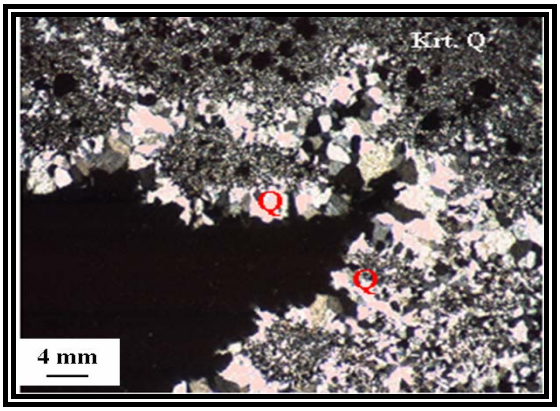
Hidrotermal akışkanlar, çatlaklardan ilerlerken meydana getirdiği basıncın etkisiyle, kuvars damarlarında breş dokusu ve kuvars breşleri meydana getirmektedir (Şekil 4.11). Bu doku özellikle silisleşmiş andezitin fay zonlarında gözlenmektedir.



Şekil 4.11 Breş dokusunun fotomikrografı (Q: Kuvars, Krt Q: Kriptokristalin kuvars, Kal: Kalsedon) (Çift nikol)

Tarak Dokusu:

İnceleme alanında yer alan andezitlerdeki çatlağın karşılıklı iki duvarından itibaren büyüyen öz şekilli kuvars kristallerinin meydana getirdiği doku çeşitidir (Şekil 4.12). Bu doku, çalışma alanında ve çevresinde, özellikle silisleşme gösteren andezitlerde ve kuvars damarlarında oldukça yaygındır.



Şekil 4.12 Tarak dokusunun fotomikrografı (Q: kuvars, Krt: Kriptokristalin kuvars) (Çift Nikol)

Kokeyt Yapısı:

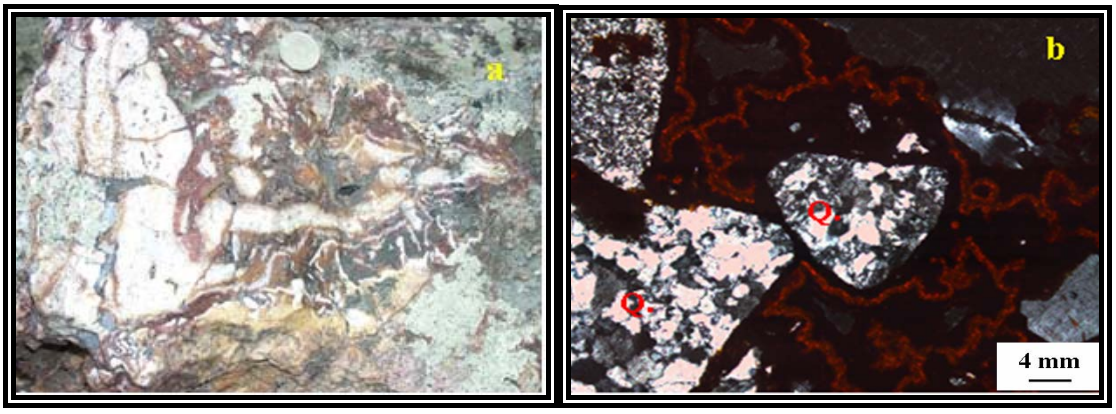
Herhangi bir açık boşlukta breşte veya kayaçta mineralleşme oluştuğunda simetrik bir bantlaşma veya kabuklaşma olur ise bu yapıya kokeyt yapısı denir (Şekil 4.13). Bu doku çalışma alanında özellikle arjilleşmiş andezitlerde yaygın olarak gözlenmektedir.



Şekil 4.13 Kokeyt dokusunun arazi görüntüsü

Kolloform Yapılar:

İnce soğan kabuğu şeklinde, ardarda tabakalar halinde oluşan kolloform bantlaşma, açık boşluklarda oluşmaktadır (Şekil 4.14). Bu doku silisleşmiş ve arjilleşmiş andezitlerde gözlenmektedir. Ayrıca, M ve S tipi damarlar bu dokuyu göstermektedir.



Şekil 4.14. a. Kolloform dokusunun arazi görüntüsü,
b. Kolloform ve breş dokusunun fotomikrografı (Q: kuvars) (Çift Nikol)

4.2.2 Hidrotermal bozunmalar

Kayaçları oluşturan mineral veya minerallerin belirli hidrotermal aktiviteler sonucu ilksel özelliklerini kaybederek, yeni mineraller veya mineral toplulukları oluşmasına hidrotermal bozunma denir. Hidrotermal bozunmanın nedeni hidrotermal akışkanlardır. Hidrotermal bozunmalar akışkanların karakterine, yan kayaç komposizyonuna ve bölgedeki sıcaklık ile basınca bağlıdır. Bu akışkanların içeriğinde farklı türlerde gazlar, tuzlar, sular ve çeşitli metaller bulunmaktadır.

Eğer hidrotermal akışkanlar ile yan kayaçlar kimyasal yönden dengede ise hidrotermal akışkanlar cevher oluşumunda etken değildir. Bundan dolayı hidrotermal cevher yataklarında, hidrotermal akışkanlar ile cevher yatakları eş zamanlıdır (Guilbert and Park 1993).

Tez sahasında, yan kayaç alterasyonunun en sık gözlenen tipleri, killeşme, silisleşme, demiroksitleşme, karbonatlaşma ve sossuritleşmedir.

4.2.2.1 Killeşme

Killeşme, tez sahasında gözlenen en yaygın bozunma türüdür. Çalışma alanından alınan arjilleşmiş andezit (Şekil 4.15) örneklerinde yapılan XRD analiz sonuçlarına göre, kaolinit ve montmorillonit ana kil mineralleri olarak gözlenirken, serizit, klorit ve az da olsa illit mineralleri gözlenmektedir (Erdoğan 1993).



Şekil 4.15 Arjilleşmiş andezitin arazi görüntüsü (Arg: Arjilleşmiş andezit)

4.2.2.2 Silisleşme

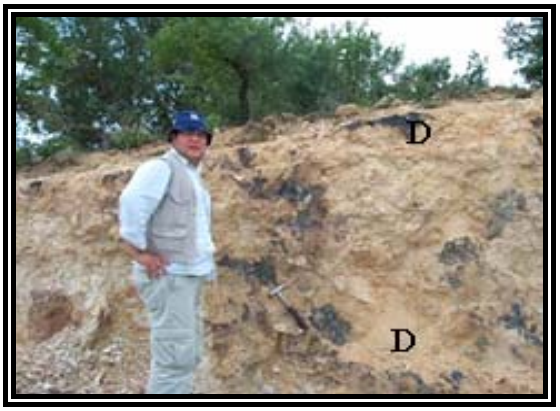
Silisce zengin hidrotermal solüsyonlar kayaç içine girerek kırık ve çatlaklar boyunca kuvars damarları oluşturmaktadır (Şekil 4.16). Silisleşme el örneğinde, kılcal damar, merceksi, lifsi ve breşimsi şeklinde gözlenmektedir.



Şekil 4.16 Silisleşmiş Andezitin arazi görüntüsü (Sil: silisleşme)

4.2.2.3 Demiroksitleşme ve Karbonatlaşma

Derinden gelen demirce zengin ürünlerin kayacın çatlak ve boşluklar boyunca yerleşmesi gözlenmektedir. Ayrıca, demiroksitleşmeyle birlikte karbonatlaşma gözlenmektedir (Şekil 4.17 ve Şekil 4.18). Bu tür bozunmalar, daha çok arjilleşmiş ve kısmen silisleşmiş andezitlerde gözlenmektedir.



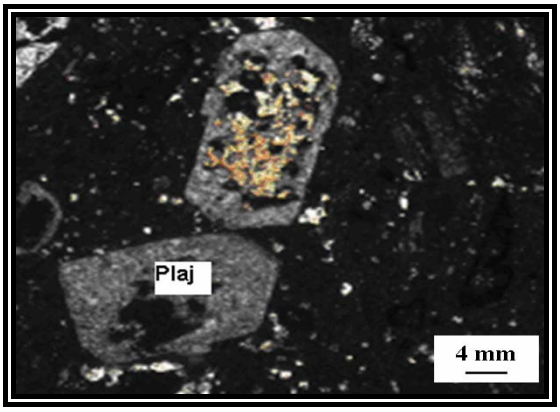
Şekil 4.17 Demiroksitleşmenin arazi görüntüsü (D: Demiroksitleşme)



Şekil 4.18 Karbonatlaşmanın arazi görüntüsü (Car: Karbonatlaşma)

4.2.2.4 Sossoritleşme

Yuntdağ volkaniklerin son ürünü olan andezitik bazaltlarda sossoritleşme gözlenmektedir. Anortitçe zengin olan plajiyoklazların çekirdek kısmında zeolit, kalsit, epidot v.b. mineraller gözlenmektedir. Çekirdekteki kalsiyum oranının yüksek olmasından dolayı bu bozunma mineralleri çekirdek kısmında yer almaktadır (Şekil 4.19).



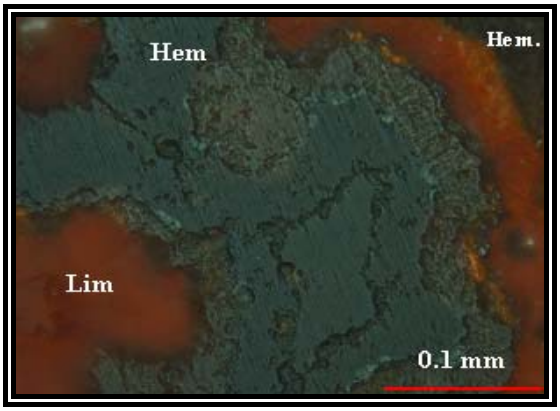
Şekil 4.19 Sossoritleşmenin fotomikrografi (Plaj: Plajiyoklaz)

4.3 Cevher Mikroskobisi

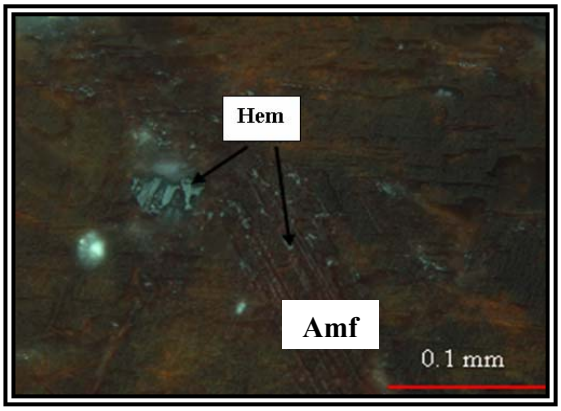
Kuvars damarları, altın yataklarının çoğunda ortak özelliktir ve altın cevherleşmelerinin ana depolanma yeridir. Tez sahasında, cevher, Ovacık köyü ve civarında, yaklaşık D-B doğrultusunda ve kalınlığı 22 m'ye ulaşan iki kuvars-adularya epitermal damarı (M ve S) içinde yer almaktadır. Bu damarlarda ortalama 8 m eninde ve sırasıyla 400 m ve 280 m uzantısında cevher derecesinde mineralleşme gözlenmektedir (Yılmaz 2002). Bu damarlarda genelde hidrotermal breş, kuvars breşi ve kolloform dokuları

gözlenmektedir. Bu damarlar genelde gri, sarımsı gri ve koyu kahverengimsi kırmızı renklerde gözlenmektedir. Koyu renkler kayaçtaki demiroksitleşmeden ve açık renkler silisce zengin minerallerden, bilhassa kuvarstan, kaynaklanmaktadır. Bu damarlardan alınan örneklerden, toplam 30 adet parlak kesit hazırlanmış ve bunlar cevher mikroskobisi altında incelenmiştir. Cevher mineralleri özellikle faylanmış, silisleşmiş ve arjilleşmiş andezitlerde gözlenmektedir.

Örneklerin cevher mikroskobu altındaki incelemelerinde altın ve gümüş minerallerine rastlanmamıştır. Genel olarak, M ve S damarlarından alınan örneklerde, kuvars, hematit, limonit ve az da olsa markazit, gotit ile pirit mineralleri gözlenmiştir (Şekil 4.20). Bu örneklerde, sülfid mineralleri (pirit, arsenopirit v.b.) oldukça az bulunmaktadır. Ayrıca, hematit mineralleri, amfibol ile biyotitin çatlaklarında ve dilinimlerinde de gözlenmektedir (Şekil 4.21).

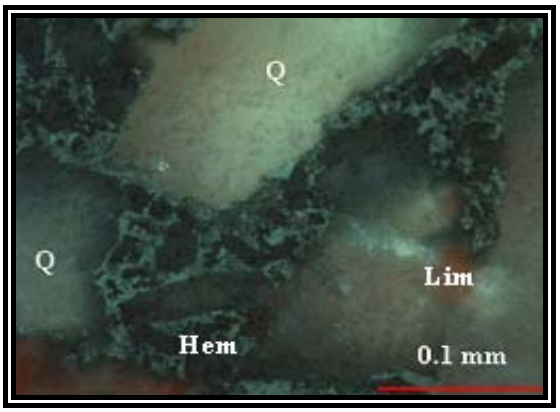


Şekil 4.20 M damarından alınan örneğin cevher mikroskobu altındaki görüntüsü (Hem: hematit, Lim: limonit)

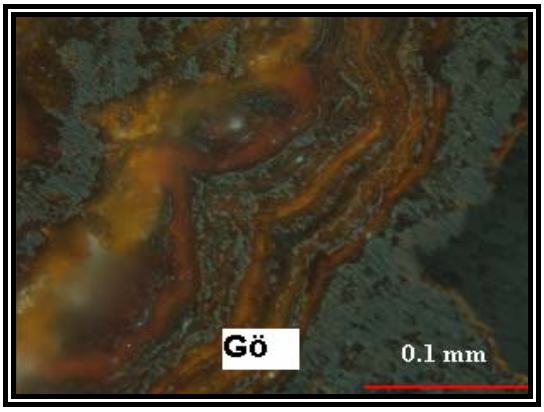


Şekil 4.21 Amfibol mineralinin çatlaklarında ve dilinimlerinde gözlenen hematit mineralleri (Hem: hematit, Amf: Amfibol)

M ve S damarlarından alınan örneklerin cevher mikroskobundaki incelemelerinde, daha çok kuvars breş dokusu (Şekil 4.22) ve götit-markazit-limonit mineral grubunun meydana getirdiği böbreğimsi veya kolloform dokusu gözlenmektedir (Şekil 4.23).



Şekil 4.22 Kuvars breşlerinin cevher mikroskobundaki görüntüsü (Q: Kuvars, H: hematit, L: limonit) (Çift nikol)



Şekil 4.23 Kolloform dokusunun cevher mikroskobu altındaki görüntüsü (Gö: Götit) (Çift nikol)

5. TÜM KAYAÇ JEOKİMYASI

Saha gözlemleri ve polarizan mikroskop altındaki ince kesit incelemeleri sonucunda, andezit, arjilleşmiş andezit, silisleşmiş andezit ve andezitik bazalt birimlerinden toplam 37 adet örnek seçilerek tüm kayaç jeokimyasal analizler yapılmıştır. Bu analizler, ana oksit ve eser element olarak Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji ve Petrografi Araştırma Laboratuvarında, PEDX-XRF Spectro X-Lab 2000 cihazı ile yapılmıştır. Analizler sırasında USGS andezit, bazalt ve kuvarsit standartları kullanılmıştır. Andezitlerin ve bazaltın ana oksit analiz sonuçları Çizelge 5.1' de ve eser element analiz sonuçları Çizelge 5.2'de verilmiştir.

5.1 Ana Oksit Element Jeokimyası

Saha gözlemleri ve petrografik verilere göre, Yuntdağ andezitleri, arjilleşmiş, silisleşmiş ve bozunmaya uğramamış veya az bozunmaya uğramış (taze) andezit olarak 3 gruba ayrılmaktadır. Bu grupların ve analizi yapılan diğer kayaçların jeokimyasal anlamda, aralarındaki ilişkilerini ortaya koyabilmek için ana oksit açısından değerlendirmeler yapılmıştır. Aynı zamanda bu elementlerin birbirleriyle olan ilişkileri Harker diyagramları üzerinde irdelenmiştir.

Çizelge 5.1 Yuntdağ Andeziti ve Andezitik Bazaltın % Ana Oksit Değerleri

Ana oksitler	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O5	MnO	Cr_2O_3	LOI (A.Z.)	TOPLAM
Birim	**%**	**%**	**%**	**%**	**%**	**%**	**%**	**%**	**%**	**%**	**%**	**%**	**%**
Andezit													
AA5	67,43	15,24	4,26	1,56	2,10	2,43	3,35	0,46	0,24	0,08	0,01	2,30	99,46
AA15	60,56	18,07	5,24	3,06	7,90	0,82	3,41	0,50	0,17	0,07	0,01	1,33	101,14
AA35	59,50	15,33	6,18	3,53	5,76	2,28	2,58	0,57	0,30	0,07	0,02	3,87	99,99
AA38	66,28	13,18	4,11	3,00	4,14	1,83	3,33	0,40	0,15	0,05	0,03	2,99	99,48
AA43	56,55	16,59	5,94	4,57	7,45	2,45	2,48	0,55	0,20	0,08	0,02	3,69	100,57
BA5/04	68,07	14,12	3,00	1,22	0,16	0,17	8,89	0,46	0,09	0,02	0,02	2,87	99,08
BA17/04	63,11	15,26	5,87	3,42	4,88	2,23	2,75	0,56	0,22	0,06	0,02	2,71	101,09
BA38/04	64,55	14,59	4,62	1,74	3,18	2,60	3,13	0,49	0,25	0,08	0,02	3,66	98,91
Silisleşmiş Andezit													
AA8	97,60	0,04	1,00	0,37	0,14	0,08	0,41	0,04	0,03	0,01	0,01	0,72	100,43
AA11	97,90	0,33	0,47	0,36	0,09	0,09	0,55	0,06	0,01	0,01	0,01	0,83	100,68
AA12	98,03	0,02	0,87	0,20	0,13	0,09	0,15	0,33	0,11	0,01	0,01	0,60	100,55
AA13	95,50	0,42	1,10	0,21	0,16	0,10	0,21	0,30	0,24	0,01	0,01	1,32	99,58
AA 42	96,80	0,02	0,35	0,22	0,08	0,07	0,12	0,00	0,00	0,00	0,03	2,10	99,79
AB5/04	93,02	0,02	2,52	0,29	0,07	0,08	0,12	0,01	0,06	0,00	0,29	2,87	99,35
AB10/04	93,18	0,02	2,08	0,28	0,10	0,07	0,29	0,04	0,02	0,00	0,04	3,62	99,73
M1	79,92	9,09	2,91	0,55	0,24	0,09	6,62	0,28	0,10	0,02	0,09	1,30	101,20
M2	82,08	0,07	16,39	0,38	0,14	0,09	0,51	0,02	0,05	0,03	0,19	0,80	100,74
S1	98,19	0,02	0,30	0,29	0,05	0,08	0,15	0,02	0,00	0,00	0,01	0,80	99,90
S2	97,00	0,02	1,89	0,28	0,08	0,08	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,20	99,70
S3	98,24	0,02	0,20	0,35	0,24	0,07	0,18	0,02	0,00	0,00	0,01	0,58	99,91
Arjilleşmiş Andezit													
AA17	62,05	14,51	4,02	1,78	2,97	3,02	3,28	0,50	0,26	0,10	0,01	6,46	98,97
AA21	67,98	15,55	3,80	0,89	2,46	2,07	3,68	0,44	0,27	0,04	0,01	3,97	101,14
AA32	57,84	13,88	4,59	2,93	5,20	2,35	3,38	0,53	0,29	0,11	0,02	9,89	101,00
AA33	51,15	15,70	5,43	2,62	7,34	2,00	3,10	0,57	0,26	0,10	0,01	10,23	98,50
AA34	56,38	19,21	5,17	0,59	5,27	0,18	2,54	0,51	0,19	0,09	0,01	9,23	99,37
AA45	61,27	14,94	5,09	3,76	3,60	2,26	3,71	0,49	0,19	0,07	0,02	5,30	100,69
AA50	58,95	13,68	4,68	4,06	5,88	1,49	2,92	0,46	0,18	0,11	0,01	7,15	99,56
BA19/04	67,56	20,21	2,01	0,02	0,11	0,06	0,24	0,55	0,39	0,00	0,01	7,80	98,98
AB23/04	59,75	14,76	6,78	5,61	5,80	2,15	2,27	0,55	0,18	0,09	0,04	2,71	100,69
AB26/04	60,30	14,12	4,75	3,80	5,10	2,18	2,67	0,51	0,27	0,10	0,03	5,49	99,32
M5	59,47	15,10	6,60	6,34	6,28	2,25	2,91	0,58	0,21	0,09	0,04	1,04	100,91
SIL-2	68,08	15,29	3,00	0,72	0,38	0,69	9,27	0,44	0,18	0,02	0,02	2,80	100,88
Andezitik Bazalt													
AA24	58,77	14,83	6,46	5,75	6,95	2,43	2,68	0,62	0,19	0,10	0,03	0,58	99,38
AA25	57,87	15,15	7,87	5,98	7,72	1,52	2,87	0,56	0,21	0,12	0,03	0,65	100,55
AA26	58,55	15,98	6,92	6,12	6,45	1,78	2,76	0,62	0,10	0,13	0,03	0,76	100,20
AA27	57,63	15,78	6,83	6,03	7,21	2,09	2,43	0,45	0,24	0,10	0,03	0,81	99,63
AA28	56,87	16,33	7,61	6,65	6,81	1,16	2,65	0,54	0,18	0,11	0,03	0,75	99,69

