

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BUZLUKDAĞI (KIRŞEHİR) ALKALİ MAGMATİK KAYAÇLARIN  
JEOLJİSİ, PETROLOJİSİ VE KONFOKAL RAMAN SPEKTROMETRESİ  
İLE İNCELENMESİ**

**Kıymet DENİZ**

**JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ANKARA  
2010**

**Her hakkı saklıdır**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### BUZLUKDAĞI (KIRŞEHİR) ALKALİ MAGMATİK KAYAÇLARIN JEOLOJİSİ, PETROLOJİSİ VE KONFOKAL RAMAN SPEKTROMETRESİ İLE İNCELENMESİ

Kıymet DENİZ

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU

Alkalen intrüzif kayaçlar Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın (OAKK) Geç Mesozoyik magmatizmasının ürünlerini temsil etmektedirler. Buzlukdağı alkalen intrüzif kütlesi OAKK'nın iç kısımlarında yüzlek vermekte ve Kırşehir İli'nin Alışar ve Tatarilyas köylerinin güneyindeki en büyük alkalen intrüzif kütlelerden birini temsil etmektedir. Kütle tipik olarak yuvarlak şekilde Buzluk Tepe'de gözlenmekte ve yaklaşık olarak 15,75 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplamaktadır. Foid içeren siyenitoyid bileşiminde İç Anadolu'nun metamorfik temeline sokulmaktadırlar. Migmatit ve mermer kontakt metamorfizmanın ürünleri olarak dış zonlarda gözlenebilir. İntrüzif kütle dokusal özelliklerine ve tane boyutlarına göre üç alt guruba ayrılmıştır. Bunlar iri kristalen foid siyenit, orta kristalen foid siyenit ve ince kristalen foid siyenittir. Bunlar farklı renklerde ve farklı mineral oranlarında benzer mineral bileşimine sahiptir. İri kristalen, orta kristalen ve ince kristalen foid siyenitler sırasıyla pembemsi, pembemsi gri ve gri renktedir. Çoğunlukla nefelin, K-Feldispat, oligoklaz, piroksen, biyotit, amfibol ile az oranda granat, kankrinit, sfen ve opak minerallerden meydana gelmektedir. Felsik dayklar ve fluorit içeren hidrotermal damarlar neredeyse çalışma alanındaki tüm alt grupları kesmektedir. Tüm kaya jeokimyasal veriler Buzlukdağı intrüzif kayaçlarının tüm alt gruplarının silikaca doymun olmayan alkalen kökenli olduklarını göstermektedir. Çoğunlukla peralkalen kayaçlarla temsil edilmektedir. Tektonik sınıflama diyagramı levha içi granit kökenini göstermektedir. Spider diyagramlarındaki iz elementlerin ORG'a göre normalize edilmiş elementel modelleri LILE ve HFSE zenginleşmesiyle ilgili olarak alkalen kökeni işaret etmektedir. Jeoloji, petrografi ve jeokimyasal veriler Buzlukdağı alkalen intrüzif kayaçlarının silikaca doymun olmayan ürünler olduğunu ve Mesozoyiğin geç devirlerinde ve Erken Senozoyik boyunca İç Anadolu'daki kabuksal incelmeden türemiş olabileceğini gösterebilmektedir.

**Ağustos 2010, 138 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Buzlukdağı, Kırşehir, Alkali kayaç, Petroloji, Raman spektroskopisi

## ABSTRACT

Master Thesis

### GEOLOGY, PETROLOGY AND INVESTIGATION OF BUZLUKDAĞI (KIRŞEHİR) ALKALINE MAGMATIC ROCKS THROUGH CONFOCAL RAMAN SPECTROSCOPY

Kıymet DENİZ

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

Supervisor: Prof.Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU

Alkaline intrusive rocks represent one of the main intrusive bodies of Central Anatolian Crystalline Complex (CACC) as a products of Late Mesozoic magmatism. Buzlukdağı alkaline intrusive rock crop out at the inner part of CACC and is represented one of the largest alkaline intrusive body of Kırşehir City south of Alişar and Tatarilyas villages. The body is typically observed at Buzluk hill as circular in shape and covers an area of approximately 15,75 km<sup>2</sup>. They are intruded to the metamorphic basement of Central Anatolia in the composition of foid bearing syenitoid. Migmatite and marble may observe at the outer zone as a product of contact metamorphism. The intrusive body is differentiated to three subgroups according to their textural features and grain sizes. These are coarse crystalline foid syenite, medium crystalline foid syenite and fine crystalline foid syenite. They have similar mineral compositions with different mineral proportions and colors. Fine crystalline, medium crystalline and coarse crystalline foid syenites are pinkish, pinkish gray and gray in color respectively. They are mainly composed of nepheline, K-feldspar, oligoclase, pyroxene, biotite, amphibole with rare amount of garnet, cancrinite, sphene and opaque minerals. Felsic dikes and fluorite-bearing hydrothermal veins cut almost all the subunits of the intusive rocks. Whole rock geochemical data reveal silica undersaturated alkaline nature of all the subunits of Buzlukdağı intrusive rocks. They are mostly dominated by peralkaline rocks. Tectonic variations diagram suggests Within Plate Granite nature. The ORG normalized elemental patterns of trace elements an alkaline nature and reveal enrichment in LILE with respect to HFSE. The geology, petrography and geochemical data suggest that the Buzlukdağ alkaline intrusive rocks are products of silica undersaturated and may derived from crustal thinning of Central Anatolia during the late period of Mesozoic and Early Cenozoic.

**August 2010, 138 pages**

**Key Words:** Buzlukdağı, Kırşehir, Alkaline rocks, Petrology, Raman Spectroscopy

## TEŞEKKÜR

2008-2010 tarihleri arasında Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak yapılan bu çalışma boyunca; araştırmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyerek çalışmalarımı yönlendiren, akademik ortamda olduğu kadar beşeri ilişkilerde de etkin fikirleriyle yetişme ve gelişme katkıda bulunan danışman hocam sayın Prof. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU'na (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü) sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarımın değişik aşamalarında yardımlarını gördüğüm dostum ve iş arkadaşım Arş. Gör. Ceyda ÖZTÜRK'e (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü), çalışmalarım sırasında bilgi, düşünce ve önerileriyle yönlendiren Arş. Gör. Bahattin GÜLLÜ'ye (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü), çalışmalarım sırasında önemli katkılarda bulunan Arş. Gör. Musa Avni AKÇE'ye (Bozok Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü), Arş. Gör. Ferhat TÜRKMEN'e (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü), Dr. Mümtaz KİBAR'a (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü) ve manevi desteğini esirgemeyen arkadaşım Arş. Gör. Gökben BAŞARAN'a (Kırıkkale Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü) teşekkürlerimi sunarım.

Arazi çalışmalarım sırasında yardımlarını benden esirgemeyen Tunç YÜCEL ve Rıdvan KUŞOĞLU'na, örneklerin jeokimyasal analize hazırlanmasında katkıda bulunan Büşra KABAĞÇI ve 2009-2010 yılında Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mikro Analiz-ICP ve Petrografi Uygulama ve Araştırma Laboratuvarlarında staj yapan öğrencilerimize ve büro çalışmalarına yardımcı olan Cumhur KILIÇ'a teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmalarım süresince fedakarlık göstererek beni destekleyen aileme en derin duygularıyla teşekkür ederim.

Kıymet DENİZ  
Ankara, Ağustos 2010

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışmanın Amacı.....	2
1.2 Materyal ve Yöntem.....	2
1.2.1 Literatür derlemesi.....	3
1.2.2 Arazi çalışması.....	3
1.2.3 Laboratuvar çalışması.....	3
1.2.4 Elde edilen verilerin değerlendirilmesi.....	4
1.3 Çalışma Alanının Coğrafik Konumu.....	5
1.4 Bölgenin Türkiye Jeolojisindeki Yeri.....	6
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	8
3. BÖLGESEL JEOLJİ.....	25
3.1 Bölgenin Stratigrafisi.....	28
3.1.1 Temel birimler.....	28
3.1.1.1 Metamorfik birimler.....	28
3.1.1.2 Ofiyolitik birimler.....	29
3.1.2 Magmatik birimler.....	30
3.1.2.1 Felsik kayalar.....	30
3.1.2.2 Mafik kayalar.....	31
3.1.3 Örtü birimleri.....	33
3.1.3.1 Volkanik birimler.....	33
3.1.3.2 Çökel birimler.....	33
4. ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ.....	35
4.1 Siyenitoidler.....	38
4.1.1 İri kristalen foid siyenit.....	39
4.1.2 Orta kristalen foid siyenit.....	39
4.1.3 İnce kristalen foid siyenit.....	40
4.2 Felsik ve Mafik Dayklar.....	40
4.3 Migmatit ve Hornfelsler.....	41
4.4 Mermer.....	41
5. MİNERALJİ-PETROGRAFI.....	42
5.1 Buzlukdağı Foid Siyeniti.....	45
5.1.1 Birinci grup foid siyenitler.....	46
5.1.2 İkinci grup foid siyenitler.....	48
5.1.3 Üçüncü grup foid siyenitler.....	50
5.1.4 Dördüncü grup foid siyenitler.....	51
5.1.5 Beşinci grup foid siyenit.....	51
5.1.6 İri kristalin foid siyenitler.....	52
5.1.7 Bol granatlı foid siyenitler.....	53
5.1.8 Kataklastik foid siyenitler.....	54

5.2 Mafik ve Felsik Dayklar.....	55
5.2.1 Mafik Dayklar.....	55
5.2.2 Felsik Dayklar.....	56
5.3 Migmatit.....	57
5.4 Hornfels.....	58
5.5 Mermer.....	58
5.6 Trakit.....	59
5.7 XRD Çalışmaları.....	60
6. RAMAN SPEKTROSKOPİSİ.....	63
6.1 Çalışma Prensibi.....	63
6.2 Raman Spektroskopisinin Bileşenleri.....	65
6.3 Konfokal Raman Spektroskopisi.....	66
6.4 Raman Spektroskopisinin Kullanım Alanları.....	68
6.5 Raman Spektroskopisinin Jeolojide Uygulanması.....	69
6.6 Raman Spektroskopisinin Buzlukdağı Siyenitoyidlerindeki Uygulamaları.....	72
6.6.1 Granatların raman spektroskopik incelemesi.....	72
6.6.2 Piroksenlerin raman spektroskopik incelemesi.....	76
6.6.3 Mikaların raman spektroskopik incelemesi.....	78
7. JEOKİMYA.....	81
7.1 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin Jeokimyası.....	83
7.1.1 Ana element jeokimyası.....	83
7.1.2 İz element jeokimyası.....	90
8. TARTIŞMA.....	92
8.1 Buzlukdağı Siyenitoyid Magmasının Kökeni.....	92
8.2 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin Tektonik Yerleşimi.....	96
8.3. Mafik ve Felsik Daykların Kökeni.....	99
8.4 Buzlukdağı Siyenitoyidi'ndeki Anklav Türleri ve Kökenleri.....	102
8.4.1 Anklav.....	102
8.4.2 Anklavların çeşitleri.....	102
8.4.2.1 Ksenolit.....	102
8.4.2.2 Magma segregasyonu.....	103
8.4.2.3 Magma karışım ürünleri.....	103
8.4.2.4 Restit.....	104
8.4.3 Anklavların önemi.....	104
9. SONUÇLAR.....	109
KAYNAKLAR.....	112
EKLER.....	120
EK 1 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin petrografik incelemesi.....	120
EK 2 XRD analiz sonuçları.....	126
EK 3 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin ana (%)ve iz element (ppm)analiz sonuçları.....	127
EK 4 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin nadir toprak element analiz sonuçları (ppm).....	136
ÖZGEÇMİŞ.....	137

## SİMGELER DİZİNİ

İAKK	İç Anadolu Kristalen Karmaşığı
TAP	Torid-Anatolid Platformu
OAO	Orta Anadolu Ofiyoliti
OAG	Orta Anadolu Granitoidleri
MMA	Mafik Magmatik Anklav
WPG	Levha içi granitoidleri
post-COLG	Çarpışma sonrası granitoidler
ALKOS	Silisçe aşırı doymun alkali kayaç
ALKUS	Silisçe tüketilmiş alkali kayaç
Pre-coll	Çarpışma öncesi
Syn-coll	Çarpışmayla eşzamanlı
Post-coll	Çarpışma sonrası
AİT	Ağaçören İntrüzif Takımı
LİL	Geniş iyonlu litofil
LİLE	Geniş iyonlu litofil elementler
HFS	Kalıcılığı yüksek katyonlar
HFSE	Kalıcılığı yüksek (katyonlar) elementler
NTE	Nadir toprak elementleri
ANTE	Ağır Nadir Toprak Elementleri
HNTE	Hafif Nadir Toprak Elementleri
GPS	Global Position System
QAFP	Kuars-alkali feldispat-Feldispatoid-Plajioklaz
ICP	Inductively Coupled Plasma emission spectrometry
ICP-MS	Inductively Coupled Plasma emission Mass Spectrometry
PED-XRF	Polarized Energy Dispersive X-Ray Floresence
HHT	Holokristalin Hipidiomorf Tanesel
KD	Kataklastik Doku
ND	Nematogranoblastik Doku
GD	Granoblastik Doku
HD	Hipohiyalin Doku
poik	Poiklitik Doku
znlu	Zonlu Doku
Nef	Nefelin
plj	Plajioklaz
ort	Ortoklaz
amf	Amfibol
mus	Muskovit
prk	Piroksen
flt	Fluorit
bio	Biyotit
sfn	Sfen
sdn	Sanidin
knk	Kankrinit
skp	Skapolit
klrt	Klorit

kil	Killeşme
FO	Demiroksitleşme
ops	Opasitleşme
opk	Opaklaşma
srzt	Serizitleşme
per	Pertitleşme
kar	Karbonatlaşma
klrtş	Kloritleşme
zolt	Zeolitleşme
epdt	Epidotlaşma
La	Lantan
Ce	Seryum
Pr	Praseodim
Nd	Neodim
Sm	Samaryum
Eu	Evropyum
Gd	Gadolinyum
Tb	Terbiyum
Dy	Disprosiyum
Ho	Holmiyum
Er	Erbiyum
Tm	Tulyum
Yb	İterbiyum
Lu	Lutesyum
Ba	Baryum
Sr	Stronsiyum
Th	Toryum
Nb	Niyobyum
Ar	Argon
Rb	Rubidyum
K	Potasyum
U	Uranyum
Pb	Kurşun
O	Oksijen
Na	Sodyum
Al	Alüminyum
Y	İtriyum
K	Kuzey
G	Güney
D	Doğu
B	Batı
KD	Kuzeydoğu
GB	Güneybatı
KB	Kuzeybatı
GD	Güneydoğu
My	Milyon yıl
kbar	kilobar

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın basitleştirilmiş jeoloji haritası (Kadioğlu vd. 2006'dan alınmıştır).....	1
Şekil 1.2 Çalışma alanının yer bulduru haritası.....	5
Şekil 1.3 Türkiye'nin tektonik üniteleri (Ketin, 1966'dan alınmıştır).....	6
Şekil 1.4 Türkiye'nin tektonik birlikleri (Okay ve Tüysüz 1999'den alınmıştır)....	7
Şekil 3.1 Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın jeoloji haritası (Kadioğlu vd. 2006).....	26
Şekil 3.2 Orta Anadolu Bölgesi'nin genelleştirilmiş kolon kesiti (Kadioğlu 2001)	27
Şekil 4.1 Çalışma alanının jeoloji haritası.....	36
Şekil 4.2 Çalışma alanının B-B' doğrultuları boyunca alınmış jeolojik kesiti.....	37
Şekil 4.3 Örnek alım yerlerini gösteren harita.....	37
Şekil 4.4 Çalışma alanının stratigrafik kolon kesiti.....	38
Şekil 4.5.a.b İri kristalen foid siyenitlerin arazi görüntüleri.....	39
Şekil 4.6.a.b Orta kristalen foid siyenitlerin arazi görüntüleri.....	39
Şekil 4.7.a.b İnce kristalen foid siyenitlerin arazi görüntüleri.....	40
Şekil 4.8.a.b Felsik ve mafik daykların arazi görüntüleri.....	40
Şekil 4.9 Siyenitlerin dokanağında gelişen kontakt metamorfik kayaların arazi görüntüleri (a. Migmatit, b. Hornfels).....	41
Şekil 4.10 Mermerlerin arazi görüntüleri, a. Genel; b. El örneği görünümü.....	41
Şekil 5.1 Buzlukdağı siyenitoidlerinin QAFP sınıflaması (Streckeisen 1976, 1979).....	42
Şekil 5.2 QAPF dörtgen diyagramındaki alkali kayaç toplulukları ve ALKOS-ALKUS trendler.....	43
Şekil 5.3 Buzlukdağı siyenitoidlerinin Ne-M-A sınıflaması (Das ve Acharya 1996)(Ne: Nefelin, M: Mafik Mineral, A: Alkali Feldispat).....	45
Şekil 5.4 Birinci alt gruba ait kayaların genel dokusunun fotomikrografi.....	46
Şekil 5.5 Birinci alt gruba ait kayalardaki serisit minerallerinin fotomikrografi....	47
Şekil 5.6 Birinci alt gruba ait kayalardaki muskovit ve serisit minerallerinin fotomikrografi.....	47
Şekil 5.7 Birinci alt gruba ait kayalardaki opaklaşmış mafik minerallerin fotomikrografi.....	47
Şekil 5.8 İkinci alt gruba ait kayalardaki subofitik dokunun fotomikrografi.....	48
Şekil 5.9 İkinci alt gruba ait kayalardaki pertitik ortoklazın fotomikrografi.....	49
Şekil 5.10 İkinci alt gruba ait kayalardaki ikincil muskovit minerallerinin fotomikrografi.....	49
Şekil 5.11 İkinci alt gruba ait kayalardaki opasitleşmiş granat ve biyotit minerallerinin fotomikrografi.....	49
Şekil 5.12 İkinci alt gruba ait kayalardaki granat minerallerinin fotomikrografi....	50
Şekil 5.13 Üçüncü alt gruba ait kayalardaki muskovit minerallerinin fotomikrografi.....	50
Şekil 5.14 Üçüncü alt gruba ait kayalardaki killeşme ve serisitleşmenin fotomikrografi.....	51

Şekil 5.15 Dördüncü alt gruba ait kayalarda görülen kataklazmanın fotomikrografi.....	51
Şekil 5.16 Beşinci alt gruba ait kayalarda görülen granüler yapının fotomikrografi.....	52
Şekil 5.17 İri kristalin gruba ait kayaların genel fotomikrografi.....	53
Şekil 5.18 Bol granatlı gruba ait kayalardaki granat minerallerinin fotomikrografi.....	53
Şekil 5.19 Bol granatlı gruba ait kayaların genel fotomikrografi.....	54
Şekil 5.20 Kataklazmaya uğramış ait kayaların genel fotomikrografi.....	54
Şekil 5.21 Foid diyorit porfir bileşimindeki mafik daykın genel görünüşünün fotomikrografi.....	55
Şekil 5.22 Foid diyorit porfir bileşimindeki mafik dayk içerisindeki pseudolösitin fotomikrografi.....	56
Şekil 5.23 Foid gabro bileşimindeki mafik dayk içerisindeki karbonatlaşmanın fotomikrografi.....	56
Şekil 5.24 Alkali feldispat siyenit bileşimindeki felsik daykın genel görünüşünün fotomikrografi.....	57
Şekil 5.25 Alkali feldispat siyenit bileşimindeki felsik daykların boşluklarında gelişen tarak dokusunun fotomikrografi.....	57
Şekil 5.26 Migmatitlerde görülen lökosom ve melaosom araldanmasının fotomikrografi.....	58
Şekil 5.27 Hornfelslerin genel dokusunun fotomikrografi.....	58
Şekil 5.28 Granoblastik dokulu mermerlerdeki basınç ikizi gösteren kalsitlerin fotomikrografi.....	59
Şekil 5.29 Vollaistonit mermerlerin fotomikrografi.....	59
Şekil 5.30 Trakitler içerisindeki volkanik kaya parçalarının fotomikrografi.....	60
Şekil 5.31 Foid siyenitlerin içerisindeki feldispatlar üzerinde oluşan illitlerin XRD spektrumları.....	61
Şekil 5.32 Trakitlerin içerisindeki feldispatlar üzerinde oluşan illit'lerin ve volkan camlarının bozunmasıyla oluşan analsimlerin XRD spektrumları.....	62
Şekil 6.1 Rayleigh ve Raman saçılma ilkeleri.....	63
Şekil 6.2 Stokes ve anti-Stokes türü Raman saçılması olayının molekül enerji diyagramı ile açıklanması.....	64
Şekil 6.3 Rayleigh saçılması, Stokes ve anti-Stokes hatlarının Raman spekturumundaki durumları.....	65
Şekil 6.4 Raman spektrometresinin ana bileşenleri.....	66
Şekil 6.5 Konfokal Raman Spektrometresinin görüntüsü.....	66
Şekil 6.6 Nokta analizi yapılmış bir örneğinin Raman görüntüsü ve spektrumu....	67
Şekil 6.7 Çizgi boyu analizi yapılmış bir örneğinin Raman görüntüsü ve spektrumu.....	67
Şekil 6.8 Raman spektrometresinde haritalama ve şiddet analizi ölçümleri.....	68
Şekil 6.9 Buzlukdağı foid siyenitindeki uvarovit mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: BUZ-12).....	73
Şekil 6.10 Buzlukdağı foid siyenitindeki uvarovit türü granat mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri(Örnek No: BUZ-21).....	74
Şekil 6.11 Uvarovit ve andradit minerallerinin tipik Raman kaymaları (Mingsheng vd., 1994).....	74

Şekil 6.12 Buzlukdağı foid siyenitindeki andradit mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: BUZ-55).....	75
Şekil 6.13 Buzlukdağı foid siyenitindeki piroksen örneğinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: BUZ-96).....	76
Şekil 6.14 Buzlukdağı foid siyenitini kesen mafik dayklardaki piroksenlerin Raman spektroskopik karakteristikleri(Örnek No: BUZ-51) .....	77
Şekil 6.15 Monoklinik sistemde kristalleşen ojit mineralinin tipik Raman spektrası (Wang vd. 1997).....	77
Şekil 6.16 Filogopit-biyotit serisinin artan Fe içeriğine göre Raman spektraları (Wang vd. 2002).....	78
Şekil 6.17 Buzlukdağı foid siyenit içerisindeki mika grubu minerallerin Raman spektroskopik karakteristikleri(Örnek No: BUZ-32) .....	79
Şekil 6.18 Di-oktahedral fillosilikat minerallerinden muskovit mineralinin tipik Raman spektrası (Wang vd. 2002).....	80
Şekil 6.19 Buzlukdağı foid siyenit içerisindeki mika grubu minerallerin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: BUZ-03).....	80
Şekil 7.1 Buzlukdağı'nda yüzeyleyen magmatik birimlerin ortalama (%) ana oksit histogram diyagramları.....	82
Şekil 7.2 Çalışma alanında yüzeyleyen magmatik kaya gruplarının toplam alkali-silika adlama diyagramındaki (Cox vd. 1979) konumları.....	84
Şekil 7.3 Çalışma alanında yüzeyleyen magmatik kaya gruplarının toplam alkali-silika diyagramında (Irvine ve Baragar 1971, Scharzer ve Rogers 1974) dağılımı.....	85
Şekil 7.4 Çalışma alanında yüzeyleyen magmatik kaya gruplarının a) SiO <sub>2</sub> 'e karşı Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O-CaO ve b) FeO/(FeO+MgO)-SiO <sub>2</sub> diyagramındaki (Frost vd. 2001) dağılımı.....	85
Şekil 7.5 Çalışma alanında yüzeyleyen magmatik kaya gruplarının A-tipi granitoidlerin sınıflama diyagramındaki (Whalen vd. 1987a) konumları.....	86
Şekil 7.6 Çalışma alanında yüzeyleyen magmatik kaya gruplarının A/NK-A/CNK diyagramında (Maniar ve Picolli 1989) dağılımları.....	87
Şekil 7.7 Buzlukdağı Siyenitoyidi kaya örneklerinin (%)SiO <sub>2</sub> 'ye karşı ana oksit element değerlerinin Harker değişim diyagramları (Harker 1909).....	88
Şekil 7.7 Buzlukdağı Siyenitoyidi kaya örneklerinin (%)SiO <sub>2</sub> 'ye karşı ana oksit element değerlerinin Harker değişim diyagramları (Harker 1909) (devam).....	89
Şekil 7.8 Örneklerinin (%)SiO <sub>2</sub> 'ye karşı iz element değerlerinin Harker değişim diyagramları (Harker 1909).....	90
Şekil 7.8 Buzlukdağı Siyenitoyidi kaya örneklerinin (%)SiO <sub>2</sub> 'ye karşı iz element değerlerinin Harker değişim diyagramları (Harker 1909) (devam).....	91
Şekil 8.1 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin MORB'a göre normalize edilen iz element içeriklerinin spider diyagramındaki dağılımları (Pearce vd. 1984).....	92
Şekil 8.2 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin Üst Kabuğa göre normalize edilen iz element içeriklerinin spider diyagramındaki dağılımları (Taylor ve McLennan 1981).....	93

Şekil 8.3 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin Alt Kabuğa göre normalize edilen iz element içeriklerinin spider diyagramındaki dağılımları (Weaver ve Tarney 1984).....	93
Şekil 8.4 Buzlukdağı Siyenitoyid örneklerinin en yüksek ve en düşük iz element içeriklerinin spider diyagramındaki dağılımları.....	94
Şekil 8.5 Buzlukdağı Siyenitoyid örneklerinin log Th/Yb-log Ya/Yb diyagramındaki dağılımı (Pearce 1983) (AFC: Asimilasyon-Fraksiyonel Kristalleşme).....	95
Şekil 8.6 Buzlukdağı Siyenitoyid'lerinin Kondirit'e göre normalize edilen REE içeriklerinin spider diyagramındaki dağılımları (Kondirit değerleri Evensen vd. 1978'den alınmıştır).....	96
Şekil 8.7 Buzlukdağı Siyenitoyidine ait örneklerin Nb-SiO <sub>2</sub> diyagramında (Pearce vd. 1984) dağılımı.....	97
Şekil 8.8 Hf-Rb/10-Ta*3 ve Hf-Rb/30-Ta*3 Sınıflama Diyagramları (Harris vd. 1986).....	97
Şekil 8.9 Nb-Y-Ce, Nb-Y-3Ga, Nb-Y-Zr/4 ve Nb-Y-3Th iz element üçgen diyagramları (Eby 1992).....	98
Şekil 8.10 % SiO <sub>2</sub> 'ye karşı Y/Nb iz element değişim diyagramı (Eby 1992).....	99
Şekil 8.11 Mafik ve felsik daykların MORB'a göre normalize edilen iz element içeriklerinin spider diyagramındaki dağılımları (Pearce vd. 1984).....	100
Şekil 8.12 Mafik ve felsik daykların Üst Kabuğa göre normalize edilen iz element içeriklerinin spider diyagramındaki dağılımları (Taylor ve McLennan, 1981).....	100
Şekil 8.13 Mafik ve felsik daykların Üst Kabuğa göre normalize edilen iz element içeriklerinin spider diyagramındaki dağılımları (Weaver ve Tarney 1984).....	101
Şekil 8.14 Mafik ve felsik daykların Kondirit'e göre normalize edilen REE içeriklerinin spider diyagramındaki dağılımları (Evensen vd. 1978).....	101
Şekil 8.15 Magma segregasyon anklavlarının arazi görüntüleri.....	105
Şekil 8.16 Magma segregasyon anklavların fotomikrografları.....	106
Şekil 8.17 Mafik Magmatik Anklavların arazi görüntüleri.....	106
Şekil 8.18 Ksenolit türü anklavların arazi görüntüleri.....	107
Şekil 8.19 Ksenolit türü anklavların fotomikrografları.....	107
Şekil 8.20 Ksenolit ana kaya dokanağının fotomikrografları.....	108

## ÇİZELGE DİZİNİ

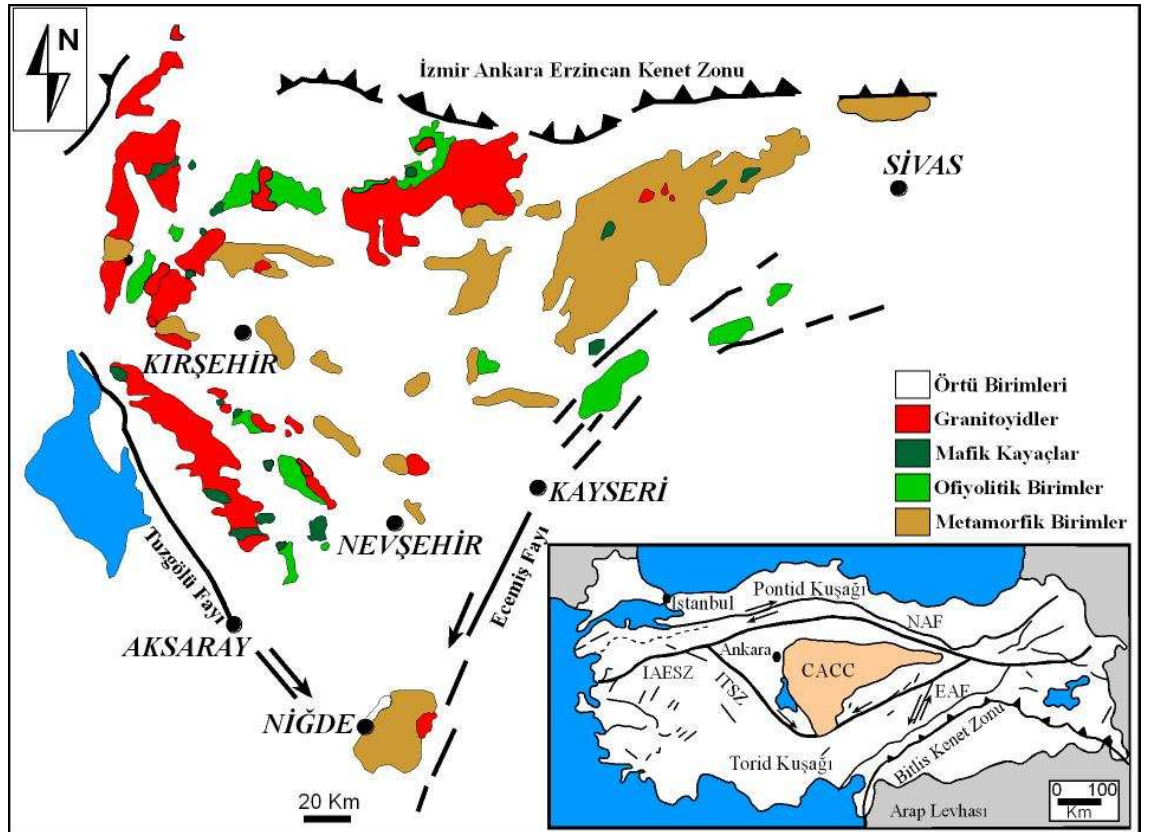
Çizelge 5.1 Buzlukdağı Siyenitlerinin modal mineralojik bileşimleri (%) (örneklerden ortalama 500 nokta sayılmıştır).....	44
--	----

## 1. GİRİŞ

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

Çalışma alanı, İç Anadolu'da Ankara, Sivas ve Niğde yerleşim merkezleri arasında kalan kabaca üçgen biçimindeki Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın (Göncüoğlu vd. 1991, 1992, 1993, Akıman vd. 1993) kuzeybatı bölümünde yer almaktadır (Şekil 1.1).

