

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**ÇORUM GÜNEYBATISINDAKİ VOLKANİK KAYAÇLARIN JEOLJİK
VE PETROLOJİK ÖZELLİKLERİ VE ALACA HÖYÜK KAZISINDA
JEOARKEOLOJİK ÇALIŞMALAR**

Evren ATAKAY GÜNDOĞDU

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA

2009

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Evren ATAKAY GÜNDOĞDU tarafından hazırlanan “**Çorum Güneybatısındaki Volkanik Kayaçların Jeolojik ve Petrolojik Özellikleri ve Alaca Höyük Kazısında Jeoarkeolojik Çalışmalar**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: *Doç. Dr. İ. Sönmez SAYILI*

Jüri Üyeleri:


Prof. Dr. Hasan BAYHAN

Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü


Prof. Dr. Abidin TEMEL

Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü


Prof. Dr. Aykut ÇINAROĞLU

Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Arkeoloji Bölümü


Yrd. Doç. Dr. Zehra Semra KARAKAŞ

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü


Doç. Dr. İ. Sönmez SAYILI

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Orhan ATAKOL

Enstitü Müdürü

*Anneme, Babama
ve Eşime...*

ÖZET

Doktora Tezi

ÇORUM GÜNEYBATISINDAKİ VOLKANİK KAYAÇLARIN JEOLJİK VE PETROLOJİK ÖZELLİKLERİ VE ALACA HÖYÜK KAZISINDA JEOARKEOLOJİK ÇALIŞMALAR

Evren ATAKAY GÜNDOĞDU

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. İ. Sönmez SAYILI

Bu tez çalışmasında, Çorum-Alaca Höyük çevresinde yer alan volkanik kayaçların mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özellikleri incelenmiş, mineral kimyaları ve izotop oranları belirlenerek volkanizmanın kökeni ve oluşumunda etkili olan süreçler anlaşılmaya çalışılmıştır. Ayrıca, Alaca Höyük arkeolojik kazısı sırasında bulunan taş malzemeleri ve metal curufları incelenmiştir.

İçerdikleri mineral parajenezlerine, jeokimyasal özelliklerine ve radyometrik yaş tayinlerine göre kayaçlar, ojit andezit-I ($52,1 \pm 1,6$ m.y.), riyodasit ($51,4 \pm 1,4$ m.y.), diyorit porfir ($46,7 \pm 1,3$ m.y.), hornblend andezit ($43,6 \pm 0,9$ m.y.), ojit andezit-II ($41,4 \pm 1,4$ m.y.) olarak adlandırılmıştır.

Mineralojik çalışmalar sırasında, plajiyoklaz, biyotit, piroksen ve opaklaşmış amfibol minerallerin gösterdikleri mineralojik ve dokusal özellikler nedeniyle, incelenen volkanik kayaçların oluşumunda magma karışımı süreçlerinin etkili olduğu görülmektedir. Ayrıca, çalışılan volkanitlerin orta potasyumlu ve kalkalkalin karakterde olduğu, dalma-batmaya özgün özellikler sunarak, fraksiyonel kristalleşme, magma karışımı ve kabuksal kirlenme süreçleri ile birlikte, 25-30 km derinlikteki litosferik bir kaynak olan spinel lertzolitin % 15-35 arasında gerçekleşen kısmi ergimesi sonucu yay magmatizması olarak oluştukları sonuçları ortaya çıkmıştır.

Alaca Höyük kazısı sırasında ortaya çıkartılan çeşitli taşların bazılarında yapılan mineralojik çalışmalar, bunların Kalnkaya, Mahmudiye, Kargın ve Deniz köyleri civarında yüzeyleyen hornblend andezit ve diyorit porfir kayaçlarıyla çok büyük benzerlikler sunduğunu göstermiştir.

Kazı alanında bulunan curuflarda bazı ana ve eser element kimyasal analizlerine göre, W, Sn, Fe, Cu, As, Sb, Pb, Zn, Au ve Ag elementlerinde bazı yüksek değerler saptanmıştır. Bu curuflara ait ham cevherlerin olasılıkla polimetalik bir cevherleşmeden kaynaklanabileceği, ayrıca As, Sb, Bi, Hg, Tl, Se, Te ve Au ile Ag zenginleşmelerinden dolayı hidrotermal cevher oluşumu da içerebileceği söylenebilir.

Nisan 2009, 194 sayfa

Anahtar Kelimeler: Çorum, Alaca Höyük, volkanik kayaçlar, kısmi ergime, asimilasyon, fraksiyonel kristalleşme, magma karışımı, jeoarkeoloji

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

GEOLOGICAL AND PETROLOGICAL CHARACTERISTICS OF VOLCANIC ROCKS AT SOUTHWEST OF ÇORUM AND GEOARCHEOLOGICAL STUDIES AT ALACA HÖYÜK EXCAVATION SITE

Evren ATAKAY GÜNDOĞDU

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

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

In this thesis, mineralogical, petrographical and geochemical features of volcanic rocks around Alaca Höyük, Çorum are investigated. Due to the results of mineral chemistry and isotope ratios, the genesis of volcanism and the processes run during the formation of the rocks are tried to understand. In addition, the Stone (rock) materials of the buildings and monuments (sfenks) and slags found during excavations are investigated and evaluated.

According to the mineral paragenesis and geochemical characteristics and depending on radiometric age determinations volcanic rocks are seperated into five groups as augite andesite-I (52,1±1,6 m.a.), rhyodacite (51,4±1,4 m.a.), diorite porphry (46,7±1,3 m.a.), hornblend andesite (43,6±0,9 m.a.), augite andesite-II (41,4±1,4 m.a.).

Due to mineralogical and textural features of plagioclase, biotite, opacitized amphibole minerals, magma mixing processes are affected the volcanic rocks. Data collected from mineral chemistry and isotope studies and also geochemical analyses point out that volcanic rocks contain medium K values and in calcalcaline character. The volcanites formed as a result of arc magmatism in the study area present subduction related and alsı fractional crystallisation, magma mixing, crustal contamination features. The magma which produced these volcanics should result from lithospheric sourced spinel lherzolites with 15-35 % partial melting ratios formed at 25-30 km depths.

Some of the materials found out during excavations at Alaca Höyük exhibit important similarities with the hornblend andesitic and diorite porphyritic rocks cropping out at around Kalınkaya, Mahmudiye, Kargın, and Deniz villages.

The chemical analyses of the slags from excavation sites showed very high Cu and also high W, Sn Fe, As, Sb, Pb, Zn, Ag, and some Au element contents. The slags could possibly indicate the relicts from polymetallic copper ores. Because of As, Sb, Bi, Hg, Tl, Se, Te, and also Au and Ag enrichments, a hydrothermal ore paragenesis can be postulated.

April 2009, 194 pages

Key Words: Çorum, Alaca Höyük, volcanic rocks, partial meltin, assimilation, fractional crystallization, magma mixing, gearcheology

TEŞEKKÜR

Bu çalışma 2005-2009 yılları arasında Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Müdürlüğü tarafından desteklenen 05B4343001 kod nolu projenin katkılarıyla gerçekleştirilmiştir.

Bu doktora tezinin, fikir olarak ortaya çıkmasını sağlayan, başlangıç aşamasından itibaren arazi çalışmalarına eşlik eden, tezin her aşamasında bilgi birikimi, bilimsel katkı ve eleştirileri ile beni yönlendiren, karşılaştığım her sorunu aşmada yardımını ve zamanını esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. İ. Sönmez SAYILI'ya (A.Ü., Mühendislik Fakültesi) teşekkür ederim.

Ayrıca, tezin ana başlıklarından biri olan ve “Jeoarkeoloji” bölümünün oluşumundaki katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. Aykut ÇINAROĞLU (A.Ü., Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi) ve Arkeolog Duygu ÇELİK'e; yapıcı eleştirileriyle çalışmaya katkıda bulunan Tez İzleme Komitesi üyeleri Sayın Prof. Dr. Abidin TEMEL (H.Ü., Mühendislik Fakültesi) ve Yrd. Doç. Dr. Zehra Semra KARAKAŞ'a (A.Ü., Mühendislik Fakültesi); tez jüri üyesi Sayın Prof. Dr. Hasan BAYHAN'a (H.Ü., Mühendislik Fakültesi) teşekkür ederim.

“Mineral Kimyası” çalışmalarını yürüttüğüm CNRS Laboratuvarları (Fransa) öğretim üyelerinden Prof. Dr. Catherine KUZUCUOĞLU, Dr. Olivier ROUER ve Dr. Olivie MONOD'a; yaş tayini çalışmalarında yardımcı olan Dr. Herve GUILLOU'ya ve Fransa'ya gitme olanağını sağlayan Sayın Ahmet TÜRKECAN'a teşekkür ederim.

Hacettepe Üniversitesi'nde gerçekleştirilen, “Elektron Mikroskobu” çalışmalarında yardımcı olan Dr. Evren ÇUBUKÇU'ya, ince kesit ve parlatma işlemlerinde desteğini gördüğüm Okan ZİMİTOĞLU ve Gökçe GÜRTEKİN'e teşekkür ederim. Yine bilgi paylaşımında bulunduğum Hacettepe Üniversitesi'nden Dr. Elif VAROL MURATÇAY'a ve G. Deniz DOĞAN'a, MTA'dan Gökhan ATICI'ya; “İzotop

Analizleri”nin yapımında yardımcı olan ODTÜ Merkez Laboratuvarı çalışanlarından Dr. Serhat KÖKSAL ve Pınar TOKMAKKAYA’ya teşekkür ederim.

Tezin her aşamasında her türlü desteği her zaman karşılıksız veren meslektaş arkadaşlarım Sayın Sinan AKISKA, Azad SAĞLAM, Korhan ESAT ve Gökhan DEMİRELA’ya, Gemoloji Araştırma Grubu üyeleri Seda ÖZDEMİR, Elif EKEN ve Buket YEŞİLÖREN’e çok teşekkür ederim.

Son olarak tezin ortaya çıkışında maddi, manevi her türlü destek ve bu süre içinde gösterdikleri anlayış için aileme ve eşime sonsuz teşekkür ederim.

Evren ATAKAY GÜNDOĞDU

Nisan 2009, Ankara

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	1
1.2 Çalışma Alanının Tanıtımı	1
2. MATERYAL VE YÖNTEM	3
2.1 Saha Çalışmaları	3
2.2 Laboratuvar Çalışmaları	3
2.2.1 Mikroskobik çalışmalar	3
2.2.2 Jeokimya çalışmaları	4
2.2.3 Mineral kimyası çalışmaları	4
2.2.3 İzotop çalışmaları	5
2.3 Büro Çalışmaları	6
3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
4. BÖLGESEL JEOLojİ	12
5. GENEL JEOLojİ	19
5.1 Giriş	19
5.2 Çalışma Alanının Jeolojisi, Mineralojisi ve Petrografisi	24
5.2.1 Ofiyolitik melanj	26
5.2.2 Eosen yaşlı sedimanter birimler	28
5.2.3 Volkanik kayalar	30
5.2.3.1 Ojit andezit-I	32
5.2.3.2 Riyodasit	37
5.2.3.3 Diyorit porfir	41
5.2.3.4 Hornblend andezit	44
5.2.3.5 Ojit andezit-II	60
6. MİNERAL KİMYASI	63
6.1 Piroksen Mineralleri	63
6.2 Amfibol Mineralleri	67
6.3 Plajiyoklaz Mineralleri	68
6.4 Biyotit Minerali	76
6.5 Jeotermometre ve Jeobarometre Hesaplamaları	77
6.5.1 Piroksen jeotermometresi ve jeobarometresi	77
6.5.2 Al-Amfibol Jeobarometresi	81
6.5.3 Amfibol –Plajiyoklaz Jeotermometresi	81
7. JEOKİMYA	84
7.1 Ana Element Jeokimyası	84
7.2 Eser Element Jeokimyası	92
7.3 Nadir Toprak Elementleri (NTE) Jeokimyası	100
7.4 İzotop Jeokimyası	105
8. TARTIŞMA	107

8.1 Kısmi Ergime Modellemesi	107
8.2 Fraksiyonel Kristalleşme	115
8.3 Manto Kaynağı ve Zenginleşmeler	117
9. EKONOMİK JEOLJİ	126
10. JEOLJİ	133
10.1 Arkeolojik Çalışmanın Amacı	133
10.2 Alaca Höyük'ün Arkeolojik Tanıtımı	133
10.3 Kazı İle İlgili Jeolojik Bulgular	136
10.3.1 Sfenks ve diğer doğal taşlar	136
10.3.2 Madencilik çalışmaları ve curuflar	149
11. SONUÇLAR	157
KAYNAKLAR	160
EKLER	171
EK 1 Çalışma alanından alınan volkanik kayaç örneklerinin UTM koordinatları	172
EK 2 Plajiyoklaz mineralleri üzerinde gerçekleştirilmiş mineral kimyası analiz sonuçları (m:merkez, k:kenar, mk:merkez ve kenar arasında, mic:mikrolit, inc:kapanım)	173
EK 3 Klinopiroksen ve Ortopirosen mineralleri üzerinde gerçekleştirilmiş mineral kimyası analiz sonuçları (m:merkez, k:kenar)	187
EK 5 Hornblend andezitlerde bulunan biyotit mineralleri üzerinde gerçekleştirilmiş mineral kimyası analiz sonuçları (m:merkez, k: kenar)	193
ÖZGEÇMİŞ	194

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Çalışma alanının yer bulduru haritası	2
Şekil 4.1 Çankırı Havzası ve çevresinin sadeleştirilmiş jeotektonik haritası (Tüysüz ve Dellaloğlu 1992).	13
Şekil 4.2 Çankırı havzası çevresindeki kayaların Permo-Triyas ile Erken Paleosen arasındaki tektonik evrimini gösteren model kesitler (Tüysüz ve Dellaloğlu 1992).....	15
Şekil 5.1 Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Ateş vd. 2002'den aynen alınmıştır)	20
Şekil 5.2 Çorum yakın civarını içine alan bölgenin jeoloji haritası ve genelleştirilmiş volkanostratigrafik kesitleri (Keskin <i>et al.</i> 2008'den değiştirilerek alınmıştır)	23
Şekil 5.3 Çalışma alanının genel jeoloji haritası (Ateş 1987'den alınmıştır)	25
Şekil 5.4 Mahmudiye-Kalehisar arasındaki yol kenarında izlenen ofiyolitik melanja ait radyolarit (Rd) ve serpantinitlerin (Sp) genel görünümü	27
Şekil 5.5 Serpantinit içinde manyetit (My) damarcıkları, a. Tek nikol, b.Çift nikol	28
Şekil 5.6 Ofiyolitik melanj (Ofm) üzerine çakıltaşları ile başlayan Eosen yaşlı sedimanter birimler (Eos).Çalışma alanının dışında, güneyde Ekmekçi köyü arkası.....	29
Şekil 5.7 Kalinkaya çevresinde gözlenen kumtaşı (Kmt)-marn (Mr) ardalanması.....	29
Şekil 5.8 Kumtaşının mikroskopik görünümü, a. Tek nikol, b. Çift nikol	30
Şekil 5.9 Çalışma alanından alınan kayaçların örnek alım haritası (bazı örnekler birbirine çok yakın alındığından bu haritada gösterilmemiştir)	31
Şekil 5.10 Ojit Andezit-I yüzlekleri, a. Eskikaradona, b. Çaltepe civarı.....	32
Şekil 5.11 Eskikaradona civarında yüzeyleyen ojit andezitler.....	32
Şekil 5.12 Eskikaradona civarında yüzeyleyen ojit andezit-I kayacının el örneğindeki görünümü.....	33
Şekil 5.13 Hipokristalin porfirik dokulu Ojit Andezit-I içinde glomeroporfirik doku sunan piroksen (Pr), plajiyoklaz (Pl) mineralleri ve opak mineraller hiyalopilitik doku sunan hamur içinde, a. Tek nikol, b.Çift nikol.....	33
Şekil 5.14 Glomeroporfirik doku gösteren plajiyoklaz mineralleri (Pl), plajiyoklaz mikrolitleri ve daha az oranda volkan camından oluşan hamur içinde, a. Tek nikol, b.Çift nikol	34
Şekil 5.15 Seriate ve sinosis dokusu gösteren plajiyoklaz (Pl) minerallerinde izlenen salınlı zonlu doku, a. Tek nikol, b.Çift nikol.....	34
Şekil 5.16 Hücremsi ve elek dokusu gösteren plajiyoklaz minerali (Pl) ile birlikte özşekilli piroksen (Pr) minerali, Plajiyoklazın kenarında salınlı zonlanma izlenmekte, a. Tek nikol, b.Çift nikol.....	35
Şekil 5.17 Özşekilli (altıgen) opaklaşmış amfibol relikleri (Amf) ve polisentetik ikizlenme gösteren plajiyoklaz (Pl) mineralleri, a. Tek nikol, b.Çift nikol.....	36
Şekil 5.18 Polisentetik ikizlenme gösteren piroksen minerali (Pr) ve kenarlarından itibaren opazitleşmiş amfibol relikleri (Amf), a. Tek nikol, b.Çift nikol.....	36
Şekil 5.19 Narlık köyü civarında gözlenen riyodasitler.....	37
Şekil 5.20 Riyodasitlerin el örneğindeki görünümleri	37
Şekil 5.21 Riyodasitlerde bantlar şeklinde yoğun demiroksit (limonitik) alterasyonu... 38	

Şekil 5.22 Kırıklı-çatlaklı yapıda zonlu ve ikizlenmeli iri plajiyoklaz fenokristalleri (Pl-1) ile özşekilli, taze, zonlu, ikizlenmeli daha ufak plajiyoklaz fenokristalleri (Pl-2). Ayrıca özşekilli sanidin (Sn) ve biyotit minerali (Bi), a. Tek nikol, b.Çift nikol.	39
Şekil 5.23 Kuvars, plajiyoklaz mikrolitlerinden oluşan hamur içinde özşekilli zonlu doku ve polisentetik ikizlenme gösteren plajiyoklaz mineralleri, a. Tek nikol, b.Çift nikol	39
Şekil 5.24 İnce taneli kuvars ve basit ikizlenme gösteren feldispat (Fel) fenokristalleri mikrokristalen hamur içinde, a. Tek nikol, b.Çift nikol.....	40
Şekil 5.25 Kuvars (Ku) ve feldispattan oluşan hamur malzemesi ve bu minerallerin yer yer ışınal benzeri dizilimler, a. Tek nikol, b.Çift nikol.....	40
Şekil 5.26 Mahmudiye ile Kale Tepe arasında yüzeyleyen diyorit porfirlerin arazi ve el örneği görüntüleri	41
Şekil 5.27 İntergranüler dokuya sahip diyorit porfirde zonlu doku, basit ve polisentetik ikizlenme gösteren plajiyoklaz (Pl) mineralleri, yer yer elek dokularıda gözlenmekte(Ple), a. Tek nikol, b. Çift nikol	42
Şekil 5.28 Salınlı zonlu doku gösteren plajiyoklaz (Pl) minerali, bazı zonlar boyunca alterasyon gözlenmektedir, a. Tek nikol, b.Çift nikol.....	43
Şekil 5.29 Yeşilimsi-kahverengi renkli pleyokroizma gösteren, kenar zonlarında opak mineraller zenginleşmiş olan amfibol minerali (Amf), a. Tek nikol, b.Çift nikol.....	43
Şekil 5.30 Diyorit porfirlerde piroksenler (Pr) ve hamurda demir oksit mineralleri, a. Tek nikol, b.Çift nikol	43
Şekil 5.31 Kalıncaya bölgesinde yer alan hornblend andezitlerin genel görünümü.....	44
Şekil 5.32 Dolay Tepe’de dom şekilli hornblend andezit yüzleşti (Kalıncaya köyü batısından güneye doğru bakış)	44
Şekil 5.33 Kalıncaya bölgesinde yer alan porfiro-afanit dokulu, hafif altere olarak yeşilleşmiş hornblend andezit kayacı.	45
Şekil 5.34 Karakaya köyü yakınında izlenen hornblend andezitlerin a) arazi görüntüsü, b-kayacın yakından görünümü Bi: biyotit minerali.....	45
Şekil 5.35 Bölgedeki en önemli yükseltilerden biri olan Kale Tepe civarındaki kayaçların arazi görünümü	46
Şekil 5.36.a. Kargın çevresinde gözlenen hornblend andezit kayacının arazi görüntüsü,	47
b. Özşekilli amfibol ve plajiyoklaz fenokristalleri içeren kayacın yakından görünümü.47	
Şekil 5.37 Narlık köyü batısında karayolu yakınında yüzeyleyen hornblend andezitlerde a. Soğuma çatlakları, b.c. Kayaçtaki koyu renkli minerallerde izlenen yönlenme.....	48
Şekil 5.38 Hornblend andezitte basit ikizlenme ve zonlu doku gösteren özşekilli amfibol mineralleri (Amf) ve İkizlenme ve salınlı zonlanma gösteren plajiyoklazlar (Pl), a. Tek nikol, b.Çift nikol	48
Şekil 5.39 Elek dokulu olan plajiyoklazların çift nikol görüntüleri.....	49
Şekil 5.40 Kenar zonlara doğru reaksiyon kuşağı oluşan ve elek dokusu gösteren plajiyoklaz mineralleri.....	50
Şekil 5.41 Plajiyoklaz tanelerinin kenarlarında yuvarlaklaşmalar, kemirilmeler ve içiçe (veya üst üste) büyümeler.	50

Şekil 5.42 Kayaç içerisinde zonlu doku gösteren özşekilli, temiz yüzeyle plajiyoklazların çift nikol görüntüleri, plajiyoklaz içerisinde amfibol minerali kapanımları da gözlenmektedir	51
Şekil 5.43 Özşekilli ve prizmatik amfibol mineralleri, hem fenokristal olarak hemde hamur içinde gözlenmekte, a.Tek nikol, b.Çift nikol	51
Şekil 5.44 Hornblend andezitler içinde zonlu doku gösteren özşekilli hornblendler ve zonlu doku gösteren plajiyoklaz minerali, a.Tek nikol, b.Çift nikol	52
Şekil 5.45 Opaklaşmış hornblendlerden çift nikol görüntüleri	52
Şekil 5.46 Biotitin etrafında oluşan amfibol reaksiyon kuşağı, a.Tek nikol, b.Çift nikol	53
Şekil 5.47 Hornblend andezit içinde kenar kısımlarında yuvarlaklaşma gelişen biyotit minerali, a.Tek nikol, b.Çift nikol	53
Şekil 5.48 Dasit yönelimli hornblend andezitler içinde elek dokusu, zonlanma ve kenar kısımlarında reaksiyon kuşağı görülen plajiyoklaz minerallerinin çift nikol görüntüleri	54
Şekil 5.49 Zonlu doku ve kuvvetli yeşil pleokroyizma gösteren amfibol mineralleri, a.Tek nikol, b.Çift nikol	55
Şekil 5.50 Kenarlarında opak mineral kapanımları gözlenen amfibol mineralleri, a.Tek nikol, b.Çift nikol	55
Şekil 5.51 Karakaya köyü civarında karayolu kenarında izlenen hornblend andezitlerdeki anklavların yakından görünümü, a. I. tür anklav, b. II. tür anklav	56
Şekil 5.52 Kargın köyü civarındaki hornblend andezitlerde izlenen anklavlar, a. II. tür anklav, b. I. tür anklav	57
Şekil 5.53 I. Tür anklavlarda amfibol minerallerinin merkezlerinde biyotit (Bi) oluşumu ve plajiyoklazlar (Pl), a.Tek nikol, b.Çift nikol	58
Şekil 5.54 Özşekilli ve prizmatik amfibol mineralleri ve zonlu doku gösteren amfibol minerali, polisentetik ikizlenme ve zonlu doku gösteren plajiyoklaz mineralleri, a.Tek nikol, b.Çift nikol	58
Şekil 5.55 Hornblend andezit ile dokanağı olan anklav içinde plajiyoklazlar, biyotitler ve opak mineraller, a.Tek nikol, b.Çift nikol	59
Şekil 5.56 II. tür anklav içinde plajiyoklazlar, biyotitler ve opak mineraller, a.Tek nikol, b.Çift nikol	59
Şekil 5.57.a. Ojit andezit-II kayacının sahadaki görünümü, b. Afanitik dokulu, plajiyoklaz fenokristalleri içeren kayacın yakından görüntüsü	60
Şekil 5.58 Siyah rengi ile kolaylıkla tanınan ojit andezit-II (Oj. And.) kayacı etrafındaki alterasyon zonu ve andezitlerde bozunmalar, ana kayaç hornblend andezit (Hb. And.)	61
Şekil 5.59 Ojit andezit-II kayacında plajiyoklaz mikrolitlerinden oluşmuş hamur içinde yer alan piroksen fenokristali ve içindeki plajiyoklaz kapanımları, a.Tek nikol, b.Çift nikol	62
Şekil 5.60 Ojit andezit-II kayacında polisentetik ikizlenme ve zonlu doku gösteren plajiyoklaz fenokristalleri. Hamur plajiyoklaz mikrolitleri ve az oranda volkan camından oluşmaktadır, a.Tek nikol, b.Çift nikol	62
Şekil 6.1 Narlık (Çaltepe) CA-68, Eskikaradona CA-83e, CA-92 ve CA-102b, Yenikaradona CA- 80 örneklerine ait klinopiroksen ve ortopiroksen minerallerinin Morimoto, 1988'nun Wo-En-Fs diyagramı üzerindeki dağılımı	64

Şekil 6.2 CA-80 örneğinde (ojit andezit-I) yer alan klinopiroksen (Kpx) ve ortopiroksene (Opx) ait Mg-Ca-Fe element dağılım haritası.....	65
Şekil 6.3 CA-123 örneğinde (ojit andezit-II) yeralan klinopiroksen ve ortopiroksen minerallerinin Morimoto, 1988'nun Wo-En-Fs diyagramı üzerindeki dağılımı.....	66
Şekil 6.4 CA-123 örneğinde (ojit andezit-II) yer alan klinopiroksen (Kpx) ve ortopiroksene (Opx) ait Fe- Ca- Mg element dağılım haritası.....	66
Şekil 6.5 Amfibol minerallerinin Leake <i>et al.</i> 1997'in Si – Mg(Mg+Fe+2) diyagramı üzerindeki dağılımı.....	67
Şekil 6.6 Ojit andezit-I örneklerine ait plajiyoklaz minerallerinin Ab-An-Or diyagramı.....	68
Şekil 6.7 CA-92 örneğinde yer alan plajiyoklaz mineralinin kenarında diğer kenarına doğru Ca-Na element oranları.....	69
Şekil 6.8 CA-80 örneğinde yer alan plajiyoklazların Ca ve Na element dağılım haritası.....	69
Şekil 6.9 Hornblend andezit örneklerine ait plajiyoklaz minerallerinin Ab-An-Or diyagramı.....	70
Şekil 6.10 CA-43 örneğinde yer alan plajiyoklaz mineralinin Si, Al, K, Na ve Ca element haritası (Element haritasının kenarında yer alan renk skalası bolluk oranlarını göstermektedir. Kırmızı en bol, mor en az).....	71
Şekil 6.11 CA-43 örneğinde yer alan plajiyoklaz mineralinin Si, Al, K, Na ve Ca element haritası(Element haritasının kenarında yer alan renk skalası bolluk oranlarını göstermektedir. Kırmızı en bol, mor en az).....	71
Şekil 6.12 CA-96b örneğinde yer alan hücremsi plajiyoklazların Al, Na, Si, Ca element haritası.....	72
Şekil 6.13 Hornblend andezit içindeki anklav örneklerinde (CA-43a, CA-43b ve CA-51a) plajiyoklaz minerallerinin Ab-An-Or diyagramı.....	73
Şekil 6.14 CA-43b örneğinde yer alan plajiyoklazların Na ve Ca element dağılım haritası.....	73
Şekil 6.15 Riyodasit örneklerine ait plajiyoklaz minerallerinin Ab-An-Or diyagramı..	74
Şekil 6.16 CA-75 örneğinde yer alan plajiyoklaz mineralinin Na ve Ca element dağılım haritası.....	75
Şekil 6.17 Ojit andezit-II örneğine ait plajiyoklaz minerallerinin Ab-An-Or diyagramı.....	75
Şekil 6.18 CA-123 örneğinde yer alan plajiyoklaz mineralinin Na ve Ca element dağılım haritası.....	76
Şekil 6.19 Mika minerallerinin Mg(Mg+Fe)'e karşı Al diyagramı.....	77
Şekil 6.20 Ojit andezit-I ve ojit andezit-II örnekleri için oluşturulmuş En-Di-Hd-Fs sıcaklık diyagramları (Lindsley 1983).....	79
Şekil 7.1 Çalışma alanındaki volkanitlerin Toplam alkali-SiO ₂ (TAS) diyagramı (Le Bas <i>e al.</i> 1986) (kesikli eğri çizgi (Miyashiro 1978) alkali-subalkali ayırımını göstermektedir).....	87
Şekil 7.2 Çalışma alanındaki volkanitlerin SiO ₂ 'ye karşı Zr/TiO ₂ sınıflama diyagramı (Winchester and Floyd, 1977).....	88
Şekil 7.3 Çalışma alanındaki volkanitlerin AFM diyagramı (Irvine and Baragar, 1971) diyagramı üzerindeki dağılımları.....	88
Şekil 7.4 Çalışma alanındaki volkanitlerin K ₂ O-SiO ₂ diyagramı (Peccerillo and Taylor, 1976) üzerinde yer aldıkları alan.....	89

Şekil 7.5 Çalışma alanının volkanik kayaçlarının SiO ₂ 'ye karşı ana element değişim diyagramları.....	91
Şekil 7.6 Çalışma alanındaki volkanik kayaçların SiO ₂ 'ye karşı eser element değişim diyagramları.....	95
Şekil 7.7 Çalışma alanında yer alan volkanik kayaçların MORB'a (Pearce 1983) göre normalize edilmiş örümcek diyagramları.....	98
Şekil 7.8 Çalışma alanında yer alan volkanik kayaçların N-MORB'a (Sun and McDonough, 1989) göre normalize edilmiş örümcek diyagramları.....	99
Şekil 7.9 Çalışma alanında yer alan volkanik kayaçların kondrite (Sun and McDonough 1989) göre normalize edilmiş örümcek diyagramları.....	103
Şekil 7.10 Çalışma alanında yer alan volkanik kayaçlarının ve üst kabuk bileşimin kondrite (Sun and McDonough, 1989) göre normalize edilmiş örümcek diyagramları (Üst Kabuk verileri, Taylor and McLennan, 1985'den alınmıştır).....	104
Şekil 7.11 ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr- ¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd izotop korelasyon diyagramı, örneklerin simge ve renkleri Şekil 7.10 daki gibidir (Veri Kaynakları: MORB ve OIB: O'Nions <i>et al.</i> 1977; Cohen and O'Nions, 1982; Dosso and Murthy, 1980; Hoffman and White, 1982; Ada Yayınları: Hawkesworth <i>et al.</i> , 1977,1979a; Kıta Kenarı Volkanikleri: Hawkesworth <i>et al.</i> , 1979b,1982; Lewis Granülitleri: Hamilton <i>et al.</i> ,1979; UC: Goldstein <i>et al.</i> 1984).....	106
Şekil 8.1 Shaw (1970) tarafından önerilen, yığın ve fraksiyonel ergime denklemleri ile oluşturulmuş ergime eğrilerini gösteren La-Ce diyagramı.....	114
Şekil 8.2 Shaw (1970) tarafından önerilen, yığın ve fraksiyonel ergime denklemleri ile oluşturulmuş ergime eğrilerini gösteren La-La/Nd diyagramı.....	114
Şekil 8.3 Shaw (1970) tarafından önerilen, yığın ve fraksiyonel ergime denklemleri ile oluşturulmuş ergime eğrilerini gösteren La-La/Sm diyagramı.....	115
Şekil 8.4 SiO ₂ 'ye karşı ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr değişim diyagramı.....	116
Şekil 8.5 ¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd'ye karşı SiO ₂ değişim diyagramı.....	117
Şekil 8.6 Zr/Nb'e karşı Zr karşı değişim diyagramı.....	117
Şekil 8.7 Çalışma alanı volkanik kayaçlarına ait Zr/Nb-Ce/Y değişim diyagramı (Ortalama OIB değeri Sun 1980, MORB değeri Pearce 1983'den alınmıştır).....	119
Şekil 8.8 Çalışma alanında yer alan volkanik kayaçlar için La-Ta-K ₂ O/Th değişim diyagramı (Karşılaştırma verileri; Chen and Frey 1985, Ito <i>et al.</i> 1987, Kempton <i>et al.</i> 1987, Ormerod <i>et al.</i> 1988, Kay <i>et al.</i> 1991; Huang <i>et al.</i> 2000 ve belirlenmiş alanlar Varol-Muratçay 2006'dan alınmıştır).....	119
Şekil 8.9 Y/Nb-Zr/Nb değişim diyagramı.....	120
Şekil 8.10 Nb/Y-Th/Y değişim diyagramı (Karşılaştırma verileri; Chen and Frey 1985, Ito <i>et al.</i> 1987, Kempton <i>et al.</i> 1987, Ormerod <i>et al.</i> 1988, Kay <i>et al.</i> 1991, Huang <i>et al.</i> 2000 ve belirlenmiş alanlar Varol-Muratçay 2006'dan alınmıştır).....	121
Şekil 8.11 Th/Y 'ya karşı Rb/Y diyagramı.....	122
Şekil 8.12 Nb/Y-Rb/Y değişim diyagramı (Karşılaştırma verileri; Hickey <i>et al.</i> 1986, Ormerod <i>et al.</i> 1988, Chaffey <i>et al.</i> ve belirlenmiş alanlar Varol-Muratçay 2006'dan alınmıştır).....	123
Şekil 8.13 Çalışma alanında yer alan volkanik kayaçların tektonik ayırtman diyagramlarındaki konumları a. Nb*2-Zr/4-Y (Meschede, 1986), b. Hf/3-Th-Ta (Wood 1980).....	124

Şekil 8.14 Pearce <i>et al.</i> 1984'ün oluşturduğu Y-Nb ve Y+Yb-Rb tektonik ayırtman diyagramları.....	124
Şekil 9.1 Ziyaret tepe civarında gözlenen yoğun limonitleşme ve silisleşme.....	126
Şekil 9.2 Ana kayaçta gözlenen konumda gözlenen silisli ve limonitik alterasyon	127
Şekil 9.3 Silisli ve hematitli damarlar	127
Şekil 9.4 Ana kayaç içinde demiroksitli ve silisli çözeltiler	128
Şekil 9.5 Kayaçlar üzerinde gözlenen fay çizikleri.....	128
Şekil 9.6 İlksel özelliğini kaybetmiş ana kayaca ait parçalar ve demiroksitleşme, a. Tek nikol, b. Çift nikol	129
Şekil 9.7 Silisleşmiş ve yer yer demiroksit boyamaları, a. Tek nikol, b. Çift nikol	129
Şekil 9.8 Birinci evrede oluşmuş silisleşmeleri (S1) kesen ikinci evre silis damarları(S2), a. Tek nikol, b. Çift nikol	130
Şekil 10.1 Alaca Höyük kazı alanının havadan görüntüsü	134
Şekil 10.2 Giriş kapısının sağında ve solunda yer alan sfenksler	137
Şekil 10.3.a. Giriş kapısında yer alan sağdaki sfenks, b. Sfenks üzerinde yer alan kabartmalar ve taşın(kayacın) porfirik dokusu, c. Kalinkaya bölgesinin hornblend andeziti	137
Şekil 10.4.a. Aditon alanı, b.c. Aditon alanının duvarlarında kullanılan hornblend andezitler	138
Şekil 10.5 Aditon alanında bulunan ve makroskobik olarak Kargın hornblend andezitlerine (dasit yönelimli) benzeyen yapı taşı	139
Şekil 10.6.a. Deniz Köyü yakın civarında Mahkemegelediği Tepe bölgesinde yer alan dasit yönelimli hornblend andezitin arazideki görünümü, b. Kargın hornblend andezitlerinin (dasit yönelimli) arazide yakından görünümü.....	139
Şekil 10.7 Baraj alanında yer alan kaideler.....	140
Şekil 10.8 Baraj alanından (Gölpınar mevki, Köşkönü) taşınarak kazı alanına getirilen a. Kabartmalı temel taşları (Ortostad), b. Boğa protomu	140
Şekil 10.9 Mabet sarayındaki kapı girişlerinde kullanılan Deniz Köyü yakın civarında Mahkemegelediği Tepe bölgesinde yer alan dasit yönelimli hornblend andezit.....	141
Şekil 10.10.a. Avlu olarak tanımlanan bölümde yan duvarlarda kullanılan riyodasit kayacı, b. Limonit-hematit boyamalarının yakından görünümü	142
Şekil 10.11 Avlu olarak tanımlanan bölümde yer döşemesi olarak kullanılan riyodasit kayaçları	142
Şekil 10.12 Narlık Köyü çevresinde ve Ali Ağa piknik alanı civarında yüzeyleşmiş riyodasit kayaçları	142
Şekil 10.13 Kalinkaya köyünün batısında hornblend andezit olarak haritalanan alan içinde yontulmaya başlanan ama yapımında yarım bırakılan ham taşlar.....	143
Şekil 10.14 Kalinkaya köyü batısında çok düzgün bir yüzey halinde bulunan volkanik kayaçlar (hornblend andezit)	143
Şekil 10.15 Kaletepe eteklerinde bulunan anıt kaidesi (?) olabileceği düşünülen oyuklu taşlar	144
Şekil 10.16 Kalinkaya doğusunda Ziyaret Tepe bölgesinde kenarları ve köşeleri yontulmuş, tahta ya da oturağa benzeyen malzeme	144
Şekil 10.17.a. Sfenkslerin yapımında kullanılan taş (altere hornblend andezit), b. Avludaki yan duvar taşlarından biri	145

Şekil 10.18.a.Sfenkslerin yapımında kullanılan hornblend andezitin incekesit (çift nikol) görüntüsü, b.Kalınkaya bölgesinde yer alan hornblend andezitlerin incekesit görüntüsü (çift nikol).....	145
Şekil 10.19.a.Avluda yan duvarlarda kullanılan taşlardan alınan örneğin ince kesit görüntüsü (çift nikol), b. Çalışma alanında Mahmudiye köyü civarında yayılım gösteren diyorit porfir kayacının incekesit görüntüsü (çift nikol)....	146
Şekil 10.20 CUR-5 örneğinde ilksel kayaca ait olduğu düşünülen bölümün ve curufun ince kesit görüntüsü, a. Tek nikol, b. Çift nikol.....	147
Şekil 10.21 Alaca Höyük Gölpınar mevkiinde yer alan barajın genel görünümü	148
Şekil 10.22 Alacahöyük ve çevresinin 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası (Ateş 1987)...	148
Şekil 10.23 Barajın genel görünümü.....	149
Şekil 10.24 Atölye olarak düşünülen alanın görüntüsü. Güneyden kuzeye bakış. Fırınlara (F) aşağıda ayrıntılı olarak resimlenmiştir	150
Şekil 10.25 Atölye’de yer alan fırınların (F) görüntüsü (Şekil 10.24’de yer alan fırınlardan daha fazla sayıda olmasının nedeni fotoğrafın daha sonraki kazı evresinde çekilmiş olmasıdır).....	150
Şekil 10.26.a.Hornblend andezitten yapılmış ezme taşı, b.Maden atölyesinde bulunan oluklu taş	151
Şekil 10.27 İçinde bakır eriyiklerinin oksitlenmesi sonucu yeşil renkli bakır oksit kalıntıları izlenen potalar	151
Şekil 10.28 Analizi yapılan bazı curuf örneklerinin fotoğrafları	152
Şekil 10.29 Analizi yapılan demir curufu	152
Şekil 10.30 Demir curufu ile aynı yerde bulunan (III. Kültür katı) demir uçlu hançer.	154
Şekil 10.31 CUR-2, 3, 4, 5 örneklerinin çıktığı kültür katında (II. Kültür Katı) bulunan tunç iğneler	154
Şekil 10.32 Altın süs eşyaları.....	155

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 5.1 Hamamözü formasyonunun lavlarının mineralojik bileşim ve dokusal özellikleri (Keskin <i>et al.</i> 2008'den alınmıştır)	22
Çizelge 6.1 Ojit andezit-I ve ojit andezit-II örneklerine ait sıcaklık değerleri.....	78
Çizelge 6.2 Farklı araştırmacılara göre hesaplanmış yaklaşık sıcaklık değerleri	80
Çizelge 6.3 Ojit andezit-I ve ojit andezit-II kayalarında bulunan klinopiroksen mineralleri kullanılarak Nimis (1999)'a göre hesaplanan tahmini basınç değerleri.....	80
Çizelge 6.4 Amfibol mineral kimyası analizleri kullanılarak hesaplanan tahmini basınç değerleri	81
Çizelge 6.5 Amfibol-Plajiyoklaz termometresi tahmini hesaplanan sıcaklık değerleri (Blundy and Holland 1990).....	82
Çizelge 6.6 Çalışma alanında yer alan ojit andezit-I (OA-I), hornblend andezit (HB), ojit andezit-II (OA-II) ve I. tür anklav (HBA) için hesaplanan jeotermometre, jeobarometre ve derinlik değerleri.....	83
Çizelge 7.1 Çalışma alanında yer alan volkanik kayaların ana element değerleri (A.K: Ateşte Kayıp, TOP: Toplam)	85
Çizelge 7.2 Çalışma alanında yer alan volkanik kayaların eser element değerleri	93
Çizelge 7.3 Çalışma alanı volkanik kayaç gruplarının Ba/Ta ve Ba/Nb oranları	97
Çizelge 7.4 Çalışma alanında yer alan volkanik kayaçların nadir toprak element değerleri.....	101
Çizelge 7.5 Çalışma alanında yer alan volkanik kayaların ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr ve ¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd analiz sonuçları.....	106
Çizelge 8.1 Çalışma alanı volkanik kayalarının tahmini kaynak bileşimi, bölümsel ergime dereceleri ve ergime modellemesinde kullanılan parametreler.....	111
Çizelge 9.1 Bölgeden alınan kayaçlara ait ana ve eser element analiz sonuçları (A.K:Ateşte kayıp, TOP:Toplam)	131
Çizelge 10.1 Curuf örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları	156

1. GİRİŞ

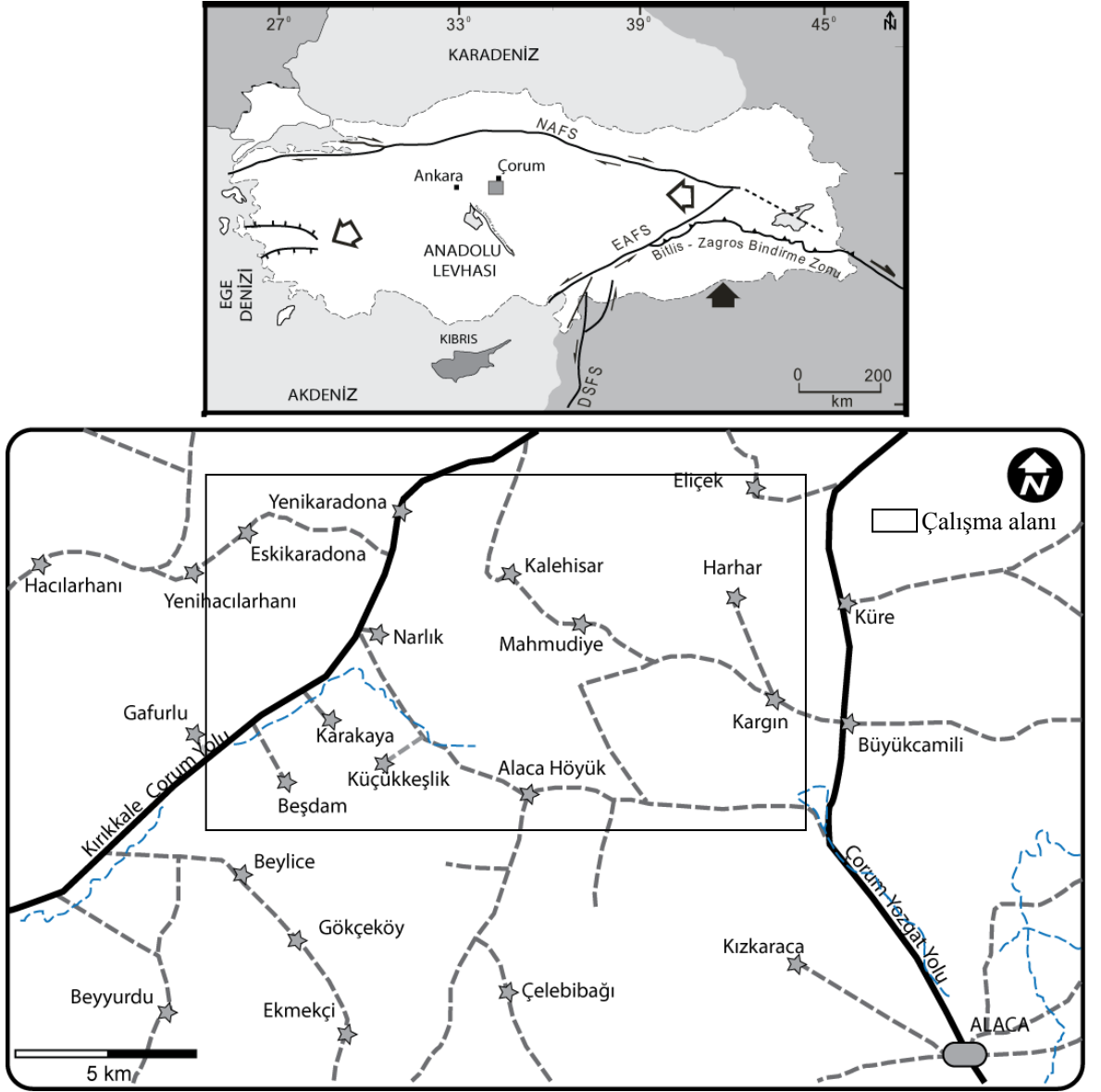
1.1 Tezin Amacı

Tezin amacı, Çorum'un güneybatısında Alaca Höyük civarında yaklaşık 80 km²'lik bir çalışma alanı içinde yüzeyleyen volkanik kayaçların ayırtılarak haritalanması, mineralojik ve petrografik özelliklerinin belirlenmesi, ayrıca mineral ve kayaç kimyalarının ortaya konulmasıdır. Ayırtılan volkanik kayaçlarda izotop analizleri ile gerek magma kaynaklarının tartışılması gerekse yaş tayinleri yapılarak oluşum zamanlarının belirlenmesi ile petrolojik ve levha tektonik yorumlamaların yapılması çalışmanın diğer önemli amaçlarını oluşturmaktadır. Ayrıca Alaca Höyük arkeolojik kazısı sırasında başta andezitler ve metal curufları olmak üzere bulunan bazı objelerin incelenmesi ve yorumlanması gerçekleştirilmiştir.

1.2 Çalışma Alanının Tanıtımı

Çalışma alanı, Çorum-Sungurlu karayolu üzerinde Çorum'un yaklaşık 40 km güneyinde Alaca Höyük beldesi (ve kazı alanı) civarında yer almakta (Şekil 1.1) ve başta H 33 a3 1/25.000 ölçekli paftası olmak üzere a4, b4, c1, d1, d2 paftalarında yaklaşık 80 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Sahada başlıca Karakaya, Narlık, Kalınkaya, Mahmudiye, Kalehisar, Kargın, Yenikaradona ve Eskikaradona köyleri bulunmaktadır. İnceleme alanı içinde ulaşım genellikle stabilize yollardan olmaktadır.

Bölgede ortalama yükseklik 1000-1500 metre arasında değişmektedir. İnceleme alanı içinde çok sayıda tepe bulunmaktadır. Ancak jeolojik araştırmalara yakın bazı önemli yükseltiler olarak Çaltepe, Sarı Tepe, Kale Tepe, Dolay Tepe, Ziyaret Tepe, Ören Tepe, Avdul Tepe ve Mahkemegediği Tepe sayılabilir. Sahada en önemli akaçlama sistemi inceleme alanının doğusunda ve kuzeyinde yoğunlaşmış olup Tekmezar Dere, Narlıközü Dere, Kaleözü Dere ve Meydanözü Deredir.



Şekil 1.1 Çalışma alanının yer buldur haritası

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma konusu ile ilgili olarak yapılan çalışmalar başlıca, sahada harita revizyonu, örnek alımları ve seçilen örnekler üzerinde yapılan laboratuvar analizlerinden oluşmaktadır. Elde edilen veriler, büroda yapılan çalışmalarla görsel hale getirilmiştir. Bu nedenle, çalışmalar ve uygulanan analiz yöntemleri ve özellikleri aşağıda saha, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere üç ayrı bölümde toplanarak sunulmuştur.

2.1 Saha Çalışmaları

2005-2007 yaz aylarında yapılan arazi çalışmaları ile mevcut olan 1/25.000 ölçekli jeoloji haritaları üzerinde bazı revizyonlar yapılmış, bölgede yer alan farklı volkanik kayalardan sistematik olarak 138 adet örnek alınmıştır. Çalışma alanından alınan örneklerin adlandırılması için seçilen sistematik şöyledir: **Çorum Alaca Höyük** civarından alınan örneklerde **CA** kısaltması (Çorum'un Ç harfi yerine rumuz **C** olarak kabul edilmiştir), saha çalışmalarına başlamadan önce yapılan ilk geziler sırasında **Çorum EskiKaradona köyü** yakınından alınan örnekler için **CEK** kısaltması kullanılmıştır. Ayrıca Alaca Höyük kazı alanından alınan curuf örnekleri analizleri için **CUR** kısaltması tercih edilmiştir.

2.2 Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuvar çalışmaları; Mikroskobik-, Jeokimyasal-, Mineral Kimyası- ve İzotop Çalışmaları başlıkları altında aşağıda sunulmuştur.

2.2.1 Mikroskobik çalışmalar

İnceleme alanından alınan 138 örnekten Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi (AÜMF) Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit ve Parlatma Laboratuvarı'nda ve Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) Maden Analizleri ve Teknoloji

(MAT) Dairesi Mineraloji-Petrografi Laboratuvarları Birimi'nde 177 adet incekesit hazırlanmıştır. Petrografik tanımlamalar yapmak üzere incekesitler Leica marka DM/LSP model polarizan mikroskopta incelenmiştir. Önemli bulunan kesitlerden mineralojik bileşimi ve dokusal özellikleri yansıtmak üzere çok sayıda fotoğraf çekilmiştir.

2.2.2 Jeokimya çalışmaları

Çalışma alanından derlenen örnekler üzerinde mineralojik ve petrografik incelemeler yapıldıktan sonra volkanik kayalardan 50 adet, altere kayalardan 10 adet ve curuf örneklerinden 8 adet örnek jeokimyasal analizler için seçilmiştir. Örnekler çekiç ile parçalara ayrıldıktan sonra AÜMF Jeoloji Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında çeneli kırıcı ile 0.5 cm'nin altına kırılmıştır. Kırılan tüm örnekler Fritsch marka öğütücüde 200 mesh'in altına öğütülmüştür. 30 gram civarında ağırlıkları olan örnekler naylon torbalara konularak numaralanmış ve Kanada ACME laboratuvarlarına ana, eser ve nadir toprak element analizleri için gönderilmiştir. Bu laboratuvarlarda örnekler ana element bileşimleri için ICP-ES yöntemi ile eser element bileşimleri ise ICP-MS yöntemi kullanılarak (Group 4A + 4B ve 1F yöntemi) analiz edilmişlerdir. Analiz yöntemi hakkında ayrıntılı bilgi <http://acmelab.com> sitesinden Price Brochure başlığı altında ICP-MS Ultratrace Packaces seçeneği ile görülebilir.

2.2.3 Mineral kimyası çalışmaları

Volkanik kayalarda, ayırtlanan farklı kayaç türlerinde oluşum koşullarını anlamak amacıyla 16 adet incekesitteki plajiyoklaz, amfibol, piroksen, biyotit ve opak mineraller üzerinde çok sayıda nokta analizleri yapılmış ve element dağılım haritaları gerçekleştirilmiştir. Mineral Kimyası analizleri Fransa'da (CNRS-BRGM) (Centre National de la Recherche Scientifique) Microprobe Laboratuvarları'nda ve Hacettepe Üniversitesi Elektron Mikroskobu Laboratuvarları'nda yapılmıştır.

CNSR-BRGM Mikroprop laboratuvarında analizler, CAMECA SX50 model mikroprop cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Bu cihazda örnek üzerine gönderilen ışınlar 12 nA akım değerine, 15 kV gerilim (voltaj) değerine sahiptir.

Hacettepe Üniversitesi Elektron Mikroskobu Laboratuvarı'nda analizler Zeiss EVO-50 EP model taramalı elektron mikroskobuna entegre olmuş Bruker-Axs Quantax X-Flash 3001 EDS ile yapılmıştır. İncekesitler parlatma işleminden sonra karbon ile kaplanarak cihaza konulmuş ve görüntülemeler ile nokta ya da profil analizlerinde BSE (Back Scattered Electron) ve SE (Secondary Electron) dedektörleri kullanılmıştır.

2.2.3 İzotop çalışmaları

Volkanik kayaçların kökenleri konusunda veriler elde etmek için 9 adet örnekte ODTÜ Merkez laboratuvarlarında $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ve $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ izotop analizleri yapılmıştır. Bu analizler Termal İyonizasyon Kütle Spektrometresi yöntemi ile TRITON Tİ Kütle Spektrometresi cihazında yapılmıştır. Örnek hazırlama yöntemleri, cihazın özellikleri ve çalışma koşulları, analiz için gereken örnek miktarı gibi ayrıntılı bilgiler ilgili birimin web adresinden (<http://www.centrlab.metu.edu.tr/?q=node/51>) görülebilmektedir.

Ayrıca saha çalışmaları ile mineralojik, petrografik ve mineral kimyası çalışmalar sonucunda ayrıtılan 5 farklı türdeki volkanik kayaçta, 1 örnek (CA-43 örneği) Fransa CNRS laboratuvarında, diğer 4 örnek ise Kanada Activation Laboratories Ltd. (ACTLABS)'da olmak üzere K-Ar yöntemi ile tüm kayaç izotop analizi yöntemi ile radyometrik yaş tayinleri yapılmıştır. Bunun için taze olmasına dikkat edilerek seçilen herbir örneğin iç kesimlerinden hazırlanan 3x3x3 cm boyutlarındaki parçalardan en az 5'er adet örnek analize yollanmıştır. Örneklerde önce ICP yöntemiyle K konsantrasyonları belirlenmiştir. Ar analizleri asil gaz kütle spektrometresinde izotop seyreltme işlemlerini kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.3 Büro Çalışmaları

Büro çalışmaları ile revize edilen jeoloji haritaları, stratigrafik istif ve diğer haritalar ile şekillere ait çizimler Adobe Illustrator ve Golden Software Surfer bilgisayar programı ile çizilmiştir. Arazi çalışmaları sonucu derlenerek fotoğrafı çekilen örnekler Adobe Photoshop CS2 bilgisayar programı ile iyileştirilmiş ve düzeltilmiştir. Analiz verilerinin bulunduğu çizelge ve diyagramlar Microsoft Excel programında hazırlanmıştır. Jeokimya verilerinden hareketle volkanik kayaç sınıflamaları Microsoft Excel, GCDkit 2.2 ve GeoPlot programları ile yapılmıştır.

3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çorum ve civarında bugüne kadar değişik amaçlı birçok çalışma yapılmıştır. Bunlar ağırlıklı olarak jeolojik, sedimantolojik ve tektonik amaçlı çalışmalardır. Çankırı ve Çorum havzasının Neojen tektonik gelişimi ve buna bağlı olarak oluşan sedimanter ortamlar ile ilgili birçok araştırıcı çalışmalar yapmıştır (Şenalp 1980, 1981, Hakyemez vd. 1986, Polat 1988, Koçyiğit 1991a, 1991b, 1992, Koçyiğit vd. 1995, Seyitoğlu *et al.* 1997, Şen *et al.* 1998, Karadenizli 1999, Kazancı *et al.* 1999, Karadenizli ve Kazancı 2000, Seyitoğlu *et al.* 2000, Kaymakçı 2000, Karabıyıkdoğan 2000, Kaymakçı vd. 2001, Varol *et al.* 2002, Karadenizli vd. 2003, Karadenizli vd. 2004, Savaşçı ve Seyitoğlu 2004, Esat 2004, Özcan vd. 2007).

Bölgede ayrıca MTA Genel Müdürlüğü tarafından maden jeolojik amaçlı çalışmalar, Başçoban (1968), Kılıç (1973) Yalimer (1975), Bektaş (1976), Yomralıoğlu (1977) ve Ersoy vd. (1994) tarafından gerçekleştirilmiştir. Metalik madenler ve endüstriyel hammaddelere yönelik envanter çalışmaları da yapılmıştır.

Bu havzada yukarıda belirtildiği gibi çok sayıda çalışma olmasına karşın burada Amasya, Tokat, Çorum ve Çankırı civarını içine alan bölgede özellikle Eosen yaşlı çökel ve volkanik istif ile ilgili literatür esas alınarak özet bilgiler sunulacaktır.

Akarsu (1962), Çorum, Alaca ve Sungurlu civarında yaptığı çalışmada Paleozoik birimlerinin kloritli, serizitli, epidotlu şistler ve kalk şistlerden, Mesozoyik yaşlı birimlerin ise radyolaritli ve serpantinli volkanik seriden oluştuğunu belirtmiştir. Tersiyer yaşlı birimleri ise Lütésiyen, Oligo-Miyosen ve Pliyosen olarak 3 bölümde incelemiştir. Lütésiyen'in konglomera, gre (kumtaşı), marn, kumlu kalker ve kalker tabakalarından oluşan fliş fasiyesini temsil eden birimlerden, Oligo-Miyosen'in ise jipsli ve tuzlu alacalı seriden, Pliyosen birimlerinin de kumtaşı, marn ve kireçtaşıdan oluştuğunu ileri sürmüştür. Ayrıca Tersiyer yaşlı andezit ve bazalt bileşimli volkanitlerden söz etmiştir.

Alpan (1968), Çorum'un Bayat ilçesi ve çevresinde, Eosen'in Kretase üzerine transgresif olarak geldiğini ve alttan itibaren sırasıyla yeşilimsi-gri renkli marn, boz renkli kumtaşları, volkanik seri ve bunlarla yanal geçişli olan konglomera, marn ve fosilli marnlı kireçtaşı seviyelerinden oluştuğunu belirtmektedir.

Birgili vd. (1975), Çankırı-Çorum havzasının jeolojisi ve petrol olanakları isimli çalışmalarında, Çankırı-Çorum havzasında temel olarak kabul edilen güneyde Paleozoyik yaşlı metamorfikler, kuzeyde ise Mesozoyik yaştaki ofiyolitler üzerinde Geç Kretase ve Tersiyer yaşlı ofiyolitlerin yer aldığını ve her ne kadar Tersiyer boyunca sedimentasyonda bir devamlılık olmasa da havzada toplam sediman kalınlığının 10.000 m'ye ulaşmasının petrol yönünden ilgi çekici olduğunu belirtmektedirler. Ayrıca Maestrihtiyen'den Üst Eosen'e kadar denizin birçok kereler ilerleyerek bölgeyi kapladığını ve sonra geri çekildiğini belirtmişlerdir. Eosen başında hakim olan derin deniz şartlarının Orta Eosen'de tedricen sığ deniz şartlarına geçtiğini ve Üst Eosen'de ise denizin tamamen çekilerek yerini karasal ortam şartlarına ve bu şartlarda oluşan geçici göllere bıraktığını ileri sürmüşlerdir.

Özcan vd. (1980), Tokat ile Ankara arasındaki bölgede yaptıkları çalışmada, bu alanda yer alan Tersiyer yaşlı istiflerin çok farklı çökelme ortamlarını yansıttıklarını belirtmişlerdir. İpresiyen'de sığ ortamlarda çökelmiş bol kırıntılı karbonatları Acısu Kireçtaşı, Lütisiyen yaştaki kırıntılı ve aglomeralı istifleri ise Çekerek Formasyonu olarak adlandırmışlardır. Çekerek Formasyonu kırıntılılarının çakıltası, kumtaşı, kil, marn, kireçtaşı ve bunların ardalanmış volkanik kaya türlerinden oluştuğunu ileri sürmüşlerdir. Formasyonun bir bölümünü oluşturan aglomera ve yer yer de andezit ve bazaltlar üye mertebesinde ayırt edilmiştir. Göynücek Aglomera Üyesi olarak adlandırılan birimlerin ise, andezitik ve bazaltik volkanitler ile aglomeralardan oluştuğunu ifade etmişlerdir.

Genç vd. (1991), Amasya ve Merzifon civarında izlenen Eosen yaşlı volkaniklerin büyük oranda andezitik bileşimli lavlar olduğunu ve volkanizmanın tek evreli olmayıp

tüm Lütésiyen boyunca devam ettiğini belirtmişler ve volkanitlerin çökel kayalarla girik ve ardalanmalı konumda yer aldığını savunmuşlardır.

Demirer vd. (1992), Çankırı-Çorum basenindeki Eosen birimleri içerisinde yer alan volkanik ve volkanoklastiklerin petrografik özelliklerini belirlemişler ve volkaniklerin dayk, sil, lav ve piroklastikler şeklinde olduğunu belirtmişlerdir. Bu yazarlara göre; Eosen volkanikleri, alttan üste doğru; toleyitik olivin bazalt, toleyitik bazalt, hibritik bazaltik andezit, hornblend biyotit andezit ve biyotit andezit şeklindedir. Bu volkanikleri ise daha genç olan hornblend andezitlerin kestiğini ileri sürmüşlerdir.

Tüysüz ve Dellaloğlu (1992), Çankırı havzası ve çevresinde Kırşehir, Karakaya, Sakarya, Kalecik, İskilip ve Çankırı birlikleri olarak adlandırdıkları altı tektonik birlik ayırt etmişlerdir. Çankırı Havzasının, Geç Paleosen-Erken Eosen'de Neo-Tetis'in kapanmasından sonra, onun artıkları üzerinde kuzey-güney gidişli bir riftleşmeyle açılmaya başladığını ve bu açılmayı kontrol eden ana etkenin olasılıkla, Kırşehir Bloğu ile Sakarya Kıtasının çarpışması sonucu maksimum basınç yönünde gelişen kırıklar olduğunu belirtmişlerdir. Havzanın Orta Eosen'de en derin hale geldiğini, daha sonra devam eden sıkışma ile yükselerek sığlaştığını ve Geç Eosen-Oligosen'de bir karasal dağardı havza haline geldiğini ileri sürmüşlerdir.

Duru (1993), yaptığı doktora çalışmasında Çorum-Ortaköy ve çevresinin ayrıntılı jeolojik incelemesini yapmış, formasyon mertebesinde 5 litostratigrafik birim ayırtlamıştır. Bölgede yer alan Triyas-Eosen zaman aralığında oluşan kayaçların, üç ayrı havzaya ait olduğunu belirtmiştir. Permilen/Triyas geçişinde Tetis üzerinde blok faylanma ile açılmaya başlayan havzada türbidit niteliğindeki Karadağ karışığı litolojilerinin çökeldiğini ve Triyas sonunda Erken Kimmericiyen fazı ile havzanın kapandığını ileri sürmüştür. Duru'ya göre, Alt Jura'dan itibaren Neo-Tetis açılmaya başlamış, bu havzada Doğya formasyonunun platform-havza tipi karbonat kayaçları ile Asar karışığı ofiyolit kayaçları oluşmuştur. Paleosen'de karasal aşınım alanı oluşturan bölgede, Mezozoyik yaşlı birimler üzerinde İncesu Formasyonu alüviyal ortamda çökelmiştir. Paleosen sonunda başlayan, Ortaköy basenindeki transgresyon ile lagün-sığ

denizel koşullarda, Lütésiyen'deki regresyon ile de delta kompleksinde litolojiler çökelmiftir.

Tüysüz ve Dellaloğlu (1994), Çankırı havzası ve onu çevreleyen alanların Erken Tersiyer paleocoğrafyasını dört döneme ayırarak haritalamış ve bazı tipik kesitlerle tanıtmaya çalışmıştır. Çankırı havzasında yer alan volkaniklerin Lütésiyen'de kırıntılarla birlikte gelişmeye başladığını, varlıklarını denizel ortamın bölgeden çekilmesinden sonra daha da şiddetlenerek sürdürdüğünü belirtmişlerdir. Ayrıca, Çankırı havzası çevresinde bindirmelerin geliştiği bir dönemde başlayan volkanitlerin, sıkışma hareketleri sonucu aşırı kalınlaşan kıta kabuğunun alt kısımlarının kısmi ergimesi ile oluştuğunu düşünmektedirler.

Tüysüz *et al.* (1995), Türkiye'nin kuzeyinde yer alan Sakarya ve Kırşehir kıta parçalarının, Ankara-Erzincan Okyanusu olarak adlandırılan ve Neo-Tetis'in kuzey kolunun kalıntıları olan Ankara-Erzincan ofiyolitik kenet zonu ile ayrıldığını belirtmektedirler. Yazarlara göre, bu okyanus kolu, anılan iki kıta parçası arasında Liyas'da açılmış ve kuzeye dalımlı iki dalma-batma zonu boyunca tabanından tüketilerek, Geç Kretase'de kapanmaya başlamıştır. Kuzeydeki dalma-batma zonunun Sakarya kıtasının güney kenarı boyunca yer aldığını ve bu dalma-batma zonu sonucunda, Sakarya kıtasının kuzeyinden güneyine doğru ensialik magmatik yay, bazı yay önü havzalar ve melanj kuşağı geliştiğini belirtmektedirler. Daha güneyde yer alan dalma-batma zonu ise melanj kuşağının yükselmesine neden olmuş ve onun üzerinde de ada yayı geliştiğini ileri sürmüşlerdir.

İmik ve Arbas, (1995) Çorum-Alaca çevresinde yaptıkları genel jeoloji çalışmalarında, bölgenin Üst Jura'da transgresyona uğradığını, Alt Kretase'dan sonra denizin çekildiğini, Berriasiyen sonrası ve Maestrihtiyen öncesinde ofiyolitik karışık üzerlemesine uğradığını, Orta Eosen'de ise tekrar deniz basmasına uğradığını, Üst Eosen'den sonra denizin lagünler oluşturarak ve göller bırakarak çekildiğini, Miyosen'den itibaren bölgenin tamamen karasallaştığını belirtmişlerdir. Ayrıca Orta

Eosen'de tuf, tufit, aglomera ve piroksen andezitleri haritalayarak, volkanizmanın özellikle Çorum doğusu ve kuzeyinde etkili olduğunu açıklamışlardır.

Erdoğan *et al.* (1996), Yozgat bölgesinin jeolojisini verdikleri yayınlarında Çankırı havzasının gelişimini de modellemişlerdir. Neotetis okyanusunun kuzey ve güney kenarları boyunca farklı yitim zonları sonucunda Kırşehir ve Sakarya Kıtalarının Üst Kretase'de çarpıştıklarını belirtmişlerdir. Çankırı havzasının çarpışma boyunca oluştuğunu ve havzanın kuzey kenarı boyunca derin deniz fliş fasiyesi sedimanlarının depolandığını, ayrıca havzanın tüm evrimi sırasında tektonik olarak aktif olduğunu belirtmişlerdir.

Ateş vd. (2002), Çorum ve çevresinde yer alan Eosen yaşlı volkanik kayalar Bayat Formasyonu olarak adlandırmışlardır. Bayat Formasyonunun, kilaşı arakatlı volkanik kumtaşı, aglomera, tufit, kumtaşı-silttaşı- kilaşı ardalanması şeklinde gözlenen birim ile üst seviyelerde aglomera, tuf-tufit ve andezitik-bazaltik lavlardan oluştuğunu belirtmişlerdir.

Keskin *et al.* (2008), Kuzey Anadolu'nun Eosen volkano-sedimanter birimlerinin İnta Pontid ve İzmir-Erzincan-Ankara kenedine paralel uzanan dar bir zon içinde toplandığını belirtmişlerdir. Bu volkano sedimanter birimlerin temelde karasal ile sığ denizel sedimanter çökellerden (Örencik formasyonu) ve orta ve üst kesimlerde karasal volkanik birimlerden (Hamamözü formasyonu) oluştuğunu ileri sürmüşlerdir. Lütésiyen'de volkanizma başlamadan önce ani bir bölgesel yükselme (uplift) olayının yaşandığını ifade etmişlerdir. Orta Eosen'de volkanizmanın kalkalkalin karakterli bazaltdan riyolite kadar değişen kayalarla temsil edildiğini istifin üst kesimlerine doğru alkalın-orta alkalın volkanitlerin bulunduğunu belirtmişlerdir. Derin ve sığ magma odaları olduğunu ileri sürerek her iki odaya da mafik magmalarca eklentiler olduğunu savunmuşlardır.

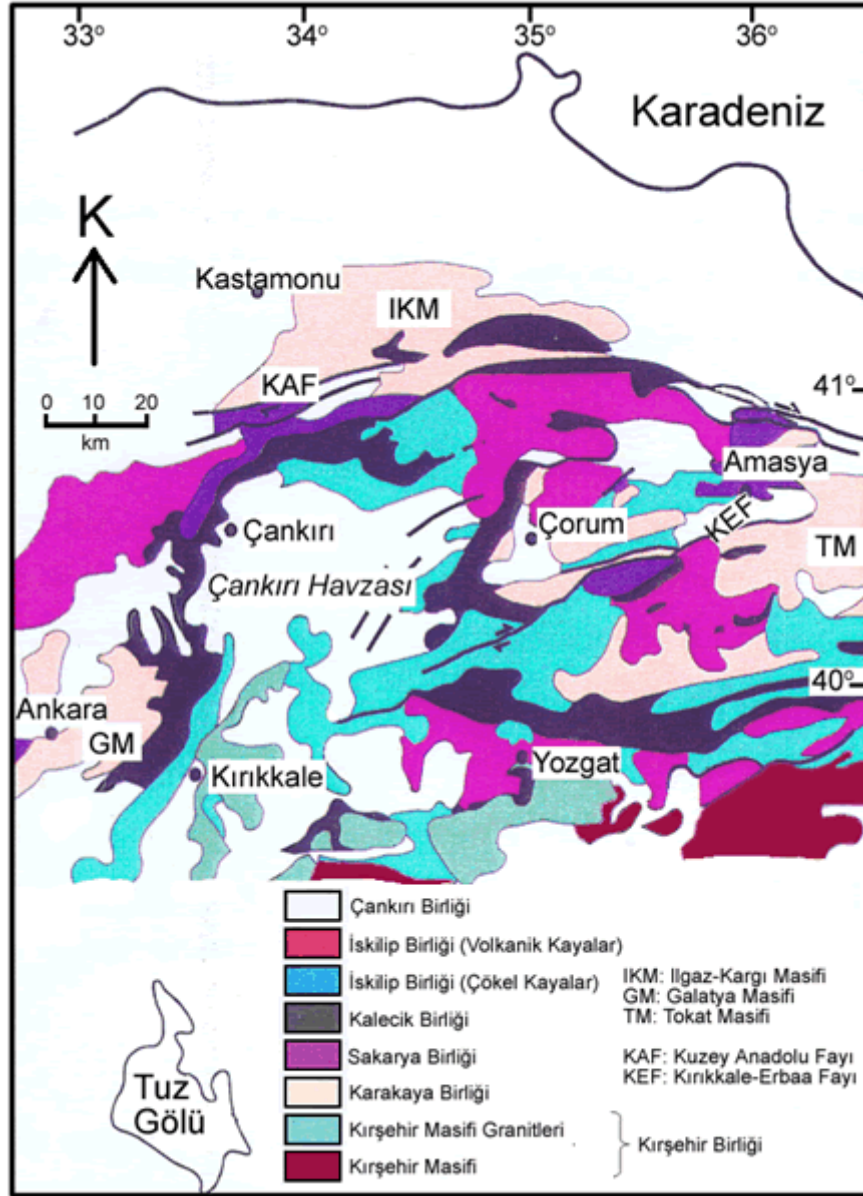
4. BÖLGESEL JEOLojİ

Çalışma alanı, Çorum'un güneybatısında bölgesel anlamda çok küçük bir alanda yer almaktadır. Öte yandan çalışma volkanik kayalarla sınırlı olduğu için bu bölümde Çankırı Havzasının çok kısa olarak bölgesel gelişimine değinilecektir. Bölgesel jeolojiyi sunarken Tüysüz ve Dellaloğlu (1992) ile Keskin *et al.* 2008 tarafından verilen bölgesel evrim modelleri aşağıda sunulacaktır.

Çankırı-Çorum havzası Türkiye'nin en büyük çökel havzalarından biridir. Batıda K-G gidişli Elmadağ-Eldivan Dağı, kuzeyde D-B gidişli Ilgaz Dağları, doğuda ise yine K-G gidişli Köse Dağı gibi topografik yükselimlerle sınırlıdır. Çankırı-Çorum havzası Türkiye'nin farklı kıtasal ve ofiyolitik birliklerinin birbirine kavuştuğu bir alanda yer almaktadır (Şekil 4.1).

Tüysüz ve Dellaloğlu (1992)'na göre, Çankırı Havzası ve çevresinde altı tektonik birlik bulunmaktadır (Şekil 4.1). Bunlar, belirli bir zaman diliminde, belirli bir tektonik rejim altında gelişmiş olan kaya topluluklarını ifade etmektedir. Buna göre havzada ve çevresinde ayrıtılan birlikler şunlardır: 1-Kırşehir Birliği, 2-Karakaya Birliği, 3-Sakarya Birliği, 4-Kalecik Birliği, 5-İskilip Birliği ve 6-Çankırı Birliği.

Kırşehir Birliği Çankırı havzasının evrimi süresince güneyde yer alan bir kıtasal temel niteliğindedir. İleri derecede metamorfize olmuş kayalardan oluşmaktadır. Karakaya Birliği Çankırı havzasının doğu (Tokat masifi), kuzey (Ilgaz-Kargı Masifi) ve batısında (Galatya Masifi) yer alan metamorfik kayalardan oluşmaktadır. Sakarya Birliği, Karakaya birliğinin metamorfik kayaları üzerine çökelmiş Liyas-Üst Kretase yaşlı kalın bir istifte temsil edilmektedir. Kalecik Birliği bir ofiyolitik melanaj ile ofiyolit blok ve dilimleri içeren volkanik çökel ardalanmasından ve bunlar üzerindeki regresif kırıntılı istifden oluşmaktadır. İskilip Birliği, Eosen-Oligosen yaşlı olup, bir transgresif ve onu izleyen bir regresif kırıntılı seri ile bunlarla yaşıt volkanitlerden oluşmaktadır. Çankırı Birliği ise Neojen yaşlı kırıntılı ve evaporitlerle temsil edilmektedir. Çankırı havzasının içinde yatay duran çok geniş yayılımlı bir örtü halindedir (Tüysüz ve Dellaloğlu 1992).



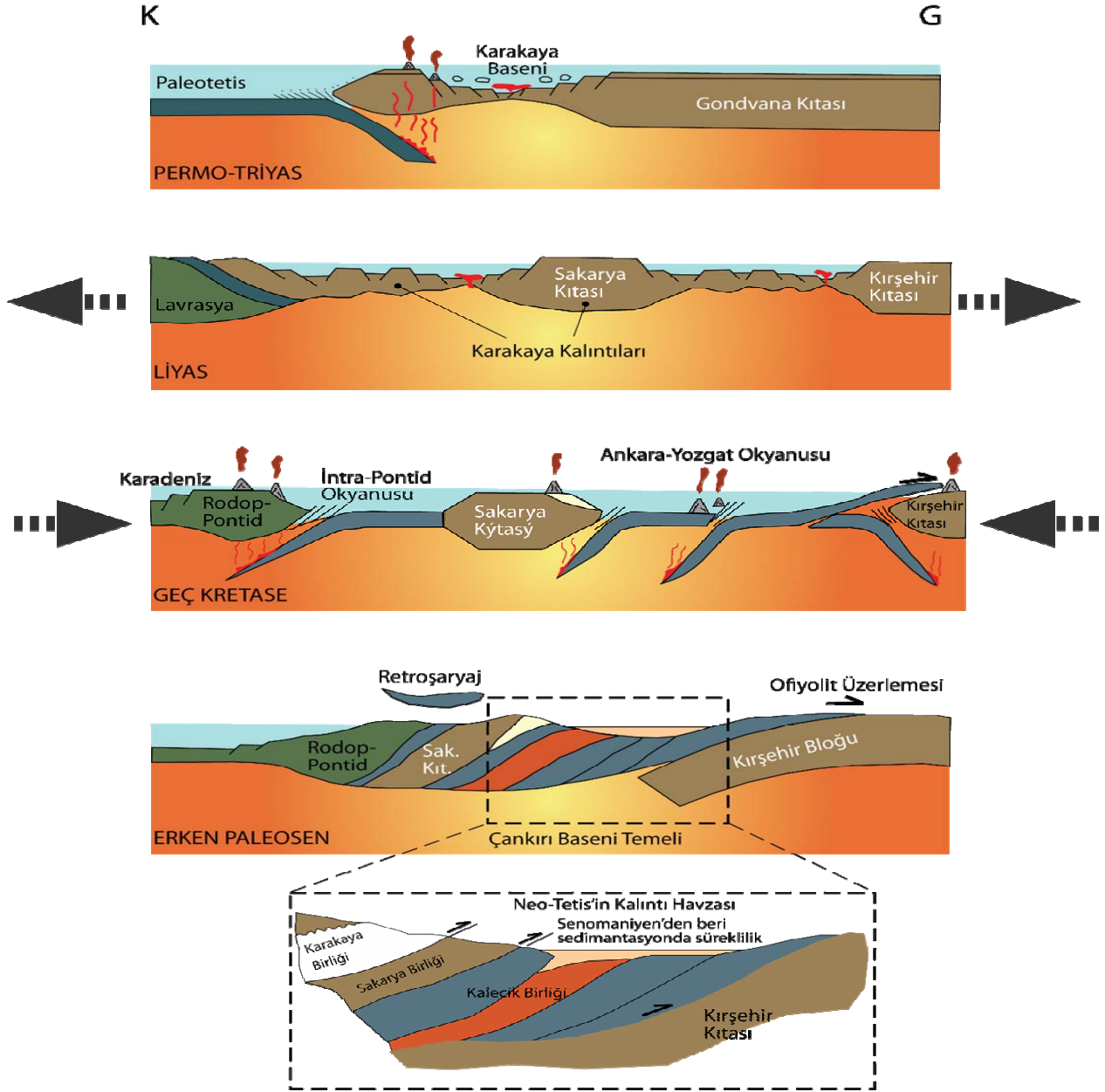
Şekil 4.1 Çankırı Havzası ve çevresinin sadeleştirilmiş jeotektonik haritası (Tüysüz ve Dellaloğlu 1992).