Çizelge 5.2 Alınan Örneklerin Eser Element (ppm) Değerleri

Element	Au	Ag	Ga	Ge	Se	Br	Y	Mo	In	Sb	Te	I	Cs	Ba	La	Ce	Hf	Hg	Tl	Bi	Th	U
Birim	**ppm**	**ppm**	**ppm**	**ppm**	**ppm**	**ppm**	**ppm**	**ppm**	**ppm**	**ppm**	**ppm**	**ppm**	**ppm**	**ppm**	**ppm**	**ppm**	**ppm**	**ppm**	**ppm**	**ppm**	**ppm**	**ppm**
AA-5	< 5.3	< 1.0	19,00	0,90	0.60	1,70	22,70	3.00	0.80	1.00	1.30	3,20	7,60	1809,00	47,50	75,20	4.80	1.90	1.50	1.10	22,90	7.10
AA-15	< 3.5	< 1.0	16,00	1,00	0.50	0,70	21,80	3.00	0.80	1.00	1.30	2.50	4,60	1489,00	37,40	59,80	5,40	1.40	0,90	1.10	23,40	12,30
AA-35	< 4.7	1,90	18,70	1,00	0.60	0.40	19,80	3,30	1.00	0,90	1.40	2.60	4,90	1378,00	39,40	79,30	6,70	1.80	1.60	1.10	22,00	16,80
AA-38	< 4.9	< 0.9	14,30	0,80	0.60	0.40	14,50	3.50	0.80	1.00	1.40	2.40	3,90	1041,00	42,60	64,40	5.10	1.70	1.40	1.00	18,00	7.80
AA-43	< 4.5	< 1.0	19,00	0,90	0.50	0.40	19,90	3.40	0.90	0.90	1.40	2.40	3,20	1086,00	41,10	67,80	4.70	1.70	1.60	1.10	18,70	8,80
BA-5/04	<5,3	< 0.9	15,30	2,50	0,60	0,70	11,60	3,00	0,90	85,20	1,30	2,40	19,00	1166,00	39,00	60,00	4,70	2,00	10,20	1,60	22,40	7,50
BA-17/04	< 6.3	< 0.9	19,80	1.40	0.70	0,90	19,20	3.20	0.80	1.00	1.30	2.50	4.00	1378,00	41,00	69,00	5.10	2,10	1.60	0,40	20,80	13,20
BA-38/04	< 4.6	< 0.9	17,60	1.10	0.60	0,60	24,00	3.00	0.90	1.00	1.40	2,50	8,90	2479,00	59,20	90,20	4,20	1.70	0,80	1.10	25,20	8.40
AA-8	< 7.3	< 0.7	2,40	1.60	0.70	0,50	2,80	2.10	0.90	266,10	1.20	3,50	7,60	162,50	7.20	14,80	2.50	2.50	1.30	0,50	1,00	5.80
AA-11	< 8.3	2,10	3,20	1.80	0.70	0.40	2,50	2.40	1.00	230,90	1.30	2.10	6,90	70,80	11,20	15,30	2.70	2.90	1,20	1.00	2,20	11,60
AA-12	< 8.8	1,00	1,90	1.90	0.80	0,80	1,50	8,10	0.90	72,10	3,70	2.40	7,10	1267,00	7.40	10,00	3,40	3.00	1,20	0,50	1,80	6,00
AA-13	< 7.1	< 0.9	2,10	1.60	0,40	0.40	12,40	4.70	0.90	48,50	4,20	2.60	10,30	2059,00	11,00	10,00	62,00	3,80	1,20	1,60	7,10	7.40
AA-42	< 9.6	1,40	4,80	3,60	0.90	0,70	0,80	2.30	1.30	606,00	1.40	2.20	9,90	23,90	17,30	10,00	2.70	3.40	1,40	0,60	0.70	6.60
AB-5/04	< 10	1,20	7,30	2.20	0.90	1,20	0.60	6,40	1.10	472,20	3,10	2,60	3.80	100,90	7.60	20,90	3.10	3.50	2.10	1.70	0.80	6.40
AB10/04	<9,9	1,30	3,10	1,40	0,90	1,00	11,90	2,90	1.10	410,90	1,20	2,20	7,40	196,00	7,40	11,90	2,90	3,50	2,50	1,80	0,50	6,70
M1	8,70	34,80	7,40	1,60	0.70	1,00	6,10	5,20	1.00	118,00	2,30	2.40	6,30	1022,00	26,30	37,40	5.50	2.50	7,00	2.00	14,30	7.20
M2	69,10	357,50	1,50	2.20	1.10	1.60	0,50	33,30	1.60	974,00	1,50	2.30	4.00	334,80	7.30	10,00	16,00	9,70	6,30	3.60	2.00	7.50
S-1	12,10	43,70	4,70	2.30	0,70	1,30	0,50	2.10	1.00	237,70	2,00	3,10	3.70	162,60	13,10	13,90	4.00	3.60	1.30	0.90	0.70	6.00
S-2	< 10	< 1.0	2,00	4,50	0.90	1,10	0.60	2.50	1.10	362,10	3,20	2.10	3.60	29,40	7.30	10,00	2.90	3.60	2.40	2.00	0.70	6.50
S-3	13,60	5,00	1.90	2.80	1.20	0,90	0.80	2.40	1.00	253,80	1.30	2.20	5,10	45,00	8,70	16,60	4.00	4.30	2.70	3,20	1,70	7,00

Çizelge 5.2 Alınan Örneklerin Eser Element (ppm) Değerleri (devam)

Element	Au	Ag	Ga	Ge	Se	Br	Y	Mo	In	Sb	Te	I	Cs	Ba	La	Ce	Hf	Hg	Tl	Bi	Th	U
Birim	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
AA-17	< 4.2	< 1.0	17,60	1,40	0.50	0,50	19,60	3.10	0.90	1.00	1.30	2.50	9,70	1427,00	56,20	90,60	3,90	1.60	1,40	1.10	24,70	13,70
AA-21	< 4.6	< 1.1	18,00	1.00	0.60	0.40	18,80	4.00	1.00	1.20	1.70	3.70	29,30	5990,00	58,70	97,00	5,50	1.70	1,70	0,40	25,50	9.70
AA-32	< 4.3	< 1.0	19,50	0.90	0.60	0.40	19,10	2,50	0.80	1,20	1.40	2.50	4.10	1301,00	48,40	87,10	4.50	1.60	1,40	0,70	23,40	8.10
AA-33	< 3.7	< 1.0	17,60	1,20	0.50	0,50	27,40	3,00	1.00	1.10	1.30	2.40	4.00	1183,00	49,80	88,00	6,10	1.50	0,90	1.00	24,50	10,40
AA-34	< 3.9	< 1.1	19,70	1,20	0.50	0,50	20,70	3,90	0.90	1.00	1.40	2.50	5,70	1294,00	46,80	82,10	4,70	1.50	1.50	1.00	22,70	14,50
AA-45	< 6.3	< 1.2	17,50	1,10	0.70	0.40	16,40	4,40	0.90	0,60	1.50	2.60	8,90	1627,00	43,60	82,60	4.7	2.10	1.50	1.10	22,80	12,80
AA-50	< 4.1	2,10	16,00	1,30	0.50	0.30	17,70	3.80	1.00	2,00	1.40	2.50	4,20	1290,00	46,50	88,20	3.9	1.60	0,80	0.90	21,90	12,70
BA19/04	< 4.9	< 0.9	17,60	1.10	1,20	0,80	8,90	3.30	0.90	9,10	1.50	2.70	11,90	2170,00	70,20	132,40	4.0	2.00	1,10	0,80	27,70	6,80
AB-23/04	< 4.5	< 1.2	15,50	1,80	0.50	0,50	19,40	3.80	1.00	1.10	1.50	2.60	4.3	1127,00	39,10	67,90	6.6	1.70	1.50	1.00	15,90	15,10
M-5	< 4.6	< 1.0	19,50	1,80	0.60	0.4	18,20	3.10	0.90	1.00	1.30	2,00	8,60	1447,00	38,80	63,00	5.6	1.80	1.7	1.20	17,90	8.10
Sil-2	< 5.0	< 0.9	14,00	1,00	0.600	0,60	14,40	2,90	0.80	68,50	1.20	2.30	18,40	1019,00	39,10	56,80	3,90	1.90	9,50	1.40	23,30	6.40
AA24	< 2.0	< 1.4	17,90	1,30	0,70	0,40	20,40	5,60	2,20	1,20	1,50	2,50	4,00	1171,00	34,20	54,90	6,80	2,40	1,70	1,20	15,60	14,30
AA25	< 0.1	< 1.5	16,65	1,31	0,80	0,50	22,20	4,76	2,00	1,10	1,65	2,65	2,30	987,00	37,00	57,00	3,40	2,10	1,50	1,10	13,30	11,10
AA26	< 1.2	< 1.2	17,60	1,22	0,41	0,34	18,00	6,21	2,31	1,32	1,43	2,65	2,76	1123,00	39,00	59,80	4,10	1,32	1,12	1,30	16,00	13,90
AA27	< 1.3	< 1.1	15,42	1,10	0,50	0,43	23,00	4,32	2,11	1,56	1,61	2,54	2,51	980,00	36,00	60,20	3,80	1,25	1,10	1,40	13,17	10,20
AA28	< 1.4	< 1.2	17,65	1,38	0,30	0,45	17,00	6,51	2,10	1,45	1,87	2,54	3,76	1107,00	35,70	55,00	2,80	1,42	1,30	1,20	14,71	15,10

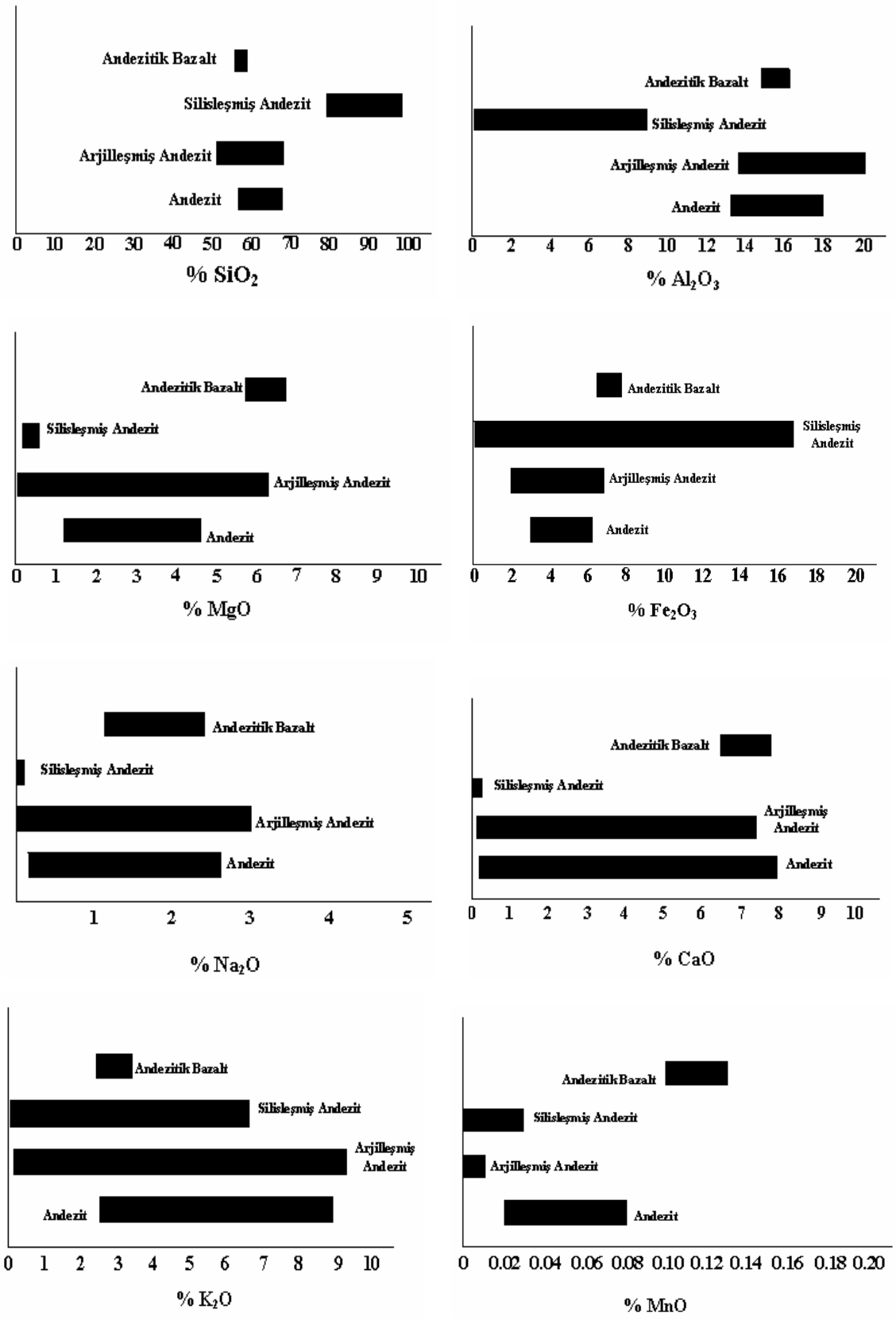
Silisleşmiş andezit yüksek SiO_2 içeriği ile dikkati çekmektedir. Bu birimlerin gerek mikroskobik gerekse de makroskobik incelemelerinde, önemli ölçüde silisleşme gözlenmektedir ve kriptokristalin kuvarstan iri kuvars kristallerine kadar derecelenme söz konusudur.

Andezit birimleri ana oksit element içeriği açısından değerlendirildiğinde, silisleşmiş andezit diğer birimlere göre % SiO_2 açısından yüksek değerlere sahip olup, buna karşın diğer ana oksit elementleri açısından düşük değerlere sahiptir (Şekil 5.1). Silisleşmiş andezitin, % SiO_2 açısından zenginlik göstermesi kuvarsca zengin olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca diğer ana oksitler açısından fakir olması, kayacın az miktarda mafik mineraller (başlıca biyotit) içermesinden kaynaklanmaktadır.

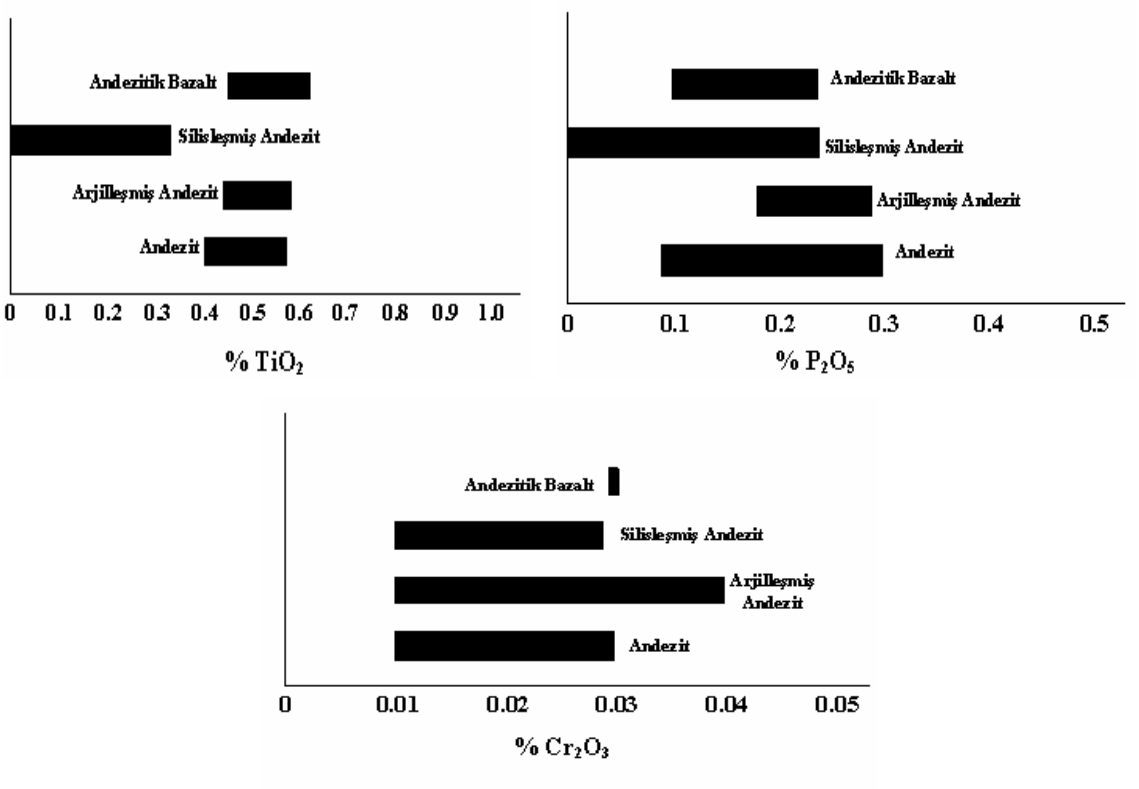
Silisleşmiş andezit birimi içerisindeki SiO_2'in aralık değeri % 79.92-97.90 ve ortalama değeri % 93.96 iken, taze veya az bozunmuş andezit birimlerindeki SiO_2'in aralık değeri % 54.36-68.07 ve ortalama değeri % 63.26'dır. Arjilleşmiş andezit birimlerindeki SiO_2'in aralık değeri % 51.15-68.08 ve ortalama değeri % 60.90'dır.

Silisleşmiş andezit birimi içerisindeki MgO'in aralık değeri % 0.20-0.55 ve ortalama değeri % 0.32' dir. Taze andezit birimi içerisindeki MgO'in aralık değeri % 1.22-4.57 ve ortalama değeri %2.76 iken, arjilleşmiş andezit birimlerindeki MgO'in aralık değeri % 0.02-6.34 ve ortalama değeri % 2.76'dır.