Çalışma alanı, Kırşehir ilinin yaklaşık 40km batısında yer almakta, Alişar ve Tatarlı yaylası mevkisindeki alkali intrüzif ve kontakt metamorfik kayaları kapsamaktadır.



Şekil 1.1 Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın basitleştirilmiş jeoloji haritası (Kadioğlu vd. 2006'dan alınmıştır)

## 1.1 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada Tatarilyas ve çevresinde bulunan kayaçların 1/25000 ölçekli ayrıntılı jeoloji haritası yapılarak, alkali magmatik kayaçların Konfokal Raman Spektrometresi ile incelemesi yapılmıştır. Saha incelemeleri sırasında bölgeden toplanan örneklerin petrografik incelemeleri ve uygun görülen taze örneklerden jeokimyasal analizler yapılmıştır. Ayrılan alkali plütonik ve damar kayaçların yayılımları, Konfokal Raman spektrometresi çalışmaları, kayaçların petrografisi ve jeokimyası ile karşılaştırılarak makro ve mikro ölçekte dokusal ve petrojenetik yönden ilişkilendirilerek kökeni belirlenmiştir. Bu amaç ile elde edilen sonuçlar İç Anadolu'nun diğer plütonik kayaçlarına uygulanarak bölgenin genel yapısı yorumlanmaya çalışılmıştır.

Çalışma alanında silikaca yoksun olan alkali plütonik kayaçlar yayılım göstermektedir. Bu kayaçlar önemli ölçüde nefelin, kankrinit ve Na'ca zengin amfiboller içermektedir. Bu kayaçları belirli düzen ve doğrultu boyunca yine silikaca yoksun damar kayaları kesmektedir. Çalışma sahasında genel jeoloji, petroloji ve fluorit cevherleşmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır (Bayhan 1988, Akıman vd. 1993, Eler ve Bayhan 1995, Göncüoğlu vd. 1991, Boztuğ vd. 1997, Kadioğlu ve Güleç 1999, Koç ve Özmen 2000, Koç ve Rençber 2001). Ancak, inceleme alanındaki plütonik kayaçların damar kayaçları ile yapısal ilişkisi, petrolojisi ve Konfokal Raman spektrometre incelemeleri ile ilişkilendirmeleri yapılmamıştır. Bu tez çalışması sırasında inceleme alanının ayrıntılı jeoloji haritası ve sayısallaştırılması, petrografisi ve jeokimyasal değişimlerin petrografi ile ilişkilendirilmesi yapılmıştır.

## 1.2 Materyal ve Yöntem

Bu tez çalışması sırasıyla literatür derlemesi, arazi çalışması, labotuar çalışması ve elde edilen verilerin değerlendirilmesi şeklinde dört aşamada gerçekleştirilmiştir.

### **1.2.1 Literatür derlemesi**

Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı ve çalışma alanındaki magmatik kayalarla özellikle de alkali magmatik kayalarla ilgili yapılmış önceki çalışmalar derlenerek kaynak özetleri çıkarılmıştır. Ayrıca çalışma konusuyla ilgili literatür incelenerek çalışma alt yapısı hazır hale getirilmiştir.

### **1.2.2 Arazi çalışması**

1:25 000 ölçekli Kırşehir J32 a1 paftası içerisinde yer alan metamorfik, magmatik ve sedimanter kayaların sınırları çizilmiştir. Alishar ve Tatarilyas yaylası mevkiindeki alkali plütonik, bu kayaları kesen damar ve kontakt metamorfik kayaların ayrıntılı jeolojik haritalaması yapılmıştır. Çalışma alanında bulunan alkali magmatik ve kontakt metamorfik kayaların makroskobik incelemeleri yapılmış ve tipik özelliklerinin fotoğrafları çekilmiştir. Çalışma amacına uygun 200 örnek alımı yapılmış ve örnek alınan koordinatlar GPS (Global Positioning System) kullanılarak topografik harita üzerine işlenmiştir.

### **1.2.3 Laboratuvar çalışması**

Laboratuvar çalışması kapsamında petrografi, jeokimya ve Raman Spektroskopisi çalışmaları yapılmıştır. Arazi çalışması sırasında toplanan örneklerden ince kesit yapılarak ayrıntılı petrografik incelemeler mikroskop altında yapılmıştır. Hazırlanan 142 adet ince kesitin ayrıntılı petrografik incelemesi Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mikro Analiz-ICP Laboratuvarında Leica marka ahtapot araştırma mikroskopunda yapılmıştır. İnceleme neticesinde çalışma alanındaki kayaların mikroskobik dokusal özellikleri, mineralojik bileşimleri ve bozunma türleri belirlenmiştir. Ayrıntılı petrografik incelemesi yapılan örneklerin değerlendirmesi Ek-1'de verilmiştir. İnce kesitlerde gözlenen minerallerin ve önemli dokusal özelliklerin fotomikrograflarının çekimi Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji

Mühendisliği Bölümü Petrografi Uygulama ve Araştırma Laboratuvarındaki Leica marka polarizan mikroskopta yapılmıştır.

Çalışma alanındaki alkali plütonik kayaçların modal mineralojik bileşimlerini ortaya koyabilmek için yaklaşık 45 adet örneğin nokta sayımı Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mikro Analiz-ICP Laboratuvarında yapılmıştır.

Arazi çalışması sırasında alınan 200 adet örnek Mikro Analiz-ICP Laboratuvarında jeokimyasal analize uygun hale getirilmiştir. Numuneler öncelikle Retsch Marka otomatik taş kırıcıda ufaltılmış, daha sonra FRITSCH marka otomatik öğütücüde Tungsten Karbid değirmene konularak öğütülmüştür. 4g örnek 0,9g bağlayıcı malzeme (Wachs) ile karıştırılıp ve hidrolik pres altında sıkıştırılarak pres-pastil halinde analize hazır hale getirilir. Pres-pastil halinde hazırlanan örnekler Petrografi Uygulama ve Araştırma Laboratuvarındaki Spectro X-Lab 2000 model PED-XRF (Polarized Energy Dispersive XRF) cihazında ana element oksit ve iz element analizleri yapılmıştır. XRF analizleri Tq-7220 ve GEO-7220 yöntemleriyle yapılmıştır. Seçilen 16 adet örneğin nadir toprak element analizleri ICP-MS cihazında yaptırılmıştır.

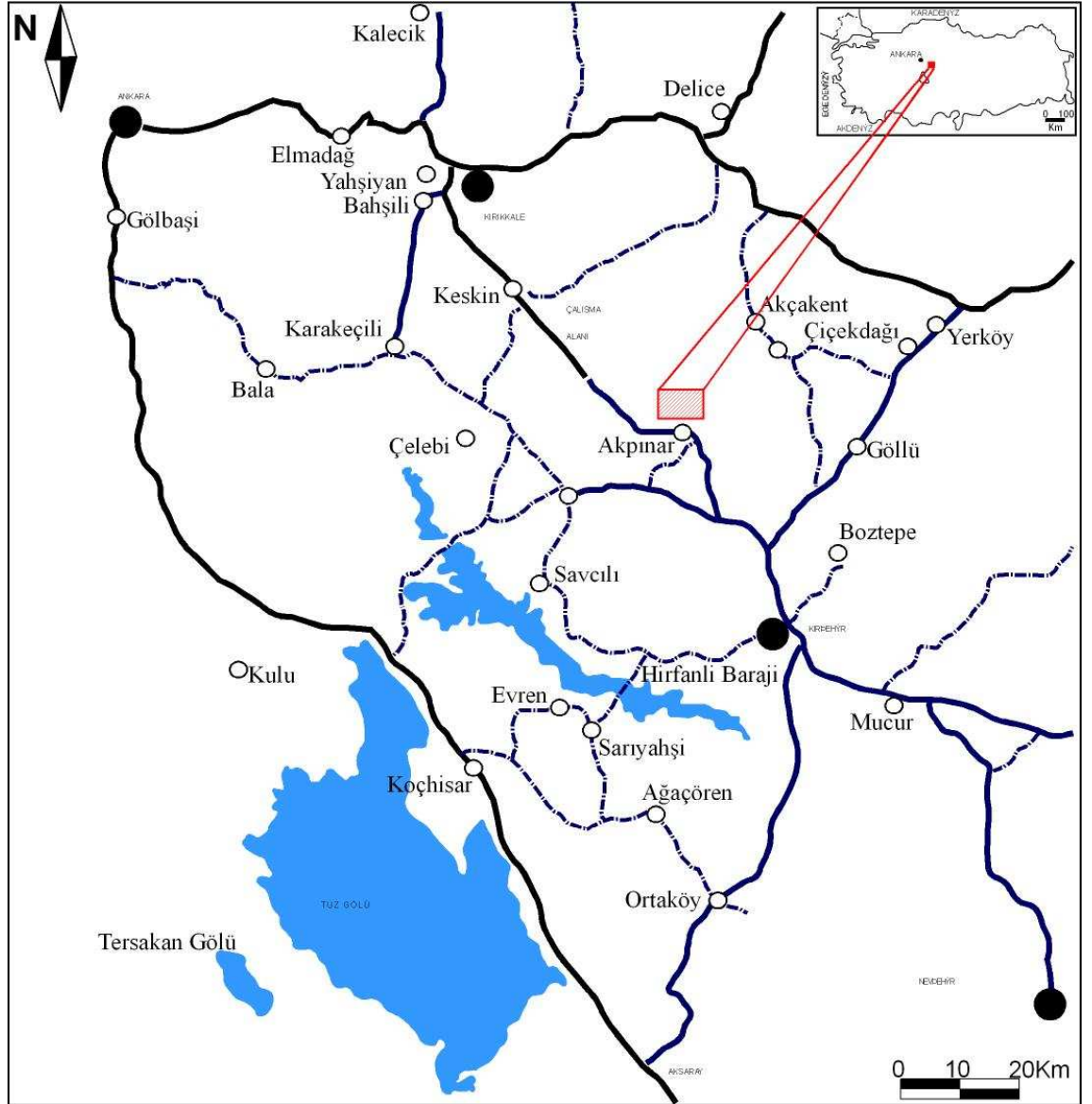
Petrografik incelemelerde seçilen bazı ince kesitlerin Petrografi Uygulama ve Araştırma Laboratuvarındaki HORIBA Jobin Yvon LabRAM HR model Konfokal Raman Spektrometresinde ayrıntılı incelemesi yapılmıştır.

#### **1.2.4 Elde edilen verilerin değerlendirilmesi**

Literatür, arazi ve laboratuvar çalışmaları neticesinde elde edilen tüm veri ve bilgiler birlikte değerlendirilerek yorumlanmış, alkali magmatik kayaçların jeolojisi, petrolojisi ve kökeni belirlenmiştir. Böylece elde edilen sonuçlar İç Anadolu'nun diğer plütonik kayaçları ile karışlaştırılarak bölgenin genel yapısı irdelenmeye çalışılmıştır.

### 1.3 Çalışma Alanının Coğrafik Konumu

Çalışma alanı İç Anadolu Bölgesi'nin kuzeybatısında, Ankara İli'nin doğusunda ve Kırşehir İli'nin de kuzeyinde yer almaktadır (Şekil 1.2). Buzlukdağı Plütunu Kırşehir J32 a1 paftasının güneydoğu kısımlarında yer almakta ve yaklaşık 15,75km<sup>2</sup>'lik bir alanda yüzlek vermektedir.



Şekil 1.2 Çalışma alanının yer bulduru haritası

İnceleme alanının en önemli yükseltilerini; Buzluk Tepe (1706m), Çanlıkoyak Tepe (1530m), Emzikli Tepe (1397m), Bozada Tepe (1394m) ve Fakir Tepe (1394m) oluştururken en önemli dereleri Hacı Musa Deresi, Kurt Dere, Güneykışla Dere ve Çardak Dere'dir.

İç Anadolu Bölgesi'nin tipik iklim koşullarına sahip ve bitki örtüsü bakımından fakir olan bölgede kışları soğuk ve yağışlı, yazları ise ılık ve kurak geçmektedir.

Çalışma alanı Alishar ve Tatarilyas Yayla yerleşim yerlerinin arasında bulunmasından dolayı ulaşım problemi bulunmamaktadır.

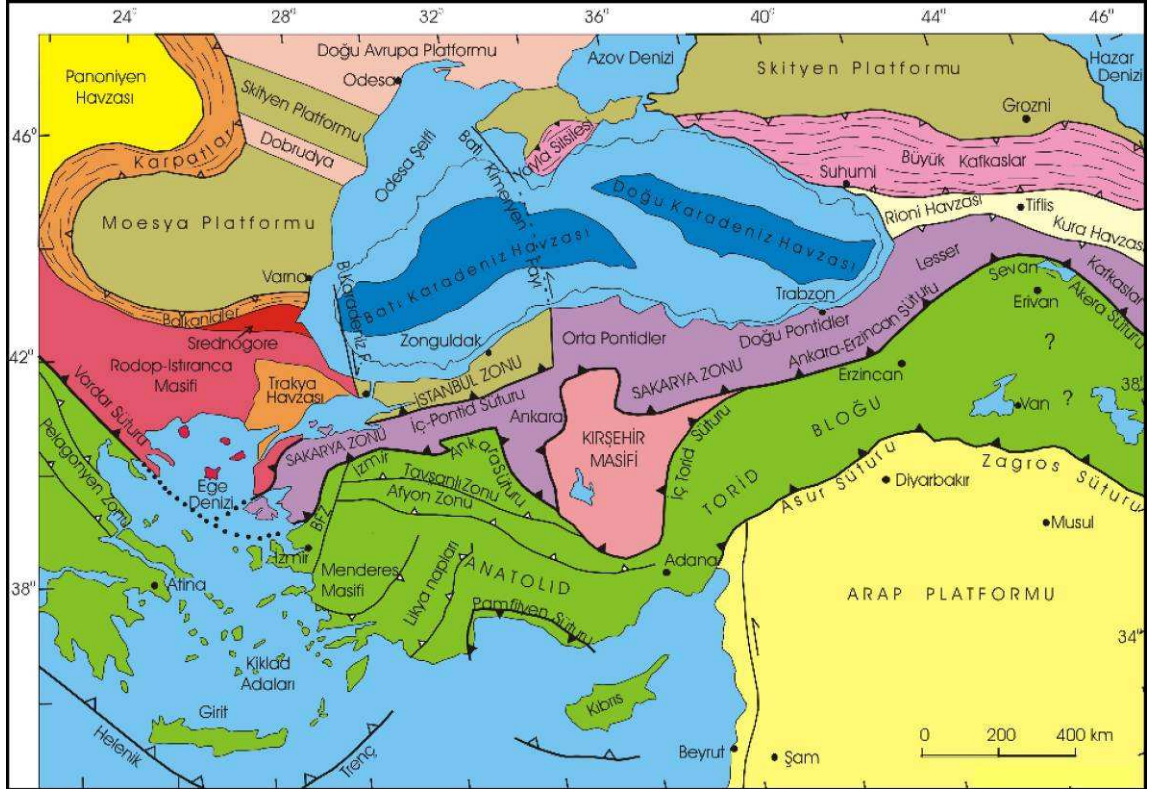
#### 1.4 Bölgenin Türkiye Jeolojisindeki Yeri

Türkiye'nin tektonik birlikleri değişik araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Türkiye'nin tektonik üniteleri Ketin (1966) tarafından Pontid, Anatolid, Torid ve Kenar Kıvrımları olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 1.3). Yapılan bu çalışmaya göre Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı (Göncüoğlu vd. 1991, 1992, 1993, Akıman vd. 1993) içerisinde yer alan çalışma alanı Anatolidler kuşağında yer almaktadır.



Şekil 1.3 Türkiye'nin tektonik üniteleri (Ketin, 1966'dan alınmıştır)

Okay ve Tüysüz (1999) yapmış oldukları çalışmada Türkiye'nin tektonik birliklerini Rodop-Istıranca Zonu, İstanbul Zonu, Sakarya Zonu, Kırşehir Masifi, Torid-Anatolid Bloğu ve Arap Platformu olarak altı bölümde sınıflamışlardır (Şekil 1.4). Bu sınıflamaya göre inceleme alanı İzmir-Ankara-Erzincan ve İç Torid Süturları tarafından sınırlanan Kırşehir Masifi'nde yer almaktadır.



Şekil 1.4 Türkiye'nin tektonik birlikleri (Okay ve Tüysüz, 1999'den alınmıştır)

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çalışma alanının da içerisinde bulunduğu Kırşehir Bloğu (Görür vd. 1984, Poisson 1986) ile ilgili olarak birçok araştırmacının değişik amaçlara yönelik yapmış olduğu jeolojik çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bölgesel jeoloji ve alkali magmatizma ile ilişkili olanlar seçilmiş olup kısa özetler halinde kronolojik sırasına göre aşağıda verilmiştir:

Bayhan (1986), İç Anadolu granitoid kuşağının sokulumlarından olan Çelebi granitoidinde çalışmalar yapmış, kütleinin jeokimyasını ve kökenini ortaya koymaya çalışmıştır. Sokulumun granit, granodiyorit, kuvars monzonit ve kuvars monzodiyorit bileşiminde kalkalkali karakterde olduğunu belirtmiştir. I-tipi granitoid özelliğinde olduğunu, volkanik yay çarpışma sonrası granitoidlerle benzerlik gösterdiğini ve kıtasal kabuk ve manto malzemesinin kısmi ergimesiyle oluştuğunu ileri sürmüştür.

Tarhan (1987), Orta Anadolu metamorfik ve granitik kayaların kökeni ve evrimi isimli çalışmasında, Orta Anadolu'da yüzeyleyen birimlerin tabanını Paleozoik yaşlı Aksaray metaofiyolitinin oluşturduğunu, üzerine ise Permo/Karbonifer-Kampaniyen yaşlı ada yayı kökenli Orta Anadolu metamorfikleri ile bu metamorfiklerden türemiş Orta Anadolu granitik kayalarının yüzeylendiğini belirtmiştir. Tüm bu birimlerin ise uyumsuzlukla Üst Mestrihtiyen-Pliyosen yaşlı çökellerle örtüldüğünü ifade etmiştir.

Bayhan (1987), İç Anadolu granitoid kuşağının iç kesimlerinde Kaman civarında bulunan Cefalıkdağ ve Baranadağ Plütonlarının mineralojik, petrografik ve kimyasal özellikleri incelemiştir. Bu özelliklere göre bu plütonlarda subalkali ve alkali olmak üzere iki petrografik kayaç grubu tanımlanmıştır. Her iki petrografik grupta kabuk ve manto malzemesinin iki farklı evrede kısmi ergimeye uğraması sonucu oluşan iki farklı magmatik eriyikten türediğini belirtmiştir.

Bayhan (1988), Kırşehir Masifi'nde yer alan Bayındır-Akpınar (Kaman) yöresindeki alkali kayaçların petrografik ve jeokimyasal özelliklerini belirlemiş ve kökenlerini

açıklamıştır. Çalışma alanında incelenen siyenitoyidlerin kuvars siyenit ve feldispatoidli siyenit bileşiminde olduğunu, feldispatoidli siyenitlerin de mineralojik ve kimyasal özellikleri değerlendirildiğinde miyaskitik karakterde olduklarını belirtmiştir. Volkanitlerin ise fonolit ve tefritik fonolit bileşimde olduklarını ileri sürmüştür. Bu kayaç gruplarının yapılan incelemeler sonucunda bir tek magmanın fraksiyonel kristallenmesi ile değil farklı kaynak malzemelerden türemiş değişik magmalardan oluştuklarını iddia etmiştir.

Bayhan (1989), Keskin sokulumunda yapmış olduğu incelemelerde mineralojik, petrografik ve kimyasal özellikleri ortaya koymuştur. Bu özelliklere göre sokulumu iki farklı kayaç grubuna ayırmıştır. Bu grupların manto ve kabuksal malzemenin bölümsel ergimesiyle oluştuğunu belirtmiştir.

Tokel (1989), Anadolu'daki yitim ve çarpışma kökenli granitoyidlerin kimyasal ve metalojenetik karşılaştırmasını yapmış, Fanerozoik yaşlı granitoyidleri tektonik yerleşimlerine göre Pontidler boyunca uzanan Geç Subhersiniyen yaşlı magmatik ark granitoyidleri ve Pontidler güneyinde Divriği-Bolkardağı karmaşığı boyunca uzanan Üst Kretase-Paleosen yaşlı ofiyoliti kesen çarpışma granitoyidleri olmak üzere iki grupta sınıflandırmıştır.

Erler vd. (1991), Kaman ve Yozgat yörelerinde yapılan incelemelerde Kırşehir Masifi'ne sokulum yapan magmatik kayaçların arazi konumları, petrografik özellikleri ve kimyasal bileşimlerini dikkate alarak yedi gruba ayırmışlardır. Kaman yöresinde yüzeyleyen kayaçların güneyde Fakılı granitinden kuzeyde Bayındır nefelin siyenitine kadar, ortak kökenli bir magmada, kuvars ve plajyoklaz azalması ve ortoklaz artmasıyla birbirlerine geçiş gösterdiklerini, Kırşehir metamorfiklerinin altına dalan bir yitim zonunun ürünü olduklarını belirtmişlerdir.

Güleç ve Kadioğlu (1991), Aksaray'ın kuzeyinde yer alan felsik ve mafik sokulum kayaçlarının jeokimyası ve kökenlerine yönelik çalışmalar yapmışlardır. Felsik kayaçları oluşturan Ağaçoören granitoidinin alt ürünlerinin kabuk kökenli bir magmanın

ayırılma ürünlerini temsil ettiğini, mafik kayalar oluşturan Çokumkaya gabrosunun ise manto kökenli olduğunu belirtmişlerdir.

Akıman vd. (1993), İç Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın batı kısmındaki granitoidlerde incelemeler yapmışlardır ve bu granitoidleri (1) Sulakyurt-Niğde arasında KD-GB ve KB-GD yöneliminde yüzeylenen plütonlar, (2) Sivas-Çamardı boyunca yüzeylenen küçük plütonlar ve (3) kuzey kesimlerde Yozgat civarında yüzeyleyen büyük batolit olmak üzere üç gruba ayırmışlardır. Çalışma kapsamında sadece ilk grubu oluşturan monzonitik-granitik-granodiyoritik bileşimde olan granitoidlerin alümino-kafemik ve kafemik birlikteliğinde ayrıca metalümina-peralümina karakterde, S ve I-tipi magmatik kayalar olduklarını, çarpışmayla eş yaşlı veya çarpışma sonrası olduklarını ve kabuksal malzeme içerdiklerini belirtmişlerdir.

Boztuğ vd. (1993), Kretase-Paleojen yaşlı İç Anadolu Alkalin provensinin batıdan-doğuya doğru Kortundağ, Baranadağ, Buzlukdağ, Çayağzı, Yozgat, Karaçayır Köseadağ, Hasançelebi, Dumluca, Murmana ve Karakeban plütonlarından oluştuğunu, Köseadağ plütonunun doğu kesiminin siyenitik ve monzonitik kayalarının kafemik, metalümino, katyonik  $(Na+K) < Al$  parametresi olan ve silis bakımından aşırı doymuş, alkalin ile koyu renkli subalkalin arasında geçiş özelliği gösteren bir magma tipine sahip olduğunu, Nb-Y ve Rb-Y+Nb eser element verilerine göre levha içi granitoidleri (WPG) karakteri gösterdiğini, Kırşehir bloğundaki kabuk kalınlaşmasının sonlarına doğru meydana gelen gerilme rejimi ile gelişebilecek olan manto yükseliminden de malzeme alan ve başlıca alt kabuktan türeyen bir petrojenez mekanizmasına sahip olabileceği öne sürülmüştür.

Göncüoğlu ve Türeli (1993), Ekeçidağ'da incelemeler yapmışlar, kıtasal kabuğun kısmi ergimesiyle oluştuğu ve Üst Kretase'de Neotetis'in İzmir-Ankara kolunun kapanmasıyla ilişkili iki aşamalı çarpışmayla meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

Kadioğlu ve Güleç (1993), İç Anadolu granitoyid kayaçlarında yer alan anklavları kökensel açıdan incelemişler ve genel olarak ksenolit, magma segregasyonu, magma karışımı ürünleri ve restitler olmak üzere dört gruba ayırmışlardır.

Tolluoğlu (1993), Kırşehir Masifini kesen Kötüdağ ve Buzlukdağ felsik intrüziflerin petrografik ve jeokimyasal karakterlerini incelemiştir. Kötüdağ Volkanitini ve Buzlukdağ Siyenitoyidini Kırşehir Masifini batıda yay gibi kuşatan ve yer yer keskin dokanaklarla kuşatan intrüzif kayaçlar ve İç Anadolu Magmatik Kuşağı'nın tipik örnekleri olarak haritalamıştır. Buzlukdağ Siyenitoyidinin Kırşehir Masifi içerisinde stok ve dayklar şeklinde yzleklendiğini ve kuvars siyenit, siyenit ve monzonit bileşiminde olduklarını belirtmiştir. Siyenitoyide ait kayaç örneklerinin lökokrat ve aşırı doygun alkali (ALKOS) karaktere sahip olduklarını ifade etmiştir. Bölgede intrüzif kütleye ait çok sayıda kalınlıkları birkaç metre arasında değişen feldispatoyidli siyenit bileşimindeki damar kayaçlarının genellikle sil, dayk veya stok şeklinde metamorfikleri kestiğini gözlemlemiştir.

Türeli vd. (1993), metamorfik ve ofiyolitik yan kayaçlara sokulum yapmış monzogranit ve granodiyorit bileşimindeki Ekecikdağ granitoyidini petrografik ve kimyasal bileşimlerine göre birbiriyle kökensel olarak ilişkili olan beş alt birime ayırmış, kalkalkalen karakterli olup alümino-kafemik eğilim gösterdiğini, hem I-tipi hem de S-tipi granitlere benzer özelliklere sahip olduğunu, granit magmasının yerleşimi sırasında daha önceden var olan gabroyik bir kayaçtan gelen ksenolitler içerdiğini, jeokimyasal analiz sonuçlarının kıtasal kabuk kökeni ve çarpışma sonrası tektonik ortamını işaret ettiğini iddia etmişlerdir.

Boztuğ vd. (1994), İ-Doğu Anadolu'nun doğu kesimlerinde yüzeyleyen st Eosen yaşlı Ksedağ Plütonu'nun petrografisini, petrokimyasını ve petrojenezini incelemişlerdir. Ksedağ Plütonu'nun doğu kesiminde silis bakımından doygun alkalın kayaçların bulunduğunu belirtmişlerdir.

Geven (1995), Kaman'ın güneyinde yapmış olduğu çalışmada Cefalıkdağ granitoyidini incelemiş, kütleinin genel olarak kuvars monzodiyorit, kuvars monzonit ve granit bilişiminde olduğunu belirtmiştir. Cefalıkdağ granitoyidini petrografik ve jeokimyasal bileşimlerine göre üç alt gruba ayırmıştır. Plütonun kalkalkalen karakterde olduğunu, kafemik eğilim gösterdiğini ve hibrit bir malzemededen türediğini ancak bu malzemenin oluşumunda sialik köken katkısının daha fazla olduğunu iddia etmiştir.

Güleç (1994), Ağaçören granitoyidinin iz element ve Sr izotop verileri göz önünde bulundurularak plütonun kökeni ve oluşumu açıklanmaya çalışılmıştır. Bu veriler ışığında plütonun 110 My yaşında olduğunu, %60 kabuksal+%40 manto malzemesinin karışımının %60'nın fraksiyonel kristalleşmesiyle oluştuğunu iddia etmişlerdir.

Kadıoğlu ve Yıldız (1995), Akdağmadeni (Yozgat) granitoyid intrüzyonunun bir kısmını oluşturan Ortaköy granitoyidindeki ksenolitlerin mineralojik ve petrografik özellikleri incelemiştir. İnceleme sonunda Akdağmadeni Ortaköy civarındaki siyenitlerdeki anklavların ksenolit türünde olduğu ve ana kütleinin henüz aşınmadığını belirtmişlerdir.

Kadıoğlu ve Güleç (1996), Ağaçören İnrüzif Takımının Çokumkaya Gabrosu, Ağaçören granitoyidi ve bu birimleri kesen genç dayklardan oluştuğunu belirtmişler, Ağaçören granitoyidindeki mafik mikrogranüler anklavların ayrıntılı petrografik özellikleri ve mineral kimyası açıklanmıştır.

Kadıoğlu ve Güleç (1997), Ağaçören İnrüzif Takımı'ndaki anklav ve gabroların mineral kimyası ve petrografik özelliklerinden yararlanarak AİT'deki Mafik Mikrogranüler Anklavların (MMA) Çokumkaya gabrosu magmasından türediğini ileri sürmüşlerdir.

Kadıoğlu ve Güleç (1997), AİT'deki Çokumkaya Gabrosunun Ağaçören Granitoyidinde sinosoidal dokanaklı yer aldığını, Ağaçören Granitoyidinin tüm alt birimlerinin MMA içerdiklerini, bu anklavların ana kaya ile keskin dokanaklı olduklarını, iğnemsli apatit,

kamalaşmış biyotit ve kuvars oseller (oceller) dokusu göstermeleri ile de mafik ve felsik bileşimli magmaların karışımı sonucu oluştuklarını, Ağaçören Granitoidinin esasen üst kabuk kökenli olduğunu fakat alt kabuk ve manto kökenli ürünlerde içerdiğini buna karşılık Çokumkaya Gabrosunun ilksel olarak mantodan türediğini belirtmişlerdir.