Çankırı Havzası, diğer Orta Anadolu havzaları gibi Kretase-Eosen zaman aralığında Sakarya Kıtası ve Anatolidlerin içerisinde yer alan Kırşehir Bloğu'nun yaklaşmasıyla oluşmuştur (Şengör and Yılmaz 1981, Görür *et al.* 1984, Koçyiğit 1991a). Permien'de bölge bir karbonat platformu halindedir ve bu platform Permien sonu-Triyas aralığında parçalanarak yerini Karakaya Denizi adı verilen kısa ömürlü, uzun ve derin bir denize bırakmıştır (Şekil 4.2), (Tüysüz ve Dellaloğlu 1992).

Karakaya Denizi Triyas'ta kapanmıştır ve artıklarının metamorfizmaya uğramasıyla Sakarya Kıtasının temeli oluşmuştur (Tüysüz ve Dellaloğlu 1992). Liyas-Geç Kretase aralığında bölge genişlemeli rejimin etkisi altındadır ve riftleşmeyle birlikte Lavrasya ile Sakarya Kıtası arasında İntra-Pontid Okyanusu (Neo-Tetis'in kuzey kolu), Sakarya Kıtası ile Kırşehir Bloğu arasında da İzmir-Ankara Okyanusu (Neo-Tetis'in kuzey kolu) oluşmuştur (Şekil 4.2), (Şengör and Yılmaz 1981, Tüysüz ve Dellaloğlu 1992, Keskin *et al.* 2008).

Geç Kretase'de, Sakarya Kıtası, Menderes-Toros Platformu ve Kırşehir Bloğu, birbirlerinden İzmir-Ankara, Ankara-Erzincan ve İç Torid Okyanusları ile ayrılmaktadır. Bu dönemde bölgede sıkışmalı rejim etkindir ve Sakarya Kıtası ile Kırşehir Bloğu (Keskin *et al.* 2008'e göre Kıtası veya Masifi) arasında kalan Neo-Tetis'in kuzey kolu (okyanusal litosfer) en az üç dalma-batma (yitim) zonu ile tüketilmeye başlanmıştır. Kretase sonunda, Kırşehir Bloğu ve Sakarya Kıtası çarpışmıştır (Şekil 4.2), (Tüysüz ve Dellaloğlu 1992, Görür *et al.* 1998).

Çankırı Havzası, Tüysüz ve Dellaloğlu (1992)'na göre, Geç Paleosen-Erken Eosen'de Neo-Tetis'in kapanmasından sonra, onun artıkları üzerinde kuzey-güney gidişli bir riftleşmeyle açılmaya başlamıştır ve bu açılmayı kontrol eden ana etken olasılıkla, Kırşehir Bloğu ile Sakarya Kıtasının çarpışması sonucu maksimum basınç yönünde gelişen kırıklardır. Yine Tüysüz ve Dellaloğlu (1992)'na göre, havza Orta Eosen'de en derin hale gelmiş, daha sonra devam eden sıkışma ile yükselerek sığlaşmış ve Geç Eosen-Oligosen'de bir karasal dağardı havza haline gelmiştir. Oysa Keskin *et al.* (2008), Paleosen-Erken Eosen'den başlayarak Orta Eosen'de de havzanın sığ denizel bir havza olduğunu belirtmektedirler. Geç Kretase (Maestrihtiyen) sonundan itibaren Keskin *et al.* 2008, havzanın gelişimini şöyle vermektedir.



Şekil 4.2 Çankırı havzası çevresindeki kayaların Permo-Triyas ile Erken Paleosen arasındaki tektonik evrimini gösteren model kesitler (Tüysüz ve Dellaloğlu 1992)

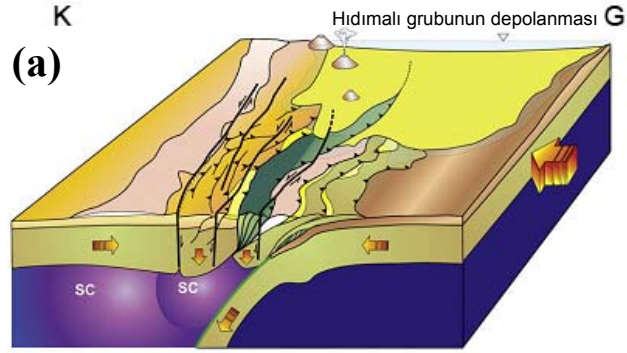
“Maestrihtiyen’in sonunda, güneydeki kıtanın (Kırşehir Masifi) en kuzeydeki ucu, daha önce deforme olmuş okyanusun kuzey kenarı (Sakarya kıtası) ile dokanak halindeydi. Çarpışma ilerledikçe, üzerleyen (overriding) tektonik birimler (Kampaniyen yay-kıta çarpışma zonunun, melanj ve Sakarya kıtasının formasyonlarının kiremitvari üst üst binmiş (imbricated) birimleri) yavaş yavaş kıaldılar ve kalınlaştılar. Bu çarpışmanın

sonucunda çarpışma zonu boyunca bölgesel yükselme meydana gelmiş ve bu da Paleosen’de bölgenin deniz seviyesinin üstüne yükselmesine neden olmuştur. Fakat Lütésiyen’in başlangıcına kadar, çarpışan kıtasal kenarlardaki düzensizlikler nedeni ile çarpışma zonu boyunca bazı kalıntı havzalarda denizel sedimantasyon gözlenmektedir (Yılmaz *et al.* 1993, 1997b). Örneğin, Geç Kretase-Erken Lütésiyen zaman aralığında Tokat’ın güneyinde yer alan Hıdırnalı Grubu çarpışma zonundaki kalıntı havzalardan birisidir(Şekil 4.3a). Kalın dilimli melanj birimlerinin (Yılmaz *et al.* 1997b tarafından Eosen ofiyolitik nap paketi olarak adlandırılan birim) Erken Lütésiyen’de detritik sedimanlar (tamamen denizel sedimantasyon) üzerine bindirmesine kadar, bu havza Paleosen-Erken Eosen’de giderek sığlaşmıştır (Yılmaz *et al.* 1997b). Bu gözlemler, bu periyottaki tektonik rejimin sıkışmalı olduğunu desteklemektedir.”

Keskin *et al.* (2008), daha sonra Orta Eosen’de volkanizmanın oluşumu için dilim kopması (slab-breakoff) modeli önermektedirler. Bu modellerine göre;

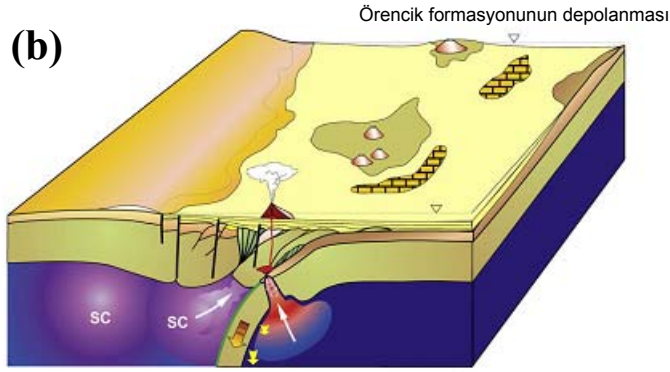
Çarpışma zonu boyunca son kalıntı havzalarında kapanması ile birlikte, Çankırı havzasında sedimantasyon Eosen boyunca devam ederken, kenet zonu deniz seviyesinin üzerinde kalmış ve Erken Eosen’in sonuna kadar kuvvetli şekilde erozyona uğramıştır (Şekil 4.3.a). Lütésiyen’de yeni bir transgresyonla birlikte, tüm bölge sığ denizel bir ortam haline gelmiştir (Şekil 4.3.b). Bu zaman aralığında Örencik formasyonunun sığ denizel klastik sedimanları çökelmiştir (Tüysüz 1985). Bu çökme (subsidence), çarpışma zonunun altında kuzey Neotetis okyanusu olarak ifade edilen dalan okyanus litosfer diliminin aşağıya doğru çekilmesi ile (slab pull-down) kontrol edilmektedir. Çarpışma zonunun altında, dalan dilimin kopması nedeniyle litosferin rahatlayarak yükselmesi sonucu bölge deniz seviyesinin üzerine yükselmiştir (Şekil 4.3.c). Çarpışma sonrası volkanik aktivite bölgesel yükselme ile eşyaşlı olarak başlamıştır. Bu zaman aralığında volkanizma yoğunlaşarak devam etmiş ve Keskin ve arkadaşlarının çalışma alanında kalkalkalin karakterli piroklastik/epiklastik ürünleri ve karasal lavları üretmiştir (Hamamözü formasyonu). Volkanizmanın sonlarına doğru ise orta alkalin-alkalin lavlar oluşmuştur.

Geç Paleosen-Erken Lütesiyen (~57-49 My)



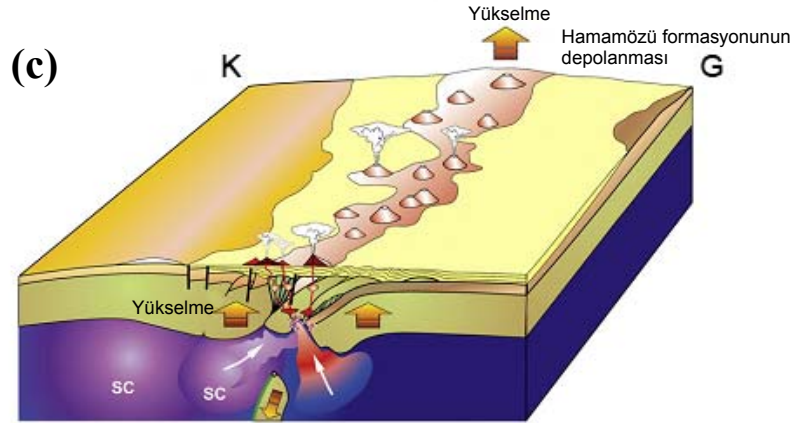
Kıta-Kıta Çarpışması

Orta Eosen (Lütesiyen) (~50-42 My)



Eosen baseninin açılması, levhanın dikleşmesi ve ardından kopması, çarpışmayla ilişkili volkanizmanın başlaması

Orta-Geç Eosen (Erken Oligosen??) (~52-33 My)



Levha kopması ve eşzamanlı olarak volkanizmayla ilişkili yükselme. Yükselen bölgedeki yoğun erozyon

Şekil 4.3 Geç Paleosen-Geç Eosen zaman aralığında Kuzey-Orta Pontid bölgesinin jeodinamik evrimi (Keskin *et al.* 2008)

Keskin *et al.* (2008), Orta Eosen volkanizmasının oluşumunu en iyi açıklayan modelin dilim kopması “slab breakoff” modeli olduğunu ileri sürmektedirler. Çünkü, bu modelin aşağıdaki soruları en iyi şekilde açıkladığına inanmaktadırlar.

- 1) Orta Eosen’de volkanizma, niçin kenet zonu boyunca oldukça dar bir kuşakta yer almaktadır?
- 2) Volkanizma, niçin kıtasal çarpışma olaylarından sonra bölgesel yükselimle hemen hemen eş yaşı olarak başlamıştır?
- 3) Eosen volkanizması, niçin kuzeyde Pontidler boyunca oluşan yay volkanizmasından 15-20 milyon yıl sonra olmuştur?
- 4) Niçin önemli oranda kabuk malzemesi asimile edilmiştir(özümsemiştir)? ve
- 5) Niçin zamanla lavlarda alkalilik oranı artmıştır?

5. GENEL JEOLojİ

5.1 Giriş

Çalışma alanı, Çorum'un güneybatısında yer alan Çankırı-Çorum Havzasının doğu kenarında bulunmakta ve Paleozoyik'ten günümüze kadar olan zaman aralığını temsil eden metamorfik, sedimanter, volkanik kayalar ve güncel çökellerden oluşmaktadır.

Çalışma alanının birimlerini daha yakından tanımak üzere burada son yıllarda yapılan çalışmalara göre gerek istif gerekse litolojiler verilmektedir. Bu havza ile ilgili yapılmış en son istiflerden birisi Ateş vd. (2002)'ye aittir (Şekil 5.1). Bu istifte yer alan temel birimler Triyas yaşlı oldukça kıvrımlı ve kırıklı metakumtaşı, metagrovak, fillit, metavolkanit ile metabazik kayalardan oluşmaktadır. Bu birim Özcan vd. (1980) tarafından Devecidağ Karışığı olarak adlandırılmıştır. Bu birimlerin üstünde uyumsuz olarak ince-orta taneli yumru kireçtaşları gelmektedir. Daha sonra Çorum Havzası'nı batıdan ve güneyden sınırlayan ve oldukça geniş bir yayılım gösteren, Türkiye Jeoloji Literatüründe İzmir-Ankara-Erzincan kenet kuşağı olarak bilinen bu birimleri Özcan vd. (1980), Artova Ofiyolit karışığı, Genç vd. (1991) ise Karapınar Ofiyolitleri olarak adlandırılmışlardır (Ateş vd. 2002).

Bu birimlerin üzerine uyumsuz olarak Üst Kretase yaşlı Malıboğazı Formasyonu gelmektedir. Bloklu çakıltası ile başlayan birim üste doğru, kumtaşı, silttaşı, kiltası, marn aralanmasına dönüşür. Artova Ofiyolit karışığı üzerinde uyumsuz olarak yer alan formasyon, Eosen ve daha genç birimler tarafından uyumsuz olarak örtülür.

Eosen'in tabanını oluşturan Hacıhalil Formasyonu bazı yerlerde ofiyolitler, bazı yerlerde de Üst Kretase yaşlı formasyonlar üzerine uyumsuz olarak gelir ve çakıltası-kumtaşı aralanmasından oluşur. Boylanmaları kötü, çimentolanmaları gevşektir. Çakılların çoğunluğu ofiyolitlere ve daha seyrek olarak da Jura-Kretase kireçtaşına aittir. Birimin yaşı Alt –Orta Eosen olarak verilmiştir (Birgili vd. 1975).

Ü.SİSTEM SİSTEM	SERİ	FORMASYON	ÜYE	SİMGE	KALINLIK	KAYATÜRÜ	AÇIKLAMALAR																																													
								UVATERNER																																												
T E R S İ Y İ K	M İ Y O S E N	ÜST	Büyüksöğüt efenditepe	Bozbur	Tmb	1000 m		<p>Tutturulmamış blok, çakıl, kum, silt, kil. Tutturulmamış köşeli blok, çakıl, kum, kil.</p> <p>Tutturulmamış, yer yer gevşek tutturulmuş, yanal-düşey yönde birbiri ile geçişli çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı.</p> <p>Alta kumtaşı mercekli, gevşek tutturulmuş, jips kristalli, çamurtaşı, düzgün paralel tabakalı, çatlaklı jips dolgululu, jips ara düzeyli kilitaşı ile orta-gevşek tutturulmuş, orta-kalın tabakalı jips.</p> <p>Gevşek tutturulmuş, birbiri ile yanal-düşey yönde gevşek çakıltaşı-kumtaşı-çamurtaşı ve çamurtaşı içinde mercekli geometrilili taban aşındırmalı çakıltaşı-kumtaşı ile üst seviyelerde ince tabakalı, laminali, gevşek tutturulmuş kilitaşı.</p> <p>Kumtaşı-kilitaşı ara katkılı, orta-kalın tabakalı, orta tutturulmuş, eklemli volkanik kumtaşı, aglomera, tüf ile sert, sağlam, dayanımlı andezitik-bazaltik lav, andezitik sil ve dayk.</p> <p>Orta-kalın tabakalı, orta tutturulmuş kumtaşı ara seviyeli, düzgün paralel ince tabakalı, laminali, orta tutturulmuş, eklemli silttaşı-kilitaşı-marn ardalanması ve andezitik sil ve dayk.</p> <p>Orta-kalın tabakalı, bloklu, kaba elemanlı, orta-gevşek tutturulmuş, çakıltaşı ile silttaşı-kilitaşı ara düzeyli, orta-kalın tabakalı, kaba taneli, orta-gevşek tutturulmuş kumtaşı.</p> <p>Orta-kalın tabakalı, sert, sağlam, çatlaklı, eklemli çakıltaşı-kumtaşı ile ince tabakalı, laminali, orta tutturulmuş silttaşı-kilitaşı, marn ardalanması ve ara düzey şeklinde sert, sağlam, erime boşluklu kireçtaşı.</p> <p>Sert, sağlam, dayanımlı, gaz boşluklu andezitik-bazaltik lav, tüf, spilit, aglomera ve volkanik kumtaşı.</p> <p>Serpantinleşmiş peridotit, piroksenit, gabro gibi ultrabazik kayalar, bazik kayalar ile Permiyen, Triyas, Jura, Kretase yaşlı birimlere ait blok ve dilimlerinden oluşan ofiyolitli karışık.</p> <p>İnce-orta-kalın tabakalı, masif görünümlü, sert, sağlam, erime boşluklu, sık çatlaklı, eklemli, çört bantlı, yumrulu kireçtaşı.</p> <p>Kristalize kireçtaşı bloku, yaygın olistostrom düzeyli, sık kırıklı, kırıklı, düzensiz istiflenmeli metapelit ve metabazik kayalar.</p> <p>Devecidağ karışığı, içinde blok şeklinde gözlenen Triyas ve daha eski yaşlı, orta-kalın tabakalı, masif, sert, sağlam, erime boşluklu, yoğun çatlaklı, kırıklı kristalize kireçtaşı.</p>																																												
									E O S E N	İPRESİYEN - LÜTESİYEN	Bayat	Yoncacı	Teb	Tey	650 m																																					
																	Kızılirmak	Tmk	750 m																																	
																					Hacıhalil	Teh	500 m																													
																									Malboğaz	Yayladağ	Km / Kmy	900 m																								
																														Ka	JKf	100-150 m																				
																																		KRETASE	MAESTRİHTİYEN	Artova Ofiyolitli Karışığı	Ka	JKf	100-150 m													
																																									JURA	ÜST	Ferhatkaya	JKf	100-150 m							
																																															TRİYAS	ORTA-ÜST	Devecidağ Karışığı Kireçtaşı Bloku	Ttd	100-150 m	

Şekil 5.1 Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Ateş vd. 2002'den aynen alınmıştır)

Hacıhalil Formasyonu ile dereceli geçişli olan Yoncacı Formasyonu bu birimleri uyumlu olarak örter. Bu birimi, Birgili vd. (1975) Yoncacı Formasyonu, Özcan vd. (1980) Çekerek Formasyonu adı ile tanımlamışlardır. Ateş vd. (2002), Yoncacı Formasyonunun silttaşı-kil-marn ardalanmasından oluştuğunu ve çok sayıda andezitik dayklar tarafından

kesildiğini belirtmişlerdir. Havzada bu formasyon hareketli bir ortamda derin denizde çökelmiş sedimanlar olarak göze çarpmaktadır (Birgili vd. 1975).

Kumtaşı, aglomera, tüfit, kumtaşı-silttaşı-kiltaşı ardalanması şeklinde gözlenen Bayat Formasyonu üst seviyelerde aglomera, tuf, tüfit ve andezitik-bazaltik lavlardan oluşmaktadır (Ateş vd. 2002). Bu formasyona adını, Birgili vd. (1975) vermiştir. Bayat Formasyonunun eşdeğeri olan litolojiler ise Özcan vd. (1980) tarafından Göynücek Aglomera Üyesi olarak adlandırılmıştır. Bu birim Birgili vd. (1975) ve Genç vd. (1991)'e göre Orta Eosen yaşındadır.

Bu birimlerin üzerine uyumsuz olarak Üst Miyosen yaşlı kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmalı Kızılırmak Formasyonu gelmektedir. Tabanda çakıltası ve kumtaşı, üste doğru ise marn-kiltaşı gözlenmektedir. Kızılırmak Formasyonu, çevredeki yükselim alanlarından akarsuların aşındırarak getirdiği sedimanların havzada depolanması sonucu oluşmuştur.

Jips, çamurtaşı, kiltaşı, marn, jips ardalanması şeklinde gözlenen Bozkır Formasyonu Kızılırmak Formasyonu üzerinde uyumlu olarak yer alır. Yaşı Birgili vd. (1975) ve Hakyemez vd. (1986)'ne göre Üst Miyosen'dir.

Büyükşeyhendifentepe Formasyonu kendinden yaşlı tüm birimleri uyumsuz olarak örter. Kırmızı, kahve, sarımsı gri renkli, yanal uzanımı fazla olmayan, yanal düşey yönde fasiyes değişimleri sunan, kötü tabakalı, az tutturulmuş, yer yer tutturulmamış, akarsu kökenli çakıltası ve kumtaşı, çoğu yerde birimin egemen litolojisi konumundadır (Ateş vd. 2002). Özcan vd. (1980), tümüyle karasal olan bu topluluğu ayrı bir birim olarak değerlendirmeyip Miyo-Pliyosen yaşını verdikleri Kemerkaş Formasyonu içine katmışlardır. Sungurlu civarında çalışma yapan Şenalp (1981) ise, Alt Pliyosen (Ponsiyen) yaşını vermiştir.

Öte yandan Keskin *et al.* (2008) tarafından yapılan çalışmada, tüm kuzey Türkiye'yi temsilen çok sayıda Eosen volkanostratigrafik kesit verilmiştir. Ancak burada

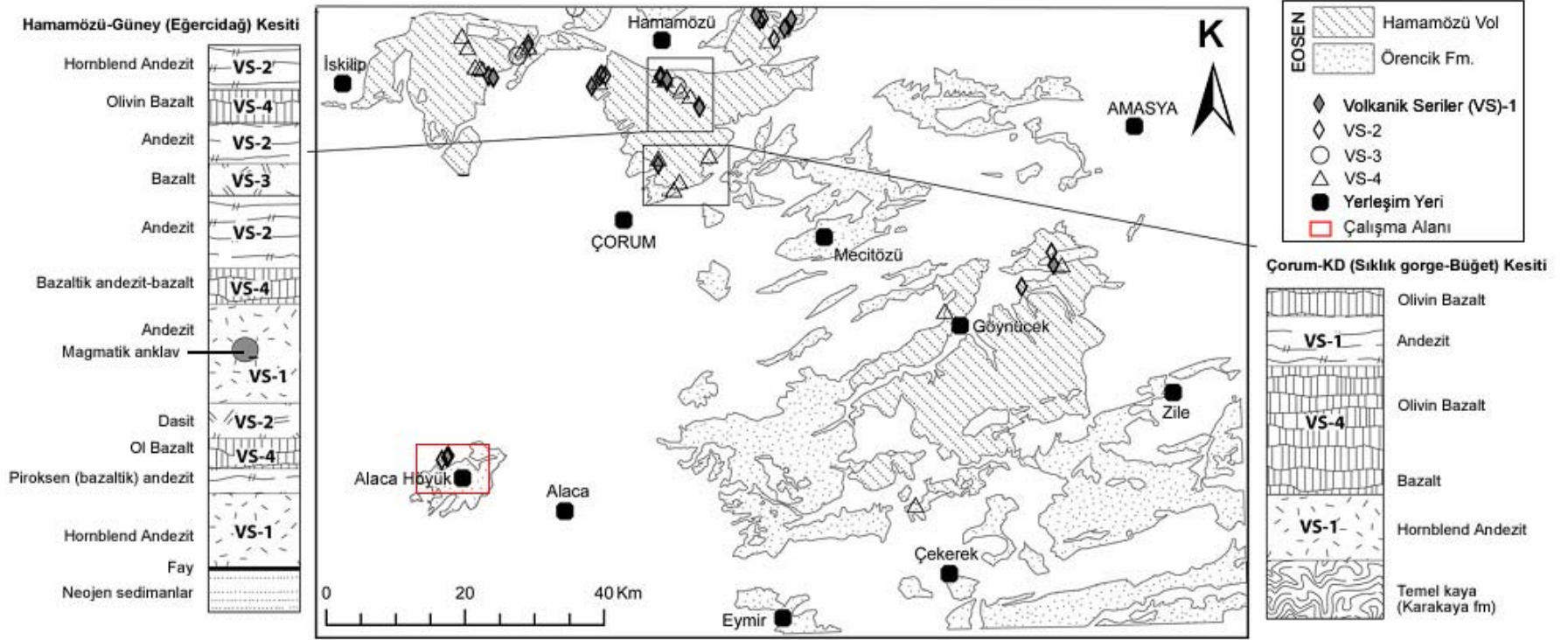
Çorum'un GB'ında yer alan inceleme alanımıza en yakın oldukları için, bu kesitlerden sadece ikisi verilecektir. Bunlardan birisi Çorum KD'su (Sıklık gorge-Büğüt) kesiti bir diğeri ise Hamamözü güneyindeki Eğercidağ kesitidir(Şekil 5.2).

Bu kesitlerde, volkanitler ya Karakaya Formasyonu temel kayaların üstünde VS-1 ve VS-4 olarak adlandırdığı volkanik birimler şeklinde yer almakta ya da Neojen temel sedimanlarının üstünde VS-1, VS-2, VS-3 ve VS-4 volkanik birimleri değişik sıra ile ardalanmaktadır. Bu volkanik birimlerle ilgili ayrıntılı bilgi Çizelge 5.1'de verilmiştir.

Çizelge 5.1 Hamamözü formasyonunun lavlarının mineralojik bileşim ve dokusal özellikleri (Keskin *et al.* 2008'den alınmıştır)

Kristalizasyon topluluğu		Sulu Seri		Susuz Seri	
Lav Serileri		VS-1	VS-2	VS-3	VS-4
Kayaç Tipi		Andezit	Andezit-Dasit-Riyolit	Bazaltik andezit ve bazaltik traki andezit	Bazalt ve bazaltik andezit
Mineralojik Bileşim	Ana Mineraller	Plg(An ₄₀₋₅₀) +Hbl ± Kpr ± KF.	Plg(An ₂₀₋₄₅) +Hbl + Bio ± KF	Plg(An ₄₅₋₆₀) + Kpr ± Hbl ± Bio ± KF	Plg(An ₅₅₋₇₅) + Olv +Kpr
	Aksesuar	Kuv ± Ru ± Zr ± All.	Op ± Kuv	Op ± Ap	Opr ± Op (Ilm, My)
Doku		Mikrolitik, Porfiritik, vitroporfirik	Porfiritik, vitroporfirik	Mikrolitik, Mikrolitik-Porfiritik,	Mikrolitik, Subofitik, Glomero-porfirik, Porfiritik,
Alterasyon		Opazitleşme, piropilitleşme	Silisleşme, Opazitleşme, Serisitleşme	Opazitleşme, Kloritleşme	Opazitleşme, Kloritleşme, Serpantinleşme, İddingisitleşme

Kısaltmalar: Plg: Plajiyoklaz, An: Anortit, Kpr: Klinopiroksen, Hbl: Hornblend, Bio: Biyotit, KF.: K-feldispat, Olv: Olivin, Opr: Ortopiroksen, Kuv: Kuvars, Ru: Rutil, Zr: Zirkon, Ap, Apatit, All: Allanit, Op: Opak mineral, Ilm: İlmenit, My: Manyetit



Şekil 5.2 Çorum yakın civarını içine alan bölgenin jeoloji haritası ve genelleştirilmiş volkanostratigrafik kesitleri (Keskin *et al.* 2008'den değiştirilerek alınmıştır)

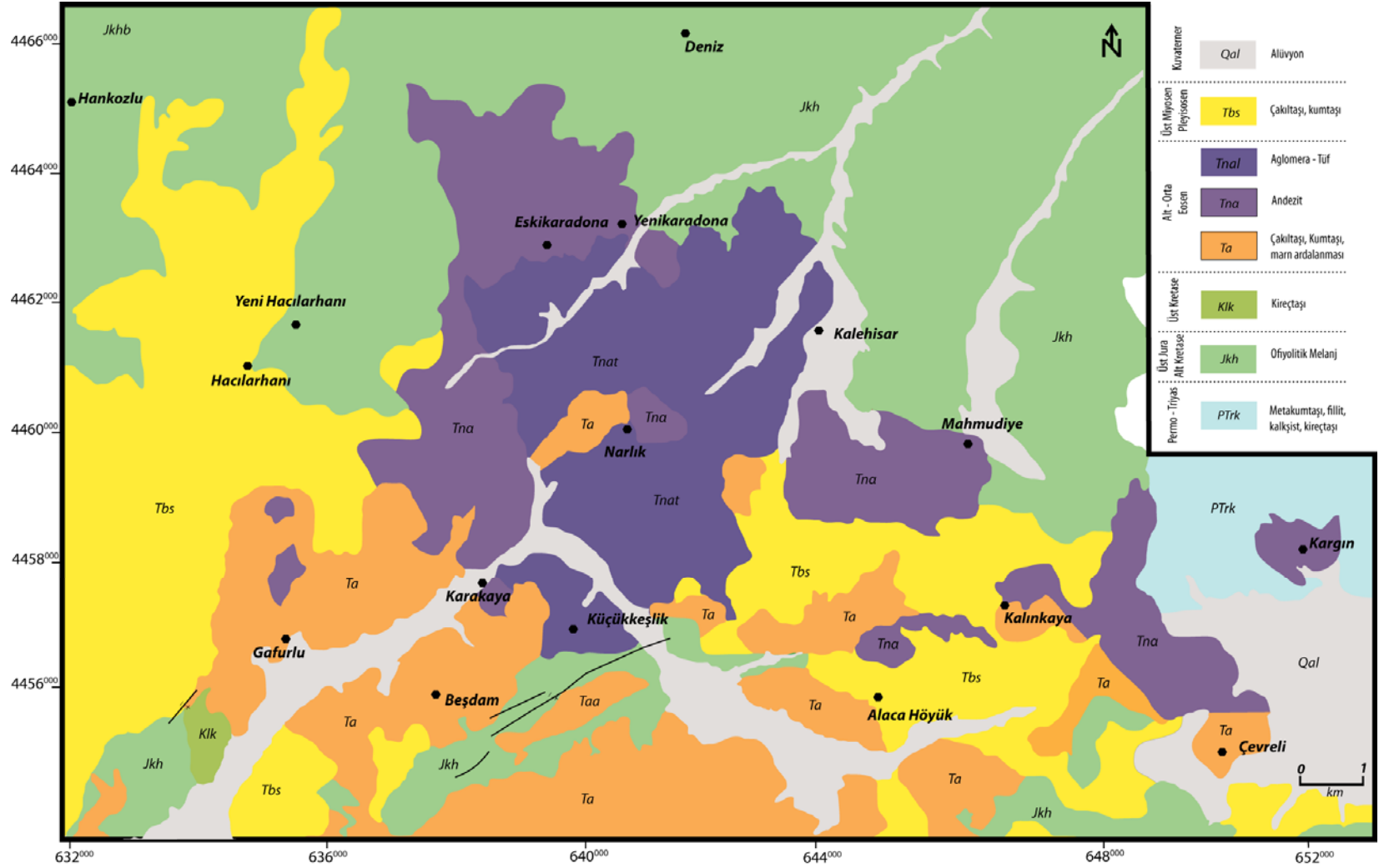
Keskin *et al.* (2008) Kuzey Anadolu'da yer alan Eosen yaşlı volkanik ve sedimanter birimleri "Orta Eosen Volkano-Sedimanter Kuşak" olarak türkçeleştirilen MESVB (Middle Eocene Volcano-Sedimentary Belt) rumuzu ile tanımlamışlardır. Bu kuşakta paleontolojik ve K/Ar tüm kayaç yöntemine göre radyometrik yaş verileri 45.3 ± 3.1 ile 41.8 ± 1.3 milyon yıl arası yaşlar vererek volkanizmanın Lütesiyen –Bartoniyen sırasında olduğuna işaret etmektedir (Bozkurt 1990, Platzman *et al.* 1994, Yılmaz *et al.* 1993).

5.2 Çalışma Alanının Jeolojisi, Mineralojisi ve Petrografisi

Çalışma alanı Çorum ilinin güneybatısında yer alan Alaca Höyük civarını kapsamaktadır. Bu alan içinde özellikle volkanik kayaçların incelenmesi çalışmanın ana amacını oluşturduğundan diğer birimler hakkında ayrıntılı bilgi verilmemiştir.

İnceleme alanının jeolojik haritası olarak Ateş (1987) tarafından yapılmış ama raporu yayınlanmamış harita baz olarak alınmıştır (Şekil 5.3). Stratigrafik istif, aşağıda diğer çalışmacıların tanımladıkları birimlerle yer yer karşılaştırılarak genel hatları ile sunulmaktadır.

İnceleme alanının temel birimleri Permo-Triyas yaşlı metamorfizma geçirmiş olan meta kumtaşı, fillit, kalkşist ve kireçtaşından oluşmakta olup sahanın en güneydoğusunda Kargın köyü civarında yüzeylenmektedir. Bu metamorfikler Karakaya Kompleksine ait birimleri temsil etmektedir. Bu birim ayrıntılı olarak ele alınıp incelenmemiştir. Bunun üzerine, Keskin *et al.* (2008) tarafından belirtildiği gibi, İzmir-Ankara-Erzincan Sütur (kenet) Zonu (IAESZ) 'nu temsil eden Üst Jura-Alt Kretase oluşum yaşlı, Üst Kretase yerleşim yaşına sahip okyanusal birimleri temsil eden deforme olmuş ofiyolitik dilimler ve melanjlar tektonik dokanak ile gelir. Bu birim Ateş vd. (2002) tarafından, Artova Ofiyolit Karışığı olarak isimlendirilmiştir. Sahada bu birim özellikle haritanın kuzey kesimlerinde izlenmektedir. Bazı dilimler ise güneydoğu, güney ve güneybatıda görülmektedir. Bu birim çok ayrıntılı olarak çalışılmamıştır. Ancak bazı bulgu ve bilgiler aşağıda verilmektedir.



Şekil 5.3 Çalışma alanının genel jeoloji haritası (Ateş 1987'den alınmıştır)

Bu birimin üzerine, sahada Ateş (1987) tarafından sadece Gafurlu köyünün güneybatısında yüzeylemiş olarak haritalanmış Üst Kretase yaşlı kireçtaşı birimi gelir. Bu birim hakkında gerek dokanak ilişkileri gerekse oluşum ortamı açısından bir yorum yapılmamıştır. Ancak bölgesel çalışmalar ve karşılaştırmalar yapılması durumunda bir açıklama yapılabilir. Bu kireçtaşlarının üzerine Ateş (1987) tarafından Alt-Orta Eosen yaşlı çakıltaşı, kumtaşı ve marn ardalanmasından oluştuğu belirtilen sedimanter kayalar gelmektedir. Bu birim yapılan saha gözlemleri ve literatür incelemeleri sonucu, Yılmaz ve Tüysüz (1984) ve Tüysüz (1990) tarafından Lütésiyen yaşlı konglomera ve kumtaşları ile başlayan istifin üstüne doğru ince taneli sığ denizel kumtaşları ve içlerindeki kireçtaşı mercekleri ile Örencik formasyonu olarak tanımlanan birime çok benzemektedir. Bu birim hakkında aşağıda bazı noktalarda yapılan gözlemlerle ilgili olarak açıklamalar ve bilgiler verilecektir. Onun üzerine bu birimi keserek gelen Ateş (1987) tarafından Alt-Orta Eosen olarak gözüken ama Ateş vd. (2002) tarafından Bayat formasyonu olarak tanımlanarak Lütésiyen (Orta Eosen) yaşlı olarak verilen volkanik kayalar gelmektedir. Bu volkanitler Keskin *et al.* (2008) tarafından verilen Hamamözü formasyonu volkanitlerine çok benzer özellikler sunmaktadır. Sahada volkanitler Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı çakıltaşı kumtaşı birimi tarafından örtülmektedir. Bu kayaların örtü konumunda olmasından dolayı bunlarla ilgili olarak burada bilgi verilmeyecektir.

5.2.1 Ofiyolitik melanj

Jeoloji :

Çorum ve çevresinde oldukça geniş bir alanda yayılım gösteren bu birimler koyu yeşil, yeşil ve kahverenkli serpantinleşmiş peridotit, piroksenit, gabro gibi ultrabazik ve bazik kayalar, spilit, diyabaz, yastık lav gibi bazik volkanik kayalar ve kırmızı kahverenkli radyolarit kireçtaşı ve Permien, Triyas, Jura, Kretase yaşlı formasyonlara ait litolojilerin yanal devamlılık sunmayan blok ve dilimlerinden oluşur (Ateş vd. 2002). Özcan vd. (1980)'e göre ofiyolit karışığının yerleşim yaşı Kampaniyen-Maestrihtiyen'dir.

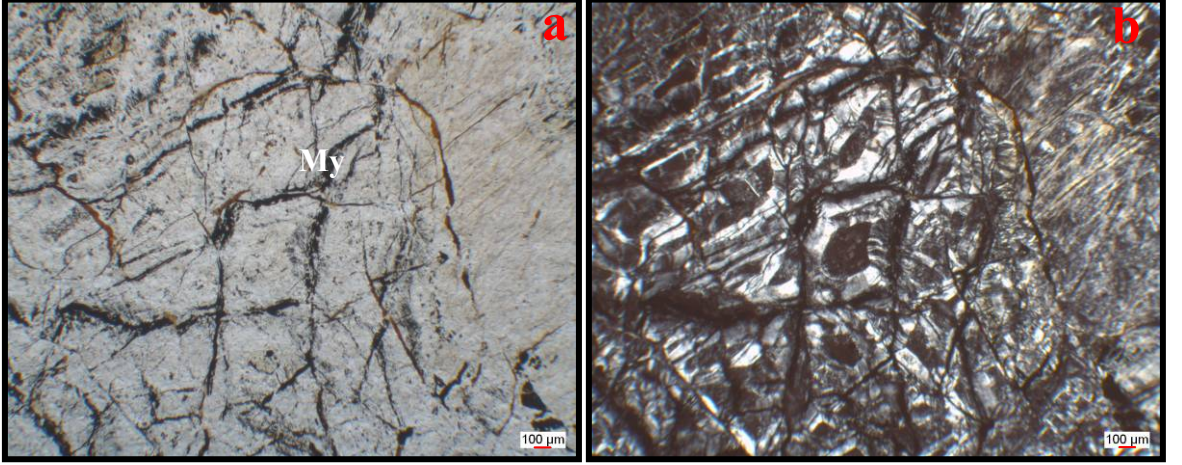
Bu birime ait kayalar çalışma alanında melanj karakteri sergilemekte ve inceleme alanında doğudan batıya doğru Mahmudiye, Kalehisar, Yeni Karadona, Hacılarhanı hattının kuzey kesimlerinde ve Hankozlu civarında geniş yüzlekler oluşturmaktadır. Ayrıca Gafurlu güneybatısında ve Beşdam-Küçükkeşlik hattının güneyinde GB-KD yönünde uzanmaktadırlar (Şekil 5.3). Bu birim içinde birkaç gözlem noktası dışında çok ayrıntılı çalışma yapılmamıştır. Mahmudiye-Kalehisar arasındaki yol kenarında radyolarit ve serpantin bloklarını iç içe görmek olasıdır (Şekil 5.4). Öte yandan Küçükkeşlik-Alaca Höyük yolunun üzerinde ise serpantinleşmiş peridotitler görülmektedir. Volkanitler bu peridotitleri kesmiş ve dokanaklarında alterasyona yol açmıştır. Bu yüzlekten doğuya doğru sapan stabilize yol üzerinde, gölet civarında serpantinleşmiş peridotitler devam etmektedir.



Şekil 5.4 Mahmudiye-Kalehisar arasındaki yol kenarında izlenen ofiyolitik melanja ait radyolarit (Rd) ve serpantinlerin (Sp) genel görünümü

Mineraloji-Petrografi :

Yapılan bazı incekesitlerde serpantinit örneklerinde kayacın tamamen serpantinleştiği, bu süreç sırasında açığa çıkan manyetitlerin damarcıklar şeklinde kayacın içinde dağıldığı görülmektedir (Şekil 5.5).



Şekil 5.5 Serpantinit içinde manyetit (My) damarcıkları, a. Tek nikol, b.Çift nikol

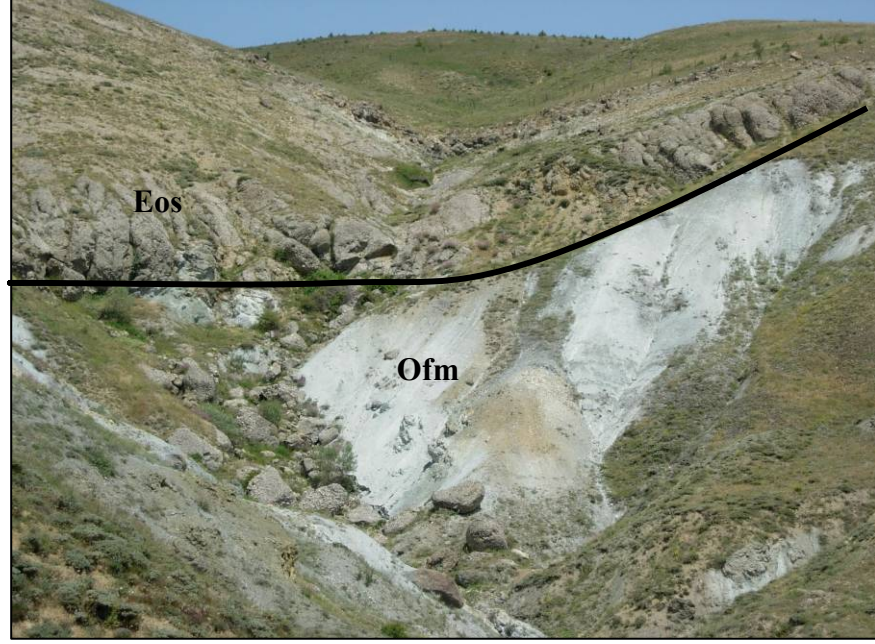
5.2.2 Eosen yaşlı sedimanter birimler

Jeoloji :

Çalışma alanını da içine alan ve geniş alanlarda yüzeyleyen Eosen denizinin transgresyonu ürünü olan, çoğunlukla çakıltaşı, kumtaşı ve marndan oluşan birim ilk kez Özcan vd. (1980) tarafından Çekerek Formasyonun sedimanter kesimi olarak tanımlanmıştır. Bu birimde ardalanmaların kumtaşı seviyeleri nummulites fosilleri içerdiği ve bu nedenle de bu çökellerin aynı yazarlar tarafından sığ denizel bir ortamda oluştuğu ileri sürülmüştür.

İnceleme alanında bu birim Narlık, Karakaya, Alaca Höyük köylerinin güney batısında ve Kalınkaya ve Çevreli köyleri civarında izlenmektedir. Bu birim bazen iri çakıltaşı seviyesi ile ofiyolitik melanjin üzerinde yer almaktadır (Şekil 5.6). Çakıllar iyi-çok iyi yuvarlaklaşmış, iyi-orta boylanmış, matriksi kum ve kaba kumdan oluşmaktadır. Çakıl taneleri çoğunlukla ofiyolitik kökenli volkanit, çört, spilit ve kireçtaşlarından oluşmuştur. Bunların üstüne örneğin Kalınkaya köyü batısında sarımsı-gri, yer yer

grimsi bordo ve kül renkli kumtaşı-silttaşı-kiltaşı ve marn ar dalanması gelmektedir (Şekil 5.7).



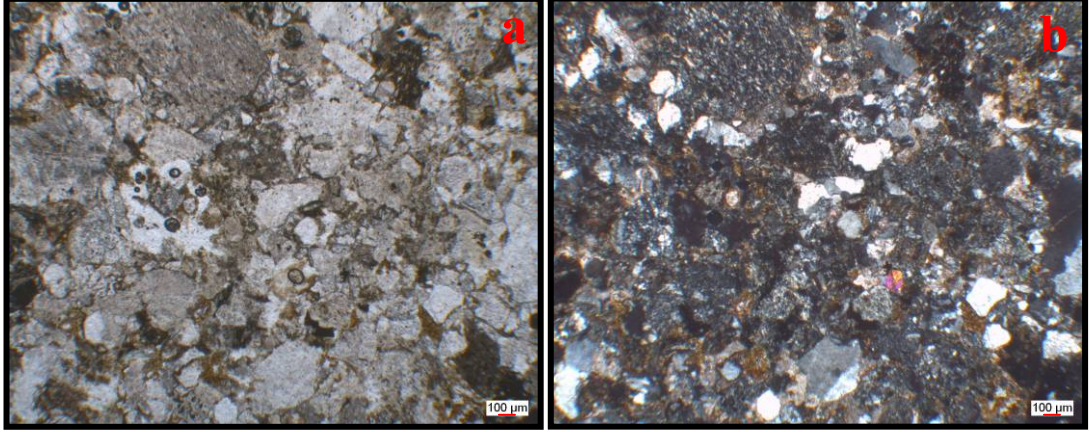
Şekil 5.6 Ofiyolitik melanj (Ofm) üzerine çakıltaşları ile başlayan Eosen yaşlı sedimanter birimler (Eos).Çalışma alanının dışında, güneyde Ekmekçi köyü arkası



Şekil 5.7 Kalinkaya çevresinde gözlenen kumtaşı (Kmt)-marn (Mr) ar dalanması

Mineraloji-Petrografi :

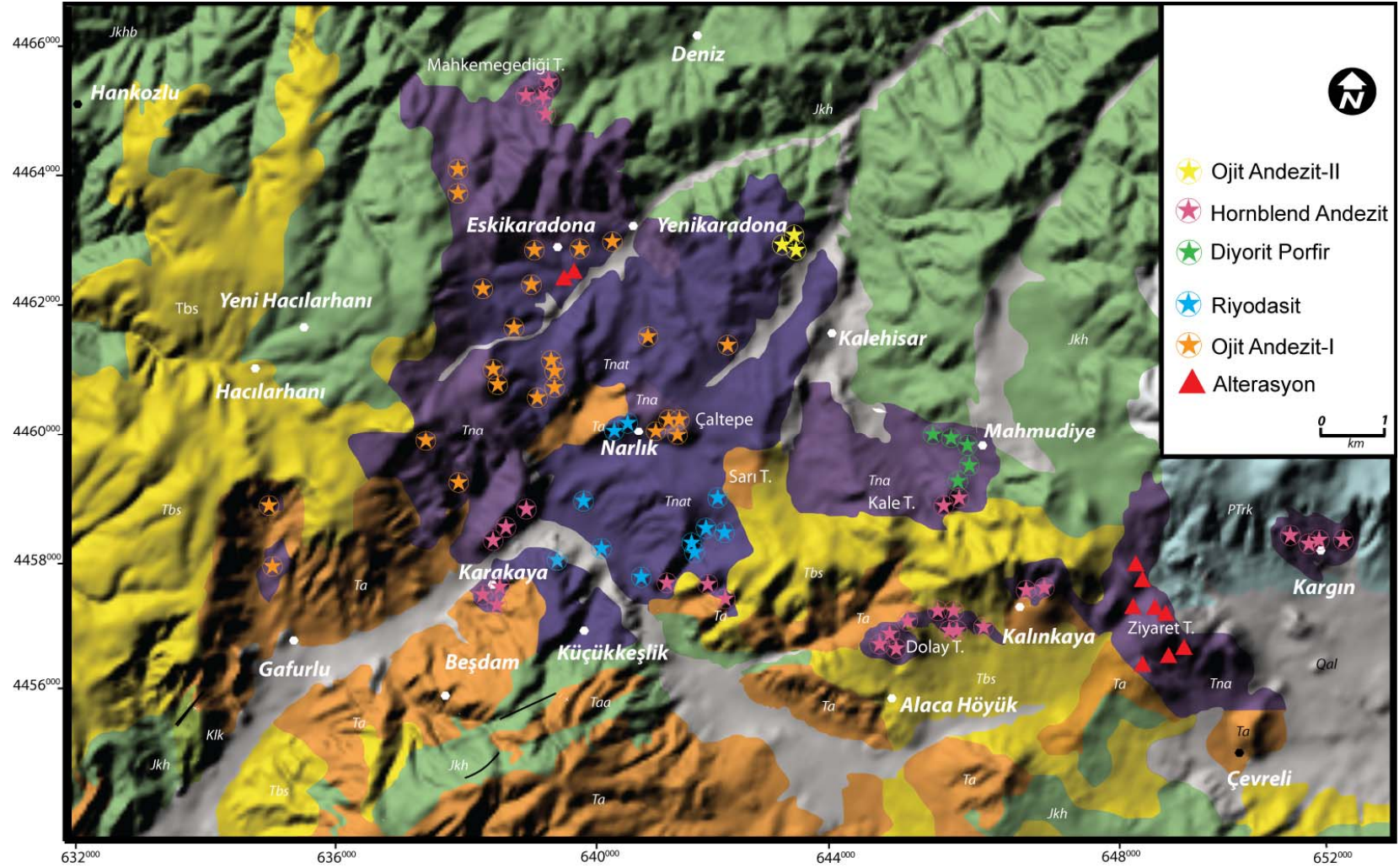
Petrografik incelemelerde kumtaşlarının kuvars, feldispat, epidot, karbonat mineralleri ve kayaç parçalarından oluştuğu ve karbonat ve killi bir hamur ile tutturulmuş olduğu görülmektedir (Şekil 5.8).



Şekil 5.8 Kumtaşının mikroskobik görünümü, a. Tek nikol, b. Çift nikol

5.2.3 Volkanik kayaçlar

İnceleme alanında izlenen kayaçlar önce saha gözlemleri ve jeolojik özellikleri ile anlatılacak, sonra da mikroskopik çalışmalarla belirlenen mineralojik bileşimleri ve dokusal özellikleri sunulacaktır. Volkanik kayaçlar ve içlerindeki anklavların mineralojik ve petrografik özelliklerini belirlemek amacı ile toplam 137 adet incekesit üzerinde optik mikroskobik incelemeler yapılmıştır. Bu kayaçlar, gösterdikleri farklı mineralojik bileşimler ve dokusal özelliklere göre 5 grup altında toplanmış ve her grup, içindeki baskın mafik mineraller göre adlamalar yapılmıştır. Ayırtlanan her gruptan birer örnekte K/Ar yöntemine göre radyometrik yaş tayini yapılmıştır. Buna göre volkanik kayaçlar yaşlıdan gence doğru Ojit Andezit-I (52.1 ± 1.6 m.y), Riyodasit (51.4 ± 1.4 m.y), Diyorit porfir (46.7 ± 1.3 m.y), Hornblend Andezit (43.6 ± 0.9 m.y) ve Ojit Andezit-II (41.4 ± 1.4 m.y) şeklinde dizilmektedir. Örnek alım yerleri Şekil 5.9'da sunulmaktadır. Örneklerin yerlerine ait koordinatlar ve isimleri EK 1'de verilmiştir.

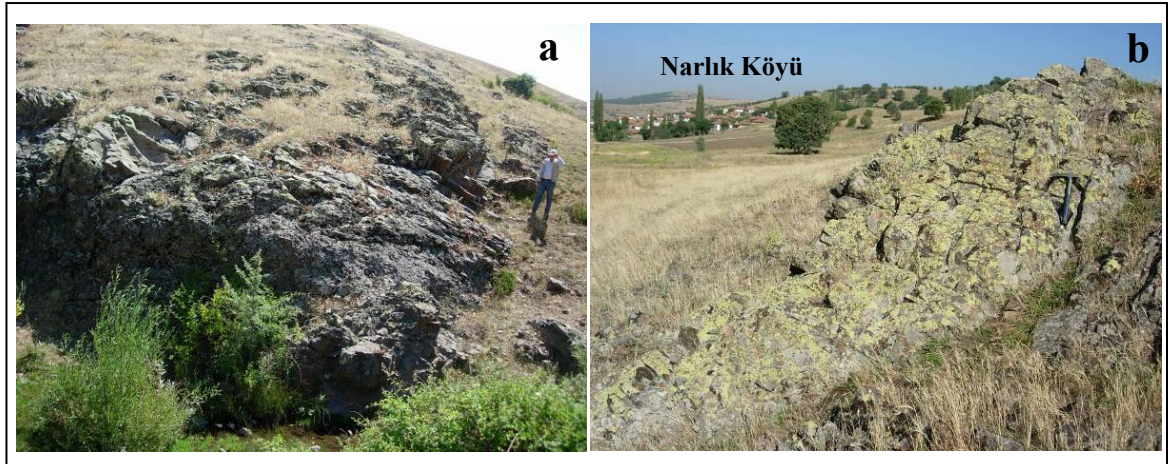


Şekil 5.9 Çalışma alanından alınan kayaçların örnek alım haritası (bazı örnekler birbirine çok yakın alındığından bu haritada gösterilmemiştir)

5.2.3.1 Ojit andezit-I

Jeoloji :

Bu tip kayaçlar koyu gri renkli ve porfiroafanitik dokulu olup Yenikaradona, Eskikaradona, Çaltepe (Narlık köyü) ve Kalehisar köyleri çevresinde gözlenmektedir (Şekil 5.9-5.11). Piroksen fenokristalleri gözle görülebilmektedir. Narlık köyünün doğusunda Çaltepe'deki volkanik kayaçlar koyu gri renkli olup dış yüzeylerinde bozunmalara rastlanmaktadır. El örneklerinde feldispat ve piroksen fenokristalleri belirgin olarak izlenmektedir. Kayaçların bazı kesimleri alterasyondan dolayı kırmızı renklidir (Şekil 5.12).



Şekil 5.10 Ojit Andezit-I yüzlekleri, a. Eskikaradona, b. Çaltepe civarı



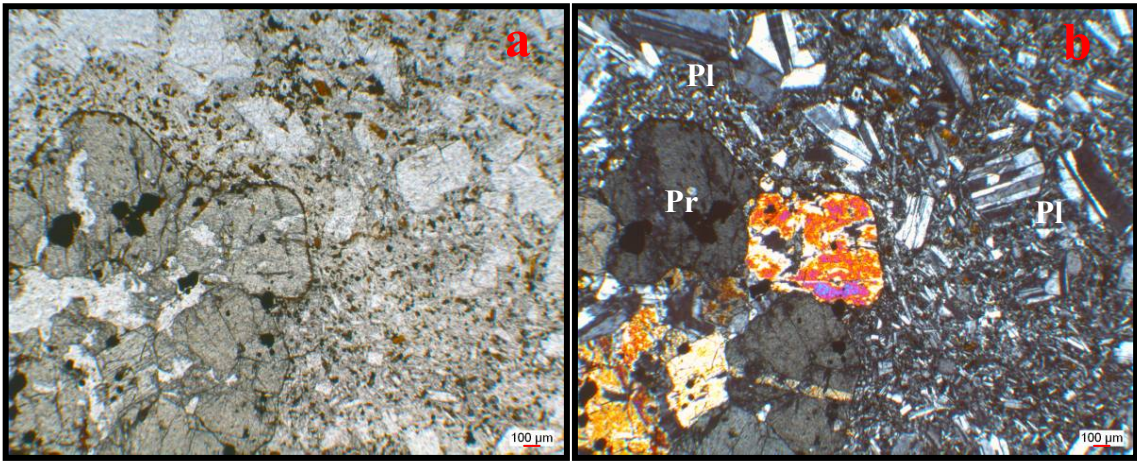
Şekil 5.11 Eskikaradona civarında yüzeyleyen ojit andezitler



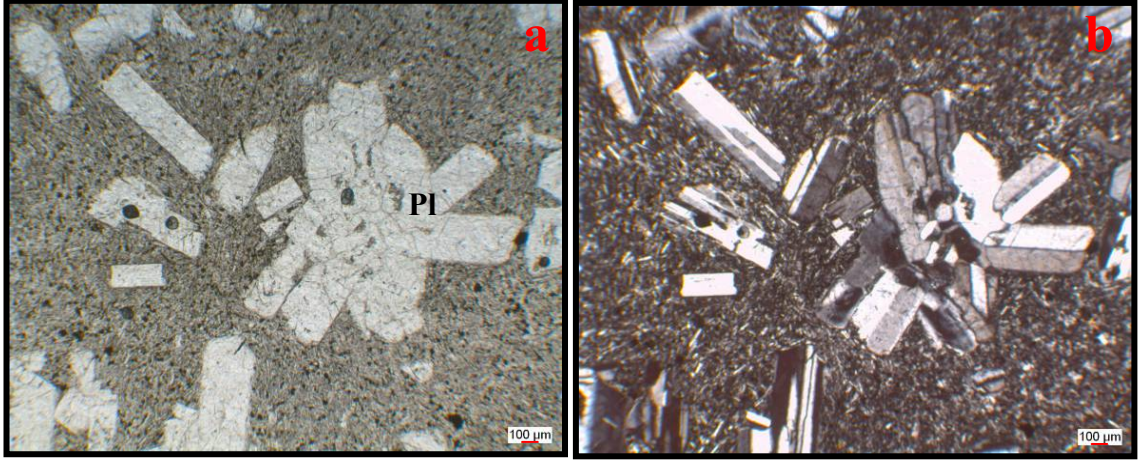
Şekil 5.12 Eskikaradona civarında yüzeyleyen ojit andezit-I kayacının el örneğindeki görünümü

Mineraloji-Petrografi :

Bu kayalar da fenokristal olarak plajiyoklaz, klinopiroksen, ortopiroksen, opaklaşmış amfiboller ve opak mineraller izlenmektedir (Şekil 5.13). Kayalarda mikrolitler ve volkan camının birlikte gözlenmesinden dolayı hakim doku hipokristalin-porfirik dokudur (Şekil 5.14), ayrıca plajiyoklazların ve piroksenlerin kendi içlerinde kümeler oluşturarak glomeroporfirik doku gösterdiği (Şekil 5.14 ve 5.15) ve ayrıca yer yer akma dokusunun da geliştiği görülmektedir (Şekil 5.14).

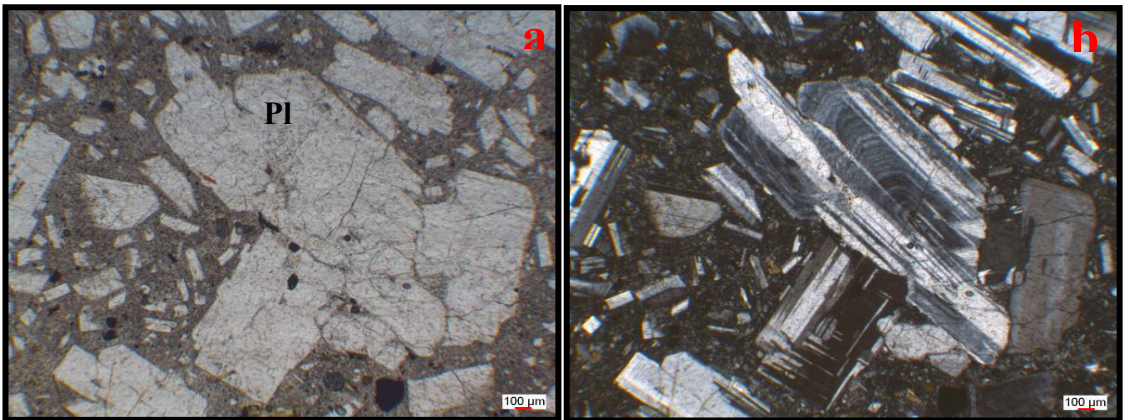


Şekil 5.13 Hipokristalin porfirik dokulu Ojit Andezit-I içinde glomeroporfirik doku sunan piroksen (Pr), plajiyoklaz (Pl) mineralleri ve opak mineraller hiyalopilitik doku sunan hamur içinde, a.Tek nikol, b.Çift nikol

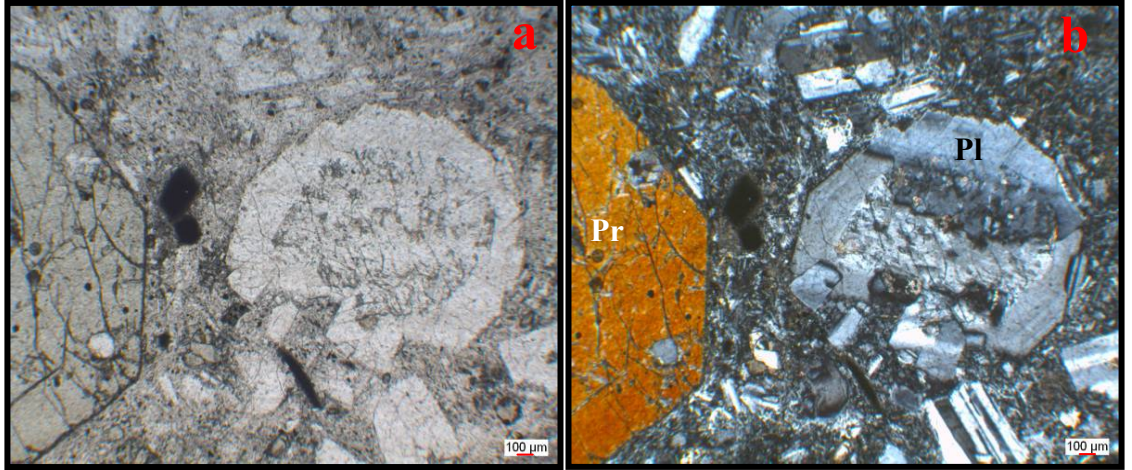


Şekil 5.14 Glomeroporfirik doku gösteren plajiyoklaz mineralleri (Pl), plajiyoklaz mikrolitleri ve daha az oranda volkan camından oluşan hamur içinde, a. Tek nikol, b.Çift nikol

Özşekilli-yarı özşekilli plajiyoklazlar hem fenokristal olarak hem de hamur içerisinde mikrolitler olarak gözlenmektedir. Plajiyoklaz fenokristallerinin seriate dokusu oluşturacak şekilde kayaç içerisinde farklı büyüklüklerde yer aldıkları izlenmektedir (Şekil 5.15). Ojit andezit-I de polisentetik ikizlenme ve/veya salınımlı zonlanma gösteren çubuksu şekilli plajiyoklazlar da yaygın olarak bulunmakta ayrıca pek çok plajiyoklaz sinosis dokusu olarak tanımlanan yan yana, bitişik kristalleşmeler göstermektedir (Şekil 5.15). Bazı plajiyoklazlarda yer yer hücremsi ve elek (süngerimsi) dokuları izlenmektedir. Elek dokulu olan kristallerin en dış kesimleri oldukça taze olup bu kesimde salınımlı zonlanma gösteren kenar zonu geliştiği görülmektedir (Şekil 5.16). Plajiyoklazlarda az miktarda serizitleşme ve killeşmeler gözlenmektedir.



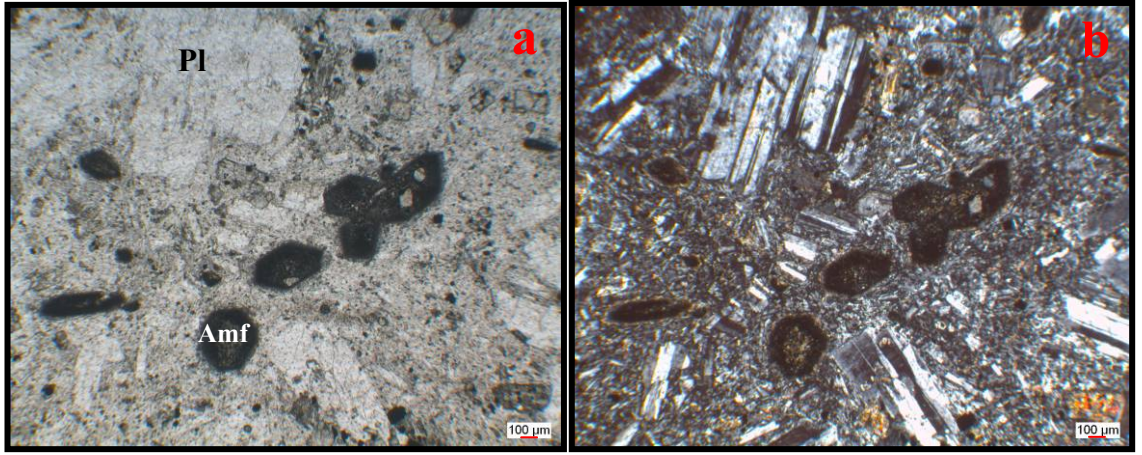
Şekil 5.15 Seriate ve sinosis dokusu gösteren plajiyoklaz (Pl) minerallerinde izlenen salınımlı zonlu doku, a. Tek nikol, b.Çift nikol



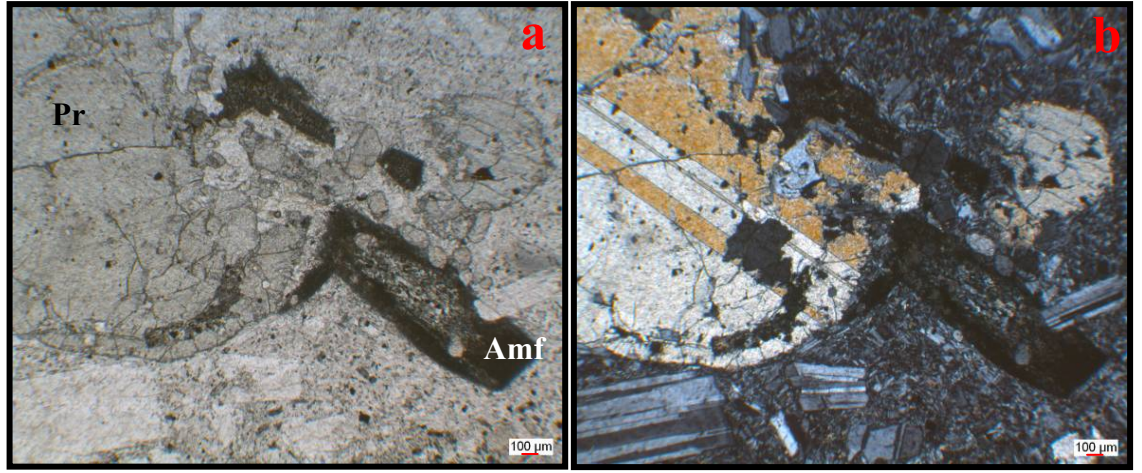
Şekil 5.16 Hücremsi ve elek dokusu gösteren plajiyoklaz minerali (Pl) ile birlikte özşekilli piroksen (Pr) minerali, Plajiyoklazın kenarında salınımlı zonlanma izlenmekte, a.Tek nikol, b.Çift nikol

Piroksen ince kesitlerde renksiz görülmekte olup sekizgen kafa kesitleri de sunan özşekilli veya yarı özşekilli mineraller olarak izlenmektedir (Şekil 5.16). Yer yer kümelenmeler sunmaktadır (Şekil 5.13). Sönme açıları kontrol edilerek paralel sönme gösteren ortopiroksen ile eğik sönme sunan klinopiroksenler fenokristal olarak ve hamur içerisinde mikrolitler şeklinde gözlenmektedir.

Bazı Ojit Andezit-I örneklerinde piroksen ve plajiyoklaz fenokristalleriyle birlikte onlara göre daha küçük boyutlu amfibol mineral relikleri bulunmaktadır. Tipik altıgen özşekilleri nedeniyle amfibol mineralleri oldukları söylenebilen bu minerallerin türlerini ayırmak mümkün olamamaktadır. Bu amfiboller özellikle kenar zonlarından itibaren opaklaşmaya başlamıştır (Şekil 5.17). Bazıları ise tamamen opaklaşmıştır (opazitlemiştir). Diğer ojit andezitlerde olduğu gibi, opaklaşmış amfibol içeren kayalarda da polisentetik ikizlenme gösteren plajiyoklazlara ve piroksenlere rastlanmaktadır (Şekil 5.17-5.18).



Şekil 5.17 Özşekli (altıgen) opaklaşmış amfibol reliktleri (Amf) ve polisentetik ikizlenme gösteren plajiyoklaz (Pl) mineralleri, a.Tek nikol, b.Çift nikol



Şekil 5.18 Polisentetik ikizlenme gösteren piroksen minerali (Pr) ve kenarlarından itibaren opazitleşmiş amfibol reliktleri (Amf), a.Tek nikol, b.Çift nikol

Ojit andezitlerde opak minerallere ya piroksenlerin içinde kapanımlar ya da hamur içinde orta ve küçük taneler halinde rastlanmaktadır (Şekil 5.13 ve Şekil 5.18). Yapılan mikroprob çalışmaları sırasında bunların titan içeren manyetitler (titanomanyetitler) oldukları belirlenmiştir.

Ojit andezit-I kayaçlarının hamur kesimleri ince taneli plajiyoklaz ve piroksen mikrolitleri ile volkan camından oluşmaktadır (Şekil 5.13 ve Şekil 5.18).

5.2.3.2 Riyodasit

Jeoloji :

Riyodasitler sahada Narlık ile Küçükkeşlik köyleri çevresinde geniş bir alanda yayılım göstermektedirler. Krem-beyaz renkli olup, afanitik dokuya sahiptirler (şekil 5.19). El  rneğinde çok k uk biyotit minerallerine rastlanılmaktadır (şekil 5.20). Kayaçlarda yaygın bozunmalar gözlenmekte ve yer yer akıntılar şeklinde sarı ve kırmızı renkli boyamalar hemen hemen tüm bölgede izlenmektedir (şekil 5.21).



şekil 5.19 Narlık köyü civarında gözlenen riyodasitler



şekil 5.20 Riyodasitlerin el örneğindeki görünümleri

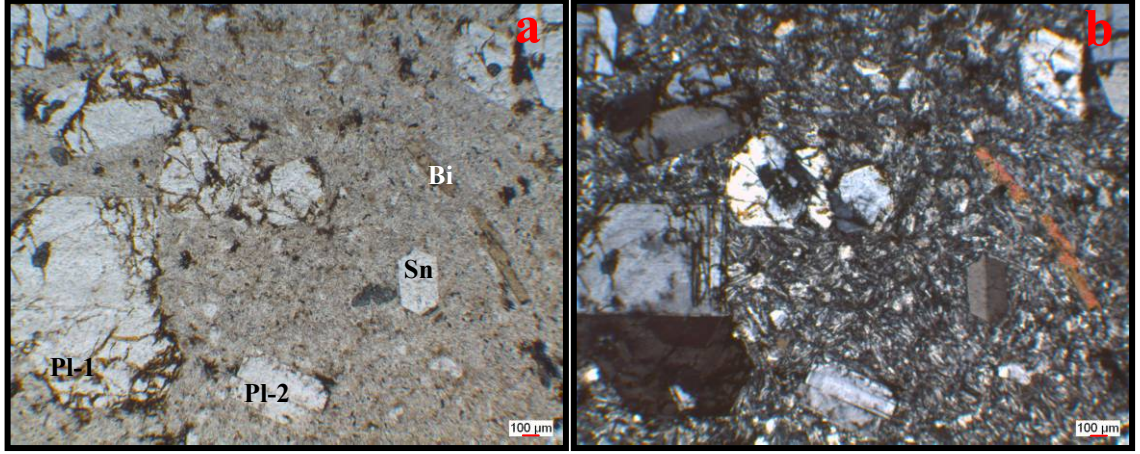


Şekil 5.21 Riyodasitlerde bantlar şeklinde yoğun demiroksit (limonitik) alterasyonu

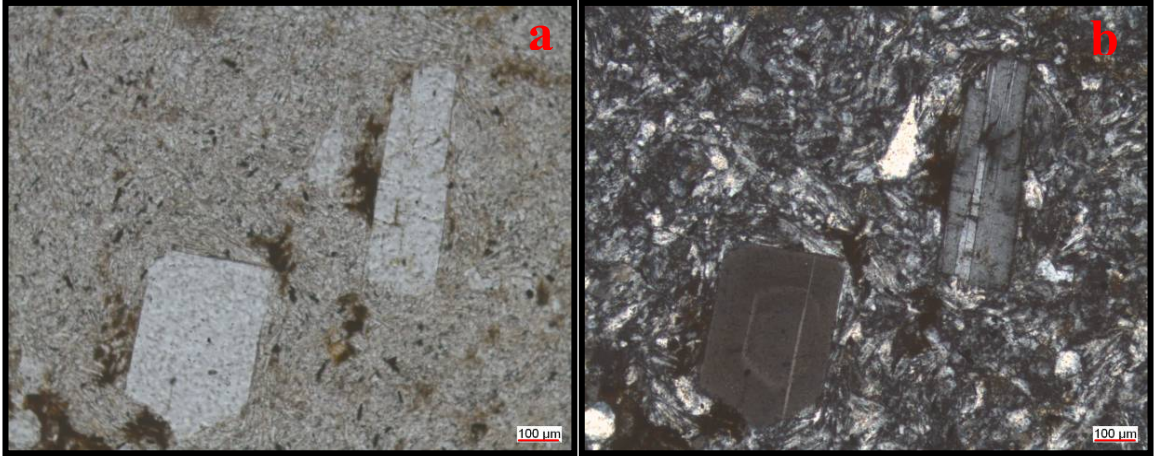
Mineraloji-Petrografi :

Riyodasitlerde fenokristal miktarı az olup genellikle plajiyoklaz ve az oranda biyotit ile çok ender olarak kuvars ve sanidin fenokristalleri görülmektedir. Bu porfirik kayalar pilotaksitik doku ile yer yer akma dokusu ve ışınal dokular sergilemektedir (Şekil 5.22).

Kayaçalarda iki ayrı tipte plajiyoklaz mineralleri görülmektedir. Birinci tip, çoğunlukla özşekilli-yarı özşekilli, polisentetik ikizlenmeli ve salınımlı zonlanmalı olup kırıklı ve çatlaklı yapıdadır. İkinci tip plajiyoklazlar ilk tipe göre altere olmamış, daha taze, daha ufak taneli, özşekilli, zonlu ve ikizlenmeli olarak izlenmektedir (Şekil 5.22-5.23).



Şekil 5.22 Kırıklı-çatlaklı yapıda zonlu ve ikizlenmeli iri plajiyoklaz fenokristalleri (Pl-1) ile özşekilli, taze, zonlu, ikizlenmeli daha ufak plajiyoklaz fenokristalleri (Pl-2). Ayrıca özşekilli sanidin (Sn) ve biyotit minerali (Bi), a.Tek nikol, b.Çift nikol.



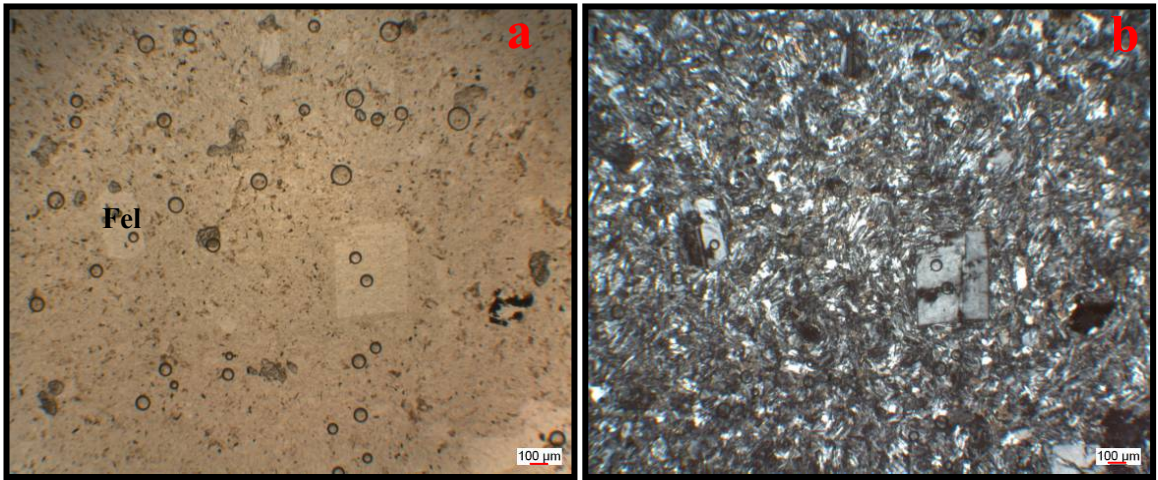
Şekil 5.23 Kuvars, plajiyoklaz mikrolitlerinden oluşan hamur içinde özşekilli zonlu doku ve polisentetik ikizlenme gösteren plajiyoklaz mineralleri, a.Tek nikol, b.Çift nikol

Biyotit mineralleri, genelde ince-uzun şekiller sergilemekte olup kahverengi-sarımsı tonlarda pleokroyizma özelliği göstermektedir. Bu minerallerde kopma ve kenarlarından itibaren kemirilme izleri görülmektedir. Riyodasitlerde az miktarda özşekilli sanidin minerallerine de rastlanmaktadır (Şekil 5.22).

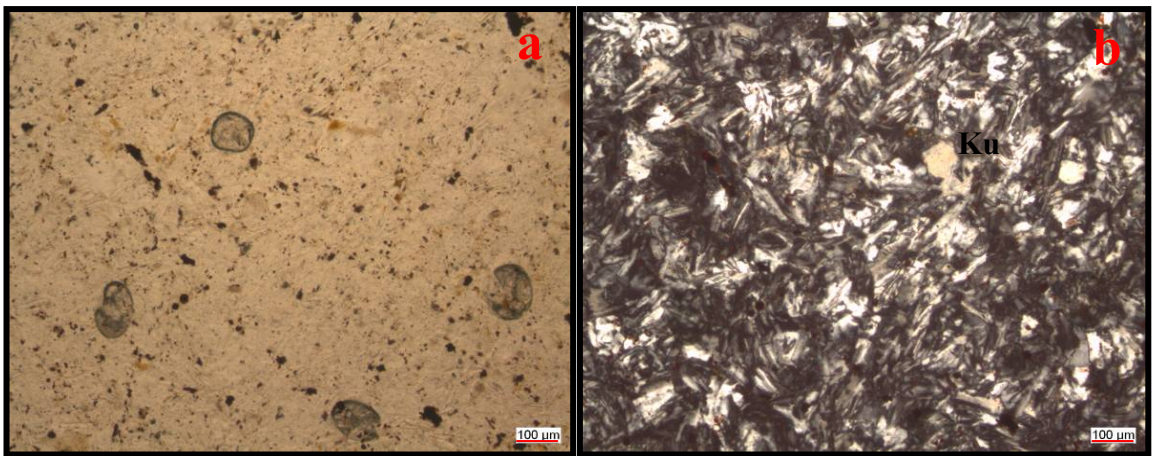
Kuvars mineralleri köşeleri yuvarlaklaşmış şekilde ve fenokristal olarak çok az miktarda gözlenmekte ve feldispat fenokristallerince eşlik olunmaktadır (Şekil 5.23). Birkaç

kuvars tanesinde kemirilme dokusuna rastlanılmıştır. Ancak kuvarlar, hamur içinde mikrolitlerin arasında özşekilsiz olarak da bulunmaktadırdır.