Silisleşmiş andezit birimi içerisindeki Fe_2O_3'in aralık değeri % 0.20-16.39 ve ortalama değeri %2.51'dir. Taze andezit birimi içerisindeki Fe_2O_3'in aralık değeri % 3.00-6.18 ve ortalama değeri % 4.90 iken, arjilleşmiş andezit birimlerindeki Fe_2O_3'in aralık değeri % 2.01-6.78 ve ortalama değeri % 4.66'dır.



Şekil 5.1 Çalışma alanındaki volkanik birimlerin maksimum ve minimum (%) ana oksit histogram diyagramları

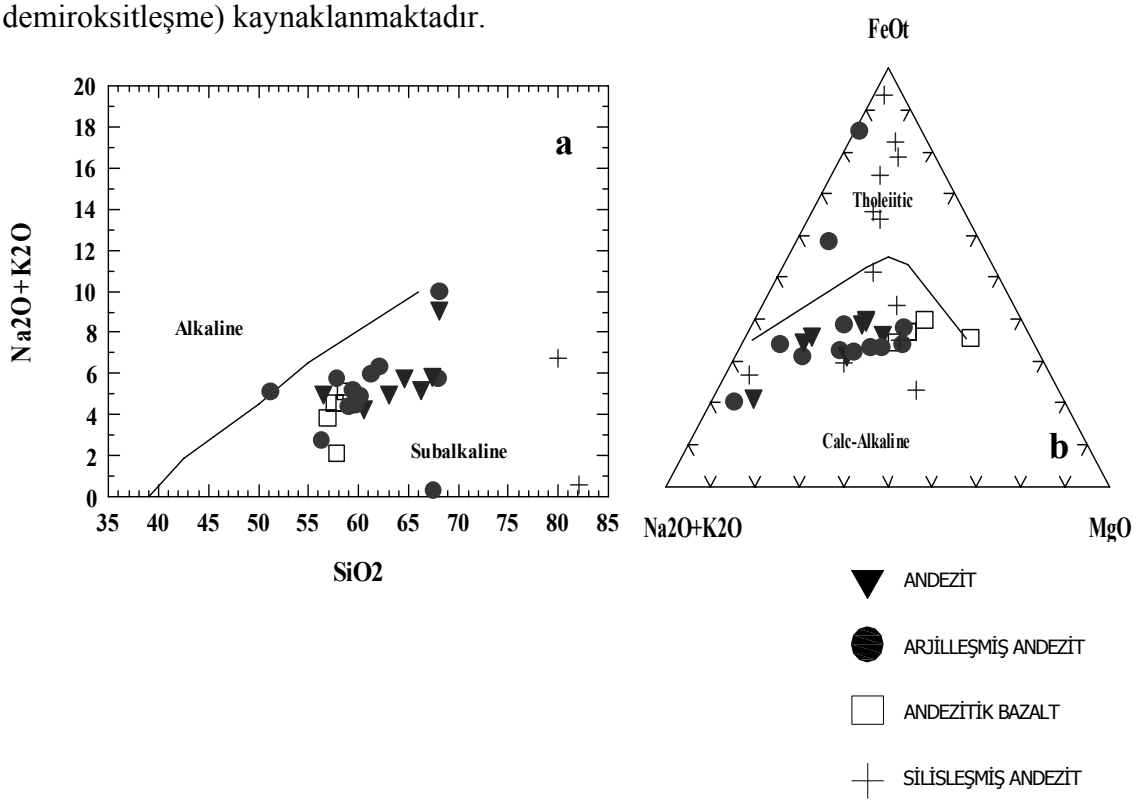


Şekil 5.1 Çalışma alanındaki volkanik birimlerin maksimum ve minimum (%) ana oksit histogram diyagramları (devam)

İnceleme alanındaki andezitlerin büyük bir bölümü önemli ölçüde silisleşme, demiroksitleşme ve killeşme göstermesinden, beklenilen değerlerden farklı sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 5.1 ve Şekil 5.1). Bu yüzden bu değerlere bağlı kalarak gerçek anlamda jeokimyasal bileşimlerden hareketle magma kökeni hakkında yorum yapmak oldukça sakıncalıdır. Ancak bu çalışmada, genel fikir verme açısından, kayaçların davranışlarını görebilmek için TAS ve AFM diyagramları çizilmiştir.

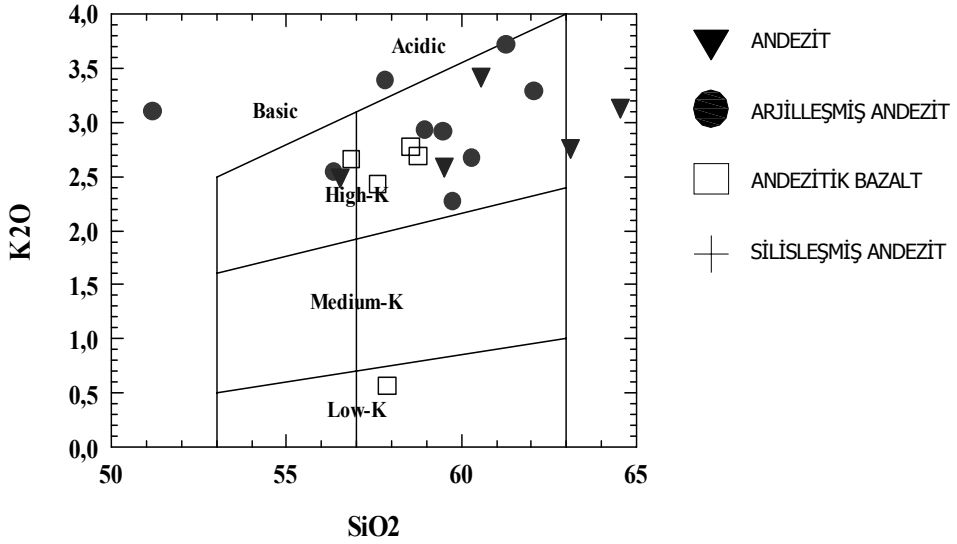
Çalışma alanında analizi yapılmış kayaçların magma karakterinin belirlenmesi için çizilen % SiO_2'ye karşılık % Toplam Alkali (K_2O+Na_2O) değerleri (TAS) diyagramına göre (Irvine ve Baragar 1971), bütün kayaçlar subalkalin karakter sergilemektedirler (Şekil 5.2.a). Ancak, arjilleşmiş andezitin iki örneği subalkalin-alkalin sınırındadır. Bunun nedeni, örneklerin içermiş olduğu albit (bozunma ürünü) minerallerinden olabilir. Subalkaline karakterli bu kayaçlar, AFM diyagramına (Irvine ve Baragar 1971) yerleştirildiğinde ise, genelde andezit birimleri kalkalkalin yönelimindedir. Ancak, silisleşmiş ve arjilleşmiş örneklerin bazıları toleyitik yönelimdedir (Şekil 5.2.b). Bu

kayaçların toyelitik eğilimin olması, ileri derece bozunmalardan (örneğin, demiroksitleşme) kaynaklanmaktadır.



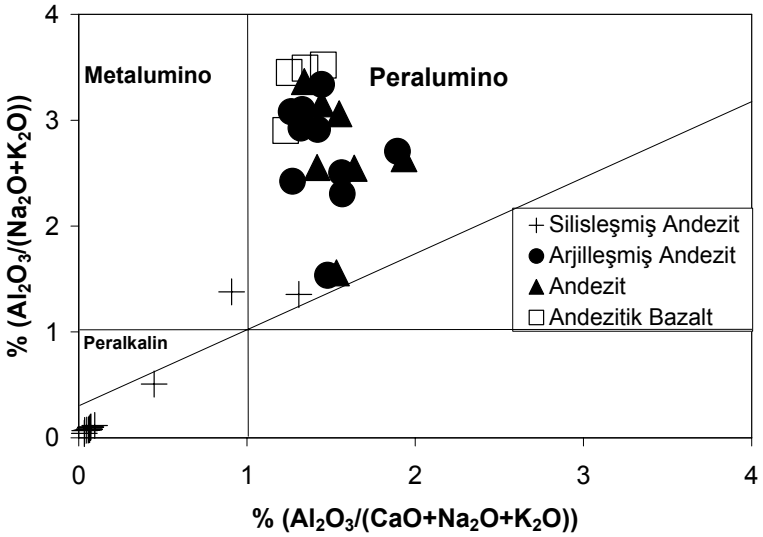
Şekil 5.2.a. % SiO_2'ye karşılık toplam alkali diyagramı (Irvine and Baragar 1971),
b. AFM diyagramı (Irvine and Baragar 1971)

% SiO_2'ye karşılık % K_2O değişim diyagramına bakıldığında ise, örneklerin çoğu genelde yüksek K Kalkalkalin serisinde yer almaktadır (Şekil 5.3).



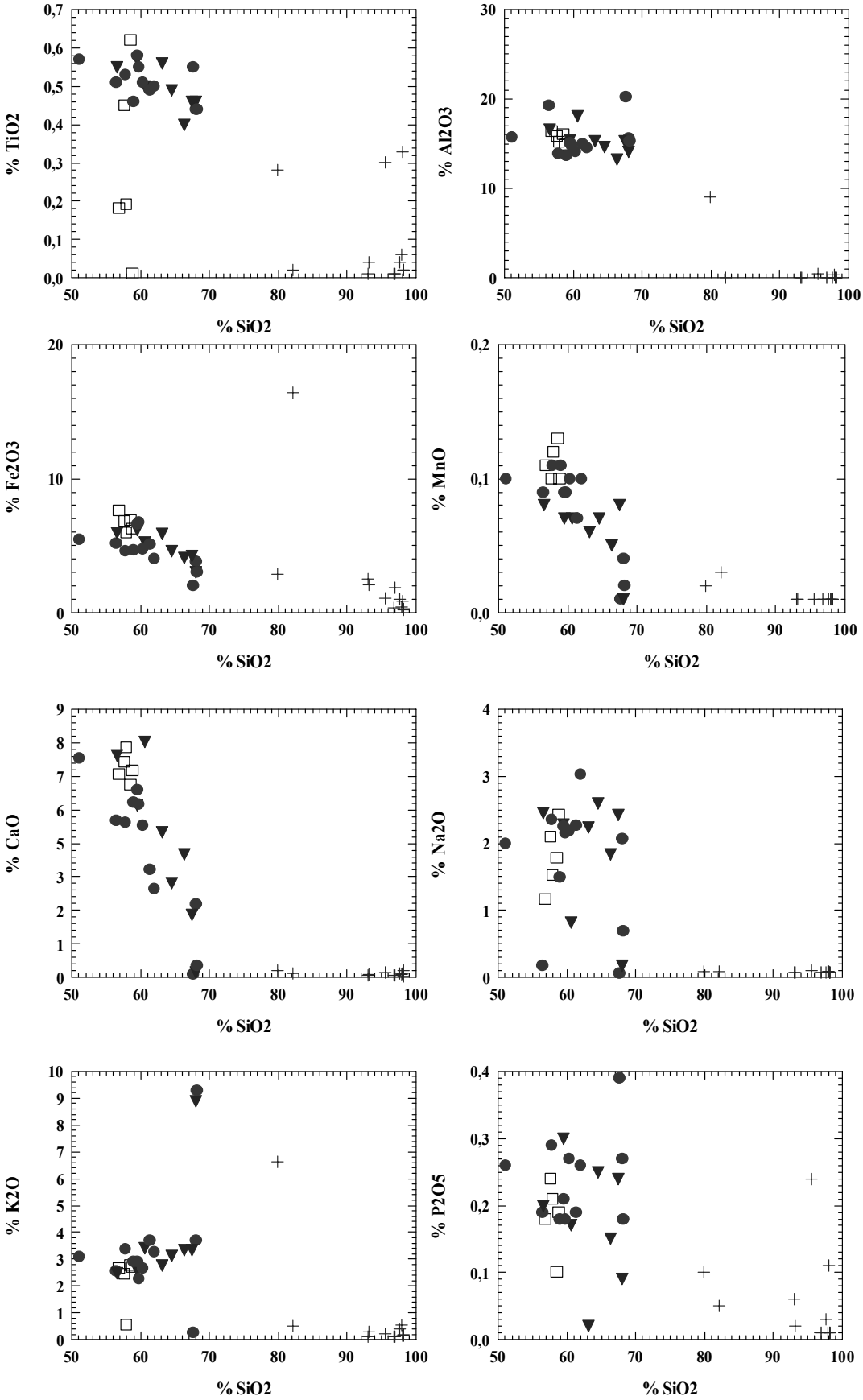
Şekil 5.3 %SiO_2'ye karşılık % K_2O değişim diyagramı

Çalışma alanındaki birimlere, $\%Al_2O_3$ doygunluk derecesi açısından bakıldığında $Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O)$ ve $Al_2O_3/(Na_2O+K_2O)$ oranlarının genelde 1'den büyük olduğu gözlenmektedir. Andezitlerden alınan örneklerin bir çoğu peralumino karakter sergilemektedir. Ancak, silisleşmiş andezit genelde peralkalin karakter sergilemektedir (Şekil 5.4).

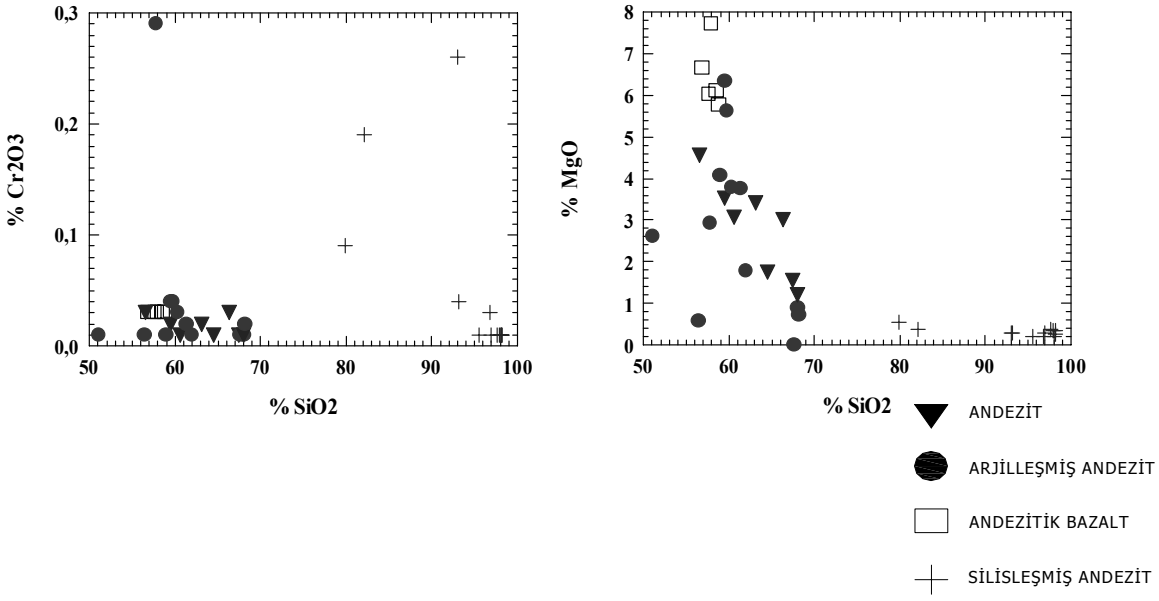


Şekil 5.4 Aluminyum doygunluk diyagramı (Shand 1947)

Çalışma alanındaki andezit ve andezitik bazalt kayaçlarının ana oksit element değişim diyagramları irdelendiği zaman, birimlerin farklı alanlara düştüğü gözlenmektedir. (Şekil 5.5). Taze andezit ve silisleşmiş andezit birimleri karşılaştırıldığında, sislileşmiş andezit % SiO_2 ve % Cr_2O_3 açısından zenginleşme, diğer ana oksitler açısından fakirleşme göstermektedir. Arjilleşmiş andezit ise ana oksit açısından taze andezit birimi ile uyumlu bir ilişki sergilemektedir. Andezitik bazalt, taze andezit birimine göre % MgO, % Fe_2O_3 ve % MnO açısından az da olsa zenginleşme göstermesine rağmen genelde uyumlu bir ilişki sergilemektedir.



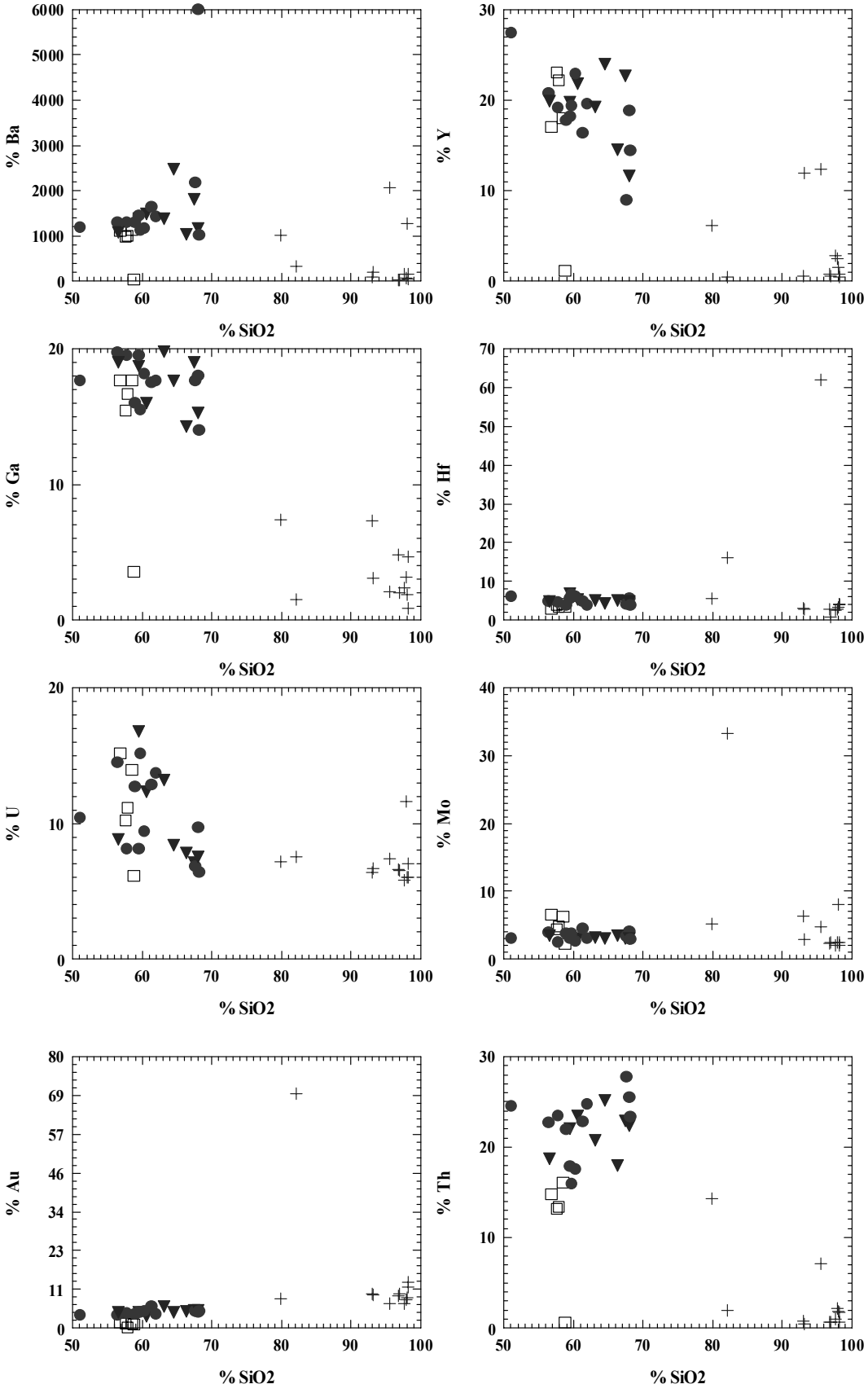
Şekil 5.5 Çalışma alanı kayaçlarının SiO_2'ye karşı ana oksit değişim diyagramları