Köksal ve Göncüoğlu (1997), İç Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın bir kısmını oluşturan Nevşehir'in kuzeydoğusundaki İdiş Dağı-Avanos bölgesinin jeolojisini incelemişlerdir. Çalışma kapsamında metamorfik kayaçları, Aşıgı dediği Metamorfiklerine sokulan kuvars siyenit, alkali feldispat kuvars siyenit ve kuvars monzonit bileşimindeki İdiş dağı siyenitoidini, volkanik, volkanoklastik ve sedimanter örtü birimlerini incelemişlerdir. Karahıdır Volkaniklerinin İdiş Dağı siyenitoidini dayklar şeklinde kestiklerini belirtmişlerdir.

Kadıoğlu ve Özsan (1997), İç Anadolu'nun kuzeybatı bölümünde yer alan Sulakyurt granitoidindeki ofiyolitik olmayan gabroların konumu sondajlarla belirlenmiş, gabroik kayaçların Sulakyurt granitoidlerinin altında derine doğru genişleyerek devam ettiğini, bu nedenle ofiyolitik olmadıklarını, granitoid magmasının içine sokularak beraber kristalleşen eş plütonik kütleler oldukları açıklanmıştır.

Aydın vd. (1998), Orta Anadolu Granitoidlerini (OAG) genel olarak C-tipi (kabuksal) lökograditler ve H-tipi (hibrid) hornblend±K-feldspat megakristalleri±mafik mikrogranüler anklavlar içeren granitler olarak iki ana gruba ayırmışlardır. Granitoid magmatizmasını siyenitoid magmatizmasının izlediğini ve bu magmanın da ilk fazını kuvars siyenitoidlerin ikinci fazı ise feldspatoidli siyenitoidlerin oluşturduğunu belirtirler. İç Anadolu Kristalen Karmaşığı'ndaki magmatizma türlerinin peralüminalıdan metaalüminalıya ve giderek alkalin/peralkaline doğru değiştiğini ifade etmişlerdir. Siyenitoid intrüzyonlarının çarpışması-sonrası magmatizmasının son evrelerini temsil ettiğini, silikaca-doygun magmatizmadan silikaca-doymamış magmatizmaya geçişin nedeninin ergime zonundaki su miktarındaki değişimler olabileceğini belirtmişlerdir.

Boztuğ vd. (1998), Orta Anadolu çarpışma plütonizmasının oluşumunda eş yaşlı mafik ve felsik magmaların çeşitli etkileşim tipleri adlı çalışmalarında; metamorfiklere sokulum yapan çarpışma ile ilgili plütonizmayı üç kısma ayırmışlardır. Magma mixing/mingling olaylarının nasıl gerçekleştiğini, mafik ve felsik mikrogranüler anklavların oluşumlarını ayrıntılı açıklamışlardır.

Boztuğ (1998), Orta Anadolu'da metamorfizma-magmatizma sinkronizasyonu ve S-I-A tipi magmatik kayaç birliklerinin jeodinamik önemi isimli çalışmasında; metasedimentler, ofiyolitik kayaçlar ve intrüzyonların radyometrik yaş tayini sonuçlarına göre eşzamanlı olduklarını ileri sürmüştür. Üst Kretase'deki metamorfizma ve magmatizma eşzamanına ve metamorfizma derecesinin kuzeyden güneye doğru azalmasına bağlı olarak çarpışmaya bağlı terslenmiş metamorfizmayla meydana gelmiş olabileceğini düşünmüştür. Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı içerisindeki çarpışmayla ilgili magmatik kayaçların birbirlerinden farklı olduklarını söylemiştir.

Boztuğ vd. (1998), Orta Anadolu çarpışma sonrası plütonizmasında kalkalkali ve alkali monzonitik birlikler adlı çalışmalarında, Yozgat batolitinin Şefaati-Yerköy arası ile KB Kırşehir'deki Çiçekdağ ve Kaman'ın güneydoğusundaki Baranadağ'da incelemeler yapmışlardır.

Boztuğ vd. (1998), Orta Anadolu bölgesindeki metamorfik birimler, ofiyolitik kayaçlar ve intrüziflerde çalışmalar yapılmış, kristalen kütledeki metasedimentlerin metamorfizma yaşı, ofiyolitik birimlerin yerleşme yaşı ve intrüzif kayaçların da intrüzyon yaşlarının kabaca Üst Kretase civarında bir eşzamanlılık gösterdiğini ve bazı intrüziflerin yerleşmesinin de Tersiyer'e kadar uzanabileceğini belirten araştırmacılar çarpışmayla ilgili magmatik kayaçları da üç gruba ayırıp ayrıntılı olarak incelemiş oluşumlarını açıklamışlardır.

Boztuğ (1998), Üst Kretase-Paleojen yaşlı alkali plütonlarını incelemiş ve bu plütonları İç Anadolu'nun doğu kısmında yedi, batıda ise altı gruba ayırmıştır. Ana ve eser element jeokimyası verilerine göre belirgin bir şekilde genç orojenik, levha içi ve çarpışma

sonrası karakteristikleri gösterdiklerini belirtmiştir. İç Anadolu'daki çarpışma sonrası alkali plütonizmasının Neotetis'in kuzey kolunun kuzeye doğru olan yitimi ile meydana gelen Anatolid-Pontid çarpışmasına bağlı olarak kıtasal kalınlaşma hemen ardından da gerilmeli rejim altında çarpışma sonrası litosferik incelme sırasında Anatolidlerin pasif kenarındaki manto malzemesinin adiabatik dekompresyon mekanizması ile kısmi ergimesiyle oluşabileceğini ileri sürmüştür.

Güleç ve Kadioğlu (1998), İAKK'nin güneybatısında yer alan Ağaçören granitoidinin iz element ve Sr izotop verileri değerlendirilerek plütonun manto ve kabuksal bileşenlerinin ilişkisi araştırılmıştır. Bu veriler ışığında plütonun 110 My yaşında olduğunu, %70 üst kabuk+%30 manto malzemesinden oluşan karışımının ancak %21'nin fraksiyonel kristalleşmesiyle oluştuğunu iddia etmişlerdir.

Otlu ve Boztuğ (1998), İç Anadolu çarpışma sonrası (post-COLG) alkali plütonizmasının örneklerinden olan Kortundağ ve Baranadağ Plütonlarındaki silisçe aşırı doygun (ALKOS) ve silisçe tüketilmiş alkali (ALKUS) kayaç birlikliklerini incelemişlerdir. Bunlardan Kortundağ Plütonunu dört litodem birimine ayırırken Baranadağ Plütonunun ise haritalanabilir bir litodem biriminden oluştuğunu ileri sürmüşlerdir. Bu litodem birimlerinin birbirleriyle ve metamorfiklerle olan dokanak ilişkilerini ortaya koymuşlardır. Yapılan incelemeler neticesinde plütonların mineralojik, petrografik ve petrolojik özellikleri ortaya konmuştur.

Kadioğlu vd. (1998), Ağaçören granitoidindeki gabrolarda petrografik ve jeofizik incelemeler yapılmıştır, jeofiziksel veriler kullanılarak kütlenin derinliği ortaya konmaya çalışılmıştır.

Yılmaz ve Boztuğ (1998), Neotetis'in kuzey kolunun Maestrihtiyen öncesinde Pontidlerin altına dalmasına bağlı olarak Ankara Erzincan Kenet Zonu boyunca gelişen olayların terslenmiş metamorfizma, ana kenet zonundan türemiş ofiyolit dilimleri, çarpışmayla ilişkili magmatizma ve çarpışma sonrası meydana gelen Orta Anadolu basenleri olarak ifade etmişlerdir. Çiçekdağ Magmatik Kompleksi'nde ofiyolitik dilim

yerleşmesi, çarpışma sonrası I ve H-tipi magmatizma ve levha içi karakterli A-tipi magmatizmanın gözlemlendiğini ileri sürmüşlerdir. Eğri alan siyenitinin alkali karakterde olduğunu, ofiyolitleri ve Halaçlı monzogranitini kestiğini iddia etmişlerdir.

Yılmaz ve Boztuğ (1998), çarpışma zonu magmatizmasının petrojenezi adlı çalışmalarında magmatizmanın çarpışma öncesi (pre-coll), çarpışmayla eş zamanlı (syn-coll) ve çarpışma sonrası (post-coll) olmasına bağlı olarak ortaya çıkacak olan petrojenetik karakteristikler ortaya konmaya çalışılmıştır. Çarpışma öncesi magmatizmasının yay magmatizması olarak bilindiğini ve toleyitik-kalakalkalen karakterde olduğunu belirtmişlerdir. Çarpışmayla eş zamanlı magmatizmanın genellikle metasedimanter kayaçların anateksi sonucu düşük ergime sıcaklığına sahip bileşenlerinin ergimesiyle ortaya çıkan eriyiklerden oluşan S-tipi granitik kayaçlarla temsil edildiğini, çarpışma sonrası kalkalkalen magmatizmanın ise litosferik delaminasyon sonucu kabuk-manto sınırında üst manto malzemesinin adiyabatik dekompresyon nedeniyle yüksek dereceli kısmi ergimesinden türeyen mafik magma ile bu magmanın kıtasal kabuğun alt kısmına sokulması sonucu kabuksal kayaçları dehidratasyon reaksiyonları nedeniyle kısmi ergimeye uğratarak oluşturduğu felsik magma ile etkileşmesi sonucu oluştuğunu ve I-tipi olduklarını ileri sürmüşlerdir. Çarpışma sonrası litosferik delaminasyon sırasında üst manto kayaçlarının adiyabatik dekompresyon ile düşük dereceli kısmi ergimeye uğramaları sonucu oluşan alkali magmatizmaların olduğunu da açıklamışlardır.

Aydın ve Önen (1999), Anadolid-Torid platformunun pasif kıta kenarını temsil eden İç Anadolu Kristalen Karmaşığı'ndaki granitoid intrüzyonlarından biri olan Baranadağ kuvars monzonitinde araştırmalar yapmış, plütonun orta-iri taneli olduğunu, mafik anklav ve K-feldispat megakristallerini içerdiğini ve genç magmatik aktiviteyi temsil eden aplitik daykılarla kesildiğini, ortoklaz, plajyoklaz, kuvars, hornblend, biyotit ve klinopiroksen içerdiğini, hafif alkali ve oldukça iyi gelişmiş kalk-alkali karakterde olduğunu, metaluminus karakterde çarpışma sonrası granitlerden olduğu belirtilmiştir.

Işık (1999), Ekecek-Yeniköy-Mamasun (Aksaray), Yeşilhisar (Kayseri) arasında yüzeyleyen gabroyik ve granitoidik kayaların petrografik ve jeokimyasal incelemesini yaparak bölgede yüzeyleyen gabro, diyorit, plajiyogranit ve dolerit dayklarının İç Anadolu Ofiyolitlerinin üzerlemesinin kalıntıları şeklinde yorumlamış, Ekecekdağı granitoidinin muhtemelen hibrid bir magmadan oluştuğunu ve çarpışma sonrası granit özelliğinde olduğu, bölgedeki gabroların ise ofiyolitik kökenli olduğunu belirtmiştir.

Kadıoğlu ve Güleç (1999), İç Anadolu Granitoidlerindeki anklavların türü ve kökenine yönelik çalışmalar yapmışlardır. Anklavları kökensele olarak ksenolitik anklavlar, magma segregasyon anklavları ve magma mixing/mingling anklavları olmak üzere üç grupta sınıflandırmışlardır. Ksenolitik anklavların granitoidlerin metamorfik ve ofiyolitik kayalarla olan dokanaklarında görüldüğünü ifade etmişlerdir.

Boztuğ (2000), Kırşehir Masifi'ndeki intrüzif birlikteliklerini (1) çarpışmayla eş yaşlı, S tipi, peralüminalı ve iki mikalı lökograditik birliktelik, (2) çarpışma sonrası, I tipi, metalüminalı, yüksek potasyumlu kalkalkalen ve genellikle K-Feldispat megakristalli monzonitik birliktelik ve (3) A tipi, çarpışma sonrası ve levha içi alkale birlikteliği, yüksek potasyum ve silikaca doymuş alkale, K-Feldispat megakristalli monzonitik ve siyenitik alt grup ve silikaca doymuş olmayan alkale feldispatoid-sodalit siyenit porfir alt grubu şeklinde sınıflamıştır. Radyometrik verilere dayanarak İç Anadolu'daki metamorfizma ve magmatizmanın Geç Kretase boyunca eşzamanlı olarak meydana geldiğini, metamorfizma derecesinin kuzeyden güneye doğru azaldığını belirtmişlerdir. Çarpışma sonrası, A tipi, levha içi karakterli alkale birliğin kabuk kalınlaşmasından sonra izostatik denge gereği sıkışmanın yerini alan gerilme rejimi sonucu, yükselmiş olan üst manto peridotitlerinin bazı özel fizikokimyasal koşullarda fraksiyonel kısmi ergimeye uğraması sonucunda meydana gelmiş olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Köksal vd. (2001), İç Anadolu'daki A-tipi magmatizmanın ürünlerinden olan İdiş Dağı Magmatik Kompleksi'nde mineralojik ve petrografik incelemeler yapmış, çoğunlukla kuvars siyenit ve alkali feldispat kuvars siyenit bileşiminde olduklarını, İç Anadolu

Kristalen Karmaşığı'ndaki magmatizmanın son aşamasının ürünleri olduğunu belirtmişlerdir.

Kadioğlu ve Güleç (2001a), İç Anadolu Kristalen Karmaşığı'ndaki gabro tiplerini arazi, petrografik ve jeokimyasal çalışmalarla ayırmışlardır. Buna göre İAKK içerisinde yüzeyleyen iki tip gabro olduğunu, bunlardan birinci tip gabroların granitoidlerle sinüsoidal dokanaklı ve geçişli gabrolar, ikinci tip gabrolar ise granitik intrüzyonların yükselttiği gabrolar olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar birinci grup gabroların, subofitik doku özelliği sergilediklerini ve kaya içerisinde hâkim mafik mineralleri amfibollerin oluşturduğunu, ikinci tip gabroların ise holokristalin granüler doku özelliğinde ve hâkim mafik mineralleri piroksenlerin oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Kadioğlu ve Güleç (2001b), İAKK içerisinde yüzeyleyen felsik intrüzyonların yapısını ve dağılımlarını incelemişler, buna göre arazi çalışmaları, mineral bileşimi ve jeokimyasal parametreler esas alınarak karmaşık içerisindeki çeşitli felsik intrüzyonları granitik, monzonitik ve siyenitik intrüzyonlar olmak üzere üç ana gruba ayırmışlardır.

Kadioğlu ve diğerleri (2002), İç Anadolu'nun jeodinamik evrimini doğrudan ilgilendiren, Ağaçören intrüzif takımı içerisindeki granitoidlerin ve gabroların  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  yöntemiyle yaş analizlerini yapmışlardır. Buna göre gabroların  $78\pm 0,3$  –  $78,8\pm 1,0$  My, granitoidlerin ise  $77,6\pm 0,3$  My yaşlı olduklarını ortaya koymuşlardır. Ayrıca Ağaçören İntrüzif Takımının (AİT) havadan manyetik anomalileri yapılarak AİT içerisindeki apofizler halinde gözlenen gabroyik kayaların yeryüzünden 1.55km derinlikte birleştiklerini ifade etmişlerdir.

Kadioğlu vd. (2003), İAKK'nın batı kenarı boyunca bulunan eğrisel volkanoplütonik karmaşığın bir kısmı olan AİT'deki gabroyik kayaçların uyumsuz intrüzif kütleler olarak oluştuklarını ve granitoid kayaçlarıyla uyumsuz dokanak gösterdiklerini, gabroların  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  yaşları  $78,0\pm 0,3$  ile  $78,8\pm 1,0$  My iken granitoidlerin  $77,6\pm 0,3$  My belirtilmiştir.

İlbeyli vd. (2004), İç Anadolu'daki kıta-ada yayı çarpışmasıyla ilişkili olan benzer yaşlı intrüzif kayaçları (1)kalkalkalen, (2)subalkalen-geçişli ve (3)alkalen olmak üzere üç gruba ayırmışlardır, alkalen plütonik kayaçların nefelin monzosiyenit-kuvars siyenit bileşiminde metaalüminalı-peralkalen kayaçlar olduklarını, LIL ve hafif NTE'ce zengin, yüksek  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ve düşük  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  oranlarına sahip olduklarını belirtmişlerdir. Tektonik sınıflama diyagramlarına dayanarak bu kayaçların fraksiyonel kristalleşme süreçleriyle birleşmiş kabuksal asimilasyondan etkilendiğini ileri sürmüşlerdir.

Köksal vd. (2004), İç Anadolu Kristalen Kompleksi'nin allohton ofiyolitik kayaçları ve metamorfik kayaçlarına sokulum yapan H ve A-tipi granitoidler Neotetis okyanusunun kapanmasıyla meydana gelen kıtasal çarpışmanın geç evresini karakterize ettiklerini, H ve A-tipi granitoidlerdeki Rb-Sr ve K-Ar tüm kaya ve mineral yaş verilerinin çelişkili olduğunu bu nedenle de tipik lokasyonlardan U-Pb titanit yaşlandırması yapıp jeokimyasal özellikleri ortaya konmuştur. H ve A-tipi granitoidlerin U-Pb titanit yaşlarını sırasıyla  $74,0 \pm 2,8$  ve  $74,1 \pm 0,7$  My olduğunu belirtmişlerdir. Bu verilerin Torid-Anatolid platformunun pasif kenarındaki Alpin incelmelerini takip eden çarpışma sonrası genişlemeli periyodun başlangıç zamanını kısıtladığını ifade etmişlerdir.

İlbeyli (2005), Geç Kretase magmatizmasının ürünleri olan, metamorfik kayaçlara sokulan ve ofiyolitik kayaçları üzerleyen çarpışmayla ilişkili kayaçları (1)kalkalkalen, (2)subalkalen ve (3)alkalen olmak üzere üç gruba ayırmıştır. Kalkalkalen plütonları on bir, subalkalenleri bir ve alkalenleri de altı lokasyonda incelemiştir. Alkalem kayaçların metaalüminalı-peralkalen bileşimde, A-tipi ve foid içeren monzosiyenit-granit bileşiminde olduklarını belirtmişlerdir. Plütonların 5,3-2,6 kbar basınç altında 858-698°C'daki geniş bir sıcaklık aralığında kristalleştiklerini, LIL ve hafif NTE'nde zenginleşme, yüksek  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ve düşük  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  oranları gösterdiklerini belirtmişler, bu özelliklerinde kayaçların büyük oranda yitim malzemesi içeren manto kaynağından türediklerini ileri sürmüşlerdir.

Tatar ve Boztuğ (2005), İç Anadolu'daki K-G yönlü plütonik kütleleri kesen Geç Kretase yaşlı Behrekdağ Karmaşığı'nı haritalanabilir beş granitoid birime ayırmışlardır. Bunlar

(1) S-tipi, peralüminalı Danacıobası biyotit lökograditi, (2) I-tipi, hibrit, metalüminalı, K-feldispat megakristalli Konur kuvars monzonit, (3) mafik A-tipi, alkalen Kızdede monzogabro, (4) felsik A-tipi, alkalen Hasandede kuvars siyenit/monzonit ve (5) M-tipi, düşük potasyumlu toleyitik Yeniköy tonalitidir. Danacıobası biyotit lökograditindeki biyotitlerden yapılan K-Ar yaşları  $69,1 \pm 1,42$  ve  $71,5 \pm 1,45$  My olarak tespit edilmiştir.

Kadıoğlu vd. (2006), Üst Kretase-Paleosen yaşlı kalkalkalenden alkalene değişik bileşimdeki felsik intrüzifler, Orta Anadolu Kristalen Kompleksi içerisinde metamorfik, ofiyolitik birimlere sokulum yapmakta ve bölgenin en önemli magmatik birimlerini oluşturmaktadır. Bu birimler göstermiş oldukları mineralojik ve kimyasal bileşimlerine göre, graniti monzonit ve siyenit üst takımlarına ayrılmıştır. Her üst takım kendi içerisinde göstermiş olduğu benzer mineralojik ve kimyasal bileşim ile düzenli bir coğrafik yayılım göstermeleri esasına dayanarak alt takımlara ayrılmıştır. Granit üst takımı Orta Anadolu Kristalen Kompleksi'nin en dış bölümünü oluşturan granit ve granodiyoritlerden oluşmaktadır. Ağaçören intrüzif takımı, Çelebi takımı, Behrekdağ takımı, Sulakyurt takımı, Hacılı takımı, Kerkenez takımı, Akdağmadeni takımı ve Karakeban takımları granit üst takımının bireylerini oluşturmaktadır. Monzonit üst takımı granit üst takımı ile dereceli dokanak sergileyebilmekte ve Orta Anadolu Kristalen Kompleksi'nin iç kısmına doğru ve granit üst takımı ile yayılım açısından paralellik sergilemektedir. Bu üst takım monzonit-kuvars monzonit bileşiminde olup başlıca Terlemez takımı, Saraycık takımı, Cefalık takımı, Baranadağ takımı, Akçakent takımı, Cankılı takımı ve Murmano takımlarını kapsamaktadır. Siyenit üst takımı, Orta Anadolu Kristalen Kompleksi içerisinde en iç kesimde ve diğer üst takımlardan bağımsız kütleler halinde bulunmaktadır. Siyenit üst takımı, kuvars siyenit, siyenit, foid siyenit ve pseudolösit içeren alkali bileşimdeki kayalar oluşturur. Bu üst takım İdişdağı takımı, Devedamı takımı, Hayriye takımı, Bayındır takımı, Buzlukdağ takımı, Akçakent takımı ve Ömerli takımlarından oluşmaktadır. Granit üst takımı monzonit üst takımı ve siyenit üst takımı sırasıyla yüksek K içerikli, kalkalkalin, şoşonitik ve alkali bileşimindedir. Granit ve monzonit üst takımı LILE açısından zenginleşme ve HFSE açısından fakirleşme göstermektedir. Siyenit üst takımı ise diğer iki üst takıma göre, daha fazla LILE ve kısmen de HFSE açısından zenginleşme göstermektedir. Kayaların jeokimyasal bileşimleri, granit ve monzonit üst takımlarının adakit bileşiminde olup,

dalma batma ürünleri olduğunu ve manto metasomatizmasından oluşan bir ürünü sergilediklerini, siyenit üst takımının ise kabuğun incelmeye bağlı ve daha çok kabuk kirlenmesine uğramış manto kökenli alkali kaynaklı ürünlerden oluşmuş olabileceğini göstermektedir. Yapılan  $40\text{Ar}/39\text{Ar}$  yaş analiz sonuçları granit üst takımının  $77,7\pm 0,3\text{My}$ , monzonit üst takımının  $70,0\pm 1,0\text{My}$  ve siyenit üst takımının ise  $69,8\pm 0,3\text{My}$  yaşında olduğunu ve Orta Anadolu Kristalen Kompleksi içerisinde zaman içerisinde geniş bir magma evrimi geçirdiklerini göstermektedir. Bütün bu olaylar her üst takımda belirli ve ardışıklı bir zaman aralığında İç Toros okyanusunun dalması ve sıkışma rejimine bağlı olarak önce adakit magmasının türemesine neden olmuş ve daha sonra dalan dilimin astenosferde kopması ile genişleme rejimine bağlı olarak alkali magmatizmanın gelişimine neden olduğunu belirtmişlerdir.

Özmen ve Koç (2006), Bayındır, İshocacı, Yeniyapan ve Alishar bölgelerindeki hidrotermal fluorit cevherleşmelerinden farklı renkte fluorit kristali toplanmış, bu fluoritlerin Nadir Toprak Elementleri (NTE) konsantrasyonları belirlenmiştir. Alishar fluoritlerinin NTE içeriklerinin çok fazla olduğu, Hafif Nadir Toprak Elementlerinin (HNTE) Ağır Nadir Toprak Elementlerine (ANTE) göre daha fazla olduğunu, magmatik kaynaktan uzaklaştıkça fluoritlerin NTE içerikleri azaldığı görüşüne göre Alishar cevherleşmelerinin diğerlerine göre magmatik kaynağa daha yakın olduğunu belirtmişlerdir. Yeşil fluoritlerin ortalama NTE konsantrasyonunun mor ve koyu mor fluoritlere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Boztuğ ve Arehart (2007), İç Anadolu'daki Geç Kretase granitoid kayaçlarının Neotetis'in kapanmasıyla meydana gelen çarpışma süreçlerinden türemiş S-I-A-tipi plütonlardan oluştuğunu belirtmişlerdir. Oksijen ve sülfür izotop jeokimya çalışmalarında granitoidlerin kökeninde belirgin kabuksal bulgulara rastlamışlardır.

Boztuğ vd. (2007), Orta-Geç Kretase İç Anadolu granitoidlerinin İç Anadolu yitim zonu ofiyolitlerine ve İç Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın orta-yüksek metasedimentlerine sokulum yaptıklarını ve Geç Paleosen-Erken/Orta Eosen sedimanları tarafından üzerlendiklerini, bunların da tek zirkon  $^{207}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}$  evaporasyon

yaşlarının (1) Senomaniyen–Turoniyen, (2)Turoniyen–Santoniyen ve (3) Kampaniyen olarak üç gruba ayrıldığını ve bunlarında hornblend ve biyotit  $^{40}\text{Ar}$ – $^{39}\text{Ar}$  ve K–Ar soğuma yaşlarının 80–65 My civarında olduğunu belirtmişlerdir.

Kadıoğlu (2007), İç Anadolu Kristalen Karmaşığı'ndaki metamorfik ve ofiyolitik kayalara sokulan felsik intrüzif kayaçların granit, monzonit ve siyenit bileşiminde olduklarını, bu kayaç birimlerinin mineralojik ve jeokimyasal verileri bu kayaçların kökensel ilişkili olduklarını gösterdiğini, siyenitik kayaçların İAKK'nin iç kısımlarında küçük kütleler olarak yüzlek verdiğini ve yedi alt takıma ayrıldığını (İdişdağı, Devedamı, Hayriye, Bayındır, Buzlukdağ, Akçakent ve Ömerli), LIL elementlerde zenginleşme HFS elementleriminde de kısmen bir zenginleşme görüldüğünü, siyenit takımı magmasının çarpışma sonrası kabuk incelmeye bağlı zenginleşmiş manto kaynağından türediğini belirtmiştir.

Boztuğ ve Harlavan (2008), İç Anadolu'daki S-I ve A-tipi granitoidlerin K–Ar soğuma yaşlarının 80 ve 60 My arasında bir eşzamanlılık yansıttığını, eş kökenli tek bir jeodinamik yerleşimle fakat çeşitli kaynaklardan türediklerini belirtmişlerdir.

Karabulut (2008), 'Orta Anadolu Fluorit Provensi (OAFP) Fluorit Yataklarının Sınıflandırılması ve Cevherleşme Potansiyeli' başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında Türkiye'deki demir-çelik, kimya, seramik ve cam sanayilerinin talebini karşılayacak fluorit potansiyelini belirlemek, ayrıca fluoritler ile birlikte oluşan Nadir Toprak Element (NTE) potansiyelini belirlemek amacıyla, Bayındır, İshocalı, Yeniyapan, Buzlukdağ, Akçakent ve Çökellik fluorit yataklarında incelemeler yapmıştır. Buzlukdağ bölgesindeki kayaçların siyenit, kuvars siyenit ve monzonit türünde olduğunu, plajiolaz, kuvars, biyotit, piroksen ile aksesuar mineral olarak da özellikle Buzlukdağ'ın kuzeybatı yamaçlarındaki siyenitlerde melanit ve korund gözlemlenmiştir.

Köksal ve Göncüoğlu (2008), İç Anadolu'daki Aksaray ve Kırşehir yörelerindeki bazı S, I ve A-tipi granitoidlerde Sr ve Nd izotop çalışmaları yapmışlar, I ve A-tipi

granitoidlerin  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ve  $\epsilon\text{Nd}$  değerlerinin benzer buna karşın S-tipi granitoidlerin I ve A-tipi granitoidlerden daha radyojenik ilksel Sr izotop oranlarına ve daha düşük  $\epsilon\text{Nd}$  değerlerine sahip olduklarını belirmişlerdir. S-tipi granitoidlerden I ve A-tipi magmatik kayalara doğru gözlenen  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  değerlerindeki artış ve  $\epsilon\text{Nd}$  değerlerindeki yükseliş, farklı kaynak özelliklerinden veya manto ve kıtasal kaynakların zaman içerisinde izotopik olarak karışması ile bağlantılı olabileceğini iddia etmişlerdir.

Köksal vd. (2008), İç Anadolu'daki granitoid tiplerindeki zirkonların tiplerini ve içsel yapılarını seçilen tipik plütonlarda ortaya koymuşlardır. Tipik A-tipi granitoid olan Çamsarı kuvars siyenitinin genellikle K ve V zirkon tipinde olduğunu ve içsel yapısının yaygın metamiktizasyon gösterdiğini belirtmişlerdir.

Boztuğ vd. (2009), Kaman-Kırşehir yöresi intrüzyonlarının, Torid-Anatolid platformu (TAP) ve yitim zonu üzerinde gelişen Orta Anadolu Ofiyolitini (OAO) içeren okyanusal ada yayı arasında Senomaniyen–Türoniyen'de gerçekleşen kıta-okyanusal ada yayı çarpışması sonrası gerilme rejiminde oluştuklarını, kuzeyden güneye doğru, Çamsarı kuvars siyeniti, Hamit kuvars siyeniti, Bayındır nefelin-kankrinit siyeniti, Durmuşlu nefelin-nozeyan-melanit siyenit porfiri ve Baranadağ kuvars monzoniti birimlerinden oluştuklarını, metamorfik kayalarla ofiyolitlere ait birimleri sıcak dokanakla kestiklerini ve Geç Paleosen–Erken/Orta Eosen yaşlı sedimanter birimler tarafından uyumsuz olarak örtüldüklerini belirmişlerdir. Tek zirkon  $^{207}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}$ , amfibol  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  ve apatit fizyon izi jeotermokronolojisi yöntemleriyle soğuma ve yüzeyleme yaşları ortaya konmuştur.

Boztuğ vd. (2009), Orta-Geç Kretase İç Anadolu granitoidlerinin İç Anadolu yitim zonu ofiyolitlerine ve İç Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın orta-yüksek metasedimentlerine sokulum yaptıklarını ve Geç Paleosen-Erken/Orta Eosen sedimanları tarafından üzerlendiklerini, bunların da tek zirkon  $^{207}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}$  evaporasyon yaşlarının (1) Senomaniyen–Türoniyen, (2)Türoniyen–Santoniyen ve (3) Kampaniyen olarak üç gruba ayrıldığını ve bunlarında hornblend ve biyotit  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  ve K–Ar soğuma yaşlarının 80–65 My civarında olduğunu belirtmişlerdir.