Hamurun ince ve çok ince taneli kuvars ve feldispat mikrolitlerinden oluştuğu ve bol miktarda opak minerali içerdiği gözlenmektedir (şekil 5.24-5.25). Hamur malzemesi fenokistallere göre daha asidik bir karakter sergilemektedir. Kayaçlarda karbonatlaşma ve serizitleşme yaygın olarak izlenen alterasyonlardırdır. Demiroksit boyamalarına da rastlanmaktadır.



şekil 5.24 İnce taneli kuvars ve basit ikizlenme gösteren feldispat (Fel) fenokristalleri mikrokristalen hamur içinde, a.Tek nikol, b.çift nikol



şekil 5.25 Kuvars (Ku) ve feldispattan oluşan hamur malzemesi ve bu minerallerin yer yer işnsal benzeri dizilimler, a.Tek nikol, b.çift nikol

5.2.3.3 Diyorit porfir

Jeoloji :

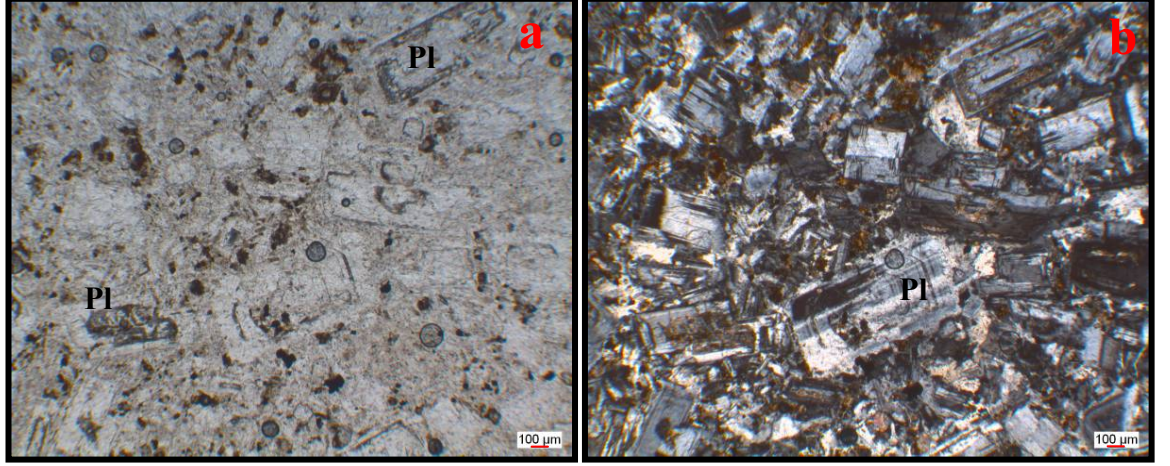
Mahmudiye köyü çevresinde küçük bir alanda yüzeylenen diyorit porfir kayaçları, beyaz-pembemsi renkli, çok ince tanelidir (Şekil 5.26). Mikroskopik incelemelerinde kayacın intergranüler dokulu olduğu gözlenmiştir. Kayacın büyük bir kısmı plajiyoklaz ineralinden oluşmaktadır. Killeşme ve karbonatlaşma yaygın alterasyon türüdür.



Şekil 5.26 Mahmudiye ile Kale Tepe arasında yüzeyleyen diyorit porfirlerin arazi ve el örneği görüntüleri

Mineraloji-Petrografi :

Diyorit porfir kayaçlarında, iri taneli plajiyoklaz fenokristalleri ile daha küçük taneli piroksen, amfibol, ve opak mineraller gözlenmektedir. Kayaçlarda intergranüler doku hakimdir (Şekil 5.27).

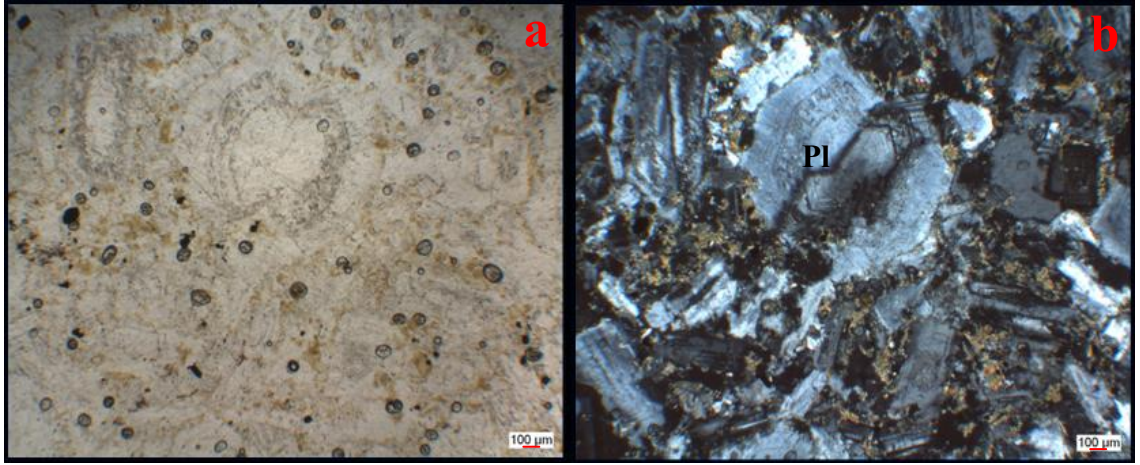


Şekil 5.27 İntergranüler dokuya sahip diyorit porfirde zonlu doku, basit ve polisentetik ikizlenme gösteren plajiyoklaz (Pl) mineralleri, yer yer elek dokularıda gözlenmekte(Ple), a. Tek nikol, b. Çift nikol

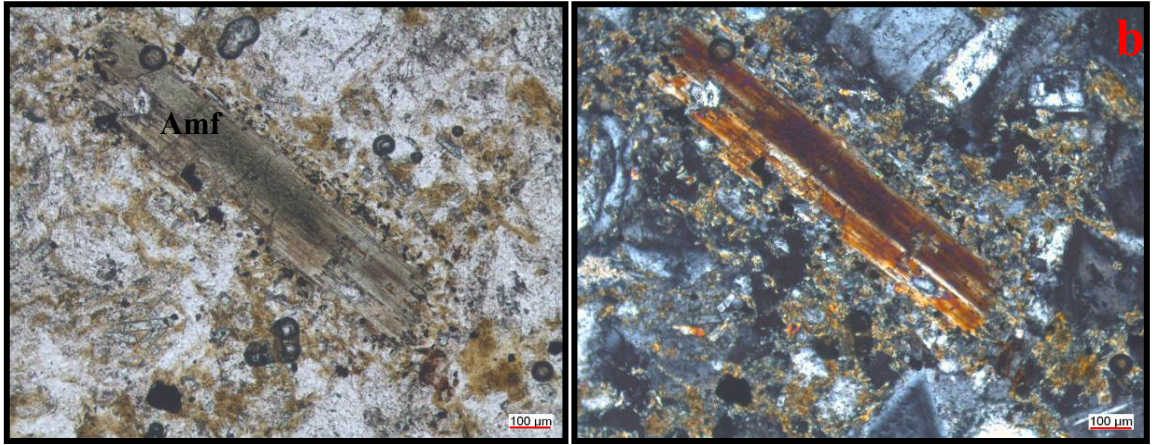
Kayacın büyük bir kısmında plajiyoklaz mineralleri gözlenmektedir. Plajiyoklazlar çoğunlukla prizmatik şekilli olup salınımlı zonlu doku ve elek dokusu göstermektedir (Şekil 5.27-5.28). Bazı plajiyoklazların zonlarını takip eder biçimde karbonatlaştıkları görülmektedir. Ayrıca plajiyoklazlarda killeşmelere de rastlanmaktadır (Şekil 5.28).

Kesitlerde amfibol ve piroksen grubu mineraller de gözlenmektedir. Amfibol mineralinde kloritleşmeler ve etraflarını saran opak minerallere rastlanmaktadır (Şekil 5.29-5.30).

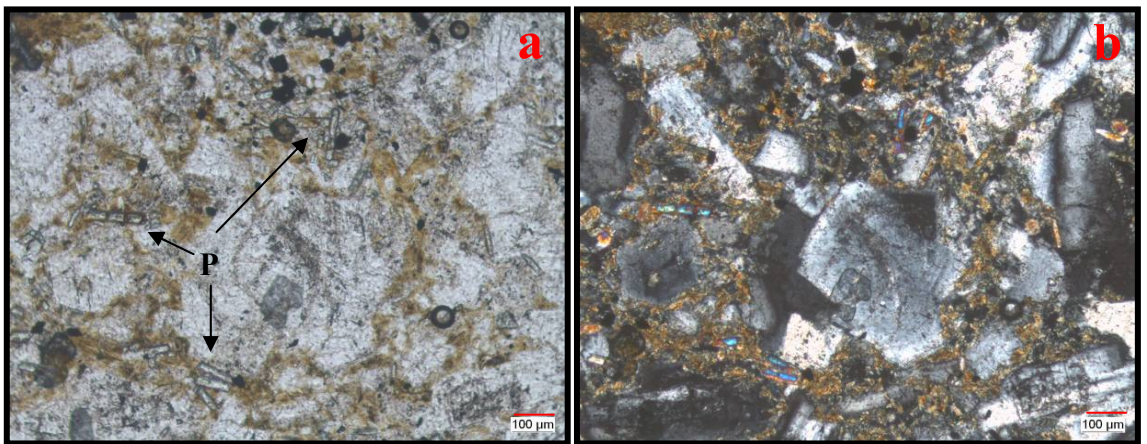
Diyorit porfirlerde killeşme, karbonatlaşma ve demiroksitleşme yaygın alterasyon türleridir.



Şekil 5.28 Salınımlı zonlu doku gösteren plajiyoklaz (Pl) minerali, bazı zonlar boyunca alterasyon gözlenmektedir, a.Tek nikol, b.Çift nikol



Şekil 5.29 Yeşilimsi-kahverengi renkli pleyokroizma gösteren, kenar zonlarında opak mineraller zenginleşmiş olan amfibol minerali (Amf), a.Tek nikol, b.Çift nikol

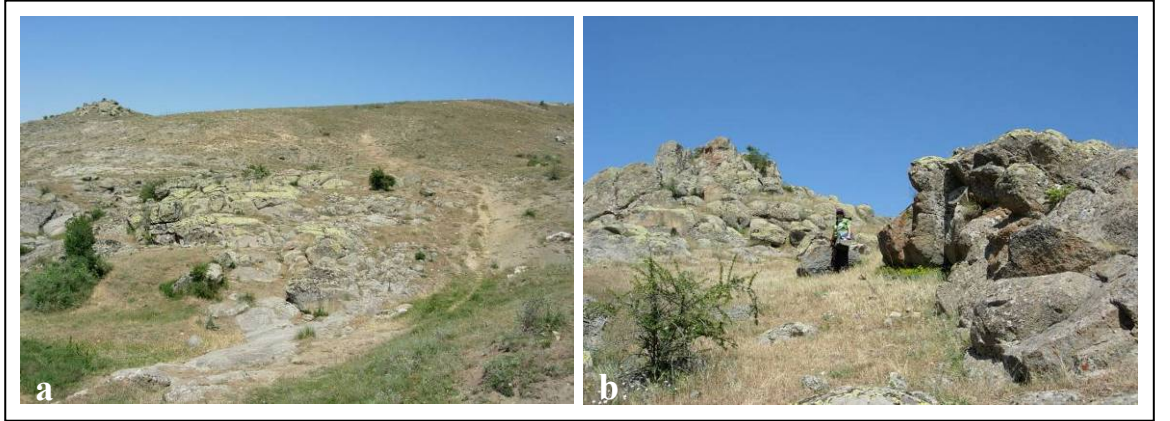


Şekil 5.30 Diyorit porfirlerde piroksenler (Pr) ve hamurda demir oksit mineralleri, a.Tek nikol, b.Çift nikol

5.2.3.4 Hornblend andezit

Jeoloji :

Hornblend andezitler sahada Kalınkaya, Karakaya, Kargın ve Mahmudiye (Kale Tepe) köyleri çevresinde yayılım göstermektedir (Şekil 5.9). Kalınkaya bölgesinde yer alan volkanik kayalar sert yüzlekler şeklinde gözlenmektedir (Şekil 5.31). Bazen Alaca Höyük kuzeyinde Dolay Tepe civarında olduğu gibi domlar şeklinde yüzeyledikleri de görülmektedir (Şekil 5.9 ve 5.32). Taze kayaç yüzeyleri ise gri-koyu gri renklerde olup altere yüzeylerde renk yeşilimsi griye dönmektedir. El örneğinde başlıca feldispat, hornblend ve biyotit fenokristalleri içerdiği ve porfiro-afanitik dokuda olduğu belirlenmiştir. Feldispat fenokristalleri gözle ayırt edilebilecek kadar iri boyutlardadır (Şekil 5.33).



Şekil 5.31 Kalınkaya bölgesinde yer alan hornblend andezitlerin genel görünümü



Şekil 5.32 Dolay Tepe’de dom şekilli hornblend andezit yüzleği (Kalınkaya köyü batısından güneye doğru bakış)



Şekil 5.33 Kalinkaya bölgesinde yer alan porfiro-afanitik dokulu, hafif altere olarak yeşilleşmiş hornblend andezit kayacı.

Karakaya bölgesinde yer alan hornblend andezitler, fenokristal olarak feldispat, hornblend ve biyotit içermektedir. Prizmatik, altıgen şekilli amfiboller ve özşekilli levhamsı biyotitler gözle ayırt edilebilecek kadar iri tanelidir (Şekil 5.34). Bu bölgede andezitler içinde farklı anklavlar görülmektedir. Bu anklavlar hakkında ayrıntılı bilgi bu kayaç grubu bölümü içinde ileride verilecektir.



Şekil 5.34 Karakaya köyü yakınında izlenen hornblend andezitlerin a) arazi görüntüsü, b-kayacın yakından görünümü Bi: biyotit minerali

Bu kayaçların kırıklarında ve çatlaklarında demiroksit boyamaları yaygın olarak gözlenmektedir. Ayrıca bölgede yer yer kayaçlar sarı-kahverengi renkli killeşmeler sunarak altere durumda gözlenmektedir.

Mahmudiye köyü Kale Tepe çevresinde izlenen hornblend andezitler krem, pembe renkli diyorit porfirleri keserek çıkmakta ve yeşilimsi-gri renkli porfiro-afanitik dokulu kayaçlar olarak belirginleşmektedir (Şekil 5.35). Bu andezitlerde yapılan saha gözlemleri ve incekesitlerinin petrografik incelemeleri, bunların Kalinkaya bölgesinde yer alan porfirik dokulu andezitlerle büyük benzerlikler içerdiğini göstermektedir.

Mahmudiye bölgesinde yer alan en önemli yükseltilerden biri olan Kale tepe büyük bir olasılıkla lav domu şeklindedir (Şekil 5.35). Bu tepe civarındaki volkanik kayaçlar porfiro-afanitik dokulu, hornblend ve feldispat fenokristalleri içeren andezitik bileşimli kayaçlardır.



Şekil 5.35 Bölgedeki en önemli yükseltilerden biri olan Kale Tepe civarındaki kayaçların arazi görünümü

Kargın çevresinde yer alan hornblend andezitler ise mineralojik bileşimi olarak Kalinkaya'da yer alan hornblend andezitlere benzerlik gösterse de makroskobik olarak

renk ve dokusal açıdan farklılıklar sunmaktadır (Şeil 5.36.a). Diğer andezitlere göre daha açık gri renkli ve fenokristal olarak daha küçük tanelidir. Fenokristal olarak plajiyoklaz ve prizmatik ve altıgen şekilli amfiboller gözlenmektedir (Şekil 5.36.b). Ayrıca bol miktarda koyu renkli anklav içermektedir. Bu anklavlar hakkında ayrıntılı bilgi bu kayaç grubu bölümü içinde ileride verilecektir.

Narlık köyü batısında yer alan volkanik kayaçların geniş yayılım gösterdiği, soğuma çatlaklarının geliştiği gözlenmiştir. Porfiro-afanitik doku gösteren kayacın koyu renkli fenokristalleri (amfibol) belirgin bir yönlenme göstermektedirler (Şekil 5.37).



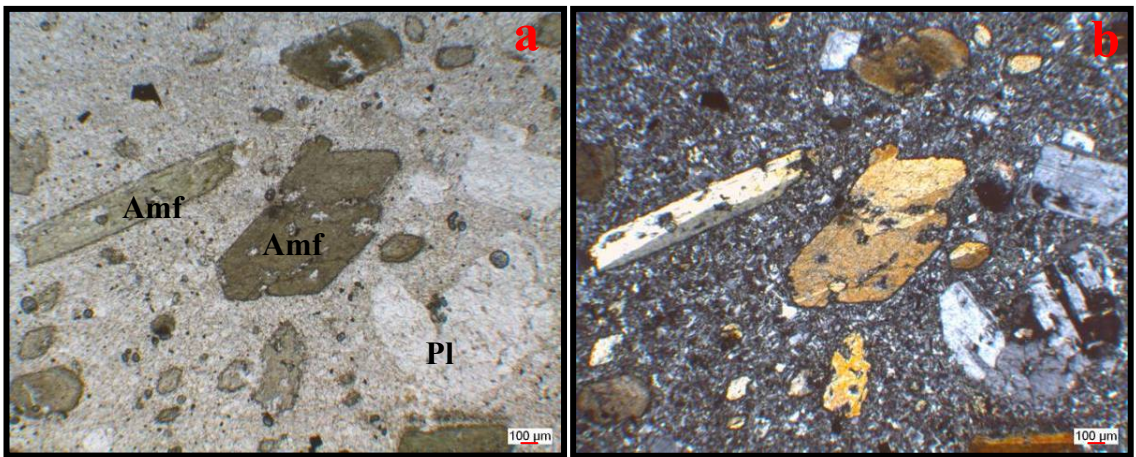
Şekil 5.36.a. Kargın çevresinde gözlenen hornblend andezit kayacının arazi görüntüsü, b. Özşekli amfibol ve plajiyoklaz fenokristalleri içeren kayacın yakından görünümü



Şekil 5.37 Narlık köyü batısında karayolu yakınında yüzeyleyen hornblend andezitlerde a. Soğuma çatlakları, b.c. Kayaçtaki koyu renkli minerallerde izlenen yönlenme

Mineraloji-Petrografi :

İnceleme alanından alınan hornblend andezit örneklerinde fenokristal olarak plajiyoklaz, amfibol ve biyotitlere rastlanmaktadır. Aksesuar olarak opak mineraller gözlenmektedir. Porfirik dokulu bu kayaçlarda mikrolit ağırlıklı, az miktarda volkan camından oluşan bir hamur görülmekte olup buna göre kayaçta hipokristalin doku belirlenmiştir (Şekil 5.38).

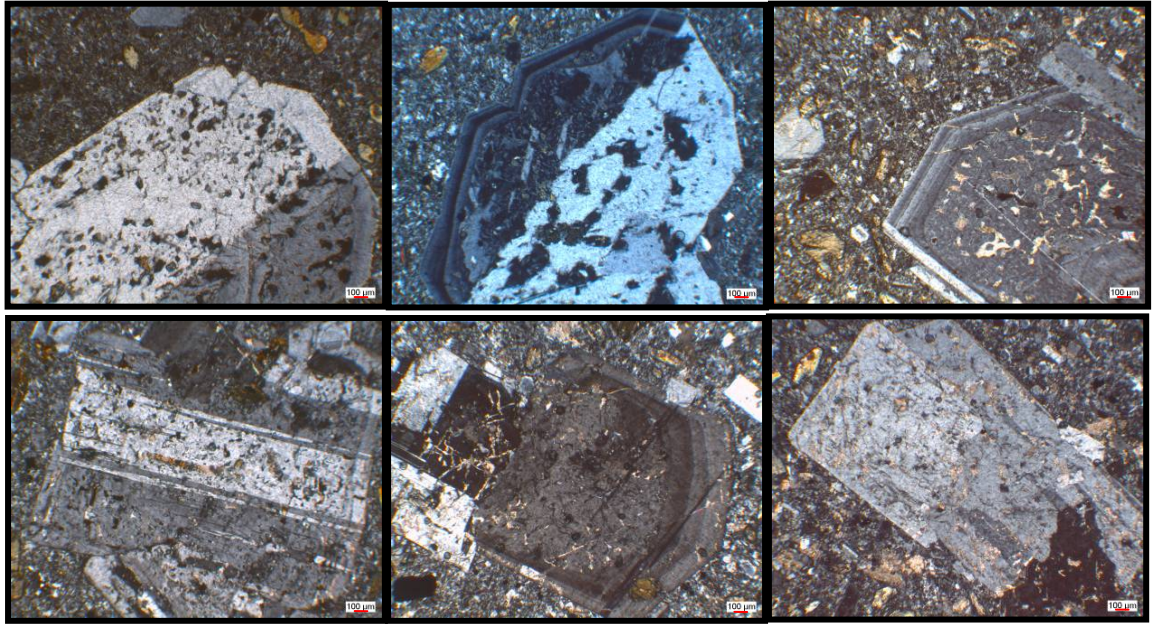


Şekil 5.38 Hornblend andezitte basit ikizlenme ve zonlu doku gösteren özşekli amfibol mineralleri (Amf) ve İkizlenme ve salınımlı zonlanma gösteren plajiyoklazlar (Pl), a.Tek nikol, b.Çift nikol

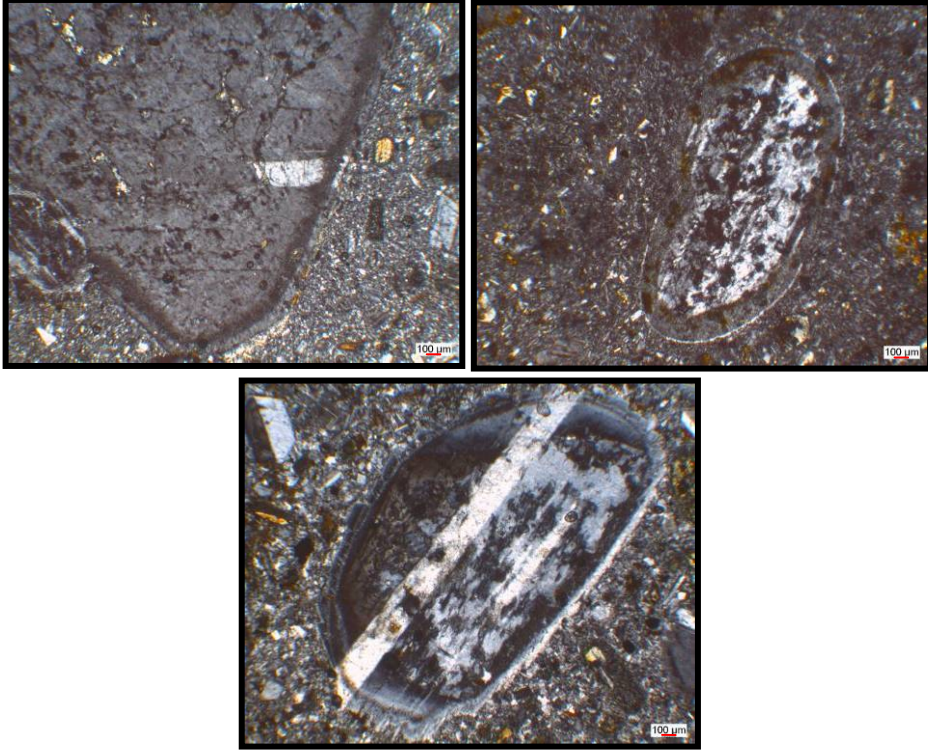
Plajiyoklaz mineralleri genellikle yarı özşekilli, özşekilli olup polisentetik ikizlenme ve salınlı zonlu dokular göstermektedir. Plajiyoklaz içerisinde plajiyoklaz, amfibol, ve opak mineral kapanımları belirlenmiştir. Ayrıca tüm kesitlerde yapılan incelemeler sonucunda dört farklı doku sunan plajiyoklaz kristalleri gözlenmiştir. Bunlar;

- 1) Kenar zonları taze yüzeyli, elek dokulu plajiyoklazlar (Şekil 5.39),
 - 2) Kenar zonlara doğru reaksiyon kuşağı oluşan ve iç kısımları elek dokulu plajiyoklazlar (Şekil 5.40),
 - 3) Kenarlarında yuvarlaklaşmalar, kemirilmeler ve iç içe (veya üst üste) büyümeler gösteren plajiyoklazlar (Şekil 5.41),
 - 4) Özşekilli ve oldukça taze görümlü plajiyoklazlar (Şekil 5.42),
- olarak verilebilir.

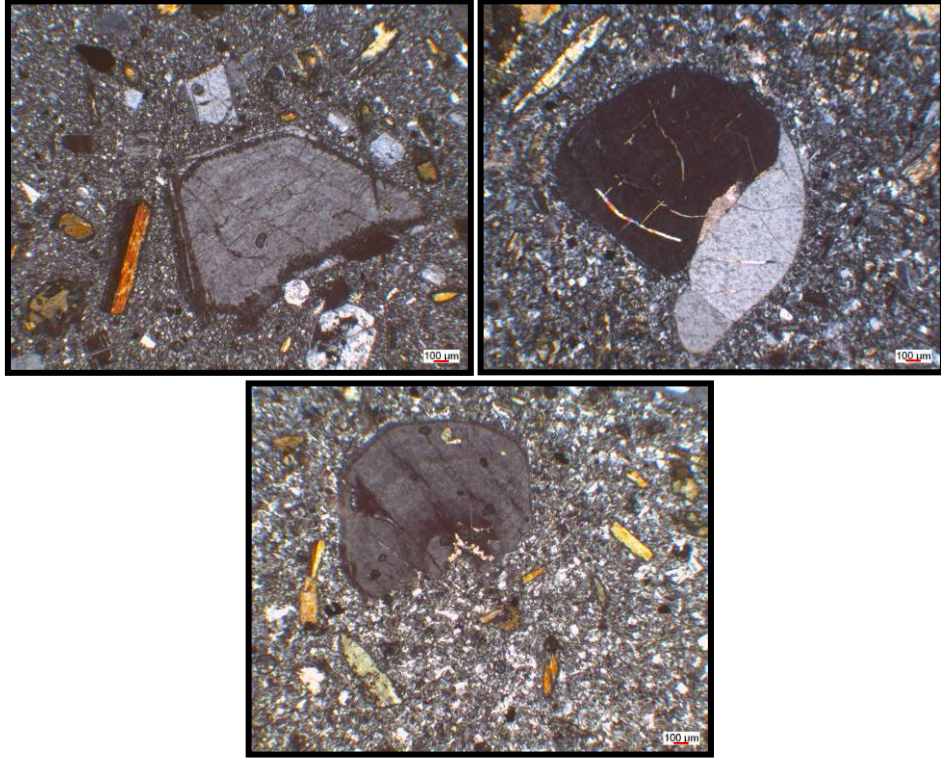
Plajiyoklazlarda alterasyonlara killeşme ve serizitleşme olarak rastlanmaktadır.



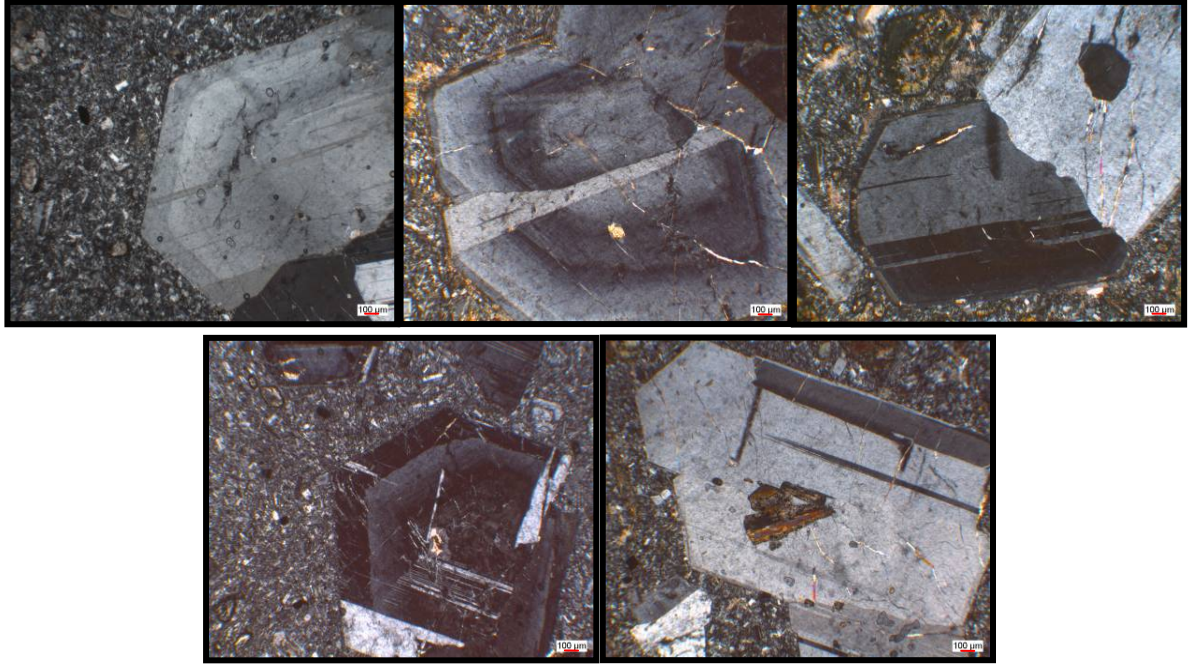
Şekil 5.39 Elek dokulu olan plajiyoklazların çift nikol görüntüleri



Şekil 5.40 Kenar zonlara doğru reaksiyon kuşağı oluşan ve elek dokusu gösteren plajiyoklaz mineralleri

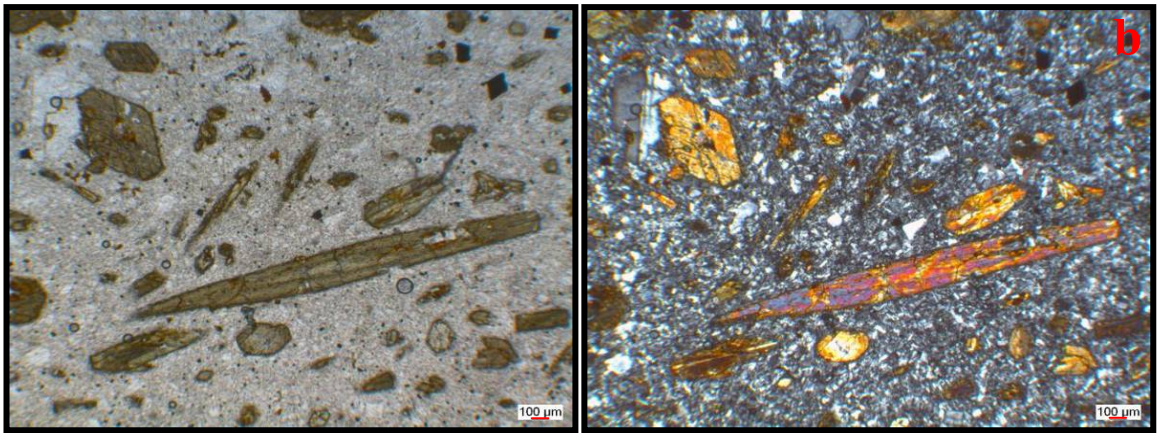


Şekil 5.41 Plajiyoklaz tanelerinin kenarlarında yuvarlaklaşmalar, kemirilmeler ve içiçe (veya üst üste) büyümeler.

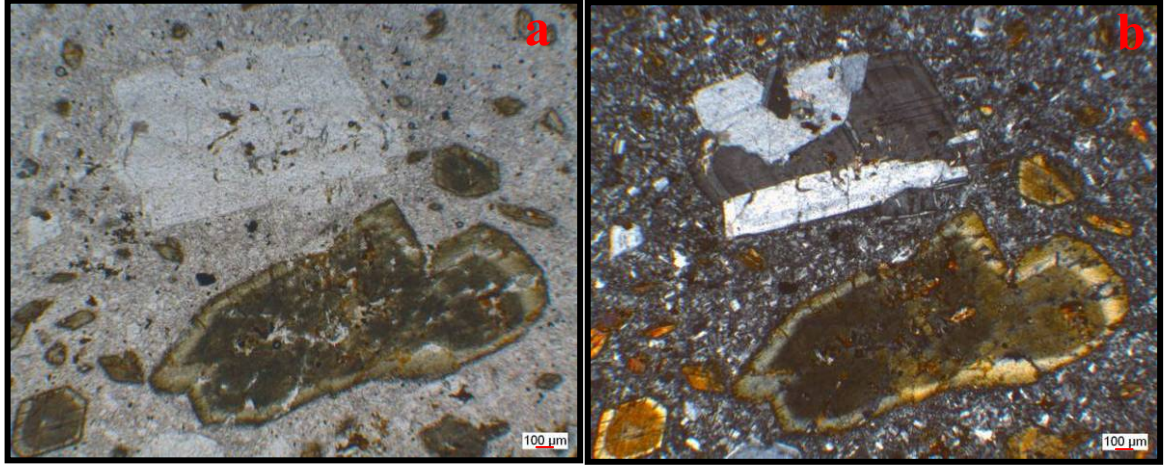


Şekil 5.42 Kayaç içerisinde zonlu doku gösteren özşekilli, temiz yüzeyle plajiyoklazların çift nikol görüntüleri, plajiyoklaz içerisinde amfibol minerali kapanımları da gözlenmektedir

Amfibol mineralleri (hornblendler), çoğunlukla özşekilli ve prizmatik olarak gözlenmektedir. Altıgen şekilli ve çift yönde dilinime sahip kafa kesitler de görülmektedir. Amfiboller yeşil renkte, kuvvetli pleokroyizmaya sahiptirler. Bazı amfibol minerallerinde basit ikizlenmeler ve zonlu dokular belirlenmiştir (Şekil 5.38, Şekil 5.43-5.44).



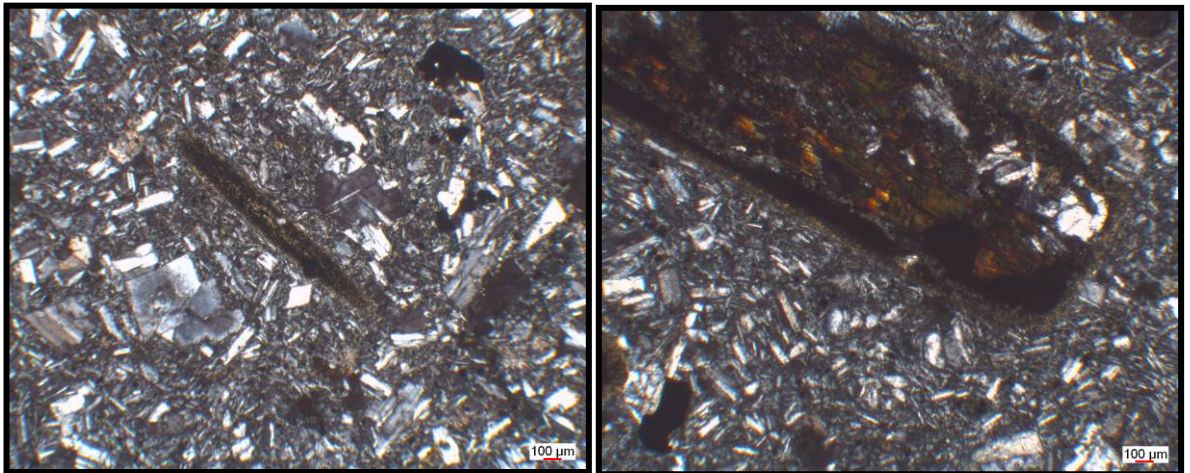
Şekil 5.43 Özşekilli ve prizmatik amfibol mineralleri, hem fenokristal olarak hemde hamur içinde gözlenmekte, a. Tek nikol, b.Çift nikol



Şekil 5.44 Hornblend andezitler içinde zonlu doku gösteren özşekilli hornblendler ve zonlu doku gösteren plajiyoklaz minerali, a.Tek nikol, b.Çift nikol

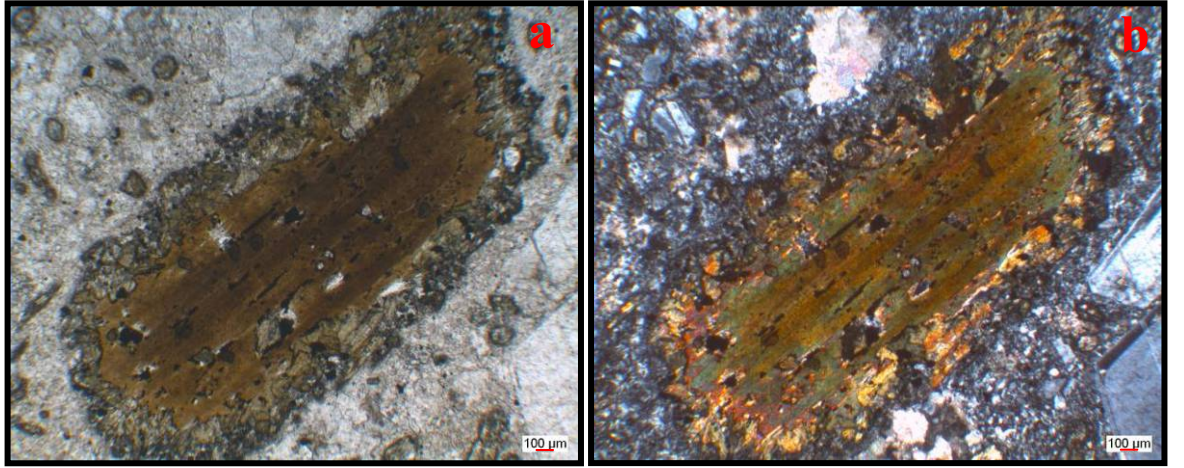
Bazı amfibol mineralleri içerisinde biyotit ve opak mineral kapanımlarına rastlanabilirken, kenar kesimlerinde opaklaşmalar yaygın olarak gözlenmektedir (Şekil 5.43-5.44).

Öte yandan Narlık köyü batısında karayolu kenarında yüzlek veren hornblend andezitlerde (Şekil 5.37) yönlenme göstern minerllerin opaklaşmış hornblendler olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.45).

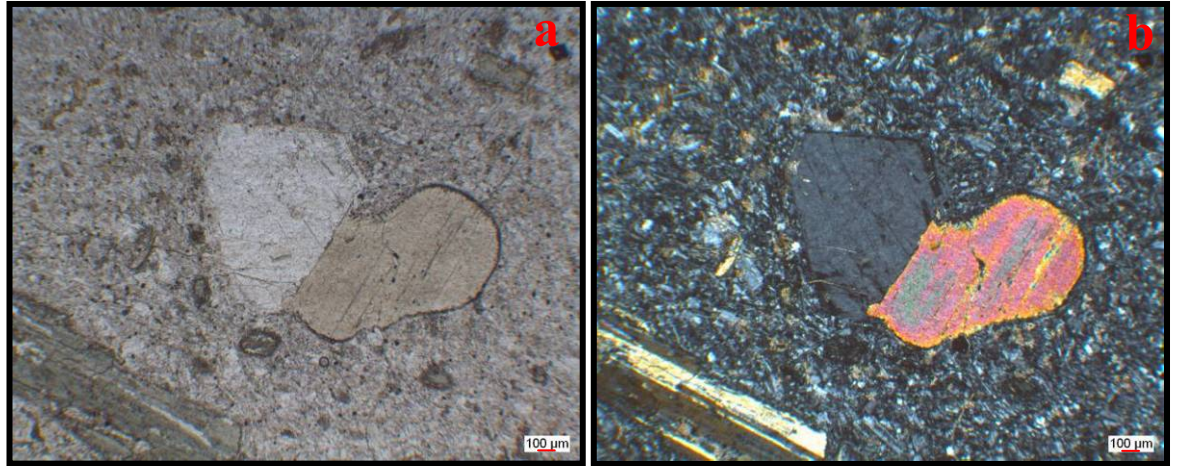


Şekil 5.45 Opaklaşmış hornblendlerden çift nikol görüntüleri

Biyotit minerali hornblend andezitlerde diğerk fenokristallere göre daha az oranda bulunmaktadır. Kahverengi-sarı renkte belirgin pleokroizma gösterdikleri görülmektedir. Kesitlerde iki farklı özellikte biyotit gözlenmektedir. Bazı biyotitlerin kenar zonlarında küçük taneli amfibol minerallerinden oluşan bir reaksiyon kuşağı gelişmiştir. Diğerinde ise kenar kısımlarında yuvarlaklaşma meydana gelmiştir (Şekil 5.46-5.47).



Şekil 5.46 Biyotitin etrafında oluşan amfibol reaksiyon kuşağı, a. Tek nikol, b. Çift nikol

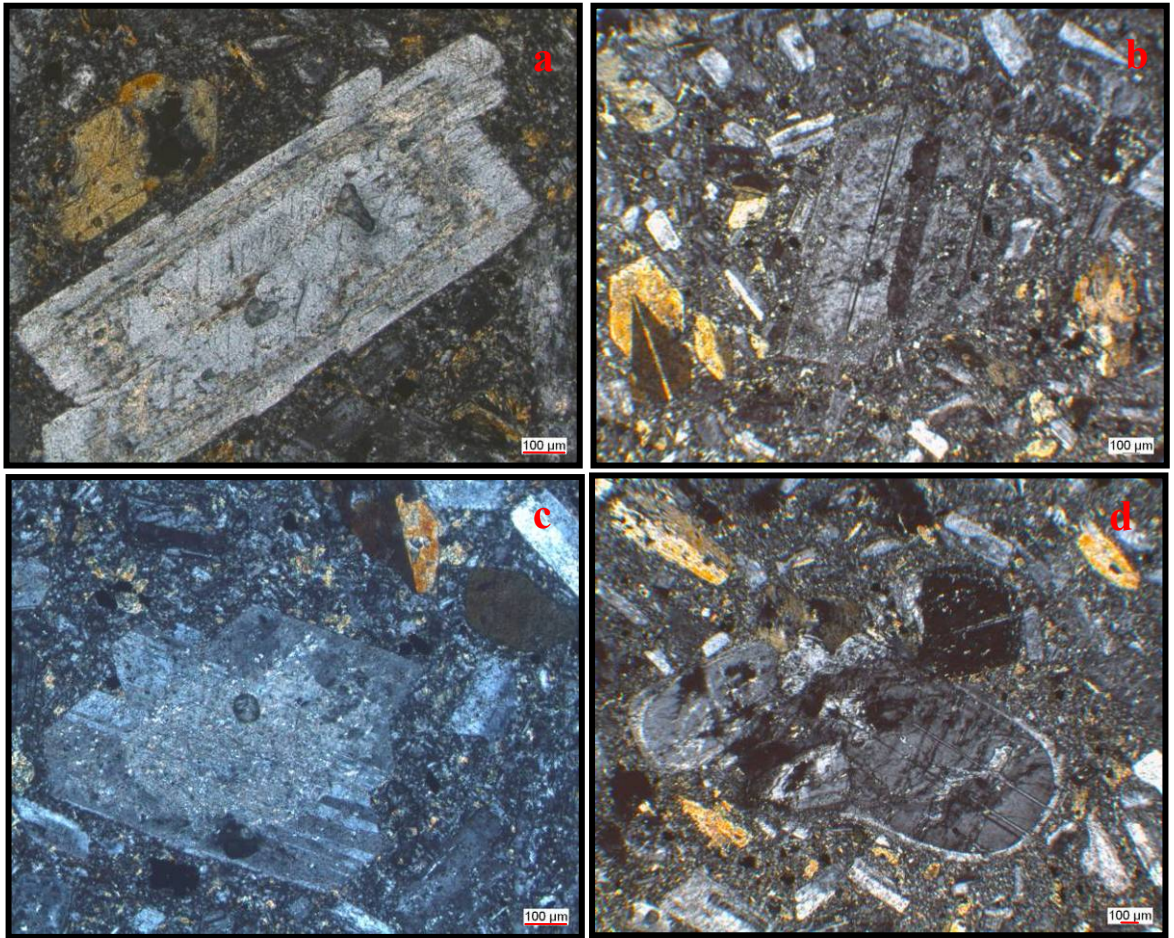


Şekil 5.47 Hornblend andezit içinde kenar kısımlarında yuvarlaklaşma gelişen biyotit minerali, a. Tek nikol, b. Çift nikol

Bu grup içinde mineralojik bileşimleri açısından hornblend andezitlerle büyük benzerlik göstermelerine rağmen hem amfibollerinin özellikleri hem de hamur açısından onlardan farklılıklar sunan kayaçlara da rastlanmaktadır. Bu kayaçlarda yapılan incekesitler bu nedenle burada ayrıca verilmektedir. Bu örneklerden yapılan bazı kimyasal analizler ileride jeokimya bölümünün diyagramlarında da görüleceği gibi dasite doğru yönelimler sergilemektedir.

Bu dasit yönelimli hornblend andezitlerin hipokristalin porfirik dokuda olduğu ve fenokristal olarak amfibol, plajiyoklaz içerdikleri belirlenmiştir.

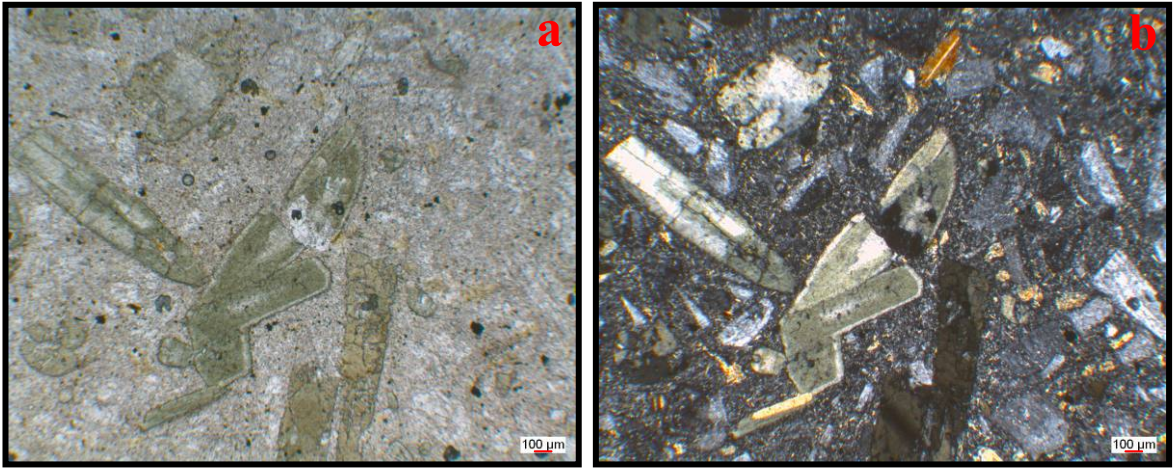
Polisentetik ikizlenme, zonlu doku, elek dokusu ve kenarlarda yuvarlaklaşmalar gösteren plajiyoklazlar, bu kayaçlarda da bol miktarda gözlenmektedir (Şekil 5.48).



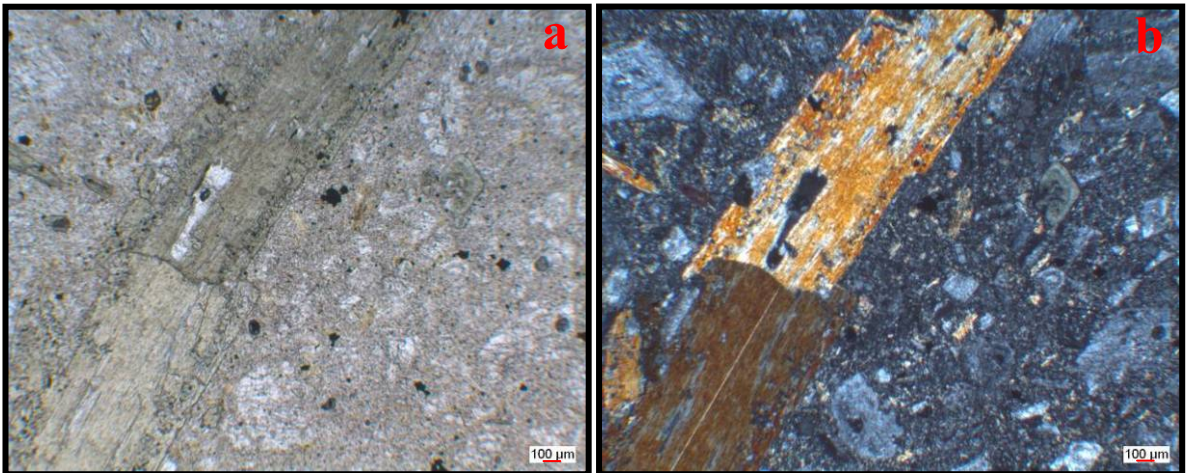
Şekil 5.48 Dasit yönelimli hornblend andezitler içinde elek dokusu, zonlanma ve kenar kısımlarında reaksiyon kuşağı görülen plajiyoklaz minerallerinin çift nikol görüntüleri

Plajiyoklazlar çok kırıklı ve de çatlaklı yapıda izlenmektedir. Plajiyoklaz minerallerinin belirli zonlarında killeşme ve serizitleşme gözlenirken, diğer kısımlarında herhangi bir alterasyon izlenmemiştir.

Özşekilli, yarı özşekilli amfibol mineralleri belirgin yeşil renkli pleokroizma göstermektedir. Basit ikizlenme ve zonlu doku da yaygın olarak görülmektedir (Şekil 5.49). Amfibollerin bazılarının içinde plajiyoklaz kapanımları belirlenmiştir. Bazı amfibol minerallerinin kenar kısımlarında kemirilmeler ve bazı opak mineral kapanımları bulunmaktadır. Bu kapanımların hamur malzemesi ile reaksiyon sonucu oluşabilme olanağı da vardır (Şekil 5.50).



Şekil 5.49 Zonlu doku ve kuvvetli yeşil pleokroyizma gösteren amfibol mineralleri, a.Tek nikol, b.Çift nikol



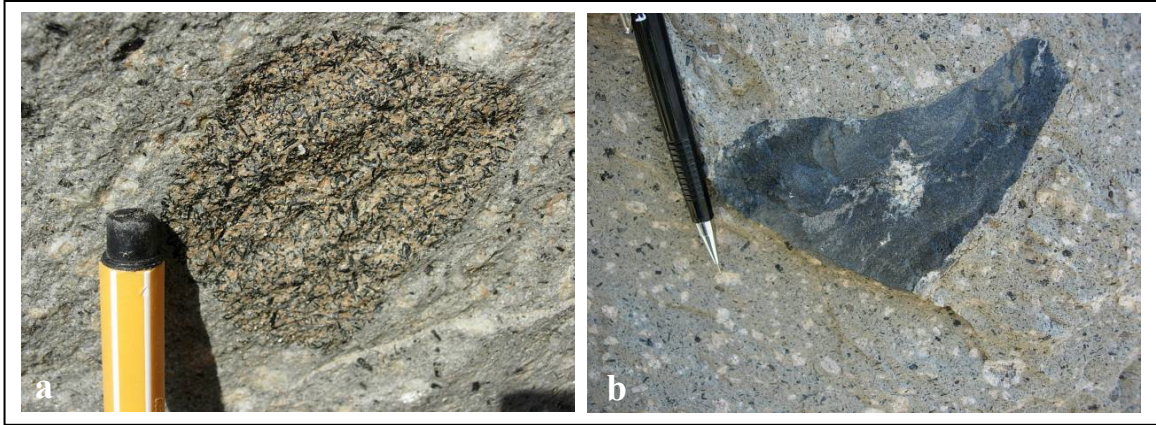
Şekil 5.50 Kenarlarında opak mineral kapanımları gözlenen amfibol mineralleri, a.Tek nikol, b.Çift nikol

Opak minerallerin Ti-manyetit ve manyetit olduğu belirlenmiştir. Tali mineral olarak apatit gözlenmektedir.

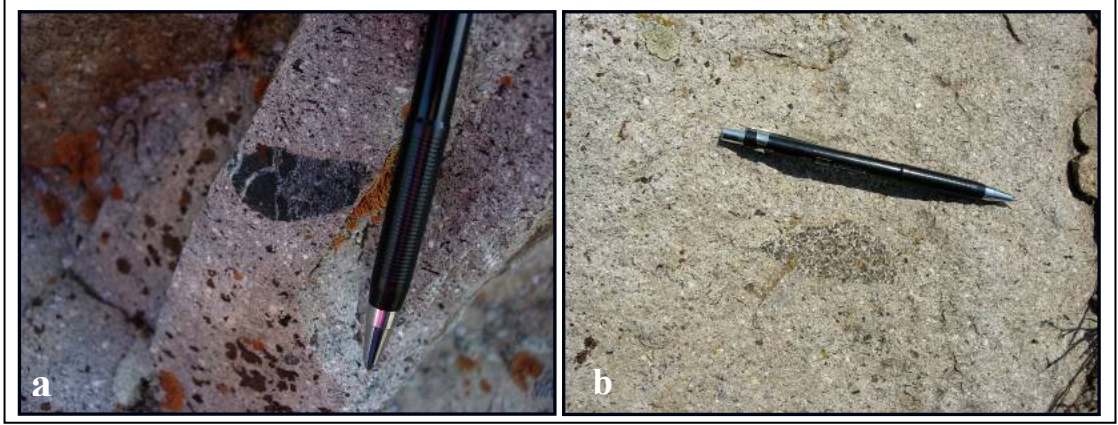
Hamur malzemesi ise mikrokristalin-kriptokristalin plajjoklaz mikrolitlerinden, çok az volkan camından ve opak minerallerden oluşmaktadır. Kayaçlarda serizitleşme ve killeşmeler de gözlenmektedir.

Anklavlar

Hornblend andezit örnekleri bol miktarda anklav içermektedir. Anklavlar sahada Karakaya ve Kargın köyleri civarında yüzeyleyen kayaçlarda izlenmiştir(Şekil 5.51-5.52). Saha gözlemleri sonucu renk ve doku özelliklerindeki farklılıklara göre iki ayrı türde anklav olduğu görülmektedir. Birincisi ana kayaca göre daha iri taneli, faneritik dokuya sahip, feldispat ve amfibol minerallerinin gözle görülebildiği anklavlardır. İkinci tür anklav ise siyah renkli ve çok ince tanelidir. İçerdikleri mineraller gözle ayırt edilememektedir. Her iki anklavda ana kayaca geçişinde keskin sınırlar sunmaktadır.



Şekil 5.51 Karakaya köyü civarında karayolu kenarında izlenen hornblend andezitlerdeki anklavların yakından görünümü, a. I. tür anklav, b. II. tür anklav



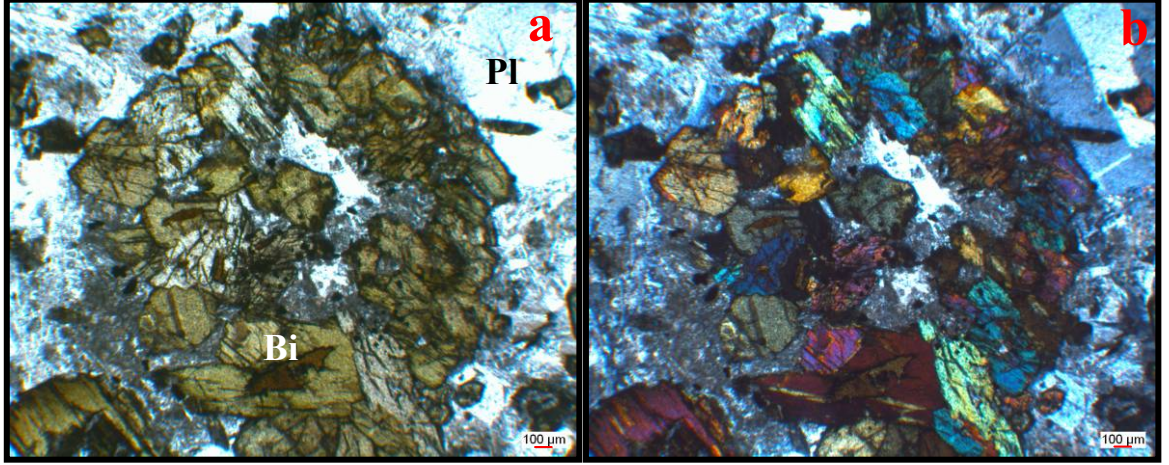
Şekil 5.52 Kargın köyü civarındaki hornblend andezitlerde izlenen anklavlar, a. II. tür anklav, b. I. tür anklav

Mineraloji-petrografi :

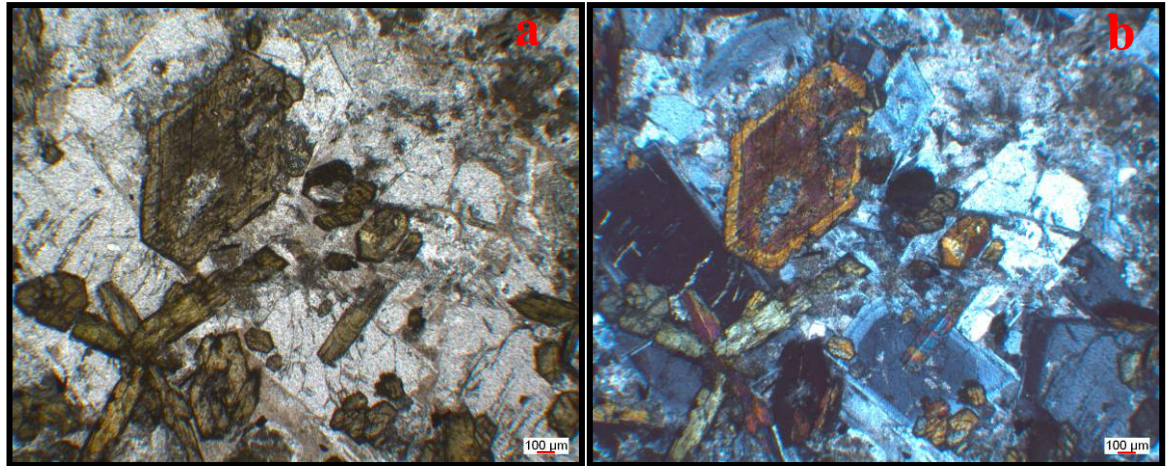
Hornblend andezit kayaçları içerisinde bulunan iki tür anklavin petrografik incelemelerinde bunların birbirlerinden çok farklı oldukları belirlenmiştir. Birinci türde anklavin ana kayaca göre mafik minerallerinin daha fazla olduğu görülmektedir. Holokristalin taneli dokulu ve çok miktarda amfibol, plajiyoklaz mineralleri içermektedir (Şekil 5.53).

Özşekilli ve prizmatik olarak gözlenen amfiboller, yeşil renkli kuvvetli pleokroyizma ve çok canlı girişim renkleri göstermektedirler. Zonlu doku ve polisentetik ikizlenme yaygın olarak gözlenmektedir. Amfibollerin içerisinde feldispat ve opak mineral kapanımlarına rastlanılmaktadır. Amfibollerin merkezlerinde yer yer biyotitler gözlenmektedir (Şekil 5.54).

Özşekilli, yarı özşekilli olarak gözlenen plajiyoklazlar iri tanelidir. Polisentetik ikizlenme ve salınımlı zonlu doku gözlenmektedir. İçlerinde bazen amfibol minerali kapanımları görülmektedir (Şekil 5.54). Killeşme, karbonatlaşma yaygın olarak gözlenmektedir.



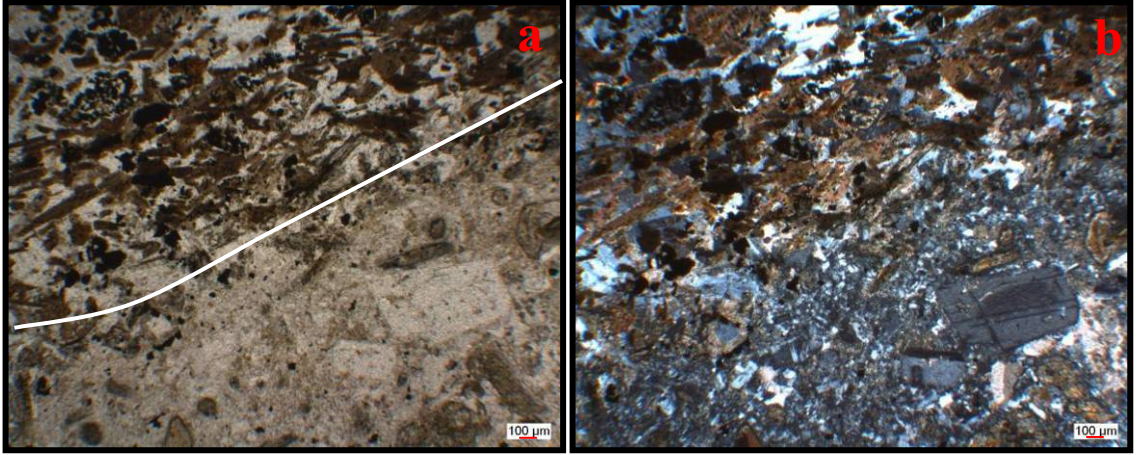
Şekil 5.53 I. Tür anklavlarda amfibol minerallerinin merkezlerinde biyotit (Bi) oluşumu ve plajiyoklazlar (Pl), a.Tek nikol, b.Çift nikol



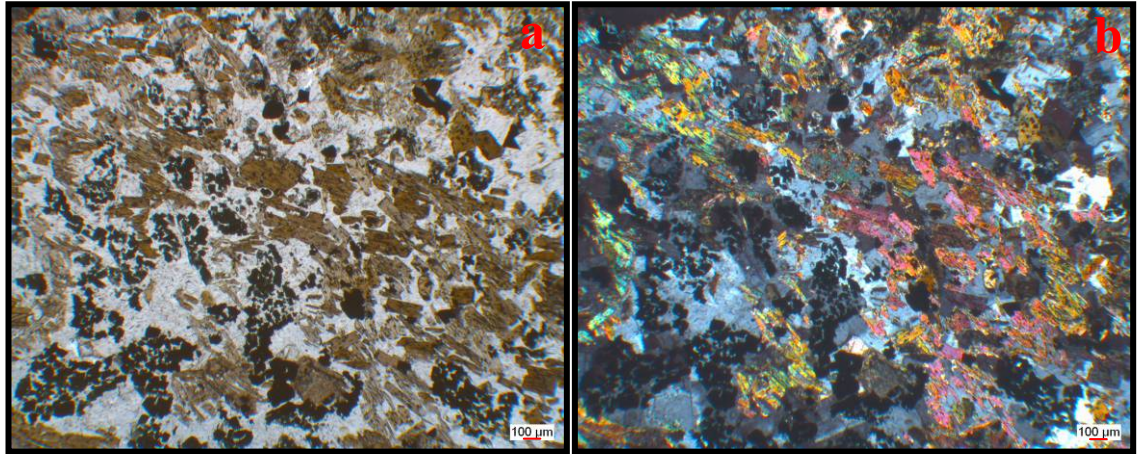
Şekil 5.54 Özşekilli ve prizmatik amfibol mineralleri ve zonlu doku gösteren amfibol minerali, polisentetik ikizlenme ve zonlu doku gösteren plajiyoklaz mineralleri, a.Tek nikol, b.Çift nikol

İkinci tür anklavların lepidoblastik dokuda ve biyotit, feldispat ve bol miktarda opak minerallerden oluştuğu gözlenmektedir. Plajiyoklazlar genellikle özşekilsiz olup bazen zonlu doku göstermektedir. İçlerinde biyotit kapanımları izlenmektedir (Şekil 5.55 ve Şekil 5.56). Kuvvetli kahverengi pleokroyizma gösteren biyotitler yaprağımsı şekillerde

olup belirgin bir foliyasyon göstermektedir. Biyotitler içinde opak mineral kapanımlarına rastlanmaktadır (Şekil 5.56).



Şekil 5.55 Hornblend andezit ile dokanağı olan anklav içinde plajiyoklazlar, biyotitler ve opak mineraller, a.Tek nikol, b.Çift nikol



Şekil 5.56 II. tür anklav içinde plajiyoklazlar, biyotitler ve opak mineraller, a.Tek nikol, b.Çift nikol

5.2.3.5 Ojit andezit-II

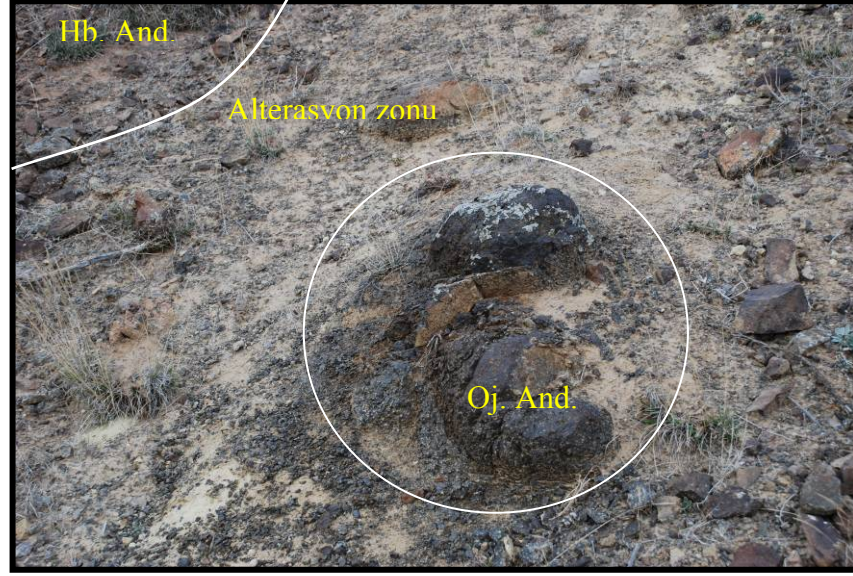
Jeoloji :

Çalışma alanında Kalehisar kuzeyinde küçük bir alanda yüzeylenmektedir (Şekil 5.9). Bu kayalar, makroskobik olarak siyah renkli ve afanitik dokuludur. Fenokristal olarak piroksen mineralleri içermektedirler. Çok sert ve keskin kırık yüzeylerine sahiptirler (Şekil 5.57).



Şekil 5.57.a. Ojit andezit-II kayacının sahadaki görünümü, b. Afanitik dokulu, plajiyoklaz fenokristalleri içeren kayacın yakından görüntüsü

Ojit andezit-II kayacı, hornblend andezit kayacını keserek çıkmış ve yüzeylediği yerde o kayacın etrafında alterasyonlar gelişmiştir (Şekil 5.58). Bazı yerlerde bol kırıklı çatlaklı ve yuvarlak şekilli bozunmalar dikkati çekmektedir. Daha sonraki silisli çözeltilerin bu yüzleklerin yakın civarında damarcıklar şeklinde gelişmiş ve bazı yerlerde çok küçük oranda kalsedon oluşumları görülmektedir.



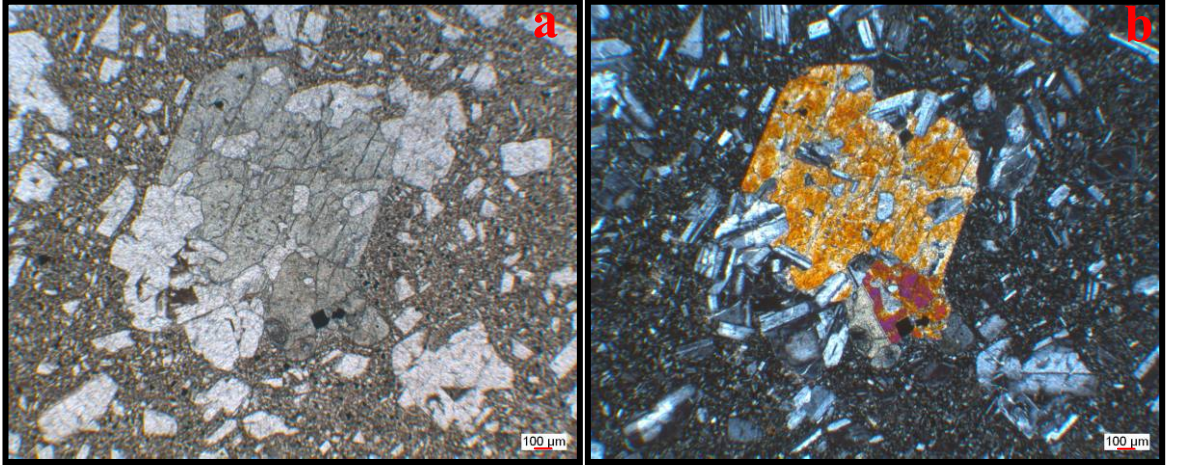
Şekil 5.58 Siyah rengi ile kolaylıkla tanınan ojite andezit-II (Oj. And.) kayacı etrafındaki alterasyon zonu ve andezitlerde bozunmalar, ana kayaç hornblend andezit (Hb. And.)

Mineraloji ve petrografi :

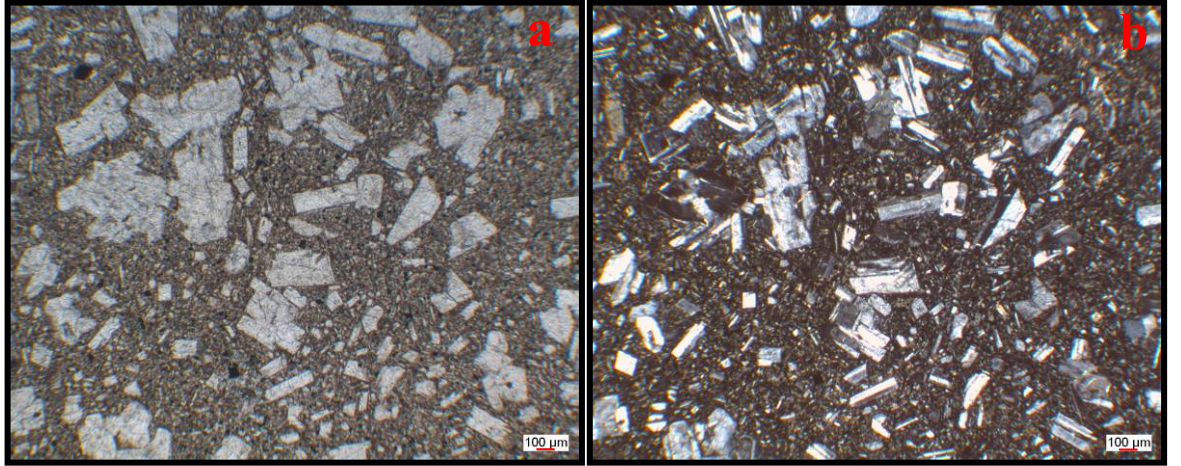
Bu kayalar plajiyoklaz, klinopiroksen ve ortopiroksen fenokristallerinden oluşmaktadır. Hipokristalin porfirik dokuda oldukları ve plajiyoklazların yaygın olarak glomeroporfirik doku oluşturdukları gözlenmiştir (Şekil 5.59).

Bu grup kayalar Ojite Andezit-I grubundan bazı mineralojik ve dokusal özellikleri ile ayrılırlar. En önemli farklılıklar şöyle verilebilir:

Bu kayaların plajiyoklaz fenokristalleri Ojite andezit-I grubunun plajiyoklazlarından daha küçük boyutludur ve hiç elek dokusu göstermezler, oldukça taze olup genellikle yarı özşekillidirler (Şekil 5.59-5.60). Hamur ile etkileşim sonucu kemirilmiş olan plajiyoklazlara sıklıkla rastlanmaktadır. Bu gruba ait kayalarda yarı özşekli piroksen minerallerinin daha az oranda olduğu ve boyutlarının küçük olduğu görülmektedir. Piroksenlerde yer yer opak mineral kapanımları da izlenmektedir (Şekil 5.59-5.60). Ayrıca Ojite-Andezit-II kayalarında hiçbir yer de opaklaşmış amfibollere rastlanmamaktadır. Bu grubun kesitlerinde hamurun daha çok volkan camı, bol miktarda çok küçük opak ve piroksen minerallerinden oluştuğu görülmektedir.



Şekil 5.59 Ojit andezit-II kayacında plajiyoklaz mikrolitlerinden oluşmuş hamur içinde yer alan piroksen fenokristali ve içindeki plajiyoklaz kapanımları, a.Tek nikol, b.Çift nikol



Şekil 5.60 Ojit andezit-II kayacında polisentetik ikizlenme ve zonlu doku gösteren plajiyoklaz fenokristalleri. Hamur plajiyoklaz mikrolitleri ve az oranda volkan camından oluşmaktadır, a.Tek nikol, b.Çift nikol

6. MİNERAL KİMYASI

Mineral kimyası çalışmaları, jeolojik ve mineralojik petrografik incelemeler ile ayırtlanan ve farklı doku ve mineralojik bileşim gösteren volkanik kayalardan seçilen toplam 16 adet ince kesit örneğindeki fenokristaller ve mikrolitler üzerinde yapılmıştır. CA-4, CA-43, CA-43a, CA-43b, CA-51a, CA-62, CA-68, CA-73b, CA-75, CA-80, CA-83e, CA-92, CA-96b, CA-102b ve CA-123 numaralı örneklerde plajiyoklaz, amfibol, piroksen ve biyotit minerallerinde kimyasal analiz yapılmıştır. Amfibol ve piroksenlerin kenar ve merkezlerinden birer ölçüm alınmıştır. Plajiyoklaz minerallerinin zonlu doku göstermeleri nedeni ile bazı tanelerde kenardan merkeze doğru, bazılarında ise kenardan diğer kenara doğru çok sayıda ölçüm alınmıştır. Seçilen bazı minerallerde ise element dağılım haritaları yapılmıştır.

Seçilen noktaların element içerikleri % cinsinden belirlenmiştir. Analizlerle ilgili tüm veriler EK 2, EK 3 ve EK 4’de verilmiştir. Bu analizlerden elde edilen sonuçlar mineral sınıflama diyagramlarına yerleştirilerek mineraller adlandırılmış, aynı mineral içindeki kimyasal değişimler belirlenerek, kayacın oluşumundaki etkili süreçler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

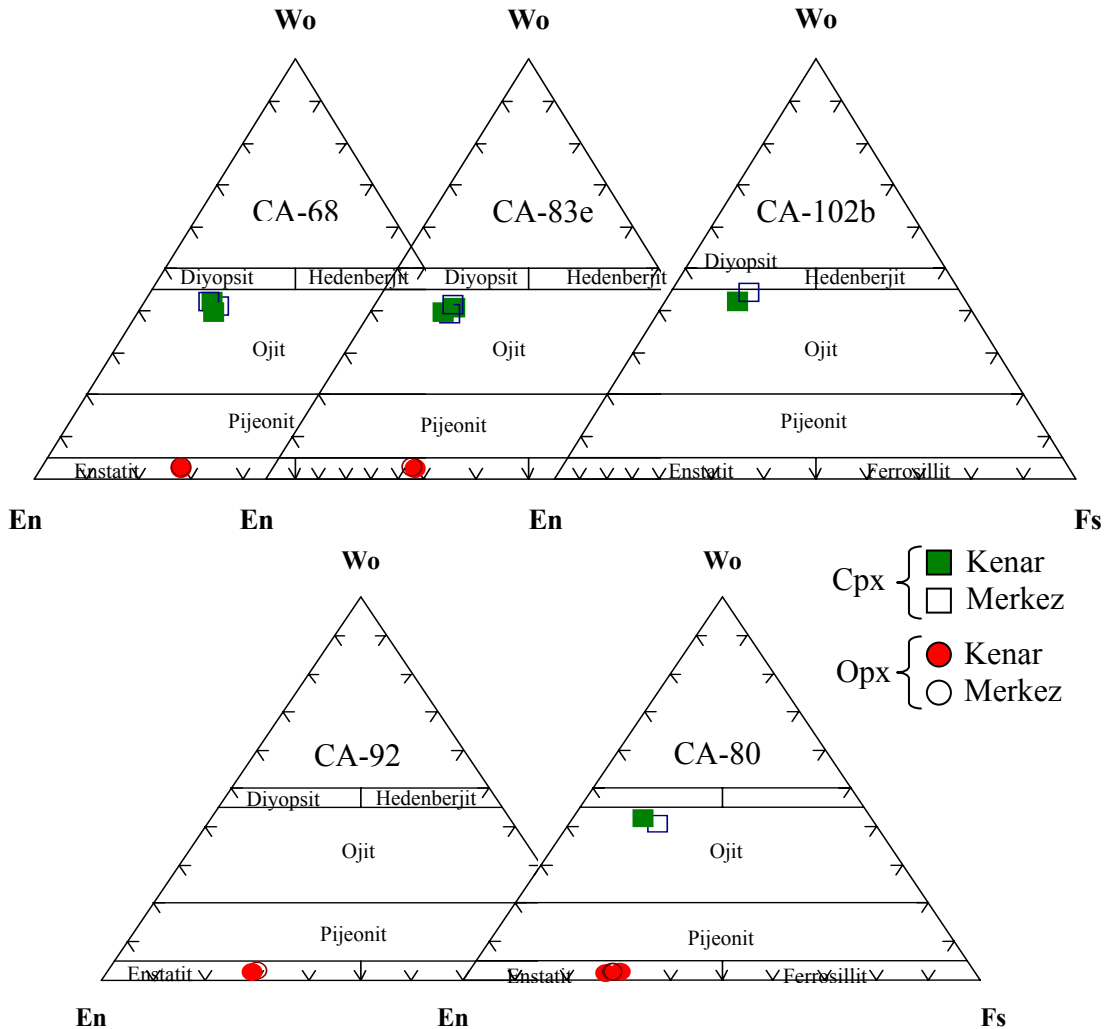
6.1 Piroksen Mineralleri

Ojit andezit-I kayacına ait CA-68, CA-80, CA-83e, CA-92 ve CA-102b kesitlerinde ve ojit andezit-II örneğine ait CA-123 kesitinde yer alan ortopiroksen ve klinopiroksenlerin kenar ve merkez kesimlerinden birer ölçüm alınmıştır. Elde edilen sonuçlar Morimoto (1988) tarafından oluşturulan Wollastonit-Enstatit-Ferrosilit (Wo-En-Fs) sınıflama diyagramına yerleştirilmiştir.