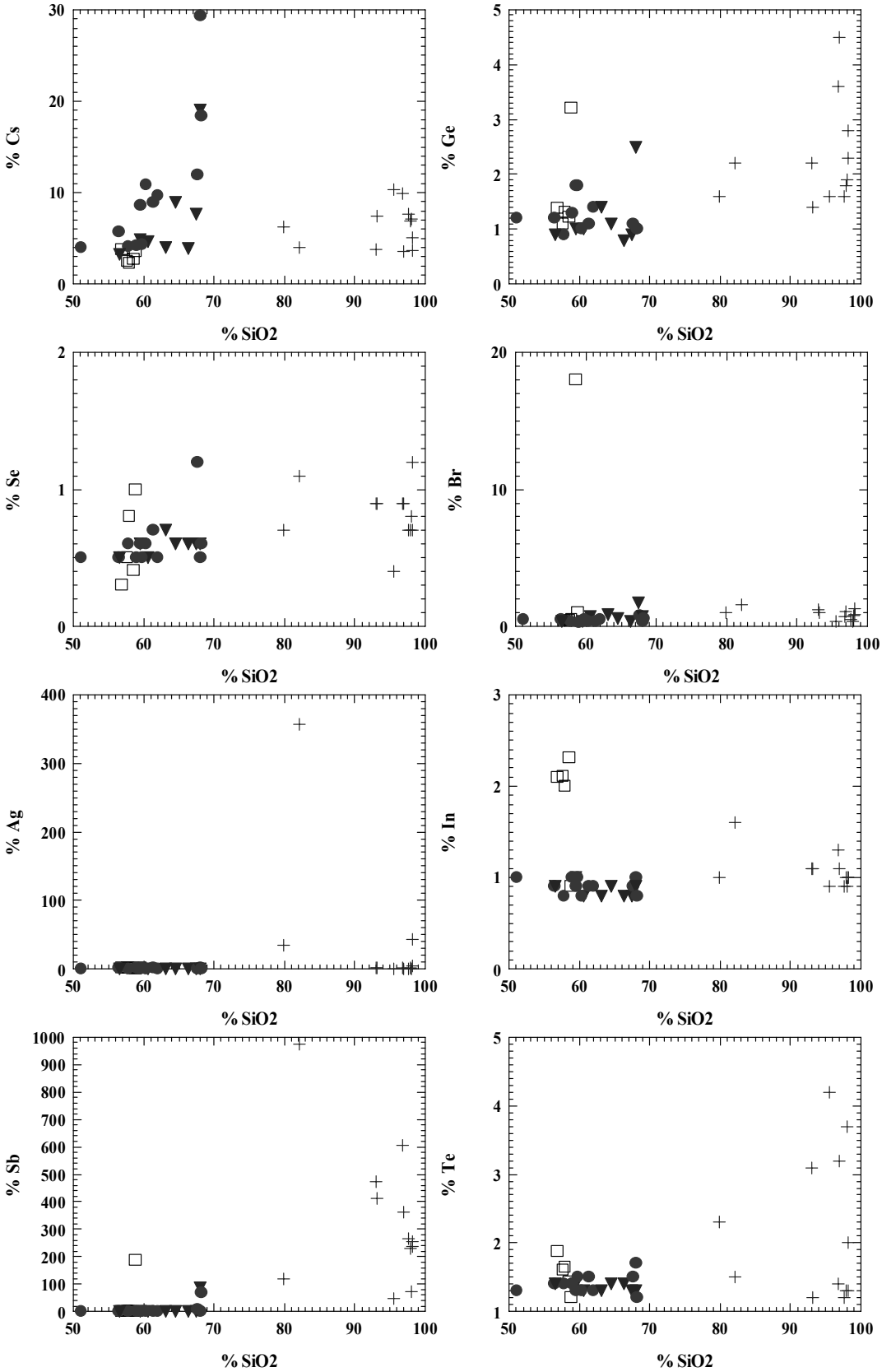
Şekil 5.5 Çalışma alanı kayaçlarının SiO_2'ye karşı ana oksit değişim diyagramları (devam)

5.2 Eser Element Jeokimyası

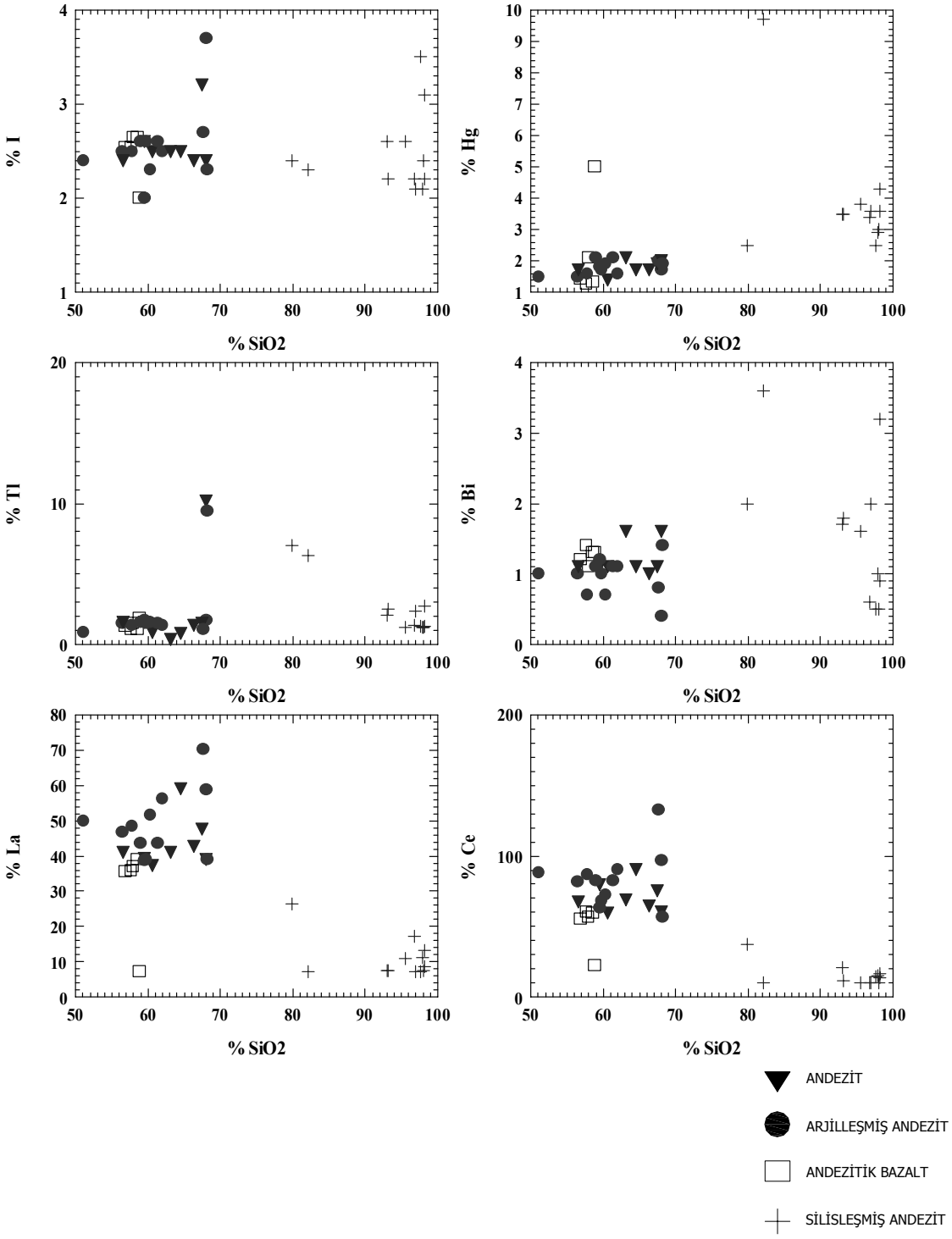
Eser elementlerin jeokimyasal analiz sonuçları Çizelge 5.2'de verilmiştir. Bu elementlerin kayaç içerisindeki davranışları $\%SiO_2$' e karşı değişim diyagramları üzerinde irdelenmiştir (Şekil 5.6). Değişim diyagramlarına bakıldığında, silisleşmiş andezit birimi taze andezit birimine göre, Au, Ge, Ag, Sb, Te ve Hg elementlerince zengin; ancak Ba, Y, Ga, U, Th, La, ve Ce elementlerince fakirdir. Bilhassa, altın ve gümüşün yüksek değer verdiği birimlerde antuman (Sb) değerlerinin de yüksek olduğu gözlenmektedir. Genelde silisleşmiş bir kayaçta, Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb ve Hg elementleri birlikte gözlenmektedir (Guilbert and Park 1993). Arjilleşmiş andezit ise eser element açısından taze andezit birimi ile uyumlu bir ilişki sergilemektedir. Andezitik bazalt, taze andezit birimine göre In elementince zenginleşme, Ba ve Th elementleri açısından fakirleşme göstermesine rağmen genelde uyumlu bir ilişki sergilemektedir. Bu diyagramlarda da ana oksit diyagramlarındaki gibi silisleşmiş andezit diğer andezit birimleri ile farklı alanlara düşmektedir. Bu farklılık yine aynı şekilde ana oksit içeriğindeki davranışları desteklemektedir. Kayaçların içermiş oldukları farklı mineralojik bileşim, bozunma ve hidrotermal akışkanların etkisi bu farklılıklara neden olmaktadır.



Şekil 5.6 Çalışma alanı kayaçlarının % SiO_2'e karşı eser element değişim diyagramları



Şekil 5.6 Çalışma alanı kayaçlarının % SiO_2'e karşı eser element değişim diyagramları (devam)



Şekil 5.6 Çalışma alanı kayaçlarının % SiO_2'e karşı eser element değişim diyagramları (devam)

6. TARTIŞMALAR

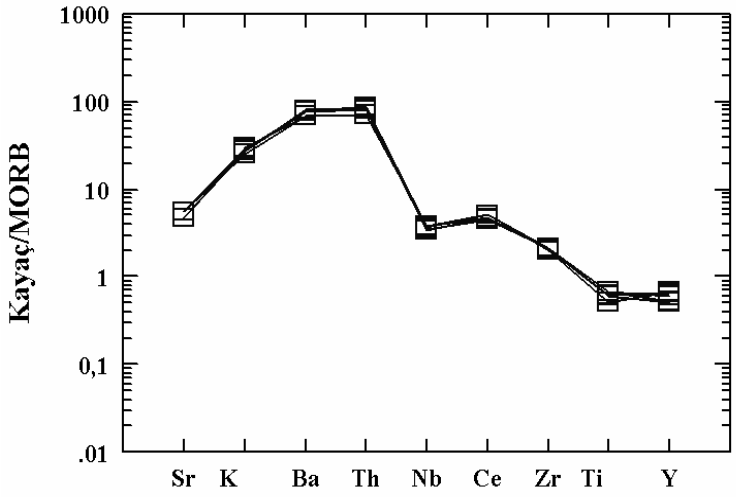
6.1 Andezitik Bazaltın Kökeni

Magmatik kayaçların tektonik yerleşimleri genel olarak eser element ve nadir toprak elementlerinin davranışlarına göre belirlenmektedir. Ancak bunun yanında bölgenin jeolojisi, kayaçların mineralojik-petrografik özellikleri ve taze örneklerden alınmış ana oksit elementlerin içerikleri de göz önüne alınmalıdır. Epitermal sistemler çoğunlukla volkanik alanlarda yaygındır. Bu sistemler levha tektoniği açısından aktif zonlarda görülmektedir. Sıcak sulu çözeltiler, damar tipi yataklarda önemli rol oynamaktadır. Hidrotermal akışkanlar çeşitli malzemeler taşımakta ve bunları bir yerde depolayarak altın ve gümüş gibi cevher oluşturabilmektedir. Genel olarak epitermal yataklar, aktif plaka kenarları boyunca yerleşmiş, karasal kalkalkalin volkanizmaya eşlik eden derinliği yüzeyden itibaren 1 km'yi bulan, düşük sıcaklıklarda (50-200°C) çoğunlukla damar, stokwork ve saçınımlar halinde oluşan büyük cevher yataklardır.

Çalışma alanında yer alan Yuntdağ andezitinin, önemli derecede bozunmasından dolayı gerek ana oksit gerek eser element değerleri ana kayadan farklıdır. Bu zenginleşme ve fakirleşme, kayaçların kökeni açısından yorum yapılmasına yanıltıcı bilgiler verebilmektedir. Ancak, andezit ve dasit komposizyonlu kalkalkalin magmatizmanın ürünü olan silisleşmiş volkanik kayaçlar Batı Anadolu bölgesinde, özellikle İzmir, Manisa ve Balıkesir civarlarında oldukça yaygındır (Yiğit 2006).

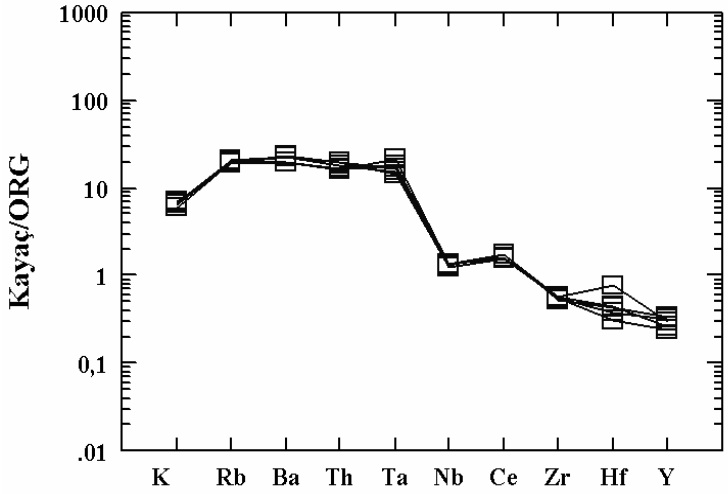
Bu tez çalışmasında inceleme alanının önemli bir bölümü hidrotermal çözeltilerin etkisiyle bozunmuşlardır. Ancak çalışma sahasının kuzeybatı bölümünde gözlenen andezitik bazaltlar gerek petrografi gerekse jeokimyasal analiz sonuçlarına bakılarak diger bölgelere göre daha tazedir. Bu çalışmada, bölgedeki volkanik kayaçların kökenlerini belirlemek ve ana magmanın kaynağını incelemek amacıyla, analizler taze görünümündeki 5 adet andezitik bazalt bileşimindeki kayaç örnekleri (AA24, AA25, AA26, AA27 ve AA28) üzerinde yapılmıştır.

Tez sahasındaki andezitik bazalt birimi, nötür ve bazik karakterli geçiş magmasına benzer bir ozellik sergilemelerinden dolayı LIL ve HFS elementlerinin köken ve magma karakterlerini belirlemek açısından MORB (**M**id **O**cean **R**idge **B**asalt) ve ORG (**O**cean **R**idge **G**ranite)'ye gore normalize edilerek incelemeler yapılmıştır. Bu kayaçların LIL ve HFS elementlerinin MORB'a göre (Pearce 1983) oranlamasıyla, LIL (Sr, K, Ba, Th) ve kısmen HFS elementlerince zenginleşme, buna karşı Zr, Ti ve Y açısından fakirleşme göstererek kalkalkalen bir magmatizmaya ait pattern sergilediği görülmektedir (Şekil 6.1). Kalkalkalen özellik sergileyen bu kayaçların kabuk tarafından önemli ölçüde kirlendiğinin göstergesidir (Pearce 1983).



Şekil 6.1 Andezitik bazalta ait iz elementlerin MORB değerlerine oranlanması (Pearce 1983)

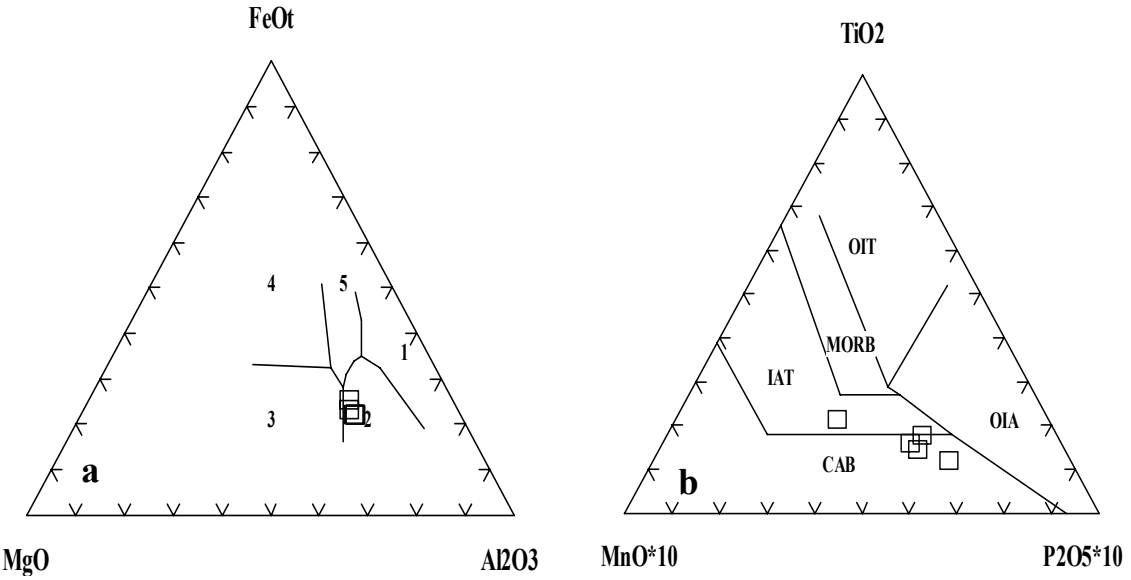
Çalışma alanındaki andezitik bazaltlar ORG'ye oranlandığında, yine aynı şekilde LILE açısından önemli ölçüde zenginleşme, Hf, Zr ve Y gibi HFS elementleri açısından nispeten fakirleşme göstermektedir (Şekil 6.2). Andezitik bazaltın sergilediği element dağılımları, andezitik bazaltın kalkalkalen karakterli ve önemli ölçüde kabuk etikleşimli bir magmadan türediğini göstermektedir (Pearce *et al.* 1984).