İlbeyli vd. (2009), İç Anadolu Kristalen Karmaşığı içerisinde yer alan farklı türdeki kayaç tiplerinin Geç Kretase magmatizmasının ürünleri olduğunu, bu kayaçların (1) kalkalkalen, (2) yarıalkalen/geçişli ve (3) alkalen olarak üç farklı birime ayırt edildiğini, alkalen kayaçların genellikle peralkalen (A-tip) olup, bileşimleri feldispatoyidli monzosiyenitden granite kadar değiştiğini, karmaşıktaki tüm kaya oksijen izotop verilerinin %6,5 ve %14,8 arasında önemli oranlardaki  $\delta^{18}\text{O}$  değerlerine sahip olduğunu, ilksel  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ - $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  oranları ve her iki oran- $\delta^{18}\text{O}$  diyagramlarının intrüzif kayaçların dalma-batma ile değişikliğe uğramış mantodan türemiş ve ayrıca fraksiyonel kristalleşme ve kabuksal kirlenme geçirdiğini gösterdiğini, karmaşıktaki farklı magmatizmaların başlangıcı için uygun mekanizmalar ya termal sınır tabakasının delaminasyonu ya da dalmakta olan levhanın yok edilmesi olabileceğini belirtmişlerdir.

İlbeyli ve Kibici (2009), İç, kuzeybatı ve batı Anadolu'daki çarpışmayla ilişkili magmatik kayaçların magma kökenlerini ve tektono-magmatik oluşumunu inceledikleri çalışmalarında İç Anadolu alkalen intrüzif kayaçların genellikle meta-alüminus, A-tipi, LIL elementlerce zengin olduklarını ve jeokimyasal karakterlerinin yitim ile değişmiş manto kaynağından oluştuğunu belirtmişlerdir.

### 3. BÖLGESEL JEOLJİ

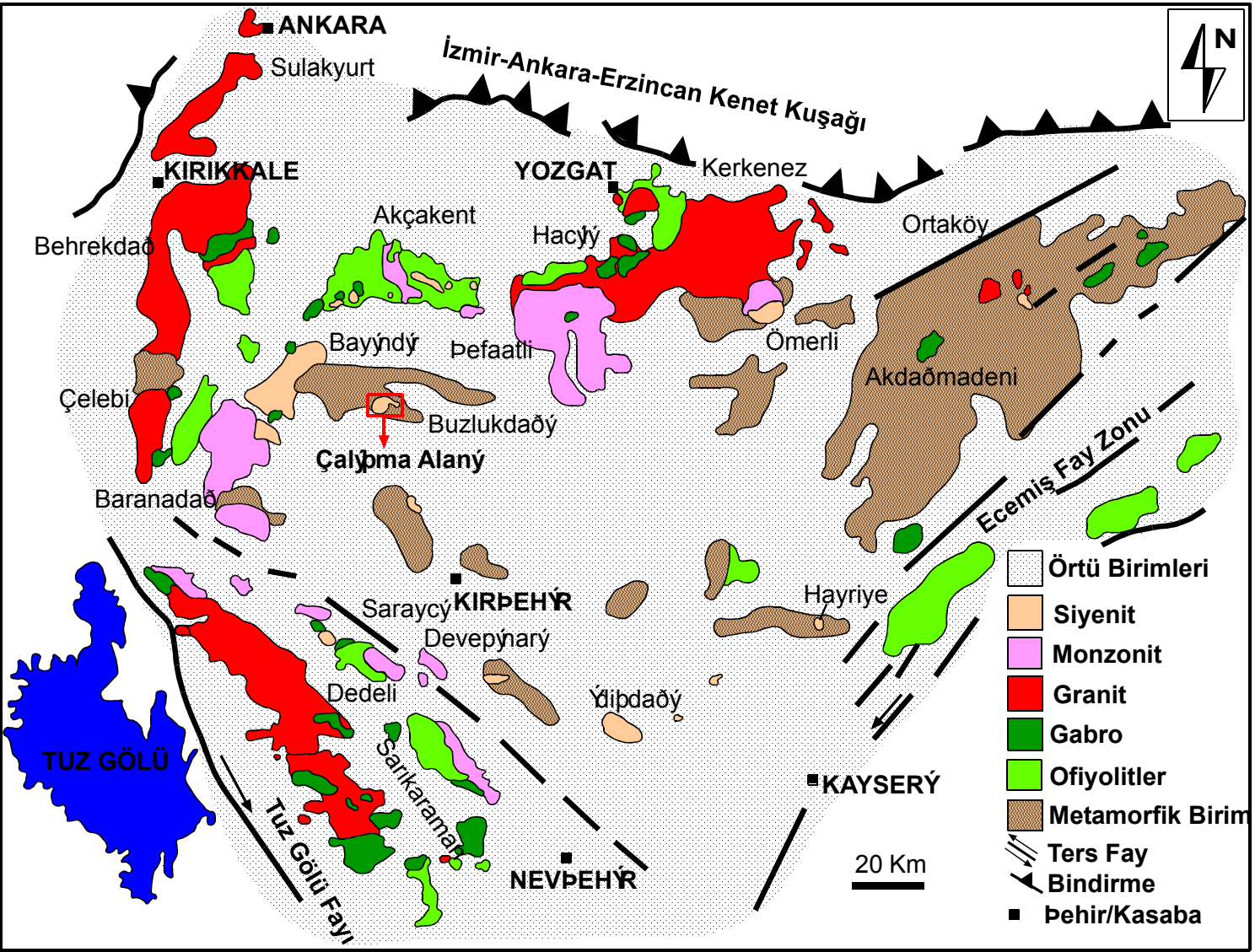
İnceleme alanı, İç Anadolu Bölgesinde Kırşehir ilinin kuzey-kuzeybatısında, Ankara, Sivas ve Niğde yerleşim merkezleri arasında kalan kabaca üçgen biçimindeki Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın (Göncüoğlu vd. 1991, 1992, 1993, Akıman vd. 1993) kuzeybatı bölümünde yer almaktadır (Şekil 3.1).

Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı (Göncüoğlu vd. 1991, 1992, 1993), Orta Anadolu'da Ankara-Sivas-Ulukışla arasında yer alan üçgen biçimindeki bir alanda yüzeyleyir ve kuzeyde İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Zonu, batıda Tuzgölü Fayı ve doğuda Ecemiş Fayı ile sınırlanır. Bu topluluk Kırşehir Masifi (Arni 1938, Seymen 1982), Çiçekdağ Masifi, Niğde Masifi, Akdağmadeni Masifi, Kızılırmak Masifi ve Orta Anadolu Masifi gibi adlarla anılmaktadır. Levha tektoniği terminolojisi açısından ise Kırşehir Masifi, Kırşehir Bloğu veya Kırşehir Mikrolevhası olarak adlandırılmaktadır (Erler vd. 1991).

Kristalen Karmaşığı'nda ana hatlarıyla dört kaya türü bulunmaktadır. Orta Anadolu metamorfikleri olarak adlandırılmış metamorfikler oldukça düzenli bir istif sunmaktadır. Metamorfikler üzerindeki okyanusal kabuğa ait kayalar Orta Anadolu Ofiyolitleri, metamorfikleri ve ofiyolitleri sıcak dokanak ile kesen farklı kaya türleri içeren felsik intrüzif kayalar ise Orta Anadolu Granitoidleri olarak adlandırılmıştır (Göncüoğlu vd. 1991, 1992). Bu birimlerin haricinde masife sokulum yapan manto kökenli mafik kayalar da bulunmaktadır (Kadıoğlu ve Güleç 1995, Kadıoğlu ve Özsan 1998, Kadıoğlu vd. 2003).

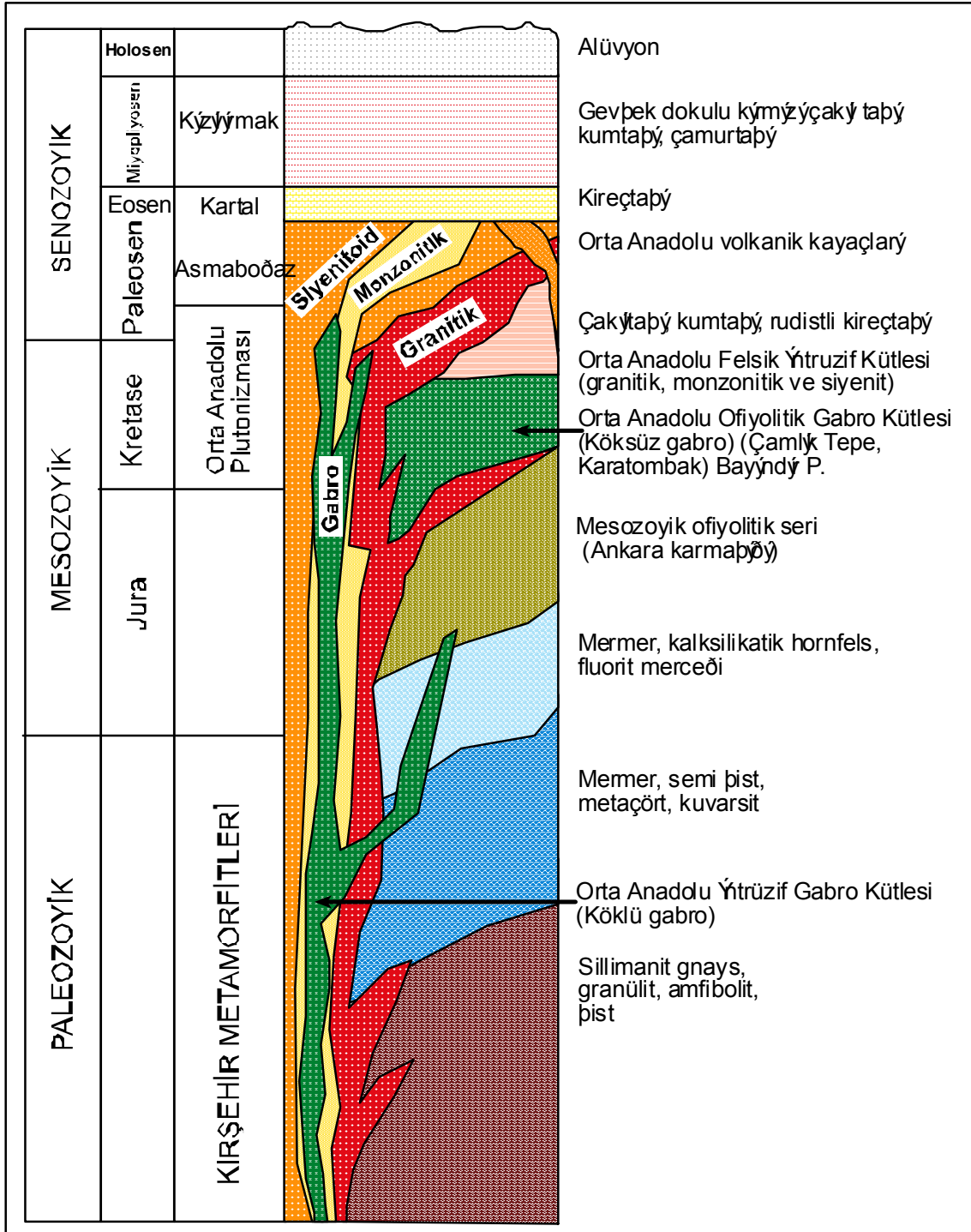
Kaman-Kırşehir çevresinde ise sırasıyla Kaman Grubu olarak adlandırılan metamorfik birimler, Kaman grubunu da Kaman'ın batısında K25°D, kuzey ve kuzeydoğusunda ise D-B gidişli tektonik bir dokanak boyunca Ankara karışığı ve Karakaya ultramafiti üzerlemekte, bu birimide açılı uyumsuzlukla üst Maestrihtiyen yaşlı Kartal ve Asmaboğazı Formasyonları (Görür 1981) örtmektedir. Metamorfik temeli ve Ankara Karmaşığı'nı sıcak dokanakla kesen diyorit, granodiyorit ve kuvars monzonit bileşimli derinlik kayaları (Baranadağ Plütönu), nefelinli siyenit ve lösitli porfirlerden oluşan

Buzlukdağ Plütonu ile bunların damar ve yüzey kayaları bulunmaktadır (Şekil 3.2) (Seymen 1981).



Şekil 3.1 Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın jeolojî haritası (Kadıoğlu vd. 2006)

Kaman Grubuna ait kayalar alttan üstte doğru, birbirleri ile uyumlu ve yanal geçişli görülen Kalkanlıdağ, Tamadağ ve Bozçaldağ formasyonlarıdır. Bu birimler, tabanda amfibolit fasiyesi ile başlayıp yeşilist fasiyesi ile devam ederek mermerlerle örtülmektedirler.



Şekil 3.2 Orta Anadolu Bölgesi'nin genelleştirilmiş kolon kesiti (Kadıoğlu 2001)

### **3.1 Bölgenin Stratigrafisi**

#### **3.1.1 Temel birimler**

##### **3.1.1.1 Metamorfik birimler**

Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı içerisinde düzenli bir istif sunan ve Orta Anadolu Metamorfikleri olarak adlandırılan metamorfik kütlelerin en güney parçasını Niğde Masifi, orta kısmını Kırşehir Masifi, kuzeydoğusunu ise Akdağ Masifi oluşturmaktadır.

Niğde Masifi, Orta Anadolu Masifi adı verilen büyük metamorfik kütlelerin en güneyinde bulunmaktadır. Niğde Masifi içerisinde yüzeyleyen metamorfik birimleri kaya stratigrafisi birimi olarak ilk kez ayırtlama ve istif özelliklerini belirleme Göncüoğlu (1977) tarafından gerçekleştirilmiştir. Genel olarak, Ecemiş Fayı batısında yer alan metamorfik birimler alttan üste doğru Gümüşler, Kaleboynu, ve Aşıgediği metamorfiklerinden oluşmaktadır. Gümüşdere Formasyonu: sillimanit-biyotit-muskovit-gnays, biyotit-gnays vb. kayalardan oluşan amfibolit ve az miktarda mermer bantlarına rastlanan bir birimdir. Kaleboynu Formasyonu mermer, biyotit ve muskovit gnays, amfibol şist ve kuvarsit aralanması ile tanıtılmaktadır. Aşıgediği Formasyonunun ana kayacı mermerdir. Alt kesimlerde muskovitgnays ve kuvarsit bantları gözlenir. Aşıgediği Formasyonunun üst kesiminde mermerler içinde amfibolit yeşilşist, metagabro, serpantin ve piroksenitten oluşan bir karmaşık ile birlikte viridin-gnays yüzeylemektedir. Bu birimler granitoidler tarafından kesilmiştir (Göncüoğlu 1981, 1982).

Kırşehir Masifi metamorfikleri üç birime ayrılmıştır. Bunlar; alttan üste doğru Kalkanlıdağ formasyonu Tamadağ formasyonu ve Bozçaldağ formasyonudur. Kalkanlıdağ formasyonu metamorfik temelin en yaşlı birimi olup başlıca lökokrat ve daha yaygın mesokrat ve melanokrat gnayslar, biyotitşistler, amfibolşist gibi görülen piroksenşistler, yer yer rastlanabilen ince mermer bantları ve bunlara eşlik eden vollastonitli, diopsitli kalkşistler, Tamadağ formasyonuna geçişte ise kalksilikatik şistler

metakuvarsit ve kuvars şistlerden oluşmaktadır. Birimin, metamorfizma öncesinde psemitik–ortokuvarsitik ara tabakalı pelitik-yarıpelitik kayaçlar ve kumlu–killi marnlardan oluştuğu belirtilmiştir. Bu tortul kayaçlar önce yüksek amfibolit-granülit fasiyesinde ilerleyen, sonra epidot-amfibolü fasiyesinden yeşilşist fasiyesine kadar gerileyen düşük basınç metamorfizması geçirmişlerdir. Tamadağ formasyonunun değişik derecede kirli ve temiz kireçtaşı ara tabakalı pelitik, yarıpelitik ve psemitik çökeller şeklinde olduğu sanılmaktadır. Kökende bu litolojilerden oluştuğu düşünülen tortul istifin, düşük basınç-yüksek sıcaklık koşulları altında ilerleyen, fakat sonra gerileyen tarzda başkalaşım geçirmesiyle, mermer ve şistik kayaçlardan oluşmuş karmaşık birim ortaya çıkmıştır. Tamadağ metamorfiklerindeki şist ara yüzeylerinin üste doğru giderek incilmesi ve seyrekleşmesiyle som mermerin egemen görüldüğü diğer bir birime geçilir. Bu birim ilk kez Seymen (1981) tarafından Bozçaldağ metamorfikleri olarak adlandırılmıştır. Yer yer amfibol ve amfibolitşist arabantlarında gözlemlendiği bu birim litolojik özelliği nedeniyle zengin metamorfik mineral parajenezi sergilemezler (Seymen 1981).

Akdağ Masifi metamorfik kayaçları alttan üste doğru pelitik ve migmatit kayalardan oluşan Aşılık metamorfiti, pelitik ve kalksilikatik kayalardan oluşan Fındıcak metamorfiti, kuvarsit ve kuvars şistlerden oluşan Pelitlikaya kuvasiti ve metakarbonatlardan oluşan Kadıköy metakarbonatından oluşmaktadır (Alparslan vd. 1996).

### **3.1.1.2 Ofiyolitik birimler**

Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'ndaki ofiyolitik kütleler Orta Anadolu Ofiyolitleri olarak adlandırılmıştır. Orta Anadolu Ofiyolitleri, ofiyolit istif özelliğini korumuş fakat çoğu parçalanmış metamorfik tektonitler, kümülat ve izotrop gabrolar, plajiyogranitler, levha-dayk karmaşığına ait diyabazlar, yastık lavlar ve epiofiyolitik çökellerden oluşmaktadır. Ofiyolitik birimler Orta Anadolu metamorfikleri üzerinde tektonik dokanakla yerlirler ve Orta Anadolu Granitoidleri tarafından kesilmişlerdir.

Ofiyolitlerin yay-önü tektonik konumunda, daha önce tüketilmiş bir okyanusal litosferin kısmi ergimesi ile oluşabileceği belirtilmiştir (Yalınz ve Göncüoğlu 1998).

### **3.1.2 Magmatik birimler**

İç Anadolu Kristalen Karmaşığı'ndaki metamorfik ve ofiyolitik kayaçların içerisine sokulmuş plütonik kayaçlar Geç Mesozoyik'deki alkalen ve kalkalkalen magmatizmadan türeyen felsik ve mafik kayaçlardan oluşmaktadır.

#### **3.1.2.1 Felsik kayaçlar**

İç Anadolu Kristalen Karmaşığı'ndaki felsik kayaçlar kabaca granitoyid, monzonit ve siyenit türü kayaçlardan meydana gelmektedir. Granitoyid kayaçları siyenitoyid kayaçlarından daha yaygındır ve İç Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın dış zonu boyunca yüzlek vermektedir. Siyenitoyidler genellikle karmaşığın iç kısımlarında görülmektedir ve çoğunlukla küçük kütlelerden meydana gelmektedir.

Granitik, monzonitik ve siyenitik kütleler de kendi içerisinde göstermiş olduğu benzer mineralojik ve kimyasal bileşim ile düzenli bir coğrafik yayılım göstermeleri esasına dayanarak alt takımlara ayrılmıştır. Granit üst takımı Orta Anadolu Kristalen Kompleksi'nin en dış bölümünü oluşturmakta, granit ve granodiyorit bileşimindedir. Ağaçören, Çelebi, Behrekdağ, Sulakyurt, Hacılı, Kerkenez, Akdağmadeni ve Karakeban alt takımlarından oluşmaktadır. Monzonit üst takımı granit üst takımı ile dereceli dokanak sergilemekte ve Orta Anadolu Kristalen Kompleksi'nin iç kısmına doğru ve granit üst takımı ile yayılım açısından paralellik sergilemektedir. Bu üst takım monzonit-kuvars monzonit bileşiminde olup başlıca Terlemez, Saraycık, Cefalık, Baranadağ, Akçakent, Cankılı ve Murmano alt takımlarını kapsamaktadır. Siyenit üst takımı, Orta Anadolu Kristalen Kompleksi içerisinde en iç kesimde ve diğer üst takımlardan bağımsız kütleler halinde bulunmaktadır. Siyenit üst takımı, kuvars siyenit, siyenit, foid siyenit ve pseudolösit içeren alkali bileşimdeki kayaçlar oluşturmaktadır. Bu üst takım İdişdağı, Devedamı, Hayriye, Bayındır, Buzlukdağ, Akçakent ve Ömerli

alt takımlarından oluşmaktadır. Granit üst takımı monzonit üst takımı ve siyenit üst takımı sırasıyla yüksek K içerikli, kalkalkalin, şoşonitik ve alkali bileşimindedir. Granit ve monzonit üst takımı LILE açısından zenginleşme ve HFSE açısından fakirleşme göstermektedir. Siyenit üst takımı ise diğer iki üst takıma göre, daha fazla LILE ve kısmen de HFSE açısından zenginleşme göstermektedir. Kayaçların jeokimyasal bileşimleri, granit ve monzonit üst takımlarının adakit bileşiminde olup, dalma batma ürünleri olduğunu ve manto metasomatizmasından oluşan bir ürünü sergilediklerini, siyenit üst takımının ise kabuğun incelmeye bağlı ve daha çok kabuk kirlenmesine uğramış manto kökenli alkali kaynaklı ürünlerden oluşmuş olabileceğini göstermektedir. Yapılan  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  yaş analiz sonuçları granit üst takımının  $77,7\pm 0,3\text{My}$ , monzonit üst takımının  $70,0\pm 1,0\text{My}$  ve siyenit üst takımının ise  $69,8\pm 0,3\text{My}$  yaşında olduğunu ve Orta Anadolu Kristalen Kompleksi içerisinde zaman içerisinde geniş bir magma evrimi geçirdiklerini göstermektedir. Bütün bu olaylar her üst takımda belirli ve ardışıklı bir zaman aralığında İç Toros okyanusunun dalması ve sıkışma rejimine bağlı olarak önce adakit magmasının türemesine neden olmuş ve daha sonra dalan dilimin astenosferde kopması ile genişleme rejimine bağlı olarak alkali magmatizmanın gelişimine neden olmuştur (Kadioğlu vd. 2006).

### **3.1.2.2 Mafik kayaçlar**

İç Anadolu Kristalen Karmaşığı'ndaki mafik kayalar başlıca gabro ve daha az oranda diyabaz ve bazalt kayalarından oluşmaktadır. Bu gabroların Mesozoik yaşlı ofiyolitik kayalara bağlı, Neo-Tetis'in kalıntı ürünleri olduğu pek çok araştırmacı tarafından kabul edilmektedir. Ancak son yıllarda yapılan çalışmalarda İç Anadolu'da yüzeyleyen gabroyik kayaların bir kısmının ofiyolitik olmadığı bunların İç Anadolu'ya sokulum yapan manto kökenli mafik kütleler olduğu belirlenmiştir (Kadioğlu ve Güleç 1997, Kadioğlu ve Özsan 1998, Kadioğlu vd. 2003, Kadioğlu vd. 2006).

İç Anadolu Kristalen Karmaşığı'ndaki gabro tipleri arazi, petrografik ve jeokimyasal çalışmalarla ayrılmış, İAKK içerisinde yüzeyleyen iki tip gabro olduğunu, bunlardan birinci tip gabroların granitoidlerle sinüsoidal dokanaklı ve geçişli gabrolar, ikinci tip

gabroların ise granitik intrüzyonlarla keskin dokanaklı olduğunu ve granitik intrüzyonların yükselttiği gabrolar olduğunu ifade edilmiştir. Araştırmacılar birinci grup gabroların, subofitik doku özelliği sergilediklerini ve kaya içerisinde hâkim mafik mineralleri amfibollerin oluşturduğunu, ikinci tip gabroların ise holokristalin granüler doku özelliğinde ve hâkim mafik mineralleri piroksenlerin oluşturduğunu belirtmişlerdir. Bunun yanında birinci grup gabroların granitik intrüzyonlarla olan dokanaklarında biyotit yaygın iken ikinci grupta gözlenmemektedir. Tüm kayaç jeokimyası birinci grup gabroların kalkalkaliden toleyitiğe geçişli iken, ikinci grubun tamamen toleyitik karakterinde olduğunu göstermiştir (Kadıoğlu ve Güleç 2001a).

İç Anadolu'nun kuzeybatı bölümünde yer alan Sulakyurt granitoidindeki ofiyolitik olmayan gabroların konumu sondajlarla belirlenmiş, gabroların tonalit içerisinde dayk şeklinde sokulduğu ve gabro kütesinin köksüz olarak tonalit içerisinde yer almadığı belirtilmiş, gabroyik kayaçların Sulakyurt granitoidlerinin altında derine doğru genişleyerek devam ettiğini, bu nedenle ofiyolitik olmadıklarını, granitoid magmasının içine sokularak beraber kristalleşen eş plütonik kütleler oldukları açıklanmıştır (Kadıoğlu ve Özsan 1998).

Ağaçören plütonundaki gabro bloklarından elde edilen özdirenç değerleri gabroların tavan bloğu değil, derinlere doğru devam eden sokulum kütleleri olduğunu göstermektedir. Ayrıca Ağaçören İntrüzif Takımının (AİT) havadan manyetik anomalileri yapılarak AİT içerisindeki apofizler halinde gözlenen gabroyik kayaların yeryüzünden 1.55km derinlikte birleştiklerini ifade etmişlerdir (Kadıoğlu vd. 2002).

$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  yöntemiyle yapılan yaş analizlerinde gabroların  $78\pm 0,3$ – $78,8\pm 1,0$  My, granitoidlerin ise  $77,6\pm 0,3$  My yaşlı oldukları dolayısıyla gabrolarla granitoidlerin eş yaşlı mafik-felsik intrüzyonlar olduklarını ortaya koymaktadır (Kadıoğlu vd. 2002).

### **3.1.3 Örtü birimleri**

#### **3.1.3.1 Volkanik birimler**

İç Anadolu Kristalen Karmaşığı'ndaki volkanik kayalar başlıca Kötüdağ ve Saraykent volkanik kayalarıdır. Kötüdağ Volkaniti riyolit, dasit, trakiandezit ve andezit bileşimindedir, riyolit ve dasitler sarı, bej, soluk gri renkte gözlenirken trakiandezit ve andezit kayaları koyu gri ve kahverengi renk tonuna sahiptir. Andezitlerde açık ve koyu renkli bol fenokristal bulunmaktadır. Hipokristalin porfirik dokuludur, volkanik hamurun bileşimi kriptokristalin mineraller, mikrolitler ve az miktarda volkan camından oluşmaktadır (Tolluoğlu 1993).

#### **3.1.3.2 Çökel birimler**

Bölgedeki çökel birimler; Baraklı, Çevirme, Deliceirmak ve Kızılırmak formasyonlarıdır.

Kırşehir'in güneybatısı ve güneydoğusunda küçük alanlarda yüzeyleyen Baraklı formasyonu kırmızı-kahve-gri renkli katmansız, orta-kalın katmanlı, yer yer çapraz katmanlı, magmatik-metamorfik taneli bloklu çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşından oluşan linyitli karasal çökellerden meydana gelmektedir. Kalınlığı 100-700m arasında değişen birim Tersiyer öncesi temel üzerine uyumsuzlukla yerleşmiştir. Formasyonun üst seviyelerinde linyitli ve ince kumtaşı ara katkılı siyah-kahve renkli çamurtaşları bulunabilmektedir (Kara 1991).

Genellikle kuzey kesimlerde yüzeyleyen Çevirme formasyonu alt seviyelerinde paralel katmanlı kumtaşı ve silttaşı, üst seviyelerde ise beyaz, bej, krem renkli, orta-kalın katmanlı/masif kireçtaşı ara seviyeleri bulunan masif çamurtaşından oluşmaktadır. Yer yer tabanında kalınlığı 2m'yi bulabilen bloklu taban çakıltaşı seviyeleri bulunabilir. Formasyonun kalınlığı 250m'dir. Baraklı formasyonu ile yanal ve düşey yönde geçişli

olan birimin üzerinde regresif özellikli Deliceirmak formasyonu uyumlu olarak yer almaktadır (Kara 1991).

Deliceirmak formasyonu regresif özellikli, evaporitli, kırmızı-kahve, gri renkli, paralel-çapraz katmanlı, az köşeli-köşesiz taneli, gevşek karasal çakıtaşı, kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmasından meydana gelmiştir. Birimin alt seviyelerini orta-iyi tutturulmuş ince-orta-kalın paralel katmanlı kumtaşları ile ardalanmalı jips-anhidrit ve kaya tuzlu çamurtaşlarından, orta-üst seviyelerini ise çamurtaşlarıyla ardalanmalı ve üste doğru artan oranda alt düzeyleri erozyonal çapraz katmanlı çakıtaşı ve kumtaşından oluşur. Formasyonun kalınlığı 1100-2000m arasındadır ve Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Kızılırmak formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülür (Kara 1991).

İç Anadolu'nun büyük bir kısmında yüzeyleyen Kızılırmak formasyonu kırmızı-kahve renkli, katmansız, bloklu, çakıllı, kumlu, gevşek karasal çamurtaşlarından oluşmaktadır. Tüf, jips, anhidrit, killi kireçtaşı, çakıtaşı, kumtaşı bant ve mercekleri içermektedir. Üst Miyosen öncesi temelin üzerinde uyumsuzlukla yer almaktadır. Kalınlığı 5-100m arasında değişen formasyon yatay konumludur. Birimin yaşı Üst Miyosen-Pliyosen'dir (Kara 1991).

Bölgenin en genç oluşumları vadi ve akarsu yataklarında, ova ve düzlüklerdeki çakıl, kum, kil depolanmalarıdır (Kara 1991).

#### 4. ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ

Buzlukdağı Siyenitoyidi, İç Anadolu Kristalen Karmaşığı (İAKK) içerisinde yayılım açısından en küçük intrüzif kütlelerden biri olup alkali plütonik kayalardan oluşmaktadır ancak yüzlek ve tazelik açısından çalışma alanında büyük önem kazanmaktadır. Çalışma alanında yüzeyleyen silikaca yoksun olan alkali plütonik kayalar siyenitik bileşimdedir ve İç Anadolu'da Mesozoyik geç devirlerinde ve Erken Senozoyik boyunca gelişen magmatizmaya ışık tutmaktadır.