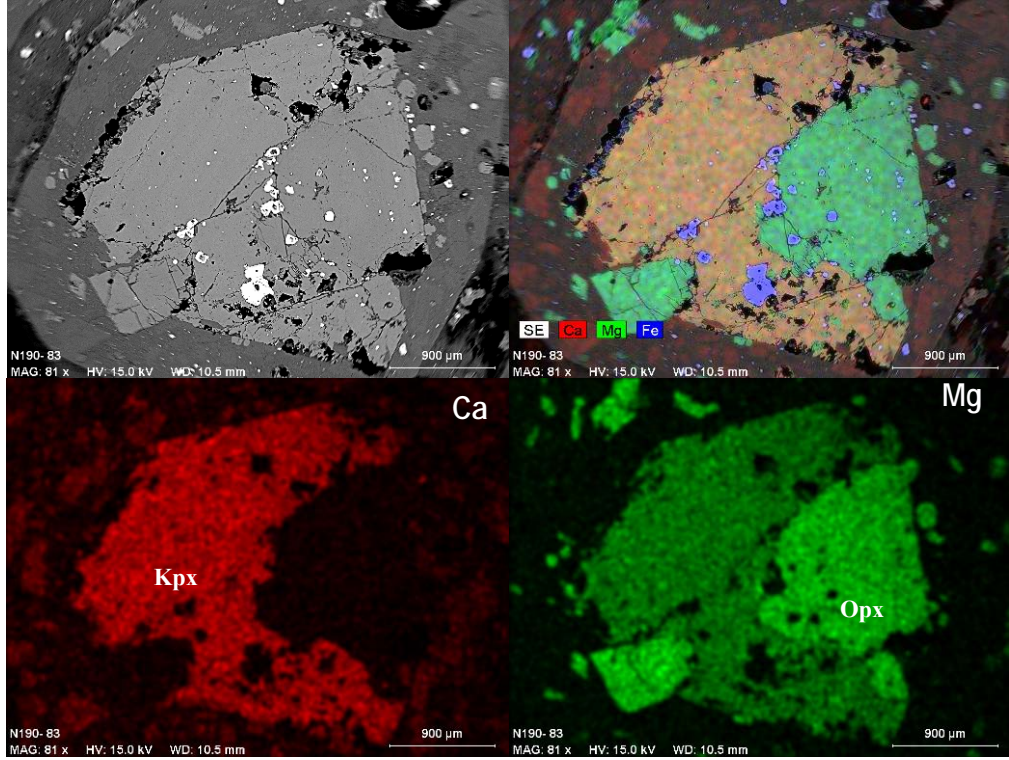
Bu diyagramlarda ojit andezit-I örneklerine ait klinopiroksenlerin En:% 40,41-46,43; Wo: % 44,31-39,16 ve Fs: % 17,19-12,46 arasındaki oranlarda, ortopiroksenlerin ise En: % 71,40-68,67; Wo: % 1,75-2,83 Fs: % 26,64-29,22 arasındaki oranlarda değiştiği belirlenmiştir. Her iki tür piroksen mineralinde kenar ve merkezlerden yapılan nokta analizlerinde belirgin bir farklılaşma gözlenmemiş olması bu minerallerin büyümeleri

sırasında ortamın ana element kimyasının çok değişmediğine işaret etmektedir. Bu sonuçlara göre Morimoto (1988) sınıflamasında, ojit andezit-I örneklerinde yer alan klinopiroksenlerin ojit, ortopiroksenlerin ise enstatit bileşiminde olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.1).

Ortopiroksenlerde ve klinopiroksenlerde kimyasal açıdan merkez ve kenar bileşimlerinde belirgin bir farklılık izlenmemektedir. CA-80 örneğinde bulunan ortopiroksen ve klinopiroksene ait Mg, Fe, Ca element dağılım haritasında bu minerallerin birlikte kristalleştiği ve bol miktarda manyetit kapanımı içerdiği belirlenmiştir (Şekil 6.2).



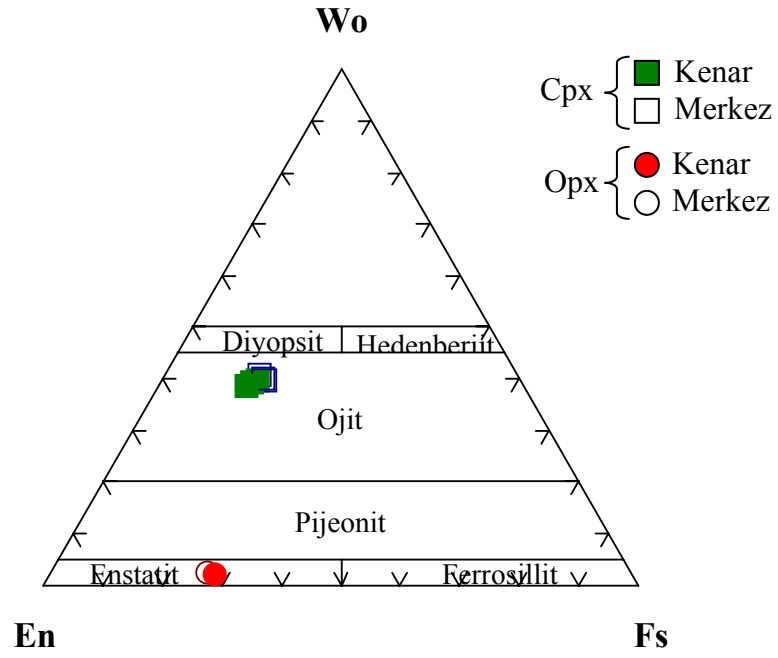
Şekil 6.1 Narlık (Çaltepe) CA-68, Eskikaradona CA-83e, CA-92 ve CA-102b, Yenikaradona CA-80 örneklerine ait klinopiroksen ve ortopiroksen minerallerinin Morimoto, 1988'nun Wo-En-Fs diyagramı üzerindeki dağılımı



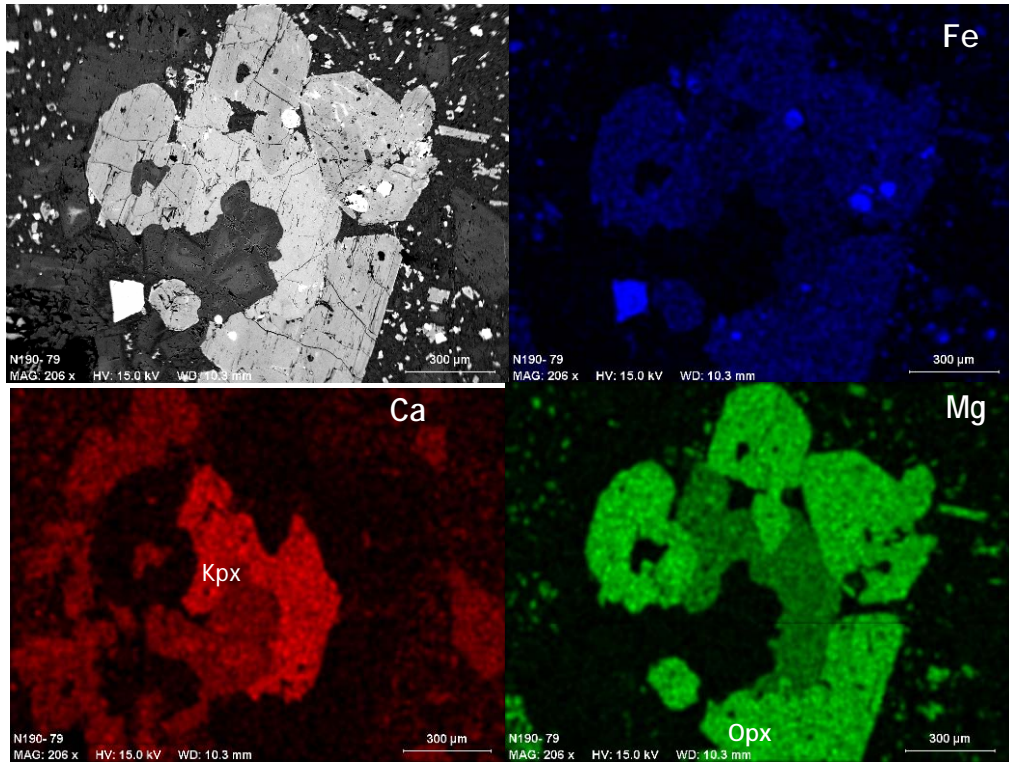
Şekil 6.2 CA-80 örneğinde (ojit andezit-I) yer alan klinopiroksen (Kpx) ve ortopiroksene (Opx) ait Mg-Ca-Fe element dağılım haritası.

Ojit andezit-II örneğinde (CA-123) yer alan klinopiroksenlerin En: % 42,85-46,52; Wo: % 38,55-40,69 ve Fs: % 14,93-17,33 oranlarında olduğu, ortopiroksende ise bu oranların En: %, 70,17 -71,02; Wo: % 2,21-2,52 ve Fs: % 26,46-27,62 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre Morimoto (1988) sınıflamasına göre klinopiroksenlerin ojit, ortopiroksenin ise enstatit bileşiminde olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.3). Bu örnekte de her iki piroksen mineralinde de kenar ve merkezlerden yapılan analizlerinde belirgin bir farklılaşma gözlenmemiştir. Bu da minerallerin büyümeleri sırasında yine ortamın ana element kimyasının çok değişmediğini işaret etmektedir.

CA-123 örneğinde ortopiroksen ve klinopiroksen minerallerinin Fe, Ca ve Mg element dağılım haritalarına bakıldığında, bu minerallerin birlikte kristalleştiği gözlenmektedir (Şekil 6.4).



Şekil 6.3 CA-123 örneğinde (ojit andezit-II) yeralan klinopiroksen ve ortopiroksen minerallerinin Morimoto, 1988'nun Wo-En-Fs diyagramı üzerindeki dağılımı

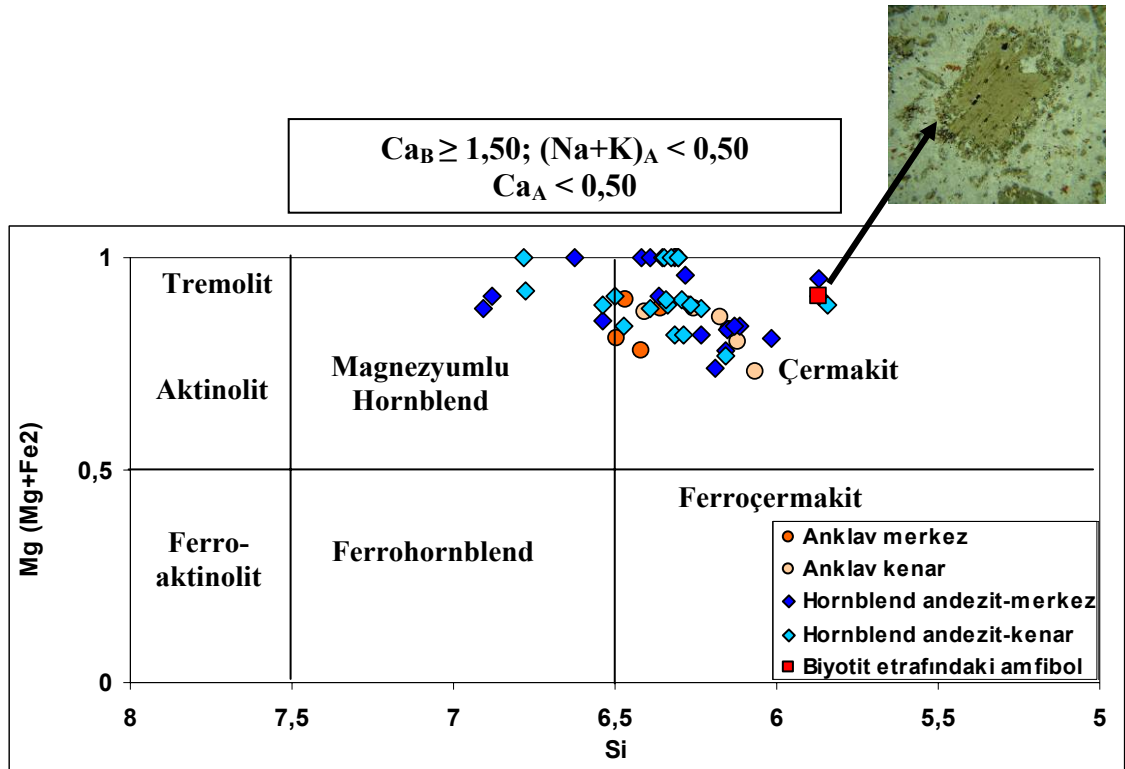


Şekil 6.4 CA-123 örneğinde (ojit andezit-II) yer alan klinopiroksen (Kpx) ve ortopiroksene (Opx) ait Fe- Ca- Mg element dağılım haritası

6.2 Amfibol Mineralleri

Hornblend andezitlere ait CA-4, CA-43, CA-73, CA-73b ve CA-96b örneklerinde ve hornblend andezit örneklerinde izlenen kapanımlara ait CA-43b ve CA-51a örneklerinden hazırlanan incekesitlerde yer alan amfibollerde kenar ve merkezden birer ölçüm alınarak mineral kimyası çalışmaları yapılmıştır.

Leake *et al.* (1997) amfibol sınıflama diyagramına göre yukarıda belirtilen kayaçların tümünün amfibol minerallerinin kalsik bileşimde olduğu belirlenmiştir. Amfibol minerallerinin büyük bir çoğunluğu çermakit alanına düşmektedir. Hornblend andezit grubunun kayaçlarından dasitlere doğru yönelimi olan bir örnekte (CA-96b) amfibollerin ise bir kısmı çermakit alanına düşerken bir kısmı ise magnezyumlu hornblend alanına düşmektedir (Şekil 6.5).

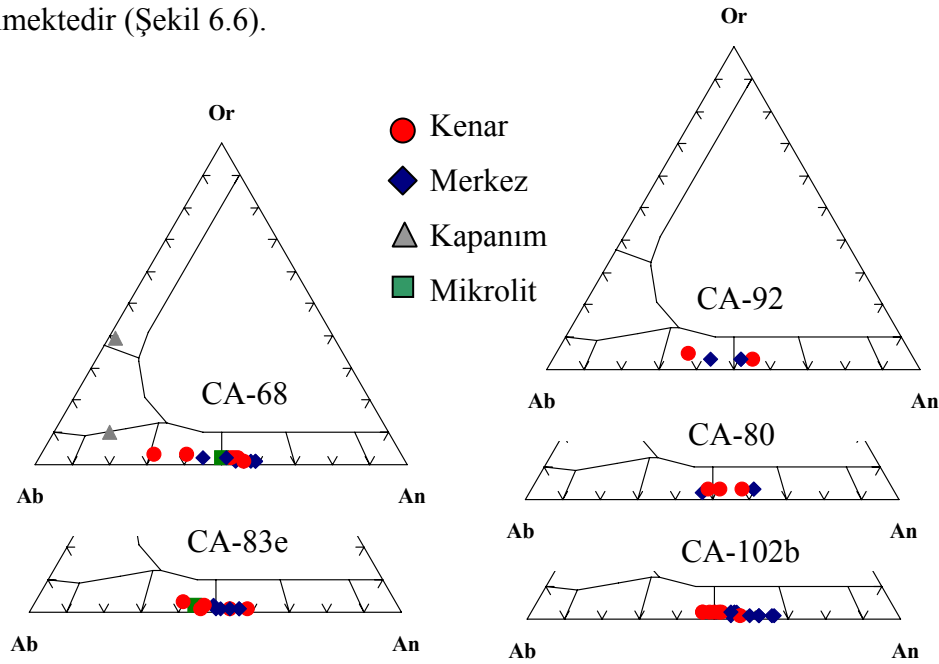


Şekil 6.5 Amfibol minerallerinin Leake *et al.* 1997'in Si – Mg(Mg+Fe₂) diyagramı üzerindeki dağılımı

6.3 Plajiyoklaz Mineralleri

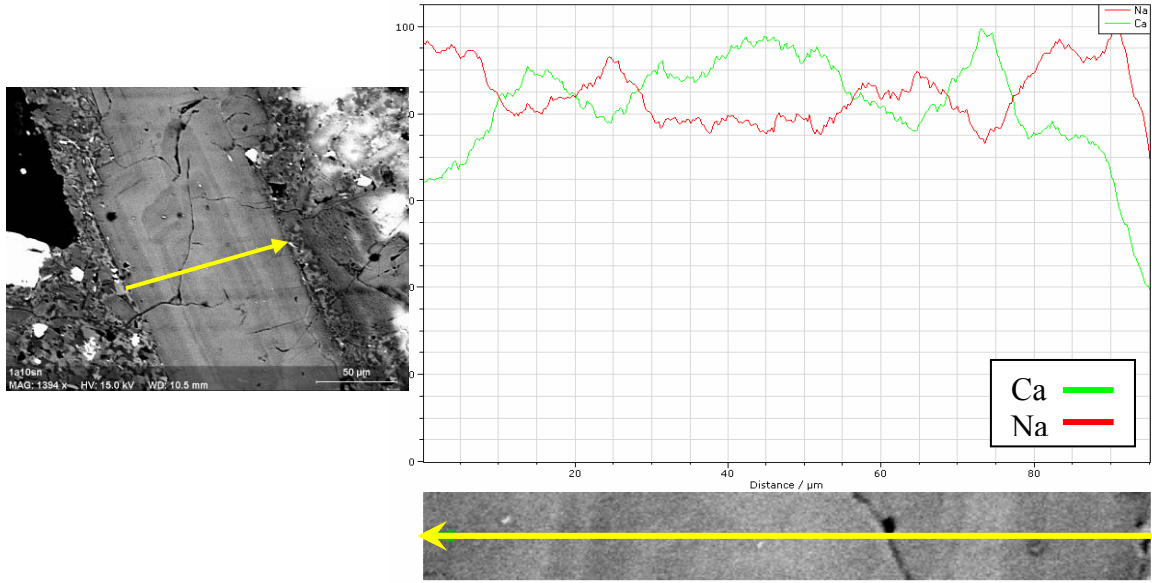
Ojit andezit-I örneklerinden CA-68, CA-80, CA-83e, CA-92 ve CA-102b, Hornblend andezit kayaçlarından CA-4, CA-43, CA-73b ve CA-96b anklavlarından CA-43a, CA-43b ve CA-51a, riyodasit örneklerinde CA-62 ve CA-75, ojit andezit-II kayacından ise CA-123 numaralı örnekte yer alan plajiyoklaz minerallerinden mineral kimyası çalışmaları yapılmıştır. Tüm örneklerde plajiyoklazların zonlu doku göstermeleri nedeni ile mineral içerisindeki element dağılımını belirlemek amacı ile kenardan merkeze doğru birden fazla ölçüm alınmıştır. Mikrolitlerden ise sadece merkez kesimlerinden tek ölçüm alınmıştır. Bu sonuçlar Ab-An-Or diyagramına aktarılarak mineral türleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Ojit Andezit-I kayaçlarına ait plajiyoklazlar andezin ve labrador bileşimindedir (Şekil 6.6). An: 40-66, Or: 1-4 ve Ab: 33-66 arasında değişmektedir. Merkez ve kenar ölçümleri dikkate alındığında genellikle plajiyoklazların merkezinin anortitçe daha zengin olduğu (labrador) göze çarpmaktadır. CA- 68 örneğine ait plajiyoklazların içerisinde açık renkli mineral kapanımlardan yapılan analizlerde, bu kapanımların albit ve ortoklaz oranlarının yüksek olduğu ve oligoklaz ile K-feldispat alanlarına düştükleri görülmektedir (Şekil 6.6).



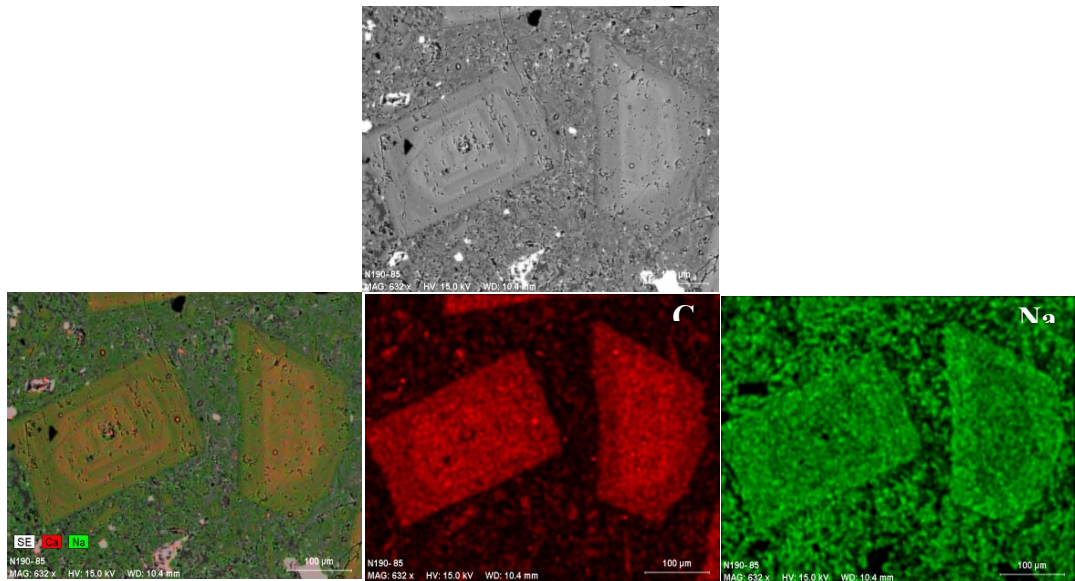
Şekil 6.6 Ojit andezit-I örneklerine ait plajiyoklaz minerallerinin Ab-An-Or diyagramı

CA-92 örneğinde yer alan zonlu dokuya sahip plajiyoklaz mineralinin kenar zonlarında Na'ca zengin olduğunu, merkezinin ise Ca'ca zengin olduğu belirlenmiştir. Normal zonlanma gösteren bu plajiyoklazlarda kenardan merkeze doğru Ca ve Na'ca zenginleşmeler ve fakirleşmeler izlenmektedir (Şekil 6.7).



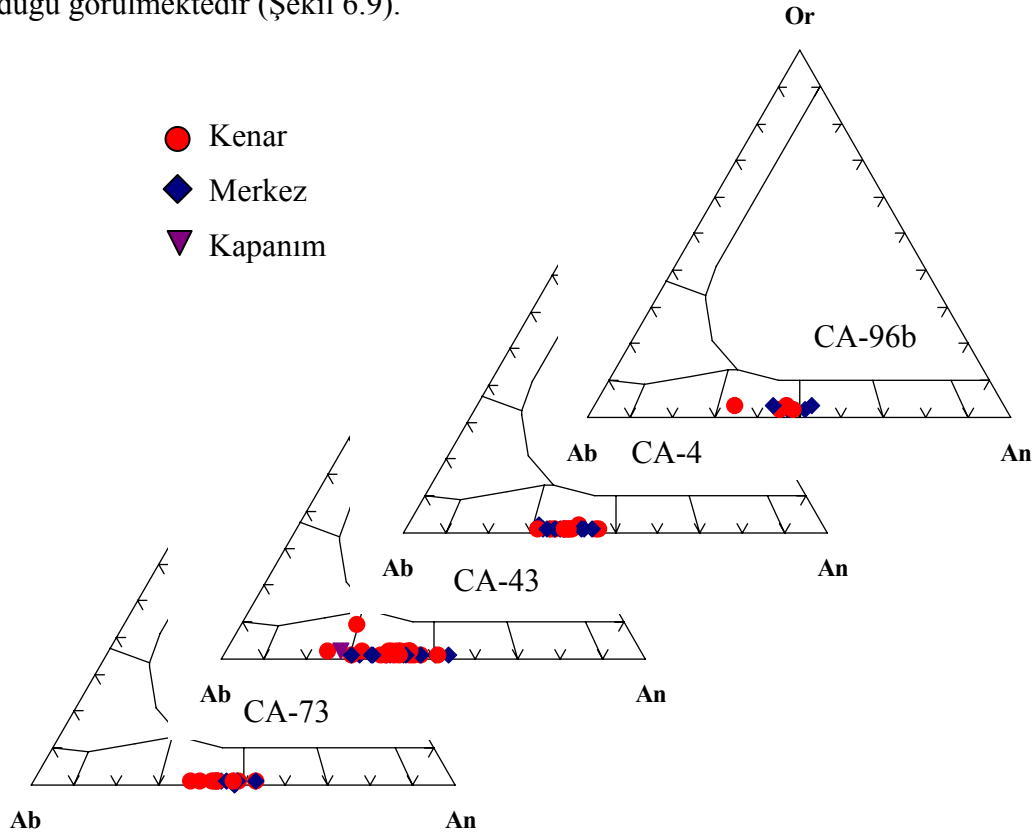
Şekil 6.7 CA-92 örneğinde yer alan plajiyoklaz mineralinin kenarında diğer kenarına doğru Ca-Na element oranları.

CA-80 örneğinde yer alan plajiyoklazlarında merkezinin Ca'ca zengin, kenarlarının ise Na'ca zengin olduğu Şekil 6.8'de verilen element dağılım haritasında da görülmektedir.



Şekil 6.8 CA-80 örneğinde yer alan plajiyoklazların Ca ve Na element dağılım haritası

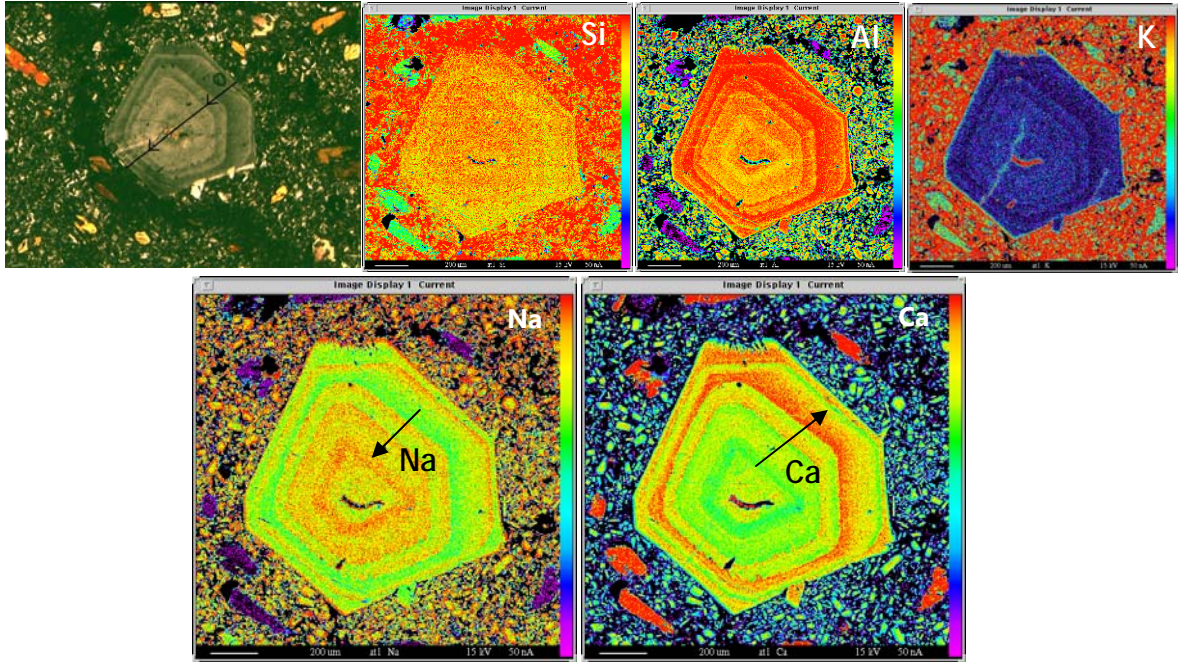
Hornblend andezit kayaçlarına ait plajiyoklazlar genellikle andezin bileşimindedir. Hornblend andezit örneklerinde yapılan analizlerde plajiyoklazların Ab-An-Or oranlarının Ab: 46-74, An: 24-53 ve Or: 1-2 arasında değiştiğini göstermektedir. Merkez ve kenar ölçümleri dikkate alındığında bazı minerallerin merkezinin Ca'ca, kenar kısımlarının Na'ca zenginleştiği (normal zonlanma), bazı minerallerin ise merkez kısmının Na'ca zengin olduğu ve kenar kısımları ise Ca'ca zenginleştiği (ters zonlanma) dikkati çekmektedir. CA-43 örneğine ait plajiyoklazın içindeki açık renkli kapanımın albit içeriğinin yüksek olduğu ve bu mineralin oligoklaz alanına düşmüş plajiyoklaz olduğu görülmektedir (Şekil 6.9).



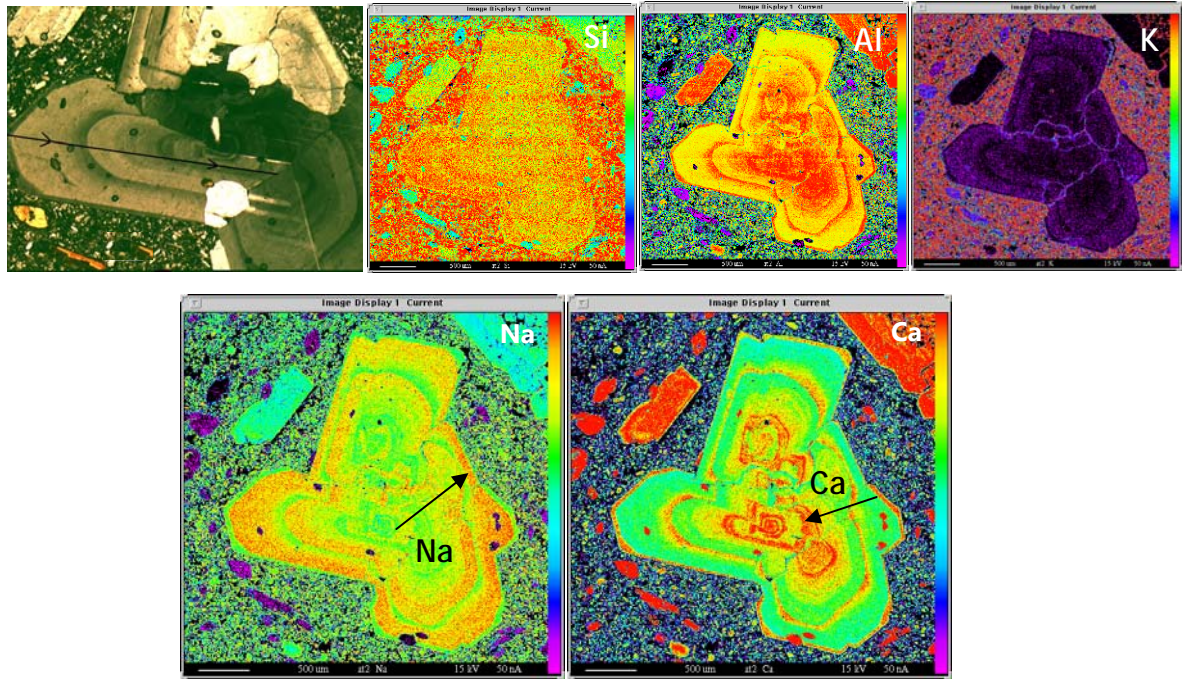
Şekil 6.9 Hornblend andezit örneklerine ait plajiyoklaz minerallerinin Ab-An-Or diyagramı

Ayrıca aynı örnekte (CA-43) yer alan iki plajiyoklaz mineralinde gerçekleştirilen element haritalarında bir tanesinde merkeze doğru Ca artışı, diğerinde ise merkeze doğru Na artışı gözlenmiştir. Aynı örnek içerisinde hem ters zonlanma hem de normal zonlanma gözlenmesi bu kayaçların oluşumunda magma karışım (magma mixing) süreçlerinin etkili olduğunu göstermektedir (Şekil 6.10-6.11). Bu kayacın hamurundaki

plajiyoklazlara bakıldığında hepsinin normal zonlanma gösterdikleri görülmektedir (Şekil 6.10-6.11).

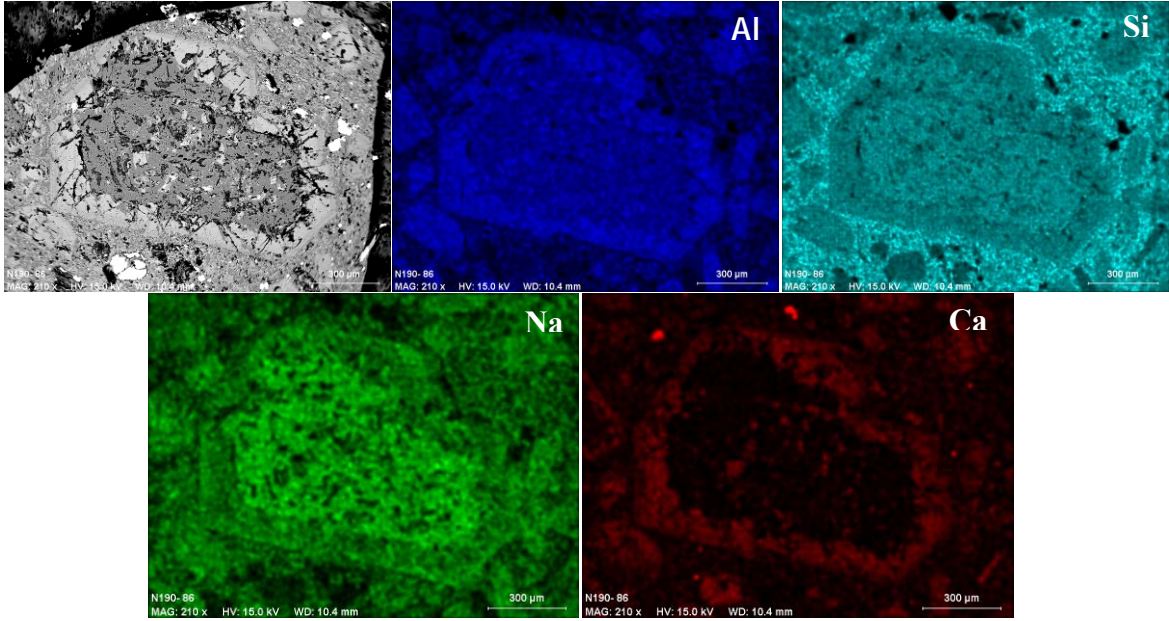


Şekil 6.10 CA-43 örneğinde yer alan plajiyoklaz mineralinin Si, Al, K, Na ve Ca element haritası (Element haritasının kenarında yer alan renk skalası bolluk oranlarını göstermektedir. Kırmızı en bol, mor en az)



Şekil 6.11 CA-43 örneğinde yer alan plajiyoklaz mineralinin Si, Al, K, Na ve Ca element haritası (Element haritasının kenarında yer alan renk skalası bolluk oranlarını göstermektedir. Kırmızı en bol, mor en az).

CA-96b numaralı dasitik yönelimli hornblend andezit örneğine ait hücremsi (elek) dokulu plajiyoklazın element dağılım haritalarına bakıldığında merkez kısmının Na'ca zengin olduğu, daha sonra ise mineralin büyümesi sırasında Ca oranının zenginleştiği görülmektedir. En son evrede ise Na'ca zengin çok ince bir zon gelişmiştir. Plajiyoklazın etrafında yer alan hamur malzemesinde Si ve Na oranlarının yüksek olduğu belirgin olarak gözlenmektedir (Şekil 6.12).

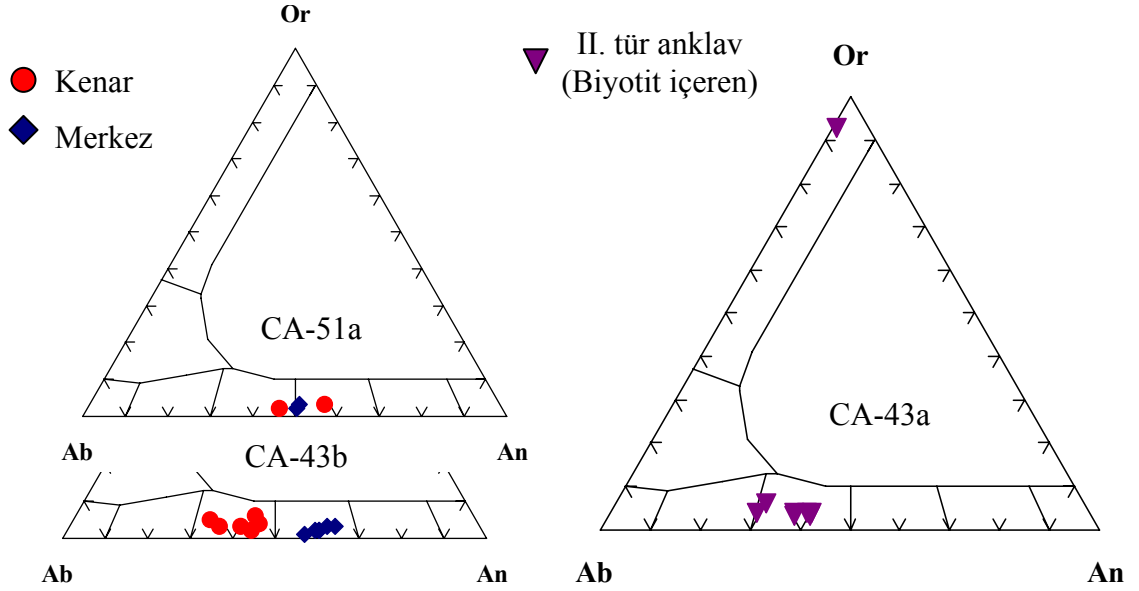


Şekil 6.12 CA-96b örneğinde yer alan hücremsi plajiyoklazların Al, Na, Si, Ca element haritası

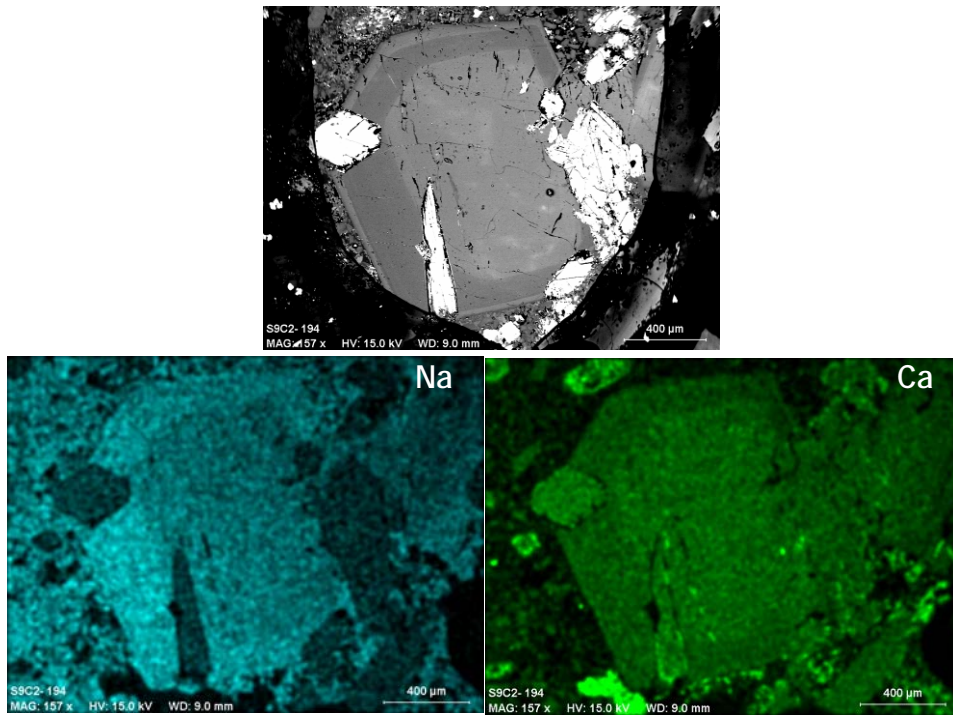
Hornblend andezit örneklerinin içinde izlenen anklavlardan üç tanesinin (CA-43a, CA-43b ve CA-51a) plajiyoklazlarının merkez ve kenarlarından nokta analizleri yapılmış ve bazılarında element dağılım haritası oluşturulmuştur. CA-43a anklavında (biyotit ve feldispattan oluşmuş bir anklav) plajiyoklazların, kenar ve merkez farkı olmaksızın andezin bileşiminde olduğu görülmektedir. Ancak bir noktanın ortoklaz alanında çıkması ile bazı feldispatların ortoklaz bileşiminde olabileceği de görülmektedir (Şekil 6.13).

Buna karşın CA-43b anklav (plajiyoklaz ve hornblendlerden oluşmuş anklav) örneğinin plajiyoklazlarının merkez kesimleri labrador, kenar kesimleri ise andezin bileşimindedir (Şekil 6.13). Bu plajiyoklazların birinde element dağılım haritasında normal zonlanma

açık bir biçimde görülmektedir (Şekil 6.14). Plajiyoklaz ve hornblend minerallerinden oluşan anklav örneği olan CA-51a'da plajiyoklazların merkez ve kenar kesimlerinin labrador-andezin arasında geçişler gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 6.13).

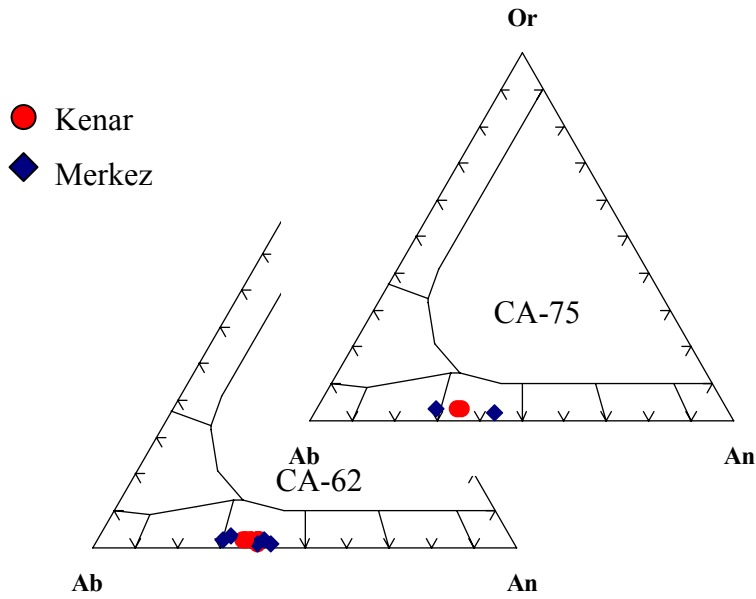


Şekil 6.13 Hornblend andezit içindeki anklav örneklerinde (CA-43a, CA-43b ve CA-51a) plajiyoklaz minerallerinin Ab-An-Or diyagramı



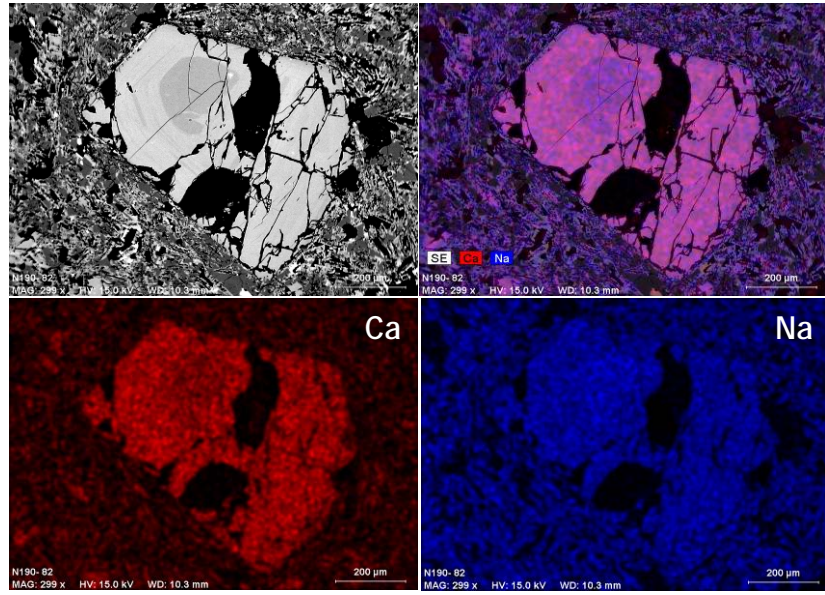
Şekil 6.14 14 CA-43b örneğinde yer alan plajiyoklazların Na ve Ca element dağılım haritası

Riyodasit örneklerine (CA-62 ve CA-75) ait plajiyoklazlar genellikle andezin bileşimindedir ve oligoklaz alanına yakın bölgelere düşmektedir. Albit, anortit ve ortoklaz oranları Ab: 58-68, An: 29-42 ve Or: 1-4 arasında değişmektedir. Plajiyoklazların kenarlarının andezin bileşimde olduğu, merkezlerinin ise bazı tanelerde anortitçe zengin, bazı tanelerde ise albitçe zengin olduğu göze çarpmaktadır. Bu da plajiyoklazların ters ve normal zonlanmayı bir arada gösterdiğine işaret etmektedir (Şekil 6.15).



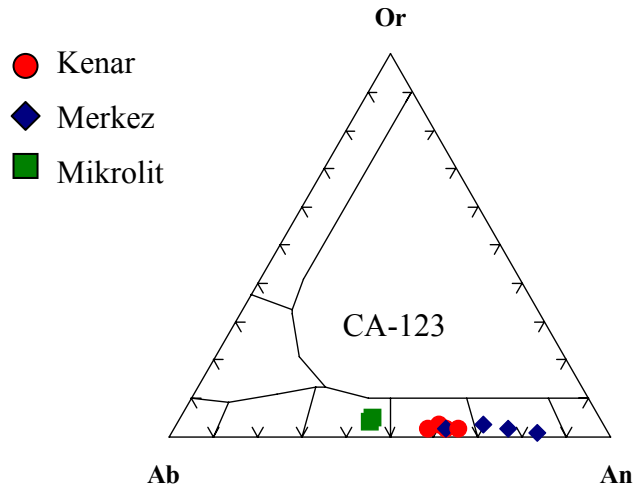
Şekil 6.15 Riyodasit örneklerine ait plajiyoklaz minerallerinin Ab-An-Or diyagramı

CA-75 örneğine ait zonlu doku gösteren plajiyoklaz mineralinin Na ve Ca element dağılım haritasında plajiyoklazın merkezinin Na'ca zengin olduğu, kenar zonlarının ise Ca'ca zengin olduğu görülmektedir (Şekil 6.16). Ters zonlanmanın varlığı bu kayaçların magma karışımı süreçlerinden etkilendiğini göstermektedir. Plajiyoklaz fenokristalinin çevresinde yer alan hamur malzemesinin ise Na'ca zengin olduğu göze çarpmaktadır.



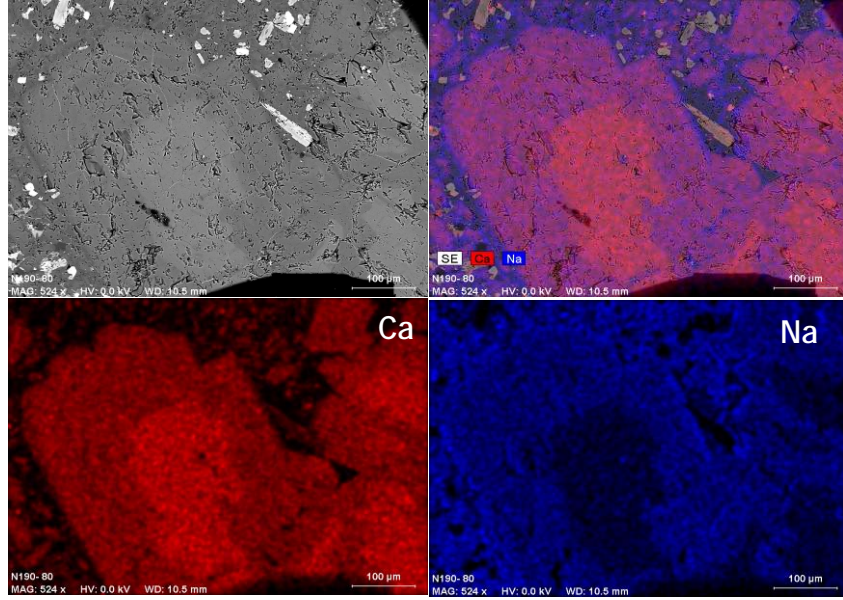
Şekil 6.16 CA-75 örneğinde yer alan plajiyoklaz mineralinin Na ve Ca element dağılım haritası

Ojit andezit-II kayacına ait CA-123 nolu örneğin plajiyoklaz fenokristalleri labrador ve bitovnit alanına düşmektedir. Hamur malzemesinde yer alan plajiyoklaz mikrolitleri ise andezin alanında yer almaktadır. Albit, anortit ve ortoklaz oranları ise Ab: 16-52, An: 44-70 ve Or: 2-4 arasında değişmektedir (Şekil 6.17).



Şekil 6.17 Ojit andezit-II örneğine ait plajiyoklaz minerallerinin Ab-An-Or diyagramı

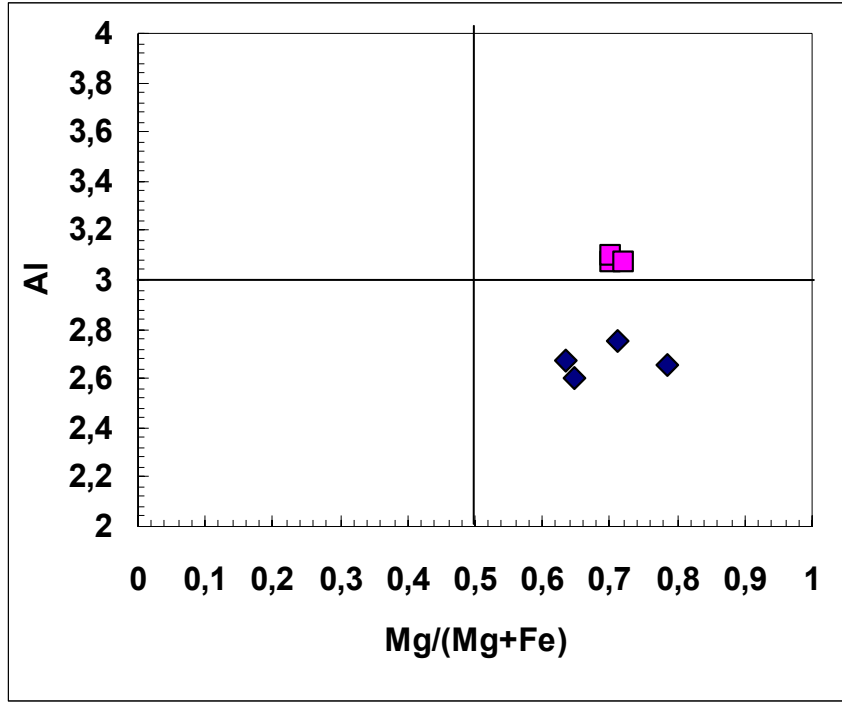
CA-123 örneğinde yer alan bir plajiyoklazın element dağılım haritasında merkezin Ca'ca zengin olduğu, kenar zonlarının ise Na'ca zenginleştiği açıkça görülmektedir (Şekil 6.18).



Şekil 6.18 CA-123 örneğinde yer alan plajiyoklaz mineralinin Na ve Ca element dağılım haritası

6.4 Biotit Minerali

Hornblend andezitlerde (CA-43) ve hornblend andezitler içinde yer alan biyotit içeren anklavlarda (CA-43a) gözlenen mika minerallerinin mineral kimyası analiz sonuçları EK-5'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre mika mineralleri, Mg/Fe^2 oranına göre filogopit veya biyotit adını alır. Hornblend andezitlerde yer alan 2 adet mika mineralinde yapılan analizlerde bir örnek biyotit ($Mg/Fe : 2,46-3,68$), bir örnek ise filogopit ($Mg/Fe : 1,73-1,82$) özelliği göstermektedir. Anklav içerisinde yer alan mika mineralleri ise biyotittir ($Mg/Fe:2,34-2,57$). Anklav (CA-43a) içerisinde yer alan biyotit minerali ve hornblend andezitlerde (CA-43) yer alan mika minerallerinin Al açısından farklılaştıkları göze çarpmaktadır (Şekil 6.19).



Şekil 6.19 Mika minerallerinin Mg(Mg+Fe)'e karşı Al diyagramı

6.5 Jeotermometre ve Jeobarometre Hesaplamaları

Bu bölümde çalışma alanımızda yer alan volkanik kayalar üzerinde yapılan mineral analizlerinden yararlanılarak, kayaların oluştuğu ortam koşulları hakkında yorumlamaya gidilmesi amaçlanmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda bulunan ve çeşitli araştırmacıların oluşturduğu denklem ve diyagramlar kullanılarak, kayaların oluşum koşulları belirlenmeye çalışılmıştır. Jeotermometre ve jeobarometre hesaplamaları için mineral ve mineral-mineral birliktelikleri kullanılmıştır.

6.5.1 Piroksen jeotermometresi ve jeobarometresi

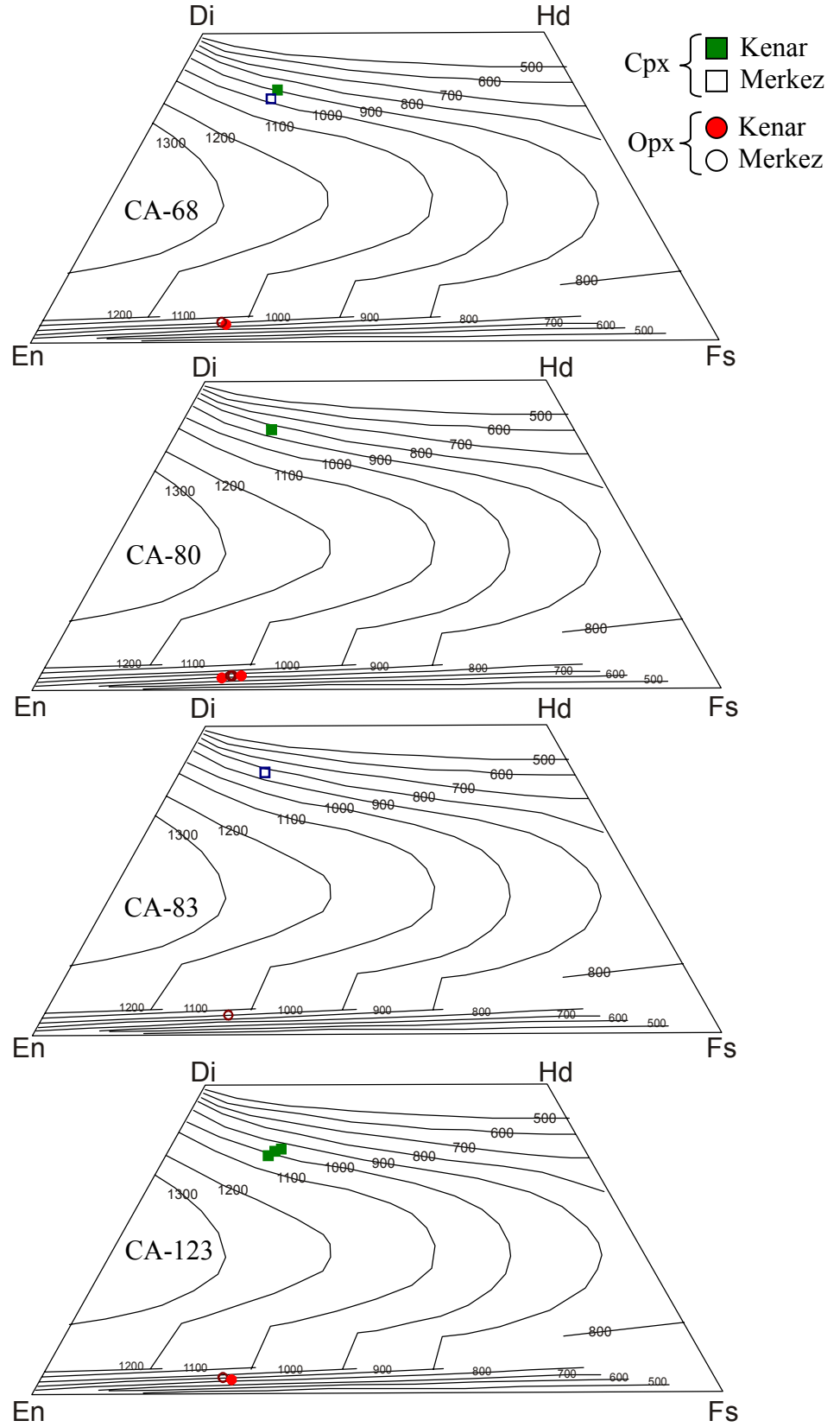
Çalışma bölgesinde 4 örnekte birarada gözlenmiş ve mineral kimyası analizleri yapılmış ortopiroksen ve klinopiroksen minerallerinin denge içinde oluştuğunu test etmek amacıyla Nakamura ve Kushiro (1970)'in oluşturdukları denklem kullanılmıştır. Buna göre, eğer mineraller denge içinde olmuşlarsa,

$$K_D = X_{Mg}^{opx} / (1 - X_{Mg}^{opx}) \times (1 - X_{Mg}^{cpx}) / X_{Mg}^{cpx}$$

sonucunun 0,75-1,08 arasında olması gerekir. Burada X_{Mg} değeri $Mg/(Mg+Fe^{+2})$ şeklinde hesaplanır (Varol-Muratçay, 2006). Bunun sonucunda 3 adet ojit andezit-I (CA-68, CA-80, CA-83e) ve 1 adet ojit andezit-II (CA-123) örneğinde ortopiroksen ve klinopiroksenlerin denge halinde olduğu saptanmıştır. Bu örneklerdeki klinopiroksen ve ortopiroksen minerallerinin yaklaşık oluşum sıcaklığını belirlemek amacı ile Lindsley (1983)'ün oluşturduğu Diyopsit-Hedenberjit-Enstatit-Ferrosilit (Di-Hd-En-Fs) diyagramı kullanılmıştır (Şekil 6.20). Sıcaklık değerleri piroksen uç üyelerine ait değerlerin bu diyagrama aktarılması ile elde edilir. Verilen sıcaklık değerlerinin hata payının ± 30 °C olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Çizilen diyagramların tümü 1 kbar basınç değeri kullanılarak oluşturulmuştur. Tahmini sonuçlar Çizelge 6.1'de verilmiştir.

Çizelge 6.1 Ojit andezit-I ve ojit andezit-II örneklerine ait sıcaklık değerleri

Örnek No	Kayaç adı	Sıcaklık
CA-68	Ojit Andezit-I	900-1000 °C
CA-80		700-900 °C
CA-83		800-1000 °C
CA-123	Ojit Andezit-II	800-1000 °C



Şekil 6.20 Ojit andezit-I ve ojit andezit-II örnekleri için oluşturulmuş En-Di-Hd-Fs sıcaklık diyagramları (Lindsley 1983)

Denge içinde oluşum gösteren piroksen mineral çiftlerinin bulunduğu ojit andezit-I ve ojit andezit-II örnekleri için farklı araştırmacıların çaişmalarına göre hesaplanmış yaklaşık sıcaklık değerleri Çizelge 6.2’de verilmiştir. Buna göre ojit andezit-I kayacındaki piroksen oluşumları sırasında magmanın ortalama 1032-1221 °C arasında değişen sıcaklıklarda (ortalama 1151 °C) olduğu buna karşın ojit andezit-II örneğindeki piroksenlerin oluşumu sırasında sıcaklığın ortalama 1162 °C civarında oynadığı söylenebilir.

Çizelge 6.2 Farklı araştırmacılara göre hesaplanmış yaklaşık sıcaklık değerleri

	CA-68 Ojit and-I	CA-83e Ojit and-I	CA-80 Ojit and-I	CA-123 Ojit and-II
Wood & Banno (1973)	1012,9-1035,1	1043,1	916,6	992,1-1009,9
Nehru & Wyllie (1974) 30 kbar	1160,6-1257,2	1249,7	989,4	1142,5-1185,6
Herzberg & Chapman (1976) 12kbar	1277,6-1343,4	1338,4	1152,9	1264,9-1294,9
Herzberg & Chapman (1976) 16kbar	1314,0-1382,2	1377,0	1185,1	1300,9-1332,0
Bertnard & Mercier (1985/86) cpx	1220,5-1237,3	1234,4	1067,0	1167,6-1188,3
Bertnard & Mercier (1985/86)cpx-opx	1256,2-1292,2	1284,5	938,0	1107,1-1183,9
Brey & Köhler (1990) ±15	1004,9-1026,8	1023,4	976,6	1058,8-1040,1
ORTALAMA SICAKLIK	1201,5	1221,5	1032,2	1162,0
	1151,7			1162

Klinopiroksen jeobarometre hesaplamaları Nimis (1999)’e göre yapılmıştır. Basınç hesaplamalarında sıcaklık değerlerinin kullanılması gerekmektedir. Çizelge 6.2’de değişik araştırmacılara göre hesaplanan sıcaklık değerleri kullanılmıştır. Hesaplamalar Nimis, 1999 tarafından hazırlanan CpxBar excel hesaplama tabloları kullanılarak yapılmıştır. Ojit andezit-I ve ojit andezit-II örneklerinde yapılan hesaplamaların sonuçları Çizelge 6.3’de verilmiştir.

Çizelge 6.3 Ojit andezit-I ve ojit andezit-II kayalarında bulunan klinopiroksen mineralleri kullanılarak Nimis (1999)’a göre hesaplanan tahmini basınç değerleri

	CA-68 Ojit and-I	CA-83e Ojit and-I	CA-80 Ojit and-I	CA-123 Ojit and-II
Nimis (1999)	6,2-7,6	4,2-7,3	12,2	8,5-10,4

6.5.2 Al-Amfibol Jeobarometresi

Çalışma alanına ait 5 adet hornblend andezit örneği, 1 adet hornblend andezit içerisindeki kapanımlarda yer alan amfiboller için kristalizasyon basınçları dört farklı araştırmacının (Hammarstrom and Zen (1986), Hollister *et al.* (1987), Johnson and Rutherford (1989) ve Schmidt (1992)) çalışmalarına göre hesaplanmıştır.

$$(1) P (+/- 3 \text{ kbar}) = -3.92 + 5.03 \text{ Al}(\text{total}), \text{ Hammarstrom and Zen (1986)}$$

$$(2) P (+/- 1 \text{ kbar}) = -4.76 + 5.64 \text{ Al}(\text{total}), \text{ Hollister } et \text{ al. (1987)}$$

$$(3) P (0.5 \text{ kbar}) = -3.46 + 4.23 \text{ Al}(\text{total}), \text{ Johnson and Rutherford (1989)}$$

$$(4) P (+/- 0.6 \text{ kbar}) = -3.01 + 4.76 \text{ Al}(\text{total}), \text{ Schmidt (1992)}$$

Elde edilen yaklaşık basınç değerleri Çizelge 6.4'de verilmiştir. Örneklerin hangi kayaç grubuna ait oldukları aynı çizelgede belirtilmiştir.

Çizelge 6.4 Amfibol mineral kimyası analizleri kullanılarak hesaplanan tahmini basınç değerleri

Örnek No	Kayaç adı	Hammarstrom & Zen (1986)	Hollister <i>et al.</i> (1987)	Johnson & Rutherford (1989)	Schmidt (1992)	Ortalama
CA-4	Hornblend andezit	5-6	5,2-6,3	4-4,9	5,4-6,4	4-6,4
CA-43		4,2-8,6	4,3-9,2	3,4-7	4,7-7,9	3,4-9,2
CA-51a		6,-7,1	6,4-7,6	4,9-5,82	6,4-7,4	4,9-7,6
CA-73b		4,7-7	4,9-7,4	3,8-5,7	5.2-7,3	3,8-7,4
CA-96b	Hornblend andezit (dasit yönelimli)	2-7,6	1,8-8,2	1,4-6,2	2,4-7,9	1,4-8,2
CA-43b	Hornblend andezit içinde anklav	5,8-8,9	6,1-9,6	4,7-7,3	6,1-9,1	4,7-9,6

6.5.3 Amfibol –Plajiyoklaz Jeotermometresi

Amfibol-plajiyoklaz birlikteliğinin kullanıldığı jeobarometre çalışmalarında sıcaklık hesaplamaları amfibol minerallerinde Na ve Ca dağılımına bağlı olarak yapılmaktadır. Hammarstrom and Zen (1986), Hollister *et al.* (1987), Johnson and Rutherford (1989) ve Schmidt (1992) kullanılarak elde edilen basınç değerlerinden itibaren amfibol-plajiyoklaz mineral çiftlerinin bulunduğu 6 adet volkanik kayaç örneğinde Blundy and

Holland (1990)'a göre, yapılan jeotermometre çalışmaları sonucunda elde edilen yaklaşık sıcaklık değerleri Çizelge 6.5'de verilmiştir. Örneklerin hangi kayaç grubuna ait oldukları da aynı çizelgede belirtilmiştir.

Çizelge 6.5 Amfibol-Plajiyoklaz termometresi tahmini hesaplanan sıcaklık değerleri (Blundy and Holland 1990)

Örnek No	Kayaç adı	Hammarstrom & Zen (1986)	Hollister <i>et al.</i> (1987)	Johnson & Rutherford (1989)	Schmidt (1992)
CA-4	Hornblend andezit	832 - 815	829 - 811	848 - 834	825 - 809
CA-43		868 - 794	867 - 784	882 - 821	860 - 806
CA-51a		864 - 845	857 - 836	883 - 867	857 - 840
CA-73b		893 - 957	890 - 847	909 - 876	884 - 848
CA-96b	Hornblend andezit(dasit yönelimli)	833 - 745	836 - 736	843 - 767	827-741
CA-43b	Hornblend andezit içinde anklav	844 - 791	839 - 779	864 - 818	839 - 787

Buna göre dasitik yönelimi olan hornblend andezit 791 °C civarında bir sıcaklıkla diğer 4 adet hornblend andezitlerin ortalama 851 °C olan sıcaklıklarının 60-65 °C altında biraz daha soğuk olduğuna işaret etmektedir. Öte yandan hornblend ve plajiyoklazlardan oluşan anklav (CA-43b), daha önce anlatıldığı gibi (bakınız Bölüm 6.2 ve 6.3) mineral kimyaları bakımından içinde buldukları hornblend andezitlerin plajiyoklaz ve hornblendleri ile çok benzerlikler taşımaları nedeniyle aynı magmanın içinde bir topaklanma olarak yorumlanabilmektedir.

Yapılan tüm jeotermometre ve jeobarometre çalışmalarının sonuçları ve tahmini olarak bulunan derinlik değerleri toplu olarak Çizelge 6.6'da verilmiştir. Buna göre, ojit andezit-I'lerin yaklaşık 14-40 km, hornblend andezitlerin 5-30 km, hornblend andezit içindeki I. Tür anklavların 15-30 km ve ojit andezit-II'lerin magma odaları 28-34 km arasındaki derinliklerde oluşmuş olmalıdırlar. Bu kayaçların derinlik değerlerindeki en düşük ve en yüksek değerler göz ardı edilirse tüm kayaçların 25-30 km civarında derinlikleri olan magma odalarından kaynaklandıkları söylenebilir.

Çizelge 6.6 Çalışma alanında yer alan ojit andezit-I (OA-I), hornblend andezit (HB), ojit andezit-II (OA-II) ve I. tür anklav (HBA) için hesaplanan jeotermometre, jeobarometre ve derinlik değerleri

Örnek Adı	Jeotermometre (°C)												Jeobarometre (kbar)					
	Kpx-Opx						Kpx	Amf-Plj				Kpx	Al-Amf					
	1	2	3a	3b	4a	5	6	4b	7	8	9	10	11	7*	8*	9*	10*	
CA-68	OA-I	1013-1035	1161-1257	1278-1343	1314-1382	1256-1292	1005-1027	900-1000	1220-1237					6,2-7,6				
CA-80	OA-I	917	989	1153	1185	938	977	700-900	1067					12,2				
CA-83e	OA-I	1043	1250	1338	1377	1285	1023	800-1000	1234					4,2-7,3				
CA-4	HB									832-815	829-811	848-834	825-809		5,0-6,0	5,2-6,3	4-4,9	5,4-6,4
CA-43	HB									868-794	867-784	882-821	860-806		4,2-8,6	4,3-9,2	3,4-7	4,7-7,9
CA-51a	HB									864-845	857-836	883-867	857-840		6,0-7,1	6,4-7,6	4,9-5,82	6,4-7,4
CA-73b	HB									893-957	890-847	909-876	884-848		4,7-7,0	4,9-7,4	3,8-5,7	5,2-7,3
CA-96b	HB									833-745	836-736	843-767	827-741		2,0-7,6	1,8-8,2	1,4-6,2	2,4-7,9
CA-43b	HBA									844-791	839-779	864-818	839-787		5,8-8,9	6,1-9,6	4,7-7,3	6,1-9,1
CA-123	OA-II	992-1010	1143-1186	1265-1295	1301-1332	1107-1184	1059-1040	800-1000	1168-1188					8,5-10,4				

* Numarası verilen araştırmacıların basınç değerleri kullanılarak Blundy and Holland (1990)'a göre hesaplanmıştır.

- 1 Wood & Banno (1973)
- 2 Nehru & Wyllie (1974) (30 kbar basınç)
- 3a Herzberg & Chapman (1976) (12kbar basınç)
- 3b Herzberg & Chapman (1976) (16kbar basınç)
- 4a Bertnard & Mercier (1985/86)
- 4b Bertnard & Mercier (1985/86) (Yalnız Kpx için)
- 5 Brey & Köhler (1990) (± 15 °C)
- 6 Lindsey (1983)
- 7 Hammarstrom & Zen (1986) (± 3 kbar)
- 8 Hollister *et al.* (1987) (± 1 kbar)
- 9 Johnson & Rutherford (1989) (ortalama hesap)
- 10 Schmidt (1992)
- 11 Nimis (1999)

Örnek Adı	Derinlik (km)
CA-68	20,46-25,08
CA-80	40,26
CA-83e	13,86-24,09
CA-4	13,2-21,12
CA-43	11,22-30,36
CA-51a	16,17-25,08
CA-73b	12,54-24,42
CA-96b	4,62-27,06
CA-43b	15,51-30,03
CA-123	28,05-34,32
1kbar \approx 3.3 km	

7. JEOKİMYA

Çalışma alanında yer alan volkanik kayalar daha önce belirtildiği gibi 5 ayrı gruba ayrılmıştır. Her gruptan inceleme alanındaki yayılımlarına ve kayaların taze olmasına dikkat edilerek alınan örnekler üzerinde ana, eser ve nadir toprak elementleri analizleri gerçekleştirilmiştir. Ana element sonuçları % oksit olarak, eser element ve nadir toprak element sonuçları ppm olarak belirlenmiştir.

Ana element jeokimya sonuçlarına göre benzer alanlara düşen örneklerde, petrografik analizlerde göz önünde tutularak içerdikleri mineral bileşimlerine ve dokularına göre kayaların adları belirlenmiştir. Buna göre inceleme alanından alınan 17 adet hornblend andezit, 5 adet diyorit porfir, 18 adet ojit andezit-I, 8 adet riyodasit ve 2 adet ojit andezit-II olmak üzere 50 adet kayanın örneği üzerinde analizler gerçekleştirilmiştir. Jeokimyasal analiz sonuçları Çizelge 7.1-7.3'de verilmiştir. Bu sonuçlar kullanılarak volkanik kayaların oluşumunda etkili olan süreçler ve kökenleri belirlenmeye çalışılmıştır.

7.1 Ana Element Jeokimyası

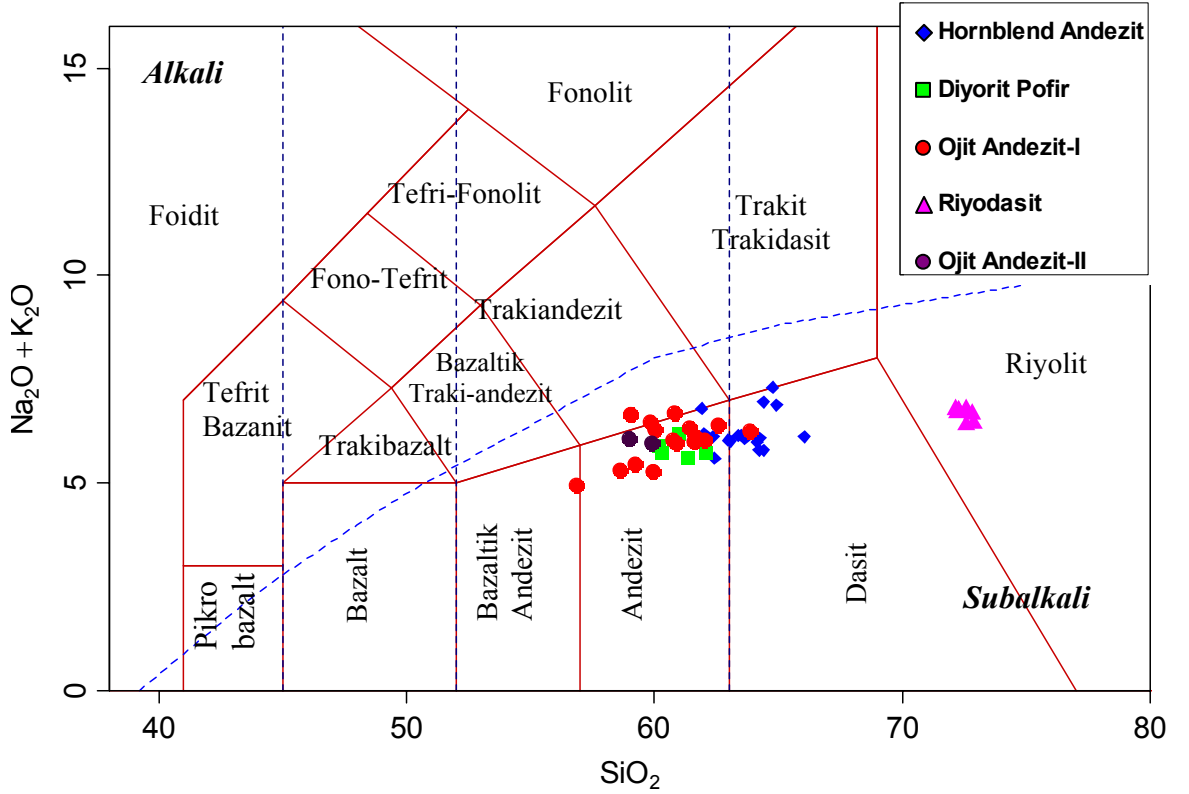
Yapılan analizlerde SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 ve Cr_2O_3 miktarları belirlenmiştir (Çizelge 7.1). Tüm kayaların grupları, % 52,12-70,97 arasında değişen SiO_2 içeriğine sahip olup, ateşte kayıp değerleri (A.K) ise % 1,7-8,1 arasında değişmektedir. Bu veriler kullanılarak SiO_2 - ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$) (Le Bas *et al.*, 1986) ve SiO_2 - K_2O (Peccerillo and Taylor 1976) diyagramları çizilmiştir (Şekil 7.1). Toplam alkali- SiO_2 diyagramına göre bölgedeki kayaların andezit, dasit ve riyolit bileşiminde olduğu belirlenmiştir. Örneklerin tümünün trakiandezit ve trakidasit alanına yaklaştıkları hatta bazılarının trakiandezit alanında oldukları görülmektedir. Ayrıca, bir örnek ise (CA-36) bazaltik andezit sınırında yer almaktadır. Petrografik çalışmalarda içerdikleri mineral parajenezlerine göre isimlendirilen ojit andezit-I ve hornblend andezit örneklerinin birçoğu ana element değerleri açısından benzerlikler sunmakta ve diyagramlarda birbirlerine yakın alanlara düşmektedirler.