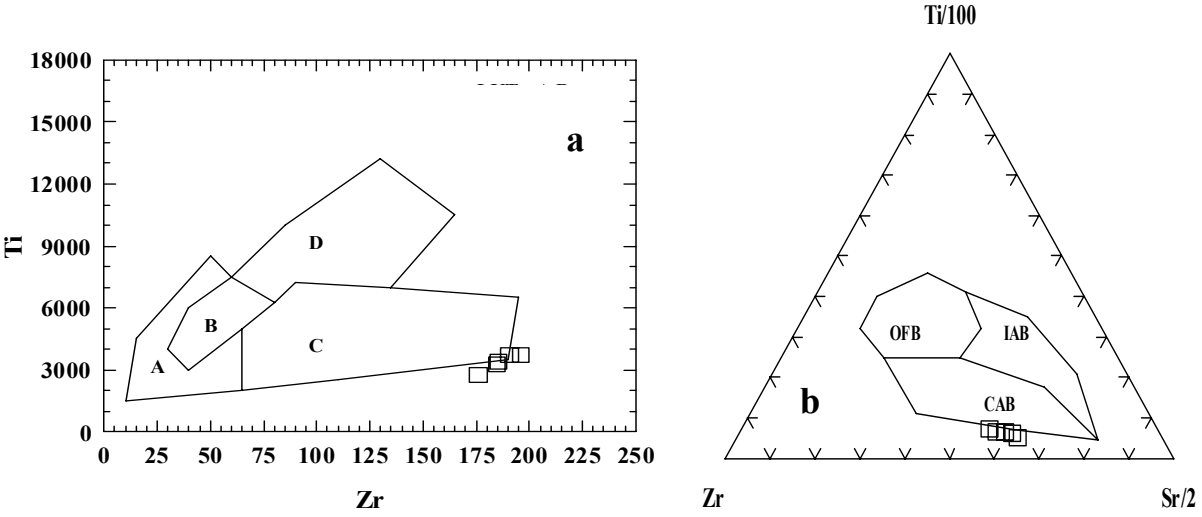
Şekil 6.2 Eser elementlerin okyanus ortası sırtı granitlerine göre (ORG) göre normalize edilmiş element bolluk diyagramı (Pearce 1984)

Andezitik bazalt birimi ana oksit elementleri açısından TAS ve AFM diyagramlarında da incelendiği zaman subalkelen ve kalkalkalen karekterli magmadan türediği görülmüştür (Şekil 5.2). Bu birimin ana oksit element dağılımlarından yararlanarak levha tektoniği açısından konumlarını belirmek amacıyla, FeO_{top}-MgO-Al_2O_3 (Pearce vd. 1977), TiO_2-Mn*10-P_2O_5*10 (Mullen 1983), Ti-Zr (Pearce ve Cann 1973), Ti-Zr-Sr (Pearce ve Cann 1973) ve Th-Hf-Ta (Wood 1980) diyagramları çizilmiştir.

Andezitik bazaltlar, FeO_{top}-MgO-Al_2O_3 ve TiO_2-Mn*10-P_2O_5*10 üçgen diyagramlarında, ada yayı kalkalkalin bazalt bölgesinde yer almaktadır (Şekil 6.3). Tektonik yerleşim açısından irdelendiğinde, andezitik bazalttan alınan örneklerin, Ti-Zr ve Ti-Zr-Sr değişim diyagramları (Pearce ve Cann 1973) üzerinde, kalkalkalin bazalt alanına düştüğü gözlenmektedir (Şekil 6.4).



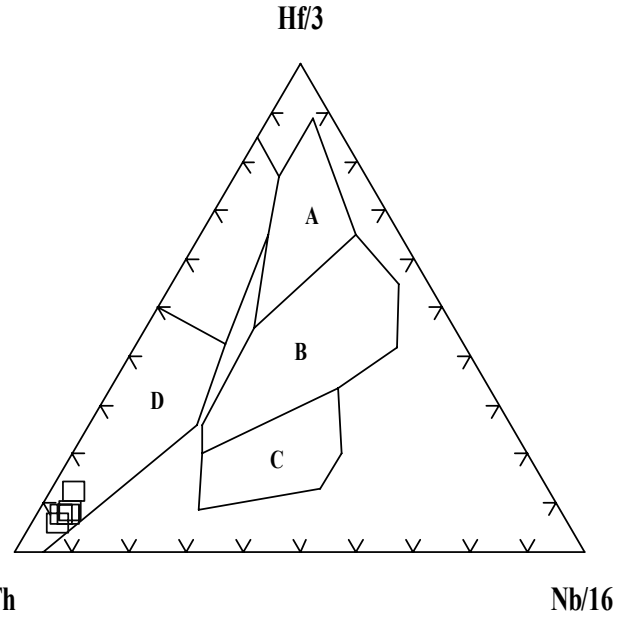
Şekil 6.3. a. Andezitik bazaltın Mg-Fe-Al diyagramı (Pearce *et al.* 1977) (1: Ada yayılım merkezi, 2: Ada yayı ve aktif kıta kenarı, 3: Okyanus sırtı bazaltlar, 4: Okyanus adası, 5: Kıta), b. Andezitik bazaltın MnO-TiO2-P2O5 değişim diyagramı (Mullen 1983)
MORB: Okyanus sırtı bazaltları, OIT: Okyanus adası toleyitleri, IAT: Ada yayı toleyitleri, OIA: Okyanus adası alkali bazaltları, CAB: Ada yayı kalkalkalin bazalt



Şekil 6.4. a. Andezitik bazaltın Ti-Zr diyagramı (Pearce and Cann, 1973). (A: Volkanik yay toleyitleri, B: MORB, kalkalkalin basalt ve ada yayı toleyitleri, C: Kalkalkalin bazalt, D: MORB), b. Andezitik bazaltın Ti-Zr-Sr diyagramı (Pearce and Cann, 1973)
IAB: Adayayı toleyitleri, CAB: kalkalkalin bazalt, OFB: Okyanus tabanı bazaltı

Andezitik bazaltın Th-Hf-Nb diyagramına bakıldığında, bu birimin D bölgesine düştüğü görülmektedir. Volkanik yay bazaltını temsil eden D bölgesi Hf/Th< 3.0 ise kalkalkalin

bazalt, Hf/Th>3.0 ise ada yayı toleyitlerine karşılık gelmektedir. Andezitik bazaltta Hf/Th oranı 3'ten küçük olduğu için kalkalkalin bazalt kökeninde olduğu gözlenmektedir (Şekil 6.5).



Şekil 6.5 Andezitik bazaltın Th-Hf-Ta diyagramı (Wood 1980)
A. N-tipi okyanus sırtı bazaltı, B: E-tipi okyanus sırtı bazaltı, C: alkalin levha içi bazaltı, D: volkanik yayı bazaltı

Sonuç olarak, çalışma alanında, andezit birimlerine göre daha taze görünümünde olan andezitik bazaltlar genelde mafik mineral olarak amfibol ve ojiti birlikte içerebilen kalkalkalen karakterli ve daha çok ada yayı kaynaklı bir magmatizmadan türediği söylenebilir.

6.2 Bozunma ve Oranları

İnceleme alanında daha çok silisleşme, killeşme ve demir oksitleşme yaygındır. Alınan örneklerin, kimyasal bozunma indeksi (CIA), Parker indeksi (P) ve bozunma potansiyeli indeksinin (WPI) formülleri Çizelge 6.1'de ve sonuçları Çizelge 6.2'de verilmiştir. Ayrıca, kimyasal bozunma indeksi, Parker indeksi ve bozunma potansiyeli indekslerinin her birim için ortalama değerleri hesaplanmış ve Şekil 6.1'de verilmiştir.

Çizelge 6.1 Kimyasal Bozunma İndeksi (CIA), Parker İndeksi (P) ve Bozunma Potansiyeli İndeksinin (WPI) Formülleri

WPI	$(K_2O+Na_2O+CaO-H2O^+)X100/(SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3+TiO_2+CaO+MgO+Na_2O+K_2O)$
P	$((2\ Na_2O / 0.35) + (MgO / 0.9) + (2K_2O / 0.25) + (CaO / 0.7))$ X 100
CIA	$(Al_2O_3 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O))$ X 100

Çizelge 6.2 Andezit Birimlerin WPI, P ve CIA Değerleri

Kayacın Adı	ÖRNEK NO	WPI	P	CIA
Silisleşmiş Andezit	AA8	0,09	434,01	5,51
	AA11	0,10	542,54	30,93
	AA12	0,24	208,47	4,49
	AA13	0,87	269,56	47,60
	AA 42	1,88	168,41	6,34
	AB5/04	2,70	183,94	5,92
	AB10/04	3,29	314,98	3,18
	M1	5,67	5.444,35	56,67
	M2	0,07	518,79	8,63
	S1	0,53	204,81	6,08
	S2	0,06	172,54	6,66
	S3	0,09	254,89	3,38
Arjilleşmiş Andezit	AA16	4,18	2.191,26	87,25
	AA17	3,04	4.967,27	61,04
	AA21	4,37	4.573,67	65,45
	AA32	1,14	5.112,77	55,96
	AA33	2,51	4.959,87	55,81
	AA34	1,37	2.953,05	70,63
	AA45	4,48	5.188,33	60,97
	AA50	3,42	4.481,07	57,05
	BA19/04	8,14	245,91	97,99
	AB23/04	7,69	4.498,09	59,07
	AB26/04	4,77	4.528,72	58,67
	M5	10,45	5.215,30	56,90
	SIL-2	7,70	7.944,00	59,66
Andezit	AA5	5,77	4.543,43	65,91
	AA15	10,85	4.665,14	59,83
	AA35	7,05	4.582,22	59,07
	AA38	7,49	4.636,46	58,62
	AA43	9,00	4.956,06	57,27
	BA5/04	6,61	7.367,56	60,50
	BA17/04	7,29	4.554,23	60,74
	BA38/04	5,54	4.637,67	62,09

Çizelge 6.2 Andezit Birimlerin WPI, P ve CIA Değerleri (devam)

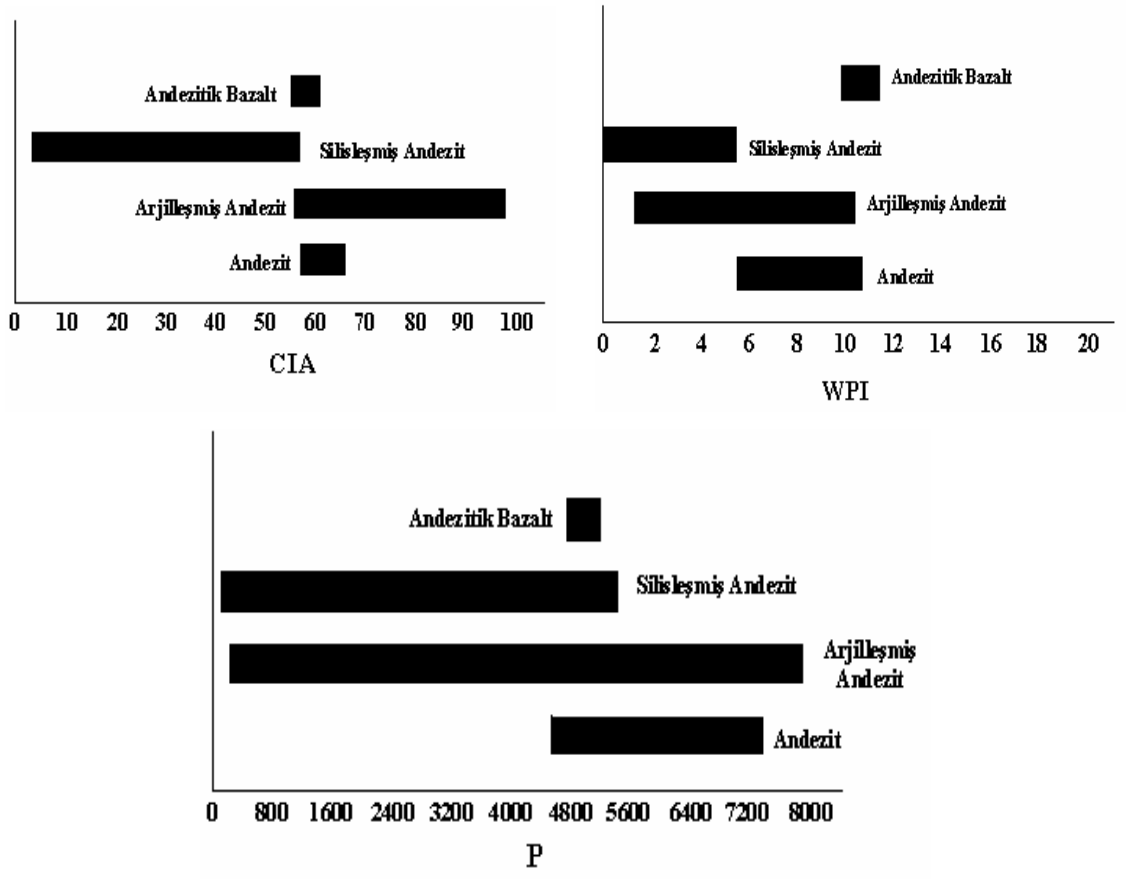
Kayacın Adı	ÖRNEK NO	WPI	P	CIA
Andezitik Bazalt	AA-24	11,65	5.162,94	55,15
	AA-25	11,51	4.931,87	55,58
	AA-26	10,31	4.826,57	59,25
	AA-27	11,09	4.838,29	57,36
	AA-28	10,01	4.494,60	60,59

(WPI: Bozunma potansiyeli indeksi, P: Parker indeksi, CIA: Kimyasal bozunma indeksi)

Arjilleşmiş andezitlerdeki kimyasal bozunma indeksine (CIA) bakıldığı zaman, örneklerde orta-ileri derecede killeşme gözlenmektedir. Ancak, andezit ve andezitik bazalt örneklerindeki CIA değerleri, arjilleşmiş andezite oranla az olup, daha çok orta derecede bozunma derecesini göstermektedir. Silisleşmiş andezit örneklerinde ise CIA değerleri diğer andezitlere göre düşüktür (Çizelge 6.2).

Kayaçların bozunmalarına yönelik hesaplanmış formüller, daha çok ikincil oluşumlar ile belirlenebilmektedir. Killeşme, karbonatlaşma ve demiroksitleşme gibi bozunmalar, bozunma indekslerinin artırmakta ve kayaçların dokusal bazda duraylılıklarını kaybederek zayıflamasına neden olmaktadır. Böylece WPI, P ve CIA değerleri de buna bağlı olarak değişmektedir. Silisleşme indeksi her ne kadar kayacın değişimini ve bozuştuğunu ifade etse de oluşan ikincil silis mineralleri kayacın dokusal anlamda duraylılığını arttırmaktadır. Bu yüzden silisleşmiş andezit birimi, silisleşme faktörü içerisinde ileri derecede bozuşmuştur, ancak duraylılık ve sağlamlılık yönünden kayacın değişmesine neden olmuştur.

Andezitik bazalt ve arjilleşmiş andezit birimlerinin kimyasal bozunma indeksi (CIA), Parker ve bozunma potansiyeli indeksleriyle ters ilkişkilidir (Şekil 6.6). Parker indeksinin andezitik bazalt ve andezitlerde daha yüksek değer vermesinin nedeni içermiş oldukları sodyum oranlarının fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Diğer bir yaklaşım ise, bu kayaçların sodyum-metasomatizmasından etkilenebileceğidir. Silisleşmiş andezitin diğer birimlere oranla düşük değerler vermesi silisleşmeden kaynaklanmaktadır.



Şekil 6.6 Andezitlerin maksimum ve minimum WPI, P ve CIA değerleri
(WPI: Bozunma potansiyeli indeksi, P: Parker indeksi, CIA: Kimyasal bozunma indeksi)

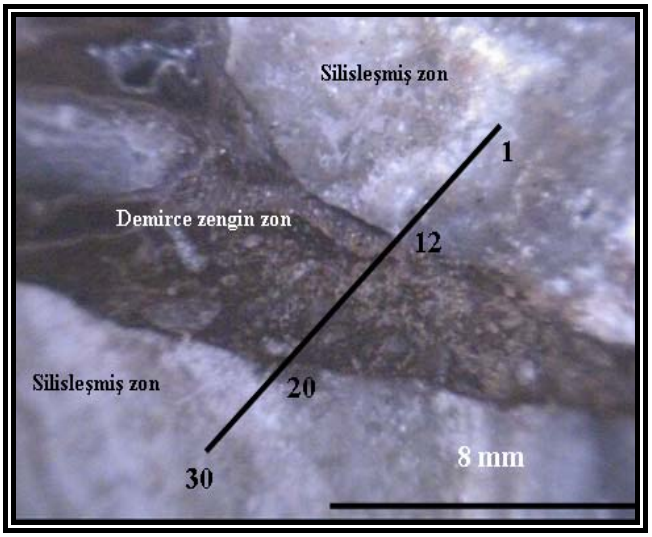
6.3 Au ve Ag Zenginleşmesi

Arazi çalışmaları, ince kesit determinasyonu ve cevher mikroskobu çalışmaları sonucunda, altın ve gümüş minerallerine rastlanmamıştır. Ancak, jeokimyasal analiz sonuçlarında, silisleşmiş andezitlerin ve M ve S kuvars damarlarından alınan örneklerin altın ve gümüş içerdiği belirlenmiştir. Altının özellikle bu zonda zenginleşmesinin nedenini ortaya koymak amacıyla, seçili örneklerden noktasal ve çizgisel analizler ile örnek haritalamaları yapılmıştır.

Altın ve gümüş cevherlerinin, silisleşmiş zonda veya demirce zengin hidrotermal damarda nasıl davrandıklarını, hangi elementlerle pozitif ve negatif ilişkide olduklarını, ve hangi doku çeşidinde daha çok görüldüğünü belirlemek için, M epitermal kuvars damarından alınan farklı dokusal özellik gösteren örneklerde önce noktasal ve daha

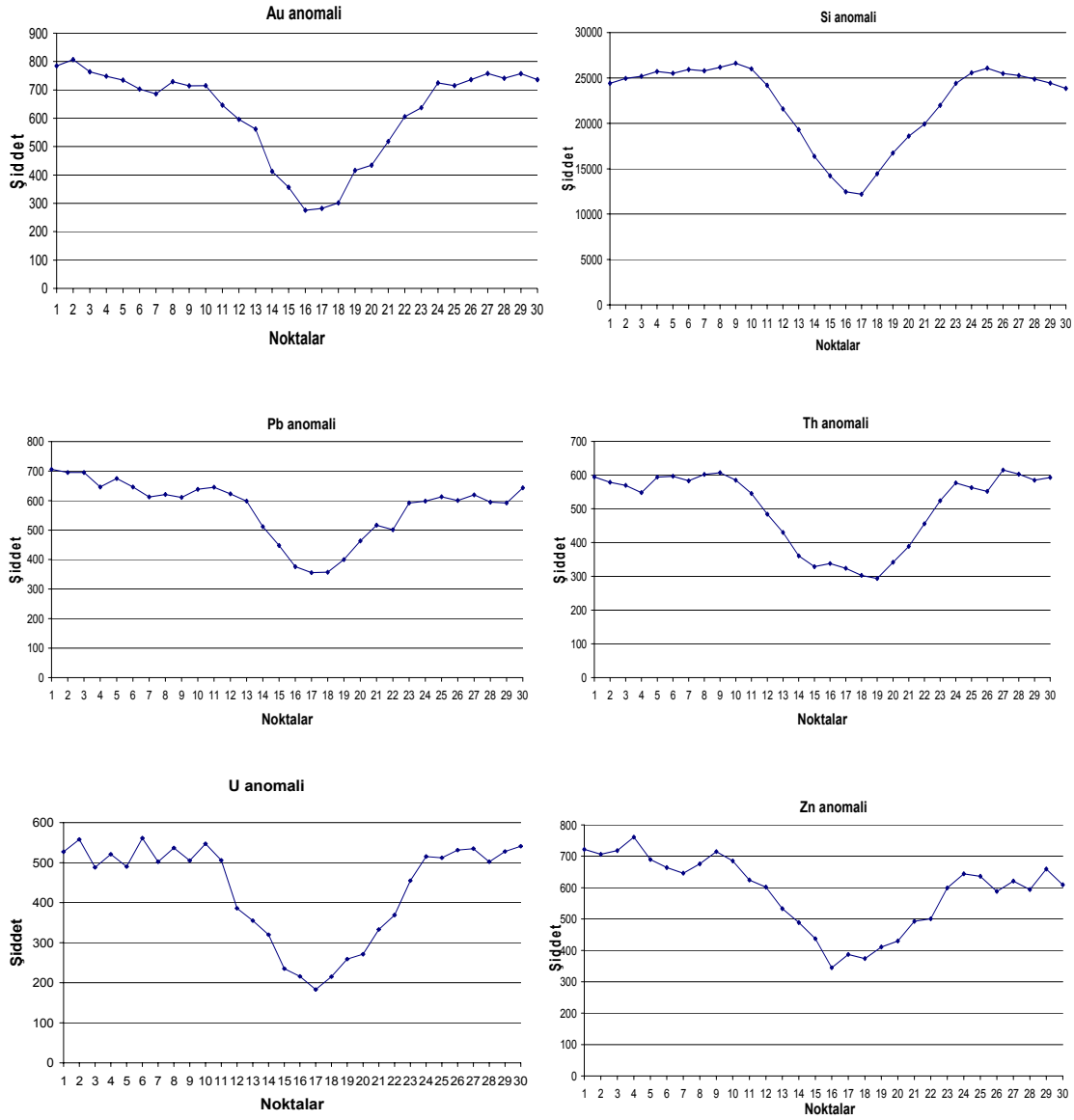
sonra çizgisel ile haritalama analizleri yapılmıştır. Bu analizler Ankara Üniversitesi Mineraloji ve Petrografi Araştırma Laboratuvarında, Micro XRF Spectro Midex M cihazı kullanılarak yapılmıştır. Analizler USGS standartlarına göre uygun olarak ölçülmüştür. Analizler sonucunda elementlerin anomali haritaları ve grafikleri hazılanmıştır. Bu grafikler ve haritalar, elementlerin birbiriyle olan ilişkilerini ve genelde hidrotermal damarı içerisinde nasıl bir anomali sergilediklerini aydınlatmak amacıyla yapılmıştır.