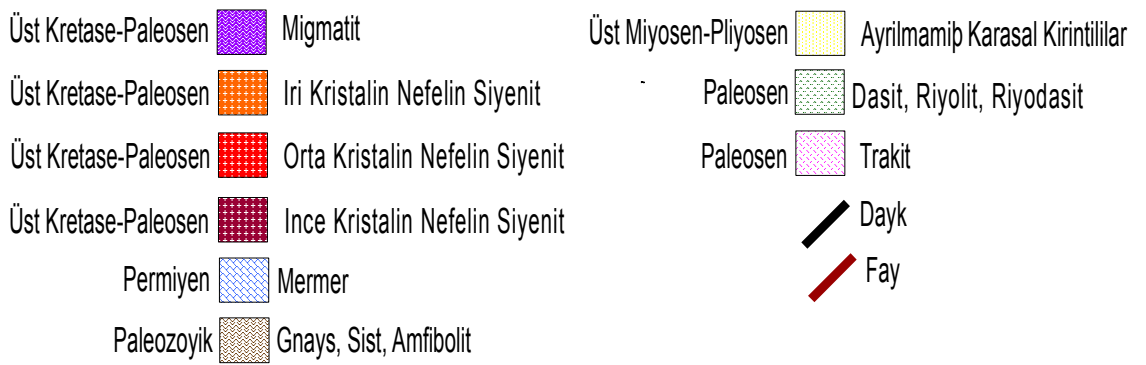
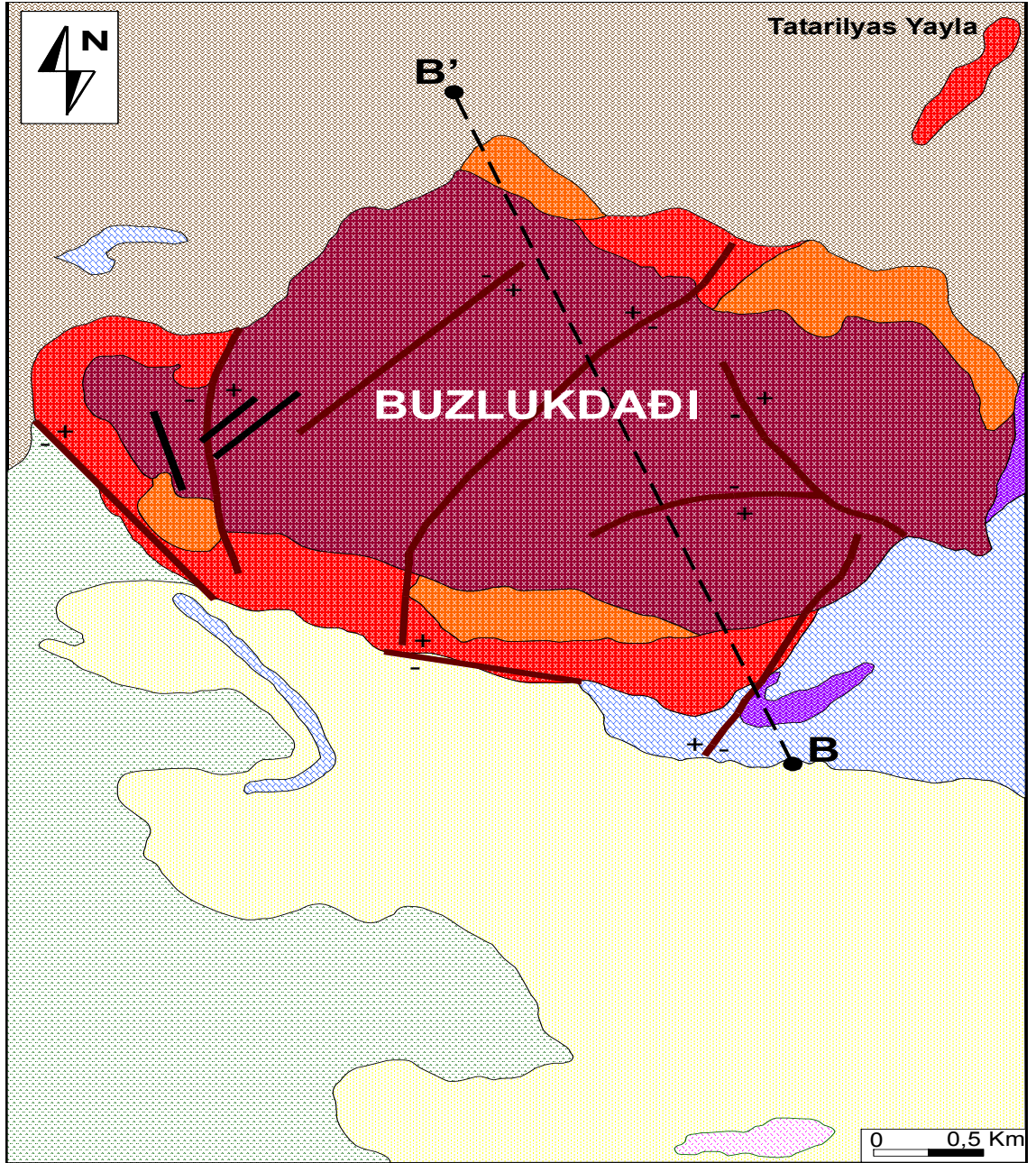
Arazi çalışmaları kapsamında; Alışar ve Tatarilyas yaylası mevkilerinde yayılım gösteren siyenitik bileşimindeki ve kontakt metamorfik kayalar detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu kayaların arazide gözlenen makroskobik ve mezoskopik ölçekteki özellikleri fotoğraflanmış ve sistematik şekilde 200 adet örnek alımı yapılmıştır ve bunlardan taze olanları seçilip analizi yapılmıştır. Örnek alımı yapılırken kayaların bazılarının altere olmasına rağmen mümkün oldukça taze örnek alımına özen gösterilmiştir.

Çalışma alanında yayılım gösteren foid siyenit bileşimindeki kayalar arazi gözlemlerinde doku özelliklerine ve tane boyutlarına göre üç alt gruba ayrılmıştır. Bunlar iri kristalen foid siyenit, orta kristalen foid siyenit ve ince kristalen foid siyenittir (Şekil 4.1-4.2).

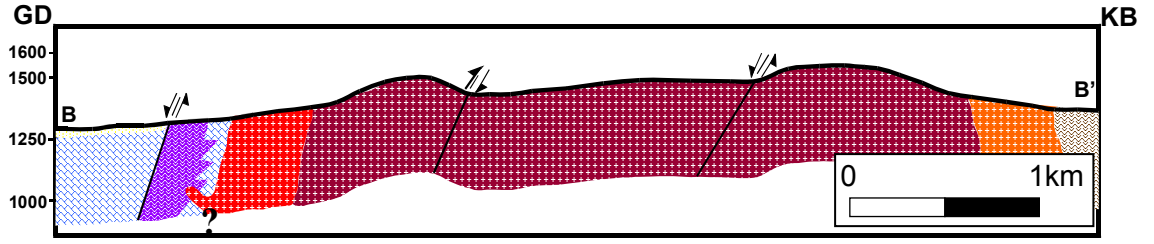
Mafik dayklar, felsik dayklar ve fluorit içeren hidrotermal damarlar neredeyse çalışma alanındaki tüm alt grupları kesmektedir.

Migmatit, hornfels ve mermer kontakt metamorfizmanın ürünleri olarak dış zonlarda gözlenmektedir. İnceleme alanında azda olsa trakit bileşimindeki kayalar gözlenmiştir.

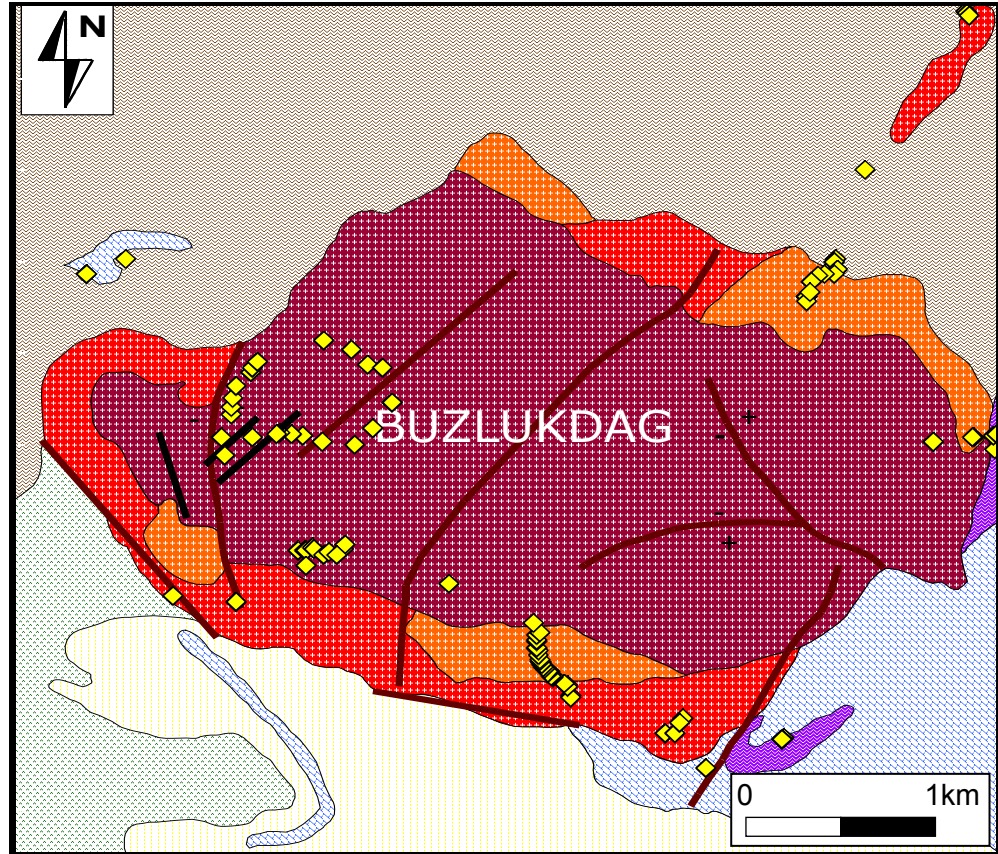
Arazi çalışmaları süresince toplanan örneklerin GPS yardımıyla koordinatları alınmış olup örnek alım yerleri haritada gösterilmiştir (Şekil 4.3).



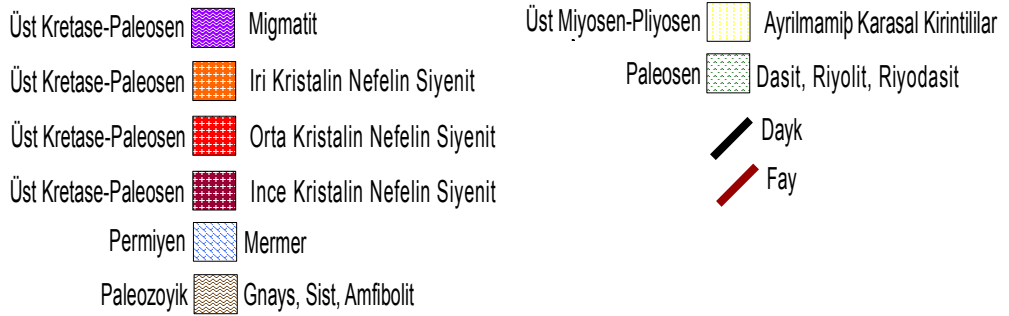
Şekil 4.1 Çalışma alanının jeoloji haritası



Şekil 4.2 Çalışma alanının B-B' doğrultuları boyunca alınmış jeolojik kesiti



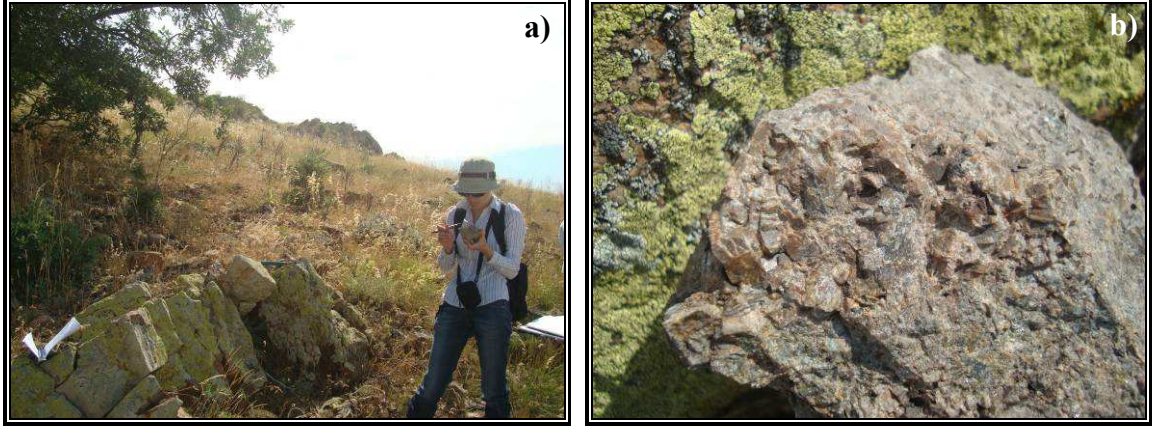
Şekil 4.3 Örnek alım yerlerini gösteren harita





#### 4.1.1 İri kristalen foid siyenit

Buzlukdağı'nda 1400m ve aşağıdaki kotlarda yani intrüzif kütlelerin etek kısımlarında plütonun genellikle çeper kısımlarında gözlenen iri kristalen foid siyenitler, başlıca pembemsi ve metalik gri renkli ve faneritik dokuludur (Şekil 4.5.a.b).



Şekil 4.5.a.b İri kristalen foid siyenitlerin arazi görüntüleri

#### 4.1.2 Orta kristalen foid siyenit

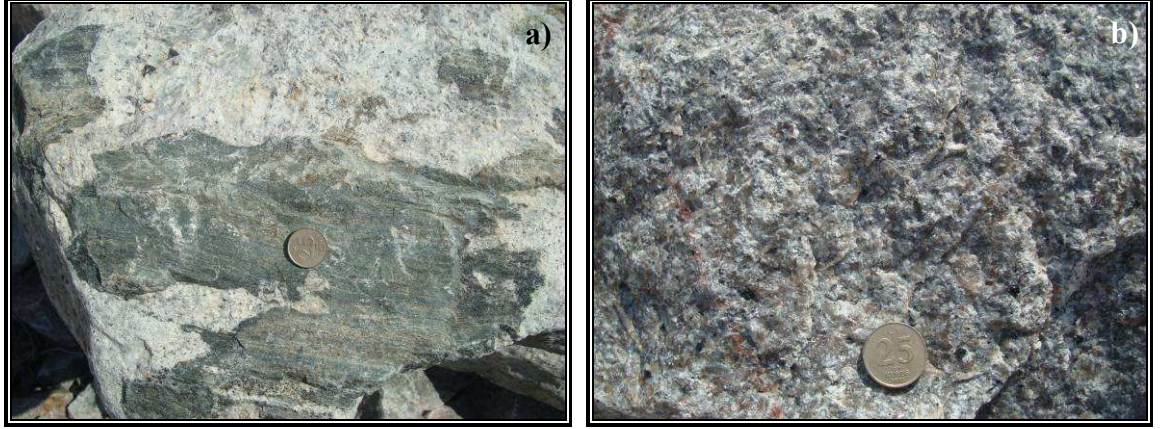
Buzlukdağı'nda 1400m ve aşağıdaki kotlarda yani intrüzif kütlelerin yayvan topografya sergileyen kısımlarında gözlenen orta kristalen foid siyenitler, başlıca pembemsi gri renkli ve faneritik dokuludur (Şekil 4.6.a.b).



Şekil 4.6.a.b Orta kristalen foid siyenitlerin arazi görüntüleri

### 4.1.3 İnce kristalen foid siyenit

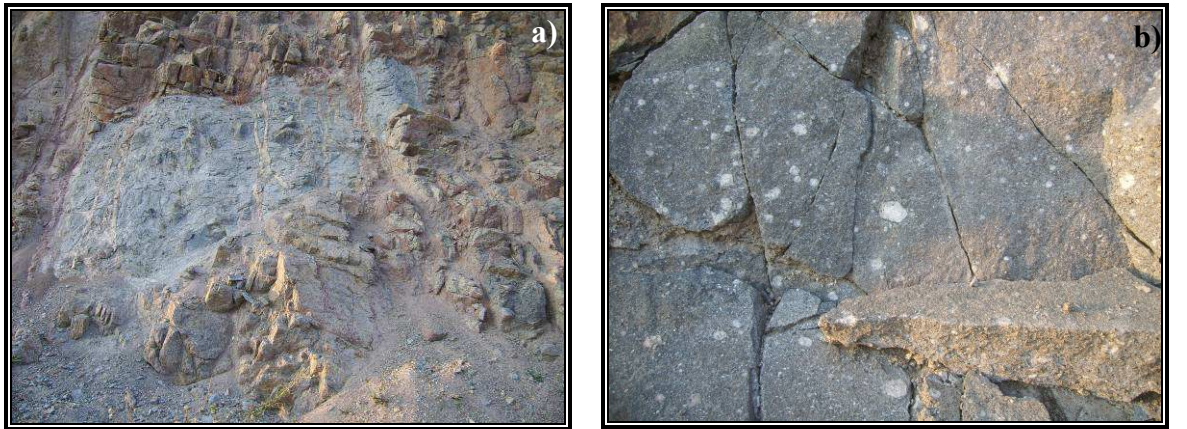
Buzlukdağı'nda 1400m'nin üzerindeki kotlarda gözlenen ince kristalen foid siyenitler, başlıca gri renkli, faneritik dokulu ve nefelince zengin mafik minerallerce fakirdirler (Şekil 4.7.a.b). Ayrıca ince kristalen foid siyenitlerde ksenolitik anklavlar gözlenmiştir.



Şekil 4.7.a.b İnce kristalen foid siyenitlerin arazi görüntüleri

### 4.2 Felsik ve Mafik Dayklar

Felsik dayklar arazide açık renkli ve faneritik doku özelliğinde iken mafik dayklar koyu gri renkli ve porfiro faneritik dokuludur (Şekil 4.8.a.b).



Şekil 4.8.a.b Felsik ve mafik daykların arazi görüntüleri

### 4.3 Migmatit ve Hornfelsler

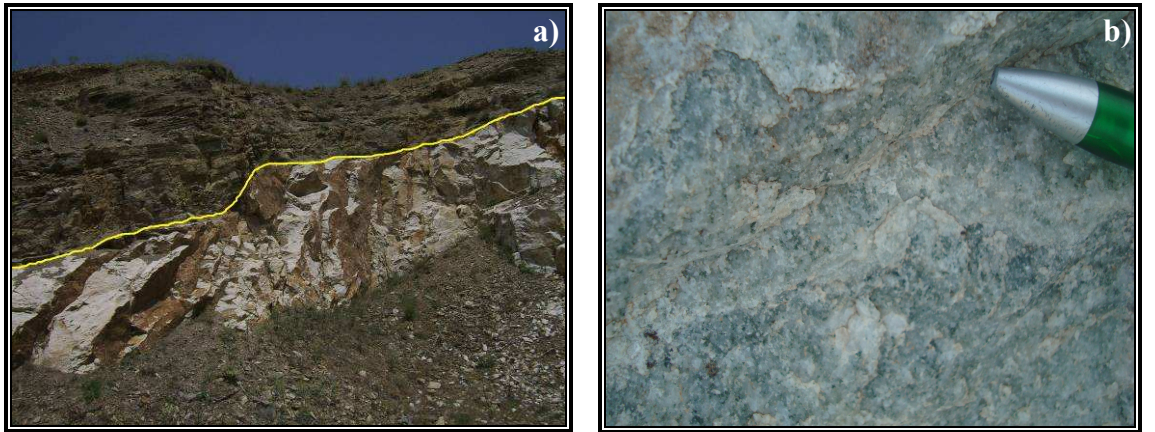
Siyenitlerin dokanağında bulunan olasılıkla kırıntılı kayaların metamorfize olmasıyla oluşmuşlardır. Bunlar migmatit ve hornfels bileşimindedirler. Migmatitler belirgin migmatit dokusu göstermeleriyle tanınabilmektedir. Hornfelsler ise yönsüz dokuları ve masif görünümüyle tanınabilmektedir (Şekil 4.9.a.b).



Şekil 4.9 Siyenitlerin dokanağında gelişen kontakt metamorfik kayaların arazi görüntüleri (a. Migmatit, b. Hornfels)

### 4.4 Mermer

Mermerler arazide foliasyon göstermemesi, rengi ve mineralojik bileşimiyle kolaylıkla diğer birimlerden ayrılmaktadır (Şekil 4.1.a.b)

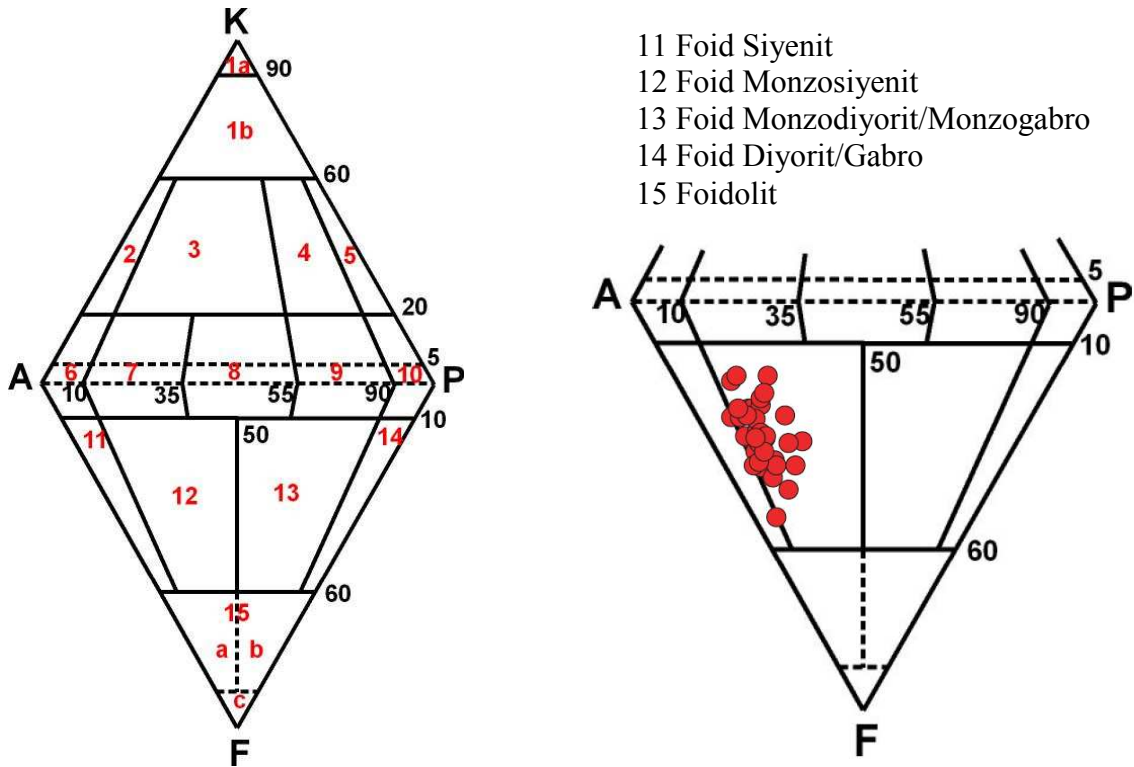


Şekil 4.10 Mermerlerin arazi görüntüleri, a. Genel; b. El örneği görünümü

## 5. MİNERALOJİ-PETROGRAFİ

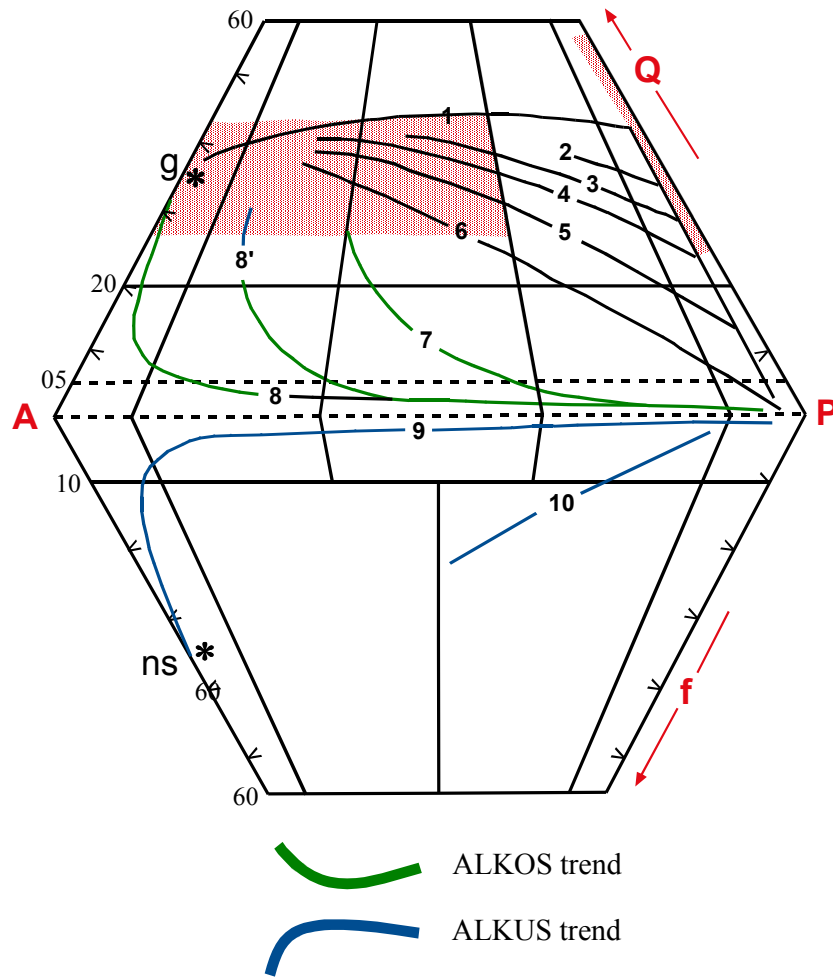
Buzlukdağı Siyenitoyidi İç Anadolu Kristalen Karmaşığı'ndaki (İAKK) siyenitoyid bileşimindeki intrüzif kütleler içerisindeki en küçük plüton olmasına rağmen yüzlek ve tazelik açısından çalışma alanında büyük önem arz etmektedir. Buzlukdağı Siyenitoyidi arazi çalışmasında doku özelliklerine ve tane boyutlarına göre iri, orta ve ince kristalen foid siyenit olmak üzere üç alt guruba ayrılmıştır. Bunlar farklı renklerde, farklı mineral oranlarına ancak benzer mineral bileşimine sahiptirler. İri kristalen, orta kristalen ve ince kristalen foid siyenitler sırasıyla pembemsi, pembemsi gri ve gri renktedir. Çoğunlukla nefelin, K-Feldispat, oligoklaz, piroksen, biyotit, amfibol ile az oranda melanit, kankrinit, sfen ve opak minerallerden meydana gelmektedir.

Çalışma alanındaki foid siyenitlerin modal mineralojik bileşimlerini ortaya koyabilmek için yaklaşık 45 adet örneğin nokta sayımı yapılmıştır (Çizelge 5.1). Elde edilen modal mineralojik veriler Streckeisen'in (1976, 1979) yapmış olduğu QAFP diyagramında foid siyenit ve foid monzosiyenit alanında yer almaktadır (Şekil 5.1).



Şekil 5.1 Buzlukdağı siyenitoyidlerinin QAFP sınıflaması (Streckeisen 1976, 1979)

Foid siyenitler açık renkli bileşenlerden başlıca alkali feldispat, plajiyoklaz ve feldispatoyid grubu mineraller içermeleri, asla serbest kuvars içermemeleri ve bu nedenle jeokimyasal bileşim olarak silis bakımından tüketilmiş alkalin (ALKUS-Alkali Under Saturated) kayaç olarak tanımlanırlar. Bu kayaçlar, APF üçgen diyagramında, Lameyre ve Bowden'ın 1982 yılında yapmış oldukları sınıflamada başlıca foid içeren gabro/diyorit–foid içeren monzogabro/monzodiyorit–foid içeren monzonit–foid içeren siyenit-foid içeren AF siyenit–foid siyenit topluluğundan oluşan 9 nolu trendi göstermektedir (Şekil 5.2).



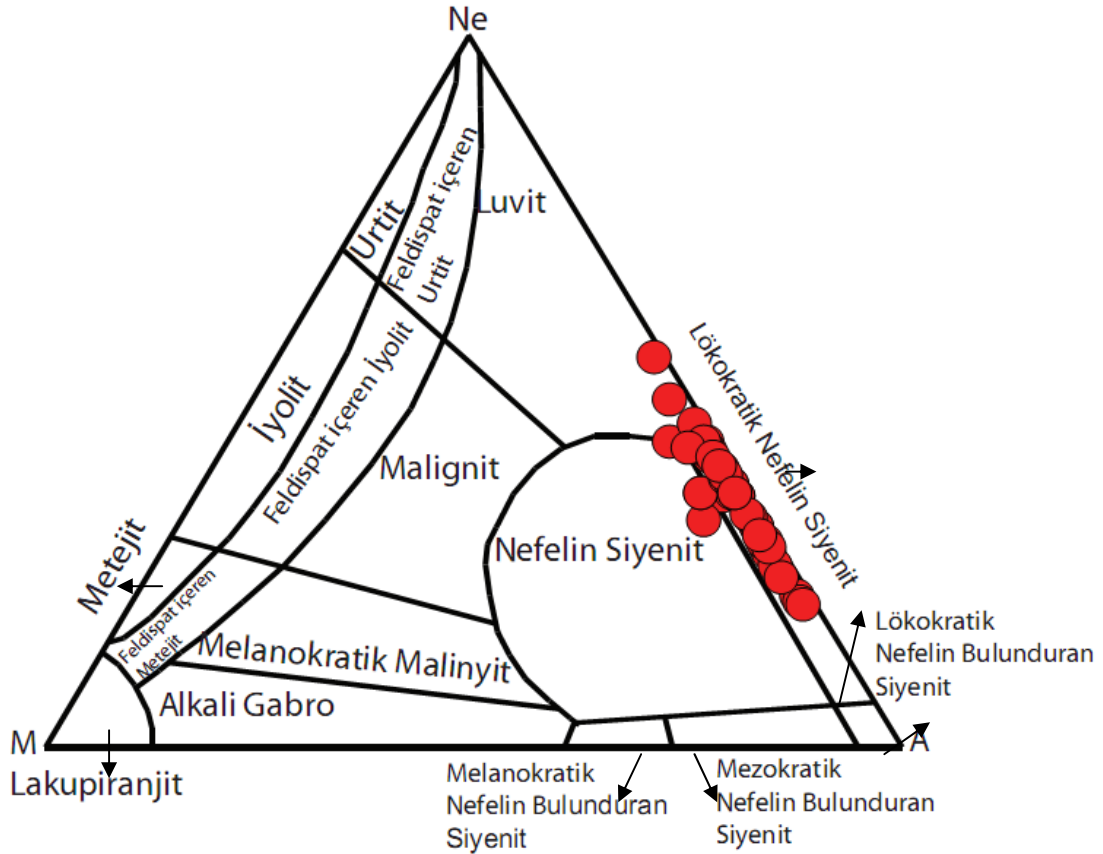
Şekil 5.2 QAPF dörtgen diyagramındaki alkali kayaç toplulukları ve ALKOS-ALKUS trendler (Lameyre ve Bowden, 1982)

g\*: En düşük ergime sıcaklığına sahip bileşenlerden oluşan granitik eriyik; ns\*: En düşük erime sıcaklığına sahip bileşenlerden oluşan nefelin siyenitik eriyik; Taralı alanlar: kabuksal kökenli granitik kayaçlar; 1: Toleyitik; 2: Kalkalkalin tonalitik-trondjemitik; 3,4,5,6: Kalkalkalin granodiyoritik; 7: Monzonitik; 8, 8': Silisçe aşırı doygun alkalin (ALKOS); 9: Silisçe tüketilmiş alkalin (ALKUS); 10: Silisçe aşırı tüketilmiş alkalin.