Çizelge 7.1 Çalışma alanında yer alan volkanik kayaların ana element değerleri (A.K: Ateşte Kayıp, TOP: Toplam)

Örnek	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	TiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (%)	MnO (%)	Cr ₂ O ₃ (%)	A.K (%)	TOP/C (%)	TOP/S (%)	Toplam (%)
HORNBLEND ANDEZİT															
CA 4	62,48	17,04	3,86	3,11	4,29	4,51	1,41	0,37	0,12	0,07	0,006	2,5	0,08	0,03	99,77
CA 13	60,92	16,15	3,86	1,88	5,77	4,12	1,36	0,35	0,12	0,08	0,006	5,3	0,76	0,05	99,92
CA 23	61,24	16,71	4,54	3,24	5,01	4,43	1,43	0,43	0,15	0,08	0,007	2,5	0,04	0,02	99,78
CA 41b	59,47	16,39	4,82	3,01	5,16	4,46	1,37	0,47	0,12	0,10	0,005	4,5	0,85	0,02	99,88
CA 43	59,15	16,71	4,65	3,07	5,26	4,54	1,37	0,47	0,12	0,08	0,004	4,5	0,77	0,01	99,93
CA 54b	58,10	15,74	4,20	3,60	5,60	3,89	1,31	0,41	0,11	0,09	0,018	6,7	1,33	0,01	99,77
CA 63	60,36	17,60	4,32	1,31	5,00	4,40	1,46	0,42	0,12	0,08	0,003	4,7	0,83	0,01	99,77
CA 72c	61,44	16,99	4,81	1,98	5,10	4,50	1,46	0,49	0,12	0,08	0,004	2,8	0,20	0,04	99,78
CA 73	61,79	16,62	4,65	3,02	5,29	4,48	1,42	0,49	0,14	0,09	0,004	1,8	0,22	0,03	99,80
CA 77	62,19	17,74	4,21	1,59	4,87	4,45	1,36	0,39	0,11	0,05	0,005	2,8	0,01	0,01	99,77
CA 84	63,35	18,40	2,47	0,42	4,83	4,60	1,28	0,41	0,14	0,01	0,009	3,9	0,02	0,02	99,87
CA 89	60,46	18,93	4,51	1,31	5,10	5,17	1,47	0,39	0,22	0,08	0,002	2,2	0,20	0,02	99,80
CA 97	63,47	17,37	3,84	2,00	3,81	5,22	1,51	0,37	0,12	0,07	0,003	2,0	0,05	0,02	99,78
CA 98	63,61	17,20	3,78	2,32	3,56	5,42	1,75	0,37	0,13	0,08	0,003	1,7	0,02	0,01	99,92
CA 100	62,98	17,18	3,75	2,44	4,09	5,39	1,41	0,37	0,12	0,06	0,004	2,1	0,02	0,02	99,90
CA 104	62,17	16,91	4,09	2,85	5,12	4,59	1,34	0,39	0,12	0,09	0,011	2,1	0,02	0,02	99,81
CA-132A	60,98	16,53	3,80	2,09	5,47	4,14	1,36	0,39	0,12	0,07	0,004	4,7	0,99	0,02	99,70
RİYODASİT															
CA 39	70,73	16,13	1,23	0,21	2,30	4,73	1,88	0,13	0,90	0,02	0,001	2,3	0,01	0,02	99,76
CA 40	70,54	16,21	1,63	0,17	2,30	4,57	1,96	0,13	0,90	0,07	0,002	2,1	0,06	0,01	99,78
CA 52	70,48	16,29	1,58	0,2	2,24	4,64	1,98	0,13	0,11	0,02	0,001	2,1	0,01	0,01	99,77
CA 60	70,72	16,38	1,50	0,13	2,25	4,77	1,83	0,14	0,90	0,06	0,001	1,9	0,02	0,02	99,77
CA 62	70,61	16,18	1,51	0,20	2,30	4,62	1,96	0,14	0,90	0,06	0,001	2,1	0,06	0,01	99,77
CA 67	70,97	16,11	1,44	0,18	2,02	4,43	2,07	0,13	0,90	0,04	0,001	2,3	0,01	0,01	99,78
CA 75	69,94	16,36	1,14	0,38	2,13	4,17	1,99	0,13	0,10	0,02	0,001	3,4	0,02	0,01	99,77
CA 82	70,31	15,94	1,26	0,28	2,22	4,25	1,96	0,13	0,09	0,02	0,001	3,3	0,01	0,01	99,77

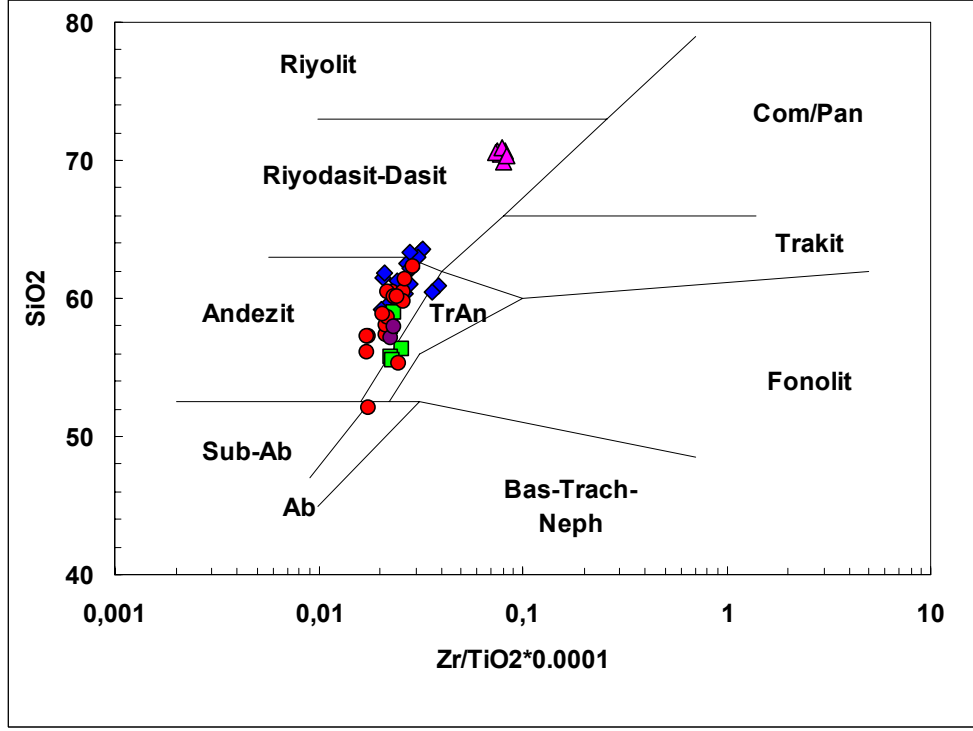
Çizelge 7.1 devam ediyor. Çalışma alanında yer alan volkanik kayaların ana element değerleri (A.K: Ateşte Kayıp, TOP: Toplam)

Örnek	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	TiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (%)	MnO (%)	Cr ₂ O ₃ (%)	A.K (%)	TOP/C (%)	TOP/S (%)	Toplam (%)
OJİT ANDEZİT-I															
CA 35	57,22	16,55	4,88	4,70	6,29	3,99	1,04	0,54	0,14	0,09	0,03	4,3	0,72	0,45	99,78
CA 36	52,12	15,32	5,41	5,93	7,65	3,58	0,94	0,50	0,12	0,09	0,03	8,1	1,72	0,86	99,79
CA 68	58,78	18,36	5,90	2,02	5,83	4,65	1,48	0,60	0,90	0,13	0,01	1,8	0,02	0,01	99,75
CA 78	60,46	18,92	4,60	0,95	5,98	4,57	1,31	0,49	0,15	0,03	0,01	2,3	0,02	0,02	99,77
CA 80	62,33	17,20	3,78	2,23	5,36	4,66	1,41	0,42	0,12	0,04	0,01	2,2	0,01	0,01	99,77
CA 81	57,40	17,10	5,28	1,79	6,36	4,27	1,33	0,51	0,13	0,09	0,01	5,5	1,04	0,01	99,78
CA 83b	60,07	17,10	5,08	2,85	5,80	4,51	1,34	0,49	0,12	0,09	0,01	2,3	0,50	0,02	99,77
CA 83c	60,43	17,59	4,95	2,62	5,61	4,52	1,40	0,52	0,14	0,08	0,01	1,9	0,27	0,01	99,78
CA 90	60,51	17,64	4,82	2,62	5,80	4,48	1,48	0,49	0,14	0,09	0,01	1,7	0,24	0,02	99,79
CA 92	61,43	18,35	4,20	1,58	5,61	4,70	1,55	0,52	0,15	0,06	0,01	1,6	0,01	0,01	99,76
CA 102b	55,32	15,13	5,29	2,58	8,37	3,61	1,25	0,39	0,13	0,14	0,01	7,7	1,81	0,02	99,91
CA 108	58,87	18,61	5,93	1,84	5,89	4,82	1,52	0,61	0,21	0,11	0,01	1,4	0,02	0,02	99,83
CA 109	58,58	18,96	4,27	1,32	5,86	4,88	1,55	0,61	0,21	0,07	0,01	3,7	0,02	0,02	100,01
CA 113	60,10	18,18	4,93	2,03	5,67	4,68	1,49	0,48	0,15	0,08	0,01	2,0	0,02	0,02	99,84
CA 114	56,08	16,80	5,72	4,09	7,14	4,01	1,07	0,52	0,14	0,09	0,04	4,2	0,03	0,02	99,92
CA 119a	57,19	17,01	6,03	3,37	6,96	4,12	1,13	0,54	0,14	0,05	0,04	3,3	0,02	0,02	99,87
CA 121	59,79	18,15	4,68	3,20	5,99	4,77	1,15	0,42	0,12	0,12	0,003	1,4	0,02	0,02	99,76
CA 122	58,05	19,52	5,75	1,51	5,99	4,91	1,61	0,66	0,22	0,09	0,003	1,6	0,03	0,02	99,88
OJİT ANDEZİT-II															
CA 124	57,97	18,64	5,38	1,89	6,16	4,55	1,22	0,64	0,21	0,10	0,002	2,9	0,46	0,02	99,67
CA 136	57,07	18,62	5,73	2,51	6,00	4,63	1,23	0,62	0,20	0,11	0,002	3,0	0,56	0,02	99,71
DİYORİT PORFİR															
CA 21	56,35	16,75	4,11	2,97	5,98	4,02	1,12	0,39	0,10	0,08	0,003	7,9	1,47	0,02	99,79
CA-21b	55,79	16,77	4,00	2,14	7,88	4,09	1,18	0,40	0,13	0,12	0,003	7,4	1,57	0,02	99,91
CA 26	57,95	16,91	3,84	1,59	7,16	4,29	1,05	0,41	0,11	0,08	0,002	6,4	1,13	0,02	99,80
CA 27	59,01	17,91	4,47	3,20	5,61	4,82	1,15	0,40	0,11	0,08	0,004	3,1	0,05	0,02	99,87
CA-120a	55,52	16,92	4,41	3,85	5,52	4,23	1,20	0,41	0,11	0,09	0,004	7,7	1,79	0,02	99,95



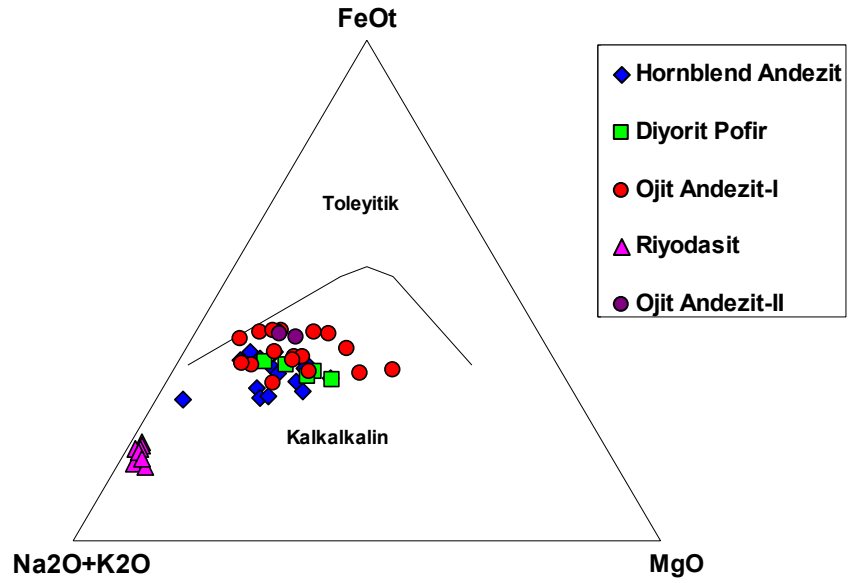
Şekil 7.1 Çalışma alanındaki volkanitlerin Toplam alkali-SiO₂ (TAS) diyagramı (Le Bas *et al.* 1986) (kesikli eğri çizgi (Miyashiro 1978) alkali-subalkali ayırımını göstermektedir)

Alterasyona bağlı olarak alkali elementlerin hareketliliklerinin (mobilitelerinin) yüksekliğinden dolayı SiO₂-(Na₂O+K₂O) (Le Bas *et al.* 1986) sınıflama diyagramının kullanılmasında sakıncalar olabileceği varsayımıyla, Zr ve Ti gibi daha az hareketli olduğu düşünülen elementlerin yer aldığı SiO₂'ye karşı Zr/TiO₂*0,0001 (Winchester and Floyd 1977) diyagramı da kullanılmıştır. Bu diyagramda da bir örnek subalkali bazalt alanına düşerken diğer örneklerin büyük kısmı andezit alanındadır. Bu tür örnekler yine traki andezit alanına yakın ve bazen de içine düşmüş olarak görülmektedirler. Le Bas *et al.* (1986) diyagramında riyolit alanına düşen örneklerin bu diyagramda riyodasit alanında yer aldıkları görülmektedir (Şekil 7.2). Her iki sınıflama diyagramında da benzer sonuçların ortaya çıkması örneklerin alterasyondan önemli ölçüde etkilenmediğini göstermektedir.



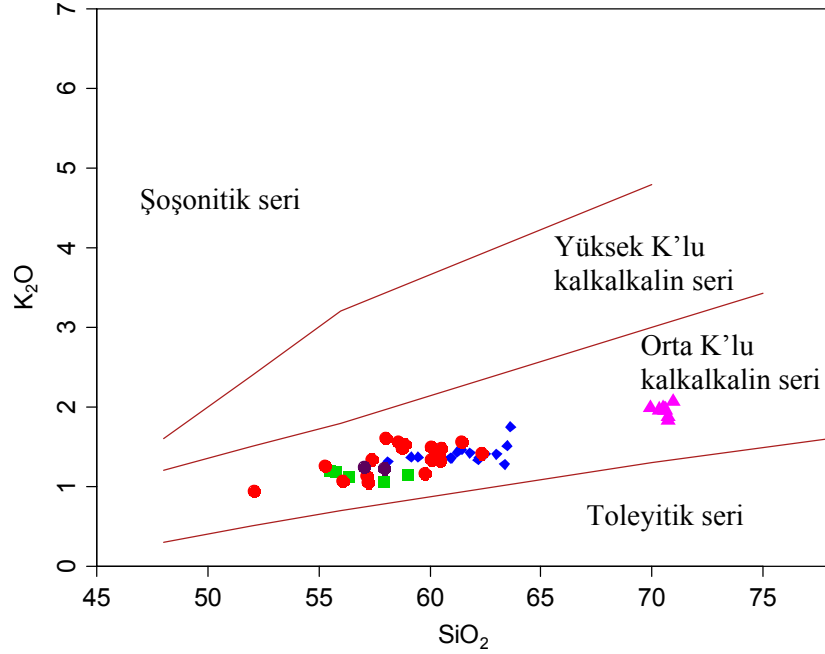
Şekil 7.2 Çalışma alanındaki volkanitlerin SiO₂'ye karşı Zr/TiO₂ sınıflama diyagramı (Winchester and Floyd, 1977)

Le bas *et al.* (1976) diyagramında subalkali alanda yer alan örneklerin tümü Irvine ve Baragar (1971)'in FeO^t, Na₂O+K₂O ve MgO üçgen diyagramına göre kalkalkalen karakter göstermektedir (Şekil 7.3).



Şekil 7.3 Çalışma alanındaki volkanitlerin AFM diyagramı (Irvine and Baragar, 1971) diyagramı üzerindeki dağılımları

Kalkalkali karakteri belirlenen volkanitlerin Peccerillo ve Taylor (1976)'ın SiO₂-K₂O diyagramına göre orta potasyumlu kalkalkalin seri alanında yer aldıkları görülmektedir (Şekil 7.4).



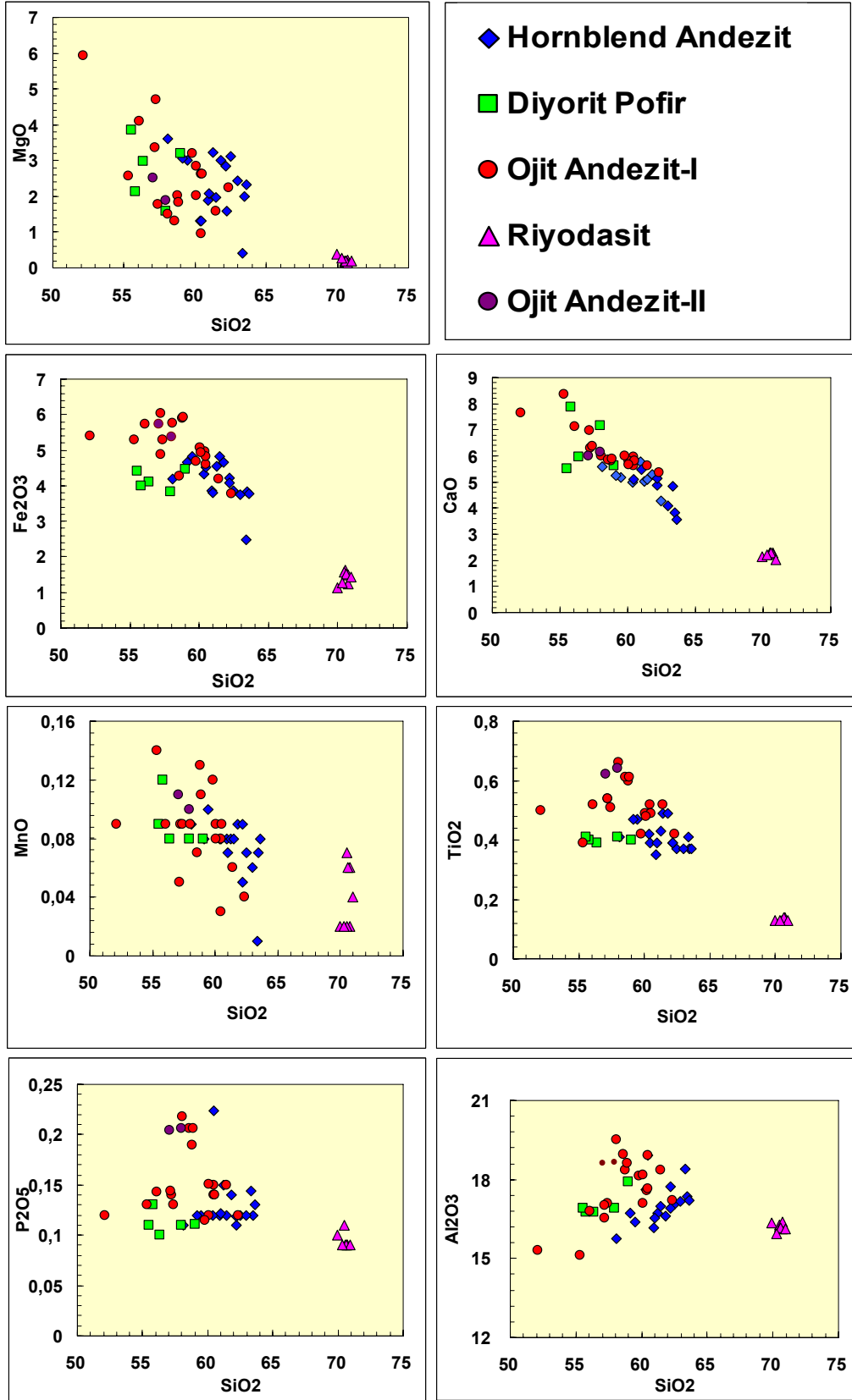
Şekil 7.4 Çalışma alanındaki volkanitlerin K₂O-SiO₂ diyagramı (Peccerillo and Taylor, 1976) üzerinde yer aldıkları alan

Tüm kayaç gruplarının ana element sonuçları incelendiğinde, SiO₂ değerlerinin ojit andezit-I örneklerinde % 52,12-62,33 arasında, hornblend andezit örneklerinde % 58,10-63,61 arasında, riyodasit örneklerinde % 69,94-70,97 arasında, ojit andezit-II örneklerinde % 57,07-57,97 arasında ve diyorit porfir örneklerinde ise % 55,52-59,01 arasında değiştiği görülmektedir.

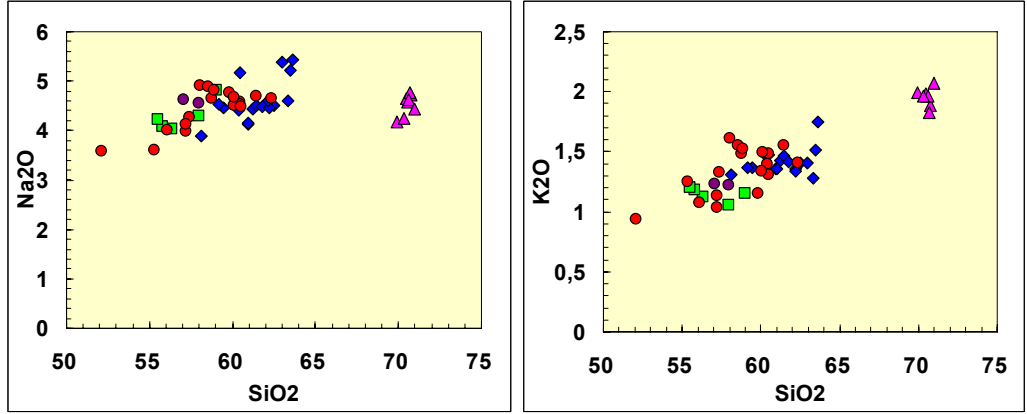
Na₂O ve K₂O miktarları açısından en yüksek değerleri riyodasit ve hornblend andezitlerin dasitik eğilimli olan örnekleri göstermektedir. Riyodasitlerde, Na₂O ve K₂O miktarları sırasıyla % 4.17-4.77 ve % 1.83-2.07 arasında, dasitik eğilimli hornblend andezitlerde ise % 4.14-5.42 ve % 1.28-1.47 arasında değişmektedir. Ayrıca riyodasit örneklerinin CaO, MgO, Fe₂O₃, TiO₂, P₂O₅ ve Al₂O₃ miktarları diğer kayaçlarla karşılaştırıldığında en düşük değerleri göstermektedir. Fe₂O₃, riyodasit örneklerinde en düşük (% 1.14-1.63) değerleri verirken, ojit andezit-I örneklerinde ise en yüksek (% 3.78-6.03) değerlerde görülmektedir.

Tüm örneklerde ana elementlerin SiO₂ ile olan değişim diyagramları oluşturulmuştur. Volkanik kayalarla birlikte karşılaştırmalarda yararlı olabileceği düşünülerek diyorit porfir örnekleri de değişim diyagramlarında sunulmuştur. Ortaya çıkan negatif veya pozitif yönelimler sırasında bu örneklere dikkat edilmeyecektir. Örneklerde SiO₂ miktarının artmasıyla birlikte CaO, MgO, Fe₂O₃, MnO, TiO₂ miktarlarında azalmalar gözlenirken, Na₂O ve K₂O miktarlarında artışlar olmaktadır. Al₂O₃ ve P₂O₅ miktarlarında ise azalış yönü hakim bir yönelim gözlenmektedir(Şekil 7.5). Diyorit porfirler ile bazı ojit andezit-I ve hornblend andezit örnekleri, Fe₂O₃, MnO, TiO₂, Al₂O₃ ve P₂O₅' a karşı SiO₂ diyagramlarında yönelimleri bozucu dağılımlar sergilemektedir. Çizelge 7.1 incelendiğinde CA-36 ve CA-102b örneklerinde diğer ojit andezit-I örneklerine göre daha düşük Al₂O₃, buna karşın daha yüksek CaO değerleri dikkati çekmektedir. Ayrıca % 52-55 civarındaki bu grubun en düşük SiO₂ değerlerine karşın (daha bazik?) FeO ve TiO₂ değerlerinin yüksek olması beklenirken bu ana element oksitlerinin ojit andezit-I grubun ortalama değerleri civarında oldukları görülmektedir. Bu örneklerin ateşte kayıp değerlerinin de %8'ler civarında olması ve TOP/C değerlerindeki %1.5-2 arasında olması bu kayaların CaCO₃ oranlarının biraz yüksek olduğunu göstermekte dolayısı ile bunların biraz altere olduklarına işaret etmektedir. Dağılımdan sapmalar gösteren diğer örneklerin ya magma karışımı olaylarından ya kabuktan asimilasyondan ya da belki de her iki olaydan da etkilenmiş olmaları olasıdır.

Değişim diyagramlarındaki bu özellikler volkanik kayaların olduğu magmada fraksiyonel kristalleşme süreçlerinin etkin olabileceğini düşündürmektedir. Magmada kristalleşme sırasında genel olarak, Ca-plajiyoklaz, olivin, piroksen ve opak mineraller (manyetit, ilmenit) kristalleşmenin ilk evrelerinde eriyikten ayrılmakta ve dolayısıyla bu mineralleri oluşturan CaO, Fe₂O₃, MgO, Al₂O₃, MnO ve TiO₂ elementlerinde SiO₂ artışına göre bir azalma meydana gelmektedir. Daha sonraki evrelerde, arta kalan bu eriyikten Na-plajiyoklaz, amfibol, mika ve daha sonra da ortoklaz minerallerinin oluşması ile de bu minerallerin bünyesine giren Na₂O ve K₂O elementlerinde SiO₂ artışına bağlı olarak artış olmaktadır. Ancak mineralojik-petrografik çalışmalar ve mineral kimyası bölümlerinde ortaya konulan magma karışım süreçleri, bu fraksiyonel kristalleşmeyi etkilemiş olması beklenmektedir.



Şekil 7.5 Çalışma alanının volkanik kayaların SiO₂'ye karşı ana element değişim diyagramları



Şekil 7.5 devamı. Çalışma alanının volkanik kayaların SiO_2 'ye karşı ana element değişim diyagramları

7.2 Eser Element Jeokimyası

50 adet örnek üzerinde gerçekleştirilen eser element analiz sonuçları Çizelge 7.2'de verilmiştir. Eser elementler açısından biraz belirginleşen tek özellik, ojit andezit-I'lere ait bazı örneklerde (CA-92, CA-108, CA-109 ve CA-122) Rb değerlerinin 34-39 ppm arasındaki değerleriyle bu grubun diğer örneklerinden (~ 18-33 ppm) biraz daha yüksek olmasıdır. Bunun nedeni aynı örneklerde K_2O değerlerinin % 1.52-1.55 arasındaki değerleriyle diğer ojit andezitlere göre göreceli olarak biraz yüksek olmasıyla bağlantılı olabilir. K-Rb arasındaki bu paralel artış değişimleri diğer örnek gruplarında net olarak pek görülememektedir. Benzer biçimde diğer eser elementlerle ana elementler arasında karşılaştırmalar yapıldığında çarpıcı ilişkiler belirlenememiştir. Bu ilişkilerin belirgin olamamasının nedeni, inceleme alanında ayırtlanan tüm volkanik kayaç gruplarının az ya da çok magma karışım olaylarından etkilenmiş olması ve asimilasyon sürecinin varlığı olarak gösterilebilir. Bütün bu etkilere rağmen, fraksiyonel kristalleşme sürecinin etkilerini görebilmek amacıyla, ana element değişim diyagramlarındaki yönelimlerle karşılaştırmalar yapabilmek için SiO_2 'ye karşı eser element değişim diyagramları çizilmiştir (Şekil 7.6).

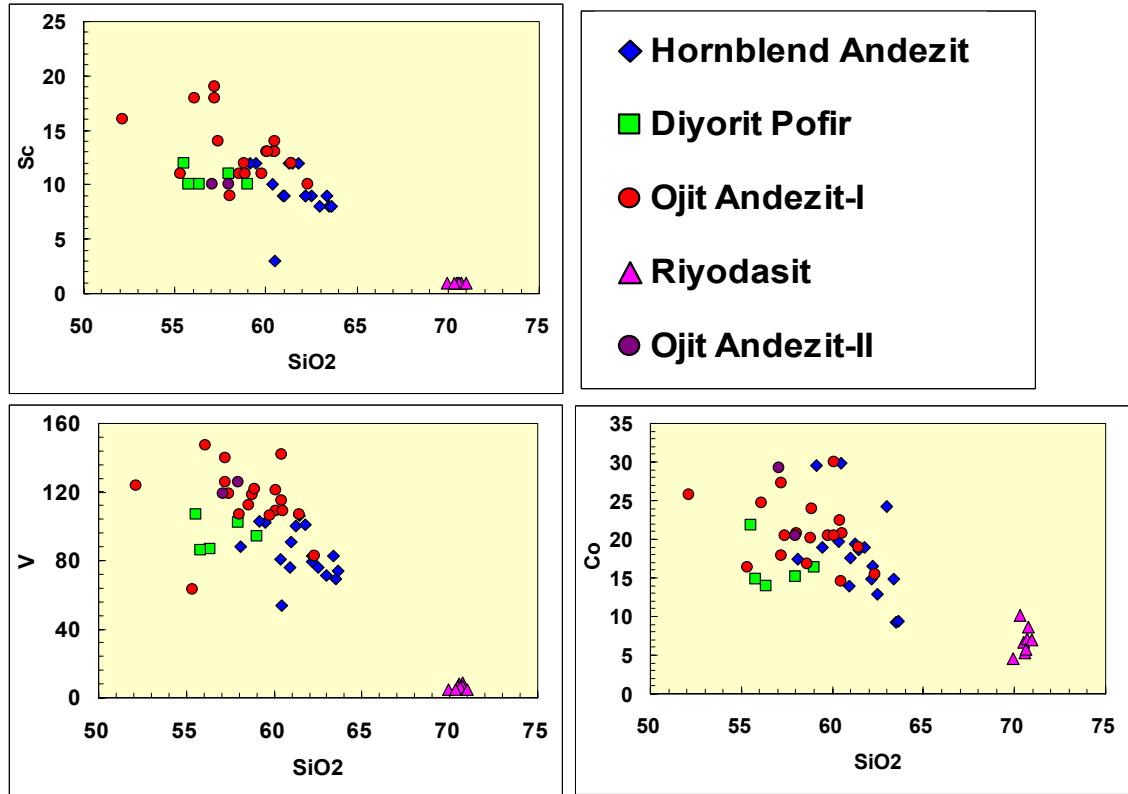
Çizelge 7.2 Çalışma alanında yer alan volkanik kayaların eser element değerleri

Örnek	Rb (ppm)	Ba (ppm)	Sr (ppm)	Y (ppm)	Hf (ppm)	Zr (ppm)	Nb (ppm)	Ta (ppm)	Th (ppm)	Co (ppm)	Sc (ppm)	U (ppm)	V (ppm)	W (ppm)
HORNBLEND ANDEZİT														
CA 4	29,8	640,8	486,1	12,5	2,3	99,8	4,2	0,3	2,7	12,9	9	0,9	76	62,7
CA 13	30,7	590,7	532,2	12,2	3,4	134,3	3,9	0,3	2,5	13,9	9	0,9	76	77,9
CA 23	29,9	500,3	459,4	15,7	2,9	104,5	4,2	0,3	3,1	19,4	12	1,0	100	83,4
CA 41b	28,9	454,3	463,1	15,6	3,1	101,4	3,8	0,3	2,9	18,9	12	1,1	102	107
CA 43	27,8	439,9	456,9	15,2	2,7	95,9	3,6	0,3	2,5	29,6	12	1,1	103	118,7
CA 54b	30,4	632,0	490,6	16,1	2,3	91,2	3,8	0,3	2,3	17,4	11	0,5	88	66,6
CA 63	25,1	515,3	514,9	13,4	2,9	110,9	3,6	0,3	2,0	19,7	10	0,8	81	195,9
CA 72c	31,1	479,5	447,9	16,5	3,0	101,0	4,0	0,3	2,9	18,6	12	1,0	106	61,5
CA 73	29,4	441,6	450,6	16,8	3,0	103,5	3,8	0,3	2,9	18,9	12	1,1	101	85,5
CA 77	27,2	566,6	684,8	11,7	2,8	111,4	2,9	0,3	2,2	16,5	9	0,6	79	78,7
CA 84	31,5	572,0	599,4	10,4	3,1	115,1	4,0	0,3	2,7	9,2	9	0,7	83	65,9
CA 89	33,6	503,0	557,2	14,8	3,5	140,6	6,1	0,4	2,8	9,4	3	1,0	54	53,9
CA 97	29,0	546,4	532,0	13,0	2,9	116,6	3,1	0,3	2,3	24,3	8	0,7	69	227,5
CA 98	35,5	607,5	572,5	14,0	3,1	118,7	3,5	0,2	2,0	14,9	8	0,8	74	71,5
CA 100	27,0	553,6	591,2	13,6	3,0	112,9	3,5	0,2	2,4	14,8	8	0,7	71	90,5
CA 104	29,6	599,0	534,2	12,5	3,0	108,5	4,1	0,3	2,1	29,9	3	0,9	83	113,9
CA 132a	33,9	525,0	572,6	13,9	3,1	109,3	7,6	0,4	2,5	17,6	9	0,8	91	144,1
RİYODASİT														
CA 39	37,9	759,8	420,5	10,1	2,8	106,9	8,0	0,5	3,5	8,7	1	0,9	9	184,3
CA 40	41,2	755,9	422,3	10,3	3,1	106,3	5,0	0,3	3,2	5,3	1	1,1	8	78,8
CA 52	39,8	691,2	403,0	9,8	2,9	100,8	5,1	0,4	3,4	6,6	1	0,9	7	97,8
CA 60	39,2	722,0	419,5	10,1	2,9	105,3	5,2	0,4	3,6	7,1	1	1,3	7	99,9
CA 62	41,9	730,3	437,6	9,6	2,8	103,4	5,4	0,3	3,5	5,7	1	0,9	6	86,3
CA 67	43,8	693,2	405,5	10,3	2,8	103,3	4,8	0,4	3,8	6,9	1	1,2	5	105
CA 75	40,2	703,2	450,3	9,7	2,8	104,6	5,1	0,4	3,8	4,5	1	1,0	<5	80,1
CA 82	41,7	719,2	396,4	9,7	2,9	108,5	5,6	0,4	3,2	10,1	1	0,8	5	163,9

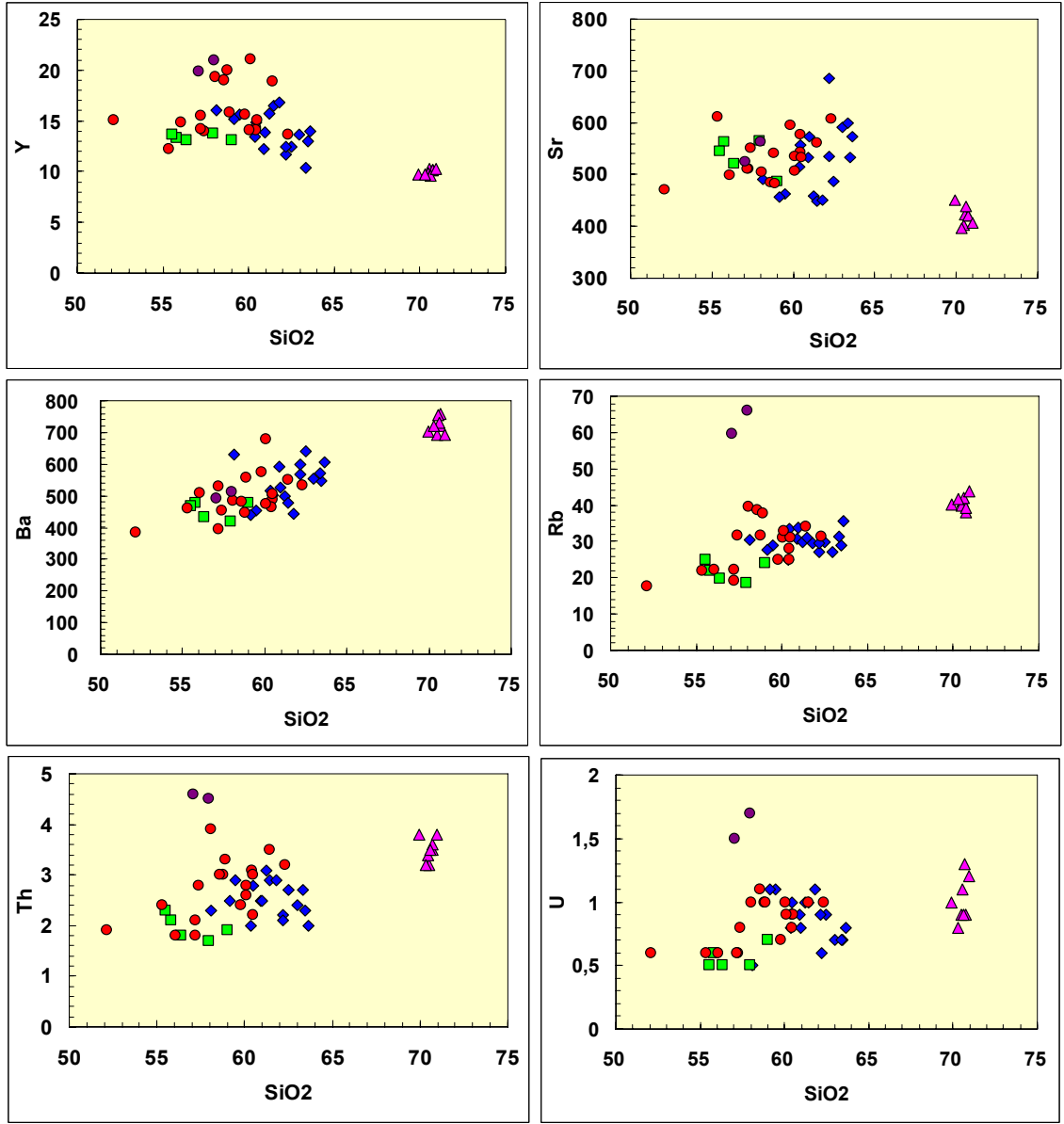
Çizelge 7.2 devam ediyor. Çalışma alanında yer alan volkanik kayaların eser element değerleri

Örnek	Rb (ppm)	Ba (ppm)	Sr (ppm)	Y (ppm)	Hf (ppm)	Zr (ppm)	Nb (ppm)	Ta (ppm)	Th (ppm)	Co (ppm)	Sc (ppm)	U (ppm)	V (ppm)	W (ppm)
OJİT ANDEZİT-I														
CA 35	19,3	393,9	510,8	15,5	2,5	95,1	3,7	0,3	2,1	27,2	18	0,6	126	127,9
CA 36	17,7	384,2	471,5	15,1	2,2	88,7	3,7	0,2	1,9	25,7	16	0,6	124	28,6
CA 68	31,6	446,2	540,7	20,0	3,1	136,2	5,4	0,4	3,0	20,1	12	1,0	118	67,0
CA 78	25,1	489,0	576,6	14,3	2,8	112,0	4,0	0,3	2,2	14,6	14	0,8	142	64,8
CA 80	31,2	532,1	607,1	13,6	3,0	121,3	3,4	0,3	3,2	15,4	10	1,0	83	98,6
CA 81	31,6	454,9	550,4	14,0	2,8	109,5	3,2	0,3	2,8	20,4	14	0,8	119	84,5
CA 83b	31,1	473,0	534,3	14,1	2,9	115,2	3,8	0,3	2,8	30,0	13	1,0	109	213,4
CA 83c	28,1	465,5	543,5	14,1	3,0	113,2	3,6	0,3	3,1	22,4	13	0,9	115	94,1
CA 90	31,0	504,0	533,2	15,1	3,3	127,5	4,1	0,3	3,0	20,7	13	0,9	109	84,6
CA 92	34,2	551,0	560,7	18,9	3,7	138,3	4,7	0,3	3,5	18,9	12	1,0	107	87,3
CA 102b	22,0	459,8	611,7	12,2	2,6	95,8	3,9	0,2	2,4	16,3	11	0,6	63	52,4
CA 108	37,8	557,0	482,6	15,8	3,2	126,9	6,1	0,4	3,3	23,9	11	1,0	122	154,2
CA 109	38,6	481,0	485,2	19,0	3,0	131,9	6,6	0,4	3,0	16,8	11	1,1	112	88,7
CA 113	33,0	678,0	505,9	21,1	3,1	117,4	4,3	0,3	2,6	20,4	13	0,9	121	138,6
CA 114	22,3	509,0	499,4	14,8	2,5	89,8	3,8	0,2	1,8	24,7	18	0,6	147	76,6
CA 119a	22,3	530,0	511,2	14,2	2,2	92,9	6,4	0,6	1,8	17,9	19	0,6	140	47,7
CA 121	24,9	576,0	594,8	15,6	3,0	108,8	4,1	0,3	2,4	20,5	11	0,7	106	103,4
CA 122	39,6	484,0	505,1	19,3	3,3	140,1	14	1,0	3,9	20,7	9	1,0	107	122,8
OJİT ANDEZİT-II														
CA 124	65,9	511,0	563,5	21,0	3,7	149,1	9,3	0,5	4,5	20,5	10	1,7	126	134,8
CA 136	59,7	493,0	525,4	19,9	3,5	140,8	9,0	0,6	4,6	29,2	10	1,5	119	258,0
DİYORİT PORFİR														
CA 21	19,9	434,1	520,6	13,1	2,5	100,3	2,9	0,2	1,8	13,9	10	0,5	87	38,6
CA-21b	21,8	479,3	563,9	13,3	2,5	90,5	2,7	0,2	2,1	14,9	10	0,6	86	89,3
CA 26	18,6	419,6	565,8	13,8	2,6	92,5	3,4	0,2	1,7	15,1	11	0,5	102	70,1
CA 27	24,1	478,0	486,9	13,1	2,6	94,5	3,1	0,2	1,9	16,3	10	0,7	94	61,8
CA 120a	25,0	467,0	545,9	13,7	2,5	94,8	4,3	0,3	2,3	21,8	12	0,5	107	157,5

Uyumlu elementlerden Sc, V, Co ve Y'nin SiO₂ artışına göre belirgin bir şekilde azaldığı gözlenmektedir (Şekil 7.6). Co ve Sc'nin olivin, klinopiroksen ve mikaların yapısında Mg, Fe ve Al'un yerini alması nedeniyle, bu minerallerin oluşması ile artık eriyiklerde bu elementlerin miktarları gittikçe azalmakta ve dolayısıyla da SiO₂ ile negatif ilişki göstermektedirler. Y'nin SiO₂ ile çok belirgin olmayan fakat negatif olarak yorumlanabilecek ilişki göstermesi klinopiroksen veya amfibol fraksiyonlanmasına işaret etmektedir. Sr ile SiO₂ arasında çok belirgin olmayan bir değişim vardır. Bunun nedeni, Sr'un iyonik yarıçapının Ca elementine yakın olması nedeni ile fraksiyonel kristalleşmede ilk oluşan minerallerden Ca-plajiyoklazlarda Ca'un yerini alması beklenmektedir. Ancak magma karışımı ve asimilasyon süreçleri ile alterasyon olayları da bu ilişkiyi etkileyebilmektedir.



Şekil 7.6 Çalışma alanındaki volkanik kayaçların SiO₂'ye karşı eser element değişim diyagramları



Şekil 7.6 devam ediyor. Çalışma alanındaki volkanik kayaların SiO_2 'ye karşı eser element değişim diyagramları

Uyumsuz elementlerden Ba, Rb, Th ve U ile SiO_2 arasında ojit andezit-II örnekleri hariç (Rb-Th ve U değişim diyagramlarında) pozitif yönelimler gözlenmektedir. Ba ve Rb elementlerinin iyonik yarıçapının K'ya yakın olması nedeni ile bu elementler fraksiyonel kristalleşme sırasında K-feldispat, hornblend, biyotit gibi minerallerin bünyesinde yer alan K'nın yerini almaktadır. Fraksiyonel kristalleşme sırasında, bu mineraller daha geç evrelerde kristalleştiklerinden SiO_2 'ye karşı pozitif bir trend göstermektedirler. Benzer durumlar, Th ve U elementleri içinde geçerli olup,

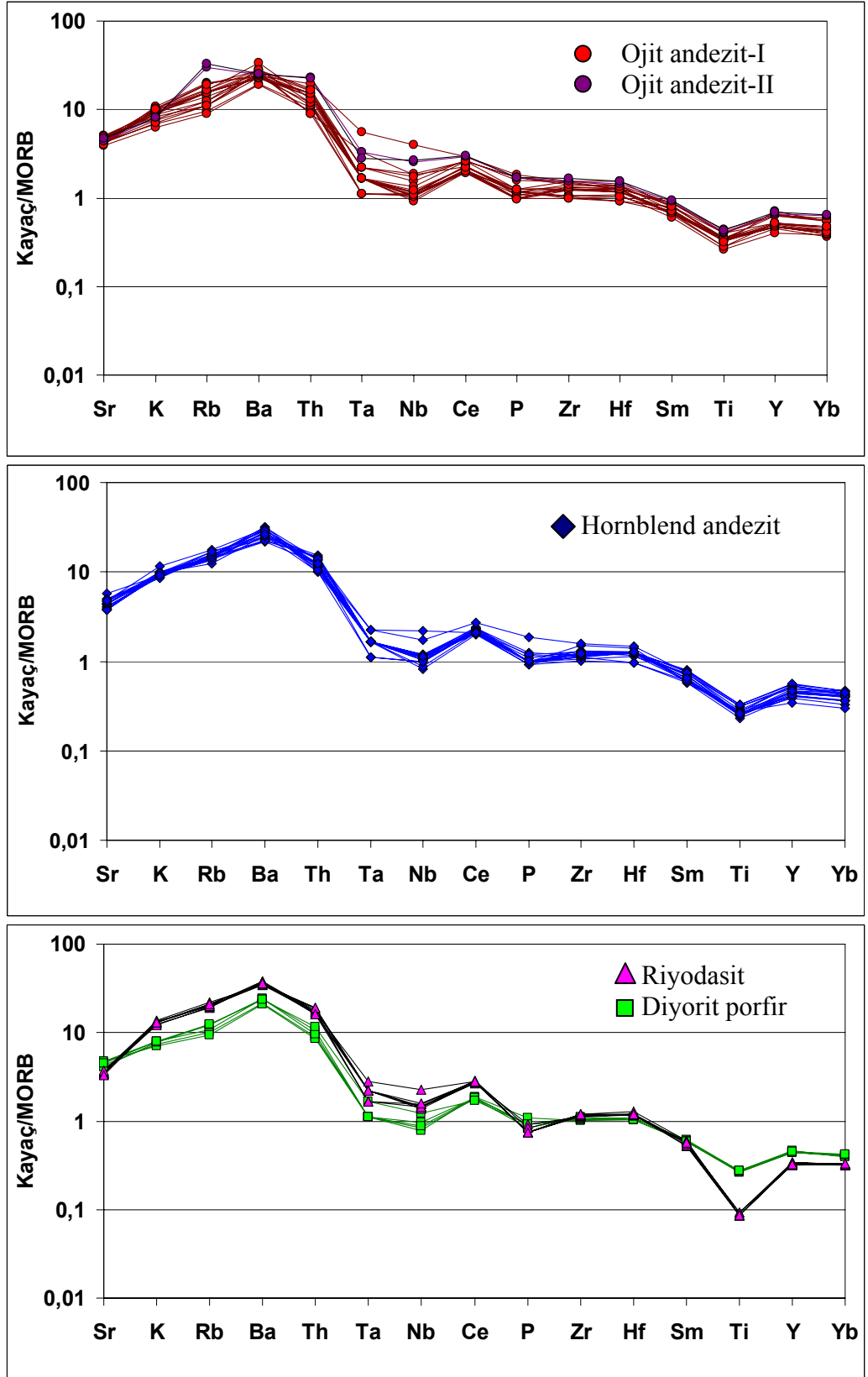
fraksiyonlanmanın geç evrelerinde oluşan minerallerin yapısında yer alması nedeniyle, SiO₂ ile pozitif bir korelasyon göstermektedirler.

Çalışma alanında yer alan volkanitlerin element zenginleşmeleri veya fakirleşmelerini incelemek için MORB Pearce 1983'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramları çizilmiştir(Şekil 7.7). Bu diyagramlara göre çalışma alanı içerisinde yer alan tüm kayaçlar MORB'a göre iri katyonlu litofil elementler (LILE, örn. Sr, K, Rb, Ba ve Th)) bakımından zenginleşme göstermektedir. Y, Yb ve Sm elementleri açısından ise kısmen fakirleşme gözlenmektedir. Bütün örneklerin kuvvetli uyumsuz elementlerce zengin olması aktif kıta kenarı veya ada yayı magmatizmasını işaret etmektedir (Wilson 1989). Tüm kayaçlarda, özellikle de riyodasitlerde Ti negatif anomalisi dikkat çekmektedir. Andezitik bileşimdeki örneklerden riyolitik bileşimli örneklere doğru artan Ti negatif anomalisi fraksiyonel kristalleşme ile ilişkilidir. Fe-Ti oksitlerin (ilmenit veya Ti-manyetit) fraksiyonlanmasında önemli bir göstergedir (Wilson, 1989).

Genel olarak Ba zenginleşmesi; Nb ve Ta elementlerindeki fakirleşmeler; yüksek Ba/Ta>450 ve Ba/Nb>28 gibi özellikler bazı araştırmacılar tarafından yay magmatizmasının karakteristik jeokimyasal özellikleri arasında yer almaktadır (Gill, 1981, Fitton *et al.* 1988). İnceleme alanında tüm kayaç gruplarındaki bu oranlar Çizelge 7.3 de sunulmuştur. Buna göre tüm kayaç gruplarının örnekleri yüksek Ba/Ta ve Ba/Nb oranlarına sahiptirler. Bu durum inceleme alanındaki kayaçların yay magmatizması ürünü olabileceklerini göstermektedir.

Çizelge 7.3 Çalışma alanı volkanik kayaç gruplarının Ba/Ta ve Ba/Nb oranları

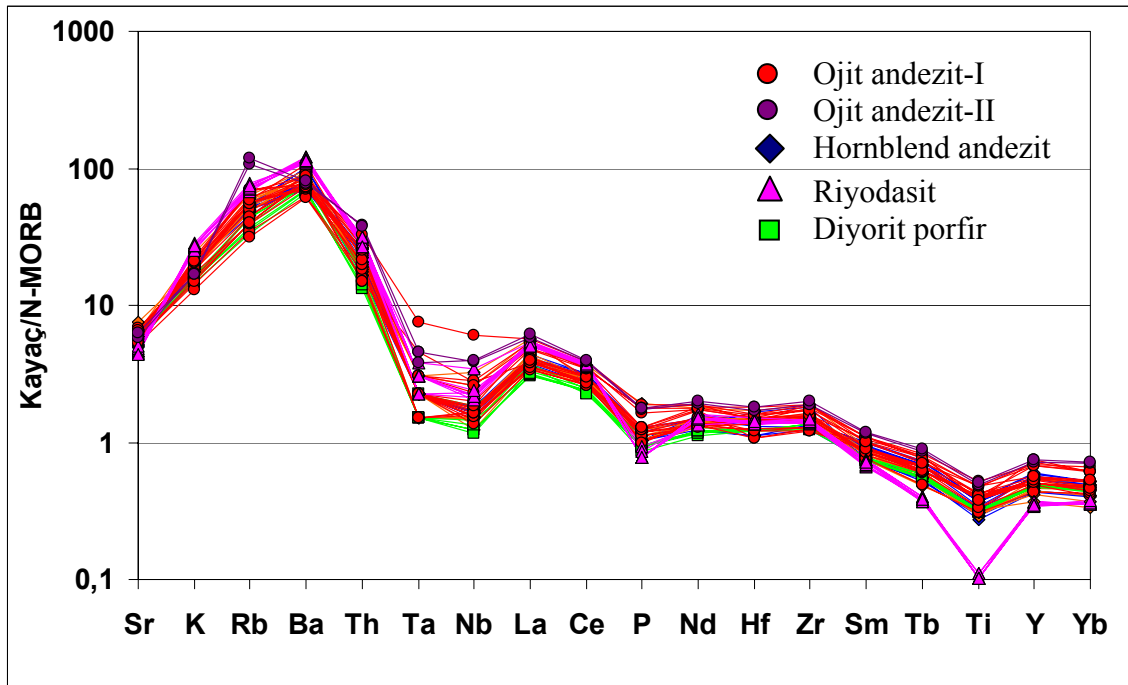
	Ba/Ta	Ba/Nb
Yay Magmatizması	>450	>28
Ojit andezit-I	484-2545	35-158
Riyodasit	1520-2520	95-144
Diyorit porfir	1557-2397	109-154
Hornblend andezit	1258-3038	69-195
Ojit andezit-II	822-1022	55



Şekil 7.7 Çalışma alanında yer alan volkanik kayaların MORB'a (Pearce 1983) göre normalize edilmiş örümcek diyagramları

Çalışma alanında yer alan volkanik kayalar petrografi, mineral kimyası bakımından farklılıklar gösterse de, tüm örneklerin iz element diyagramlarında benzer davranışlar göstermesi kökenlerinin aynı olduğunu düşündürmektedir. Değişikliklerin, magma kaynağının kısmi ergime derecesindeki değişiklikler, eriyiğin sıcaklık ve vizkozitesi, kabukta kalma süresi, asimilasyon-fraksiyonel kristalleşme oranı, kabuksal kirlenme ve dalma-batmanın etkisi, magma karışımı gibi sebeplerle meydana gelmiş olabileceği düşünülmektedir.

İnceleme alanındaki tüm volkanik kayalar için N-MORB'a (Sun and McDonough 1989) göre normalize edilmiş örümcek diyagramı çizilmiştir (Şekil 7.8). N-MORB'a göre LILE elementler açısından (Sr'den Th'ye) belirgin bir zenginleşme, La ve Ce'de ise bu elementlere göre nispeten daha az bir zenginleşme gözlenmektedir. LILE ve LREE elementlerine göre Ta ve Nb elementlerinde gözlenen negatif anomali dikkat çekicidir. P, Nd, Hf ve Zr ise Kayaç/N-MORB koordinatının 1 çizgisinin üstünde yaklaşık yatay olarak dizilmektedir. Tb, Ti, Y ve Yb ise N-MORB'a göre düşük değerler göstermektedir.



Şekil 7.8 Çalışma alanında yer alan volkanik kayaların N-MORB'a (Sun and McDonough, 1989) göre normalize edilmiş örümcek diyagramları

Volkanik kayalarda N-MORB'a göre oluşturulan örümcek diyagramları dikkate alındığında, HFS elementlere göre LILE ve LREE elementlerinde gözlenen zenginleşmeler dalma-batma sonucu zenginleşmiş bir manto kaynağını işaret ediyor gözükmektedir.

7.3 Nadir Toprak Elementleri (NTE) Jeokimyası

Nadir toprak elementleri analiz sonuçları Çizelge 7.4'de verilmiştir. Nadir toprak elementleri analiz sonuçları kullanılarak Sun and McDonough (1989) tarafından verilmiş kondrit değerlerine göre normalize edilmiş örümcek diyagramları oluşturulmuştur (Şekil 7.9). Çalışma alanında yer alan NTE değerleri kondrit değerlerine göre zenginleşme göstermektedir. Tüm kayaç örnekleri göz önüne alınırsa hafif nadir toprak elementleri (LREE), ağır nadir toprak elementlerine (HREE) göre nispeten daha yüksek değerler göstermektedir. SiO₂ miktarının artışına göre orta nadir toprak elementleri ve ağır nadir toprak elementlerinde düşüş gözlenmektedir. Ancak bu azalma orta nadir toprak elementlerinde daha fazladır.

Bölgedeki tüm örneklerde gözlenen yüksek LREE/HREE oranı, magmanın zenginleşmiş bir manto kaynağından veya düşük dereceli kısmi ergimeler sonucu meydana gelmiş eriyiklerden oluştuğunu düşündürmektedir.

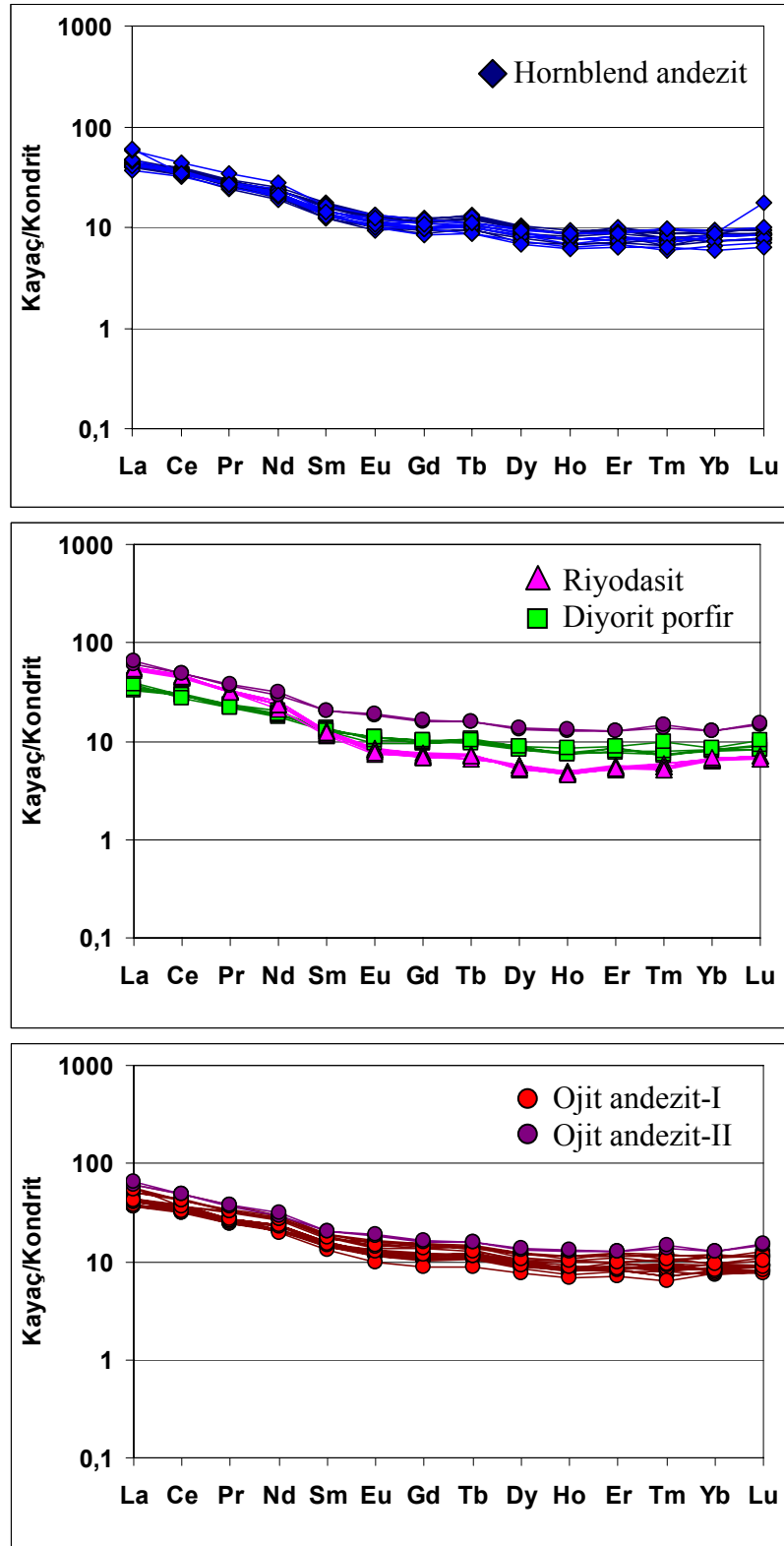
Çalışma alanımızda yer alan volkanik kayaçlar Taylor and McLennan 1985'den alınan ortalama üst kabuk verileri ile benzer yönelimler (trendler) göstermektedir (Şekil 7.10).

Çizelge 7.4 Çalışma alanında yer alan volkanik kayaların nadir toprak element değerleri

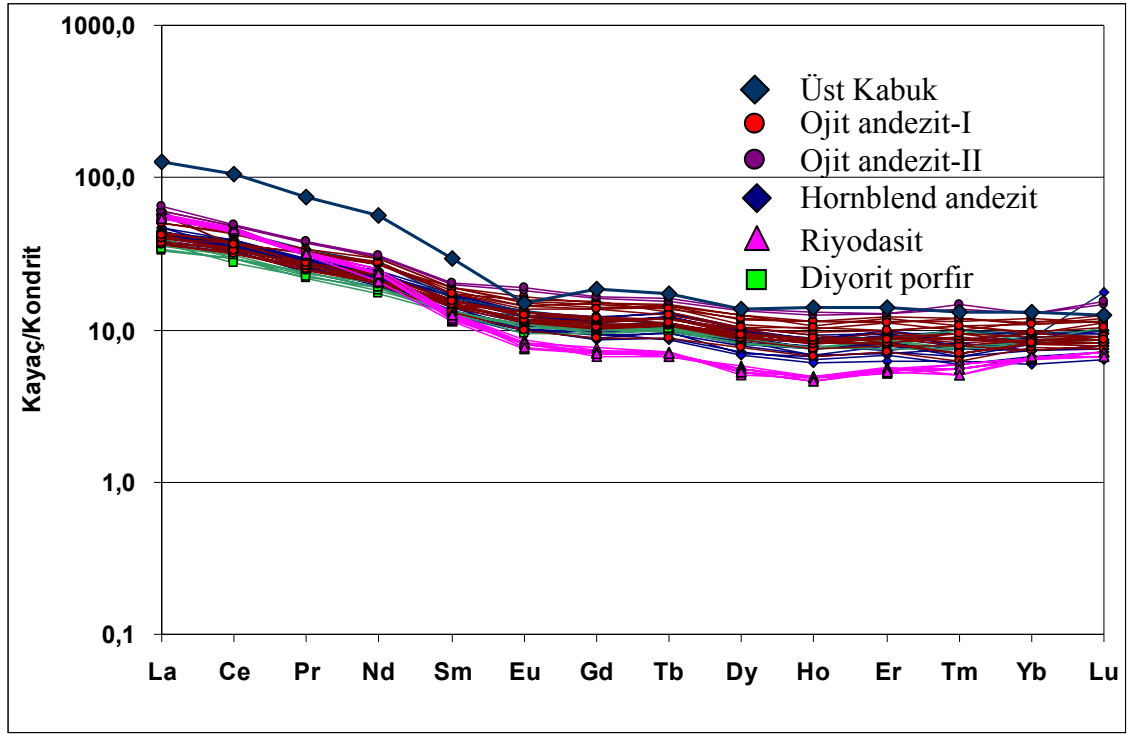
Örnek	La (ppm)	Ce (ppm)	Pr (ppm)	Nd (ppm)	Sm (ppm)	Eu (ppm)	Gd (ppm)	Tb (ppm)	Dy (ppm)	Ho (ppm)	Er (ppm)	Tm (ppm)	Yb (ppm)	Lu (ppm)
HORNBLEND ANDEZİT														
CA 4	10,3	21,9	2,42	9,1	2,01	0,59	1,90	0,35	1,98	0,39	1,16	0,19	1,25	0,20
CA 13	10,1	21,7	2,43	9,5	1,92	0,58	1,81	0,36	1,76	0,38	1,17	0,17	1,23	0,19
CA 23	11,0	23,6	2,76	10,7	2,38	0,7	2,30	0,45	2,49	0,49	1,48	0,22	1,50	0,25
CA 41b	10,1	22,8	2,67	10,7	2,50	0,72	2,35	0,46	2,48	0,47	1,52	0,22	1,46	0,22
CA 43	9,6	21,9	2,67	10,8	2,43	0,75	2,29	0,46	2,47	0,50	1,55	0,20	1,43	0,22
CA 54b	9,3	20,2	2,28	8,9	1,91	0,55	2,08	0,40	2,22	0,46	1,46	0,20	1,43	0,22
CA 63	9,8	21,2	2,46	10,0	2,05	0,61	2,06	0,37	2,06	0,42	1,33	0,17	1,36	0,21
CA 72c	10,4	24,0	2,82	11,5	2,65	0,76	2,45	0,49	2,62	0,52	1,56	0,24	1,59	0,24
CA 73	10,0	23,2	2,75	11,0	2,60	0,75	2,53	0,48	2,58	0,49	1,64	0,22	1,59	0,24
CA 77	8,8	19,8	2,36	9,6	2,00	0,59	1,75	0,33	1,83	0,36	1,12	0,15	1,13	0,18
CA 84	11,1	21,4	2,55	10,4	1,98	0,63	1,95	0,32	1,72	0,34	1,03	0,16	1,01	0,16
CA 89	13,8	27,2	3,23	12,9	2,46	0,78	2,45	0,41	2,41	0,49	1,50	0,25	1,60	0,25
CA 97	9,9	21,0	2,57	10,6	2,13	0,59	2,00	0,37	2,13	0,39	1,31	0,18	1,38	0,21
CA 98	10,1	22,1	2,58	10,2	2,29	0,66	2,07	0,40	2,24	0,43	1,35	0,19	1,41	0,21
CA 100	9,6	21,8	2,50	9,9	2,12	0,65	2,09	0,39	2,30	0,42	1,36	0,18	1,38	0,21
CA 104	10,7	20,5	2,65	11,3	2,27	0,65	2,30	0,37	2,09	0,44	1,20	0,21	1,24	0,20
CA 132a	14,2	21,0	2,54	9,9	2,15	0,71	2,24	0,41	2,38	0,50	1,44	0,25	1,50	0,45
RİYODASİT														
CA 39	13,4	28,1	3,06	11,8	1,96	0,50	1,51	0,27	1,28	0,27	0,85	0,14	1,11	0,18
CA 40	13,5	28,2	3,08	11,8	1,97	0,48	1,58	0,27	1,34	0,28	0,90	0,14	1,09	0,18
CA 52	12,6	26,9	2,96	9,7	1,73	0,43	1,45	0,26	1,34	0,26	0,89	0,14	1,08	0,17
CA 60	13,2	28,3	2,99	11,0	1,91	0,46	1,48	0,26	1,42	0,27	0,92	0,15	1,11	0,18
CA 62	13,0	28,0	3,05	11,1	1,88	0,48	1,38	0,25	1,46	0,28	0,87	0,15	1,10	0,17
CA 67	12,8	27,6	2,95	10,9	1,77	0,46	1,42	0,26	1,39	0,28	0,93	0,13	1,08	0,18
CA 75	13,6	28,7	3,02	10,9	1,83	0,48	1,47	0,25	1,42	0,27	0,92	0,14	1,10	0,18
CA 82	12,7	28,1	2,98	11,0	1,89	0,44	1,42	0,26	1,34	0,26	0,87	0,13	1,14	0,17

Çizelge 7.4 devam ediyor. Çalışma alanında yer alan volkanik kayaların nadir toprak element değerleri

Örnek	La (ppm)	Ce (ppm)	Pr (ppm)	Nd (ppm)	Sm (ppm)	Eu (ppm)	Gd (ppm)	Tb (ppm)	Dy (ppm)	Ho (ppm)	Er (ppm)	Tm (ppm)	Yb (ppm)	Lu (ppm)
OJİT ANDEZİT-I														
CE 35	9,0	20,7	2,52	9,9	2,34	0,76	2,37	0,45	2,42	0,48	1,50	0,24	1,54	0,23
CA 36	8,6	19,5	2,36	9,7	2,29	0,68	2,29	0,44	2,46	0,46	1,48	0,21	1,46	0,22
CA 68	12,0	27,0	3,12	12,6	2,87	0,88	2,86	0,53	3,13	0,6	1,99	0,27	1,86	0,29
CA 78	10,3	22,9	2,63	10,8	2,43	0,71	2,21	0,42	2,28	0,46	1,36	0,18	1,35	0,20
CA 80	9,7	20,8	2,54	9,7	2,14	0,65	2,10	0,40	2,17	0,42	1,31	0,20	1,24	0,20
CA 81	8,5	19,7	2,31	9,5	2,20	0,68	2,20	0,41	2,40	0,48	1,45	0,22	1,44	0,23
CA 83b	9,5	21,2	2,51	10,0	2,23	0,68	2,36	0,44	2,35	0,45	1,44	0,20	1,47	0,23
CA 83c	8,8	20,7	2,39	9,5	2,25	0,66	2,15	0,41	2,22	0,46	1,34	0,18	1,41	0,21
CA 90	10,3	22,5	2,61	10,8	2,38	0,72	2,38	0,45	2,55	0,48	1,61	0,22	1,60	0,23
CA 92	11,8	25,9	3,06	13,2	2,65	0,80	2,80	0,52	2,77	0,57	1,84	0,25	1,92	0,29
CA 102b	10,0	23,1	2,56	9,3	2,00	0,58	1,79	0,33	1,96	0,38	1,19	0,16	1,29	0,19
CA 108	13,0	26,0	3,06	12,9	2,66	0,84	2,78	0,47	2,65	0,58	1,65	0,27	1,63	0,26
CA 109	13,5	25,9	3,24	13,8	2,87	0,90	3,04	0,51	3,01	0,64	1,85	0,30	1,86	0,30
CA 113	13,4	22,3	3,05	12,7	2,78	0,83	3,08	0,53	2,94	0,65	2,00	0,30	1,87	0,32
CA 114	9,9	20,2	2,60	11,0	2,36	0,73	2,46	0,42	2,34	0,50	1,43	0,24	1,41	0,22
CA 119a	9,5	22,5	2,98	12,4	2,63	0,91	3,15	0,49	2,61	0,52	1,35	0,23	1,35	0,21
CA 121	10,2	19,3	2,47	10,6	2,23	0,76	2,51	0,43	2,57	0,55	1,62	0,27	1,61	0,28
CA 122	14,3	29,4	3,63	13,7	2,90	0,95	3,11	0,55	3,15	0,65	1,89	0,29	2,00	0,28
OJİT ANDEZİT-II														
CA 124	15,4	29,9	3,61	14,5	3,11	1,10	3,35	0,60	3,51	0,74	2,13	0,37	2,19	0,39
CA 136	14,4	29,3	3,49	13,9	3,06	1,04	3,28	0,58	3,36	0,71	2,11	0,35	2,16	0,37
DİYORİT PORFİR														
CA 21	7,8	17,8	2,08	8,1	1,96	0,55	1,94	0,38	2,06	0,43	1,25	0,19	1,37	0,22
CA 21b	8,3	18,7	2,31	9,4	1,92	0,63	1,94	0,37	2,17	0,43	1,42	0,18	1,40	0,21
CA 26	8,0	18,1	2,15	8,5	2,05	0,60	2,01	0,39	2,24	0,42	1,41	0,19	1,35	0,21
CA 27	9,4	18,2	2,27	8,9	2,00	0,63	2,08	0,36	2,09	0,42	1,31	0,20	1,40	0,23
CA 120a	8,8	16,9	2,11	8,8	1,95	0,63	2,10	0,38	2,25	0,48	1,46	0,25	1,43	0,26



Şekil 7.9 Çalışma alanında yer alan volkanik kayaların kondrite (Sun and McDonough 1989) göre normalize edilmiş örümcek diyagramları



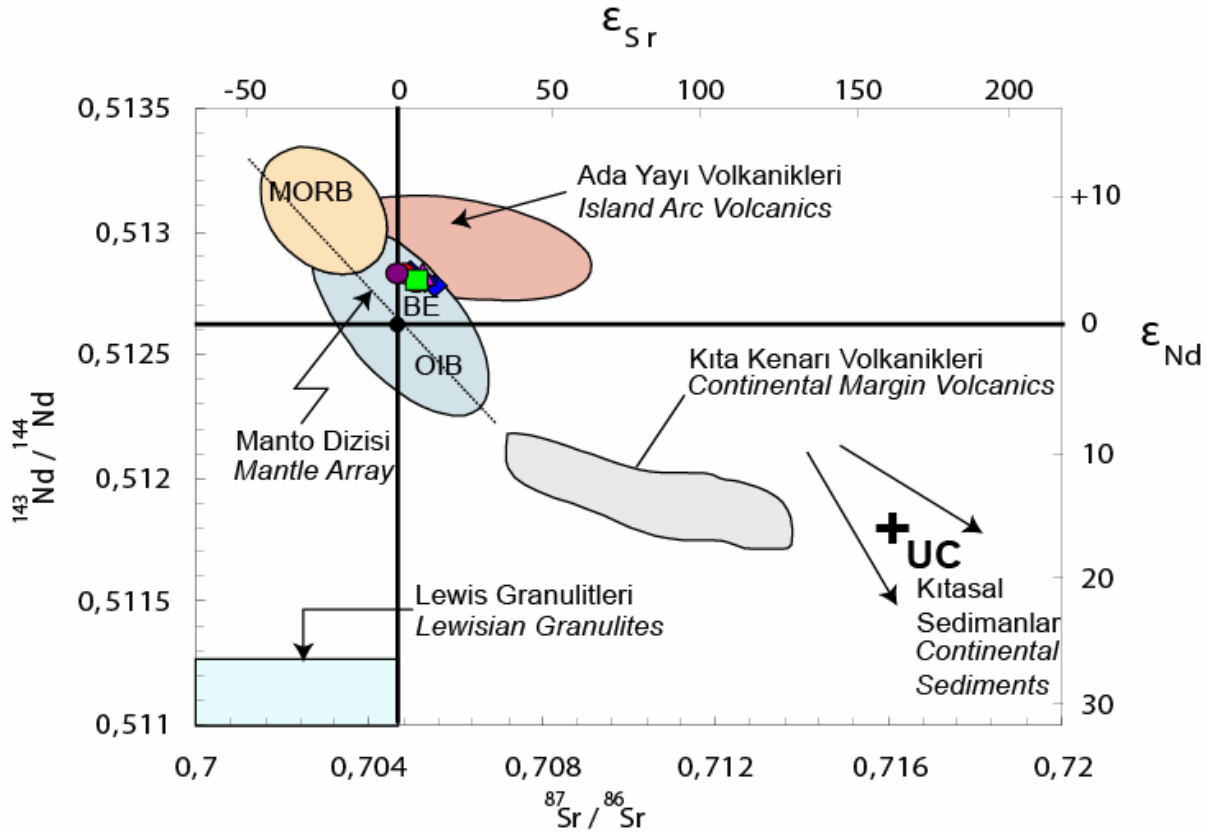
Şekil 7.10 Çalışma alanında yer alan volkanik kayaların ve üst kabuk bileşimin kondrite (Sun and McDonough, 1989) göre normalize edilmiş örümcek diyagramları (Üst Kabuk verileri, Taylor and McLennan, 1985'den alınmıştır)

7.4 İzotop Jeokimyası

Üç adet ojit andezit-I, bir adet riyodasit, bir adet diyorit porfir, üç adet hornblend andezit ve bir adet ojit andezit-II örneği olmak üzere toplam dokuz örnek üzerinde $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ve $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ izotop analizleri gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları Çizelge 7.5’de verilmiştir. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ analiz sonuçları 0,704651-0,705473 arasında, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ analiz sonuçları ise 0,51278-0,512829 arasında değişmektedir. Volkanik kayaların kökenini araştırmak amacıyla $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ - $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ diyagramı çizilmiştir (Şekil 7.11). Bu diyagramda BE harfleri ile işaretlenen nokta Toplam Yerküre (Bulk Earth) bileşimini vermektedir. Bu bileşim yerkürenin rezervuarlarına ayrışmadan önceki ilksel bileşimine karşılık gelmektedir. Nd ve Sr izotop bileşimlerinin çizgisel bir korelasyon sunduğu MORB ve OIB gibi manto kökenli örneklerin diyagram üzerinde sergilediği dizilim Manto Dizisi olarak adlandırılmaktadır. Sağ alt bölge “zenginleşmiş kaynak” bileşimini vermektedir, bu bölge kökenlerinde kıtasal kabuk bileşeni içeren kayaların yer aldığı bölgedir. Kıtasal kabuğun oluşumu üst mantoyu uyumsuz elementler (LILE ve LREE) açısından tüketilmiş bir konumda bırakmıştır. Tüketilmiş manto bileşimi, buradan türeyen MORB ile tanımlanmaktadır. Buna karşın OIB, MORB’a oranla LILE ve LREE açısından daha zengindir. OIB, tüketilmemiş veya az tüketilmiş manto ürünleridir (Güleç, 2001). Buna göre çalışma alanımızda yer alan volkanik kayaların izotop değerleri birbirine çok yakın değerler göstermektedir ve izotop bileşiminin OIB benzeri zenginleşmiş bir manto kaynağına benzer olduğu görülmektedir. Aynı zamanda ada yayı volkanikleri alanına yakın bölgelere düşmektedir.

Çizelge 7.5 Çalışma alanında yer alan volkanik kayaların $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ve $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ analiz sonuçları

Örnek No	Kayaç adı	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$
CA-68	Ojit Andezit-I	0,704818	0,512824
CA-83b		0,705168	0,512798
CA-90		0,705124	0,512793
CA-52	Riyodasit	0,7052	0,512824
CA-120	Diyorit porfir	0,705117	0,512796
CA-41a	Hornblend andezit	0,704938	0,512837
CA-96		0,705473	0,51278
CA-104		0,705269	0,512798
CA-136		Ojit andezit-II	0,704651



Şekil 7.11 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ - $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ izotop korelasyon diyagramı, örneklerin simge ve renkleri Şekil 7.10 daki gibidir (Veri Kaynakları: MORB ve OIB: O'Nions *et al.* 1977; Cohen and O'Nions, 1982; Dosso and Murthy, 1980; Hoffman and White, 1982; Ada Yayı Volkanikleri: Hawkesworth *et al.*, 1977,1979a; Kıta Kenarı Volkanikleri: Hawkesworth *et al.*, 1979b,1982; Lewis Granülitleri: Hamilton *et al.*,1979; UC: Goldstein *et al.* 1984)

(BE:Toplam yerküre bileşimi, UC:2 milyar yıl yaşlı Üst Kıta Kabuğu için ortalama izotop bileşimi, MORB:Okyanus ortası sırası bazaltları, OIB:Okyanus adası bazaltları)

8. TARTIŞMA

Magmatik kayalar, herhangi bir katının çeşitli etkilerle (sıcaklık artışı, ortama uçucu bileşen ilavesi, basınç ferahlaması) kısmi ergimeye uğraması sonucu oluşan eriyiğin katılaşması ile oluşmaktadır. Aynı katı kaynak malzemenin farklı ergime tipi ve farklı ergime yüzdeleri sonucu farklı magmatik eriyiklerin oluştuğu bilinmektedir. Bu kısmi ergime tipleri başlıca iki değişik biçimde gerçekleşmektedir. Bunlardan birincisi Rayleigh/fraksiyonel (Rayleigh/fractional) ergimesi olup, özellikle üst manto peridotitlerinin kısmi ergimesi sırasında oluşan sıvının hemen ortamı terk etmesi prensibine dayanmaktadır. Diğer kısmi ergime tipi ise kabuksal kayaların kısmi ergimesi sonucu oluşan sıvının ortamı hemen terk etmeyip, ancak belirli bir miktara ulaştıktan sonra ortamdan uzaklaşabilmesi ve bu miktara ulaşabilmesi için geçen süre zarfında da kalıntı katı ile reaksiyona girerek bileşimini değiştirmesi esasına dayanır. Bu ergime tipine de yığın/denge (batch/equilibrium) ergimesi denilmektedir. Bu ergime tiplerinden herhangi birisi ile oluşan bir magmatik sıvının katılaşması sırasında sıvının ilksel bileşimini değiştiren ve böylece mineralojik-jeokimyasal bileşimleri farklı kayaların oluşumunu sağlayan bir takım süreçler etkin olabilmektedir. Bunlar, başlıca magma karışımı-asimilasyon, fraksiyonel kristalleşme ve asimilasyon-fraksiyonel kristalleşme süreçleridir (Tatar ve Boztuğ 1997).