Kollform-damar yapısı gösteren M-2 örneğinde, demirce zengin damar ve silisleşmiş zonlar boyunca toplam 30 noktada çizgisel analiz yapılmıştır (Şekil 6.7). Au, Zn, Pb, Si, U, Th, Fe, Ti, Mn, Ca, Cr ve Ni elementlerinin demirce zengin damarda ve silisleşmiş zondaki davranışları incelenmiştir. 30 nokta boyunca yapılan çizgisel analiz sonuçları EK-1'de verilmiştir. 1 ve 12. noktalar arası ve 21 ile 30. noktalar arası silisleşmiş zonlara, 13 ile 20. noktalar arası ise demirce zengin zona karşılık gelmektedir.

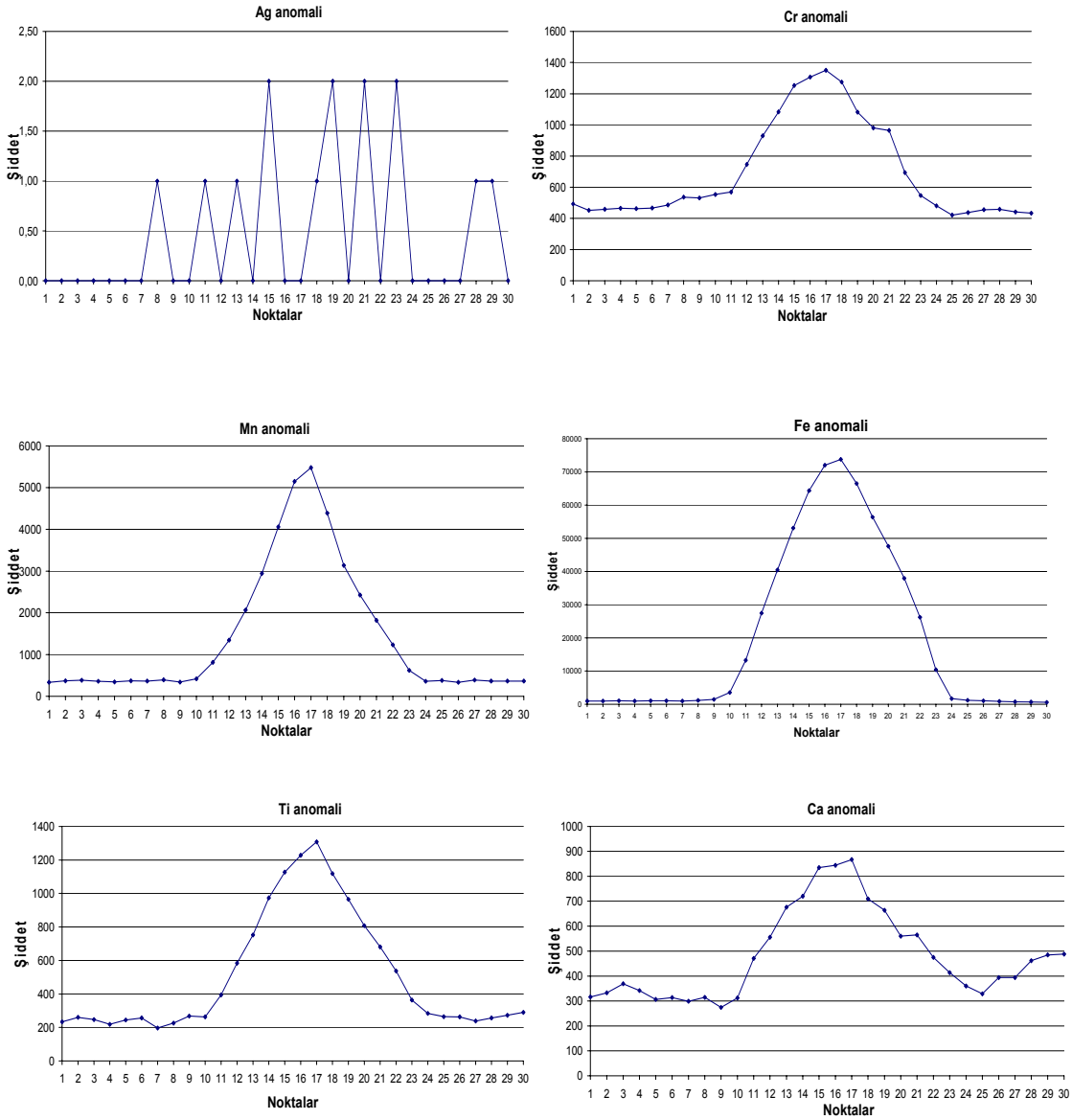


Şekil 6.7 M-2 örneğinde 30 noktada yapılan çizgisel analiz

Yapılan bu analiz sonucunda, silisleşmiş zonda ve demirce zengin damarda, elementlerin birbirleriyle olan ilişkileri ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca, elementlerin şiddet anomalileri belirlenmiştir (Şekil 6.8 ve 6.9). Bu analizler altının daha çok nerede yer alıp zenginleştiğini gösterebilmektedir.



Şekil 6.8 Au, U, Pb, Si, Zn ve Th elementlerinin şiddet anomali grafikleri

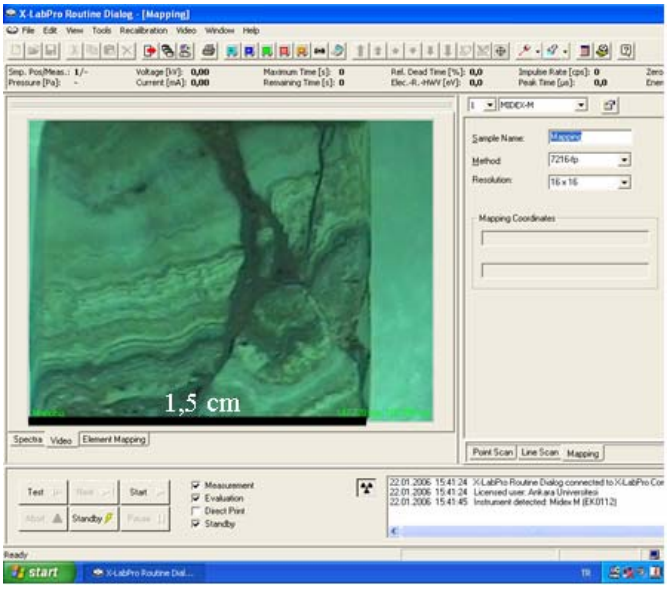


Şekil 6.9 Ag, Cr, Mn, Fe, Ti ve Ca elementlerinin şiddet anomali grafikleri

Yukarıda verilmiş olan grafiklere bakıldığında; Au, Zn, Pb, Si, U ve Th elementleri daha çok silisleşmiş zonda gözlenmektedir. Demirce zengin zonlarda ise negatif ilişki sergilemektedirler. Ancak, Fe, Ti, Mn, Ca, Cr ve Ni elementleri ise demirce zengin zonda daha çok gözlenmektedir. Silisleşmiş zonlarda ise bu elementlerin şiddet anomalileri düşüktür.

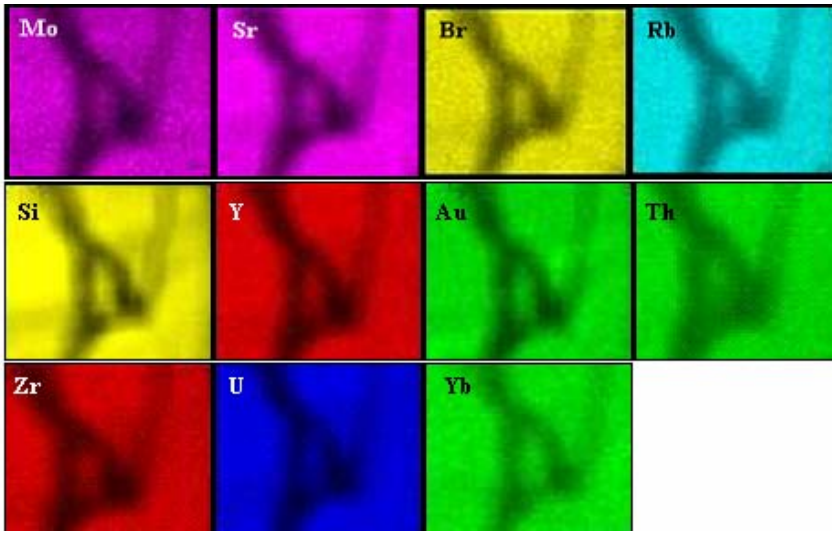
Yaklaşık 3 cm^2 alana sahip olan M-2 örneğinde, alanda her bir 64X64 noktada, noktasal analiz yapılmış ve içermiş olduğu elementlerin haritası çıkarılmıştır (Şekil 6.10).

Noktasal analizler sonucuna göre, elementlerin dağılım değerleri EK-2 (CD)'de verilmiştir.



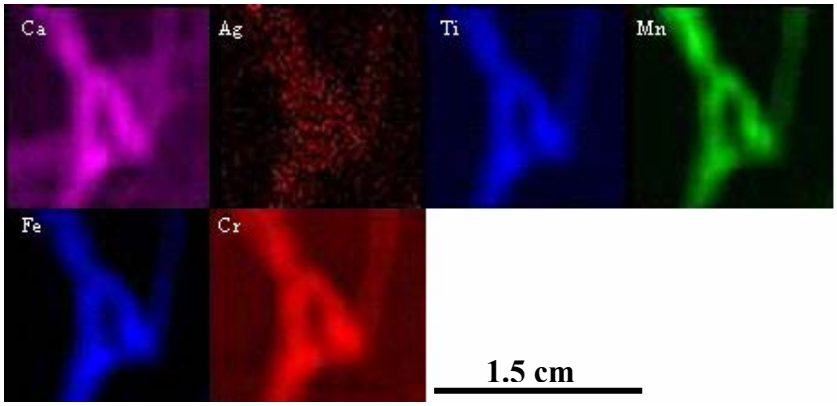
Şekil 6.10 Kolloform-damar yapısına sahip örneğin element haritası analizi

Elementlerin dağılımına bakıldığında; Au, Zr, Y, Yb, U, Th, Sr, Si, Rb, Mo ve Br elementleri silisleşmiş şeker ve kolloform dokusunda yoğun olarak gözlenmektedir. Bu elementler hidrotermal damarın demiroksitleşmiş ve koyu renk gösteren cevherli zonlarında fakirleşme göstermektedir (Şekil 6.11).

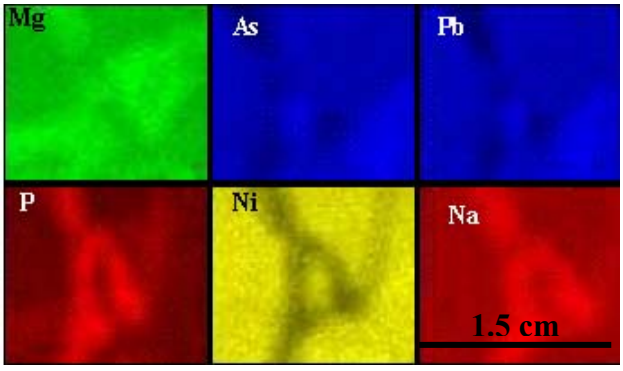


Şekil 6.11 Kolloform yapısında gözlenen Mo, Sr, Br, Rb, Si, Y, Au, Th, Zr, U ve Yb elementlerin dağılımı

Ti, Mn, Fe, Cr, Ca ve Ag elementleri ise hidrotermal damarın içerisinde yer almaktadır (Şekil 6.12). Ayrıca, gümüş elementi yer yer heterojen dağilım göstermesine karşın, damarda daha yüksek anomali vermektedir. Buna karşın, As, Mg, Na, P, Ni ve Pb elementleri genelde homojen bir dağılım göstermektedir (Şekil 6.13).

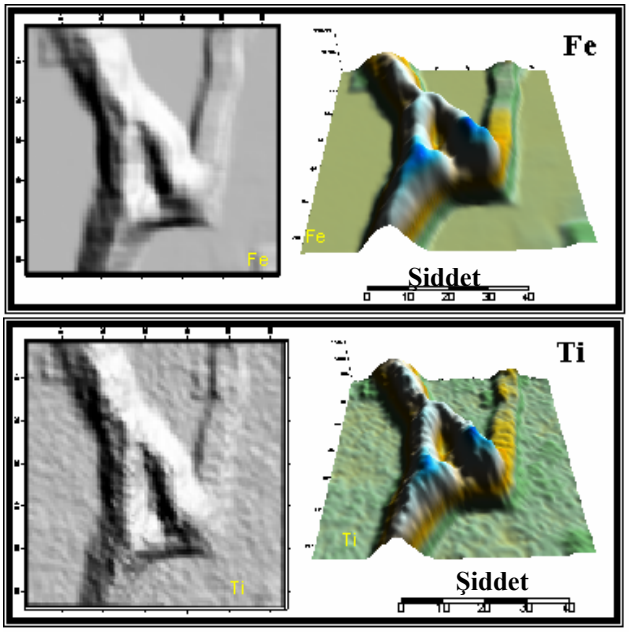


Şekil 6.12 Damar içerisinde yoğun olan Ca, Ag, Ti, Mn, Fe ve Cr elementlerinin dağılımı



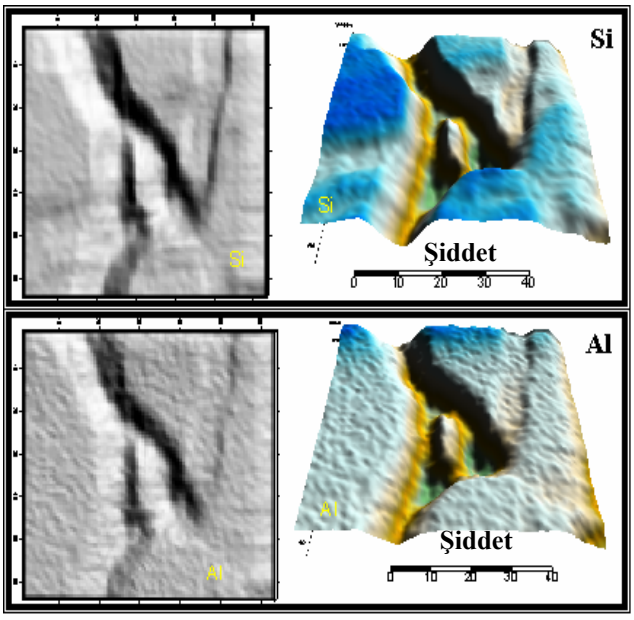
Şekil 6.13 Kolloform-damar yapısında homojen dağılım gösteren Mg, As, Pb, P, Ni ve Na elementleri

Bu elementlerden, Altın (Au), Gümüş (Ag), Silisyum (Si), Demir (Fe), Titanyum (Ti), Aluminyum (Al) ve Magnezyum (Mg) elementlerinin, 3 boyutlu yüzey ve rölyef haritaları Surfer 8.0 programı kullanılarak hazırlanmıştır. Bu haritalar incelendiğinde, birlikte gözlenen, demir (Fe) ve titanyum (Ti) elementlerinin yoğunluğu hidrotermal damarlarda artış göstermektedir (Şekil 6.14).



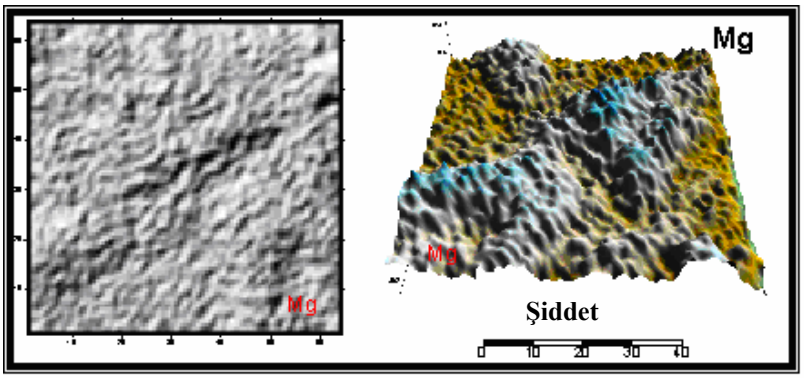
Şekil 6.14 Fe ve Ti elementlerinin 3-boyutlu yüzey ve rölyef haritaları

Au, Zr, Y, Yb, U, Th, Sr, Si, Rb, Mo ve Br elementleri birlikte silisleşmiş şeker ve kolloform dokularında yer aldığı gözlenmektedir. Hazırlanmış olan haritalarda, Al-Si elementlerinin ilişkileri incelenmiş ve bu elementlerin koyu renkli cevher elementlerinin yığıştığı zondan çok şeker ve kolloform dokularında yoğun şekilde yer aldığı gözlenmiştir (Şekil 6.15).



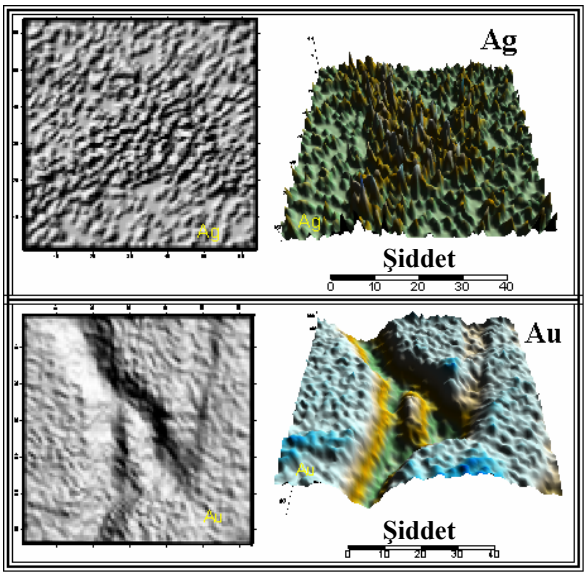
Şekil 6.15. Si ve Al elementlerinin 3-boyutlu yüzey ve rölyef haritaları

Ayrıca, Mg elementinin homojen bir anomali sergilediği gözlenmiştir (Şekil 6.16).