Çizelge 5.1 Buzlukdağı Siyenitlerinin modal mineralojik bileşimleri (%) (örneklerden ortalama 500 nokta sayılmıştır)

Örnek No	Ortoklaz	Plajjoklaz	Nefelin	Piroksen	Amfibol	Biyotit	Granat	Opak Mineral	Sfen	Fluorit
BUZ-42	54,5	8,5	33,7	-	1,1	0,4	-	1,8	-	-
BUZ-31	43,2	8,4	46,6	-	0,6	0,6	-	0,6	-	-
BUZ-35	53,1	6,9	39,5	-	-	0,5	-	-	-	-
BUZ-38	47,6	6,7	41,5	-	1,1	2,5	-	0,6	-	-
BUZ-33	49,6	9,2	39,6	-	-	0,5	-	1,1	-	-
BUZ-97	52,5	5,3	41,6	-	-	-	-	0,6	-	-
BUZ-58	59	6,5	34,3	-	-	-	-	-	-	-
BUZ-120	62,6	10,2	27,2	-	-	-	-	-	-	-
BUZ-121	69	9,8	20,4	-	-	-	-	0,8	-	-
BUZ-100	62	10,7	27,3	-	-	-	-	-	-	-
BUZ-122	59,8	5,8	34,2	-	-	-	-	0,2	-	-
Y-3	53,9	17	29	-	-	-	-	0,1	-	-
K-3000	53,5	9	30,5	4,9	-	-	2,1	-	-	-
BUZ-24	62,5	17,8	19,4	-	-	-	-	0,3	-	-
BUZ-20	58,5	13,1	25,6	0,3	-	-	1,4	1,1	-	-
BUZ-02	60,3	5,1	27,4	-	-	-	7,2	-	-	-
BUZ-85	48,6	6,3	32,9	0,5	-	-	11,7	-	-	-
BUZ-14	41,3	12,9	37,2	-	-	-	7	1,6	-	-
BUZ-21	45,2	17,2	34	-	-	0,3	1,3	2	-	0,3
BUZ-06	59,8	10,1	29,8	-	-	-	0,3	-	-	-
BUZ-80	60,1	13,9	24,1	0,3	-	-	1,6	-	-	-
K-3200	59,3	6,9	27,5	-	-	-	6	0,3	-	-
BUZ-110	56,9	15,1	22,1	0,4	-	-	5,1	0,4	0,4	-
BUZ-26	58,7	8,8	27,5	-	-	-	2,5	2,5	-	-
BUZ-61	68,1	11,3	19,1	-	-	-	1,5	-	-	-
BUZ-103	64,1	8	27	-	-	-	-	0,9	-	-
BUZ-55	51,8	9,3	30,2	-	-	-	6,4	2,3	-	-
BUZ-88	43,5	2,3	54,2	-	-	-	-	-	-	-
BUZ-89	54,7	4	41,3	-	-	-	-	-	-	-
BUZ-87	48,6	6,7	43,7	-	-	-	-	1	-	-
BUZ-113	49,8	8,9	41,1	-	-	-	-	0,2	-	-
BUZ-99	53,9	7,8	34,6	3,7	-	-	-	-	-	-
BUZ-83	44,6	11,8	39,1	2,1	-	-	2,4	-	-	-
BUZ-48	55,8	7,4	31,1	-	-	-	5,4	0,3	-	-
BUZ-12	49,9	8,7	34,3	-	-	-	5,7	1,4	-	-
BUZ-108	53,9	7,8	34,6	3,7	-	-	-	-	-	-
BUZ-49	48,8	10,8	38,3	-	-	-	2,1	-	-	-
BUZ-47	52,5	12,6	27,7	-	-	-	7,2	-	-	-
BUZ-43	56,7	1,2	36,7	-	-	-	5,4	-	-	-
BUZ-10	47,9	17	33,9	-	-	-	-	1,2	-	-
BUZ-36	55,4	10,2	34,1	-	-	-	-	-	-	-
BUZ-46	48,9	5,5	36,5	-	-	-	9,1	-	-	-
BUZ-77	50	14	36	-	-	-	-	-	1,2	-
BUZ-78	53,3	8,1	37,8	-	-	-	0,8	-	-	-
BUZ-27	57,5	8	34,5	-	-	-	-	-	-	-

Das and Acharya'nın (1996) silikaca doymun olmayan alkalen kayaçların sınıflaması için kullanmış oldukları nefelin-mafik mineral-alkali feldispat sınıflama üçgeninde Buzlukdağı Siyenitoidlerinin lökokratik Nefelin Siyenit alanında yer aldıkları görülmektedir (Şekil 5.3).



Şekil 5.3 Buzlukdağı siyenitoidlerinin Ne-M-A sınıflaması (Das ve Acharya 1996)

(Ne: Nefelin, M: Mafik Mineral, A: Alkali Feldispat)

### 5.1 Buzlukdağı Foid Siyeniti

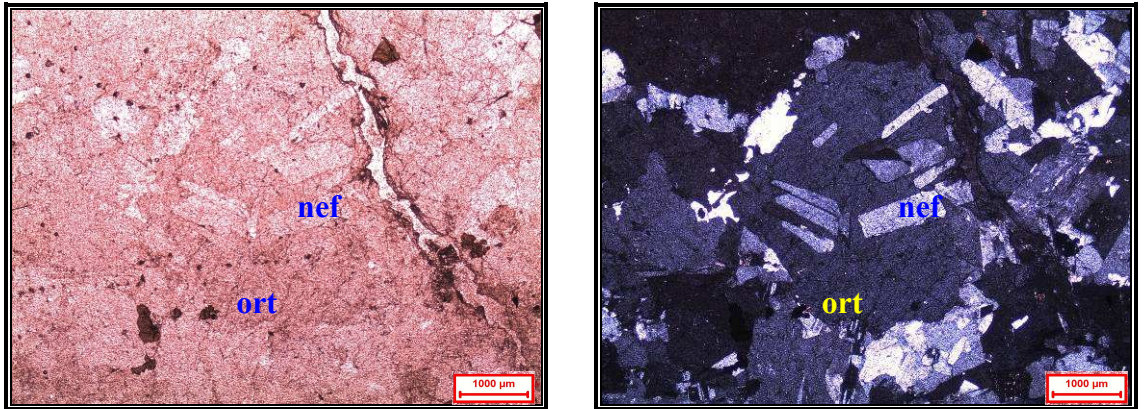
Foid siyenit/Foid monzosiyenit veya Sorenson'a (1974) göre lökokratik nefelin siyenit bileşiminde olan Buzlukdağı Siyenitoidleri benzer mineralojik bileşime sahip olmalarına rağmen petrografik incelemeler neticesinde farklı mineral oranlarına ve farklı dokusal özelliklerine göre sekiz alt gruba ayrılmıştır (Bkz Ek 1).

Tüm alt gruplarda holokristalin hipidiyomorf taneler doku gözlenmektedir. Ana mineralojik bileşimini çoğunlukla nefelin, ortoklaz, oligoklaz türündeki plajiyoklaz oluştururken mafik ve tali minerallerin oranı tüm alt gruplarda değişmektedir.

İnce ve orta kristalen foid siyenitlerden genellikle birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü grup foid siyenit alt grupları, iri kristalen foid siyenitlerden iri kristalin ve bol granatlı foid siyenitler alt grupları ayrılırken ince kristalen foid siyenitlerden de beşinci grup ve kataklastik foid siyenitler alt grupları ayrılmıştır.

### 5.1.1 Birinci grup foid siyenitler

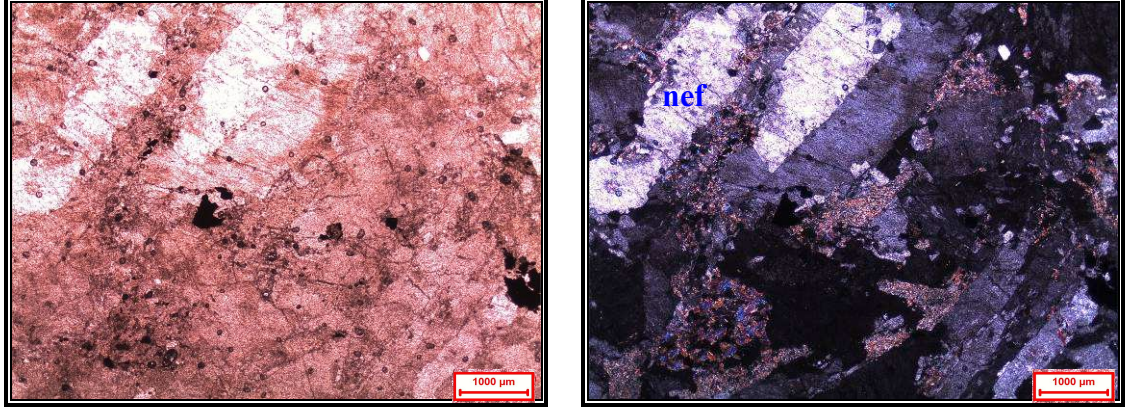
Ana bileşen olarak ortoklaz, nefelin, plajiyoklaz (An10-An30) ve amfibolden oluşan bu alt grupta serisit mineralleri alterasyon ürünleri olarak göze çarpmaktadır. Kaya içerisinde tali mineralleri biyotit, muskovit (ikincil), granat ve opak mineraller oluşturmaktadır. Holokristalin hipidiyomorf taneler doku özelliği gösteren kaya içerisinde nefelinler subofitik dokuya benzer bir özellik göstermektedir (Şekil 5.4). Kristallerin çoğu dikdörtgen şeklindedir. Alkali feldispatlar da yer yer serisitleşme gözlenmektedir (Şekil 5.5).



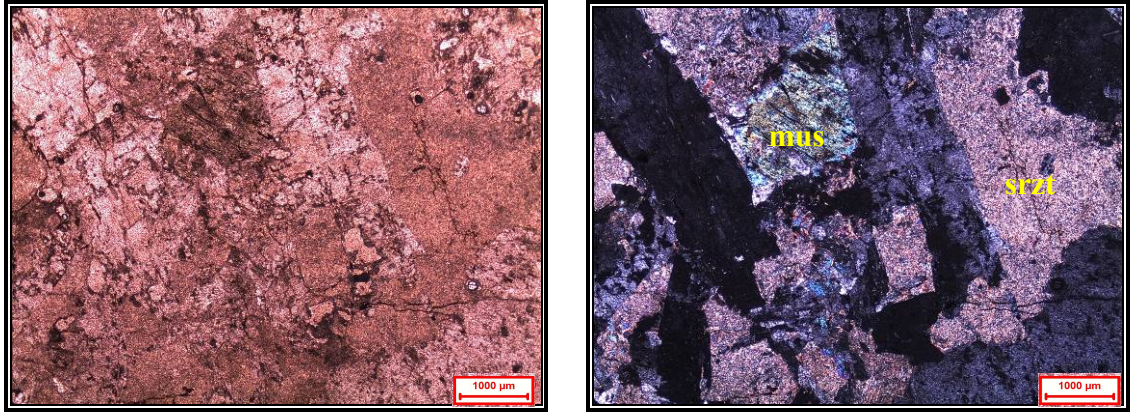
Şekil 5.4 Birinci alt gruba ait kayaların genel dokusunun fotomikrografi

Ortoklazlar, serisitleşme nedeni ile genellikle bulanık, toprağımsı bir durumda gözlenmektedir. Kesit içerisinde genelde yarı özşekilli olan ortoklazların bazılarında basit ikiz gözlenmektedir.

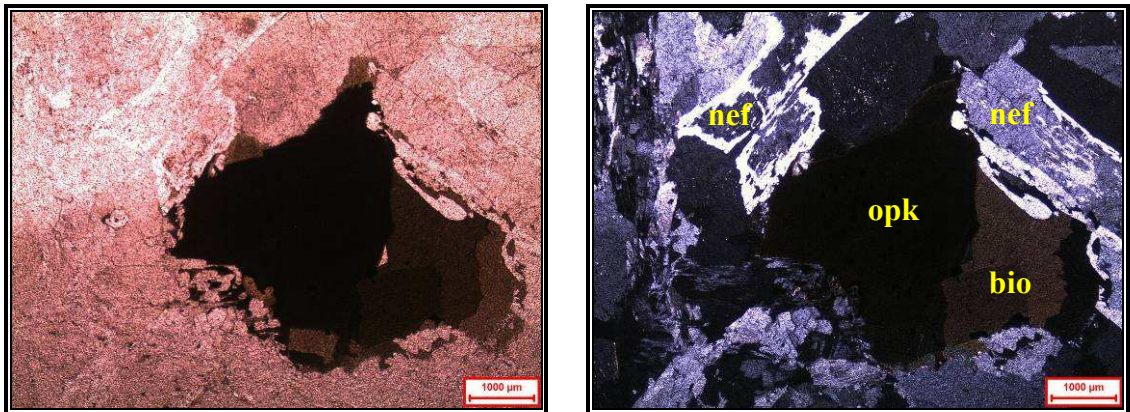
İkincil mineraller olarak gözlenen muskovit mineralleri, levhamsı-yapraksı şekilde olup, pleokroyizma göstermemektedirler. Karakteristik olan tek yönde dilinim izleri belirgin değildir. Pırıltılı sönme gösteren mineral genellikle ince tanelidir (Şekil 5.6).



Şekil 5.5 Birinci alt gruba ait kayalardaki serisit minerallerinin fotomikrografı



Şekil 5.6 Birinci alt gruba ait kayalardaki muskovit ve serisit minerallerinin fotomikrografı

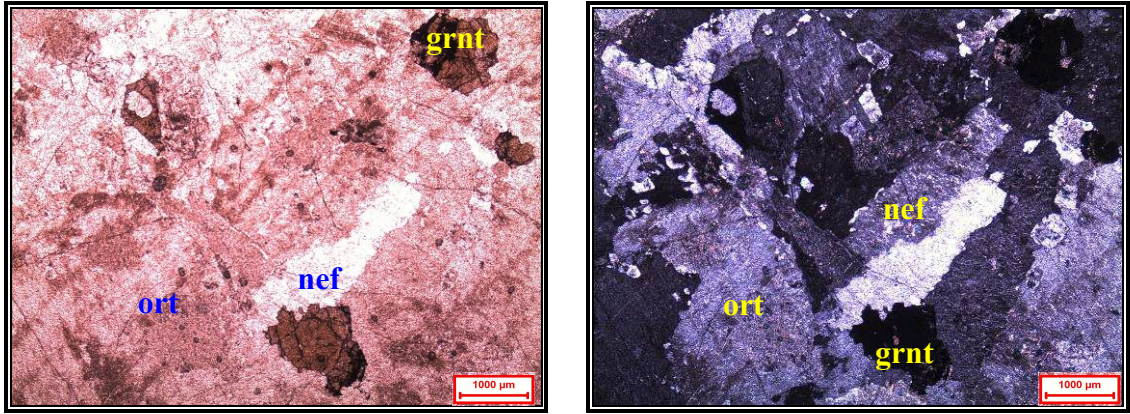


Şekil 5.7 Birinci alt gruba ait kayalardaki opaklaşmış mafik minerallerin fotomikrografı

Kaya içerisinde mafik mineral oranı oldukça azdır. Amfibol mineralleri yarı özşekilli olup tamamı opaklaşmıştır. Biyotit mineralleri ise levhamsı şekilde olup kısmen opaklaşmıştır (Şekil 5.7).

### 5.1.2 İkinci grup foid siyenitler

Ana mineralojik bileşim ve dokusal özelliğiyle birinci grup ile benzer özellik göstermektedir. Birinci gruba nazaran mineraller daha iri kristalendir. Dikdörtgen şeklinde olan mineraller birbirlerini yarı engellemeli keserek kısmen subofitik doku göstermektedirler (Şekil 5.8).

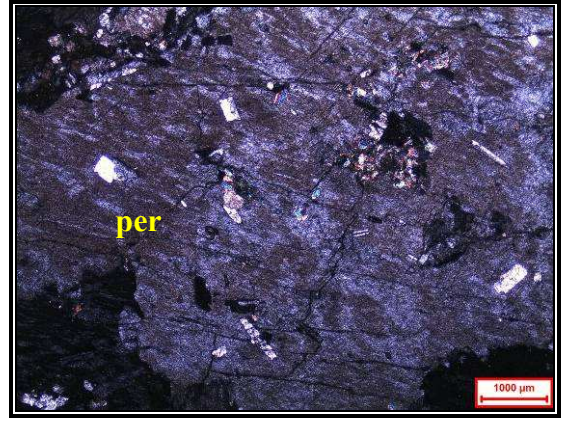
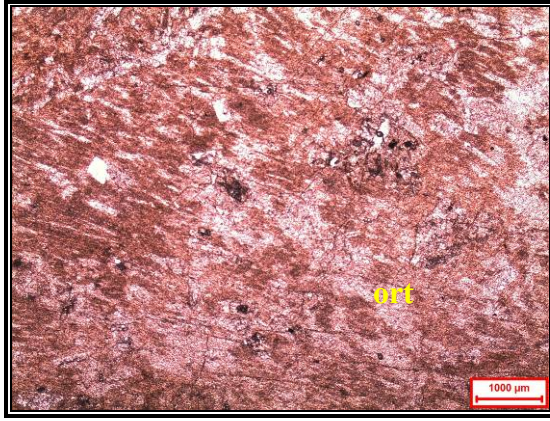


Şekil 5.8 İkinci alt gruba ait kayalardaki subofitik dokunun fotomikrografı

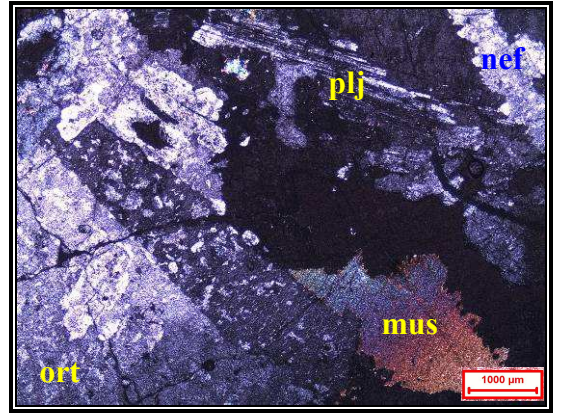
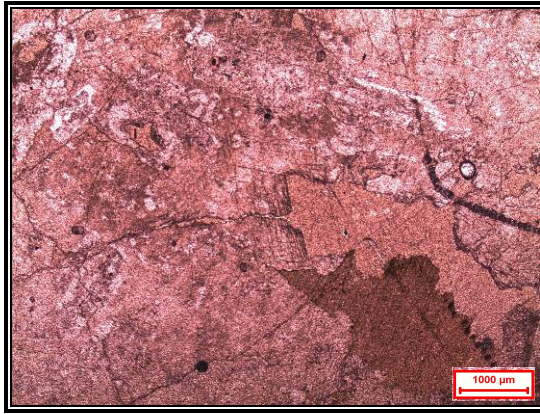
Yarı özşekilli olan ortoklazlarda pertitleşme (Şekil 5.9) ve serisitleşme görülmektedir. Ortoklazlar, killeşme nedeni ile bulanık, toprağımsı bir durumda gözlenmektedir.

İkincil olarak gözlenen muskovit mineralleri, levhamsı-yapraksı şekilde olup, pırıltılı sönmesi ve girişim rengiyle kolaylıkla ayırt edilmektedir (Şekil 5.10).

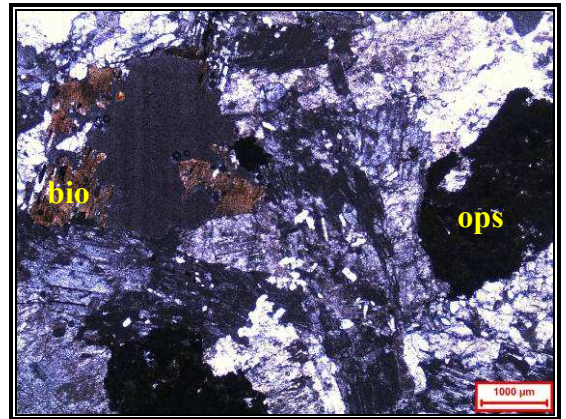
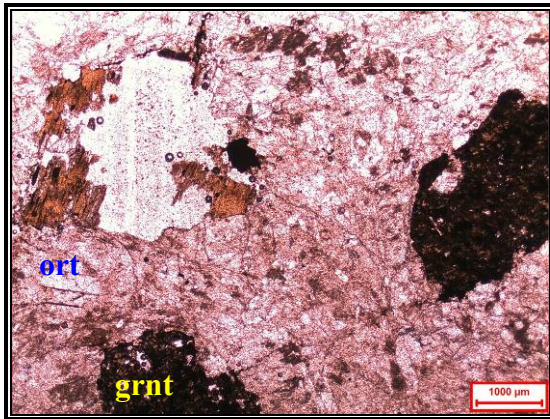
Biyotit mineralleri, kahve ve kırmızımsı kahve renkli, levhamsı-yapraksı şekilde olup, pleokroyizması ve tek yönde dilinim izleri belirgindir (Şekil 5.11). Kaya içerisinde opasitleşmiş amfibol ve kısmen de piroksen mineralleri gözlenmektedir.



Şekil 5.9 İkinci alt gruba ait kayalardaki pertitik ortoklazın fotomikrografi

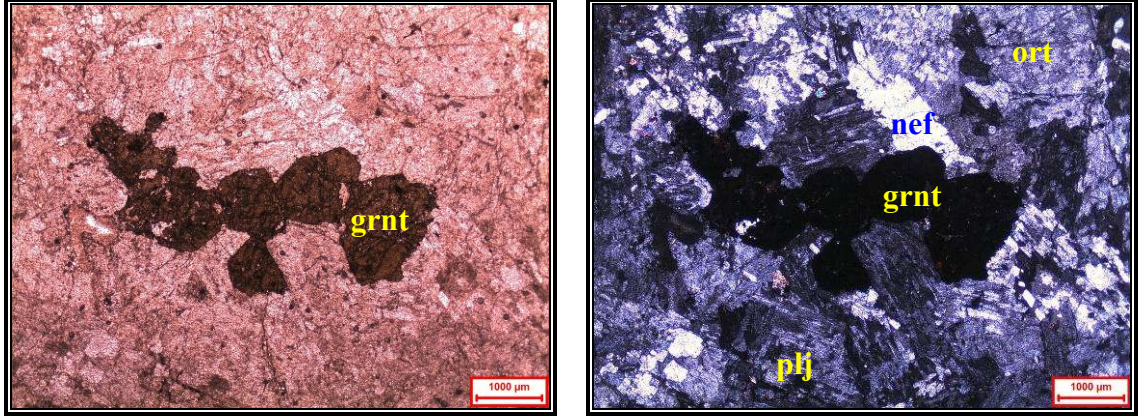


Şekil 5.10 İkinci alt gruba ait kayalardaki ikincil muskovit minerallerinin fotomikrografi



Şekil 5.11 İkinci alt gruba ait kayalardaki opasitleşmiş granat ve biyotit minerallerinin fotomikrografi

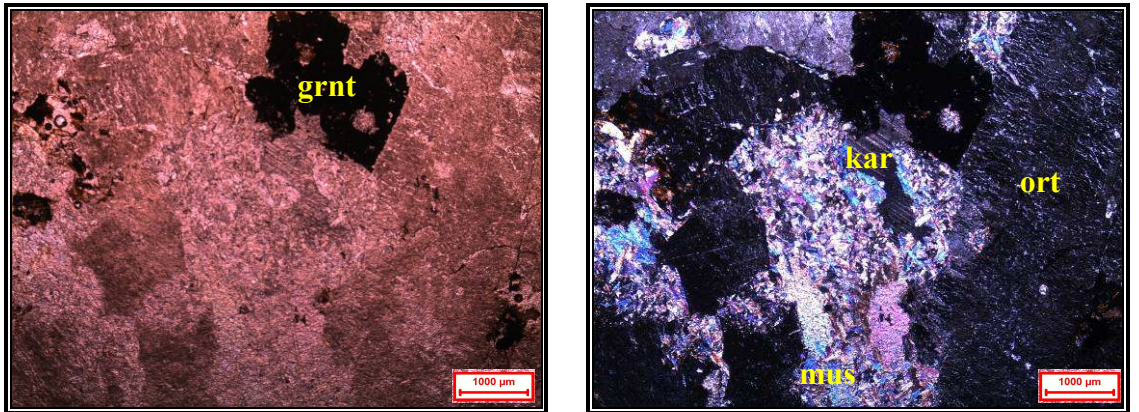
Granat mineralleri özşekilli ve yarı özşekilli kristaller şeklinde gözlenmektedir. Bünyelerindeki demirin açığa çıkmasıyla opasitleşme görülmektedir (Şekil 5.11 ve 5.12).



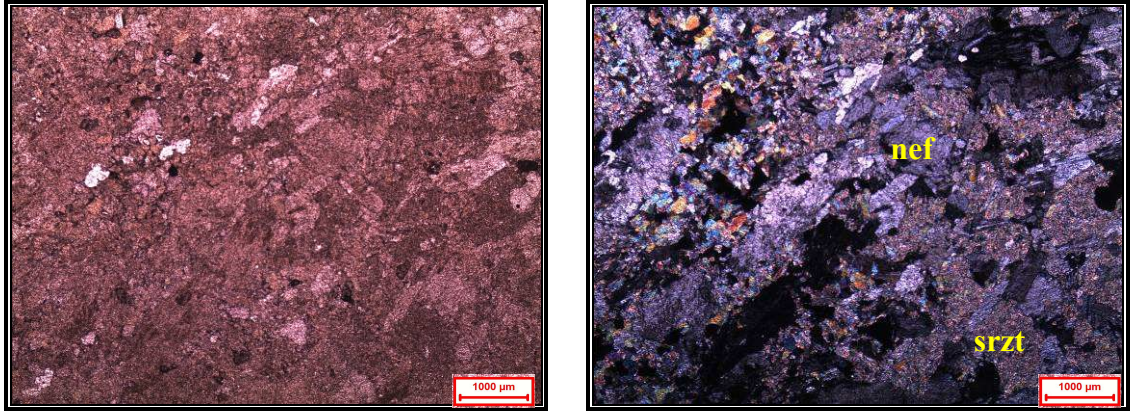
Şekil 5.12 İkinci alt gruba ait kayalardaki granat minerallerinin fotomikrografı

### 5.1.3 Üçüncü grup foid siyenitler

İkinci grup kayalarla benzer özellik gösteren bu grupta killeşme, serisitleşme ve ikincil muskovit oluşumları yaygındır (Şekil 5.13 ve 5.14).



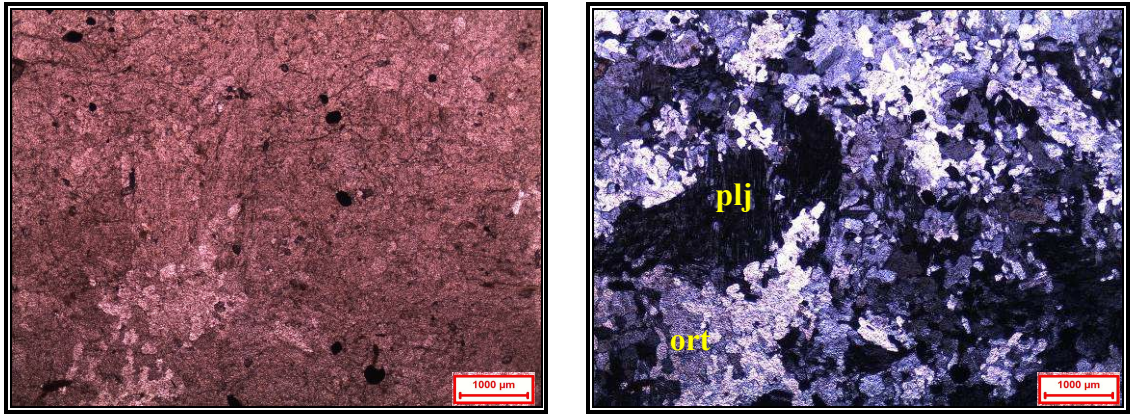
Şekil 5.13 Üçüncü alt gruba ait kayalardaki muskovit minerallerinin fotomikrografı



Şekil 5.14 Üçüncü alt gruba ait kayalardaki killeşme ve serisitleşmenin fotomikrografi

#### 5.1.4 Dördüncü grup foid siyenitler

Diğer gruplara göre nispeten daha iri kristalen olan grubun ana mineralojik bileşimini nefelin, ortoklaz, biyotit, amfibol ve piroksen mineralleri oluşturmaktadır. Piroksen mineralleri opasitleşmeden dolayı özelliğini yitirmiştir. Bu grup kayalarda kataklazma hâkimdir ve rekristalizasyon özelliği egemen olarak yer almaktadır (Şekil 5.15).