Çalışma alanında yer alan kayaların jeolojik, petrografik ve jeokimyasal incelemeler sonucu, bu kayaların kökenlerine açıklık getirilmeye ve kayaların oluşumunda etkili olan süreçler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

8.1 Kısmi Ergime Modellemesi

Dalma-batma süreci, kalkalkali magmatizmanın gelişmesini sağlayan önemli bir süreçtir (Crawford and Windley 1990, Harris *et al.* 1990). Çalışma alanında yer alan volkanik kayaların tümünün kalkalkali özellik göstermesi, HFS element değerlerine göre yüksek LIL element değerlerine sahip olması, bu sürecin varlığını desteklemektedir (Fitton *et al.* 1988, Ellam *et al.* 1989, Pearce *et al.* 1990, Kempton *et al.* 1991, McCulloch and

Gamble 1991, Pearce and Peate 1995; Turner *et al.* 1996, Elburg and Foden 1999). Dalma-batma olayı süresince, dalan okyanusal kabuğun dehidrasyonu ve kısmi ergimesiyle sulu akışkanlar ve eriyikler, hareketli olan LIL elementleri manto kaynağından taşıyıp uzaklaştırırlar. Bunun yanında Nb, Ti, Ta gibi HFS elementler öncelikle kısmi ergime boyunca, rutil, titanit, ilmenit veya perovskit gibi derinliğe bağlı olarak duraylı olabilen minerallerin bünyelerinde tutulmaları sebebiyle manto içinde kalırlar (McCulloch and Gamble 1991). Şekil 7.6'da ki örümcek diyagramları dikkate alınırca, LIL ve LREE elementlerindeki zenginleşmeler kayaçların dalma-batma ile ilişkili, kabuksal kirlenme veya kaynak bölgesindeki düşük dereceli kısmi ergime olayları ile oluşmuş olabileceğini düşündürmektedir. Aktif kıta kenarlarında oluşabilecek eriyik 3 olası kaynağın kısmi olarak ergimesinden oluşabilir (Varol-Muratçay 2006);

- Dalan okyanus kabuğu
- Kıtasal litosfer üzerinde bulunan kıta kabuğu
- Manto kaması

Çalışma alanı volkanik kayaçlarını oluşturan eriyiğin kökenine açıklık getirmek amacıyla Shaw (1970) tarafından oluşturulan kısmi ergime denklemleri kullanılarak farklı kısmi ergime dereceleri için hesaplamalar yapılmıştır. Yapılan modelleme çalışmalarında, magmaların kaynak karakteristiklerini sınırlama işlemlerinde NTE sonuçları kullanılmıştır. Modellemede kullanılacak olan dağılım katsayıları Frey (1980), McDonough (1990), McKenzie ve O'Nions (1991, 1995), Medaris *et al.* (2005) tarafından hesaplanmış değerlerden alınmıştır. Modal mineraloji ve ergime oranları için Wilson (1989), McKenzie and O'Nions (1991,1995), McDonough (1990) değerleri kullanılmıştır (Görmüş 2009).

Çalışma bölgesinde mantonun element içeriklerini yansıtan manto ksenolitlerinin bulunmaması nedeniyle, hipotetik olarak çeşitli araştırmacıların yaptıkları spinel lertzolit ve granat lertzolit kayaçlarına ait değerler kullanılmıştır (Frey, 1980, Wilson, 1989; McKenzie and O'Nions 1991,1995; McDonough, 1990; Medaris *et al.*, 2005).

Modal mineraloji açısından granat lertzolitler %63 olivin, %30 ortopiroksen, %2 klinopiroksen, %5 granat (Wilson 1989); spinel lertzolitler ise %58 olivin, %27 ortopiroksen, %12 klinopiroksen, %3 spinel içermektedir (McKenzie and O'Nions 1991).

Shaw (1970) yığın/denge ergimesi (batch/equilibrium melting) ve fraksiyonel ergime (rayleigh/fractional melting) tiplerinde modelleme yöntemleri ileri sürmüştür. Bu modellemelerde, ergime öncesi katı kaynak kayaçta bulunan mineraller için mineral-sıvı ayrımlanma katsayısının yanı sıra, ergime sonucu oluşan sıvının normatif mineralojik bileşimi de dikkate alınarak bu normatif mineraller içinde mineral-sıvı ayrımlanma katsayısı terimi tanımlanmaktadır. Buna göre, ergime öncesi katı kaynak kayaçtaki mineral fazları için tanımlanan ayrımlanma katsayısı

$$D_t^o = \sum K_j^t X_j^o$$

formülü ile hesaplanmaktadır. Bu formülde;

K_j^t : katı kaynak kayaçtaki j minerali için t elementinin ayrımlanma katsayısı (partition coefficient)

X_j^o : katı kaynak kayaçtaki j mineralinin yüzdesi olarak ifade edilmektedir.

Yığın/denge ergimesi modellemesinde herhangi bir başlangıç bileşeninden itibaren farklı kısmi ergime dereceleri için istenilen eser element konsantrasyonları

$$C_L/C_o = 1 / [D_o + F (1-D_o)]$$

formülü ile hesaplanmaktadır. Bu formülde;

C_L : Elementin sıvıdaki konsantrasyonu

C_o : Elementin ilksel katı kaynak malzemedeki konsantrasyonu

D_o : İlksel katı kaynak malzemesindeki toplam paylaşma katsayısı

F : Kısmi ergime sonucu oluşan eriyik fraksiyonu (kısmi ergime derecesi)

Fraksiyonel ergime (Rayleigh/fractional melting) modellenmesinde, fraksiyonel ergime ile oluşmuş bir magmadaki herhangi bir elementin konsantrasyonu

$C_L/C_0 = 1/D_0 (1-F) [(1/D_0)-1]$ formülü ile hesaplanmaktadır.

Kısmi ergime modellemelerine göre hesaplanarak oluşturulan teorik ergime eğrileri kullanılarak kayaçları oluşturan kaynağın ergime dereceleri hakkında bilgi sahibi olunmuştur.

Bu çalışmada kısmi erime modellenmesi için nadir toprak elementi değerlerinden yararlanılmıştır. Yapılmış olan hesaplamalarda kullanılan tüm parametreler Çizelge 8.1'de verilmiştir.

Shaw (1970)'in oluşturduğu kısmi ergime denkleminde farklı kısmi ergime dereceleri için hesaplamalar yapılmıştır. Bu sonuçlar kullanılarak oluşturulan La-Ce, La-La/Nd ve La-La/Sm diyagramları Şekil 8.1 - 8.3'de verilmiştir. Bu diyagramlardaki ergime eğrileri üzerinde ergime dereceleri ile hesaplamalarda kullanılan kaynak bileşenleri yer almaktadır. La-Ce, La-La/Nd ve La-La/Sm diyagramlarında tüm kayaçların spinel lertzolitin %15-%35 arasında kısmi ergimesi sonucu oluştuğunu göstermektedir. Ojit andezit-II spinel lertzolitin %15-%20, Ojit andezit-I spinel lertzolitin %20-%30, hornblend andezit spinel lertzolitin %25-%30, diyorit porfir ise spinel lertzolitin %30-%35 kısmi ergimesi ile oluşmuştur.

De Paolo ve Daley (2000), litosferik manto kaynağı için La/Nb oranını genelde 1'den büyük, astenosferik manto kaynağı için ise ~0,7 olduğunu belirtmiştir. Bölgedeki kayaçların tümünde La/Nb içeriğinin 1'den büyük olması (1.02-3,19) kayaçların litosferik bir kaynaktan türediğini desteklemektedir (Varol-Muratçay 2006).

Çalışma alanındaki tüm kayaçların sığ derinliklerdeki litosferik bir kaynak olan spinel lertzolitin (Wilson 1989, McDonough 1990, Wedepohl 1995, Medaris *et al.* 2005) %15-35 kısmi ergimesi sonucu oluştuğu düşünülmektedir.

Çizelge 8.1 Çalışma alanı volkanik kayaların tahmini kaynak bileşimi, bölümsel ergime dereceleri ve ergime modellemesinde kullanılan parametreler

Modal Oranları			
Spinel Lertzolit (McKenzie and O'Nions 1991)		Granat Lertzolit (Wilson 1989)	
Olivin	%58		%63
Ortopiroksen	%27		%30
Klinopiroksen	%12		%2
Granat			%5
Spinel	%3		

NTE (REE)	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
C_o (Spinel Lertzolit katı kaynak kayadaki elementin konsantrasyonları (McDonough 1990))														
	2,6	6,29	0,56	2,67	0,47	0,16	0,6	0,07	0,510	0,120	0,3	0,038	0,26	0,043
C_o (Granat Lertzolit katı kaynak kayadaki elementin konsantrasyonları (Frey 1980))														
	2,1	6,1	-	4,1	1,3	0,49	-	0,36	-	0,5	-	-	1,1	0,16
K_d (üst mantoda bazaltik magma ile denge halindeki manto fazları için mineral/sıvı tam ayırılma katsayısı (McKenzie and O'Nions 1991, Görmüş 2009))														
K_dolivin	0,0004	0,0005	0,0008	0,001	0,0013	0,0016	0,0015	0,0015	0,0017	0,0016	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015
K_dortopiroksen	0,002	0,003	0,0048	0,0068	0,01	0,013	0,016	0,019	0,022	0,026	0,03	0,04	0,049	0,06
K_dklinopiroksen	0,054	0,098	0,15	0,21	0,26	0,31	0,3	0,31	0,33	0,31	0,3	0,29	0,28	0,28
K_dspinel	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
K_dgranat	0,01	0,021	0,054	0,087	0,217	0,32	0,498	0,75	1,06	1,53	2	3	4,03	5,5
D_o (Tam Ayırılma Katsayısı)														
D_o (Spinel Lertzolit)	0,007552	0,01316	0,02006	0,027916	0,034954	0,041938	0,04149	0,0435	0,046826	0,045448	0,04527	0,04677	0,048	0,05097
D_o (Granat Lertzolit)	0,002432	0,004225	0,007644	0,01122	0,019869	0,027108	0,036645	0,050345	0,067271	0,091508	0,115945	0,168745	0,222745	0,299545

Çizelge 8.1 devam ediyor

C_L - Spinel lertzolit (Yığın/denge ergime fraksiyonu)

F	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
0,45	5,724935	13,756512	1,214664	5,737570	1,001652	0,338219	1,268983	0,147703	1,071982	0,252633	0,631714	0,079878	0,545760	0,089952
0,4	6,427193	15,420597	1,359105	6,406725	1,116463	0,376326	1,412117	0,164281	1,191323	0,280854	0,702310	0,088772	0,606343	0,099865
0,35	7,325826	17,542685	1,542534	7,252569	1,261000	0,424111	1,591645	0,185051	1,340564	0,316171	0,790669	0,099895	0,682057	0,112233
0,3	8,516593	20,342031	1,783201	8,355730	1,448526	0,485796	1,823470	0,211832	1,532552	0,361649	0,904462	0,114204	0,779376	0,128099
0,25	10,169598	24,204410	2,112849	9,854689	1,701570	0,568478	2,134339	0,247678	1,788724	0,422407	1,056515	0,133297	0,909091	0,149188
0,2	12,618811	29,877261	2,592017	12,009024	2,061736	0,685077	2,572987	0,298126	2,147723	0,507704	1,270024	0,160057	1,090604	0,178589
0,15	16,622000	39,023240	3,352270	15,368799	2,615312	0,861849	3,238578	0,374382	2,687009	0,636163	1,591685	0,200259	1,362683	0,222424
0,1	24,345299	56,239047	4,743592	21,338764	3,575270	1,161573	4,368688	0,503054	3,587926	0,851649	2,131545	0,267430	1,815642	0,294777
0,08	29,902986	68,289993	5,687866	25,264301	4,190529	1,349266	5,077396	0,583236	4,143649	0,985123	2,466124	0,308872	2,094072	0,338870
0,06	38,748784	86,913987	7,101516	30,959738	5,061559	1,609306	6,060569	0,693825	4,903071	1,168212	2,925294	0,365512	2,473364	0,398474
0,04	55,026548	119,505411	9,450265	39,970443	6,389703	1,993509	7,515934	0,856164	6,003322	1,434890	3,594571	0,447590	3,020446	0,483520
0,02	94,887186	191,204008	14,120447	56,379451	8,662809	2,618691	9,891164	1,117675	7,740234	1,859340	4,660947	0,577204	3,878282	0,614720
0,01	148,771377	273,140991	18,754563	70,941131	10,537063	3,105673	11,747407	1,319137	9,049334	2,182075	5,472725	0,674928	4,520167	0,711210
0,005	207,763316	347,625206	22,436167	81,461002	11,815211	3,424049	12,963849	1,449801	9,885278	2,389450	5,994767	0,737347	4,927976	0,771783
0,0001	339,813987	474,406057	27,780542	95,312181	13,409222	3,806460	14,427984	1,605665	10,869260	2,634846	6,612959	0,810834	5,405945	0,842066

C_L - Spinel Lertzolit (Fraksiyonel Ergime Fraksiyonu)

F	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
0,45	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000001	0,000004	0,000015	0,000003	0,000056	0,000009	0,000022	0,000004	0,000038	0,000012
0,4	0,000000	0,000000	0,000000	0,000002	0,000010	0,000033	0,000108	0,000021	0,000332	0,000058	0,000139	0,000024	0,000216	0,000062
0,35	0,000000	0,000000	0,000000	0,000029	0,000092	0,000203	0,000689	0,000124	0,001694	0,000311	0,000751	0,000125	0,001055	0,000277
0,3	0,000000	0,000000	0,000001	0,000386	0,000711	0,001104	0,003816	0,000632	0,007655	0,001473	0,003585	0,000566	0,004587	0,001101
0,25	0,000000	0,000000	0,000022	0,004267	0,004777	0,005337	0,018787	0,002880	0,031180	0,006274	0,015360	0,002309	0,018021	0,003980
0,2	0,000000	0,000026	0,000515	0,040372	0,028380	0,001963	0,083440	0,011904	0,115989	0,024336	0,059911	0,008603	0,064816	0,013236
0,15	0,000000	0,002436	0,009953	0,333351	0,151330	0,093134	0,338556	0,045148	0,398436	0,086944	0,215168	0,029600	0,215712	0,040924
0,1	0,000334	0,177068	0,162399	2,439507	0,733299	0,343712	1,267971	0,158661	1,275438	0,288811	0,718290	0,094890	0,670206	0,118625
0,08	0,005999	0,920284	0,475200	5,244291	1,345297	0,567878	2,106819	0,257251	1,995081	0,458243	1,141846	0,148514	1,036392	0,178610
0,06	0,101275	4,616475	1,358754	11,089779	2,436055	0,928166	3,462600	0,412791	3,090886	0,719890	1,797156	0,230213	1,587698	0,266570
0,04	1,610946	22,384777	3,800134	23,084016	4,356392	1,501424	5,631634	0,655812	4,744631	1,120227	1,661337	0,353576	2,410525	0,394507
0,02	24,203818	105,064768	10,405117	47,329799	7,697708	2,404775	9,067988	1,032009	7,219118	1,727374	4,327843	0,538261	3,628407	0,579147
0,01	91,898697	224,950736	17,085764	67,401243	10,188094	3,032491	11,464926	1,290129	8,876354	2,137921	5,361155	0,661997	4,437757	0,699655
0,005	178,168519	328,210355	21,853128	80,325591	11,708422	3,402367	12,880010	1,441258	9,834912	2,376535	5,962113	0,733581	4,904069	0,768459
0,0001	339,784677	474,392607	27,780205	95,311588	13,409169	3,806450	14,427944	1,605661	10,869236	2,634840	6,612943	0,810832	5,405934	0,842064

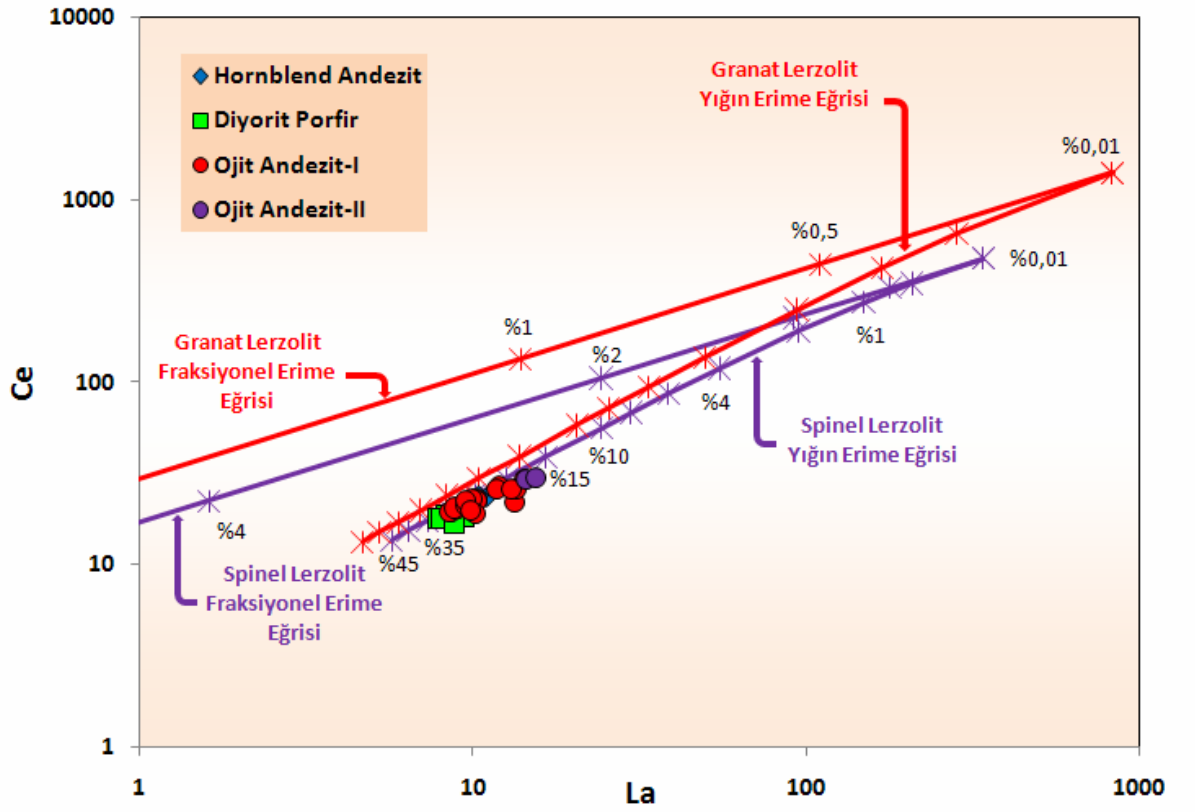
Şekil 8.1 devam ediyor

C_L - Granat lerzolit (Yığın/denge ergime fraksiyonu)

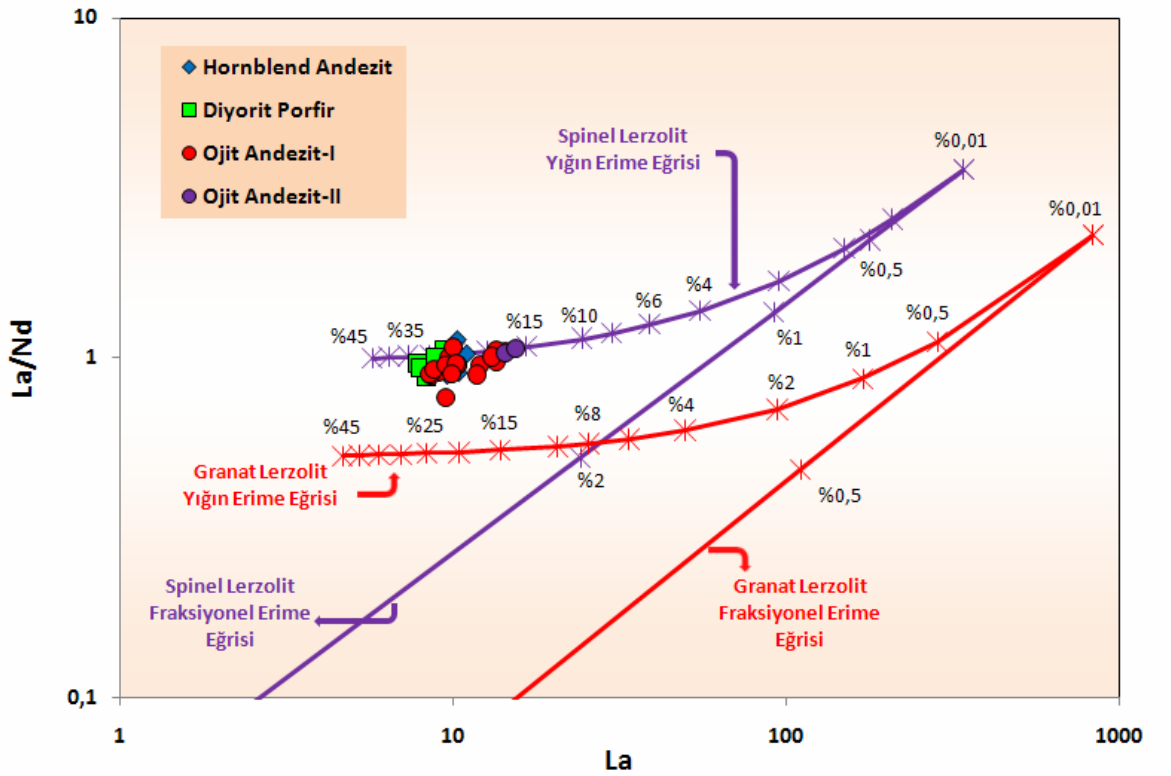
F	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
0,45	4,65284	13,48592	0,00000	8,98786	2,82039	1,05397	0,00000	0,75363	0,00000	0,99934	0,00000	0,00000	1,92136	0,26027
0,40	5,23092	15,15396	0,00000	10,08035	3,15594	1,17714	0,00000	0,83681	0,00000	1,09913	0,00000	0,00000	2,06129	0,27599
0,35	5,97302	17,29288	0,00000	11,47518	3,58210	1,33290	0,00000	0,94063	0,00000	1,22106	0,00000	0,00000	2,22319	0,29374
0,30	6,96050	20,13484	0,00000	13,31800	4,14133	1,53617	0,00000	1,07385	0,00000	1,37342	0,00000	0,00000	2,41270	0,31392
0,25	8,33916	24,09460	0,00000	15,86595	4,90747	1,81259	0,00000	1,25105	0,00000	1,56921	0,00000	0,00000	2,63752	0,33708
0,20	10,39884	29,99312	0,00000	19,61948	6,02142	2,21033	0,00000	1,49828	0,00000	1,83012	0,00000	0,00000	2,90854	0,36394
0,15	13,80968	39,71580	0,00000	25,69937	7,78959	2,83169	0,00000	1,86729	0,00000	2,19508	0,00000	0,00000	3,24165	0,39544
0,10	20,55020	58,76544	0,00000	37,23955	11,02788	3,93900	0,00000	2,47745	0,00000	2,74187	0,00000	0,00000	3,66093	0,43291
0,08	25,53581	72,71687	0,00000	45,39295	13,22746	4,66936	0,00000	2,84996	0,00000	3,04530	0,00000	0,00000	3,86066	0,44997
0,06	33,71540	95,35496	0,00000	58,11745	16,52309	5,73223	0,00000	3,35432	0,00000	3,42425	0,00000	0,00000	4,08345	0,46842
0,04	49,60467	138,46014	0,00000	80,75444	22,00585	7,42158	0,00000	4,07557	0,00000	3,91090	0,00000	0,00000	4,33352	0,48846
0,02	93,81969	252,68739	0,00000	132,27684	32,93424	10,52274	0,00000	5,19195	0,00000	4,55881	0,00000	0,00000	4,61622	0,51028
0,01	169,25001	430,09995	0,00000	194,24099	43,81338	13,30187	0,00000	6,01589	0,00000	4,97053	0,00000	0,00000	4,77187	0,52194
0,005	283,02497	662,76432	0,00000	253,65166	52,48146	15,32569	0,00000	6,53437	0,00000	5,20560	0,00000	0,00000	4,85370	0,52797
0,0001	829,46356	1410,54242	0,00000	362,22672	65,10412	18,01120	0,00000	7,13720	0,00000	5,45858	0,00000	0,00000	4,93666	0,53402

C_L - Granat Lertzolit (Fraksiyonel Ergime Fraksiyonu)

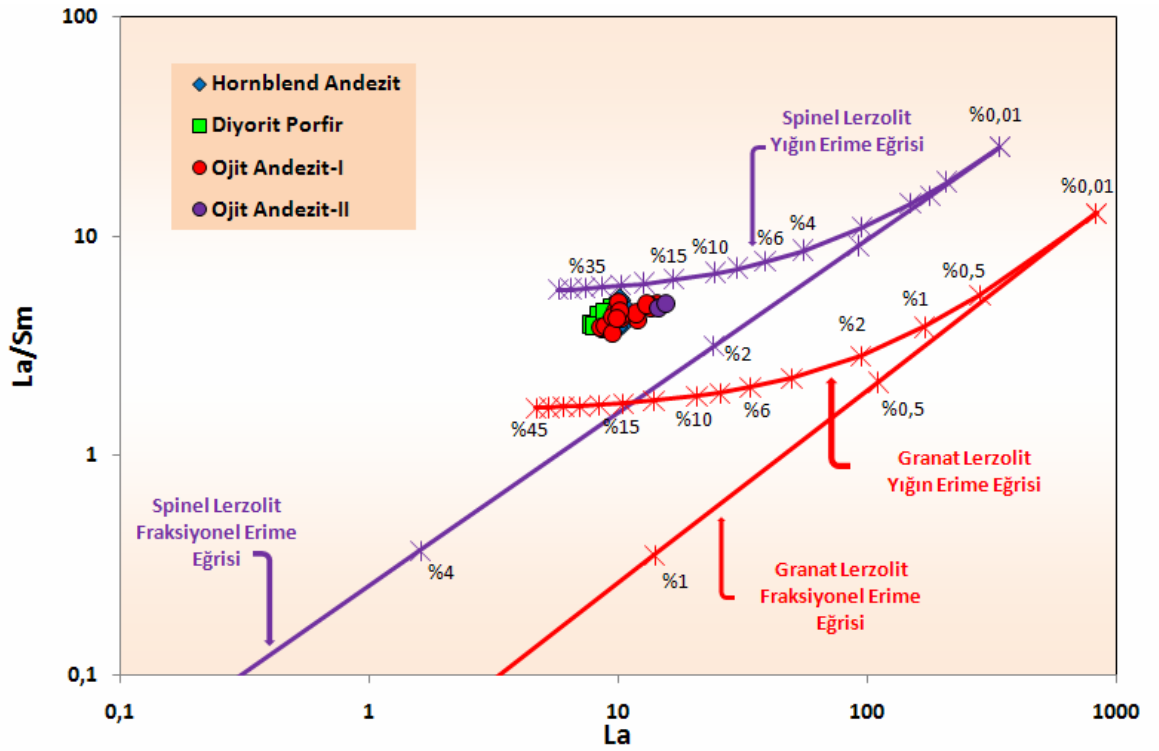
F	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
0,45	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0144	0,0000	0,0000	0,6132	0,1320
0,4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,0343	0,0000	0,0000	0,8307	0,1618
0,35	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0021	0,0000	0,0759	0,0000	0,0000	1,0984	0,1951
0,3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0086	0,0000	0,1584	0,0000	0,0000	1,4225	0,2320
0,25	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0315	0,0000	0,3141	0,0000	0,0000	1,8098	0,2726
0,2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0011	0,0060	0,0000	0,1063	0,0000	0,5962	0,0000	0,0000	2,2669	0,3170
0,15	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0216	0,0530	0,0000	0,3334	0,0000	1,0884	0,0000	0,0000	2,8009	0,3653
0,1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0339	0,3620	0,4120	0,0000	0,9800	0,0000	1,9197	0,0000	0,0000	3,4191	0,4175
0,08	0,0000	0,0000	0,0000	0,2353	1,0703	0,9067	0,0000	1,4835	0,0000	2,3878	0,0000	0,0000	3,6917	0,4395
0,06	0,0000	0,0007	0,0000	1,5655	3,0919	1,9619	0,0000	2,2257	0,0000	2,9561	0,0000	0,0000	3,9794	0,4622
0,04	0,0000	0,0957	0,0000	10,0096	8,7345	4,1766	0,0000	3,3108	0,0000	3,6433	0,0000	0,0000	4,2827	0,4855
0,02	0,2161	12,3483	0,0000	61,5992	24,1520	8,7540	0,0000	4,8848	0,0000	4,4710	0,0000	0,0000	4,6022	0,5095
0,01	13,9560	135,1381	0,0000	150,7078	39,8513	12,6022	0,0000	5,9158	0,0000	4,9451	0,0000	0,0000	4,7682	0,5217
0,005	110,3922	443,0297	0,0000	234,9344	51,0933	15,0998	0,0000	6,5055	0,0000	5,1987	0,0000	0,0000	4,8528	0,5279
0,0001	828,7829	1410,1551	0,0000	362,2126	65,1033	18,0111	0,0000	7,1372	0,0000	5,4586	0,0000	0,0000	4,9367	0,5340



Şekil 8.1 Shaw (1970) tarafından önerilen, yığın ve fraksiyonel ergime denklemleri ile oluşturulmuş ergime eğrilerini gösteren La-Ce diyagramı



Şekil 8.2 Shaw (1970) tarafından önerilen, yığın ve fraksiyonel ergime denklemleri ile oluşturulmuş ergime eğrilerini gösteren La-La/Nd diyagramı



Şekil 8.3 Shaw (1970) tarafından önerilen, yığın ve fraksiyonel ergime denklemleri ile oluşturulmuş ergime eğrilerini gösteren La-La/Sm diyagramı

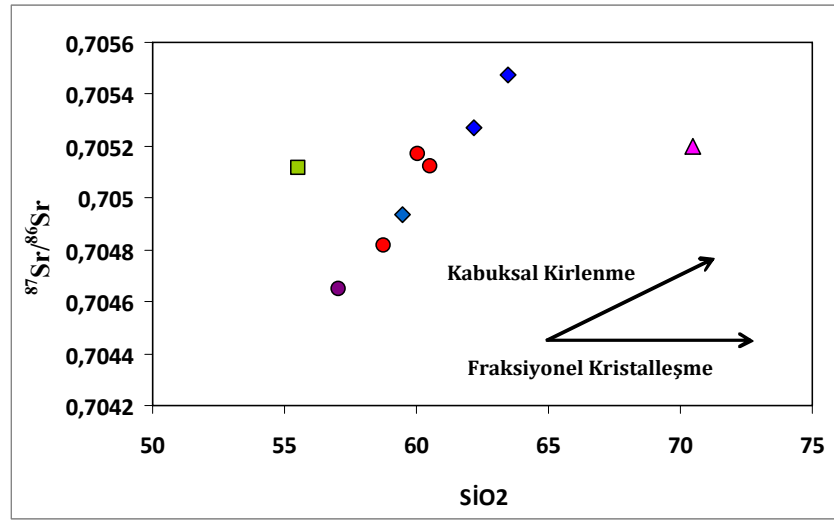
8.2 Fraksiyonel Kristalleşme

Çalışma alanımızda yer alan volkanik kayalar üzerinde yapılan jeokimyasal ve petrografik çalışmalar, fraksiyonel kristalleşme sürecini de düşündürmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi, volkanik kayaların oluşumunda fraksiyonel kristalleşmenin etkisi olması durumunda eriyikten ilk kristalleşen mineral olivin olacaktır ve belli bir sıcaklık derecesine kadar oluşmaya devam edecektir. Daha sonra piroksen, Ca-plajiyoklaz ve oksitler ayrılacaktır. Daha sonraki safhalarda Na-plajiyoklaz, amfibol, mika ve K-feldispat, kuvars mineralleri oluşacaktır ve eriyik SiO_2 bakımından oldukça zenginleşecektir.

SiO_2 'ye karşı oluşturulan ana ve iz element değişim diyagramlarında elde edilen eğimler genel olarak fraksiyonel kristalleşme sürecinin kayaların oluşumunda rol oynadığını göstermektedir(bakınız Şekil 7.5-7.6). Ancak özellikle petrografik

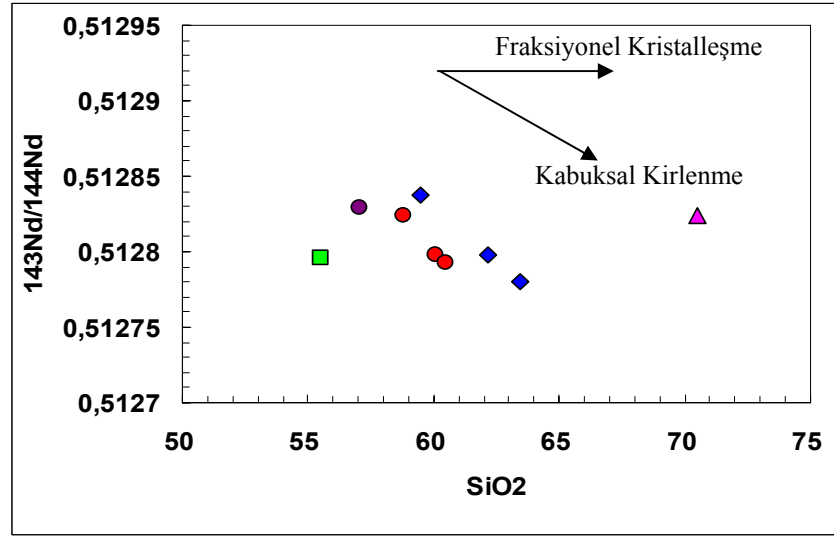
çalışmalarda belirlenen magma karışımı dokuları, fraksiyonel kristalleşmenin kayaçların oluşumunda etkin olan tek sũreç olmadığını gũstermektedir.

$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 'ye karşı, SiO_2 ve $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 'ye karşı SiO_2 ve Zr/Nb 'ye karşı Zr diyagramları çizilmiştir (şekil 8.4-8.6). Kabuksal malzemeler, mantoya gũre SiO_2 ve Rb bakımından daha zengindir. Bu nedenle manto kũkenli magmaların kabuksal kirlenme sırasında, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotop oranlarının artışı ile birlikte Rb/Sr oranlarının da artması beklenir. Buna gũre şekil 8.4'de gũrũldũęũ gibi SiO_2 ve Rb/Sr iãerięi arttıkça $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ iãerięi de artmaktadır.

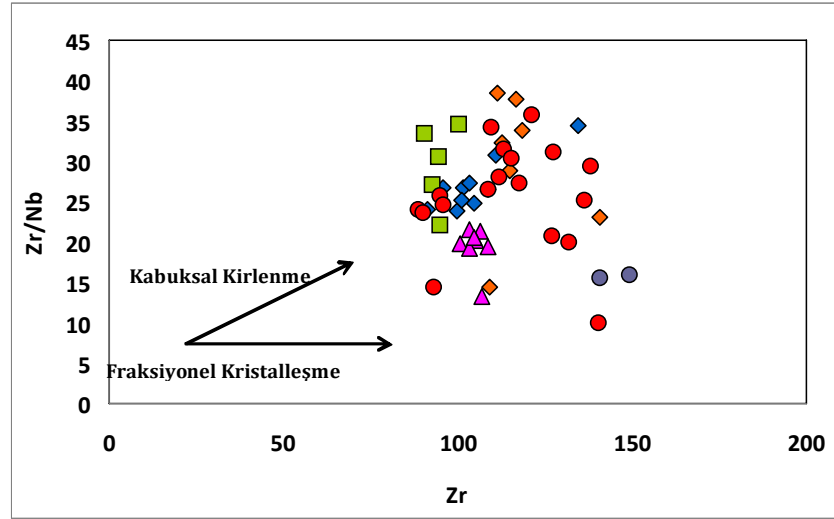


şekil 8.4 SiO_2 'ye karşı $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ değişim diyagramı

$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 'ye karşı SiO_2 diyagramında, SiO_2 artışına gũre riyodasit örneği dışında diğer kayaç gruplarında azalma olmaktadır (şekil 8.5). Ayrıca, Zr oranının artması ile Zr/Nb oranı artış gũstermektedir (şekil 8.6). Bu sonuãlar, fraksiyonel kristalleşme ile birlikte volkanik kayaçların baskın bir kabuksal kirlenme sũrecinin etkisi altında kaldığını ortaya koymaktadır.



Şekil 8.5 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 'ye karşı SiO_2 değişim diyagramı



Şekil 8.6 Zr/Nb'e karşı Zr karşı değişim diyagramı

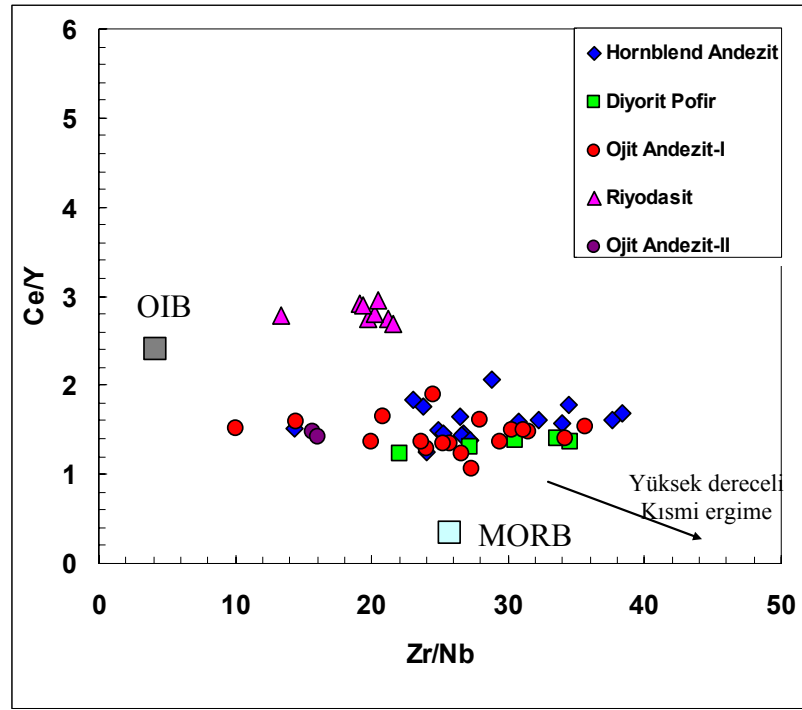
8.3 Manto Kaynağı ve Zenginleşmeler

Bölgedeki volkanik kayaçların örümcek diyagramlarında birbirine benzer özellikler göstermesi, aynı magma kaynağından oluştuklarını düşündürmektedir (Şekil 7.7 - 7.9). Yüksek LIL element ve düşük HFS element değerleri, hafif nadir toprak elementlerindeki zenginleşmeler dalma-batma sonucu veya yükselme sırasındaki kabuksal kirlenme ile oluşabilmektedir. Örümcek diyagramlarında gözlenen Ta, Nb ve

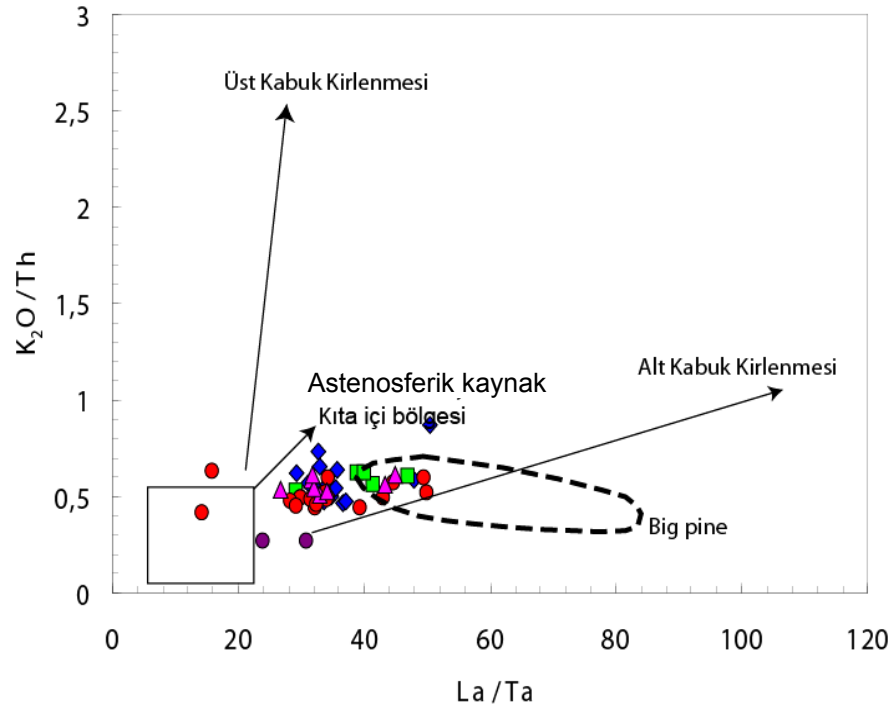
Ti'daki negatif anomaliler, dalma batma zonlarında, belirli bir derinliğe kadar duraylı kalabilen rutil, ilmenit, titanit (sfen) ve perovskit gibi minerallerde bu elementlerin tutulmaları ile açıklanabilmektedir (Ringwood 1990, McCulloch and Gamble 1991). Bu durum yay magmatizmasının tipik özelliğidir (Fitton *et al.* 1988, Pearce *et al.* 1990, Kempton *et al.* 1991).

Ce/Y oranı, LREE zenginleşmesini gösterirken, Zr/Nb oranı ise kısmi ergime derecesindeki değişimleri yansıtmaktadır (Fitton *et al.* 1988). Ce ve Nb elementleri manto fazlarında Zr ve Y'a göre daha uyumsuzdurlar. Bunun sonucu olarak mantoda meydana gelebilecek olan kısmi ergime süreci, yüksek dereceli kısmi ergime değerinde, düşük Ce/Y ile yüksek Zr/Nb oranları ile pozitif bir ilişkiyi ortaya koyacaktır (Fitton *et al.* 1988). Şekil 8.7'de Ce/Y-Zr/Nb arasında riyodasit örnekleri dışında yatay bir trend gözlenmektedir. Zr/Nb değerlerinin birkaç örnek dışında yüksek olduğu (10-38), en yüksek değerlerinde ojit-andezit-I ve hornblend andezit kayaçlarında gözleendiği, ojit andezit-II örneklerinin ise diğer kayaçlara göre daha düşük değerlerde olduğu görülmektedir. Kısmi ergime derecesindeki artış Zr/Nb oranını yükseltecektir. Kısmi ergime modellemesinde ojit andezit-II spinel lertzolitin %15-%20, Ojit andezit-I %20-%30, hornblend andezit %25-%30, diyorit porfir ise %30-%35 kısmi ergimesi ile oluştuğu belirlenmiştir. Düşük Ce/Y, yüksek Zr/Nb oranları yüksek dereceli kısmi ergimeyi destekler nitelikte olup, kısmi ergime modellemesi ile uyum göstermektedir.

Sığ seviyelerde depolanmış olduğu düşünülen magma odası içindeki veya magmanın yukarı çıkışı sırasında meydana gelebilecek yan kayaç kirlenmesini belirlemek ve magmanın kaynağını yorumlamak amacı ile K_2O/Th 'ye karşı La/Ta diyagramı çizilmiştir (Şekil 8.8). Bu diyagram, kıtasal kabuk tarafından kirlenmiş astenosfer veya kıta içi kaynaklı kayaçlarla, kabuksal malzemeye maruz kalmış litosfer kaynaklı kayaçların ayrılabilmesinde kullanılır (Menzies *et al.* 1991). Buna göre düşük La/Ta ve K_2O/Th oranına sahip olan örnekler, kabuksal kirlenmeden çok fazla etkilenmemiştir. Astenosferden türeyen magmaların La/Ta oranı 10 civarında bulunmaktadır (Thompson and Morrison 1988). Fakat çalışma alanımızda yer alan volkanik kayaçların La/Ta içerikleri 14,3-50,5 arasında olması bu kayaçların oluşumunda litosferik kaynağın etkin olduğunu ve kabuk etkileşimine maruz kalarak farklılaştıkları söylenebilir.

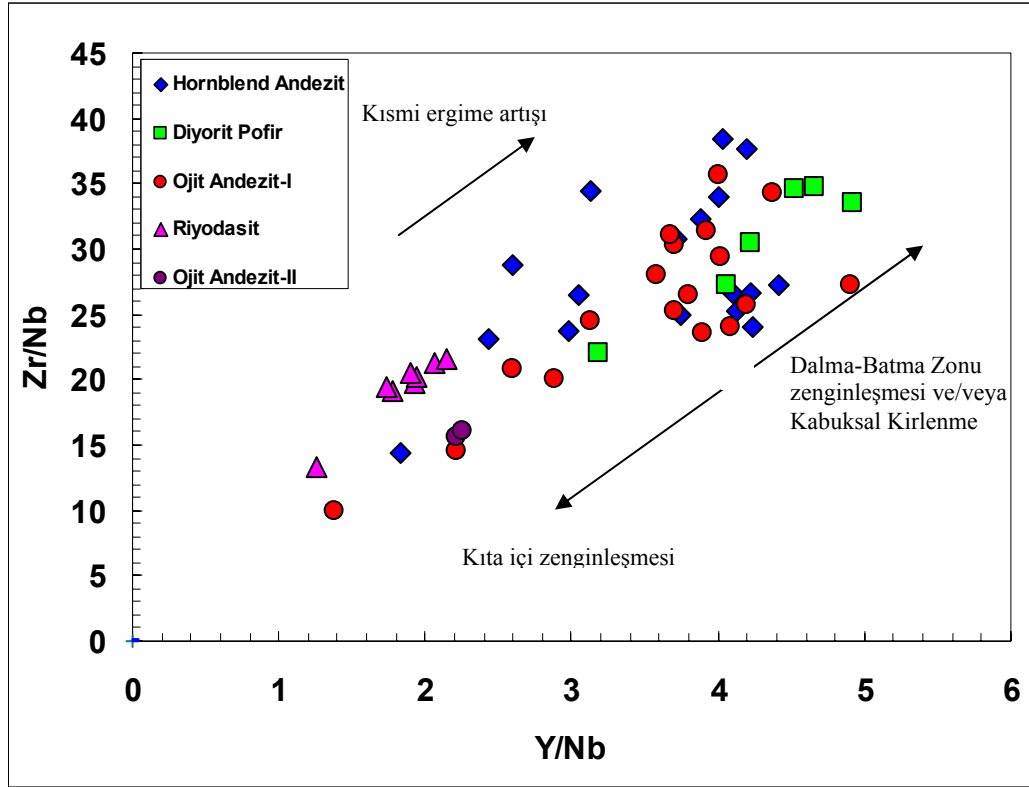


Şekil 8.7 Çalışma alanı volkanik kayalar için $Zr/Nb-Ce/Y$ değişim diyagramı (Ortalama OIB değeri Sun 1980, MORB değeri Pearce 1983'den alınmıştır)



Şekil 8.8 Çalışma alanında yer alan volkanik kayalar için $La/Ta-K_2O/Th$ değişim diyagramı (Karşılaştırma verileri; Chen and Frey 1985, Ito *et al.* 1987, Kempton *et al.* 1987, Ormerod *et al.* 1988, Kay *et al.* 1991; Huang *et al.* 2000 ve belirlenmiş alanlar Varal-Muratçay 2006'dan alınmıştır)

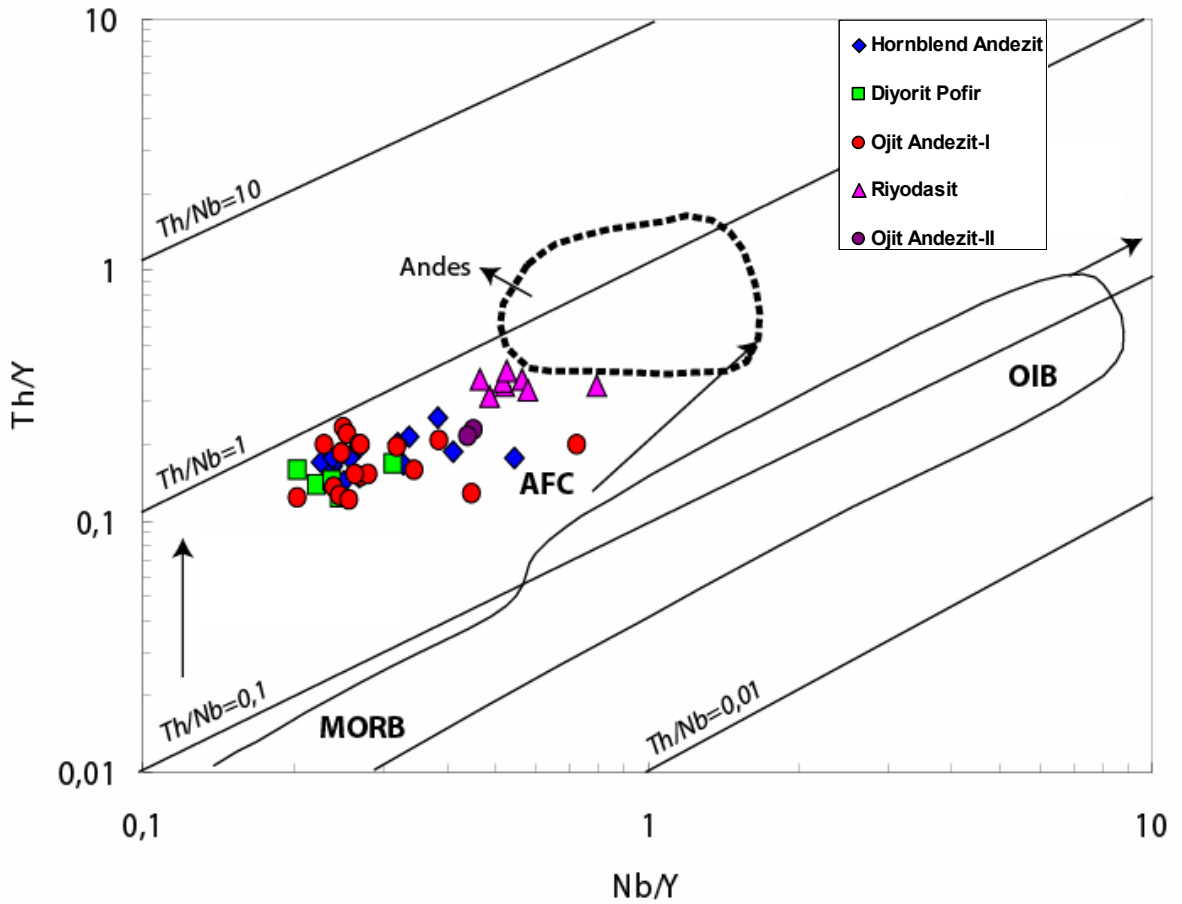
Düşük Y/Nb (<1,8) oranı alkali karakterli okyanus adası bazaltlarının en tipik özellikleri arasındadır ve dalma-batma ile ilişkili volkanizmalarda gözlenmemektedir (Edwards *et al.* 1991, Pearce and Cann 1973). Buna karşın kabuksal kirlenme ve dalma -batma olayından kaynaklanan zenginleşme yüksek Zr/Nb ve Y/Nb oranları ile temsil edilmektedir. Ayrıca Zr/Nb oranı ile kısmi ergime derecesi arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Zr elementinin paylaşıma katsayısı Nb elementinden 10 kat daha büyüktür (Altherr *et al.* 1988). Yüksek Y/Nb oranı bize kayaçların magmanın yüksek kısmi ergimesi sonucu oluştuğuna işaret etmektedir. Şekil 8.9'da Y/Nb-Zr/Nb diyagramına bakıldığında incelenen volkanik kayaçların çok yüksek değerlerde oranlar gösterdiği gözlenmektedir. Bu oranların, dalma-batma zonu zenginleşmesi ve/veya kabuksal kirlenme sonucu zenginleştiği söylenebilir.



Şekil 8.9 Y/Nb-Zr/Nb değişim diyagramı

Th/Y'ye karşı Nb/Y diyagramına bakıldığında (Şekil 8.10) volkanik kayaçların Th/Nb =1 çizgisine yakın alanlara düştüğü görülmektedir. Th elementi kıtasal kabukta zenginken, Nb elementi ise daha düşük miktarlarda bulunmaktadır. Yüksek Th/Nb oranları kayaçların kabuksal kirlenmeye maruz kaldığını göstermektedir. Bu kirlenme

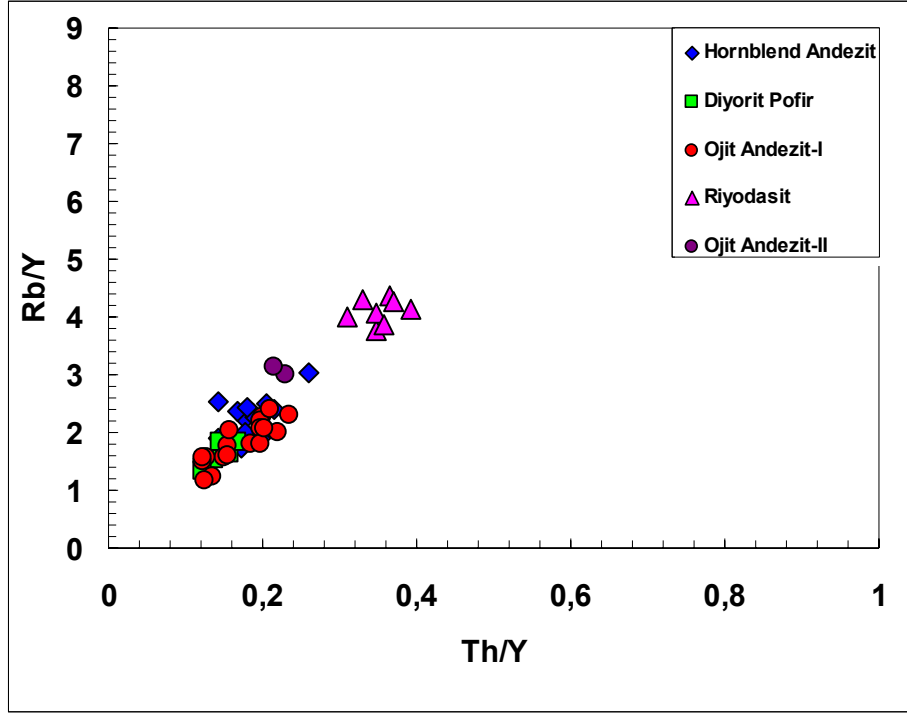
dalma-batma etkisi ile olabileceği gibi, magmanın yeryüzüne yükselimi sırasında yan kayacı asimile etmesi şeklinde de olabilmektedir. Nb/Y oranının artışıyla artan Th/Y kıta içi zenginleşmeyi gösterirken, düşük Nb/Y oranına karşı artan Th/Y oranı dalma-batma zenginleşmesini göstermektedir. Çalışma alanımızda yer alan volkanik kayaların dalma-batma zenginleşmesi ile birlikte asimilasyon fraksiyonel kristalleşmenin etkilerini de göstermektedir.



Şekil 8.10 Nb/Y-Th/Y değişim diyagramı (Karşılaştırma verileri; Chen and Frey 1985, Ito *et al.* 1987, Kempton *et al.* 1987, Ormerod *et al.* 1988, Kay *et al.* 1991, Huang *et al.* 2000 ve belirlenmiş alanlar Varol-Muratçay 2006'dan alınmıştır)

Rb/Y oranları diyorit porfir'de 1.3-1.63, ojit andezit-I'de 1.17-2.29, hornblend andezitlerde 1.75-3.02, ojit andezit-II'de 3-3.13 ve riyodasitlerde ise 3.75-4.36 oranlarını göstermektedir. Th/Y oranları ise diyorit porfir'de 0.14-0.17, ojit andezit-I'de 0,12-0.22, hornblend andezitlerde 0.14-0.26, ojit andezit-II'de 0.21-0.23 ve riyodasitlerde ise 0.31-0.37 oranlarını göstermektedir. Bu oranlar çalışma alanında yer

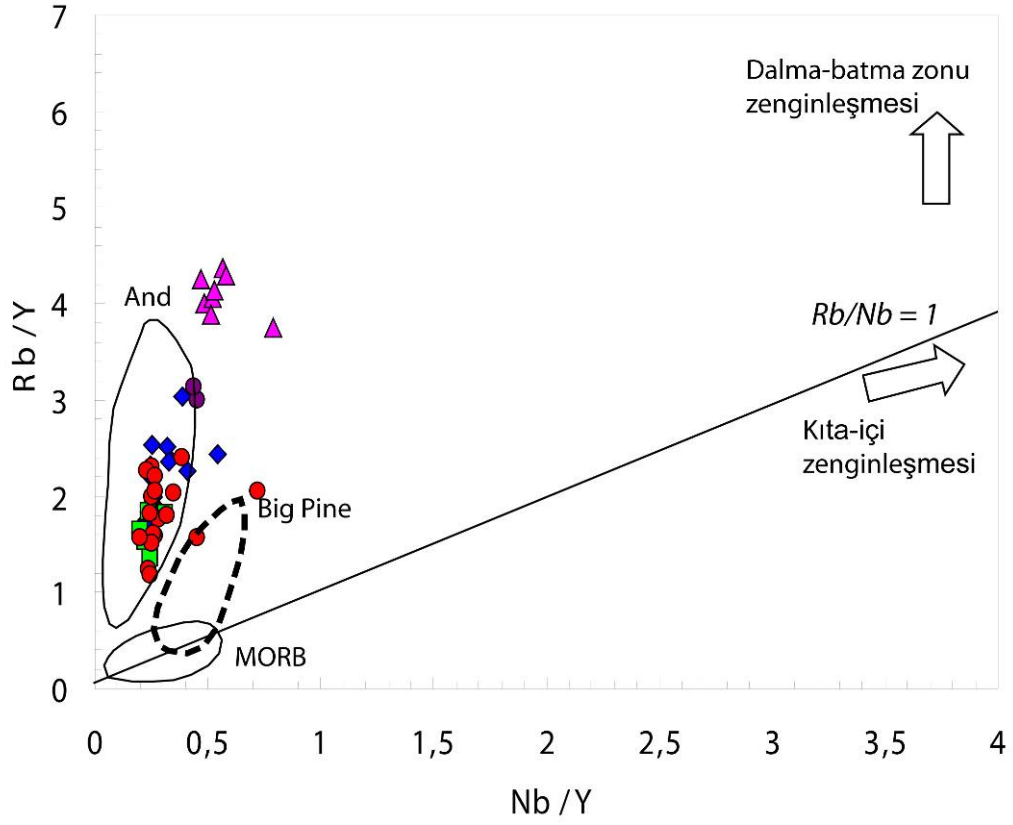
alan kayaların fraksiyonel kristalleşme süreci ile oluşmuş olabileceklerini göstermektedir (Şekil 8.11).



Şekil 8.11 Th/Y 'ya karşı Rb/Y diyagramı

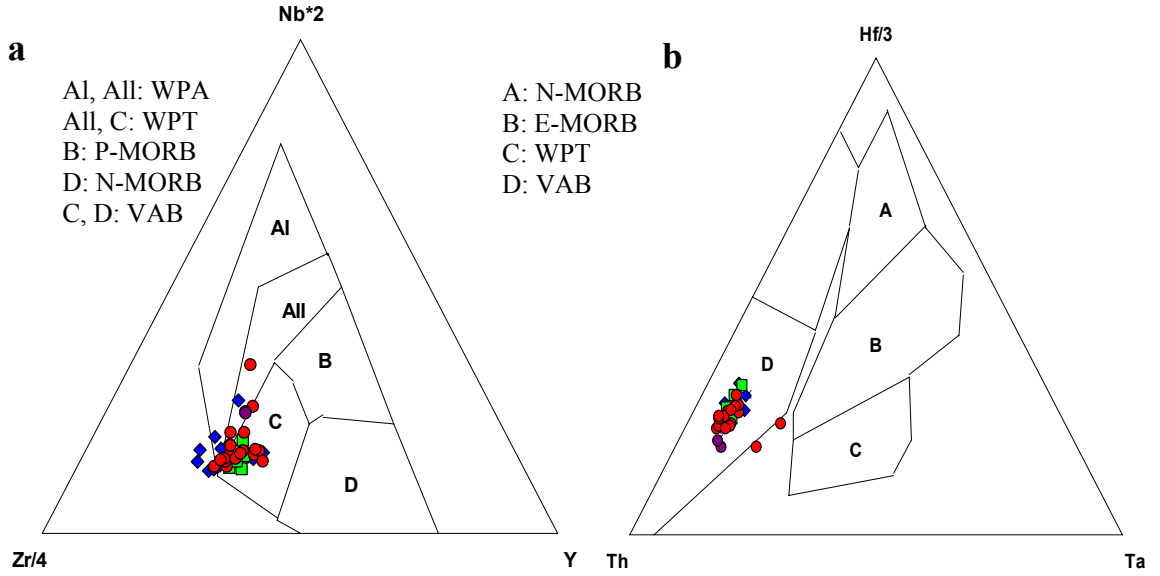
Yüksek Rb/Nb oranı kıtasal kabuğun ve kabuksal eriyiklerin önemli bir özelliğidir (Pearce *et al.* 1984, Weaver and Tarney 1984) ve üst kabuğun Rb/Nb oranı yaklaşık 4,48'dir (Taylor and McLennan 1985). Ojit andezit-I'lerin ortalama Rb/Nb oranı 6.4, riyodasitlerde 7.6, diyorit porfirlerin 6.8 hornblend andezitlerin 7.6, ojit andezit-II de ise 6.9'dur. Tüm oranların yüksek değerlerde olması, bu kayaların üzerinde kabuksal katkı varlığını desteklemektedir.

Rb/Y-Nb/Y diyagramı (Şekil 8.12) özellikle kalkalkali ürünlerin kökenine açıklık getirmesi açısından önemlidir. Özellikle riyodasitik örneklerin yüksek Rb/Y oranının yanı sıra ojit andezit-II ve diğer kayalarında yüksek Rb/Y ve düşük Nb/Y oranı, bu kayaların oluşumunda dalma batma zenginleşmesini ve/veya kabuksal katkının büyük ölçüde etkili olduğunu göstermektedir (Leeman and Hawkesworth 1986).



Şekil 8.12 Nb/Y-Rb/Y değişim diyagramı (Karşılaştırma verileri; Hickey *et al.* 1986, Ormerod *et al.* 1988, Chaffey *et al.* ve belirlenmiş alanlar Varol-Muratçay 2006'dan alınmıştır)

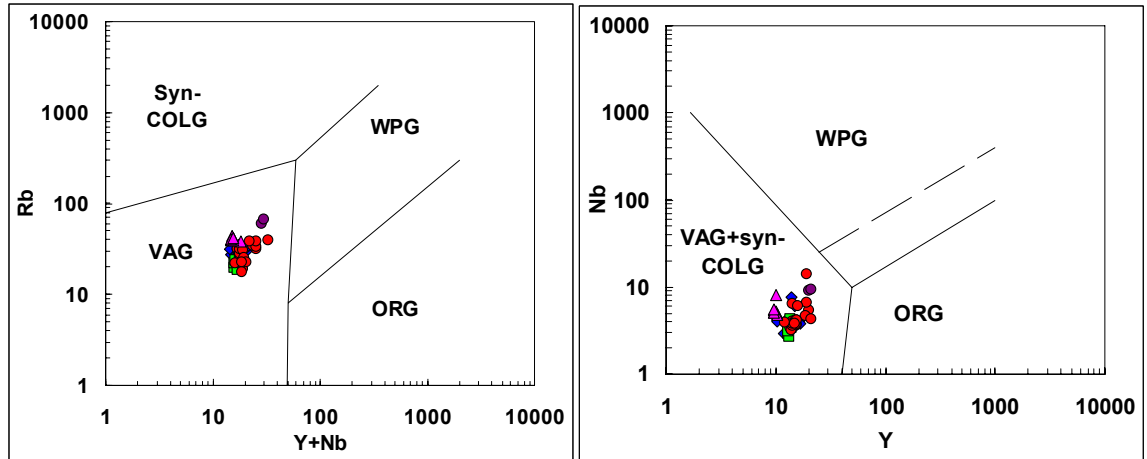
Çalışma alanında yer alan ojit andezit-I, hornblend andezit, ojit andezit-II ve diyorit porfir örnekleri, Wood (1980) ve Meschede (1986) tarafından oluşturulan tektonik ayırtma diyagramlarına aktarılmıştır (Şekil 8.13). Bu diyagramlarda kayaçlar kalkalkali bazalt ve volkanik yay bazaltları alanına düşmektedir. Çalışma alanında yer alan kayaçların tümünün ortaç bileşimde olması bu diyagramlarda dağınık bir yönelim göstermesine neden olmuştur.



Şekil 8.13 Çalışma alanında yer alan volkanik kayaların tektonik ayırtman diyagramlarındaki konumları a. Nb*2-Zr/4-Y (Meschede, 1986), b. Hf/3-Th-Ta (Wood 1980)

Kısaltmalar: WPA : Kıta içi alkali bazalt, WPT: Kıta içi toleyitik bazalt, MORB: Okyanus ortası sırtı bazaltları, VAB: Volkanik yay bazaltları)

Granitik kayalar için oluşturulmuş olan Pearce *et al.* 1984'ün Y-Nb ve Y+Yb-Rb tektonik ayırtman diyagramları çalışma alanımızda yer alan kayaç grupları içinde kullanılmıştır (Şekil 8.14). Örneklerimizin tümü volkanik yay granitleri alanına düşmektedir. Bu sonuçlara göre örneklerimizin tümünde dalma-batma imzası gözlenmektedir.



Şekil 8.14 Pearce *et al.* 1984'ün oluşturduğu Y-Nb ve Y+Yb-Rb tektonik ayırtman diyagramları

Kısaltmalar: VAG: Volkanik yay granitoidleri, ORG:Okyanus sırtı granitoidleri, WPG: Levha içi granitoidleri, Syn-COLG: Çarpışma ile eş yaşlı granitoidler

Bölgedeki tüm kayalarda gözlenen yüksek Ba/Nb, Ba/Ta, Zr/Nb, Rb/Y, Y/Nb, Th/Nb ve $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotop oranları (0,704651-0,705473), bu kayaların kökeninde dalma batma zenginleşmesi ve kabuksal kirlenme etkileri olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak yukarıda sunulan tüm veriler ışığında çalışma alanında belirlenen tüm volkanik kayalarda fraksiyonel kristalleşme, magma karışımı, kısmi ergime, asimilasyon ve kabuksal kirlenme süreçlerinin birlikte oluştuğu düşünülmektedir.

9. EKONOMİK JEOLJİ

Tez konusunun bir kısmını da bölgedeki olası cevher oluşumları incelenip, irdelenmesi oluşturmaktadır. Ancak inceleme alanında yapılan çalışmalar sırasında bir cevherleşme izine rastlanmamıştır. Ancak, Kalınkaya köyü doğusunda Ziyaret tepe bölgesinde ve Eski Karadona köyü girişinde gözlenen alterasyonlar üzerinde bazı çalışmalar yapılmıştır.

Kalınkaya Köyü güneydoğusunda Ziyaret tepe civarında, yaklaşık 1-2 km²'lik bir alanda volkanik kayalarla dokanak halinde gözlenen alterasyon zonu belirlenmiştir (Şekil 9.1). Saha gözlemleri ile kayalarda çok kırıklı çatlaklı bir yapının geliştiği ve çatlaklardan kayaç içine doğru gelişen limonitleşmeler, hematitleşmeler ve silisleşmelerin olduğu görülmüştür (Şekil 9.2-9.3). Killeşme de yaygın olarak gözlenmektedir. Kırıklanma ve faylanmadan dolayı burası bir makaslama zonu olabilir (Şekil 9.4-9.5).



Şekil 9.1 Ziyaret tepe civarında gözlenen yoğun limonitleşme ve silisleşme



Şekil 9.2 Ana kayaçta gözlenen konumda gözlenen silisli ve limonitik alterasyon



Şekil 9.3 Silisli ve hematitli damarlar

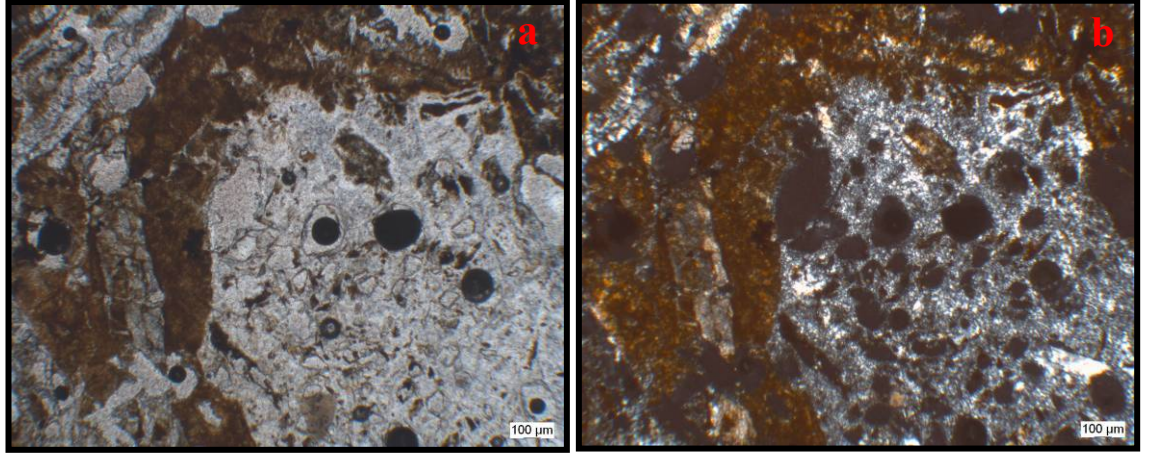


Şekil 9.4 Ana kayaç içinde demiroksitli ve silisli çözeltiler

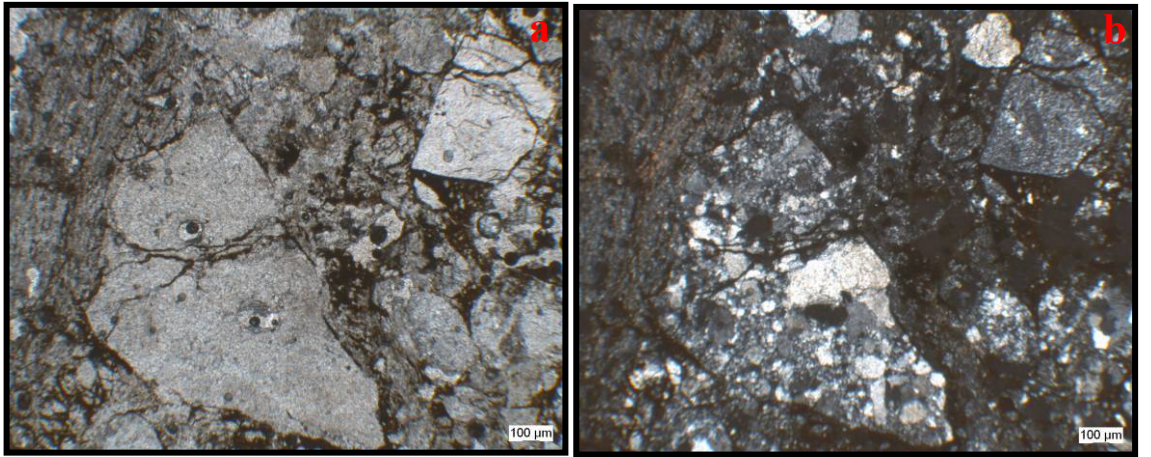


Şekil 9.5 Kayaçlar üzerinde gözlenen fay çizikleri

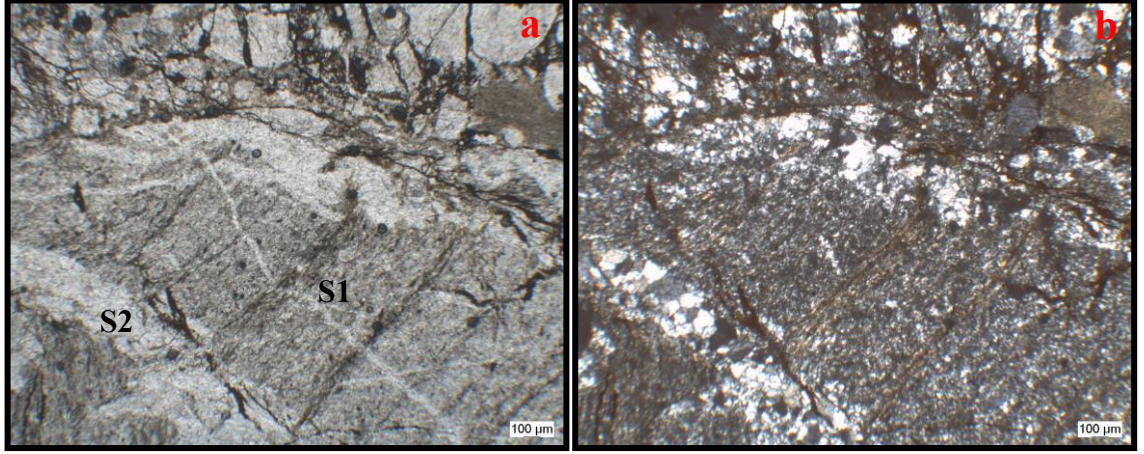
Bu kayaçların incekesitlerinde yoğun karbonatlaşma, silisleşme ve demiroksitleşme (limonit ve hematit) gözlenmektedir (Şekil 9.6 ve 9.7). Ayrıca serizitleşmelerde izlenmektedir. Kayaçlarda breşik bir görüntü gözlenmektedir. Silisleşmelerin, birincil olarak kayacı silisleşmesi ve daha sonra tüm kayacı kesen ikincil silisleşmelerden olduğu görülmektedir (Şekil 9.8).



Şekil 9.6 İlksel özelliğini kaybetmiş ana kayaca ait parçalar ve demiroksitleşme, a. Tek nikol, b. Çift nikol



Şekil 9.7 Silisleşmiş ve yer yer demiroksit boyamaları, a. Tek nikol, b. Çift nikol



Şekil 9.8 Birinci evrede oluşmuş silisleşmeleri (S1) kesen ikinci evre silis damarları(S2), a.Tek nikol, b. Çift nikol

Eski Karadona köyü girişinde açılmış bir ocakta (ne için açıldığı belirlenememiştir) volkanik kayalarda killeşmeler şeklinde izlenen alterasyonlar görülmüştür.

Eski Karadona bölgesine ait iki örnekte (CEK 2b ve 2e) ve Ziyaret tepe bölgesine ait altı adet örnekte (CA-125, 126, 127, 128, 129, 129a) olmak üzere toplam 8 adet örnekte kimyasal analizler yapılarak metalik bir zenginleşme olup olmadığı anlamaya çalışılmıştır. CEK 2b örneği yüksek alüminyumlu (%18) olup volkanik bir kayacın killeştiğini göstermektedir. Bu örnekte biraz As değeri (335 ppm) dışında metalik hiçbir anomaliye rastlanmamıştır. CEK 2e örneği ise yüksek CaO (yaklaşık % 40) ve ateşte kayıp (yaklaşık % 34) değerleriyle karbonatlaşmış bir örneği temsil etmekte ve yine hiçbir metalik değere sahip gözükmemektedir (Çizelge 9.1). Ziyaret Tepe'den alınan örneklerde de bir örnekte Fe_2O_3 % 21'lere yakındır. Diğerlerinde ise bu ana element oksit değeri % 1-10 arasındadır. Bu arada sadece CA-129 örneğinde As miktarı % 1'i aşmış ve Cr, Ni, Co, V ile Cu, Sb ve Hg değerlerinde biraz artış görülmüştür. Bu örneklerden çok miktarda analiz yapılmasının nedeni Hitit'lerin bazı madenlerini bu bölgeden çıkartmış olma olasılıklarının araştırılmasıdır. Çünkü Hitit'ler bazı anıtsal taşları Ziyaret Tepe'nin hemen yanından Kalinkaya'dan ve Mahmudiye köyü yakınından çıkartmışlardır.

Çizelge 9.1 Bölgeden alınan kayalara ait ana ve eser element analiz sonuçları (A.K:Ateşte kayıp, TOP:Toplam)

Örnek	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	TiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (%)	MnO (%)	Cr ₂ O ₃ (%)	Ni (ppm)	Sc (ppm)	A.K. (%)	TOT/C (%)	TOT/S (%)	Toplam (%)
CEK-2B	67,73	18,03	1,67	0,28	0,47	0,31	2,7	0,58	0,052	0,01	0,006	20	9	8,1	0,03	0,17	99,92
CEK-2E	14,40	3,02	6,32	0,6	39,16	0,33	0,21	0,09	0,041	0,38	0,002	87	4	34,8	8,86	0,02	99,40
CA-125	96,30	0,53	1,08	0,18	0,29	0,02	0,02	0,01	0,307	0,01	0,39	137	1	0,8	0,07	0,07	99,91
CA-126	81,66	8,02	4,01	0,2	0,52	0,04	0,65	0,6	0,155	0,05	0,023	118	10	3,8	0,15	0,03	99,79
CA-127	50,43	10,83	10,70	0,22	11,27	0,02	0,07	1,77	0,251	0,13	0,026	338	32	13,9	2,48	0,03	99,71
CA-128	34,46	0,45	4,77	11,7	18,77	0,04	0,02	0,01	0,021	0,09	0,276	647	7	28,7	7,98	0,02	99,38
CA-129	65,08	5,17	20,89	0,49	0,52	0,04	0,83	0,31	0,10	0,02	0,109	777	5	6,2	0,09	0,03	99,84
CA-129a	69,95	6,21	6,86	0,4	6,25	0,06	0,25	0,54	0,055	0,12	0,128	840	10	8,7	1,47	0,06	99,64

Örnek	Ba (ppm)	Be (ppm)	Co (ppm)	Cs (ppm)	Ga (ppm)	Hf (ppm)	Nb (ppm)	Rb (ppm)	Sn (ppm)	Sr (ppm)	Ta (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	V (ppm)	W (ppm)	Zr (ppm)
CEK-2B	336	<1	1,8	3,8	18	3,7	7,5	88,1	<1	64,8	0,4	4,3	1,1	96	8,6	135,2
CEK-2E	494	2	22,6	0,3	4,3	0,6	1,9	6,3	<1	120,7	<0,1	0,7	0,4	55	6,2	25,7
CA-125	170	<1	52,9	0,2	3,4	<0,1	0,7	0,9	<1	98,7	0,4	<0,2	0,3	31	575,4	1,6
CA-126	138	<1	37,4	1	9,6	2,6	11,9	25,7	<1	377,1	0,6	4,7	1,2	89	128,4	92,9
CA-127	127	<1	49,3	0,5	14,8	2,5	32,3	2,1	<1	354,5	1,5	0,6	0,8	226	16,2	85,6
CA-128	21	<1	62,1	0,1	1,2	<0,1	0,5	0,8	<1	112,3	<0,1	<0,2	0,3	77	55,3	5,7
CA-129	125	1	78,4	3,2	7,5	1,5	7,7	37,4	1	261,7	0,4	4,5	3,1	74	26,8	49,6
CA-129a	99	<1	81,7	1,1	7,5	1,4	11,9	10,3	<1	73,4	0,6	2,8	0,7	65	39,6	54,2

Çizelge 9.1 devam ediyor. Bölgeden alınan kayalara ait ana ve eser element analiz sonuçları (A.K:Ateşte kayıp, TOP:Toplam)

Örnek	Y (ppm)	La (ppm)	Ce (ppm)	Pr (ppm)	Nd (ppm)	Sm (ppm)	Eu (ppm)	Gd (ppm)	Tb (ppm)	Dy (ppm)	Ho (ppm)	Er (ppm)	Tm (ppm)	Yb (ppm)	Lu (ppm)
CEK-2B	7	9,5	19,8	2,46	8,5	1,57	0,7	1,46	0,26	1,42	0,29	0,93	0,16	1,01	0,18
CEK-2E	10,3	4,1	6,5	0,87	3,4	0,85	0,41	1,04	0,24	1,4	0,34	1,02	0,17	0,99	0,17
CA-125	0,7	0,8	1	0,19	0,7	0,13	0,11	0,11	0,03	0,14	0,04	0,07	0,02	0,09	0,02
CA-126	12,5	13,5	26,7	3,25	12,8	2,88	0,8	2,8	0,44	2,18	0,45	1,25	0,21	1,24	0,2
CA-127	19,4	18,8	39	5,01	21,6	4,93	1,82	4,81	0,8	4,06	0,76	2,02	0,32	1,84	0,33
CA-128	2	1,5	0,6	0,12	0,3	0,07	0,04	0,12	0,05	0,27	0,07	0,18	0,04	0,17	0,04
CA-129	14,4	14,7	29,4	3,41	13,5	2,87	0,7	2,67	0,45	2,42	0,5	1,39	0,23	1,29	0,22
CA-129A	9,7	10,1	21,2	2,45	9,1	1,86	0,54	1,75	0,39	1,64	0,35	1,04	0,18	1,03	0,18

Örnek	Mo (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	As (ppm)	Cd (ppm)	Sb (ppm)	Bi (ppm)	Ag (ppm)	Au (ppb)	Hg (ppm)	Tl (ppm)	Se (ppm)
CEK-2B	1,1	2	9,1	5	1,4	335	<0,1	1,7	<0,1	0,2	1,2	0,52	0,4	<0,5
CEK-2E	0,7	13,6	9,8	60	88,5	48	0,3	1,1	<0,1	<0,1	1,2	0,37	2,5	<0,5
CA-125	0,6	4,5	0,4	2	86,1	153,7	<0,1	1,5	<0,1	<0,1	1,4	1,49	<0,1	<0,5
CA-126	0,5	30,8	1,7	40	110,8	139,8	<0,1	0,5	<0,1	<0,1	1	0,7	<0,1	<0,5
CA-127	0,4	1	0,5	175	342,8	977	<0,1	3,7	<0,1	<0,1	1	0,17	<0,1	<0,5
CA-128	0,3	3,1	2,4	14	676,6	378,4	<0,1	0,8	<0,1	<0,1	1,2	0,05	<0,1	<0,5
CA-129	3,4	32,8	1,7	34	813	>10000,0	<0,1	18,9	<0,1	<0,1	1,2	3,74	<0,1	1,7
CA-129A	0,7	33,8	2	36	827,9	1148,7	<0,1	2,1	<0,1	<0,1	1,9	2,26	0,1	<0,5

10. JEOARKEOLOJİ

10.1 Arkeolojik Çalışmanın Amacı

Yapılan bu doktora çalışmasının ana amacının kısaca Alaca Höyük civarında yüzeyleyen volkanik kayaçların petrolojisi olduğu daha önce belirtilmişti. Ancak Alaca Höyük kazısı sırasında ortaya çıkartılan başta sfenksler, kule kabartmaları ile yollarda ve duvarlarda kullanılan doğal taşlar ve benzeri malzemenin nereden getirilmiş olduğu sorusunun yanıtlanması, buradaki uygarlıkların çevre ile olan ilişkilerini anlamak bakımından çok büyük önem taşımaktadır.