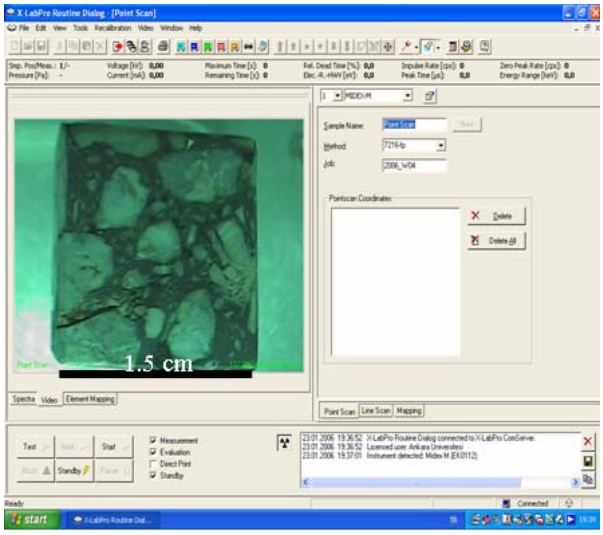
Şekil 6.16. Mg elementinin 3-boyutlu yüzey ve rölyef haritaları

Au ile Ag anomalilerine bakıldığında, birbirleri ile düzenli bir dağılım ilişkisi sergilemedikleri gözlenmektedir. Au daha çok silisleşmiş zonda yer alırken, Ag ise oldukça heterojen bir dağılım göstererek alterasyon zonunun belirli bir kısmından ziyade her tarafta farklı şiddette anomali vermektedir (Şekil 6.17).



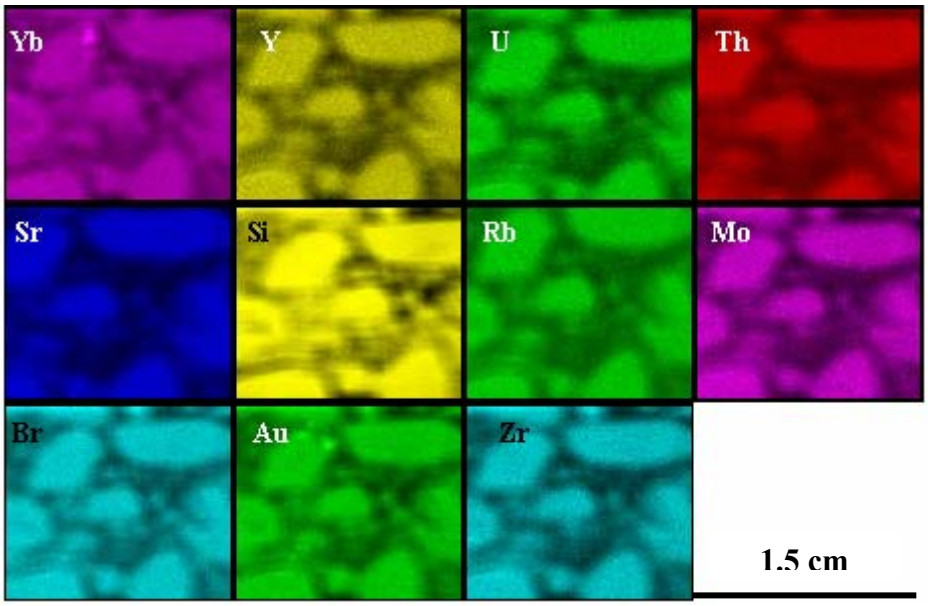
Şekil 6.17 Au ve Ag elementlerinin 3 boyutlu yüzey ve rölyef haritaları

M kuvars damarından alınan ve breş yapısı gösteren M-3 örneğinde ise her bir 128 X 128 noktada, noktasal analiz yapılmış ve içerdiği elementlerin dağılımını gösteren element haritası çıkarılmıştır (Şekil 6.18). Noktasal analizler sonucuna göre, elementlerin dağılım değerleri EK-2 (CD)'de verilmiştir.



Şekil 6.18 M-3 örneğinde yapılan noktasal analiz

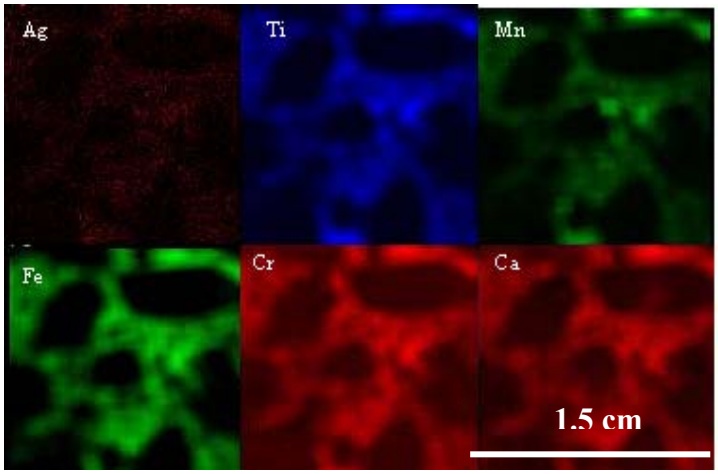
M-2 örneğindeki analizlere benzer şekilde, bu örneğin içerdiği elementlerin dağılımına bakıldığında; Au, Zr, Y Yb, U, Th, Sr, Si, Rb, Mo ve Br elementleri birlikte yer almaktadır. Bu elementler, cevher minerallerinin yığıştığı koyu renkli zonlardan ziyade kuvars breşlerinde gözlenmektedir (Şekil 6.19).



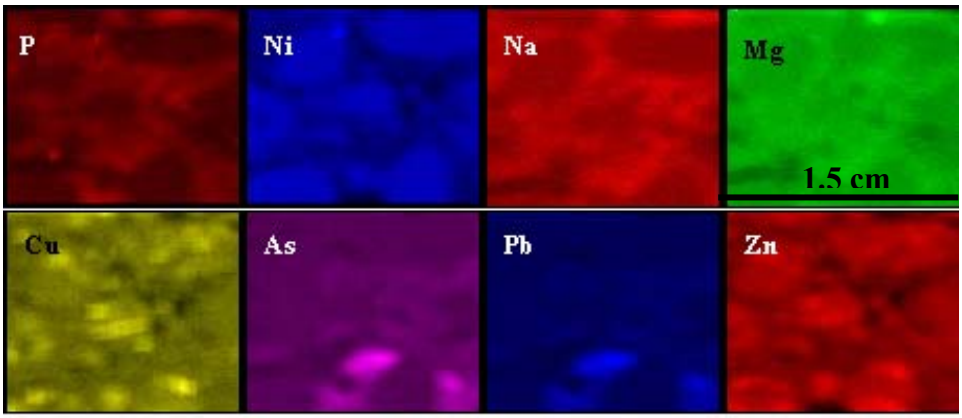
Şekil 6.19 Kuvars breşlerinde gözlenen Yb, Y, U, Th, Sr, Si, Rb, Mo, Br, Au ve Zr elementlerin dağılımı

Ti, Mn, Fe, Cr, Ca ve Ag elementleri önceki örnekte de olduğu gibi hidrotermal damarın içerisinde yer almaktadır (Şekil 6.20). Ayrıca, gümüş elementi yine heterojen bir

dağılım göstermektedir. Buna karşın, As, Mg, Ta, Zn, Na, P, Ni, Cu ve Pb elementleri örnek yüzeyinde daha çok homojen dağılım göstermektedir (Şekil 6.21).

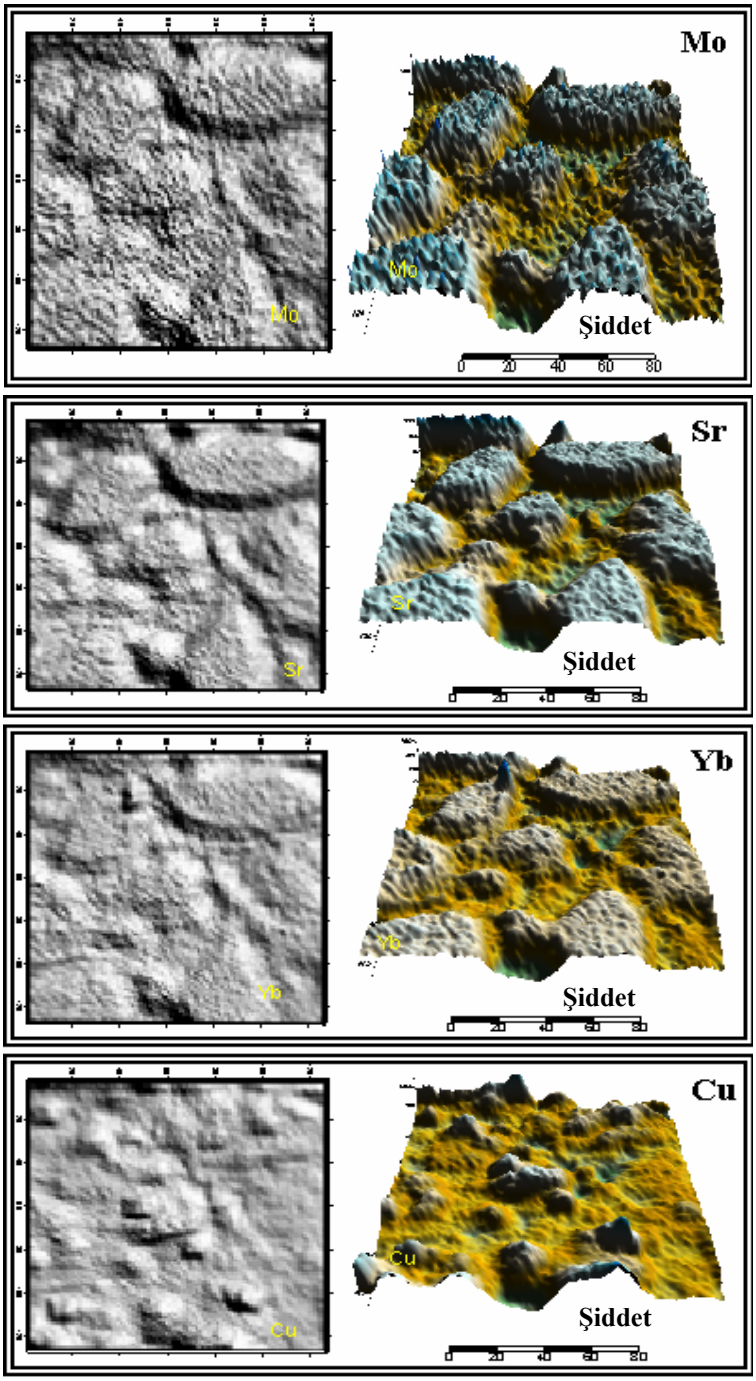


Şekil 6.20 Hidrotermal damarda gözlenen Ag, Ti, Mn, Fe, Cr ve Ca elementlerin dağılımı



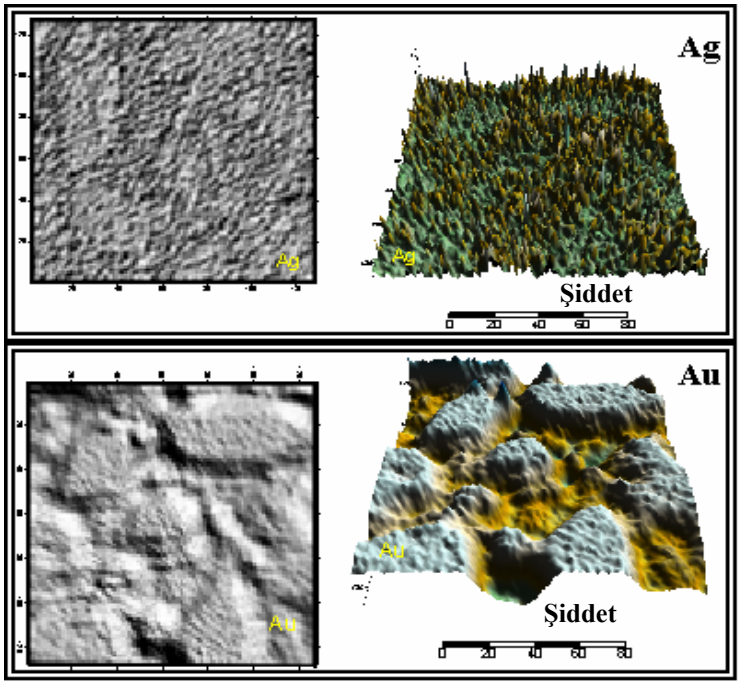
Şekil 6.21 Damar içerisinde ve breş yapılarında homojen dağılım gösteren Pb, Ni, Na, Mg, Cu, As, P ve Zn elementleri

Bu elementlerden, Au, Ag, Yb, Sr, Mo ve Cu elementlerinin, 3 boyutlu yüzey ve rölyef haritaları hazırlanmıştır. Haritalar incelendiğinde, Ag ve Mo cevher minerallerinin yığıştığı koyu renkli zonda, Au, Yb, Sr ise kuvars breşlerinde ve Cu ise homojen bir dağılım gözlenmektedir (Şekil 6.22).



Şekil 6.22 Elementlerin 3-boyutlu yüzey ve rölyef haritaları

Önceki analizlerde gözlendiği gibi, Au ile Ag anomalilerine bakıldığında birbirleriyle düzenli bir ilişki sergilemedikleri gözlenmektedir. Altın, demirce zengin hidrotermal damarlarda negatif bir anomali vermekte ve daha çok silisleşmiş zonda yer almakta, gümüş ise her tarafta farklı şidetle anomali vermektedir (Şekil 6.23).



Şekil 6.23 Au ve Ag elementlerinin 3 boyutlu yüzey ve rölyef haritaları

7. SONUÇLAR

Epitermal yataklar ülkemizde çok yaygındır. En çok bilinen epitermal altın yatağı, Ovacık köyü civarındaki yer alan Ovacık altın madeni yatağıdır. Ovacık altın madeni, Türkiye'nin batısında, İzmir'e 100 km uzaktadır. Ayrıca, Bergama'nın 12 km batısında ve Ovacık, Narlıca, Pınarköy ve Çamköy köylerinin civarında yer almaktadır.

Çalışma alanının ana bileşimini oluşturan andezitler Yuntdağ andezitine karşılık gelmektedir. Tez sahasında, 3 farklı andezit birimi (killeşmiş, silisleşmiş ve az bozunmaya uğramamış veya taze andezit) ve bu andezitlerin üzerine gelen andezitik bazalt birimi yer almaktadır.

Kırmızımsı kahverengi ve grimsi-siyah renkli andezit, el örneğinde porfiro afanitik dokulu olup; volkanik cam içerisinde iri feldispat ve yer yer amfibol görülmektedir. Mikroskop altında ise hiyalopilitik porfirik dokulu olup başlıca oligoklaz-andezin, amfibol, biyotit ve tali olarak opak mineraller içermektedir. Killeşme, kloritleşme ve opasitleşme andezitte görülen başlıca bozunma türleridir. Silisleşmiş andezit, gri, sarımsı gri ve kahverengimsi kırmızı renklerde bulunmaktadır. Kahverengimsi kırmızı renkler kayaçtaki demiroksitleşmeden kaynaklanmaktadır. El örneğinde porfiro afanitik dokulu olup; volkanik cam içerinde daha çok kuvars ve yer yer kalsedon mineralleri gözlenmektedir. Mikroskop altında ise, hiyalopilitik porfirik dokulu olup, kriptokristallin kuvarstan oluşan matriks içinde kuvars, silisleşmiş amfibol, feldispat ve yer yer kalsedon fenokristalleri gözlenmektedir. Ayrıca, bazı örneklerde amorf silikadan, kriptokristalin ve kristalin kuvarsa kadar derecelenme gözlenebilmektedir. Silisleşme ve az da olsa killeşme başlıca hidrotermal bozunma tipleridir. Arjilleşmiş andezit, genelde sarımsı gri ve bej renklerinde gözlenmektedir. El örneğinde porfiro afanitik dokulu olup; volkanik cam içerisinde plajiyoklaz mineralleri içermektedir. Mikroskop altında Hiyaloplitik porfirik doku göstermekte ve oligoklaz, andezin, amfibol, biyotit ve opak mineralleri içermektedir. Killeşme en yaygın bozunma türüdür. Plajiyoklaz ve volkanik camları önemli derecede killeşmiştir. Ayrıca, arjilleşmiş andezitin çatlaklarda demir oksitleşme ve karbonatlaşma gözlenmektedir. Andezitik bazalt, koyu siyah ve grimsi siyah renklerine sahiptir. El örneğinde porfiro afanitik

dokuya sahiptir. Andezitik bazaltlar genelde gaz boşluklarına sahiptir. Arazide masif görünümlüdür ancak yer yer akma yapıları da gözlenmektedir. Andezitik bazalt, miroskop altında hiyaloplitik porfirik doku sergilemektedir. Volkanik cam içerisinde ojit, amfibol, biyotit ve plajiyoklaz mineralleri gözlenmektedir. Andezitik bazaltta sossoritleşme oldukça yaygındır. Bu birim, Yuntdağ andezitininin üzerine gelmektedir.

Ovacık köyünün civarında dört farklı kuvars damarları bulunmaktadır. Fakat, cevher, yaklaşık D-B doğrultusunda ve kalınlığı 22 m'ye ulaşan iki kuvars-adularya epitermal damarı (M ve S) içinde yerleşmiş durumdadır. Bu damarlarda, kabuklaşma, kuvars breşi ve hidrotermal breş dokuları gözlenmektedir. Bu damarlarda ortalama 8 m eninde ve sırasıyla 400 m ve 280 m uzunluğunda cevher derecesinde mineralleşme gözlenmektedir. Altın, silisce zengin zonlarda ve kuvars breşlerindeki çatlaklarda bulunmaktadır. M damarında ve civarında hem silisleşme hem de killeşme gözlenmektedir. Bu damarlardan alınan örnekler mikroskop altında tarak, sferulit, lifsi ve şeker doku özelliği göstermekte ve genelde kuvars, silisleşmiş amfibol (ranplasman), biyotit ve feldispat içermektedir.

Ovacık ve civarındaki andezitlerde, tarak dokusu, kabuklaşma, düzenli ve düzensiz boşluklar, kolloform ve kokeyt dokuları gözlenmektedir. Hidrotermal bozunma türlerinden, killeşme, silisleşme, sossoritleşme, demiroksitleşme ve karbonatlaşma gözlenmektedir.

Andezitlerin, cevher mikroskobu altındaki incelemelerinde altın ve gümüş minerallerine rastlanmamıştır. Genel olarak, M ve S damarlarından alınan örneklerde, kuvars, hematit ile limonit ve az da olsa markazit, gotit ve pirit mineralleri gözlenmiştir. Bu örneklerde, sülfid mineralleri (pirit, arsenopirit v.b.) oldukça az bulunmaktadır. Ayrıca, hematit mineralleri, amfibol ve biyotitin çatlaklarında ve dilinimlerinde de gözlenmektedir. Bu örneklerde, daha çok kuvars breş dokusu ile böbreğimsi veya kolloform dokusu gözlenmektedir.

Tüm kayaç jeokimyasal analizlerde, silisleşmiş andezit diğer birimlere göre % SiO_2 açısından yüksek değerlere sahip olup; buna karşın diğer ana oksit elementleri açısından

düşük değerlere sahiptir. Silisleşmiş andezitin, % SiO_2 açısından zenginlik göstermesi kuvarsca zengin olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca diğer ana oksitler açısından fakir olması da, kayacın az miktardaki biyotit minerali dışında başka bir mafik mineral içermemesinden kaynaklanmaktadır. Silisleşmiş andezit birimi içerisindeki SiO_2'in aralık değeri % 79.92-97.90 ve ortalama değeri % 93.96 iken, taze veya az bozunmuş andezit birimlerindeki SiO_2'in aralık değeri % 54.36-68.07 ve ortalama değeri % 63.26 ve arjilleşmiş andezit birimlerindeki SiO_2'in aralık değeri % 51.15-68.08 ve ortalama değeri % 60.90'dır.