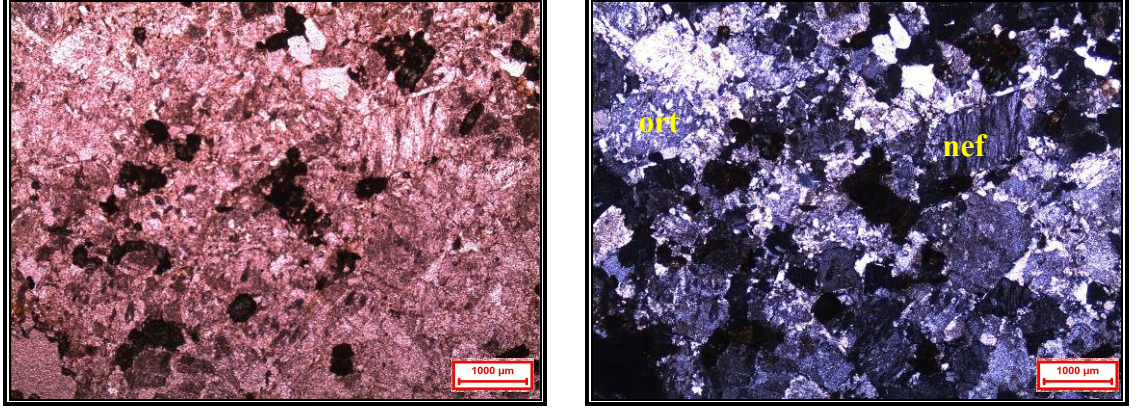


Şekil 5.15 Dördüncü alt gruba ait kayalarda görülen kataklazmanın fotomikrografi

#### 5.1.5 Beşinci grup foid siyenitler

Diğer dört gruptan farklı olarak ortoklaz ve nefelin kristallerinde yuvarlağa yakın bir şekilde granüler yapı gözlenmektedir. Mafik mineral oranı az olmasına karşın granat minerallerinin oranı oldukça fazladır. Minerallerde yönlenme görülmemektedir bu da

sakin bir kristalleşmenin söz konusu olabileceğini gösterebilir. Yer yer kataklazma izleri feldispatlarda görülmektedir (Şekil 5.16).



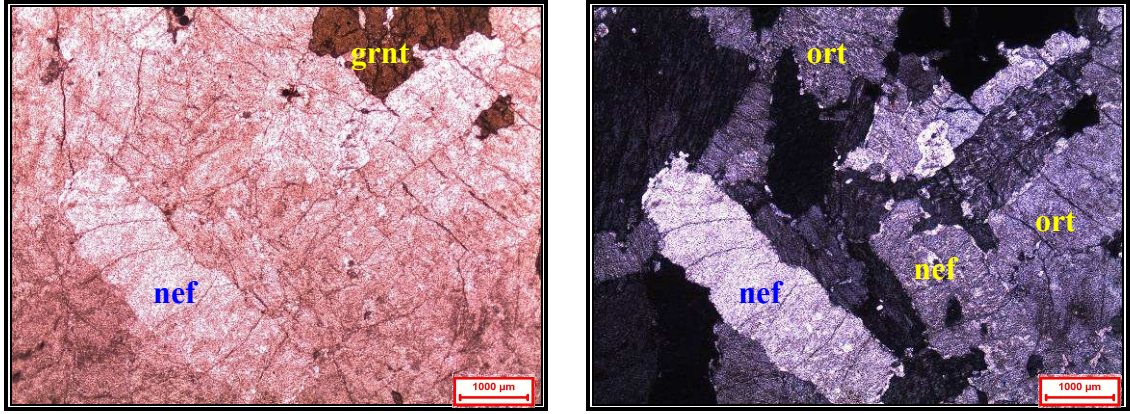
Şekil 5.16 Beşinci alt gruba ait kayalarda görülen granüler yapının fotomikrografi

### 5.1.6 İri kristalin foid siyenitler

Oldukça iri kristalin olan grubun ana mineralojik bileşimini nefelin, ortoklaz ve yer yer plajyoklaz oluştururken aksesuar mineral olarak sfen ve granat bulundurmaktadır. Bu grup kayalar mafik mineral içermemektedir.

Feldispat grubu minerallerin tamamına yakınında killeşme ve serisitleşme görülmektedir. Killeşme analizör devre dışındayken minerallerin yüzeyinin toprağımsı kahverengi gözlenmesiyle kolaylıkla ayırt edilebilmektedir.

Granat mineralleri kahve renkli ve özşekilli kristaller halinde bulunurken (Şekil 5.17) çoğunda opaklaşma görülmektedir.



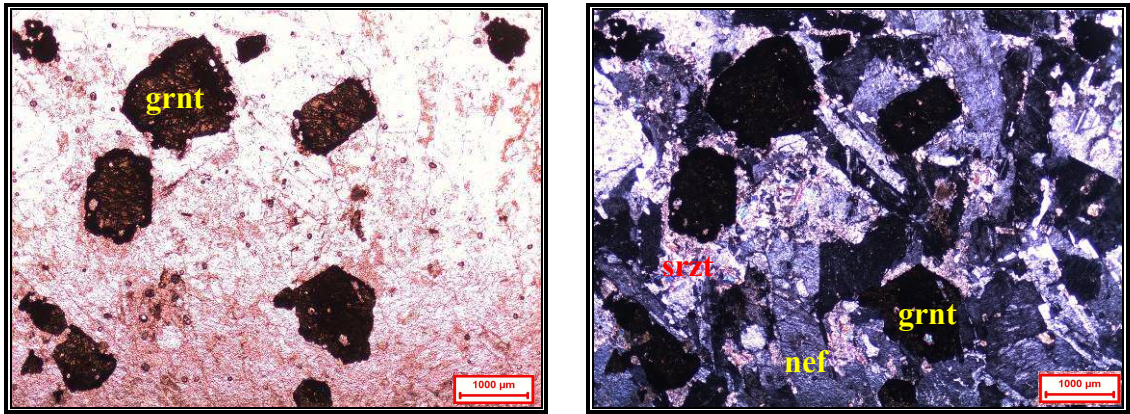
Şekil 5.17 İri kristalin gruba ait kayaların genel fotomikrografı

### 5.1.7 Bol granatlı foid siyenitler

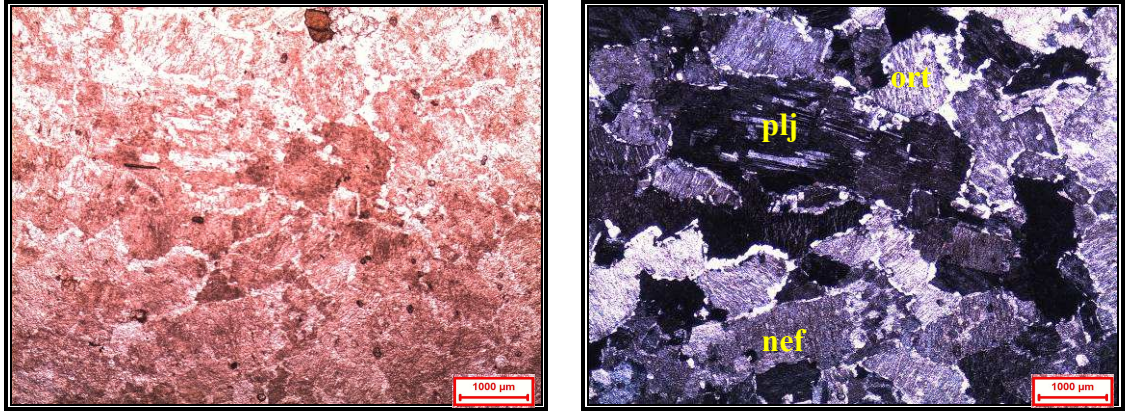
Diğer gruplarla benzer ana mineralojik bileşime sahiptir. Özşekli olarak gözlenen granatlar oldukça fazladır. Granatlarda opasitleşme ve opaklaşma görülmektedir (Şekil 5.18).

Nefelinler oldukça iri kristalin ve dikdörtgen şeklindedir. Yer yer pertitik doku gösteren nefelinlerin etrafında reaksiyon kuşağı görülmektedir (Şekil 5.19).

Ana bileşen olarak oligoklaz bileşimine sahip plajioklaz mineralleri çoğunlukla albit ve periklin kanununa göre olan polisentetik ikizlenmelere sahiptirler.



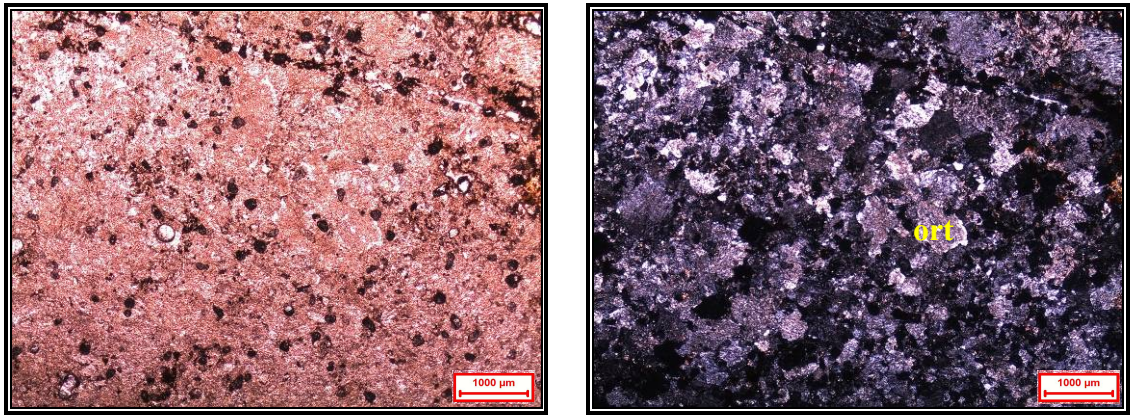
Şekil 5.18 Bol granatlı gruba ait kayalardaki granat minerallerinin fotomikrografı



Şekil 5.19 Bol granatlı gruba ait kayaların genel fotomikrografı

### 5.1.8 Kataklastik foid siyenitler

Fay zonundan alınmış bu grup kayaların tamamında kataklastik doku görülmektedir. Kaya içerisinde bulunan minerallerin çoğunda deformasyon izleri görülmektedir (Şekil 5.20). Nefelin, ortoklaz ve oligoklaz ana mineralojik bileşimi oluştururken az oranda kankrinit, opaklaşmış biyotit ve mafik mineraller bulunmaktadır. Atmosferik koşullarının değişmesi sonucu feldispat grubu minerallerde meydana gelen killeşmelerde bu grup kayalarda yaygındır.



Şekil 5.20 Kataklastizmaya uğramış ait kayaların genel fotomikrografı

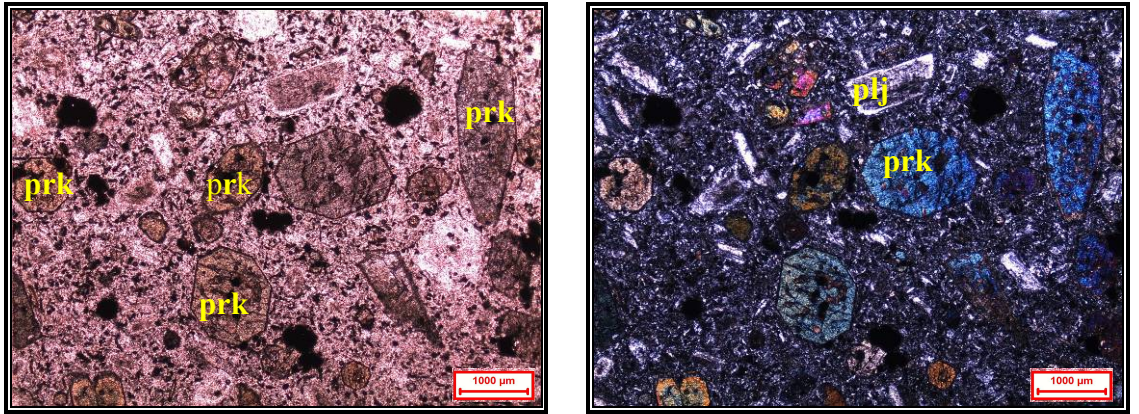
## 5.2 Mafik ve Felsik Dayklar

Mafik dayklar ve felsik dayklar neredeyse çalışma alanındaki tüm alt grupları kesmektedir.

### 5.2.1 Mafik dayklar

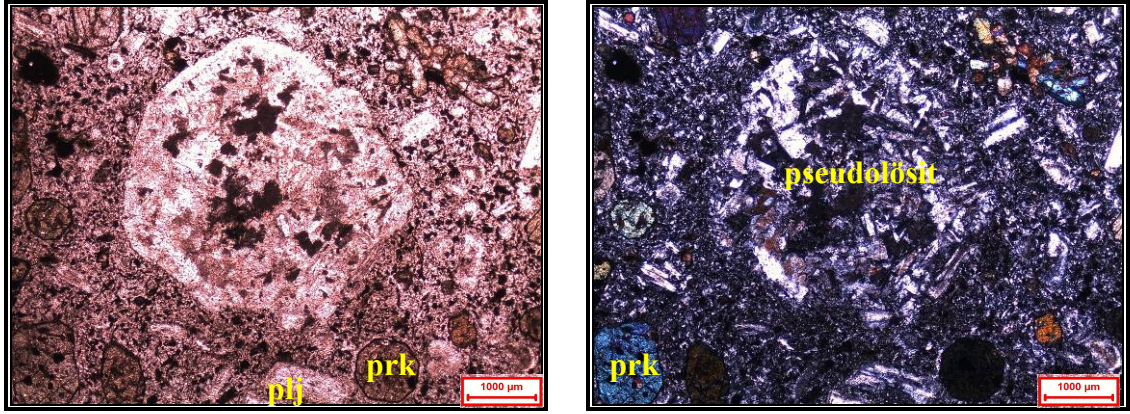
Siyenitik birimleri keskin dokanakla kesen mafik dayklar foid diyorit porfir ve foid gabro bileşimindedir. Foid diyorit porfir bileşimdeki mafik dayklarda holokristalin hipidiyomorf porfirik doku gözlenirken içerisinde bol miktarda nefelin, plajiolaz, piroksen, pseudolösit ile volkanik kayaç parçaları bulunmaktadır (Ek 1, Şekil 5.21 ve Şekil 5.22).

Piroksen mineralleri ojit bileşiminde olup özşekilli kristaller şeklinde gözlenmektedir (Şekil 5.21).

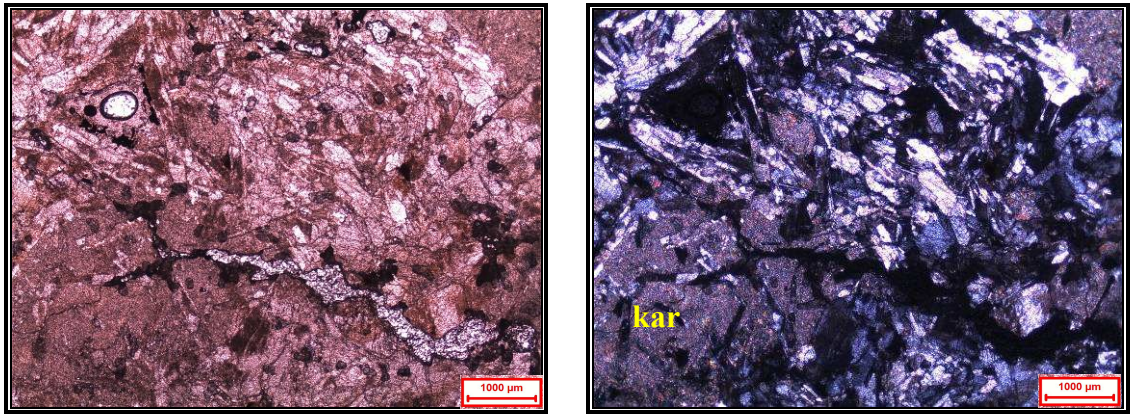


Şekil 5.21 Foid diyorit porfir bileşimindeki mafik daykın genel görünüşünün fotomikrografi

Mafik daykların bir kısmı foid gabro bileşiminde olup mafik dayklar ofitik ve subofitik doku özelliği göstermektedir. Karbonatlaşma ve epidotlaşma türü bozunmalar gözlenmektedir (Şekil 5.23).



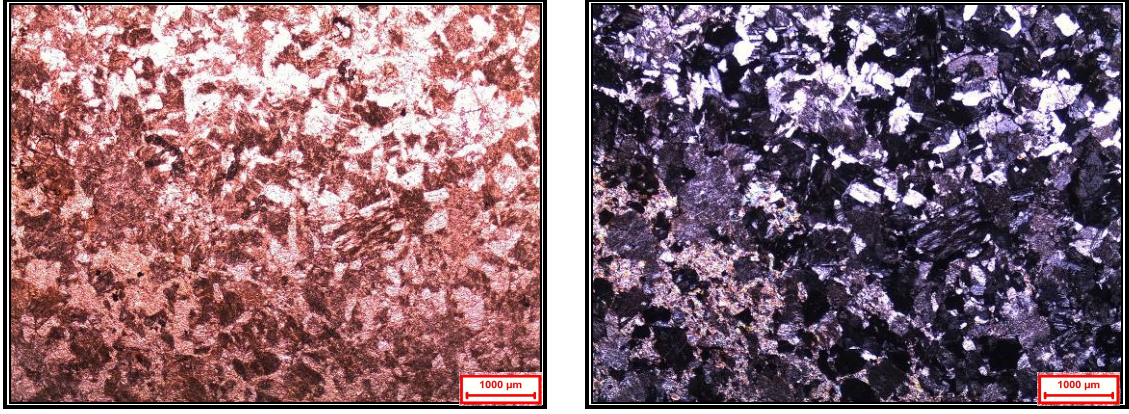
Şekil 5.22 Foid diyorit porfir bileşimindeki mafik dayk içerisindeki pseudolöstitin fotomikrografi



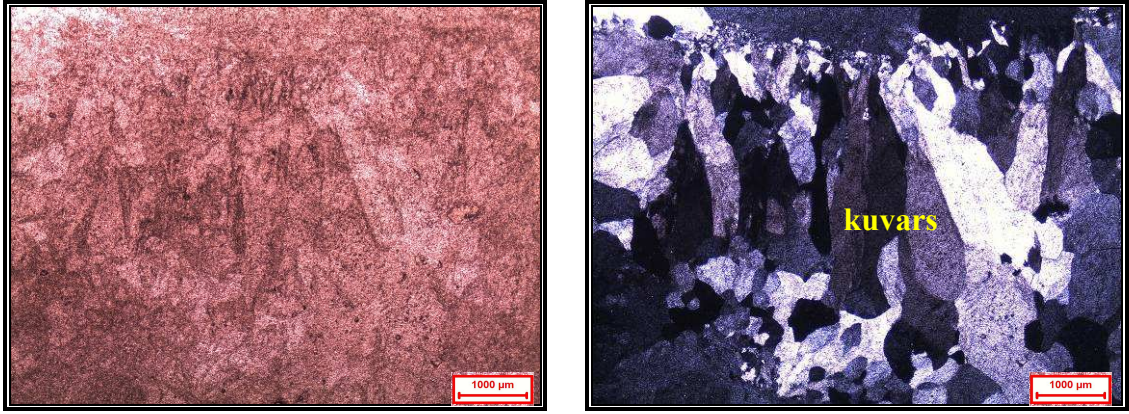
Şekil 5.23 Foid gabro bileşimindeki mafik dayk içerisindeki karbonatlaşmanın fotomikrografi

### 5.2.2 Felsik dayklar

Siyenitik birimleri keskin dokanakla kesen felsik dayklar foid alkali feldispat siyenit bileşimindedir. Tipik olarak holokristalin hipidyomorf doku göstermektedir. Mineralojik bileşimini nefelin, plajyoklaz, ortoklaz, kuvars, kankrinit ve nozeyan oluşturmaktadır (Ek 1, Şekil 5.24). Bazı kesitlerde ikincil oluşan kuvarslar tarak dokusu göstermektedir (Şekil 5.25). Mineraller arasında gelişen reaksiyonlar sonucu kırık ve çatlaklarda karbonatlaşmalar gözlenmektedir. Faylanmalara bağlı olarak gelişmiş kataklazma izlerine yer yer rastlanmaktadır.



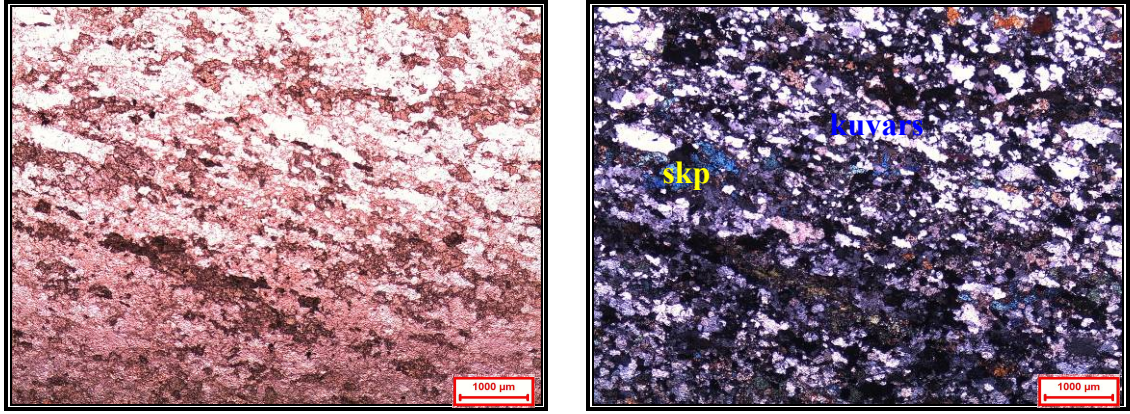
Şekil 5.24 Alkali feldispat siyenit bileşimindeki felsik daykın genel görünüşünün fotomikrografi



Şekil 5.25 Alkali feldispat siyenit bileşimindeki felsik daykların boşluklarında gelişen tarak dokusunun fotomikrografi

### 5.3 Migmatit

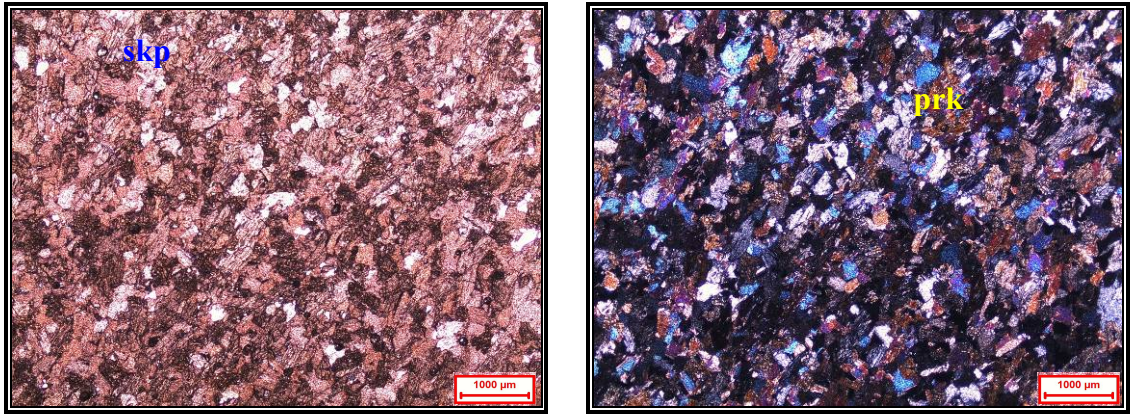
Kırıntılı kayaların metamorfizmaya uğramasıyla kontakt zonlarda oluşmuşlardır. Kuvars ve feldispat minerallerinden oluşan açık renkli seviyeler (lökosom) ile çoğunlukla biyotit gibi koyu renkli minerallerden oluşan koyu renkli seviyelerin (melanosom) ardalanmasıyla oluşan migmatitik doku görülmektedir. Açık renkli seviyelerde çoğunlukla yönsüz granoblastik bir dokunun varlığı söz konusu iken koyu renkli seviyelerdeki minerallerde hafif bir yönlenme gözlenmektedir. İçerisinde bol miktarda kuvars, plajiolaz, skapolit, biyotit, hidrobiyotit ve klorit bulunmaktadır (Ek 1, Şekil 5.26).



Şekil 5.26 Migmatitlerde görülen lökosom ve melaosom araldanmasının fotomikrografi

#### 5.4 Hornfels

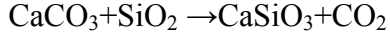
Kontakt metamorfizma sonucu oluşmuş ve siyenitlerin dokanak kısımlarında bulunan bu kayaçlar çok küçük tanelidirler. Kayaç tipik olarak granoblastik dokuludur. Mineralojik bileşimlerinde kuvars, plajyoklaz, piroksen ve skapolit mineralleri bulunmaktadır (Şekil 5.27).



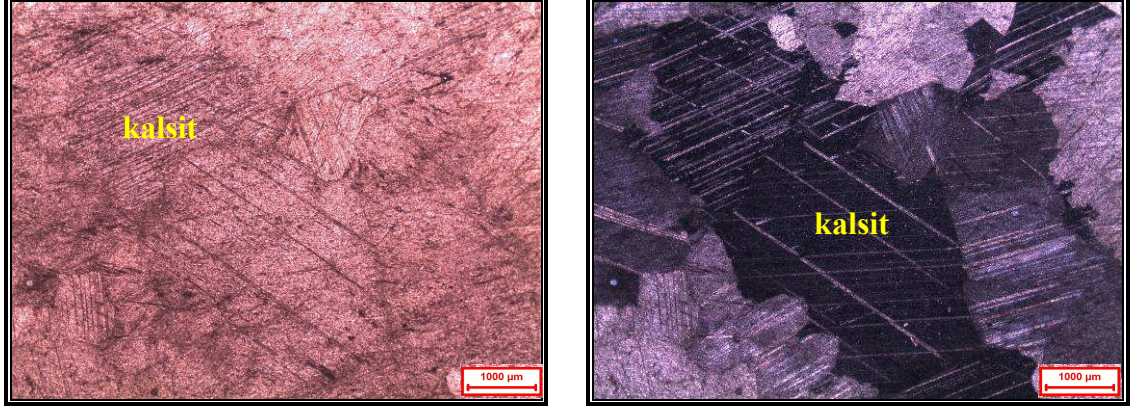
Şekil 5.27 Hornfelslerin genel dokusunun fotomikrografi

#### 5.5 Mermer

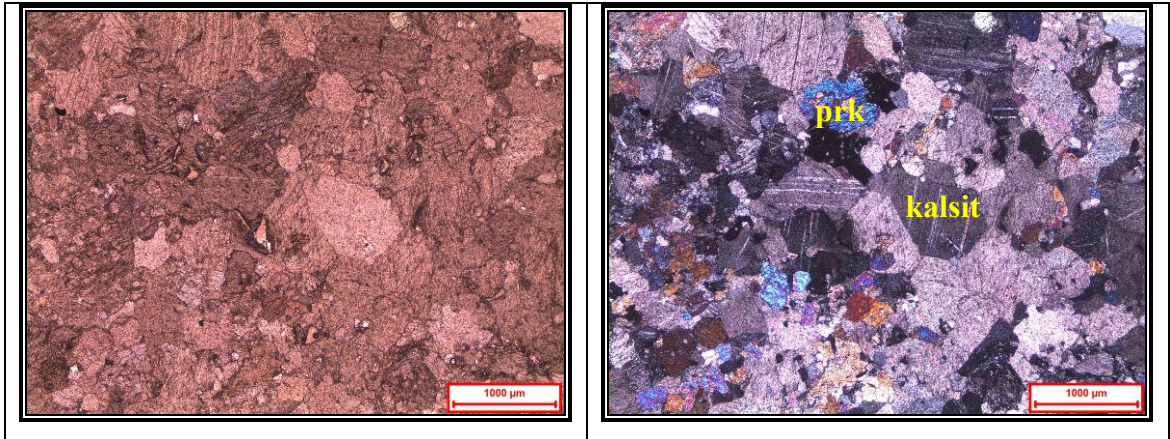
Siyenitlerin dokanak kısımlarında bulunan mermerler granoblastik doku göstermektedir (Ek 1, Şekil 5.28). Bu mermerler kuvars içeren kireçtaşlarının kontakt zonuna çok yakın kısımlarında metamorfizmaya uğramasıyla oluşmuşlardır. İçerisinde;



reaksiyonu ile oluşan vollastonit bulunmaktadır (Şekil 5.29).