Burada yapılan kazılarda altın, gümüş, bronz ve demir metalleri ve alaşımlarından yapılmış süs eşyası eserleri ve diğer bazı malzemelerin bulunması, bu höyükte yaşamış uygarlıkların madencilik faaliyetlerinde bulunduğu en önemli kanıtlardır. Öte yandan kazı sırasında bulunan curufların incelenerek bunlardan hangi metallerin kazanıldığına anlaşılması da Alaca Höyük'teki kültürlerin madencilik faaliyetlerini daha yakından anlamaya yardımcı olacaktır.

Yukarıda sözü edilen konular başta olmak üzere pek çok konuda, arkeologların ve jeologların ortaklaşa yanıt aradığı sayısız soru bulunmaktadır. Bu nedenle bu tez kapsamında bu kazıda arkeologların merak ettiği bazı soruların yanıtlanması amacıyla jeolojik çalışmalar yapılmış ve sonuçları aşağıda sunulmuştur.

10.2 Alaca Höyük'ün Arkeolojik Tanıtımı

Burada, Alaca Höyük'de yapılan arkeolojik çalışmalar hakkında sunulacak kısa bilgiler halen Kazı Başkanlığını yapmakta olan Prof. Dr. Aykut ÇINAROĞLU ve asistanı Duygu ÇELİK ile görüşülerek henüz basılmamış ve Çınaroğlu vd. tarafından hazırlanmakta olan kitabın taslağından yararlanılarak özet halinde sunulmuştur.

Alaca Höyük, Ankara'nın 250 km kuzeydoğusunda, Hititlerin Başkenti Hattuşa'nın 34 km kuzeyinde Çorum ili Alaca ilçesi Höyük Köyü sınırları içerisinde bulunan bir

yerleşim yeridir. Alaca Höyük, ana toprak üzerinde kurulmuş dört kültür katının oluşturduğu 16 m yüksekliğinde, 350 m. çapında bir höyüktür (Şekil 10.1). Ova seviyesinden yüksekliği 20 m'dir.



Şekil 10.1 Alaca Höyük kazı alanının havadan görüntüsü

Alaca Höyük, ilk kez İngiliz tarihçi ve gezgin Hamilton tarafından 1835'de ziyaret edilmiş ve bu gezi ile ilgili bilgiler 1842 yılında yayınlanmıştır (Hamilton 1842). Bundan sonra gezginlerin uğrak yeri olan Höyük'te ilk bilimsel kazıyı 1907 yılında on beş gün süreyle, Macridy Bey gerçekleştirmiştir (Arık 1937).

Türk kazı tarihinde, Alaca Höyük'ün asıl önemi, Atatürk'ün burasını hiç görmediği halde, kitaplardan edindiği bilgilerle burada kazı yapılmasını istemesidir. Bu istek üzerine 1935 yılı 22 Ağustos günü, arkeolog Remzi Oğuz Arık kazı çalışmalarına başlamıştır. Atatürk'ün bu isteği, ilk "**Milli kazı**"nın da başlangıcı olmuştur. 1935 yılında başlayan kazının ilerleyen yıllarında, iskân (yerleşim) tabakaları, "**Kültür katları**" başlıkları altında yayınlanmıştır (Koşay 1951).

Alaca Höyük kültür katları eskiden yeniye doğru, Geç Kalkolitik (IV)?; Eski Tunç (III); Hitit (II) ve Frig (I) Çağları olarak sıralanmıştır. İlk yerleşmenin kurulduğu ana toprak Alaca Höyük'ün coğrafi yapısından kaynaklanan konglomera(çakıltaşı) cinsinde bir yığıntının üzerinde gerçekleştirilmiştir (Koşay ve Akok 1966).

IV. KÜLTÜR KATI: Ana toprağın üzerine kurulmuş olan ve 1935 yılında başlayan kazılar sonucunda, **Geç Kalkolitik Çağ** olarak adlandırılan bu dönemin, beş yapı katı ile temsil edildiği düşünülmektedir. Ancak; alman arkeolog Winfrind Orthmann, Alişar ve Alaca Höyük'teki bu yapı katlarının Kalkolitik olmadığını, **Eski Tunç I** katına ait olduğunu kanıtlamıştır (Orthmann 1963).

III. KÜLTÜR KATI: Eski Tunç Çağını temsil eden bu kültür katı, dört yapı katından meydana gelmiştir (8.–5. katlar). Son yapı katı bir yangın tabakası ile son bulmuştur.

II. KÜLTÜR KATI : Üç yapı katını kapsayan bu kültür katı, M.Ö. II. Bine aittir. (4.–2. katlar). 3. kat, (a-b) olmak üzere iki safhalıdır. 4. kat ise özellikle kazı alanının doğu kısmında belirlenen kömürleşmiş tabaka ile büyük bir yangın geçirmiştir (Koşay 1965).

Alaca Höyük sfenksli kapı ve iki yanındaki kulelerin kabartmaları bu kültür katına aittir. Ayrıca, mabet-saray diye anılan anıtsal (monumental) yapıda, **Hitit Çağının** en görkemli yapılarından birisidir.

I. KÜLTÜR KATI: Alaca Höyük'teki I. kültür katı olarak tanımlanmış son safha, uzun bir dönemi içermektedir. Bu tabaka, iki safhalı **Frig Çağından, Helenistik, Roma ve Bizans takiben, Osmanlı ve Cumhuriyet Döneminin** ilk yıllarına kadar uzanan bir yerleşim ağına sahiptir. I. yapı katı bu açıdan ele alındığında, yaklaşık 2500–3000 yıllık bir süreci kapsadığı anlaşılmaktadır. Ancak, bu I. yapı katının kazılarından çıkan sonuç, en fazla Frig Dönemine ait kalıntıların olduğu belirtilmektedir.

Bölgede yer alan volkanik kayaçların büyük bir bölümü eski medeniyetler tarafından yer döşemesi, duvar malzemesi olarak, sfenkslerde, kabartmalarda, surlarda temel taşı

ve avlu içerisinde yer döşemesi olarak kullanıldığı belirlenmiştir. Sur duvarları kapılar, kabartmalı taş bloklarla (ortostad) kaplanmıştır.

10.3 Kazı İle İlgili Jeolojik Bulgular

Yapılan saha gözlemleri sonucu çalışma alanımızda yer alan volkanik kayalar ile Alaca Höyük kazı alanında bulunan malzemeler arasında çok büyük benzerlikler belirlenmiştir.

10.3.1 Sfenks ve diğer doğal taşlar

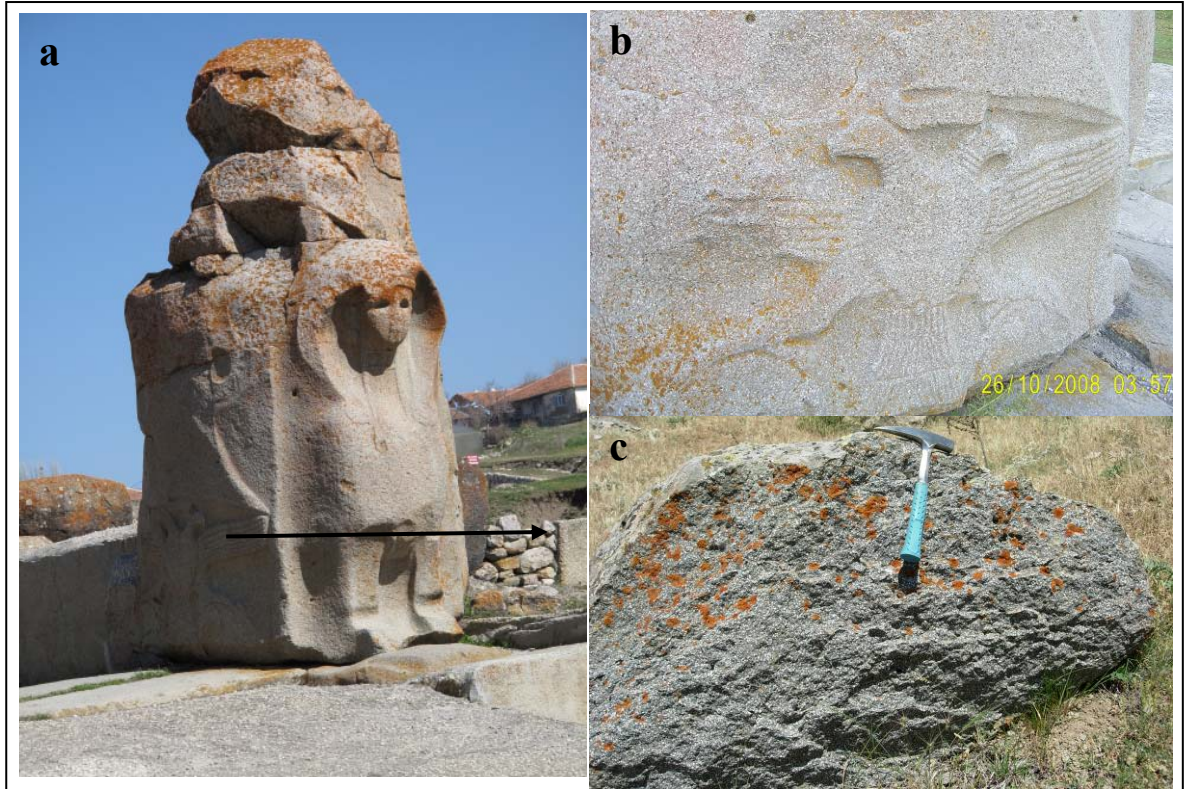
Makroskobik görünüm:

Özellikle kapı girişlerinde yer alan sfenksler, Aditon (Adyton-tapınağın en kutsal odası) alanının duvar taşları, surların temel taşları ve kabartmalı temel taşlar (ortostad), Hitit barajı setindeki bazı taşlar (boğa protomu dahil) incelenmiştir. Bu taşlar (kayaçlar), ilk bakışta mineralojik bileşimleri ve dokusal açıdan Kalınkaya ve Mahmudiye (KaleTepe), Kargın ve Deniz köyleri bölgelerinde yer alan hornblend andezit-dasitik yönelimli hornblend andezit kayaç örnekleriyle çok büyük benzerlikler sunmaktadırlar.

Alaca Höyük kazı alanında “Kapı Girişi” olarak adlandırılan yerin sağında ve solunda sfenksler yer almaktadır (Şekil 10.2). Bunlara yakından bakıldığında, porfirik dokulu yeşil renkte alterasyona uğramış kayalar oldukları görülmektedir (Şekil 10.3). Bu kayaç Alaca Höyük civarında yapılan jeolojik incelemeler sırasında saptanan beş ayrı kayaç türünden biri olan hornblend andezitlere çok benzemektedir. Daha ileride bu kayalardan yapılan ince kesitlerle kayaç adı daha kesin olarak verilecektir.



Şekil 10.2 Giriş kapısının sağında ve solunda yer alan sfenksler



Şekil 10.3.a. Giriş kapısında yer alan sağdaki sfenks, b. Sfenks üzerinde yer alan kabartmalar ve taşın(kayacın) porfirik dokusu, c. Kalınkaya bölgesinin hornblend andeziti

Aditon alanının duvarlarında kullanılan taşlardan büyük çoğunluğu yakından incelendiğinde, bunların da porfirik dokulu, beyaz ve siyah renkli fenokristaller ve yeşil renkli biraz altere volkanik kayalardan oluştuğu görülmüştür (Şekil 10.4). Bu kayalar da hornblend andezitlerdir. Ancak aditon bölgesinde bazı taşların mineralojik ve dokusal açıdan hiçbir şekilde şu ana kadar hornblend andezit olarak tanımlanan kayalara benzemediği görülmektedir (Şekil 10.5). Bu taş (kayaç), incelendiğinde bu kayacın Alaca Höyük'ün kuzeyinde Deniz Köyü yakın civarında Mahkemegediği Tepe civarında ve Kargın köyü yakınlarında izlenen ve dasitik yönelimli hornblend andezitlerin renk, doku ve mineral beraberliğine büyük benzerlikler sunduğu belirlenmiştir (Şekil 10.6).

Bu sfenkslerin sağında solunda sur duvarını oluşturan temel taşları ve kabartmalı temel taşları da yakından bakıldığında bu kayaların da sfenkslerle aynı türden kayalar olduğu rahatlıkla söylenebilir (Şekil 10.8).



Şekil 10.4.a. Aditon alanı, b.c. Aditon alanının duvarlarında kullanılan hornblend andezitler



Şekil 10.5 Aditon alanında bulunan ve makroskobik olarak Kargın hornblend andezitlerine (dasit yönelimli) benzeyen yapı taşı



Şekil 10.6.a. Deniz Köy yakın civarında Mahkemegediği Tepe bölgesinde yer alan dasit yönelimli hornblend andezitin arazideki görünümü, b. Kargın hornblend andezitlerinin (dasit yönelimli) arazide yakından görünümü

Öte yandan Çınaroğlu vd. tarafından basıma verilmiş ve olasılıkla 2009 yılında basılacak olan kitapta baraj gövdesi için **“Bendin batı istikametinde, suyun aktığı yönde ortadaki havuzun kenarında üç adet sunak şeklinde heykel ya da kitabe kaidesi açığa çıkartılmıştır. Dışa doğru hafif meyilli olan kaidelerinden birisi kum,**

ikincisi kireç üçüncü kaide ise, andezittendir. Her üç kaidenin de üstünde dışa doğru 20 cm yüksekliğinde çıkıntı mevcuttur.” denilmektedir. Buradaki kaideler, jeolojik olarak değerlendirildiğinde kumtaşı, kireçtaşı ve andezitten yapılmış olduğu söylenebilir (Şekil 10.7). Bu kaidelerin üzerindeki kabartmalı temel taşları (ortostad) baraj alanından (Gölpınar mevki, Köşkönü) taşınarak kazı alanına getirilmiş ve bir duvar üzerine dizilmiştir (Şekil 10.8). Başta “boğa protomu” olarak adlandırılan heykelde dahil olmak üzere diğer tüm temel taşlarının hornblend andezit olarak belirlenen volkanik kayaç ile mineralojik, dokusal ve renksel açılarından çok büyük benzerlikler sergilediği saptanmıştır.



Şekil 10.7 Baraj alanında yer alan kaideler



Şekil 10.8 Baraj alanından (Gölpınar mevki, Köşkönü) taşınarak kazı alanına getirilen a. Kabartmalı temel taşları (Ortostad), b. Boğa protomu

Kazı alanında avlu olarak adlandırılan bölümün yan duvarlarında mabet sarayı giriş kapısının duvarlarında ve yer döşemesi olarak kullanılan taşlar, gri açık-gri renkli kayalardır (Şekil 10.9). Bu kayaların, Kargın köyü civarındaki ve/veya Deniz Köyünün güneybatısında yer alan Mahkemegeğiği tepe çevresinde gözlenen gri-açık gri renkli plajiyoklaz ve amfibol fenokristallerinden oluşan dasit yönelimli hornblend andezitlere (Şekil 10.6) ait olma olasılığı çok yüksektir. Ayrıca yine avlu içerisinde temel taşı ve yer döşemesi olarak kullanılan taşların bir bölümünün de Mahmudiye Köyü çevresinde yayılım gösteren diyorit porfir kayalarna ait olabileceği belirlenmiştir. Adı geöen yerlerde bu tür kayacın ıkartıldığına dair bir belirtilere rastlanmamıştır.



Şekil 10.9 Mabet sarayındaki kapı girişlerinde kullanılan Deniz Köyü yakın civarında Mahkemegeğiği Tepe bölgesinde yer alan dasit yönelimli hornblend andezit

Kazı alanında avlu olarak tanımlanan kesimde yan duvarlarda ve yer döşemesi olarak boz renkli, bantlar şeklinde limonit-hematit boyalı taşlar görölmektedir (Şekil 10.10-10.11). Bu örnekler çok tipik olarak Narlık Köyü çevresinde ve Ali Ağa piknik alanı civarında yüzeyleşmiş kayalarna aittir (Şekil 10.12). Bu kayalar yapılan tez çalışması sırasında mineralojik-petrografik ve kimyasal olarak riyodasit olarak adlandırılmışlardır.



Şekil 10.10.a. Avlu olarak tanımlanan bölümde yan duvarlarda kullanılan riyodasit kayacı, b. Limonit-hematit boyamalarının yakından görünümü



Şekil 10.11 Avlu olarak tanımlanan bölümde yer döşemesi olarak kullanılan riyodasit kayaçları



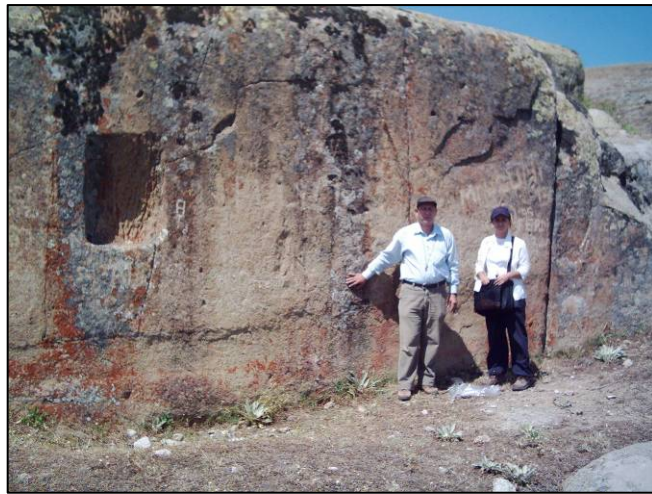
Şekil 10.12 Narlık Köyü çevresinde ve Ali Ağa piknik alanı civarında yüzeylemiş riyodasit kayaçları

Kazı alanındaki taşlar ve eserler üzerinde yapılan bu gözlemler ve kayaç türü benzetmelerinin dışında, kazıda kullanıldığı yönünde çok sağlam veriler elde edilen bu kayaçların getirildiği alanlarla ilgili gözlem, bilgi ve veriler aşağıda sunulmuştur.

Kalınkaya köyünün batısında hornblend andezit olarak haritalanan alan içinde olasılıkla sfenks(?), kaide veya başka bir anıt olmak üzere yontulmaya başlanan ama bilinmeyen bir nedenle yarım bırakılan ham taşlar izlenmektedir (Şekil 10.13). Burada belirlenen başka bir özellik ise, volkanik kayaçların çok düzgün şekilde bir yüzey halinde bulunmasıdır (Şekil 10.14). Andezitlerde bu tür düzgün bir yüzey doğal olarak oluşmamaktadır. Ayrıca zaten duvar gibi olan bu yüzeyde bir taş kesilerek çıkartılmış (veya çıkartılacak) izlenimi veren düzgün oyuk görülmektedir (Şekil 10.14).



Şekil 10.13 Kalınkaya köyünün batısında hornblend andezit olarak haritalanan alan içinde yontulmaya başlanan ama yapımında yarım bırakılan ham taşlar



Şekil 10.14 Kalınkaya köyü batısında çok düzgün bir yüzey halinde bulunan volkanik kayaçlar (hornblend andezit)

Bir başka yarım kalmış eser ise Kale Tepe eteklerinde bulunan ve anıt kaidesi olabileceği (?) düşünülen oyuklu taşlardır (Şekil 10.15). Bu yarım eserlerin kayacı da kuşku götürmez biçimde hornblend andezittir. Kale Tepe eteklerinde bulunmuş olması eğer herhangi bir şekilde başka yerden getirilmemişse Kale Tepe'yi oluşturan kayaç hornblend andezitler olduğuna göre bu alandan çıkartılarak hazırlanmış olmalıdır.



Şekil 10.15 Kaletepe eteklerinde bulunan anıt kaidesi (?) olabileceği düşünülen oyuklu taşlar

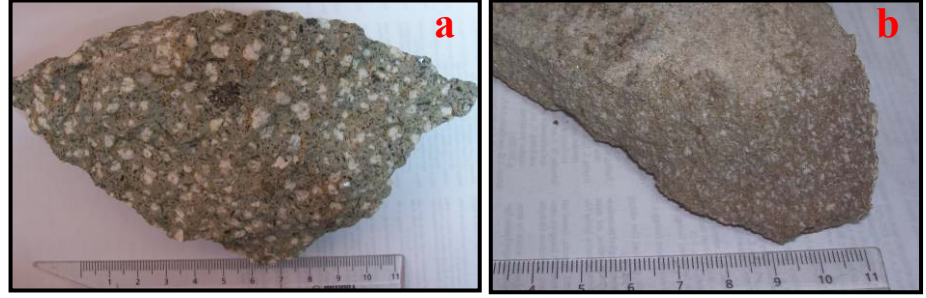
Hornblend andezit kayacından kesilerek hazırlanmış bir diğer buluntu ise, Kalınkaya köyünün doğusunda Ziyaret Tepe'nin kuzeybatısındaki kayaçlarda alterasyonun geliştiği bir bölgede, kenarları ve köşeleri yontulmuş, yüzeyleri düzleştirilmiş, tahta ya da oturağa benzeyen malzemedir (Şekil 10.16). Bunun niçin ve ne amaçla orada bulunduğu, taşınarak oraya getirilip getirilmediği anlaşılamamıştır.



Şekil 10.16 Kalınkaya doğusunda Ziyaret Tepe bölgesinde kenarları ve köşeleri yontulmuş, tahta ya da oturağa benzeyen malzeme

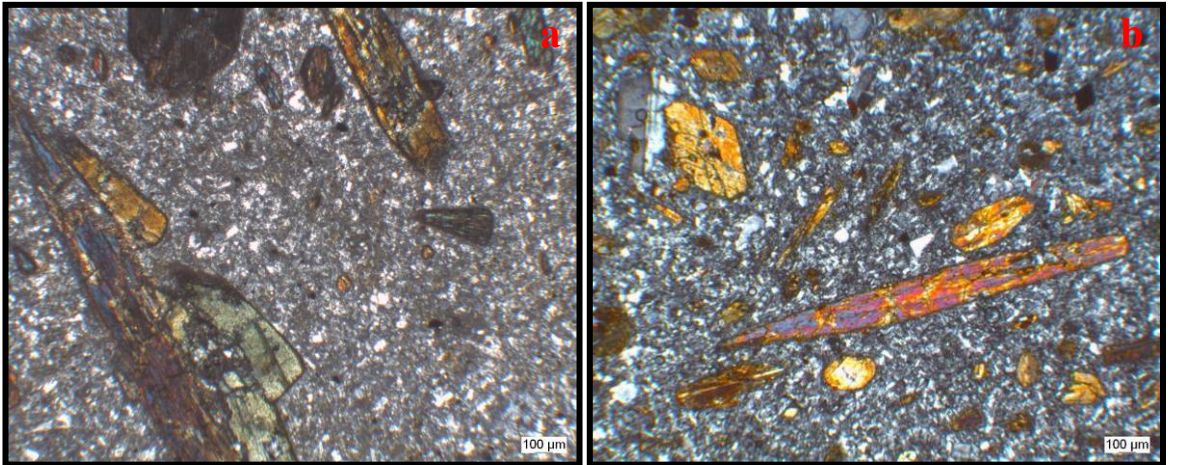
Mikroskobik incelemeler:

Kazı alanında yer alan yapılara ve sfenkslere zarar vermemek için köşelerinden ve kenarlarından kopan parçalardan derlenen iki örnek üzerinde petrografik tanımlamalar yapılmıştır. Bu örneklerden ilki sfenkslere, diğeri ise avluda yer alan duvar taşına aittir (Şekil 10.17).



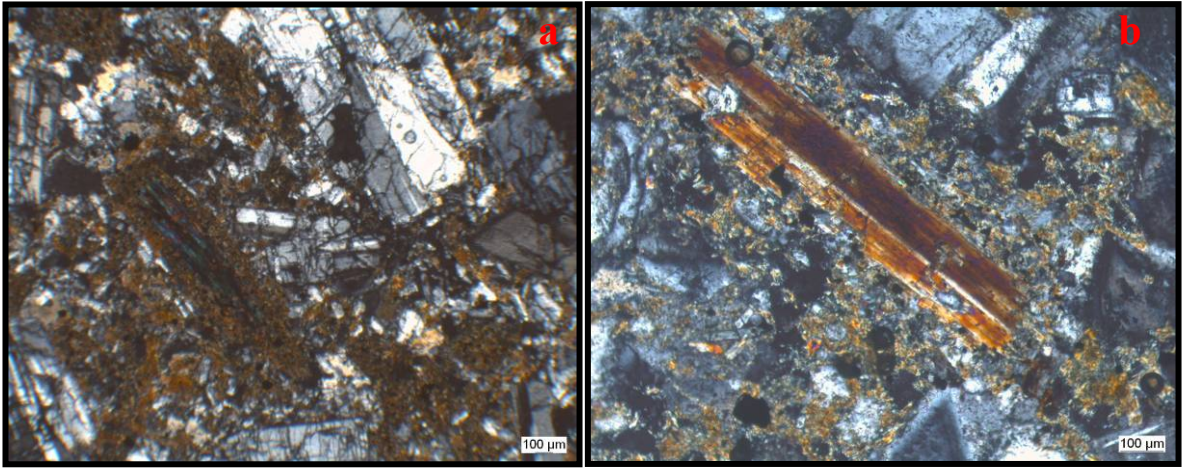
Şekil 10.17.a.Sfenkslerin yapımında kullanılan taş (altere hornblend andezit), b. Avludaki yan duvar taşlarından biri

Sfenkslerin yapıldığı kayacın makroskobik olarak Kalınkaya bölgesinde yer alan hornblend andezitlere benzediği daha önce belirtilmişti. İnce kesitlerde de amfibol ve plajiyoklaz fenokristalleri içerdiği, hamur malzemesinin ise yine Kalınkaya hornblend andezitlerinde olduğu gibi plajiyoklaz mikrolitlerinden ve çok az oranda da volkan camından oluştuğu gözlenmiştir. Sfenkslere ait olan ve Kalınkaya bölgesinden alınmış örneğin ince kesit fotoğrafları Şekil 10.18’de verilmiştir.



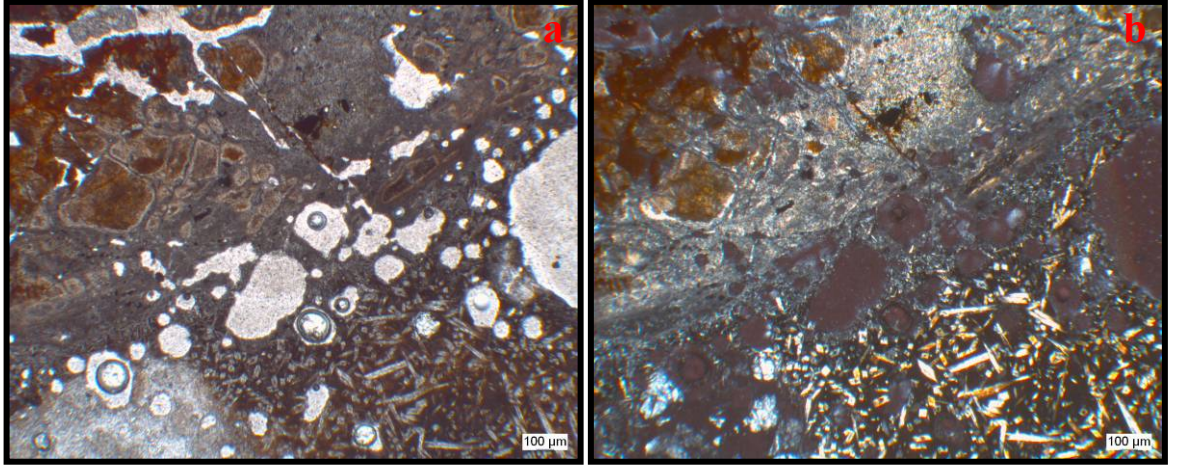
Şekil 10.18.a.Sfenkslerin yapımında kullanılan hornblend andezitin incekesit (çift nikol) görüntüsü, b.Kalınkaya bölgesinde yer alan hornblend andezitlerin incekesit görüntüsü (çift nikol)

Avluda ki yan duvarlarda temel taşı olarak kullanılan örneğin ise çok altere olduğu fakat ilksel özelliklerini koruduğu gözlenmiştir. Kayacın genel dokusu intergranüler doku olup plajiyoklaz, amfibol mineralleri ve çok küçük piroksen mineralleri gözlenmektedir. Mahmudiye bölgesinde küçük bir alanda gözlenen diyorit porfirlerin mineral parajenezi ve kayaç dokusu ile büyük benzerlikler gösterdiği belirlenmiştir. İki örneğe ait olan ince kesit görüntüleri Şekil 10.19’da verilmiştir.



Şekil 10.19.a.Avluda yan duvarlarda kullanılan taşlardan alınan örneğin ince kesit görüntüsü (çift nikol), b. Çalışma alanında Mahmudiye köyü civarında yayılım gösteren diyorit porfir kayacının incekesit görüntüsü (çift nikol)

CUR-5 örneğinin iç kısmında kalıntı halde bulunan ve ana kayacına ait olduğu düşünülen örneğin ince kesiti yapılmıştır (Şekil 10.28). Curufa ait olan bölümde ince uzun prizmatik şekilli mineraller dikkati çekmektedir. İlksel kayacı olduğu düşünülen parçanın ise demiroksitli ve karbonatlı olduğu gözlenmektedir (Şekil 10.20).



Şekil 10.20 CUR-5 örneğinde ilksel kayaca ait olduğu düşünülen bölümün ve curufun ince kesit görüntüsü, a. Tek nikol, b. Çift nikol

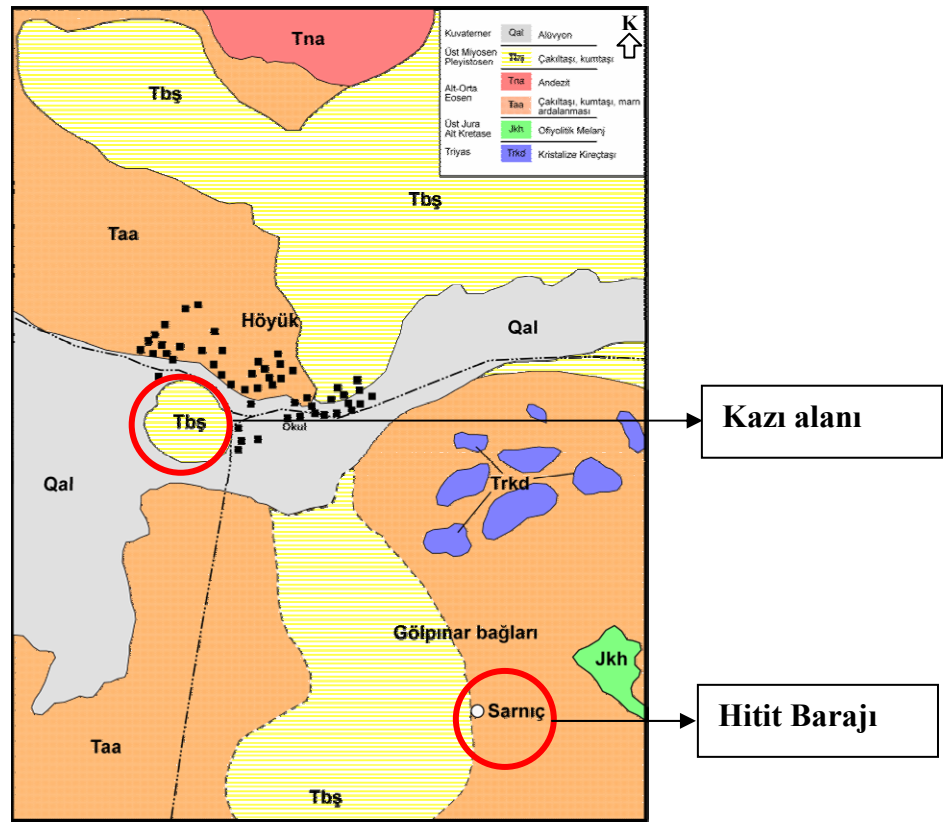
Hitit Barajının (Gölpınar barajı) bazı jeolojik özellikleri:

Alaca Höyük kazı alanın kuş uçuşu yaklaşık 1700 metre güneydoğusunda yer alan Hitit barajı (tarihi adıyla Gölpınar barajı) (Şekil 10.21), düz bir arazi de üzerinde bulunmaktadır. Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı çakıltaşı-kumtaşı ile Eosen yaşlı çakıltaşı birimleri arasındaki sınırdaki olduğu görülmektedir. Çınaroğlu vd. 2009 (kitap olarak basılmak üzere) tarafından yazılan kitapta barajın tabanı ile ilgili olarak “*Alaca Höyük Hitit Barajı gövdesindeki bataklık görünümündeki toprağın yaklaşık 25.000 metreküplük bölümü, temizlenmiştir. Bu temizlikten sonra, baraj gövdesinin, andezit ve konglomera kayaların içine oyularak yapıldığı ve taş dolgu set ve diğer üç yönden taş duvarlarla çevrelendiği anlaşılmıştır.*” bilgisi yer almaktadır. Baraj hakkında tarafımızca ayrıntılı jeolojik çalışma henüz yapılmamıştır. Ancak verilen bilgiler değerlendirildiğinde baraj rezervuarının tabanında andezit ve konglomeraların olduğu ifade edilmektedir. Baraja suyun bugün bile tabandan kaynayarak geldiği görüldüğünden suyun çıkış noktalarının andezitlerle konglomeralar arasındaki dokanak olma olasılığı yüksektir. Tabandaki kayaların isimlendirilmelerinin de doğru olması kuvvetle olasıdır. Burada barajın genel görünümü (Şekil 10.21), 1/25 ölçekli jeoloji haritasında Alaca Höyük civarının görüntüsü (Şekil 10.22) ve Google Earth’den indirilerek sunulan görüntüsü (Şekil 10.23) sunulmuştur. Jeolojik haritadaki birimler dikkate alındığında Eosen yaşlı çakıltaşlarının baraj tabanında bulunma olasılığı çok

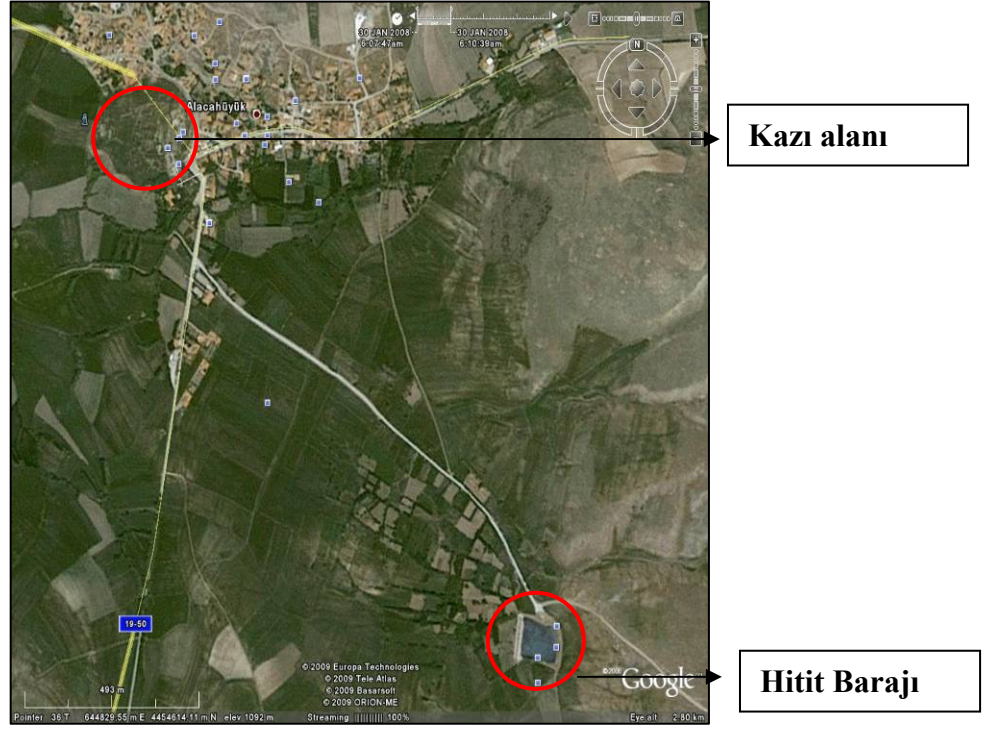
yüksektir. Çakıltaşlarının andezitler tarafından kesildiği daha önceki jeolojik çalışmalarda belirlendiğinden böyle bir dokanağın olma olasılığı yükselmektedir.



Şekil 10.21 Alaca Höyük Gölpınar mevkiinde yer alan barajın genel görünümü



Şekil 10.22 Alacahöyük ve çevresinin 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası (Ateş 1987)



Şekil 10.23 Barajın genel görünümü

10.3.2 Madencilik çalışmaları ve curuflar

Alaca Höyük kazı çalışmaları sırasında çeşitli kültür katlarında maden elde edilmesi sırasında oluşan çeşitli görünümde ve metalik element içeriğinde curuflar bulunmuştur. Kazı heyetinden tarafından bu curufların hangi Kültür katlarını temsil ettiği belirtilmiştir.

Kazı alanında, curufların çoğu Alaca Höyük II. Kültür katı ve III. Kültür katında maden atölyesi olarak düşünülen kesimde bulunmuştur. Burası sfenksli kapı girişinin 150 metre kuzeyinde yer almaktadır (Şekil 10.24). Bu alanda metal elde etmeye yarayan fırınlar da bulunmuştur (Şekil 10.25).



Şekil 10.24 Atölye olarak düşünülen alanın görüntüsü. Güneyden kuzeye bakış. Fırınlar (F) aşağıda ayrıntılı olarak resimlenmiştir

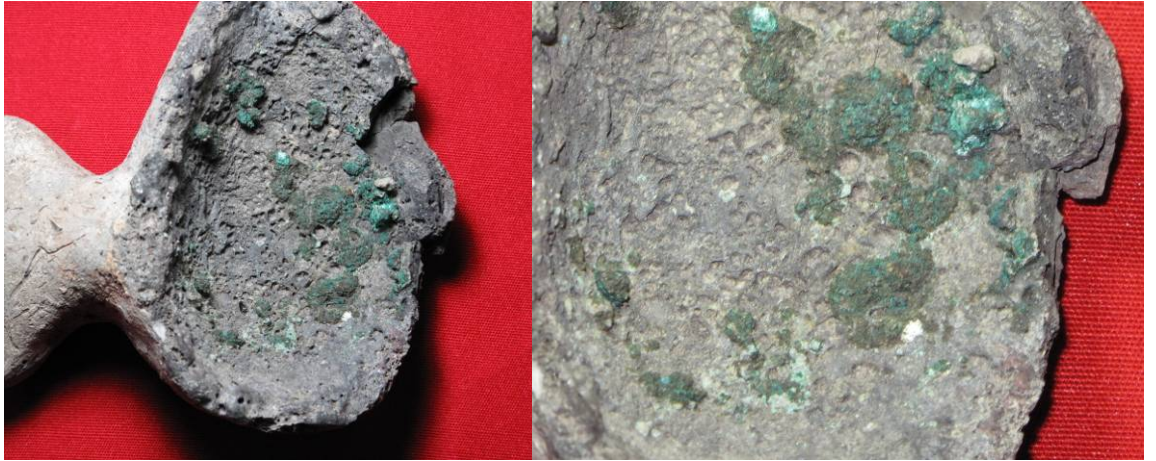


Şekil 10.25 Atölye'de yer alan fırınların (F) görüntüsü (Şekil 10.24'de yer alan fırınlardan daha fazla sayıda olmasının nedeni fotoğrafın daha sonraki kazı evresinde çekilmiş olmasıdır)

Kazı alanından ayrıca cevher hazırlamada kullanıldığı sanılan öğütme taşları ve içinde bakırın oksitlenmesi sonucu yeşil renk almış metal artıkları içeren potalar da bulunmuştur (Şekil 10.26 - 10.27).



Şekil 10.26.a.Hornblend andezitten yapılmış ezme taşı, b.Maden atölyesinde bulunan oluklu taş



Şekil 10.27 İçinde bakır eriyiklerinin oksitlenmesi sonucu yeşil renkli bakır oksit kalıntıları izlenen potalar

Bulunan curuflardan 8 tanesi metalik içeriklerini saptamak üzere Kanada ACME laboratuvarlarına gönderilerek analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Çizelge 10.1’de sunulmuştur.

CUR-1, 6, 7 numaralı ve demir curufu örnekleri III. Kùltür katına, diğer curuf örnekleri (CUR- 2,3,4,5) ise II. Kùltür katına aittir (Şekil 10.28 - 10.29). 1 numaralı curuf (CUR-1) çok küçük bir parça olduğu için, curufun tamamı analize gönderilmiştir.



Şekil 10.28 Analizi yapılan bazı curuf örneklerinin fotoğrafları



Şekil 10.29 Analizi yapılan demir curufu

Demir curufunun (Şekil 10.29) ana element değerlerine bakınca Fe'in % 61,60 oranında olduğu gör÷lmektedir. Curufta bu kadar demir kaldığına göre kazanılan demir oranı daha yüksek olmalıdır. Curufta demirin bu oranda yüksek olması da aynı zamanda ham cevherden demirin büyük kısmını kazanma yönünde çok başarılı olunmadığını

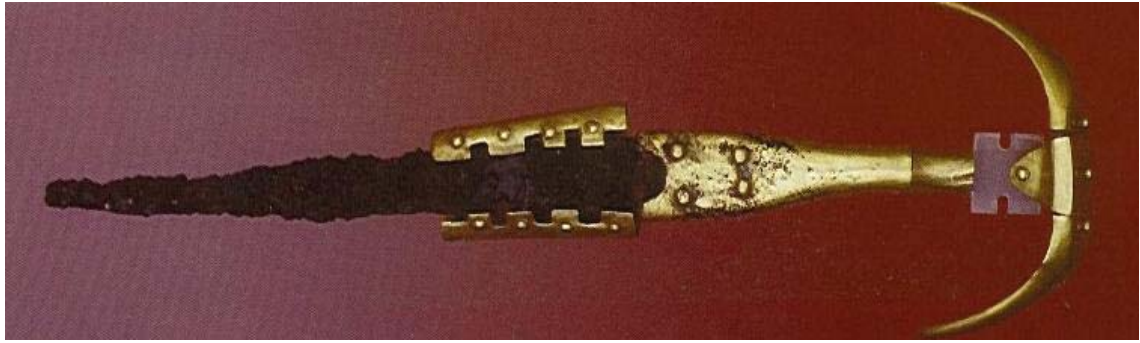
göstermektedir. Bu curufta Cr, Ni, Co ve V değerleri 41-124 ppm arasındadır. Ayrıca Cu, 92 ppm civarında iken As ve Sb değerlerinde (sırasıyla 66 ve 3 ppm civarı) hafif yükselmeler ve bunlara eşlik eden 101 ppb (0,1 ppm) Ag değeri görülmektedir. Bu değerlerden demir elde edilen ham cevherde Cr, Ni, Co ve V değerlerinin bir miktar var olduğu, bu nedenle de ham cevherin mafik kökenli bir kayaçtan türemiş olabileceğini düşündürmektedir. Buna karşın biraz Cu, As, Sb ve Ag ise ham cevher içinde hidrotermal bazı cevher elementi gelimlerinin olabileceği izlenimini vermektedir.

III. Kültür katına ait olduğu bildirilen CUR-1, 6 ve 7 örnekleri birlikte değerlendirildiğinde, ana element değerlerinden Fe'in % 2,2 ile 32,1 arasında olduğu görülmektedir. CUR-1 ve CUR-7'de bu oran 10-32 arasında olup yüksektir. Her üç örneğinde Cr, Ni, Co ve V değerleri yaklaşık 18-125 ppm arasındadır ve biraz yüksektir. Ama bu curuflarda en çarpıcı değer Cu sonuçlarındadır. >10000 ppm değerleri % 1'den fazla bakırı göstermektedir. Bu elementin yanı sıra Pb-Zn değerleri de (46-4274 ppm) arasında çok yüksektir. Bunlara 150-230 ppb (0,15-0,23 ppm yada gram/ton) değerlerle Au eşlik etmektedir. Ag ise daha yüksek olup 2000-9000 ppb (2-9 gr/ton) değerleri arasındadır. Ayrıca özellikle CUR-1'de As, Sb, Bi, Cd, Hg, Tl, Se ve Te değerlerinde biraz artmış değerler cevherin kökeni yönünde bazı fikirler vermektedir. Bu curufa ait cevherin, Cu ve Fe değerlerindeki yüksekliğe ilaveten S değerinin 1,48 (aslında SO₂ hesaplanırsa % 3'e yakın) olması kalkopirit cevher minerali olduğunu kuvvetle varsaydırmaktadır. Zn'de ki yükseklik sfaleritinde buna eşlik edebileceğini, ayrıca As, Sb, Bi, Hg, Tl, Se, Te ve Au ile Ag değerleri ham cevherin polimetallik olduğunu ve hidrotermal cevher parajenezi içeriğini akla yakın getirmektedir. Zn yükselince Cd'da artmaktadır.

II. Kültür katı olan Hitit Çağından alındığı belirtilen CUR-2, 3, 4 ve 5 numaralı curuflara (Şekil 10.27) bakıldığında, bunların III. Kültür katı curuflarından çok farklı olduğu görülmektedir. Bu curuflarda Fe dahil ana elementlerde hiç yükselme yoktur. Cr ve V değerleri III. Kültür Katı curuflarındaki değerlerin yarısı kadardır. Co benzer değerler sunarken, Ni değerleri 70-189 ppm arasındadır. Hitit Çağı curuflarında bazen Pb 730 ppm'lere çıkmakta ancak Au ve Ag yüksek değerlerdedir (0,3 ppm Au ve 6,8 ppm Ag). Bu örneklerde dikkati çeken elementler ise W ve Sn'dır. W değerleri 70

ppm'lerden 100 ppm'lerin üzerinde yüksek değerlerdir. Sn ise 48 ppm civarlarına kadar çıkmaktadır. Bu curufların ham cevherlerinde W ve Sn'ca zenginlik söz konusudur. Ancak Au ve Ag ile biraz Pb'da bulunmalıdır. Ham cevher karakter olarak III. Kültür Katı (Eski Tunç Çağı) curuflarından farklıdır. Sn değerleri ise tunç üretmek için gerekli kalaya işaret edebilir.

Sonuç olarak bulunan maden atölyesi fırınlar, potalar ve curuflardan burada cevher üretimi yapıldığı anlaşılmaktadır. Kazılar sırasında demir curuflarının bulunduğu yerde demir bir hançer bulunmuştur (Şekil 10.30).



Şekil 10.30 Demir curufu ile aynı yerde bulunan (III. Kültür katı) demir uçlu hançer.

CUR-2, 3, 4, 5 örneklerinin çıktığı kültür katında (II. Kültür Katı) ise çok sayıda tunç saç tokaları, iğneler ve altın süs eşyaları bulunmuştur (Şekil 10.31 - 10.32). Tunç saç tokaları ve altın süs eşyaları buradaki atölyelerin ürünleri olabilir.



Şekil 10.31 CUR-2, 3, 4, 5 örneklerinin çıktığı kültür katında (II. Kültür Katı) bulunan tunç iğneler



Şekil 10.32 Altın süs eşyaları

Çizelge 10.1 Curuf örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları

Örnek No		Al %	Mg %	Na %	K %	Ca %	P %	S %	Ti %	Fe %	Mn ppm	Cr ppm	Ni ppm	Co ppm	V ppm	Pt ppb	Pd ppb	Sc ppm
CUR-5	II. Kültür Katı	0.35	1.01	0.074	0.08	1.25	0.209	<0.02	0.037	1.34	157	27.4	189.4	20.1	7	<2	10	0.7
CUR-4		1.84	0.44	0.237	0.11	2.92	0.105	<0.02	0.044	0.99	155	19.2	78.9	13.1	15	13	12	1.4
CUR-3		2.61	0.50	0.321	0.12	2.88	0.213	<0.02	0.070	1.62	323	23.9	70.2	19.2	12	<2	<10	1.7
CUR-2		0.48	0.59	0.107	0.15	1.34	0.167	<0.02	0.061	1.02	196	25.1	100.1	27.6	17	<2	<10	0.9
CUR-7	III. Kültür Katı	1.27	0.42	0.096	0.09	1.21	0.042	0.16	0.070	10.25	288	53.1	90.8	18.1	60	<2	29	4.2
CUR-6		2.26	0.36	0.194	0.13	1.57	0.054	<0.02	0.067	2.20	395	64.3	60.1	17.9	34	<2	16	6.4
CUR-1		0.86	0.51	0.043	1.10	1.45	0.439	1.48	0.034	32.1	267	49.1	49.6	26.4	125	-	-	2.6
DEMİR CUR		0.98	0.91	0.031	0.52	1.68	0.234	0.10	0.028	31.60	297	64.2	124.0	44.5	41	<2	17	2.7

Örnek No		Ba ppm	Sr ppm	Zr ppm	Rb ppm	Y ppm	Nb ppm	Hf ppm	La ppm	Ce ppm	Ga ppm	Ge ppm	Re ppb	In ppm	Be ppm	Li ppm	Cs ppm	B ppm
CUR-5	II. Kültür Katı	25.1	33.2	4.6	1.2	3.96	0.42	0.06	6.5	10.7	1.0	<0.1	<1	<0.02	0.2	10.3	0.04	<20
CUR-4		38.2	81.6	5.9	1.6	5.08	0.25	0.11	7.2	12.6	5.7	0.1	2	<0.02	0.4	6.7	0.05	<20
CUR-3		38.6	116.8	1.8	1.6	7.36	0.25	0.03	10.2	17.7	6.0	<0.1	2	<0.02	0.3	7.6	0.05	<20
CUR-2		29.6	35.2	2.6	5.1	5.46	0.39	0.03	7.9	13.9	1.1	<0.1	2	<0.02	0.3	5.7	0.12	<20
CUR-7	III. Kültür Katı	132.3	52.5	11.6	1.4	7.24	0.44	0.26	10.6	19.1	3.8	0.3	2	4.23	0.2	3.1	0.08	<20
CUR-6		120.1	66.0	9.2	7.5	11.43	0.15	0.17	15.4	23.4	4.7	<0.1	1	0.04	0.4	5.9	0.44	<20
CUR-1		63	136.2	-	-	-	-	-	4.6	-	4.6	-	-	-	-	-	-	<20
DEMİR CUR		98.0	106.1	5.3	8.4	3.72	0.19	0.14	5.3	10.9	8.5	0.3	2	<0.02	0.2	10.4	0.31	28

Örnek No		Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Au ppb	Ag ppb	As ppm	Sb ppm	Bi ppm	Cd ppm	Hg ppb	Tl ppm	Se ppm	Te ppm	W ppm	Sn ppm	U ppm	Th ppm
CUR-5	II. Kültür Katı	72.53	730.53	7.4	352.5	6870	4.8	0.66	0.10	<0.01	<5	<0.02	<0.1	0.02	73.6	48.3	0.3	1.0
CUR-4		31.58	0.73	9.9	9.0	44	4.8	0.10	0.03	<0.01	<5	<0.02	0.3	0.08	70.7	0.4	0.2	1.0
CUR-3		46.52	0.61	16.3	6.8	88	4.1	0.05	<0.02	<0.01	<5	<0.02	0.3	0.02	>100.0	5.8	0.2	1.5
CUR-2		27.26	0.74	9.3	88.9	227	6.0	0.11	<0.02	0.01	<5	<0.02	0.2	0.03	>100.0	1.1	0.3	1.4
CUR-7	III. Kültür Katı	>10000.00	46.12	748.6	153.2	2270	9.2	0.88	0.04	1.17	<5	0.06	1.7	0.14	16.1	1.0	1.4	1.9
CUR-6		25.18	4.87	14.9	2.0	29	4.6	0.18	0.10	0.06	<5	0.06	0.3	<0.02	32.3	0.8	0.3	3.0
CUR-1		>10000.00	199.84	4274.1	229.8	8588	208.7	3.72	0.56	1.98	19	0.32	2.7	2.69	8.6	-	1.3	1.0
DEMİR CUR		92.25	4.04	32.0	9.6	101	66.2	3.09	0.06	0.04	<5	0.03	0.2	0.05	61.6	1.6	0.2	1.2

11. SONUÇLAR

Çalışma alanından alınmış örnekler üzerinde yapılan jeolojik, mineralojik, petrografik ve jeokimyasal çalışmalarla elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir.

1. İnceleme alanında yer alan kayaçlar, içerdikleri mineral parajenezlerine ve jeokimyasal özelliklerine göre beş ayrı gruba ayrılmıştır. Bu kayaçlar, ojit andezit-I ($52,1 \pm 1,6$ My), riyodasit ($51,4 \pm 1,4$), diyorit porfir ($46,7 \pm 1,3$), hornblend andezit ($43,6 \pm 0,9$), ojit andezit-II ($41,4 \pm 1,4$) olarak belirlenmiştir.
2. Ojit andezit-I kayacı ojit, enstatit, plajiyoklaz (An_{40-66} , Ab_{33-66}), riyodasit kayacı biyotit, plajiyoklaz (Ab_{58-68} , An_{29-42}), daha az oranda da kuvars mineralinden, diyorit porfir kayacı piroksen, amfibol, plajiyoklas minerallerinden, hornblend andezit kayacı amfibol, biyotit ve plajiyoklaz (Ab_{46-74} , An_{24-53}) minerallerinden ve ojit andezit-II kayacı ise ojit, enstatit ve plajiyoklaz (Ab_{16-52} , An_{44-70}) minerallerinden oluşmaktadır.
3. Yapılan mineral kimyası çalışmaları sonucu plajiyoklaz minerallerin de salınımlı, süngerimsi, hücremsi zonlu doku, elek dokusu, aynı kayaç içerisinde bulunan plajiyoklaslarda belirlenen ters ve normal zonlanma, biyotit etrafında amfibol minerallerinden oluşan reaksiyon kuşağı, bu kayaçların oluşumunda fraksiyonel kristalleşme ve magma karışımı süreçlerinin etkili olduğunu göstermektedir. Hornblend andezitlerde gözlenen amfibol minerallerinin çermakit ve magnezyumlu hornblend olduğu, klinopiroksenlerin ojit, otopiroksenlerin ise enstatit bileşiminde olduğu belirlenmiştir.
4. Çalışma alanında yer alan volkanik kayaçların mineral birlikteliklerinden ve mineral kimyası analiz sonuçlarından yararlanarak jeotermometre ve jeobarometre hesaplamaları yapılmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda ojit andezit-I kayaçlarında yer alan minerallerin 4,2-12,2 kbar basınç ve ortalama 1150 °C sıcaklıkta, hornblend andezit kayaçlarında yer alan minerallerin 3,4-9,2 kbar basınç, 791-851 °C sıcaklıkta, ojit andezit-II de yer alan minerallerin ise 8,5-10,4 kbar basınç ve 1160 °C sıcaklık değerleri arasında olduğu belirlenmiştir.

5. Toplam alkali-SiO₂ diyagramına göre bölgedeki kayaçların andezit, dasit ve riyolit bileşimindedir. Örneklerini tümünün traki andezit ve trakidasit alanına yaklaştıkları hatta bazılarının trakiandezit alanında oldukları görülmektedir. Jeokimya çalışmaları ile kayaçların orta potasyumlu ve kalkalkalin karakterde olduğu belirlenmiştir.

6. Ana element, eser ve nadir toprak element sonuçlarına göre, kayaçların oluşumunda fraksiyonel kristalleşme sürecinin etkili olduğu fakat aynı zamanda magma karışımı ve kabuksal kirlenmenin de gözlemlendiği belirlenmiştir.

7. Çalışma alanında yer alan volkanik kayaçların tümü HFS element değerlerine göre yüksek LIL ve LREE element değerlerine sahiptir. Ta, Nb ve Ti'deki negatif anomaliler dalma-batma etkileşimi ve kabuksal kirlenmenin de kayaçların oluşumunda önemli bir süreç olduğunu göstermektedir.

8. Çalışma alanı içerisinde bulunan volkanik kayaçların, Eosen zaman aralığında Sakarya Kıtası ve Kırşehir Kıtasının çarpışması ile gelişen dalma-batmaya bağlı olarak fraksiyonel kristalleşme, magma karışımı ve kabuksal kirlenme süreçleri ile birlikte, 25-30 km derinlikteki litosferik bir kaynak olan spinel lertzolit % 15-35 arasında gerçekleşen kısmi ergimesi sonucu oluştuklarını göstermiştir.

9. Alaca Höyük kazısı sırasında ortaya çıkartılan özellikle kapı girişlerinde yer alan sfenksler, Aditon (Adyton-tapınağın en kutsal odası) alanının duvar taşları, surların temel taşları ve kabartmalı temel taşların(ortostad), Kalinkaya ve Mahmudiye (KaleTepe), Kargın ve Deniz köyleri bölgelerinde yer alan kayaçlarla karşılaştırıldıklarında, makroskobik ve mikroskobik incelemelere göre hornblend andezit ve dasitik yönelimli hornblend andezit kayaç örnekleriyle çok büyük benzerlikler sundukları belirlenmiştir. Ayrıca Mahmudiye köyü civarında gözlenen diyorit porfir kayacı da eski uygarlıklar tarafından kullanılmıştır.

10. Kazı alanında bulunan curuflardan 8 tanesi metalik içeriklerini saptamak üzere kimyasal analizleri yapılmıştır. CUR-1, 6, 7 numaralı ve demir curufu örnekleri III.

Kültür katına, diğer curuf rnekleri (CUR- 2,3,4,5) ise II. Kültür katına aittir. Bu sonuçlara göre II. Kültür katında bulunan curuflarda Pb, W, Sn, Au ve Ag yüksek değerler göstermektedir. Sn değerleri ise tunç üretmek için gerekli kalaya işaret edebileceği düşünülmektedir. III. Kültür katında bulunan curuflarda ise Fe, Cu, As, Sb, Pb, Zn ve Ag yüksek değerler sunmaktadır. Ham cevherin olasılıkla polimetalik bir cevher olarak kalkopirit ve belki sfaleriti içerebileceği, ayrıca As, Sb, Bi, Hg, Tl, Se, Te ve Au ile Ag değerlerinin de hidrotermal cevher parajenezi içeriğini düşündürdüğü söylenbilir.

KAYNAKLAR

- Akarsu, İ. 1962. Çorum bölgesinin jeolojisi. TJK Bülteni, 7(1), 19-29.
- Alpan, T. 1968. Bayat (Çorum) kuzeybatısının jeoloji etüdü. MTA Rapor No: 6822.
- Altherr, R., Henjes-Kunst, F., Puchelt, H. and Baumann, A. 1988. Volcanism in the Red Sea axial trough-Evidence for a large mantle diapir? *Tectonophysics*, 150, 121-133.
- Arık, R.O. 1937. Türk Tarih Kurumu Tarafından Yapılan Alaca Höyük Hafriyatı 1935'teki Çalışmalar ve Keşiflere ait ilk Rapor, s.2, Ankara.
- Ateş Ş., Erkal T., Bulut A., Olgun Ş., Mutlu G., Osmañealebiođlu R. ve Özata A. 2002. Çorum kenti ile merkez ilçesinin yerbilim verileri ve doğaı afet kaynakları, MTA Genel Müd. Rap., No: 10553.
- Ateş, M. 1987. Çorum H33 paftası 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası, MTA Genel Müd., yayınlanmamış.
- Başçoban M. 1968. Çağşak Köyü (Çorum) Bakır Madeni, MTA Ens. Rap., No:409, Ankara
- Bektaş O. 1976. Çorum-Çağşak ve Eşme sahalarının bakır olanakları hakkında jeoloji raporu, MTA Ens. Rap., No:1599.
- Bertrand, P. and Mercier, J. C. 1985/86. The mutual solubility of coexisting ortho- and clinopyroxene: toward an absolute geothermometer for natural system?: *Earth & Planet. Sci. Lett.*, v. 76, no. 1/2, p. 109-122.
- Birgili, S., Yoldaş, R. ve Ünalın, G. 1975. Çankırı - Çorum havzasının jeolojisi ve petrol olanakları, MTA Ens. Rap., No:5621.
- Blundy, J.D. and Holland, T.J.B. 1990 Calcic amphibole equilibria and a new amphibole-plagioclase geothermometer: *Contrib. Mineral. Petrol.*, v. 104, no. 2, p. 208-224.
- Bozkurt, E. 1990. Geology of the Almus fault zone (AFZ) (Almus-Tokat). MSc. Thesis, Middle East Technical University, Geology Engineering Department, Ankara, Turkey.
- Brey, G. P. and Köhler, T. 1990. Geothermobarometry in four phase Iherzolites, part II: new thermobarometers, and practical assessment of existing thermobarometers: *Jour. Petrology*, v. 31, no. 6, p. 1353-1378.
- Chaffey, D.J., Cliff, R.A., and Wilson, B.M. 1989. Characterization of the St. Helena magma source. In Saunders, A.D., and Norry, M.J. (Eds.), *Magmatism in the Ocean Basins*. Geol. Soc. Spec. Publ. London, 42:257-276.

- Chen, C. and Frey, F.A. 1985. Trace element and isotopic geochemistry of lavas from Haleakala Volcano, East Maui, Hawaii: Implications for the origin of Hawaiian basalts, *Jour. Geophys. Res.*, 90, B10, 8743-8768.
- Cohen, R. S. and O'Nions, R. K. 1982. The lead, neodymium, and strontium isotopic structure of ocean ridge basalts. *J. Petrol.*, 23: 299-324.
- Crawford, M.B. and Windley, B.F. 1990. Leucogranites of the Himalaya/ Karakoram, magmatic evolution within collisional belts and the study of collision-related Leucogranite petrogenesis. In: Le Fort, P., Pearce, J.A., and Pecher, A. (Eds.) *Collision magmatism. J. Volcan. Geothermal Res. Spec. Issue*, v. 44 (1/2), 1-19.
- Demirer, A., Özçelik, Y. ve Özkan, R. 1992. Çankırı-Çorum havzasındaki Eosen volkanitlerinin petrografisi. TPAO Raporu, Arşiv No: 1810.
- DePaolo, D.J. and Daley, E.E. 2000. Neodymium isotopes in basalts of the southwest basin and range and lithospheric thinning during continental extension, *Chemical Geology*, 169, 157-185.
- Dosso, L., and Murthy, V. R., 1980. A Nd isotopic study of the Kerguelen Island: inferences on enriched oceanic mantle sources. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 48:268-276.
- Duru, M. 1993. Ortaköy (SE Çorum) yöresinin jeolojik incelenmesi. H.Ü Fen Bilimleri Enst., Doktora Tezi, 270s.
- Edwards, C., Menzies, M. and Thirwall, M. 1991, Evidence from Muriah, Indonesia, for the interplay supra-subduction zone and intra-plate processes in the genesis of the potassic alkaline magmas, *Journal of Petrology*, 32, 3, 555-592.
- Ellam, R.M., Hawkesworth C.J., Menzies M.A. and Rogers N.W. 1989. The volcanism of southern Italy : the role of subduction- and relationship between potassic and sodic alkaline magmatism. *J.Geophys.Res.*, 94, 4589-4601
- Erdoğan, B., Akay, E., and Uğur, M. S. 1996. Geology of the Yozgat region and evolution of the collisional Çankırı Basin. *International Geology Review*, 38, 788-806.
- Ersoy H., Katipoğlu B., Hazinedar H. ve Sarı İ. 1994. Çorum yöresi maden envanteri etütleri jeoloji raporu, MTA Ens. Rap. No: 43174.
- Esat, K. 2004. Çankırı-Eldivan Arasının Stratigrafisi Ve Tektoniği. A.Ü Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, 57s.
- Fitton, J.G., James, D., Kempton, P.D., Ormerod, D.S. and Leeman, W.P. 1988. The role of lithospheric mantle in the generation of late Cenozoic basic magmas in the Western United States, *Journal of Petrology, Special Issue*, 331-349.

- Frey F.A. 1980. The origin of pyroxenites and garnet pyroxenites from Salt Lake Crater, Ohau, Hawaii: trace element evidence. *American Journal of Science*, 280-A, 427-449.
- Genç Ş., Kurt, Z., Küçümen, Ö., Cevher, F., Saraç, G., Acar, Ş., Bilgili, C., Şenay M. ve Poyraz, N. 1991. Merzifon (Amasya) dolayının jeolojisi. MTA Ens. Rap., No: 9527.
- Gill, J.B. 1981, *Orogenic andesites and Plate tectonics*, Springer - Verlag, New York, 138 p.
- Goldstein, S.L., O'Nions, R.K., and Hamilton, P.J. 1984. A Sm-Nd isotopic study of atmospheric dusts and particulates from major river systems, *Earth and Planetary Science Letters* 70, 221-236, 1984.
- Görmüş, T. 2009. Ankara (Gölbaşı Güneydoğusu-Sincan) Volkanitlerinin Petrolojisi ve Jeokimyası, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (yayınlanmamış).
- Görür, N., Oktay, F.Y., Seymen, İ and Şengör, A.M.C. 1984. Palaeotectonic evolution of the Tuzgölü Basin complex, central Turkey: sedimentary record of a Neotethyan closure. In: Dixon, J.E. & Robertson, A.H.F. (eds) *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean*. Geol Soc., London, Spec. Pub., 17, 467–482.
- Görür, N., Tüysüz, O. and Şengör, A.M.C. 1998. Tectonic evolution of the central Anatolian basins, *International Geology Review*, 40, 831- 850.
- Güleç, N. 2001. Magmatik Kayaçların İzotop Jeokimyası, Boztuğ, D. ve Otlu, N. (editörler), *Magmatik Petrojenez*, TÜBİTAK Lisans Üstü Yaz Okulu, 7-12 Haziran 2001, Akçakoca-Düzce, 332-365.
- Hakyemez, Y. Barkurt, M.Y., Bilginer, E., Pehlivan, Ş., Can, B., Dağcı, Z. ve Sözeri, B. 1986. Yapraklı-Ilgaz-Çankırı-Çandır dolayının jeolojisi. MTA raporu, No: 7966.
- Hamilton, W.J. 1842. *Researches in Asia Minor, Pontus and Armenia*. s.382 London.
- Hamilton, P.J., Evenson, N.M., O'Nions, R.K. and Tarney, J. 1979. Sm-Nd Systematics Of Lewisian Gneisses: Implications For The Origin Of Granulites. *Nature*, 277, 25-28.
- Hammarstrom, J. M. and Zen, E. 1986, Aluminium in hornblend: an empirical igneous geobarometer, *Am. Mineralogists*, 71, 1297-1313.
- Harris, C., Whittingham, A.M., Milner, S.C., and Armstrong, R.A. 1990. Oxygen isotope geochemistry of the Karoo and Etendeka volcanic provinces of Southern Africa: *South African Journal of Geology*, v. 98, p. 126–139.

- Hawkesworth, C.J., Norry, M.J., Roddick, J.C., Baker, P.E., Francis, P.W. and Thorpe, R.S. 1979b. $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ and incompatible element variations in calc alkaline andesites and plateau lavas from South America. *Earth Planet. Sci. Lett.* 42, 45-57.
- Hawkesworth, C.J., Hammill, M., Gledhill, A.R., van Calsteren, P. and Rogers, G. 1982. Isotope and trace element evidence for late-stage intra-crustal melting in the High Andes. *Earth Planet. Sci. Lett.* 58, 240-254.
- Hawkesworth, C.J., O'Nions, R.K. and Arculus, R.J. 1979a. Nd- and Sr-isotope geochemistry of island arc volcanics, Grenada, Lesser Antilles. *Earth Planet. Sci. Lett.* 42, 237-248.
- Hawkesworth, C.J., O'Nions, R.K., Pankhurst, R.J., Hamilton, P.J. and Evensen, N.M. 1977. A geochemical study of island arc and back arc tholeiites from the Scotia Sea. *Earth. Planet. Sci. Lett.*, 36, 253-262.
- Herzberg, C. T. and Chapman, N. A. 1976. Clinopyroxene geothermometry of spinel-lherzolite. *Am. Mineral.*, 61, 626-637.
- Hickey, F., Frey, A., Rosemary, L. and David, C.G. 1986. Multiple source basaltic arc rocks from southern volcanic zone of the Andes (34 to 410S): Trace element and isotopic evidence for contributions from subducted oceanic crust, mantle and continental crust, *Jour. Geophys. Res.*, 91, B6, 5963-5983.
- Hofmann, A. W. and White, W. M. 1982. Mantle plumes from ancient oceanic crust. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 27:421-436.
- Hollister, L. S., Grissom, G. C., Peters, E. K., Stowell, H. H. and Sisson, V. B., 1987, Confirmation of the empirical correlation of Al in hornblende with pressure of solidification of calc-alkaline plutons, *Am. Mineralogists*, 72, 231-239.
- Huang, Y., Hawkesworth, C., Smith, I., Calsteren, P. and Black, P. 2000. Geochemistry of late Cenozoic basaltic volcanism in Northland and Coromandel, New Zealand: implications for mantle enrichment processes, *Chemical Geology*, 164, 219-238.
- Irvine, T.N. and Baragar, W.R.A. 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences* 8, 523-548.
- Ito, E., White, W.M. and Göpel, C. 1987. The O, Sr, Nd and Pb isotope geochemistry. *Chem. Geol.*, 62, 157-176.
- İmik, M ve Arbas, A. 1995. Alaca (Çorum) Doğusunun Jeolojisi. MTA Gn. Müd. Rap., No: 9930, Ankara
- Johnson, M. C. and Rutherford, M. J. 1989, Experimental calibration of an aluminium in hornblende geobarometer applicable to calc-alkaline rocks, *EOS*, 69, 1511.

- Karabiyikoğlu, T. 2000. Çankırı-Çorum havzasının Geç Senozoyik tektono-sedimanter evrimi. Yüksek Lisans Tezi (basılmamış), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karadenizli, L. 1999. Çankırı-Çorum Havzasındaki Orta Eosen-Erken Miyosen Tortullarının Sedimentolojisi, A.Ü Fen Bilimleri Ens, Doktora Tezi, 251 s.
- Karadenizli, L. Saraç, G., Şen, Ş., Seyitoğlu, G., Antoine, P. O., Kazancı, N., Varol, B., Alçıçek, M. C., Gül, A., Erten, H., Esat, K., Özcan, F., Savaşçı, D., Antoine, A., Filoreau, X., Hervet, S., Bouvrain, G., De Bonis, L. ve Hakyemez, H. Y. 2004. Çankırı-Çorum havzasının batı ve güney kesiminin memeli fosillere dayalı Oligo-Miyosen biyostratigrafisi ve dolgulama evrimi. MTA Rapor no: 10706.
- Karadenizli, L. Seyitoğlu, G., Saraç, G., Kazancı, N., Şen, Ş., Hakyemez, Y. ve Savaşçı, D. 2003. Çankırı-Çorum Havzası batı kenarının Erken-Orta Miyosen paleocoğrafik evrimi. MTA dergisi, 126; 69-86.
- Karadenizli, L., ve Kazancı, N. 2000. Çankırı-Çorum Havzasındaki Paleo-Yükselti Ve Alt Havzalar, Cumhuriyetin 75. Yıldönümü Yerbilimleri Ve Madencilik Kongresi, MTA, 209-227.
- Kay, M.S., Mpodozis, C., Ramos, V. and Munizaga, F. 1991. Magma Source Variations for Mid-late Tertiary Magmatic Rocks Associated with a Shallowing Subduction Zone and a Thickening Crust in the Central Andes (28 to 330S), Geol. Soc. Am., Special Paper, 265, 113-137.
- Kaymakçı, N. 2000. Tectono-stratigraphical evolution of the Çankırı basin (Central Anatolia Turkey). PhD Thesis, Univ. Utrecht. Geologia Ultraiectina, no: 190, 247p.
- Kaymakçı, N., Özçelik, Y., White, S.H. and Van Dijk, P.M. 2001. Neogene tectonic development of the Çankırı basin (Central Anatolia, Türkiye). TPJD Bülteni, 13, 27-56.
- Kazancı, N., Şen, Ş., Seyitoğlu, G., Bonis, L., Bouvrain, G., Araz, H., Varol, B. and Karadenizli, L. 1999. Geology Of A New Late Miocene Mammal Locality İn Central Anatolia, Turkey, C.R. Acad. Sci. Paris, Sciences De La Terre Et Des Planetes, Earth and Platenary Sciences, 329, 503-510.
- Kempton, P. D., Dungan, M. A. and Blanchard, D.P. 1987. Petrology and geochemistry of xenolith-bearing alkalic basalts from the Geronimo Volcanic Field, southeast Arizona: evidence for polybaric fractionation and implications for mantle heterogeneity. Geological Society of America, Special Paper 215, 347-370.
- Kempton, P.D., Fitton, J.G., Hawkesworth, C.J. and Ormerod, D.S., 1991, Isotopic and trace element constraints on the composition and evolution of the lithosphere beneath the Southwestern United States, Journal of Geophysical Research, 96, B8, 13713-13735.

- Keskin, M., Genç, Ş.C. and Tüysüz, O. 2008. Petrology and geochemistry of post-collisional Middle Eocene volcanic units in North-Central Turkey: Evidence for magma generation by slab breakoff following the closure of the Northern Neotethys Ocean. *Lithos*, 104(1-4), 267-305.
- Kılıç, M. 1973. Çorum Çağşak köyü, AR:17/115 ruhsat nolu sahanın jeoloji raporu, MTA Ens. Rap., No:M-147, Ankara.
- Koçyiğit, A. 1991a. An example of accretionary forearc basin from northern central Anatolia and its implications for the history of subduction of Neo-Tethys in Turkey. *Geological Society of America Bulletin*, 103, 22-36.
- Koçyiğit, A. 1991b. Changing Stress Orientation İn Progressive İntracontinental Deformation As İndicated By The Neotectonics Of The Ankara Region (NW Central Anatolia). *TPJD Bullten*, 3(1), 43-55.
- Koçyiğit, A. 1992. Southward-Vergent İmbricate Thrust Zone İn Yuvaköy: A Record of The Latest Compressional Event Related To The Collisional Tectonic Regime in Ankara-Erzincan Suture Zone. *TPJD Bullten*, 4(1), 111-118.
- Koçyiğit, A., Türkmenoğlu, A., Beyhan, A., Kaymakçı, N. and Akyol, E. 1995. Post-collisional tectonics of Eskişehir-Ankara-Çankırı segment of İzmir-Ankara-Erzincan suture zone (IAESZ): Ankara Orogenic Phase. *TPJD Bülteni*, 6, 69-86.
- Koşay, H.Z. 1951. Türk Tarih Kurumu Tarafından Yapılan Alaca Höyük Hafriyatı 1937–1939 Daki Çalışmalara ve Keşiflere Ait İlk Rapor, s.5, Ankara.
- Koşay, H.Z. 1965. Alacahöyük Kılavuzu, Milli Eğitim Bakanlığı Eski Eserler ve Müzeler Genel Müdürlüğü, 1–16
- Koşay H.Z. ve Akok, M. 1966. Türk Tarih Kurumu Tarafından Alaca Höyük Kazısı 1940–1948'deki Çalışmalara ve Keşiflere Ait İlk Rapor. Ankara
- Le Bas, M.J., Le Maitre, R.W., Streckeisen, A. and Zanettin, B. 1986. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *Journal of Petrology* 27, 745-750.
- Leake, B.E., Woolley, A. R., Arps, C. E. S., Birch, W. D., Gibert, M. C., Grice, J. D., Hawthorne, F. C., Kato, A., Kisch, H. J., Krivovichev, V. G., Linthout, K., Laird, J., Mandarino, J., Maresch, W. V., Nickel, E. H., Rock, N., M., S., Schumacher, J. C., Stephenson, N. C. N., Whittaker, E. J. W. and Youzhi, G. 1997. Nomenclature of Amphiboles: Report of the Subcommittee on Amphiboles of the International Mineralogical Association Commission on New Minerals and Mineral Names, *Mineralogical Magazine*, 61, 295-321.
- Leeman, W.P. and Hawkesworth, C.J. 1986. Open magma systems: trace element and isotopic compositions. *J. Geophys. Res.*, 91 B6, 5901-5912.