İnceleme alanındaki volkanik kayaçların büyük bir bölümü önemli ölçüde silisleşme, demiroksitleşme ve killeşmeye maruz kaldıklarından, gerçek anlamda jeokimyasal bileşimlerden hareketle magma kökeni hakkında yorum yapmak oldukça sakıncalıdır. Ancak bu çalışmada nispeten daha az bozunma gösteren Yuntdağ andezitlerinde yapılan % SiO_2'ye karşılık % Toplam Alkali (K_2O+Na_2O) değerleri (TAS) diyagramına göre, bütün kayaçlar subalkalin karakter sergilemektedirler. Subalkaline karakterli bu kayaçlar, AFM diyagramına yerleştirildiğinde ise, genelde andezit birimleri kalkalkalin yönelimindedir. Ancak, silisleşmiş ve arjilleşmiş örneklerin bazıları toleyitik yönelimdedir. Bu kayaçların toyelitik eğilimin olması, ileri derece demiroksitleşmeden, andezitlerin bozunmalara ve alterasyonlara maruz kalmasından kaynaklanmaktadır.

% SiO_2'ye karşılık % K_2O değişim diyagramına bakıldığında ise, örneklerin çoğu genelde yüksek K Kalkalkalin serisinde yer almaktadır. %Al_2O_3 doygunluk derecesi açısından bakıldığında ise $Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O)$ ve $Al_2O_3/(Na_2O+K_2O)$ oranlarının genelde 1'den büyük olduğu gözlenmektedir. Andezitlerden alınan örneklerin bir çoğunun peralumino karakter sergiledikleri gözlenmektedir. Ancak, silisleşmiş andezit genelde peralkalin karakter sergilemektedir.

Çalışma alanındaki andezit ve andezitik bazalt kayaçlarının ana oksit element değişim diyagramları irdelendiği zaman, birimlerin farklı alanlara düştüğü gözlenmektedir. Taze andezit ve silisleşmiş andezit birimleri karşılaştırıldığında, sislileşmiş andezit % SiO_2 ve % Cr_2O_3 açısından zenginleşme, diğer ana oksitler açısından fakirleşme göstermektedir. Arjilleşmiş andezit ise ana oksit açısından taze andezit birimi ile uyumlu bir ilişki

sergilemektedir. Andezitik bazalt, taze andezit birimine göre % MgO, % Fe_2O_3 ve % MnO açısından az da olsa zenginleşme göstermesine rağmen genelde uyumlu bir ilişki sergilemektedir. Silisleşmiş andezit biriminde gözlenen fakirleşme ve zenginleşme, farklı mineralojik bileşimden ve bozunmadan (silisleşme) kaynaklanmaktadır.

Değişim diyagramlarına bakıldığında, silisleşmiş andezit birimi taze andezit birimine göre, Au, Ge, Ag, Sb, Te ve Hg elementlerince zengin; ancak Ba, Y, Ga, U, Th, La, ve Ce elementlerince fakirdir. Arjilleşmiş andezit ise eser element açısından taze andezit birimi ile uyumlu bir ilişki sergilemektedir. Andezitik bazalt, taze andezit birimine göre In elementince zenginleşme, Ba ve Th elementleri açısından fakirleşme göstermesine rağmen genelde uyumlu bir ilişki sergilemektedir. Bu diyagramlarda da ana oksit diyagramlarında gözlendiği gibi silisleşmiş andezit diğer andezit birimleri ile farklı alanlara düşmektedir. Bu farklılık yine aynı şekilde ana oksit içeriğindeki davranışları desteklemektedir. Kayaçların içermiş oldukları farklı mineralojik bileşim, bozunma ve hidrotermal akışkanların etkisi bu farklılıklara neden olmaktadır.

Çalışma alanında yer alan Yuntdağ andezitinin, önemli derecede bozunmasından dolayı gerek ana oksit gerek eser element değerleri ana kayadan farklıdır. Bu zenginleşme ve fakirleşme, kayaçların kökeni açısından yorum yapılmasına yanıltıcı bilgiler verebilmektedir. Diğerlerine göre taze görünümünde olan andezitik bazaltların, genelde mafik mineral olarak amfibol ve ojiti birlikte içerebilen kalkalkalen karakterli ve daha çok ada yayı kaynaklı bir magmatizmadan türediği söylenebilir.

İnceleme alanında bozunma türlerinden, silisleşme, killeşme ve demir oksitleşme yaygındır. Andezitlerin, kimyasal bozunma indeksi (CIA), Parker indeksi (P) ve bozunma potansiyeli indeksi (WPI) hesaplanmıştır. Arjilleşmiş andezitlerdeki kimyasal bozunma indeksine (CIA) bakıldığı zaman, örneklerde orta-ileri derecede killeşme gözlenmektedir. Ancak; andezit ve andezitik bazalt örneklerindeki CIA değerleri, arjilleşmiş andezite oranla az olup; daha çok orta derecede bozunma derecesini göstermektedir. Silisleşmiş andezit örneklerinde ise CIA değerleri diğer andezitlere göre düşüktür. Silisleşme, kayacın bozunmasından çok sertliğini arttırmaktadır. Tümüyle veya kısmen silisleşmiş andezit diğer kayaçlara oranla daha serttir. Andezitik bazalt ve

arjilleşmiş andezit birimlerinin kimyasal bozunma indeksi (CIA), Parker ve bozunma potansiyeli indeksleriyle ters ilkişkilidir. Parker indeksinin andezitik bazalt ve andezitlerde daha yüksek değer vermesinin nedeni içermiş oldukları sodyum oranlarının fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Diğer bir yaklaşım ise, bu kayaçların sodyum-metasomatizmasından etkilenebileceğidir.

Arazi çalışmaları, ince kesit determinasyonu ve cevher mikroskobu çalışmaları sonucunda, altın ve gümüş minerallerine rastlanmamıştır. Ancak, jeokimyasal analiz sonuçlarında, silisleşmiş andezitlerin ve kuvars damarlarından alınan örneklerin altın ve gümüş içerdiği belirlenmiştir. Kollform-damar yapısı gösteren örnekte yapılan çizgisel analize göre, Au, Zn, Pb, Si, U ve Th elementlerinin daha çok silisleşmiş zonda zenginleştiği gözlenmektedir. Demirce zengin zonlarda ise negatif ilişki sergilemektedirler. Ancak, Ag, Fe, Ti, Mn, Ca, Cr ve Ni elementleri ise demirce zengin zonda daha çok gözlenmektedir.

Noktasal analiz sonuçlarına bakıldığında, Au, Zr, Y, Yb, U, Th, Sr, Si, Rb, Mo ve Br elementleri silisleşmiş şeker ve kolloform dokusunda yoğun olarak gözlenmektedir. Bu elementler, hidrotermal damarın demiroksitleşmiş ve koyu renk gösteren cevherli zonlarında zenginleşme göstermemektedir. Ag, Ti, Mn, Fe, Cr ve Ca elementleri ise cevher minerallerinin yığışığı koyu renkli zonda yer almaktadır. Buna karşın, As, Mg, Na, P, Ni ve Pb elementleri genelde homojen bir dağılım göstermektedir. Bu ilişkilere göre; Au'nın daha çok, son katı fazını tercih eden mobil elementlerle hareket ettiği gözlenmektedir.

Au ile Ag birbirleri ile karşılaştırıldığında, düzenli bir dağılım ilişkisi sergilemedikleri gözlenmektedir. Au daha çok silisleşmiş zonlarda yer alırken, demirce zengin zonlarda gözlenmemektedir. Ag ise oldukça heterojen bir dağılım göstererek alterasyon zonunun belirli bir kısmından ziyade her tarafta farklı şiddette anomali vermektedir.

KAYNAKLAR

Akyürek, B. ve Sosyal, Y. 1978. Kırkağaç-Soma - Savaştepe - Korucu - Ayvalık - Bergama civarının jeolojisi. MTA Jeoloji Dairesi, Rap. No. 6432.

Akyürek, B. ve Sosyal, Y. 1983. Biga yarımadası güneyinin (Savaştepe-Kırkağaç-Korucu-Bergama-Ayvalık) temel jeoloji özellikleri. Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi, 95/96; 1-12.

Altunkaynak, Ş. 1996. Bergama-Ayvalık dolaylarının genç volkanizma magmatizma ilişkilerinin petrolojik açıdan incelenmesi. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı Doktora Tezi, 401 s.

Altunkaynak, Ş. ve Yılmaz, Y. 1998. The Mount Kozak magmatic complex, Western Anatolia. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 85; 211-231.

Caetano, J., Rafael, H., Corrêa, S., Lena, S. M., Jorge, S. B. and Carmen, M. D. 2002. The Batalha Au–granite system—Tapajós Gold Province, Amazonian craton, Brazil: hydrothermal alteration and regional implications. Precambrian Research, 119: 1-4, 225-256.

Casa, G. D., Manni, A., Saviano, G. and Violo, M. 2003. Gold occurrence in Central Italy—the Ponte San Pietro mineralization. Ore Geology Reviews, 23: 3-4, 99-105.

Ercan, T., Erdoğdu, G. ve Türkecan, A. 1984. Edremit-Korucu yöresinin (Balıkesir) Tersiyer stratigrafisi, magmatik kayaçların petrolojisi ve kökensel yorumu. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, C/27, 21-30.

Ercan, T., Ergül, E., Akçaören, F., Çetin, A., Granit, S. ve Asutay, J. 1990. Balıkesir-Bandırma arasının jeolojisi, tersiyer volkanizmasının petrolojisi ve bölgesel yayılımı. MTA dergisi, 110, 113-130.

Erdoğan, S. 1993. Hallaçlar-Köylüce (Havran-Balıkesir) Volkanitlerinde hidrotermal alterasyonlar. Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 73 s.

Erler, A. and Larson, L.T. 1992. Geological settings and geochemical signatures of twenty-two precious metal prospects in Turkey. Geosound, vol, 20, 9-28.

Essarraj, S., Boiron, M.C., Cathelineau, M. and Fourcade, S. 2001. Multistage deformation of Au-quartz veins (Laurieras, French Massif Central): evidence for late gold introduction from microstructural, isotopic and fluid inclusion studies. Tectonophysics, 336: 1-4, 79-99.

Evans, A. M. 1993. Ore geology and industrial minerals. Geoscience Texts, 389 s.

Falconer, D.M., Craw, D., Youngson, J.H. and Faure, K. 2006. Gold and sulphide minerals in Tertiary quartz pebble conglomerate gold placers, Southland, New Zealand. Ore Geology Reviews, In Press.

Guilbert, M. and Park, C.F. 1993. The geology of ore deposits. W H Freeman & Co.

Gu, L., Yuanchuan, Z., Xiaoqian, T., Zaw, K., Fernando, D. P., Changzhi, W., Zeman, T., Jianjun, L., Pei, N. and Xin, L. 2006. Copper, gold and silver enrichment in ore mylonites within massive sulphide orebodies at Hongtoushan VHMS deposit, N.E. China. Ore Geology Reviews, In Press.

Hedenquist, W. and Henley, R.W. 1985. Evidence from active systems and implications for epithermal ore deposition. Econ. Geology, V.80, 1379-1406.

Irvine, T.N. and Baragar, W.R.A. 1971. A Guide to the chemical classification of the common volkanic rocks. Can. Jour. Earth Sci., v.8; 523-548.

İzdar, E. 1968. Kozak intruzif masifi petrolojisi ve Paleozoik çevre kayaçları ile jeolojik bağlantıları. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 11,140-179.

Jankovic, S. 1982. Sb-Ag-Ti-Ba mineral assemblage of hydrothermal-sedimentary origin, Gumuskoy deposit, Kutahya, Turkey. In ore genesis: The State of the Art, Amstrutz, G.C., ed.; 143-149.

MTA. 1993. Türkiye Altın ve Gümüş Envanteri, No:198, 46 s.

MTA. 2003. Türkiye Jeoloji Haritası, İzmir Paftası (1/500 000).

Mullen, E.D. 1983. $MnO/TiO_2/P_2O_5$: a minor element discriminant for basaltic rocks of oceanic environments and its implications for petrogenesis. Earth Planet Sci. Lett., 62, 53-62.

Morrison, G., Guyogi, D. and Jaireth, S. 1998. Textural Zoning in Epithermal Quartz Veins. Amira Project P 247, James Cook University of North Queensland; 21 s.

Okay, A. L. 1984. Kuzeybatı Anadolu'da yer alan metamorfik kuşaklar. Türkiye Jeol. Kur., Ketin Simpozyumu, 83-93.

Okay, A. L., Satır, M., Maluski, H., Siyako, M., Metzger, R. and Akyüz, H.S. 1996. Paleo and Neo-Tethyan events in northwest Turkey. Geological and geochronological Constraints: Yin, A. ve Harrison, T.M., eds. Tectonic Evolution of Asia, 420-441.

Ongür, T. 1972. Dikili-Bergama jeotermal araştırma sahasına ilişkin jeoloji raporu. M.T.A Raporu, 5444.

Oygür, V. 2001. Batı Anadolu'dan örneklerle epitermal kuvars damarlarında görülen dokuların maden aramacılığındaki önemi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 44-2.

Pearce, J.A. 1983. The role of sub-continental litosphere in magma genesis at destructive plate margins. In continental basalts and mantle xenolith. C.J. Hawkesworth and M.J. Norry (eds), 49-230. Nantwich: Shiva.

Pearce, J.A., Harris, N.B. and Tindle, A.G. 1984 Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. Jour. Petrol., v.25, 956-983.

Pearce, J.A. and Cann, J.R. 1973. Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace elements analyses. Earth Planet. Sci. Lett., 12, 339-349.

Pearce, T.H., Gorman, B.E. and Birkett, T.C. 1977. The relationship between major element chemistry and tectonic environment of basic and intermediate volcanic rocks. Earth Planet Sci. Lett., 36, 121-132.

Roberts, R.G. and Sheahan, P. A. 1990. Ore Deposit Models. Geoscience Canada, 195s.

Saha, I. and Venkatesh, A. S. 2002. Invisible gold within sulfides from the Archean Hutti–Maski schist belt, Southern India , Journal of Asian Earth Sciences, 20: 5, 449-457.

Shand, S.J. 1947. Eruptive Rocks. John Wiley, New York.

Simsek, S. 1986. Present status and future development of the Denizli-Kizildere geothermal field of Turkey. Proceedings, 1985 International Symposium on Geothermal Energy, 203-215.

Wood, D.A. 1980. The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary volcanic province. Earth Planet. Sci. Lett., 50, 11-30.

Voicu, G. and Bardoux, M. 2002. Geochemical behavior under tropical weathering of the Barama–Mazaruni greenstone belt at Omai gold mine, Guiana Shield. Applied Geochemistry, 17: 3, 321-336

Yiğit, Ö. 2006. Gold in Turkey – a missing link in Tethyan metallogeny. Ore Geology Reviews, 28, 147-179.

Yildiz, M. and Bailey, E. H. 1978. Mercury deposits in Turkey. US Geological Survey Bulletin, 1456, 80 s.

Yılmaz, Y., Genç, Ş.C., Karacık, Z. ve Aktunkaynak, Ş. 2000. Two contrasting magmatic associations of NW Anatolia and ther tectonic significance. Journal of Geodynamics, 31, 243-271.

Yılmaz, H. 2002. Ovacik Au deposit: An example of quartz-adularia-type Au mineralization in Turkey. Economic Geology, 97, 1829-1839.

Yılmaz, H. 2003a. Exploration at the Kuscayiri Au (Cu) prospect and its implications for prophyry-related mineralization in western Turkey. Journal of Geochemical Exploration, 77, 133-150.

Yılmaz, H. 2003b. Geochemical exploration for gold in Western Turkey: success and failure. Journal of Geochemical Exploration, 80/1, 117-135.

EKLER

EK-1 M-2 örneğinde, 30 noktada yapılan şiddet (Intensity) analiz sonuçları.

EK-2 M-2 ve M-3 örneklerinde yapılan noktasal analiz sonuçlarına göre elementlerin değerleri (CD'de verilmiştir.)

EK-1 M-2 örneğinde, 30 noktada yapılan şiddet (Intensity) analiz sonuçları.

Element		Au	Ag	Si	Ti	Cr	Mn	Zn	Ca	Fe	Pb	Th	U
Birim		ŞİDDET (INTENSITY)											
Silisleşmiş Zon	1	785	0,00	24403	233	493	333	722	316	980	706	595	527
	2	807	0,00	24944	260	452	368	706	333	1001	695	579	558
	3	764	0,00	25182	247	459	383	718	369	1027	695	570	488
	4	748	0,00	25713	219	465	360	761	342	999	646	548	521
	5	735	0,00	25508	245	463	346	690	306	1023	675	594	490
	6	703	0,00	25924	257	467	371	664	314	1034	646	597	561
	7	686	0,00	25784	197	486	367	646	299	988	612	583	502
	8	729	1,00	26183	226	537	394	676	315	1147	621	602	537
	9	714	0,00	26606	268	531	338	715	274	1444	611	607	505
	10	715	0,00	25994	263	553	421	685	312	3570	638	585	547
	11	646	1,00	24192	395	570	813	624	471	13239	645	546	506
Demirce zengin Zon	12	596	0,00	21582	584	747	1345	602	556	27456	623	484	386
	13	562	1,00	19303	752	930	2066	533	676	40471	598	430	355
	14	413	0,00	16371	974	1084	2942	489	720	53071	512	361	320
	15	357	2,00	14216	1127	1252	4056	437	835	64352	448	329	235
	16	276	0,00	12455	1228	1307	5147	345	844	72028	376	338	216
	17	282	0,00	12186	1308	1350	5477	387	867	73765	356	324	183
	18	302	1,00	14459	1119	1275	4387	374	709	66518	357	303	215
	19	416	2,00	16733	965	1082	3137	411	664	56397	400	294	259
	20	435	0,00	18590	808	981	2424	430	560	47591	463	342	271
	21	518	2,00	19929	681	965	1821	493	565	37963	517	389	333
Silisleşmiş Zon	22	606	0,00	21978	537	694	1231	501	475	26246	501	456	369
	23	637	2,00	24405	364	547	623	599	414	10410	592	524	455
	24	725	0,00	25558	284	481	360	644	360	1691	598	577	515
	25	715	0,00	26083	264	422	378	636	329	1245	613	563	512
	26	736	0,00	25478	263	437	337	588	394	1027	600	552	531
	27	758	0,00	25256	238	456	388	621	394	846	619	615	535
	28	741	1,00	24872	257	459	365	594	462	746	595	603	502
	29	757	1,00	24432	273	441	366	659	485	676	592	585	528
	30	736	0,00	23847	290	433	363	609	488	557	643	593	541

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ali Bayram

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 18.10.1979

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Anıttepe Lisesi (1992-1996)

Lisans : ODTU Jeoloji Mühendisliği Bölümü (1996-2002)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü (2003-2006)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Su Yapı Müşavirlik Mühendislik A.Ş. (2004-devam)

Rio Tinto Arama ve Avrasya Sondaj Madencilik Ltd. Şti. (2002-2004)

Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTU) Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji ve Petrografi Öğrenci Asistanı (2001)

Riotur Madencilik A.Ş (2000-2001)

Devlet Su İşleri (DSİ) Aydın Bölgesi (2000)

Yayınları (Abstract)

'Silisified calcalkaline volcanic rocks indicator of gold occurrences: Western Anatolia Turkey (Ali BAYRAM, Yusuf Kagan KADIOGLU)', Goldschmidt Jeokimya Konferansı, Copenhagen Universitesi 5-11 Temmuz 2004.

Petrography and Ore Deposit Relations of Hydrothermal Alterated Volcanic Rocks in the Vicinity of Ovacık, Bergama (Ali BAYRAM, Yusuf Kağan KADIOĞLU)', 10. Uluslararası Ege Bölgeleri Jeolojisi Kolokyumu (IESCA 2005) Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir-Ankara, 4-7 Ocak 2005.