- Lindsley, D. H. 1983. Pyroxene thermometry, *American Mineralogists*, 68, 477-493.
- McCulloch, M.T. and Gamble, J.A. 1991. Geochemical and geodynamic constraints on subduction zone magmatism. *Earth and Planetary Science Letters*, 102, 358-374.
- McDonough, W.F. 1990. Constraints on the composition of the continental lithospheric mantle, *Earth and Planetary Science Letters*, 101, 36909.
- McKenzie, D. and O'Nions, R.K. 1995. The source regions for ocean island basalts. *Journal of Petrology*, 36, 133-160.
- McKenzie, D.P. and O'Nions, R.K. 1991, Partial melt distributions from inversion of rare earth element concentration, *Journal of Petrology*, 32, 1021-1091.
- Medaris, G., Wang, H., Jelinek, E., Mihaljevic, M. and Jakes, P. 2005. Characteristics and origins of diverse Variscan peridotites in the Gfohl Nappe, Bohemian Massif, Czech Republic, *Lithos*, 82, 1-23.
- Menzies, M.A., Kyle, P.R., Jones, M. and Ingram, G. 1991. Enriched and depleted source components for tholeiitic and alkaline lavas from Zuni-Bandera, New Mexico: Inferences about intraplate processes and stratified lithosphere. *Journal of Geophys. Res.* 96, B8, 13645-13671.
- Meschede, M. 1986. A method of discriminating between different types of mid-ocean ridge basalts and continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram. *Chemical Geology* 56, 207-263.
- Miyashiro, A. 1978. Nature of alkalic rock series, *Contrib. Mineral Petrol.*, 66, 91-104
- Morimoto, N. 1988. Nomenclature of Pyroxenes, *Bull. Mineral.*, 111, 535-550
- Nakamura, Y. and Kushiro, I. 1970. Equilibrium relations of hyperstene, pigeonite and augite in crystallizing magmas: microprobe study of pigeonite andesite from Weiselberg, Germany. *American Mineralogists*, 55, 1999-2015.
- Nehru, C. E. and Wyllie, P. J. 1974. Electron microprobe measurement of pyroxenes coexisting with H₂O-undersaturated liquid in the join CaMgSi₂O₆-Mg₂Si₂O₆-H₂O at 30 kilobars with applications to geothermometry. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 48, 222-228.
- Nimis, P. 1999. Clinopyroxene geobarometry of magmatic rocks. Part 2. Structural geobarometers for basic to acid, tholeiitic and mildly alkaline magmatic systems. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 135, 62-74.
- O'Nions, R. K., Hamilton, P. and Evensen, N. 1977. Variations in ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd and ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr ratios in oceanic basalts. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 34:13-22.

- Ormerod, D.S., Rogers, N.W. and Hawkesworth, C.J. 1988. Melting in the lithospheric mantle: Inverse modelling of alkali olivine basalts from the Big Pine volcanic field, California, *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 108, 305-317.
- Orthmann, W. 1963. Das Graberfeld Bei Ilica, Wiesbaden 32–39; 14–2.
- Özcan, A., Erkan, A., Keskin, A., Oral, A., Özer, S., Sümence, M. ve Tekeli, O. 1980. Kuzey Anadolu Fayı- Kırşehir masifi arasının temel jeolojisi, MTA Ens. Rap., No: 6722.
- Özcan, F., Karadenizli, L., Şen, Ş., Saraç, G. and Seyitoğlu, G. 2007. Lithostratigraphy and mammalian fossil content of Lower Miocene deposits in the western part of the Çankırı basin: a test for post-collisional tectonic models of NW central Anatolia. *Geological Bulletin of Turkey*, 50(3), 150-157.
- Pearce, J.A, Harris, N.B.W. and Tindle, A.G.W. 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology* 25, 956-983.
- Pearce, J.A. and Peate D.W. 1995. Tectonic implications of the composition of volcanic arc lavas. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 23, 251-285.
- Pearce, J.A. 1983. Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins. In: Hawkesworth, C.J., Norry, M.J. (Eds.), *Continental Basalts and Mantle Xenolites*. Shiva, Nantwich, 230-249.
- Pearce, J.A., Bender, J.F., De Long S.E., Kidd, W.S.F., Low, P.J., Güner, Y., Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., Moorbath, S. and Mitchell, J.G. 1990. Genesis of collision volcanism in Eastern Anatolia, Turkey, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 44, 189-229.
- Pearce, J.A. and Cann, J.R. 1973. Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. *Earth and Planetary Science Letters* 19, 290-300.
- Peccerillo, A. and Taylor, S.R. 1976. Geochemistry of Eocene calcalkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 58, 63-81.
- Platzman, E.S., Platt, J.P., Tapırdamaz, C., Şanver, M. and Rundle, C.C. 1994. Why are there no clockwise rotations along the North Anatolian Fault Zone? *Journal of Geophysical Research* 99 (B11), 21705-21715.
- Polat, A. 1988. Büyük Polat-Yarımsöğüt (Sungurlu-Çorum) Yöresinde Paleotektonik ve NeoTektonik Geçiş Döneminin İzleri ve Kırıkkale-Erbaa fay zonunun oluşumu, *TPJD Bülteni*, v. ½, 127-140

- Ringwood, A.E. 1990, Slab-Mantle interactions: petrogenesis of intraplate magmas and structure of the upper mantle, *Chemical Geology*, 82, 187-207.
- Savaşçı, D. ve Seyitoğlu, G. 2004. Çankırı havzasına ait Kumartaş ve Hançili formasyonları içerisinde çökeltme ile eş yaşlı yapılar. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 47, 63-73.
- Schmidt, M.W. 1992. Amphibole composition in tonalite as a function of pressure: an experimental calibration of the Al-in-hornblende barometer, *Contrib. Mineral. Petrol.*, 110, 304-310.
- Seyitoğlu, G., Kazancı, N., Fodor, L., Karakuş, K., Araz, H. and Karadenizli, L. 1997. Does Continuous Compressional Tectonic Regime Exist During Late Palaeogene To Late Neogene in NW Central Anatolia, Turkey? Preliminary Observations. *Turkish Journal Of Earth Sciences*, 6, 77-83.
- Seyitoğlu, G., Kazancı, N., Karadenizli, L., Şen, Ş., Varol, B., and Karabıyıkoglu, T. 2000. Rockfall Avalanche Deposits Associated With Normal Faulting In The NW Of Çankırı Basin: Implications For The Post-Collisional Tectonic Evolution Of The Neo-Tethyan Suture Zone. *Terra Nova*, 12, 245-251.
- Shaw, D.M. 1970. Trace element fractionation during anatexis, *Geochimica Cosmochimica Acta*, 34, 237-243.
- Sun, S.S. and McDonough, W.F. 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: Saunders, A.D., Norry, M.J. (Eds.), *Magmatism in Ocean Basins*. Special Publication, vol. 42. Geological Society of London, 313-345.
- Şen, Ş., Seyitoğlu, G., Karadenizli, L., Kazancı, N., Varol, B. and Araz, H. 1998. Mammalian Biochronology Of Neogene Deposits And Its Correlation With The Lithostratigraphy In The Çankırı-Çorum Basin, Central Anatolia, Turkey. *Eclogae Geologicae Helveticae*, 91, 307-320.
- Şenalp, M. 1980. Çankırı-Çorum havzasının Sungurlu bölgesindeki Eosen yaşlı türbidit, olistostrom ve olistolit fasiyesleri. *MTA Dergisi*, 93-94, 27-53.
- Şenalp, M. 1981. Çankırı-Çorum havzasının Sungurlu bölgesindeki karasal formasyonlarının sedimantolojik incelenmesi. *TJK Bülteni*, 24(1), 65-71.
- Şengör A.M.C. and Yılmaz, Y. 1981. Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach, *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Tatar S. ve Boztuğ D. 1997. Magmatik petrojenez çalışmalarında kısmi erime, magma karışımı-asimilasyon, fraksiyonel kristalleşme ve asimilasyon-fraksiyonel kristalleşme süreçlerinin jeokimyasal modellenmesi. *Jeoloji Mühendisliği* 50: 8-22.

- Taylor, S.R. and McLennan, S.M. 1985. The continental crust: its composition and evolution, Blackwell Scientific Publications, 312p.
- Thompson, R.N. and Morrison, M.A. 1988. Asthenospheric and lower lithospheric mantle contributionsto continental extensional magmatism: an example from the British Tertiary Province. *Chemical Geology*, 68, 1-15.
- Turner, S., Arnaud, N., Liu, J., Rogers, N., Hawkesworth, C., Harris, N., Kelley, S., Van Calsteren, P. and Deng, W. M. 1996. Post-collisional, shoshonitic volcanism on the Tibetan Plateau: Implications for convective thinning of the lithosphere and the source of ocean island basalts: *Journal of Petrology*, v. 37, p. 45-71.
- Tüysüz, O. 1985. Kargı Masifi ve Dolayındaki Tektonik Birliklerin Ayırıcı ve Araştırılması (Petrolojik İnceleme): TÜBİTAK-TBAG 521 Proje Raporu, 431 pp. (open file report).
- Tüysüz, O. ve Dellaloğlu, A. A. 1992. Çankırı Havzasının tektonik birlikleri ve jeolojik evrimi, Türkiye 9. Petrol Kongresi Kitabı; 333-349.
- Tüysüz, O. ve Dellaloğlu, A.A. 1994. Orta Anadolu'da Çankırı Havzası ve çevresinin Erken Tersiyer'deki paleocoğrafik evrimi, Türkiye 10. Petrol Kongresi Kitabı; 56-76.
- Tüysüz, O. 1990. Tectonic evolution of a part of the Tethyside orogenic collage: The Kargı massif, Northern Turkey. *Tectonics*, v.9, 141-160.
- Tüysüz, O., Dellaloğlu, A.A. and Terzioğlu, N. 1995. A magmatic belt within the Neo-Tethyan suture zone and its role in the tectonic evolution of northern Turkey, *Tectonophysics*, 243, 173-191.
- Varol, B., Araz, H., Karadenizli, L., Kazancı, N., Seyitoğlu, G. and Şen, Ş. 2002. Sedimentology of the Miocene evaporitic succession in the north of Çankırı-Çorum basin, central Anatolia Turkey. *Carbonates and Evaporites*, 17, 197- 209.
- Varol-Muratçay, E. 2006. Çamlıdere (Ankara Kuzeybatısı) Yöresi Volkanik Kayaçlarının Petrolojisi ve Jeokimyası, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi
- Wedepohl, K.H. 1995. The composition of the continental crust, *Geochimica Cosmochimica Acta*, 59, 1217-1232.
- Wilson, M. 1989. *Igneous Petrogenesis*, Unwin Hyman Ltd., London, UK, 466p.
- Winchester, J.A. and Floyd, P.A. 1977. Geochemical classification of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical Geology* 20, 325-343.

- Wood, B.J. and Banno, S. 1973 Garnet-orthopyroxene and orthopyroxene-clinopyroxene relationships in simple and complex systems. *Contrib. Mineral. Petrol.*,42, 109-124.
- 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 and Planetary Science Letters* 50, 11-30.
- Yalimer, E. 1975. Sivas- Sungurlu arası ofiyolitik kuşakta manganez genel prospeksiyon raporu, MTA Maden Etüt ve Arama Dairesi. Rap. No:31014, Ankara.
- Yılmaz, Y. ve Tüysüz, O. 1984. Kastamonu-Boyabat- Vezirköprü-Tosya arasındaki bölgenin jeolojisi (Ilgaz-Kargı masifinin etüdü): MTA Rap. No: 7838 Ankara.
- Yılmaz, Y., Gürpınar, O., Yiğitbaş, E., Yıldırım, M., Genç, Ş.C., Güner, Ö.F., Elmas, A., Bozcu, M. ve Çalışkan, B.A. 1993. Tokat masifi ve yakın çevresinin jeolojisi. Unpublished Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Rapor No: 3390.
- Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Genç, Ş.C. and Şengör, A.M.C. 1997b. Geology and tectonic evolution of the Pontides. In: Robinson, A.G. (Ed.), *Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region*. Memoir, vol. 68. American Association of Petroleum Geologists, pp. 183–226.
- Yomralıoğlu T. 1977. Yozgat-Çorum Bölgesi Yozgat I33, I34, I35, J34, J35 Çorum H33, Çankırı H32, Kayseri K34, 1/100.000 ölçekli paftaların demir, manganez mineralizasyonunun genel prospeksiyon raporu, MTA Ens. Rap., No:1462.

EKLER

EK 1 Çalışma alanından alınan volkanik kayaç örneklerinin UTM koordinatları

EK 2 Plajiyoklaz mineralleri üzerinde gerçekleştirilmiş mineral kimyası analiz sonuçları

EK 3 Klinopiroksen ve Ortopirosen mineralleri üzerinde gerçekleştirilmiş mineral kimyası analiz sonuçları

EK 4 Hornblend andezitlerde bulunan amfibol mineralleri üzerinde gerçekleştirilmiş mineral kimyası analiz sonuçları

EK 1 Çalışma alanından alınan volkanik kayaç örneklerinin UTM koordinatları

OJİT ANDEZİT-I		
	x	y
CE-35	36642044	4461175
CE-38	36640940	4461531
CA-68	36640940	4459934
CA-69	36641159	4459961
CA-70	36641102	4460113
CA-71	36641104	4460151
CA-78	36643874	4463035
CA-79	36640596	4463347
CA-81	36640238	4463550
CA-83a	36639091	4463007
CA-90	36639118	4460462
CA-91	36639118	4460462
CA-92	36639117	4460718
CA-93	36639110	4460757
CA-94	36638934	4460334
CA-102	36648678	4459124
CA-107	36637995	4464489
CA-108-109	36638009	4464302
CA-111	36637912	4459439
CA-112	36638762	4461763
CA-113	36638488	4461133
CA-114	36635531	4459328
CA-116	36635531	4459328
CA-117	36635531	4459328
CA-119	36635244	4458455
RİYODASİT		
CE-39	36640043	4458877
CE-40	36640758	4457825
CA-52	36640355	4459834
CA-60	36642162	4458900
CA-61	36642035	4458469
CA-62	36641740	4458549
CA-67	36641536	4458203
CA-75	36639387	4458534
CA-82	36640096	4458175
DİYORİT PORFİR		
CE-21	36645964	4459671
CE-22	36645877	4459452
CE-26	36645655	4459936
CE-27	36645333	4460140
CA-120	36645856	4459950

HORNBLEND ANDEZİT		
	x	y
CE-4	36646007	4457499
CE-8	36645766	4457682
CE-9	36645656	4457689
CE-11	36645557	4457490
CE-12	36645573	4457490
CE-13	36645634	4457505
CE-14	36645344	4457577
CE-23	36645853	4459224
CE-24	36645905	4459163
CE-41	36638634	4458338
CE-46	36644656	4457229
CE-47	36644872	4457160
CE-48	36644367	4457020
CA-54	36642800	4457147
CA-56a	36642628	4457302
CA-56b	36642572	4457303
CA-63	36641503	4458303
CA-72	36638458	4457893
CA-73	36638620	4457693
CA-74	36638672	4457591
CA-76	36638895	4458302
CA-77	36643870	4461890
CA-84	36639163	4462600
CA-85	36638493	4462618
CA-89	36639333	4459918
CA-95	36639110	4458707
CA-96	36651104	4458347
CA-99	36650871	4458425
CA-100	36650818	4458468
CA-101	36650468	4458648
CA-103	36639659	4465134
CA-104	36639648	4465175
CA-105	36639700	4465441
CA-106	36639518	4465657
CA-110	36637445	4460028
CA-134	36646988	4458126
OJİT ANDEZİT-II		
CA-123	36643175	4463191
CA-124	36643314	4463103
CA-135	36648505	4458075
CA-136	36643316	4463104
CA-137	36643170	4463195
CA-138	36643170	4463195

EK 2 Plajiyoklaz mineralleri üzerinde gerçekleştirilmiş mineral kimyası analiz sonuçları (m:merkez, k:kenar, mk:merkez ve kenar arasında, mic:mikrolit, inc:kapanım)

**Honblend andezit
CA-73b**

	k	km	m	mk	k	k	m	m	k	k	m	m	k	k	m	m	k
SiO ₂	54,89	57,01	58,75	57,05	57,77	56,79	56,08	56,16	57,18	55,23	55,34	56,05	56,90	56,87	56,07	54,63	55,96
TiO ₂	0,03	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,03	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,06	0,04	0,00	0,03	0,00
Al ₂ O ₃	28,19	26,76	25,69	26,36	26,03	26,50	27,60	27,22	26,29	27,69	27,32	27,68	26,70	26,92	27,20	28,29	27,35
FeO	0,25	0,06	0,21	0,26	0,17	0,13	0,32	0,21	0,18	0,17	0,23	0,22	0,04	0,11	0,13	0,17	0,05
MnO	0,02	0,00	0,00	0,00	0,06	0,01	0,05	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,03	0,00
MgO	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00
CaO	10,76	8,77	7,72	8,86	8,41	8,90	9,94	9,39	8,77	10,34	9,77	9,99	9,17	9,24	9,51	11,14	9,85
K ₂ O	0,10	0,12	0,17	0,19	0,17	0,21	0,08	0,11	0,24	0,10	0,14	0,11	0,15	0,21	0,14	0,12	0,10
Na ₂ O	5,27	6,42	7,18	6,39	6,92	6,38	5,93	6,26	6,52	5,88	6,02	5,84	6,52	6,49	6,20	5,39	6,03
Toplam	99,54	99,16	99,73	99,13	99,51	98,95	100,03	99,34	99,19	99,45	98,84	99,93	99,54	99,95	99,25	99,80	99,34
Si	2,49	2,58	2,63	2,58	2,60	2,57	2,52	2,54	2,58	2,50	2,51	2,52	2,56	2,55	2,53	2,47	2,53
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	1,51	1,43	1,36	1,41	1,38	1,42	1,46	1,45	1,40	1,47	1,46	1,47	1,42	1,42	1,45	1,51	1,46
Fe ²⁺	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,52	0,42	0,37	0,43	0,40	0,43	0,48	0,45	0,42	0,50	0,48	0,48	0,44	0,44	0,46	0,54	0,48
Na	0,46	0,56	0,62	0,56	0,60	0,56	0,52	0,55	0,57	0,52	0,53	0,51	0,57	0,56	0,54	0,47	0,53
K	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Ab	46,70	56,61	62,13	55,99	59,28	55,81	51,67	54,34	56,58	50,42	52,30	51,07	55,77	55,31	53,71	46,36	52,26
Or	0,55	0,67	0,98	1,07	0,93	1,18	0,43	0,64	1,35	0,58	0,79	0,61	0,85	1,16	0,80	0,69	0,56
An	52,75	42,72	36,89	42,94	39,79	43,01	47,90	45,02	42,07	49,01	46,91	48,32	43,38	43,53	45,49	52,95	47,18

EK 2 devam ediyor

**Hornblend Andezit
CA-43**

	k	m	k	k	m	k	k	m	k	m	k	k	km	m	m	mk	k
SiO ₂	56,82	57,91	56,45	62,94	59,50	60,52	59,10	57,16	57,16	55,10	57,32	56,45	57,83	55,04	56,67	59,95	57,41
TiO ₂	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,02	0,00	0,03	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
Al ₂ O ₃	27,05	26,63	27,33	23,61	25,22	24,57	25,89	26,57	26,96	28,16	27,03	26,87	26,34	27,99	27,27	24,98	26,40
FeO	0,27	0,24	0,19	0,14	0,11	0,08	0,23	0,35	0,21	0,26	0,26	0,28	0,14	0,13	0,09	0,26	0,26
MnO	0,00	0,00	0,00	0,07	0,01	0,08	0,00	0,07	0,10	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,03	0,00
MgO	0,01	0,02	0,00	0,04	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,02	0,04	0,01	0,00	0,01
CaO	9,05	8,59	9,75	5,06	6,86	6,58	7,99	8,86	9,05	10,96	9,31	9,24	8,39	10,55	9,76	6,83	8,40
K ₂ O	0,31	0,32	0,16	0,40	0,23	0,24	0,35	0,18	0,28	0,17	0,22	0,30	0,22	0,17	0,16	0,40	0,25
Na ₂ O	6,32	6,58	6,12	8,66	8,05	7,96	6,81	6,70	6,37	5,23	6,23	6,41	6,86	5,72	6,19	7,75	6,69
Toplam	99,85	100,29	99,99	100,93	99,99	100,05	100,41	99,91	100,14	99,94	100,36	99,60	99,89	99,64	100,16	100,20	99,44
Si	2,55	2,59	2,54	2,77	2,64	2,69	2,64	2,56	2,56	2,49	2,57	2,54	2,59	2,48	2,54	2,67	2,58
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	1,43	1,40	1,45	1,22	1,32	1,29	1,36	1,40	1,42	1,50	1,43	1,43	1,39	1,49	1,44	1,31	1,40
Fe ²⁺	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,44	0,41	0,47	0,24	0,33	0,31	0,38	0,43	0,43	0,53	0,45	0,45	0,40	0,51	0,47	0,33	0,40
Na	0,55	0,57	0,53	0,74	0,69	0,69	0,59	0,58	0,55	0,46	0,54	0,56	0,60	0,50	0,54	0,67	0,58
K	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
Ab	54,83	57,05	52,70	73,89	67,11	67,70	59,45	57,19	55,13	45,89	54,09	54,72	58,95	49,04	52,97	65,75	58,18
Or	1,78	1,84	0,89	2,25	1,27	1,35	1,99	1,00	1,60	0,99	1,25	1,66	1,24	0,98	0,89	2,21	1,45
An	43,39	41,11	46,41	23,86	31,62	30,95	38,56	41,81	43,27	53,13	44,66	43,62	39,81	49,98	46,14	32,04	40,37

EK 2 devam ediyor

**Hornblend Andezit
CA-43 (devamı)**

	inc	k	m	k	k	km	mk	m	k	km	m	mk	k	k	m
SiO ₂	63,20	57,70	58,63	58,86	56,99	59,90	56,56	59,78	57,61	54,70	57,63	58,44	59,06	58,09	60,91
TiO ₂	0,00	0,03	0,00	0,00	0,05	0,01	0,03	0,05	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,06
Al ₂ O ₃	24,57	26,43	25,85	25,74	26,78	23,81	26,62	25,39	26,12	28,09	26,71	25,92	25,81	26,08	24,53
FeO	0,13	0,41	0,08	0,15	0,25	0,22	0,05	0,10	0,29	0,29	0,16	0,05	0,08	0,23	0,04
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,00
MgO	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,07	0,00	0,02	0,02	0,00
CaO	5,88	8,82	8,06	7,74	9,06	5,96	8,90	7,38	8,60	10,65	8,81	8,08	7,30	8,08	6,47
K ₂ O	0,38	0,34	0,20	0,22	0,37	1,68	0,20	0,19	0,36	0,11	0,20	0,18	0,14	0,31	0,23
Na ₂ O	8,31	6,54	7,16	7,15	6,47	7,53	6,40	7,48	6,64	5,76	6,76	7,03	7,18	6,72	8,09
Toplam	102,49	100,28	99,98	99,85	99,98	99,14	98,77	100,36	99,73	99,59	100,34	99,69	99,60	99,61	100,33
Si	2,74	2,58	2,62	2,63	2,55	2,69	2,57	2,66	2,59	2,47	2,57	2,62	2,65	2,61	2,70
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	1,26	1,39	1,36	1,36	1,41	1,26	1,42	1,33	1,38	1,49	1,40	1,37	1,36	1,38	1,28
Fe ²⁺	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,27	0,42	0,39	0,37	0,44	0,29	0,43	0,35	0,41	0,52	0,42	0,39	0,35	0,39	0,31
Na	0,70	0,57	0,62	0,62	0,56	0,66	0,56	0,64	0,58	0,50	0,58	0,61	0,62	0,59	0,70
K	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,10	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
Ab	70,38	56,17	60,95	61,78	55,23	63,14	55,90	64,02	57,09	49,14	57,48	60,53	63,52	59,03	68,45
Or	2,13	1,92	1,14	1,27	2,05	9,24	1,12	1,09	2,04	0,63	1,13	1,04	0,80	1,80	1,29
An	27,48	41,90	37,91	36,95	42,72	27,61	42,98	34,89	40,87	50,23	41,39	38,44	35,68	39,17	30,27

EK 2 devam ediyor

**Hornblend Andezit
CA-4**

	k	m	k	k	k	m	k	m	inc	inc	k	m	m	k	k	m	m	k
SiO ₂	58,64	57,71	56,81	65,74	59,02	57,09	57,68	59,18	0,09	0,31	58,73	59,71	58,78	57,44	59,32	59,04	58,15	57,50
TiO ₂	0,01	0,02	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,04	0,01	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	25,57	26,29	26,99	20,62	25,75	27,02	26,11	25,40	0,04	0,07	25,53	24,69	25,08	25,41	25,13	25,03	25,41	26,34
FeO	0,11	0,15	0,16	0,41	0,05	0,15	0,13	0,03	0,10	0,15	0,13	0,09	0,27	0,09	0,13	0,15	0,20	0,24
MnO	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,04	0,00	0,58	1,39	0,01	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05
MgO	0,01	0,00	0,00	0,55	0,04	0,00	0,02	0,01	0,00	0,11	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00
CaO	7,89	8,74	9,33	1,12	7,82	9,24	8,11	7,10	58,24	57,81	7,41	6,80	6,96	7,93	7,32	7,49	7,67	7,98
K ₂ O	0,15	0,19	0,25	3,00	0,17	0,15	0,17	0,20	0,00	0,03	0,20	0,26	0,22	0,15	0,24	0,28	0,22	0,17
Na ₂ O	7,16	6,74	6,21	8,57	7,02	6,38	6,93	7,56	0,03	0,02	7,41	7,82	7,49	7,10	7,48	7,50	7,15	6,92
Toplam	99,53	99,86	99,75	100,11	99,87	100,03	99,18	99,48	59,11	59,92	99,43	99,37	98,82	98,12	99,65	99,50	98,83	99,20
Si	2,63	2,59	2,56	2,91	2,64	2,56	2,60	2,65	0,01	0,02	2,63	2,67	2,65	2,61	2,65	2,65	2,63	2,59
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	1,35	1,39	1,43	1,08	1,36	1,43	1,39	1,34	0,00	0,01	1,35	1,30	1,33	1,36	1,33	1,32	1,35	1,40
Fe ²⁺	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,38	0,42	0,45	0,05	0,38	0,44	0,39	0,34	4,94	4,85	0,36	0,33	0,34	0,39	0,35	0,36	0,37	0,39
Na	0,62	0,59	0,54	0,74	0,61	0,55	0,61	0,66	0,00	0,00	0,64	0,68	0,65	0,63	0,65	0,65	0,63	0,60
K	0,01	0,01	0,01	0,17	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
Ab	61,63	57,65	53,88	76,75	61,28	55,05	60,16	65,10	0,10	0,06	63,68	66,56	65,22	61,30	64,02	63,41	62,00	60,48
Or	0,83	1,05	1,42	17,70	0,97	0,86	0,95	1,13	0,00	0,06	1,12	1,46	1,28	0,86	1,35	1,57	1,28	0,98
An	37,54	41,30	44,70	5,55	37,75	44,09	38,90	33,77	99,90	99,88	35,20	31,99	33,50	37,84	34,64	35,02	36,72	38,54

EK 2 devam ediyor

**Hornblend Andezit
CA-4 (devamı)**

	k	m	m	k	k	m	m	k
SiO ₂	57,24	58,22	56,80	56,15	57,68	58,06	60,29	59,86
TiO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
Al ₂ O ₃	25,93	25,89	26,68	26,98	25,86	25,56	24,42	24,84
FeO	0,21	0,11	0,05	0,07	0,06	0,22	0,13	0,06
MnO	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,04
MgO	0,02	0,00	0,04	0,00	0,02	0,02	0,00	0,01
CaO	8,54	8,00	8,76	9,50	8,18	7,78	6,52	6,51
K ₂ O	0,31	0,15	0,18	0,15	0,20	0,19	0,26	0,24
Na ₂ O	6,65	6,93	6,47	6,26	6,80	7,06	7,72	7,68
Toplam	98,89	99,30	98,98	99,10	98,80	98,88	99,37	99,23
Si	2,59	2,62	2,57	2,54	2,61	2,62	2,70	2,69
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	1,38	1,37	1,42	1,44	1,38	1,36	1,29	1,31
Fe ²⁺	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,41	0,39	0,42	0,46	0,40	0,38	0,31	0,31
Na	0,58	0,61	0,57	0,55	0,60	0,62	0,67	0,67
K	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
Ab	57,45	60,54	56,62	53,96	59,39	61,48	67,15	67,16
Or	1,77	0,88	1,02	0,82	1,13	1,08	1,51	1,38
An	40,78	38,58	42,36	45,22	39,48	37,44	31,34	31,46

EK 2 devam ediyor

Hornblend andezit içinde I. tür anklav

CA-43b

	m	k	k	m	m	k	m	kt	mt	k	mt	k
SiO ₂	54,72	58,00	55,78	51,84	53,99	58,16	55,23	57,11	52,43	59,29	53,99	59,40
TiO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	29,33	23,10	24,29	28,54	28,93	26,64	28,76	26,40	28,43	24,64	29,23	26,26
FeO	0,00	0,58	0,26	0,09	0,21	0,00	0,05	0,38	0,20	0,00	0,13	0,17
MnO	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	11,06	5,82	8,20	12,22	11,09	8,36	10,37	8,67	12,32	6,66	11,55	8,00
K ₂ O	0,37	0,87	0,93	0,47	0,32	0,38	0,22	0,62	0,50	0,54	0,34	0,49
Na ₂ O	4,08	6,33	5,54	3,78	4,02	5,79	4,41	5,55	3,95	6,53	4,13	6,06
Toplam	99,55	94,76	95,00	96,93	98,56	99,33	99,04	98,74	97,91	97,65	99,38	100,39
Si	2,50	2,75	2,65	2,43	2,49	2,64	2,53	2,61	2,43	2,72	2,47	2,67
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	1,58	1,29	1,36	1,58	1,57	1,42	1,55	1,42	1,56	1,33	1,57	1,39
Fe ²⁺	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,54	0,30	0,42	0,61	0,55	0,41	0,51	0,42	0,61	0,33	0,57	0,38
Na	0,36	0,58	0,51	0,34	0,36	0,51	0,39	0,49	0,36	0,58	0,37	0,53
K	0,02	0,05	0,06	0,03	0,02	0,02	0,01	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03
Ab	39,10	62,58	51,88	34,90	38,76	54,31	42,90	51,65	35,65	61,79	38,49	56,10
Or	2,35	5,65	5,70	2,83	2,06	2,36	1,39	3,79	2,95	3,38	2,06	3,01
An	58,55	31,77	42,42	62,27	59,17	43,32	55,71	44,56	61,40	34,83	59,45	40,89

EK 2 devam ediyor

Hornblend andezit içinde I. tür anklav CA-51a **Hornblend andezit içinde II. tür anklav CA-43a**

	m	k	m	k	m	m	m	m	m	m	m	m
SiO ₂	56,10	53,80	54,05	57,80	58,92	55,50	54,48	59,53	57,31	38,13	56,83	59,67
TiO ₂	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,09	0,00	0,00	0,01	3,20	0,30	0,16
Al ₂ O ₃	27,39	27,29	25,88	26,67	26,38	23,83	24,37	26,03	23,03	18,32	24,31	23,97
FeO	0,07	0,10	0,06	0,04	0,17	0,12	0,41	0,29	0,15	11,69	0,16	0,13
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,87	0,00	0,00
CaO	9,40	10,97	9,51	8,76	8,21	7,62	7,78	7,45	5,97	0,13	7,46	5,83
K ₂ O	0,26	0,42	0,42	0,36	0,56	0,70	0,62	0,59	0,95	9,37	0,67	0,67
Na ₂ O	5,03	4,58	5,00	5,62	6,19	6,03	5,90	6,58	6,90	0,42	6,59	7,33
Toplam	98,26	97,19	94,92	99,26	100,43	93,90	93,57	100,52	94,32	98,14	96,33	97,77
Si	2,58	2,51	2,57	2,63	2,64	2,66	2,62	2,66	2,71	1,73	2,64	2,73
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,01	0,01
Al	1,49	1,50	1,45	1,43	1,39	1,34	1,38	1,37	1,29	0,98	1,33	1,29
Fe ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,44	0,01	0,01
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,14	0,00	0,00
Ca	0,46	0,55	0,48	0,43	0,39	0,39	0,40	0,36	0,30	0,01	0,37	0,29
Na	0,45	0,41	0,46	0,50	0,54	0,56	0,55	0,57	0,63	0,04	0,59	0,65
K	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,03	0,06	0,54	0,04	0,04
Ab	48,38	41,92	47,45	52,55	55,80	56,35	55,60	59,37	63,73	6,33	59,10	66,65
Or	1,65	2,55	2,65	2,20	3,31	4,29	3,87	3,51	5,78	92,61	3,94	4,03
An	49,98	55,53	49,90	45,25	40,89	39,35	40,53	37,13	30,48	1,06	36,95	29,32

EK 2 devam ediyor

**Ojit Andezit-I
CA-68**

	k	k	km	m	k	km	m	k	km	km	m	mic	inc	inc	k	km	m
SiO ₂	62,66	56,81	56,30	53,55	59,97	52,28	51,89	54,62	54,67	53,60	54,49	55,52	100,10	67,14	54,67	53,91	55,21
TiO ₂	0,13	0,01	0,00	0,06	0,07	0,03	0,04	0,05	0,09	0,06	0,00	0,08	0,10	0,01	0,06	0,08	0,06
Al ₂ O ₃	21,00	25,02	26,77	28,60	24,14	28,52	29,37	28,37	28,48	28,88	28,19	27,23	0,34	18,53	27,66	28,13	27,69
FeO	0,67	1,33	0,33	0,44	0,63	0,46	0,46	0,46	0,39	0,42	0,43	0,74	0,14	0,47	0,47	0,50	0,52
MnO	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,00	0,02	0,04	0,02	0,00	0,03	0,02	0,00	0,04	0,00	0,07	0,07
MgO	0,01	0,43	0,03	0,07	0,00	0,05	0,04	0,05	0,00	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02	0,03	0,06	0,01
CaO	3,12	8,05	9,03	11,45	6,54	12,05	12,26	11,02	11,16	11,86	10,91	10,18	0,02	0,50	10,61	11,48	10,58
K ₂ O	1,76	0,46	0,38	0,14	0,64	0,21	0,14	0,27	0,27	0,21	0,18	0,36	0,09	6,88	0,27	0,17	0,29
Na ₂ O	8,57	6,46	6,11	5,02	7,68	4,56	4,62	5,00	5,25	4,76	5,07	5,62	0,08	6,58	5,37	4,99	5,43
Toplam	97,91	98,57	98,95	99,36	99,70	98,16	98,82	99,88	100,32	99,82	99,33	99,76	100,86	100,16	99,13	99,38	99,85
Si	2,84	2,59	2,56	2,43	2,68	2,41	2,38	2,47	2,46	2,43	2,48	2,51	4,96	3,01	2,49	2,45	2,50
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	1,12	1,34	1,43	1,53	1,27	1,55	1,58	1,51	1,51	1,54	1,51	1,45	0,02	0,98	1,48	1,51	1,48
Fe ²⁺	0,03	0,05	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,15	0,39	0,44	0,56	0,31	0,60	0,60	0,53	0,54	0,58	0,53	0,49	0,00	0,02	0,52	0,56	0,51
Na	0,75	0,57	0,54	0,44	0,67	0,41	0,41	0,44	0,46	0,42	0,45	0,49	0,01	0,57	0,47	0,44	0,48
K	0,10	0,03	0,02	0,01	0,04	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,39	0,02	0,01	0,02
Ab	74,83	57,63	53,82	43,90	65,59	40,18	40,21	44,39	45,26	41,56	45,21	48,96	52,63	57,81	47,05	43,61	47,37
Or	10,11	2,69	2,23	0,81	3,57	1,19	0,80	1,58	1,54	1,23	1,06	2,05	41,55	39,78	1,56	0,97	1,65
An	15,05	39,68	43,96	55,30	30,84	58,63	58,99	54,04	53,20	57,21	53,73	48,99	5,82	2,40	51,39	55,42	50,98

EK 2 devam ediyor

**Ojit Andezit-I
CA-83e**

181

	k	km	m	k	km	mk	m	k	km	mk	m	k	km	mk	m
SiO ₂	56,71	54,02	53,84	54,74	53,16	53,22	53,98	56,29	53,02	52,40	54,34	55,42	54,61	52,67	50,60
TiO ₂	0,05	0,02	0,02	0,04	0,02	0,00	0,00	0,05	0,00	0,05	0,04	0,10	0,00	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	26,96	28,21	28,32	27,31	28,31	28,28	27,83	26,67	28,52	28,89	27,36	27,18	27,70	28,76	29,91
FeO	0,59	0,49	0,45	0,65	0,57	0,44	0,50	0,59	0,50	0,49	0,49	0,48	0,38	0,48	0,33
MnO	0,00	0,00	0,00	0,06	0,08	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,08	0,07	0,00
MgO	0,04	0,02	0,05	0,00	0,05	0,02	0,01	0,03	0,01	0,06	0,00	0,05	0,02	0,02	0,03
CaO	9,54	11,59	11,18	10,43	11,22	11,10	10,91	9,44	11,70	12,28	10,15	9,99	10,24	11,95	13,08
K ₂ O	0,40	0,27	0,24	0,28	0,28	0,30	0,28	0,33	0,23	0,17	0,34	0,38	0,36	0,24	0,11
Na ₂ O	5,94	5,01	5,15	5,30	4,91	4,88	5,08	5,93	4,81	4,11	5,51	5,56	5,35	4,51	3,74
Toplam	100,22	99,62	99,25	98,81	98,60	98,23	98,61	99,33	98,79	98,44	98,22	99,15	98,75	98,69	97,79
Si	2,55	2,45	2,45	2,50	2,44	2,45	2,47	2,55	2,43	2,42	2,49	2,52	2,49	2,42	2,35
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	1,43	1,51	1,52	1,47	1,53	1,53	1,50	1,42	1,54	1,57	1,48	1,46	1,49	1,56	1,64
Fe ²⁺	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,46	0,56	0,54	0,51	0,55	0,55	0,54	0,46	0,57	0,61	0,50	0,49	0,50	0,59	0,65
Na	0,52	0,44	0,45	0,47	0,44	0,43	0,45	0,52	0,43	0,37	0,49	0,49	0,47	0,40	0,34
K	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
Ab	51,74	43,19	44,82	47,14	43,44	43,50	44,98	52,20	42,09	37,34	48,56	49,08	47,56	40,02	33,86
Or	2,30	1,53	1,37	1,64	1,64	1,76	1,65	1,88	1,32	1,02	1,99	2,20	2,13	1,38	0,63
An	45,95	55,28	53,81	51,22	54,91	54,74	53,36	45,92	56,59	61,64	49,45	48,72	50,32	58,60	65,51

EK 2 devam ediyor

**Ojit Andezit-I
CA-83e (devamı)**

CA-102b

	k	km	mk	m	k	km	mk	m	mic	k	km	m	k	km	mk	m
SiO ₂	55,95	52,21	53,82	51,09	54,19	55,59	55,52	53,76	56,72	56,09	55,98	54,28	57,18	52,84	54,03	53,25
TiO ₂	0,09	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,01	0,05	0,02	0,00	0,02	0,00
Al ₂ O ₃	27,21	29,20	27,95	30,06	28,21	27,61	27,43	28,03	26,48	26,68	26,48	27,58	25,40	28,82	28,22	28,76
FeO	0,53	0,36	0,36	0,34	0,40	0,34	0,45	0,48	0,40	0,67	0,52	0,38	0,56	0,39	0,48	0,39
MnO	0,06	0,00	0,04	0,01	0,00	0,08	0,00	0,06	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
MgO	0,00	0,04	0,03	0,05	0,03	0,03	0,04	0,03	0,02	0,01	0,05	0,08	0,00	0,02	0,10	0,04
CaO	10,01	12,74	11,07	13,61	10,86	10,08	10,23	11,21	9,17	9,50	9,40	10,45	8,14	11,80	11,15	11,47
K ₂ O	0,31	0,20	0,28	0,16	0,25	0,26	0,22	0,19	0,39	0,40	0,25	0,23	0,51	0,20	0,16	0,18
Na ₂ O	5,77	4,29	5,10	3,81	5,11	5,70	5,68	5,16	6,23	5,97	6,09	5,46	6,47	4,59	4,95	4,80
Toplam	99,93	99,04	98,67	99,12	99,04	99,68	99,59	98,95	99,42	99,32	98,77	98,51	98,27	98,67	99,12	98,88
Si	2,52	2,39	2,46	2,34	2,47	2,51	2,51	2,45	2,56	2,54	2,55	2,48	2,61	2,42	2,46	2,44
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,001	0,001	0,00	0,00	0,00	0,002	0,001	0,00	0,001
Al	1,45	1,58	1,51	1,62	1,52	1,47	1,46	1,51	1,41	1,42	1,42	1,49	1,37	1,56	1,52	1,55
Fe ²⁺	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
Ca	0,48	0,63	0,54	0,67	0,53	0,49	0,50	0,55	0,44	0,46	0,46	0,51	0,40	0,58	0,54	0,56
Na	0,50	0,38	0,45	0,34	0,45	0,50	0,50	0,46	0,55	0,52	0,54	0,48	0,57	0,41	0,44	0,43
K	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01
Ab	50,14	37,43	44,75	33,33	45,30	49,80	49,49	44,95	53,93	51,99	53,21	47,99	57,21	40,84	44,14	42,63
Or	1,76	1,12	1,59	0,91	1,45	1,51	1,26	1,07	2,24	2,30	1,41	1,30	2,99	1,18	0,96	1,04
An	48,10	61,45	53,66	65,76	53,25	48,69	49,25	53,97	43,83	45,71	45,38	50,71	39,80	57,98	54,90	56,34

EK 2 devam ediyor

**Ojit Andezit-I
CA-92**

CA-80

	m	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO ₂	62,63	57,06	54,17	57,07	58,79	52,4567	57,069	53,958	53,397	57,43	56,896
TiO ₂	0,00	0,00	0,24	0,00	0,07	0,00083	0,0011	0,0009	0,0009	0,088	0,0009
Al ₂ O ₃	24,48	28,49	27,30	28,22	24,87	28,1974	28,218	29,471	28,344	26,09	27,314
FeO	0,54	0,51	0,59	0,36	0,83	0,73101	0,3617	0,5392	0,6444	2,392	0,5404
MnO	0,00	0,22	0,00	0,00	0,17	0,00113	0,0013	0,0012	0,0012	0,003	0,0012
MgO	0,00	0,01	0,00	0,04	0,00	0,00038	0,0373	0,0004	0,0004	0,417	0,0078
CaO	7,41	10,10	10,83	10,34	7,17	11,5061	10,34	12,055	11,161	9,115	9,427
K ₂ O	0,51	0,48	0,57	0,55	0,82	0,47788	0,5534	0,434	0,4413	0,42	0,5356
Na ₂ O	5,21	5,20	4,79	5,27	6,75	4,0126	5,2722	4,1562	4,4556	5,541	5,4056
Toplam	100,77	102,07	98,50	101,85	99,47	97,384	101,85	100,62	98,446	101,5	100,13
Si	2,83	2,53	2,49	2,53	2,65	2,45	2,53	2,44	2,46	2,57	2,57
Ti	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	1,30	1,49	1,48	1,48	1,32	1,55	1,48	1,57	1,54	1,37	1,45
Fe ²⁺	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02	0,09	0,02
Mn	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
Ca	0,36	0,48	0,53	0,49	0,35	0,58	0,49	0,58	0,55	0,44	0,46
Na	0,46	0,45	0,43	0,45	0,59	0,36	0,45	0,36	0,40	0,48	0,47
K	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03
Ab	54,04	46,86	42,96	46,45	60,01	37,55	46,45	37,43	40,82	51,05	49,29
Or	3,47	2,84	3,35	3,21	4,78	2,94	3,21	2,57	2,66	2,55	3,21
An	42,49	50,30	53,69	50,34	35,21	59,51	50,34	60,00	56,52	46,41	47,50

EK 2 devam ediyor

**Ojit Andezit-II
CA-123**

	m	k	mic	m	k	m	k	m	k	mic
SiO ₂	50,87	52,51	57,04	48,94	52,95	53,51	54,76	50,48	53,49	56,55
TiO ₂	0,25	0,13	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	30,53	28,48	25,24	32,95	29,22	29,73	29,49	32,55	30,44	26,31
FeO	0,40	0,45	0,63	0,86	1,09	0,63	0,84	0,31	0,58	0,89
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00
MgO	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,05	0,02	0,01
CaO	14,00	11,64	8,89	15,95	12,02	11,81	11,15	15,05	12,60	8,66
K ₂ O	0,43	0,45	0,80	0,25	0,35	0,37	0,30	0,38	0,30	0,61
Na ₂ O	3,09	4,01	5,82	1,75	3,93	4,00	4,30	2,53	3,62	5,63
Toplam	99,60	97,67	98,71	100,74	99,95	100,05	100,91	101,41	101,05	98,66
Si	2,33	2,45	2,61	2,24	2,42	2,43	2,47	2,28	2,41	2,59
Ti	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	1,65	1,56	1,36	1,78	1,57	1,59	1,57	1,73	1,62	1,42
Fe ²⁺	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,69	0,58	0,44	0,78	0,59	0,58	0,54	0,73	0,61	0,42
Na	0,27	0,36	0,52	0,16	0,35	0,35	0,38	0,22	0,32	0,50
K	0,03	0,03	0,05	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04
Ab	27,82	37,33	51,70	16,31	36,37	37,15	40,35	22,77	33,55	52,03
Or	2,55	2,73	4,67	1,54	2,16	2,25	1,87	2,23	1,85	3,73
An	69,63	59,94	43,64	82,15	61,47	60,60	57,77	75,00	64,60	44,24

EK 2 devam ediyor

**Riyodasit
CA-62**

	k	m	k	km	mk	m	k	m	k	m	k	k	km	m	mk	k
SiO ₂	57,85	60,36	59,03	58,65	58,11	57,49	59,65	57,60	58,30	57,72	59,16	59,34	58,42	59,86	57,35	58,53
TiO ₂	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,05
Al ₂ O ₃	26,19	24,70	25,83	25,93	26,33	25,94	25,76	26,05	26,03	26,38	25,88	25,28	25,72	24,49	26,01	25,35
FeO	0,25	0,22	0,07	0,26	0,15	0,04	0,07	0,16	0,11	0,29	0,15	0,13	0,15	0,14	0,25	0,19
MnO	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,04	0,13	0,02	0,07	0,08	0,09
MgO	0,00	0,00	0,00	0,05	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
CaO	7,99	6,60	7,68	7,90	8,35	8,16	7,42	8,17	7,99	8,66	7,88	7,37	7,65	6,22	8,05	7,35
K ₂ O	0,35	0,54	0,38	0,23	0,39	0,22	0,35	0,32	0,37	0,23	0,32	0,41	0,41	0,47	0,35	0,32
Na ₂ O	6,92	7,62	7,34	6,95	6,81	6,96	7,34	6,94	6,87	6,78	7,00	7,37	7,09	7,92	6,95	7,25
Toplam	99,58	100,07	100,35	99,97	100,17	98,81	100,62	99,27	99,68	100,06	100,43	100,05	99,45	99,19	99,06	99,12
Si	2,60	2,69	2,62	2,62	2,60	2,60	2,65	2,59	2,62	2,58	2,64	2,65	2,62	2,68	2,59	2,64
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	1,39	1,30	1,35	1,37	1,39	1,38	1,35	1,38	1,38	1,39	1,36	1,33	1,36	1,29	1,38	1,35
Fe ²⁺	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,38	0,31	0,37	0,38	0,40	0,39	0,35	0,39	0,38	0,42	0,38	0,35	0,37	0,30	0,39	0,35
Na	0,60	0,66	0,63	0,60	0,59	0,61	0,63	0,61	0,60	0,59	0,60	0,64	0,62	0,69	0,61	0,63
K	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02
Ab	59,83	65,59	62,03	60,62	58,33	59,93	62,89	59,51	59,57	57,84	60,54	62,94	61,19	67,90	59,78	62,91
Or	1,98	3,03	2,09	1,32	2,17	1,26	1,96	1,78	2,11	1,28	1,84	2,29	2,30	2,63	1,95	1,84
An	38,19	31,38	35,88	38,06	39,51	38,81	35,15	38,71	38,31	40,88	37,62	34,76	36,51	29,47	38,27	35,24

EK 2 devam ediyor

**Riyodasit
CA-92**

**Dasit yönelimli Hornblend Andezit
CA-96b**

	m	k	m	k	m	k	m	m	k	m	k	m	k
SiO ₂	58,66	59,40	61,74	60,33	54,64	54,75	57,76	55,81	57,14	53,93	56,01	57,20	59,49
TiO ₂	0,11	0,00	0,15	0,17	0,00	0,00	0,16	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12
Al ₂ O ₃	26,67	25,27	24,58	24,89	27,95	26,89	16,59	27,16	27,87	26,87	26,35	26,11	24,70
FeO	0,08	0,41	0,00	0,00	0,18	0,24	0,00	0,30	0,15	0,23	0,13	0,50	0,40
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,19	0,00
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	8,21	6,57	5,56	6,55	10,06	9,19	0,16	9,39	8,72	10,44	9,12	8,60	6,49
K ₂ O	0,35	0,60	0,50	0,60	0,34	0,37	0,44	0,38	0,27	0,53	0,47	0,43	0,50
Na ₂ O	6,11	6,60	7,38	7,02	5,23	5,41	9,48	5,59	5,67	5,08	5,64	6,16	7,07
Toplam	100,20	98,87	99,90	99,56	98,42	96,85	84,60	98,65	99,88	97,08	97,72	99,19	98,78
Si	2,63	2,70	2,76	2,71	2,50	2,55	2,99	2,55	2,58	2,51	2,58	2,59	2,70
Ti	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	1,41	1,35	1,30	1,32	1,51	1,47	1,01	1,46	1,48	1,47	1,43	1,40	1,32
Fe ²⁺	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,40	0,32	0,27	0,32	0,49	0,46	0,01	0,46	0,42	0,52	0,45	0,42	0,32
Na	0,53	0,58	0,64	0,61	0,46	0,49	0,95	0,50	0,50	0,46	0,50	0,54	0,62
K	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
Ab	56,14	62,09	68,46	63,64	47,46	50,39	96,14	50,68	53,14	45,39	51,35	55,00	64,37
Or	2,14	3,74	3,03	3,57	2,05	2,27	2,95	2,27	1,69	3,09	2,79	2,55	2,98
An	41,72	34,17	28,51	32,79	50,49	47,34	0,91	47,05	45,17	51,52	45,86	42,45	32,65

EK 3 Klinopiroksen ve Ortopriosen mineralleri üzerinde gerçekleştirilmiş mineral kimyası analiz sonuçları (m:merkez, k:kenar)

Ojit Andezit-I
CA-68

CA-83e

	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m
SiO ₂	53,30	53,19	50,97	52,09	52,61	51,01	50,30	51,67	51,00	52,21	52,57	52,74
TiO ₂	0,17	0,18	0,70	0,45	0,42	0,63	0,49	0,35	0,39	0,23	0,29	0,24
Al ₂ O ₃	1,11	1,55	3,41	2,29	2,07	3,13	3,78	2,91	2,48	2,05	1,50	2,15
FeO	18,04	16,91	9,45	9,29	8,83	8,97	9,02	7,86	7,59	8,84	17,20	17,10
MnO	0,39	0,58	0,23	0,41	0,11	0,27	0,21	0,43	0,22	0,23	0,52	0,58
MgO	26,61	25,98	15,24	15,90	16,68	15,20	15,21	15,70	15,98	15,99	26,00	26,00
CaO	1,29	1,45	19,84	19,12	19,80	20,03	19,82	20,64	20,65	19,37	1,20	1,42
K ₂ O	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	0,04	0,00	0,55	0,47	0,44	0,55	0,53	0,42	0,43	0,46	0,03	0,04
Toplam	100,96	99,84	100,40	100,03	100,95	99,79	99,36	100,02	98,74	99,38	99,31	100,26
Si	1,92	1,93	1,88	1,92	1,92	1,89	1,87	1,90	1,90	1,94	1,92	1,91
Ti	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Al (T)	0,05	0,07	0,12	0,08	0,08	0,11	0,13	0,10	0,10	0,06	0,06	0,09
Al (M1)	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,01	0,03	0,00	0,00
Fe ³⁺ (T)	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Fe ³⁺ (M1)	0,08	0,06	0,10	0,06	0,09	0,09	0,11	0,08	0,11	0,06	0,07	0,08
Fe ²⁺	0,43	0,46	0,19	0,22	0,18	0,18	0,17	0,16	0,13	0,22	0,45	0,43
Mn	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Mg	1,43	1,41	0,84	0,88	0,91	0,84	0,84	0,86	0,89	0,88	1,42	1,40
Ca	0,05	0,06	0,78	0,76	0,77	0,79	0,79	0,81	0,82	0,77	0,05	0,05
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,00	0,00	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00
Toplam	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
enstatite	70,25	70,53	43,62	45,33	46,43	43,70	43,92	44,61	45,39	45,68	70,64	70,39
ferrosillite	27,30	26,64	15,56	15,52	13,97	14,91	14,95	13,23	12,46	14,54	27,03	26,85
wollastonite	2,45	2,83	40,82	39,16	39,60	41,39	41,13	42,16	42,15	39,78	2,34	2,76

EK 3 devam ediyor

		Ojit Andezit-I		CA-92		CA-80					
CA-102b											
	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	
SiO ₂	50,34	51,82	52,75	53,73	53,03	53,27	53,69	53,64	52,93	55,69	
TiO ₂	0,33	0,48	0,23	0,38	0,55	0,27	0,00	0,00	0,37	0,35	
Al ₂ O ₃	3,49	2,31	1,82	1,57	3,52	3,17	1,39	1,66	1,83	1,48	
FeO	8,93	8,46	18,29	18,02	10,33	8,26	17,83	18,83	17,69	17,26	
MnO	0,25	0,37	0,72	0,54	0,13	0,00	0,62	0,50	0,21	0,40	
MgO	13,62	15,51	25,39	25,82	14,32	15,08	25,67	25,49	25,23	26,35	
CaO	20,79	20,73	1,22	1,12	19,42	20,07	1,15	1,09	1,07	0,90	
K ₂ O	0,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,10	0,02	0,11	0,00	0,00	
Na ₂ O	0,58	0,68	0,00	0,00	0,55	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	
Toplam	98,33	100,36	100,42	101,18	101,89	100,65	100,37	101,32	99,33	102,43	
Si	1,90	1,90	1,92	1,93	1,94	1,95	1,95	1,93	1,94	1,98	
Ti	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	
Al (T)	0,10	0,10	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,07	0,06	0,02	
Al (M1)	0,05	0,00	0,00	0,00	0,09	0,09	0,01	0,00	0,02	0,04	
Fe ³⁺ (T)	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Fe ³⁺ (M1)	0,07	0,12	0,07	0,04	0,00	0,00	0,05	0,07	0,02	0,00	
Fe ²⁺	0,21	0,14	0,48	0,50	0,32	0,25	0,49	0,50	0,52	0,51	
Mn	0,01	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,01	
Mg	0,77	0,85	1,37	1,39	0,78	0,82	1,39	1,37	1,38	1,39	
Ca	0,84	0,82	0,05	0,04	0,76	0,79	0,04	0,04	0,04	0,03	
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	
Na	0,04	0,05	0,00	0,00	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	
Toplam	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	
enstatite	40,41	43,87	68,74	69,70	41,94	44,17	69,66	68,67	70,00	71,40	
ferrosillite	15,28	14,00	28,89	28,12	17,19	13,57	28,10	29,22	27,86	26,85	
wollastonite	44,31	42,13	2,37	2,18	40,88	42,25	2,24	2,11	2,13	1,75	

EK 3 devam ediyor

**Ojit Andezit-II
CA-123**

	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO ₂	51,99	53,75	54,21	52,83	51,15	55,23	52,27	51,53
TiO ₂	0,15	0,00	0,36	0,07	0,26	0,00	0,50	0,25
Al ₂ O ₃	3,80	2,92	1,49	0,87	3,64	3,55	3,85	2,86
FeO	10,12	9,28	16,88	17,44	10,04	8,93	9,69	9,72
MnO	0,07	0,00	0,74	0,69	0,19	0,03	0,12	0,14
MgO	14,13	15,28	26,54	25,85	14,67	15,66	14,98	15,15
CaO	18,27	18,50	1,31	1,14	19,02	18,06	19,55	18,99
K ₂ O	0,12	0,05	0,01	0,00	0,13	0,00	0,11	0,20
Na ₂ O	0,32	0,28	0,00	0,00	0,13	0,25	0,16	0,09
Toplam	98,98	100,06	101,54	98,89	99,23	101,71	101,23	98,92
Si	1,95	1,99	1,94	1,94	1,91	2,01	1,92	1,93
Ti	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01
Al (T)	0,05	0,01	0,06	0,04	0,09	0,00	0,08	0,07
Al (M1)	0,12	0,12	0,00	0,00	0,08	0,15	0,08	0,06
Fe ³⁺ (T)	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ³⁺ (M1)	0,00	0,00	0,04	0,05	0,01	0,00	0,00	0,01
Fe ²⁺	0,32	0,29	0,46	0,46	0,30	0,27	0,30	0,29
Mn	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
Mg	0,79	0,84	1,41	1,42	0,82	0,85	0,82	0,85
Ca	0,73	0,73	0,05	0,04	0,76	0,70	0,77	0,76
K	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01
Na	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01
Toplam	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
enstatite	42,85	45,23	71,02	70,17	43,05	46,52	43,38	44,13
ferrosillite	17,33	15,41	26,46	27,62	16,84	14,93	15,94	16,12
wollastonite	39,82	39,36	2,52	2,21	40,11	38,55	40,69	39,75

EK 4 Hornblend andezitlerde bulunan amfibol mineralleri üzerinde gerçekleştirilmiş mineral kimyası analiz sonuçları (m:merkez, k:kenar, bm:biyotitin kenarında bulunan amfibol)

	CA-73b				CA-43				CA-4				CA-4				
	k	m	k	m	k	m	bm	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m
SiO ₂	42,48	45,50	42,78	44,62	42,57	45,83	40,82	44,42	44,83	41,40	43,49	44,78	44,72	44,51	44,71	43,81	43,94
Al ₂ O ₃	12,71	10,15	12,40	10,56	12,58	9,65	14,64	11,19	11,66	13,33	11,97	10,54	11,07	11,60	10,73	11,65	11,12
FeO	14,81	13,83	14,49	15,03	14,60	14,69	13,50	13,73	14,22	13,94	14,51	15,14	14,92	11,25	15,44	14,71	15,18
MgO	12,87	13,71	13,10	13,58	12,87	14,19	12,86	13,82	13,55	12,79	12,82	13,99	13,64	15,64	13,81	13,27	13,35
CaO	10,85	10,01	11,04	10,62	10,50	10,40	10,15	9,88	10,31	11,06	10,54	9,14	9,20	10,45	9,00	9,88	9,51
Na ₂ O	2,34	1,97	2,27	1,89	2,59	2,02	2,74	2,13	2,19	2,54	2,37	1,79	2,05	2,08	1,72	1,92	1,86
K ₂ O	0,38	0,30	0,45	0,37	0,40	0,34	0,40	0,33	0,30	0,47	0,37	0,22	0,33	0,31	0,24	0,30	0,33
TiO ₂	1,30	1,07	1,41	0,84	1,64	0,75	2,16	0,92	1,06	1,90	1,15	0,75	0,84	1,00	0,82	0,95	0,88
MnO	0,39	0,24	0,34	0,33	0,32	0,51	0,26	0,40	0,48	0,27	0,28	0,46	0,45	0,20	0,49	0,33	0,40
Toplam	98,13	96,78	98,27	97,85	98,06	98,39	97,53	96,83	98,59	97,68	97,50	96,80	97,21	97,05	96,96	96,81	96,58
Si	6,112	6,538	6,153	6,389	6,129	6,502	5,872	6,364	6,344	6,014	6,286	6,351	6,347	6,302	6,326	6,285	6,302
Al	2,156	1,720	2,102	1,782	2,135	1,614	2,482	1,890	1,945	2,282	2,038	1,762	1,853	1,935	1,790	1,969	1,880
Al _{IV}	1,888	1,462	1,847	1,611	1,871	1,498	2,128	1,636	1,656	1,986	1,714	1,649	1,653	1,698	1,674	1,715	1,698
Al _{VI}	0,268	0,258	0,255	0,171	0,264	0,116	0,354	0,254	0,289	0,296	0,324	0,113	0,200	0,237	0,116	0,254	0,182
Fe ⁺³	1,266	1,296	1,166	1,400	1,226	1,436	1,336	1,489	1,360	1,027	1,135	1,795	1,771	1,332	1,827	1,638	1,828
Fe ⁺²	0,517	0,366	0,577	0,400	0,531	0,307	0,288	0,156	0,323	0,666	0,619	0,000	0,000	0,000	0,000	0,127	0,000
Mg	2,761	2,936	2,808	2,899	2,762	3,000	2,758	2,951	2,857	2,769	2,763	2,956	2,886	3,300	2,912	2,837	2,853
Ca	1,673	1,540	1,702	1,630	1,619	1,581	1,564	1,517	1,562	1,721	1,632	1,388	1,399	1,586	1,364	1,519	1,462
Na	0,652	0,548	0,632	0,526	0,722	0,555	0,763	0,591	0,600	0,715	0,665	0,491	0,564	0,572	0,472	0,534	0,518
K	0,069	0,056	0,082	0,067	0,073	0,062	0,074	0,061	0,054	0,087	0,069	0,039	0,060	0,057	0,043	0,056	0,061
Ti	0,141	0,116	0,152	0,090	0,177	0,080	0,233	0,100	0,112	0,207	0,125	0,080	0,089	0,107	0,087	0,102	0,094
Mn	0,047	0,030	0,041	0,040	0,039	0,061	0,031	0,049	0,058	0,033	0,034	0,055	0,054	0,024	0,058	0,040	0,049
Toplam	15,394	15,146	15,415	15,223	15,413	15,198	15,401	15,168	15,215	15,521	15,366	14,917	15,023	15,215	14,879	15,107	15,047
(Ca+Na) _B	2,000	1,998	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	1,878	1,963	2,000	1,836	2,000	1,980
Ca _B	1,673	1,540	1,701	1,630	1,618	1,581	1,564	1,516	1,561	1,719	1,632	1,387	1,399	1,586	1,364	1,517	1,462
Na _A	0,325	0,090	0,333	0,156	0,340	0,136	0,327	0,107	0,161	0,434	0,297	0,000	0,000	0,158	0,000	0,051	0,000
Na _B	0,327	0,458	0,299	0,370	0,382	0,419	0,436	0,484	0,439	0,281	0,368	0,491	0,564	0,414	0,472	0,483	0,518
K _A	0,069	0,056	0,082	0,067	0,073	0,062	0,074	0,061	0,054	0,087	0,069	0,039	0,060	0,057	0,043	0,056	0,061
(Na+K) _A	0,394	0,146	0,415	0,223	0,413	0,198	0,401	0,168	0,215	0,521	0,366	0,039	0,060	0,215	0,043	0,107	0,061
Mg(Mg+Fe ⁺²)	0,84	0,89	0,83	0,88	0,84	0,91	0,91	0,95	0,90	0,81	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	0,96	1,00

EK 4 devam ediyor

191

	CA-43b						CA-51a										
	m	k	m	k	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO ₂	43,36	43,77	44,08	40,55	41,01	44,32	42,12	45,23	42,41	43,95	40,90	45,02	42,92	42,62	43,58	43,05	42,98
Al ₂ O ₃	10,95	12,13	11,70	12,23	12,19	12,30	11,78	11,40	12,81	11,47	14,61	11,74	12,18	12,73	12,17	12,28	12,17
FeO	14,72	10,73	10,59	12,46	12,95	11,29	11,63	13,84	12,61	14,41	14,91	8,97	10,82	11,70	10,26	10,85	11,44
MgO	11,73	13,92	15,38	13,08	13,01	14,32	13,87	13,47	13,46	12,39	10,74	16,13	14,37	13,62	14,62	14,52	14,33
CaO	9,47	10,41	10,28	11,51	11,00	10,80	10,79	10,16	10,93	10,48	10,44	10,35	10,72	11,04	10,92	11,00	11,05
Na ₂ O	1,93	2,07	2,17	2,05	2,04	2,13	2,03	1,77	2,11	1,97	2,18	2,21	2,13	2,23	2,05	2,08	2,02
K ₂ O	0,36	0,42	0,40	0,56	0,52	0,37	0,45	0,31	0,43	0,44	0,40	0,32	0,47	0,53	0,48	0,48	0,48
TiO ₂	0,83	1,31	1,42	1,58	1,34	1,29	1,40	0,72	1,45	1,20	1,47	1,07	1,12	1,56	1,46	1,29	1,19
MnO	0,10	0,00	0,12	0,14	0,11	0,00	0,10	0,02	0,08	0,18	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,05
Toplam	93,43	94,77	96,14	94,16	94,19	96,82	94,17	96,92	96,30	96,49	95,64	95,82	94,77	96,04	95,54	95,55	95,70
Si	6,497	6,409	6,31	6,117	6,149	6,361	6,255	6,469	6,175	6,416	6,063	6,416	6,296	6,233	6,338	6,273	6,265
Al	1,933	2,093	1,975	2,174	2,155	2,081	2,062	1,923	2,199	1,974	2,553	1,972	2,105	2,194	2,085	2,109	2,091
Al ^{IV}	1,503	1,591	1,69	1,883	1,851	1,639	1,745	1,531	1,825	1,584	1,937	1,584	1,704	1,767	1,662	1,727	1,735
Al ^{VI}	0,43	0,502	0,285	0,291	0,304	0,442	0,317	0,392	0,374	0,39	0,616	0,388	0,401	0,427	0,423	0,382	0,356
Fe ⁺³	1,219	0,865	1,276	0,813	1,014	0,936	1,011	1,326	1,048	1,014	0,966	1,069	0,994	0,8	0,844	0,946	1
Fe ⁺²	0,625	0,45	0	0,758	0,61	0,419	0,433	0,33	0,488	0,745	0,882	0	0,334	0,631	0,404	0,376	0,394
Mg	2,62	3,039	3,282	2,941	2,907	3,064	3,07	2,873	2,921	2,696	2,373	3,427	3,143	2,97	3,17	3,154	3,114
Ca	1,52	1,634	1,577	1,861	1,766	1,66	1,717	1,556	1,706	1,64	1,658	1,58	1,685	1,731	1,702	1,717	1,725
Na	0,56	0,588	0,602	0,599	0,594	0,593	0,586	0,492	0,596	0,558	0,626	0,612	0,604	0,631	0,577	0,588	0,572
K	0,068	0,079	0,073	0,109	0,1	0,068	0,085	0,056	0,08	0,082	0,075	0,058	0,089	0,099	0,088	0,089	0,088
Ti	0,093	0,144	0,153	0,179	0,151	0,139	0,156	0,078	0,158	0,132	0,164	0,115	0,124	0,172	0,16	0,141	0,13
Mn	0,013	0	0,014	0,018	0,015	0	0,013	0,002	0,01	0,022	0	0	0,004	0	0	0	0,006
Toplam	15,148	15,301	15,262	15,569	15,461	15,321	15,388	15,105	15,381	15,279	15,36	15,249	15,378	15,461	15,368	15,393	15,385
(Ca+Na) _B	2,000	2,000	1,99	2,000	1,999	2,000	2,000	1,999	2,000	2,000	1,999	2,000	2,000	2,000	1,999	2,000	2,000
Ca _B	1,52	1,634	1,577	1,861	1,766	1,66	1,717	1,556	1,705	1,639	1,658	1,579	1,685	1,731	1,702	1,716	1,725
Na _A	0,08	0,222	0,189	0,46	0,361	0,253	0,303	0,049	0,301	0,197	0,285	0,191	0,289	0,362	0,28	0,304	0,297
Na _B	0,48	0,366	0,413	0,139	0,233	0,34	0,283	0,443	0,295	0,361	0,341	0,421	0,315	0,269	0,297	0,284	0,275
K _A	0,068	0,079	0,073	0,109	0,1	0,068	0,085	0,056	0,08	0,082	0,075	0,058	0,089	0,099	0,088	0,089	0,088
(Na+K) _A	0,148	0,301	0,262	0,569	0,461	0,321	0,388	0,105	0,381	0,279	0,36	0,249	0,378	0,461	0,368	0,393	0,385
Mg(Mg+Fe ⁺²)	0,81	0,87	1,000	0,8	0,83	0,88	0,88	0,9	0,86	0,78	0,73	1,000	0,9	0,82	0,89	0,89	0,89

EK 4 devam ediyor

192

	CA-43a				CA-96b								
	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m
SiO ₂	39,73	45,27	44,87	43,79	46,87	48,45	47,92	42,93	46,58	46,12	41,73	40,73	42,73
Al ₂ O ₃	14,08	11,70	11,56	10,73	6,73	7,00	11,39	12,63	6,55	7,85	12,58	12,85	13,14
FeO	12,70	11,62	8,99	13,94	11,90	13,42	9,90	14,28	11,15	11,94	14,60	14,89	14,41
MgO	13,04	15,53	16,28	12,79	15,07	16,06	16,10	12,51	15,78	14,75	11,59	11,16	12,49
CaO	10,51	10,34	10,63	10,18	10,08	9,22	9,21	9,75	10,27	9,69	10,49	9,91	11,09
Na ₂ O	2,45	2,30	2,19	1,83	1,56	1,56	2,33	2,30	1,59	1,77	2,31	2,23	2,12
K ₂ O	0,52	0,31	0,41	0,34	0,49	0,35	0,17	0,33	0,42	0,31	0,51	0,45	0,45
TiO ₂	2,59	1,35	1,32	0,90	1,31	0,67	0,32	1,16	1,18	1,27	1,76	1,28	1,71
MnO	0,07	0,27	0,00	0,09	0,02	0,62	0,16	0,34	0,00	0,21	0,30	0,05	0,00
Toplam	95,68	98,70	96,26	94,59	94,05	97,35	97,51	96,23	93,52	93,90	95,87	93,55	98,14
Si	5,843	6,316	6,391	6,475	6,906	6,781	6,627	6,232	6,878	6,776	6,191	6,159	6,16
Al	2,441	1,924	1,941	1,87	1,169	1,154	1,857	2,161	1,141	1,36	2,199	2,291	2,233
Al ^{IV}	2,157	1,684	1,609	1,525	1,094	1,154	1,373	1,768	1,122	1,224	1,809	1,841	1,84
Al ^{VI}	0,284	0,24	0,332	0,345	0,075	0	0,484	0,393	0,019	0,136	0,39	0,45	0,393
Fe ⁺³	1,193	1,39	1,075	1,169	1,014	1,571	1,145	1,38	1,054	1,203	0,926	1,152	0,973
Fe ⁺²	0,369	0	0	0,555	0,453	0	0	0,353	0,323	0,264	0,885	0,731	0,764
Mg	2,858	3,23	3,456	2,818	3,31	3,35	3,319	2,706	3,473	3,231	2,564	2,515	2,685
Ca	1,656	1,545	1,622	1,613	1,591	1,382	1,364	1,516	1,624	1,525	1,668	1,605	1,712
Na	0,7	0,621	0,604	0,525	0,446	0,425	0,624	0,648	0,455	0,504	0,665	0,654	0,594
K	0,097	0,056	0,075	0,063	0,092	0,063	0,029	0,062	0,079	0,059	0,097	0,086	0,082
Ti	0,287	0,142	0,142	0,1	0,146	0,07	0,034	0,126	0,131	0,14	0,197	0,145	0,185
Mn	0,008	0,032	0	0,012	0,003	0,074	0,019	0,042	0	0,026	0,038	0,007	0
Toplam	15,452	15,256	15,306	15,2	15,13	14,87	15,018	15,226	15,158	15,088	15,43	15,345	15,388
(Ca+Na) _B													
Ca _B	1,655	1,545	1,622	1,612	1,591	1,382	1,364	1,516	1,624	1,525	1,668	1,605	1,712
Na _A	0,355	0,2	0,231	0,137	0,038	0	0	0,164	0,079	0,029	0,333	0,259	0,306
Na _B	0,345	0,421	0,373	0,388	0,408	0,425	0,624	0,484	0,376	0,475	0,332	0,395	0,288
K _A	0,097	0,056	0,075	0,063	0,092	0,063	0,029	0,062	0,079	0,059	0,097	0,086	0,082
(Na+K) _A	0,452	0,256	0,306	0,2	0,13	0,063	0,029	0,226	0,158	0,088	0,43	0,345	0,388
Mg(Mg+Fe ⁺²)	0,89	1	1	0,84	0,88	1	1	0,88	0,91	0,92	0,74	0,77	0,78

EK 5 Hornblend andezitlerde bulunan biyotit mineralleri üzerinde gerçekleştirilmiş mineral kimyası analiz sonuçları (m:merkez, k: kenar)

	CA-43				CA-43a		
	k	m	k	m	m	m	k
SiO ₂	38,65	37,66	37,89	37,23	37,56	38,41	38,13
TiO ₂	2,80	2,73	2,69	2,67	2,19	2,73	3,20
Al ₂ O ₃	15,60	15,94	14,92	15,19	17,97	18,67	18,32
FeO	9,48	12,55	15,37	15,54	12,49	12,88	11,69
MnO	0,02	0,11	0,15	0,26	0,12	0,00	0,00
MgO	19,56	17,31	15,73	15,04	16,53	16,91	16,87
CaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,13
Na ₂ O	0,82	1,02	0,61	0,81	0,30	0,43	0,42
K ₂ O	8,69	8,16	8,87	8,80	9,28	9,44	9,37
Total	95,62	95,48	96,22	95,54	96,48	99,48	98,14
Si	5,57	5,52	5,60	5,56	5,45	5,40	5,42
Ti	0,30	0,30	0,30	0,30	0,24	0,29	0,34
Al	2,65	2,75	2,60	2,67	3,07	3,10	3,07
Fet	1,14	1,54	1,90	1,94	1,52	1,52	1,39
Mn	0,00	0,01	0,02	0,03	0,01	0,00	0,00
Mg	4,21	3,78	3,46	3,35	3,58	3,55	3,57
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02
Na	0,23	0,29	0,17	0,24	0,08	0,12	0,12
K	1,60	1,52	1,67	1,68	1,72	1,69	1,70
Toplam	15,71	15,71	15,73	15,76	15,67	15,66	15,62
Mg#	78,62	71,09	64,59	63,31	70,23	70,06	72,01
Mg/Fe	3,678033	2,45927	1,824414	1,725614	2,358659	2,34057	2,572781
Mg/(Mg+Fe)	0,786235	0,710922	0,645944	0,63311	0,702262	0,70065	0,720106

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Evren ATAKAY GÜNDOĞDU
Doğum Yeri : Halfeti
Doğum Tarihi : 01/01/1978
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce

LİSE

1991-1995

Beşikdüzü Anadolu Öğretmen Lisesi
Beşikdüzü/Trabzon

LİSANS

1995-1999

Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği

YÜKSEK LİSANS

1999-2002

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez: Dumluca-Dümrek (Karacakaya)-Karkın ve Karaçam (Adatepe) (Sivrihisar-Eskişehir) civarındaki silisleşmiş ultramafik kayaların maden jeolojik incelenmesi

Poster:

Lüle, Ç., Kadirioğlu, T., **Atakay, E.**, Esat, K., Çiler, B. 1999. “*Gemoloji*”, First Symposium on Industrial Resources of Western Anatolia, 8-14 Mart, İzmir, Turkey.

Atakay, E. 2000. “*Bazı Önemli Süstaşları (Krizoberil, Spodumen, Florit, Rodonit, Rodokrozit)*”, JEO 2000 JEO 2000, 53. Türkiye Jeoloji Kurultayı, MTA-Ankara.

Uluslararası Bildiri:

Atakay, E., and Sayılı, İ. S., 2006. *Discussion The Genesis Of Milky-White Opal And Chalcedony Veins Around Eskişehir, Central Anatolia, Turkey*, 12th Quadrennial IAGOD Symposium (p.67), Moscow.

Ulusal Bildiriler:

Sayılı, I.S., Türeli, K., Lüle, Ç., Kadirioğlu, T., **Atakay, E.**, 1999. “*Yozgat-Sarıkaya- Kargalık Köyü Pembe Turmalin Oluşumlarının Jeolojisi, Mineralojisi ve Gemolojik Özellikleri Hakkında Ön Bulgular*”, Batı Anadolu Hammadde Kaynakları Sempozyumu, 8-14 Mart, İzmir, s.448-453.

Atakay, E., Sayılı, I.S., 2003. “*Eskişehir-Mihallıççık-Karacakaya Köyü Civarındaki Yeşil Opallerin Mineraloji, Petrografi ve Jeokimyası*”, Mersin Üniversitesi 10. Yıl Sempozyumu, Mersin, s. 38.

Dosya adı: Evren_Tez2_y
Dizin: C:\Documents and
Settings\kılavuz\Desktop\EvrenTez19Mayıs_cikti_kılavuz
Şablon: C:\Documents and Settings\kılavuz\Application
Data\Microsoft\Templates\Normal.dot
Başlık: 1
Konu:
Yazar: evren
Anahtar Sözcük:
Açıklamalar:
Oluşturma Tarihi: 18.05.2009 19:11:00
Düzeltilme Sayısı: 19
Son Kayıt: 19.05.2009 17:37:00
Son Kaydeden: kılavuz
Düzenleme Süresi: 83 Dakika
Son Yazdırma Tarihi: 19.05.2009 17:37:00
En Son Tüm Yazdırmada
Sayfa Sayısı: 210
Sözcük Sayısı: 44,251(yaklaşık)
Karakter Sayısı: 252,235(yaklaşık)