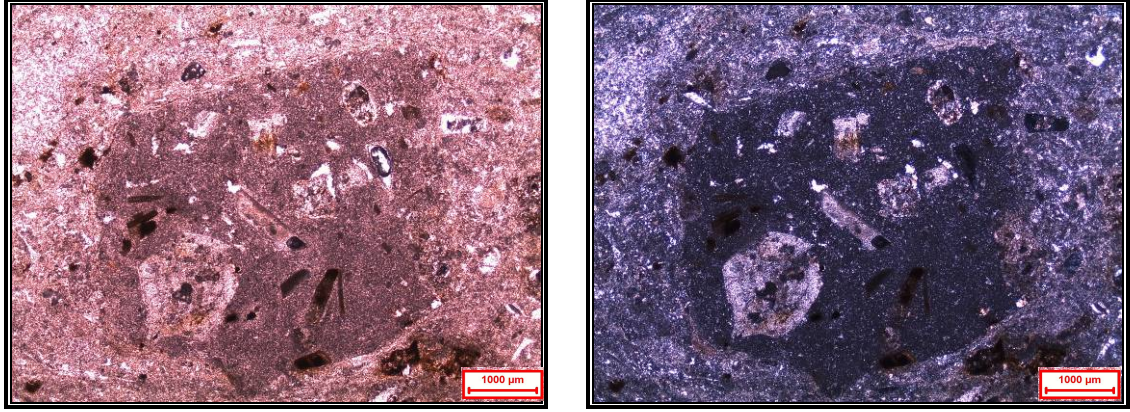
Şekil 5.28 Granoblastik dokulu mermerlerdeki basınç ikizi gösteren kalsitlerin fotomikrografi



Şekil 5.29 Vollastonit mermerlerin fotomikrografi

## 5.6 Trakit

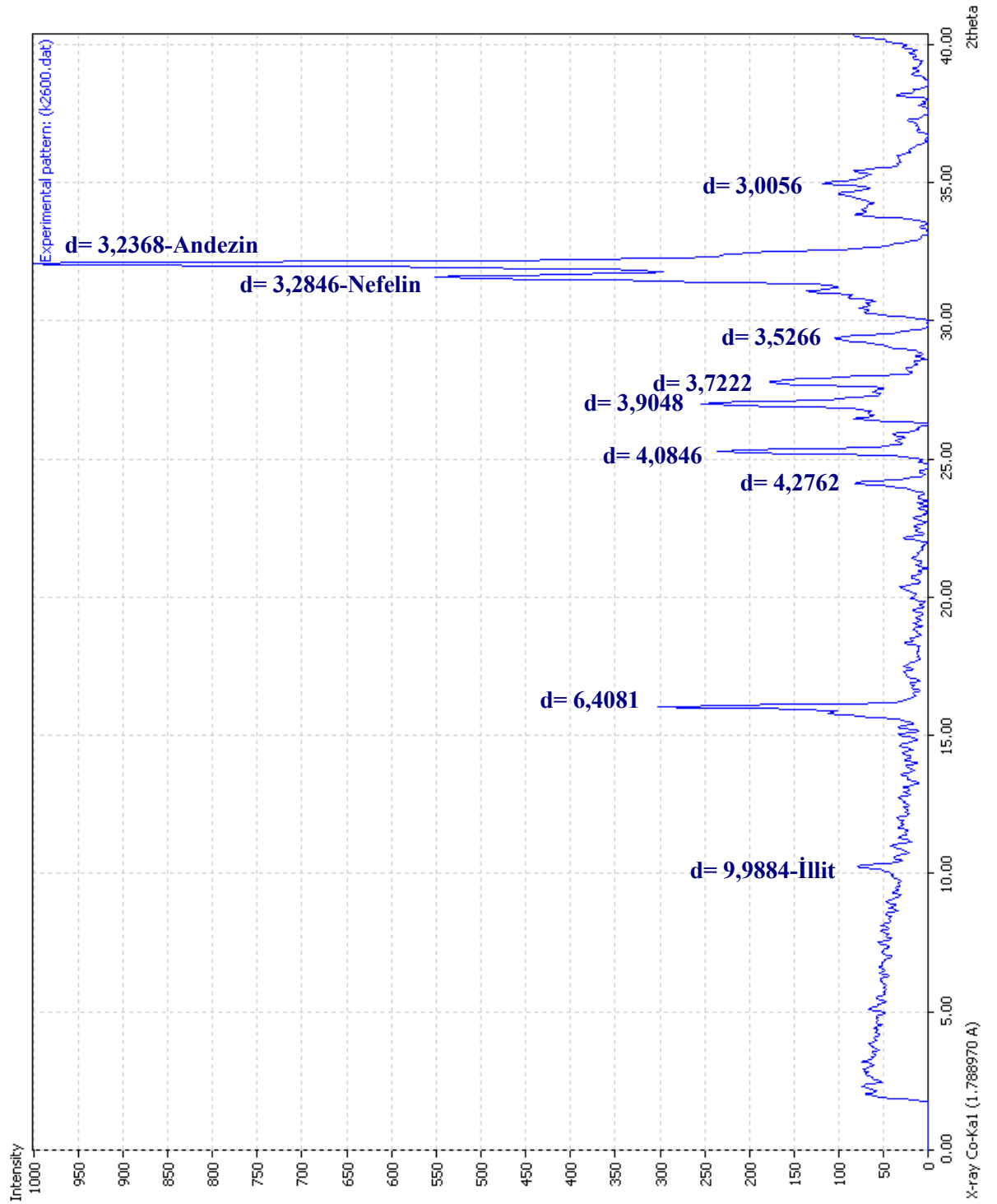
Çalışma alanında azda olsa siyenitlerin volkanik karşılığı olan trakit kayaları da gözlenmiştir. Porfiritik doku özelliği gösteren kayaların mineralojik bileşimini nefelin, sanidin, biyotit ve kuvars (ikincil) oluşturmaktadır. Kaya içerisinde siyenit bileşimindeki ksenolitik anklavlar gözlenmiştir (Ek 1, Şekil 5.30). Kaya önemli ölçüde killeşmiş (illitleşmiş) ve zeolitleşmiştir.



Şekil 5.30 Trakitler içerisindeki volkanik kaya parçalarının fotomikrografı

### 5.7 XRD Çalışmaları

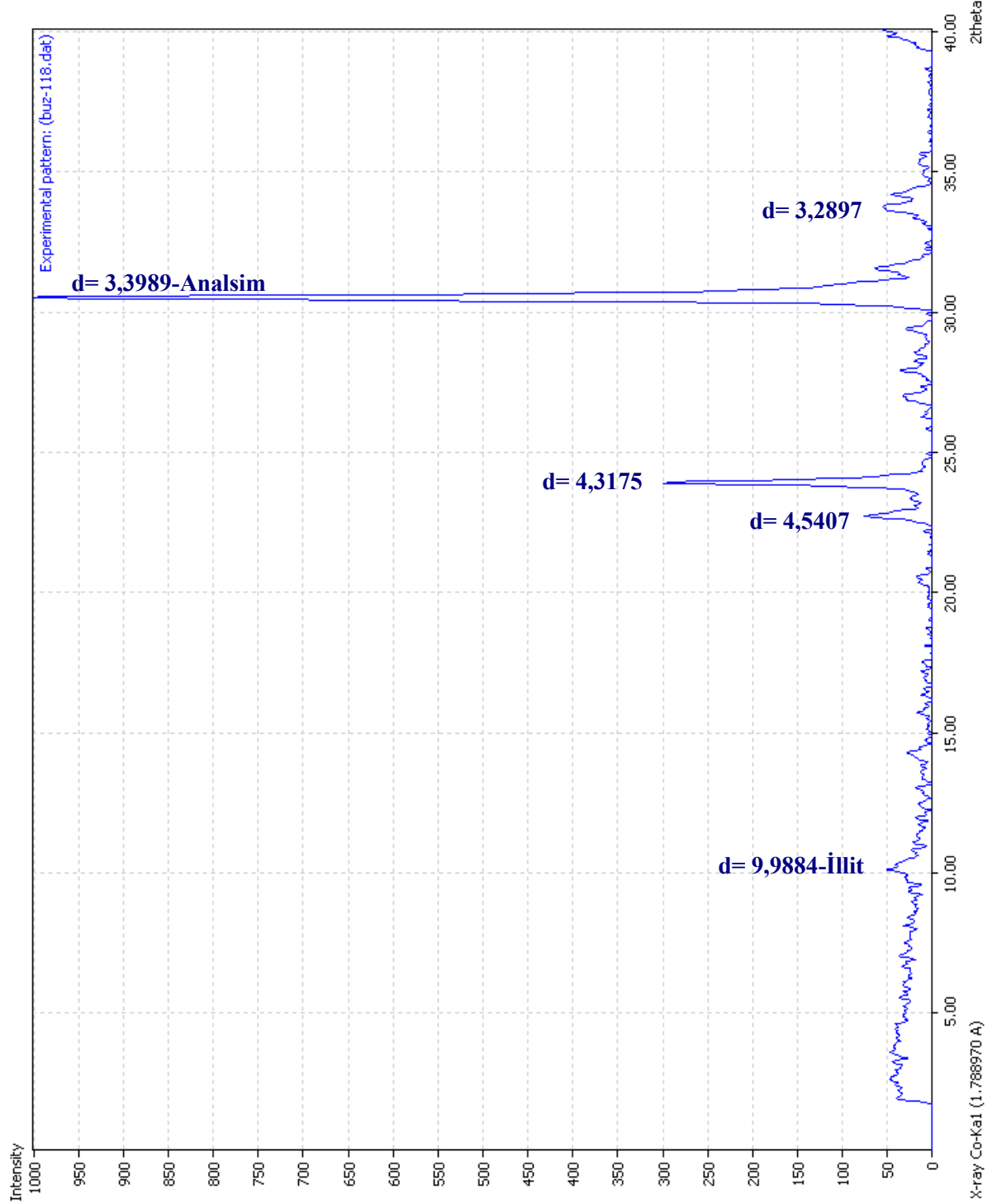
Petrografik incelemerde feldispat grubu minerallerinde yaygın killeşmeler gözlenmiştir. Seçilen örneklerdeki kil minerallerinin türünü tespit etmek amacıyla bu örneklerin tüm kaya XRD çekimleri yapılmıştır. XRD çalışmaları sonucu feldispatların bozunmasıyla illit türü kil minerallerinin oluştuğu tespit edilmiştir (Şekil 5.31, Ek 2).



Şekil 5.31 Foid siyenitlerin içerisindeki feldispatlar üzerinde oluşan illitlerin XRD spektrumları

Çalışma alanında az da olsa gözlenen trakit kayalarındaki killeşmeleri ve volkan camlarındaki bozunma ürünlerini tespit etmek amacıyla XRD analizi yapılmış, kil

minerallerinden illit mineraline ve volkan camlarının alterasyonu sonucu oluşan analsim minerali tespit edilmiştir (Şekil 5.32).



Şekil 5.32 Trakitlerin içerisindeki feldispatlar üzerinde oluşan illit'lerin ve volkan camlarının bozunmasıyla oluşan analsimlerin XRD spektrumları

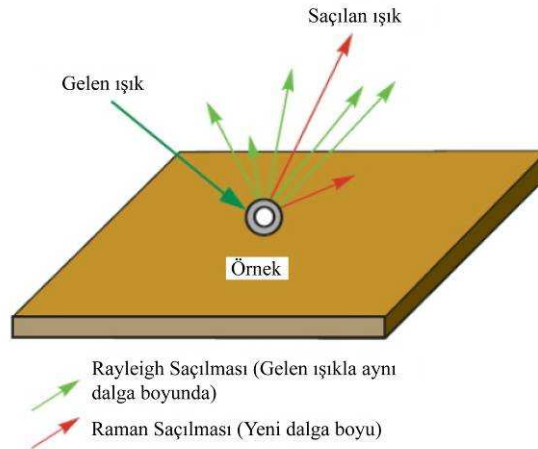
## 6. RAMAN SPEKTROSKOPİSİ

Raman Spektroskopisi elastikiyetsiz ışık saçılımı tekniğidir ve katıların, sıvıların ve gazların titreşimsel özelliklerini belirlemek amacıyla kullanılmaktadır (McMillan 1989). Sir Chandrasekhara Venkata Raman 1928 yılında güneş ışığını kaynak, teleskobu toplayıcı ve gözlerini de kaydedici olarak kullanarak Raman saçılımını keşfetmiştir (Ferraro vd. 2003). Raman'ın bu buluşu kendisine 1930 yılında Nobel Fizik Ödülü'nü kazandırmıştır.

### 6.1 Çalışma Prensipleri

Raman spektroskopisi bir numunenin görünür bölge veya yakın-IR monokromatik ışından oluşan güçlü bir lazer kaynağıyla ışınlanmasıyla saçılan ışığın belirli bir açıdan ölçümüne dayanır.

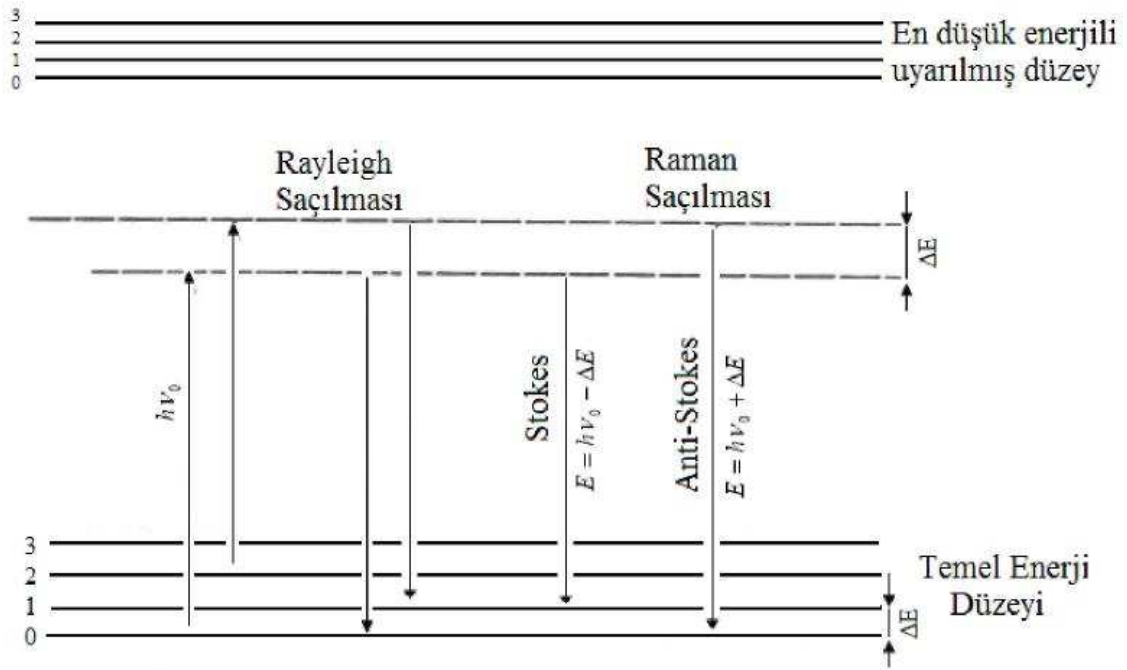
Raman deneylerinde monokromatik ışık huzmesi örneğin içine gönderilir. Moleküllerin şiddetli bir monokromatik ışın demeti ile etkileşmesi sırasında ışığın birçoğu molekülün içerisinden geçerken bir kısmı da saçılır. Işık saçılması sırasında saçılan ışığın büyük bir kısmının enerjisi madde ile etkileşen ışığın enerjisine eşit olur ve bu tür elastik saçılma olayına Rayleigh saçılması denir (Şekil 6.1).



Şekil 6.1 Rayleigh ve Raman saçılma ilkeleri

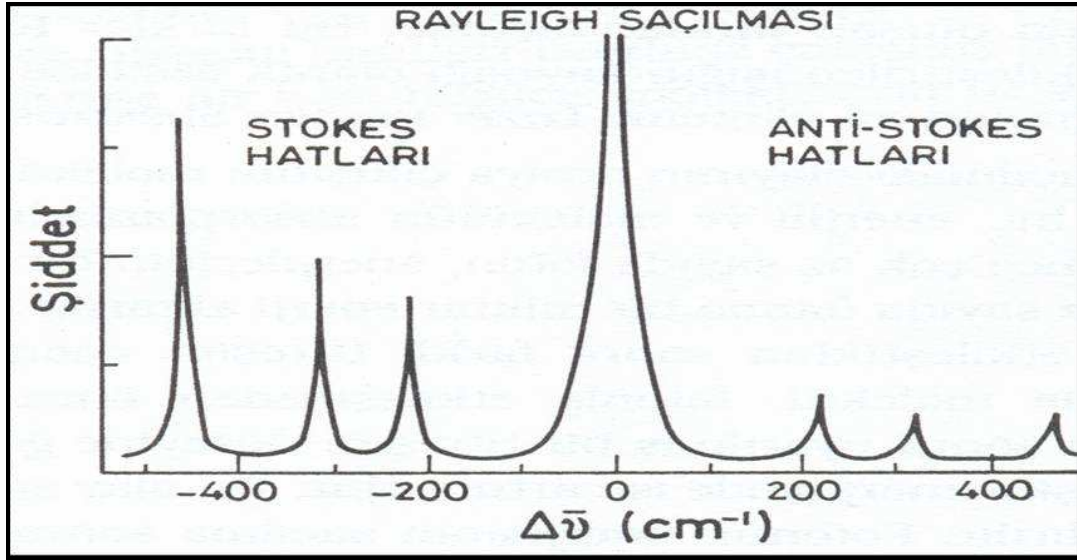
Elastik saçılma olayının yanı sıra saçılan ışığın çok az bir kısmı elastik olmayan saçılma olayı ise Raman saçılması adını alır. Rayleigh saçılması olayında Raman saçılmasına göre 104-105 kez daha şiddetli bir saçılmış ışık oluşur. Ancak Rayleigh saçılması tek bir pik verir ve titreşim geçişleri hakkında bilgi vermez. Raman saçılması sırasında saçılan ışığın enerjisinde molekül ile etkileşen ışığinkine göre oluşan fazlalık veya azlık ışıkla etkileşen molekülün titreşim enerji düzeyleri arasındaki enerji farkları kadardır. Bu nedenle Raman saçılmasının spektroskopik incelenmesi ile de moleküllerin titreşim enerji düzeyleri hakkında bilgi edinilebilir (Şekil 6.2).

Raman saçılması olayının ortaya çıkışının molekülün titreşim enerji düzeyleri ile ilişkisi Şekil 6.2'de görülmektedir.  $h\nu_0$  enerjili ve molekülün absorplamadığı bir foton molekül ile etkileştiğinde saçılmadan önce çok az sayıda foton enerjilerinin bir kısmını moleküllere aktarır veya moleküllerden çok az sayıda fotona bir miktar enerji aktarılır. Bu enerji aktarımı olayı sonucu moleküller fotonla etkileştikten sonra farklı titreşim enerji düzeylerinde bulunurlar.



Şekil 6.2 Stokes ve anti-Stokes türü Raman saçılması olayının molekül enerji diyagramı ile açıklanması

Stokes türü saçılma hatları Rayleigh hattına göre daha negatif  $\nu\Delta$  değerlerinde, anti-Stokes türü saçılma hatları ise pozitif  $\nu\Delta$  değerlerinde gözlenir. Bir molekülde gözlenen Raman hatlarının mutlak  $\nu\Delta$  değerleri hattın Stokes veya anti-Stokes türü olmasına bağlı olmayıp her iki durumda da aynıdır (Şekil 6.3).

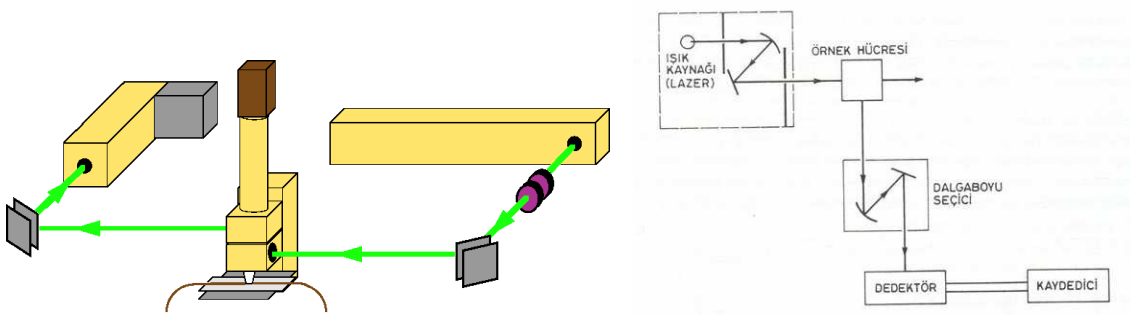


Şekil 6.3 Rayleigh saçılması, Stokes ve anti-Stokes hatlarının Raman spekturumundaki durumları

Bir molekülün bir fotonla Raman türü saçılma etkileşmesine girebilmesi için molekülün titreşimi sırasında etkileştiği fotonun elektrik alanı tarafından periyodik ve fotonun frekansına eşit frekanslı olarak polarlanabilmesi yani periyodik ve geçici bir dipol momentinin oluşması gereklidir. Raman hatlarının şiddeti, titreşen molekülün fotonla etkileşirken oluşan polarlanabilme değişim hızının karesi ile orantılıdır. Molekül ile etkileşen ışığın dalga boyuna göre saçılan ışığın dalga boyunda oluşan farklar Raman kayması (Raman shift) olarak adlandırılır.

## 6.2 Raman Spektroskopisinin Bileşenleri

Raman spektroskopisi üç ana bileşenden oluşur. Bunlar; lazer (ışın) kaynağı, numune aydınlatma sistemi ve uygun bir spektrometredir (Şekil 6.4). Raman saçılma sinyali Rayleigh saçılma sinyalinden zayıf olduğundan spektrometrenin iyi olması gerekir.

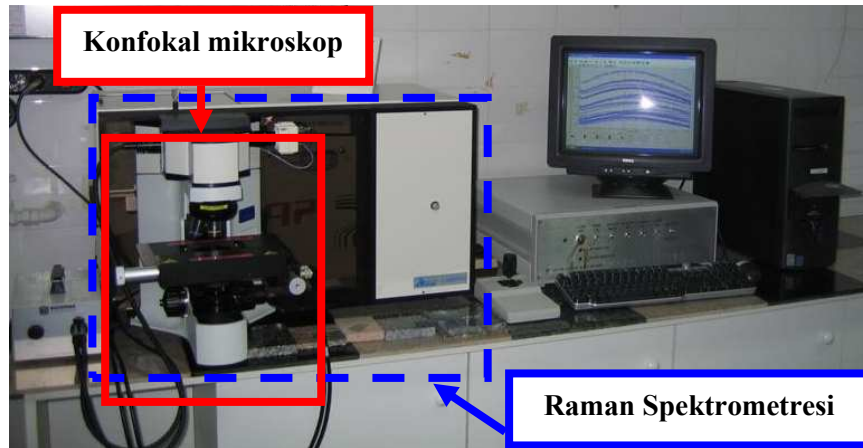


Şekil 6.4 Raman spektrometresinin ana bileşenleri

Raman spektrometrelerinde monokromatör olarak optik ağı, dedektör olarak ise fotoçöğaltıcı tüp veya CCD (Yük-eşleşmiş dedektör) dedektör kullanılmaktadır.

### 6.3 Konfokal Raman Spektroskopisi

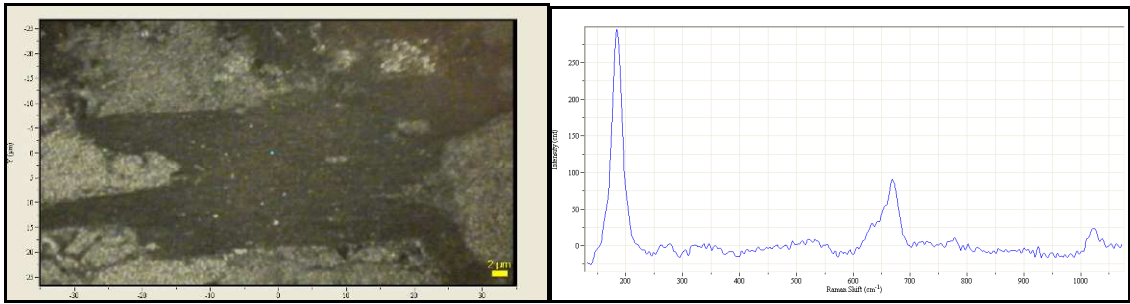
Konfokal Raman spektrometresi konfokal mikroskop ve hassas Raman spektrometresinin kombine edilmesiyle oluşan bir sistemdir. Bu sistemle yalnızca Raman spektrumları değil aynı zamanda çok hızlı bir şekilde Raman görüntüleri elde edilebilmektedir (Şekil 6.5).



Şekil 6.5 Konfokal Raman Spektrometresinin görüntüsü

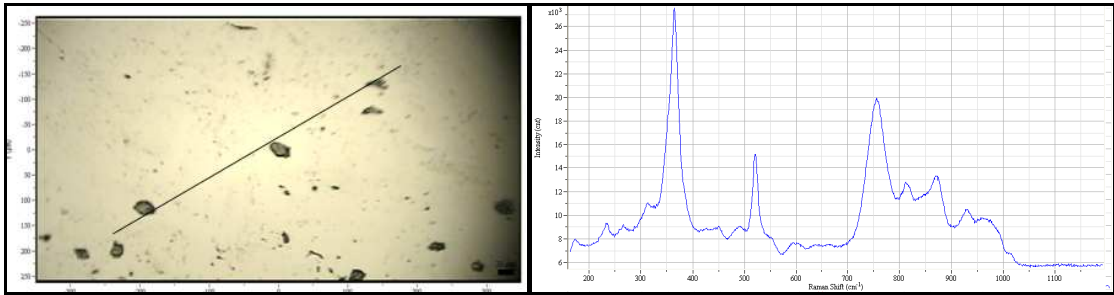
Konfokal Raman Spektrometresi ile nokta analizi, çizgi boyu analizi, haritalama ve şiddet analizi yapılabilmektedir.

Nokta analizinde örneğin tek bir noktasının Raman spektrumu elde edilmekte olup ölçüm örneğin çok küçük bir kısmından ve oldukça kısa bir süre (birkaç dakikada) içerisinde yapılabilmektedir (Şekil 6.6). Genellikle mineralojik tayinlerde nokta analizi uygulanmaktadır.



Şekil 6.6 Nokta analizi yapılmış bir örneğinin Raman görüntüsü ve spektrumu

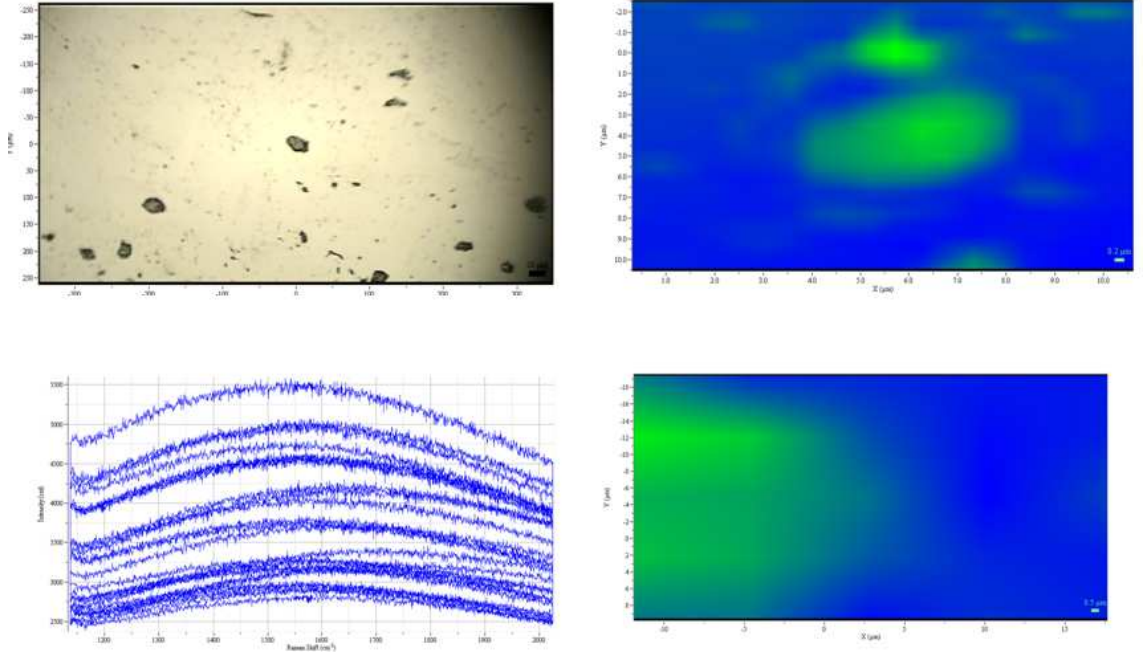
Çizgi boyu analizde örnek üzerinde bir hat boyunca belirli aralıklarla peş peşe Raman çekimleri yapılarak Raman spektrumları elde edilmektedir (Şekil 6.7). Ölçüm yapılan hattın uzunluğuna göre ölçüm süresi değişmektedir. Çizgi boyu analizle örnek üzerindeki zonlanma ve bileşimsel farklılıklar incelenebilmektedir.



Şekil 6.7 Çizgi boyu analizi yapılmış bir örneğinin Raman görüntüsü ve spektrumu

Haritalama ve şiddet analizi ölçümlerinde ise örneğin bileşimsel değişimi ve geçiş aralıkları ortaya konabilmektedir (Şekil 6.8). Bu ölçümler nokta ve çizgi boyu

analizlerine göre çok daha uzun sürede (gün boyunca) yapılabilmekte ve daha fazla lazer tüketilmektedir.



Şekil 6.8 Raman spektrometresinde haritalama ve şiddet analizi ölçümleri

#### 6.4 Raman Spektroskopisinin Kullanım Alanları

Raman spektroskopisi günümüzde birçok alanda kullanılmaktadır. Son yıllarda jeoloji alanında özellikle de mineralojik incelemelerde çok doğru ve başarılı sonuçlar elde edilmektedir. Mineral tayinine yönelik olarak kullanılan bu yöntemle mineralin Raman kaymalarındaki ve şiddetlerindeki değişimler dikkate alınarak plütonun kristalleşme süreci ve içerisinde kristalleşen aynı tür mineralin kristalleşme sıralaması hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir.

Jeolojideki başka bir yoğun ilgi alanı su ve gaz içeren sıvıların yapısı ile ve onların içinde çözünen metal ve gazlarla ilgilidir. Raman spektroskopisi bu tip çalışmaların birçoğunda kullanılmış ve muhtemelen yüksek ısı ve basınçlarda jeokimyasal sıvıların incelenmesinde artan derecede rol oynamaktadır. Raman spektroskopisi sıvı kapanım uygulamalarında kullanılmaktadır.

Raman spektroskopisi akademik ve endüstriyel araştırmalar, gıda ve içecek alanları, mikrobiyoloji, ilaç geliştirme ve bakteriyoloji gibi yaşamla ilgili bilim dalları, mikro analiz, nükleer güç endüstrisi, kağıt endüstrisi, polimerler, analitik işlem teknolojileri, proses kontrol, geri dönüşüm endüstrisi, yüzey bilimi, malzeme bilimi, biyoloji, kimya, tıp ve narkotik gibi alanlarda da sıklıkla kullanılmaktadır

### **6.5 Raman Spektroskopisinin Jeolojide Uygulanması**

Raman spektroskopisi jeolojide son yıllarda kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle mineralojik incelemelerde mineral tayinine yönelik olarak kullanılmaktadır. Minerallerde yapılan ayrıntılı Raman spektroskopik incelemelerde plütonun içerisindeki minerallerin kristalleşme süreci hakkında yorum yapılabilir. Raman Spektroskopisinde elde edilen bu sonuçlar çok doğru ve güvenilirdir. Raman incelemelerinde numune hazırlama işleminin oldukça kolay olması, küçük bir numunenin dar bir alanında bile ölümün yapılabilmesi, ölüm zamanının kısalığı ve kullanım basitliği gibi avantajları yöntemin mineralojik uygulamalarda giderek ön plana çıkmasına ve yaygınlaşmasına neden olmaktadır.

Raman spektroskopisinin jeolojide uygulanması ile ilgili bazı önceki çalışmaların zetleri aşağıda verilmiştir:

Akçe ve Kadioğlu (2009), Yozgat İnrüzif Kompleksi'ndeki granatlarda Konfokal Raman Spektroskopik incelemeler yapmışlar ve granatlı mika granitler içerisindeki granat minerallerinin spessartin ve almandin bileşiminde olduğu buna karşılık metamorfik temeldeki granatların ise almandin, grossular ve andradit bileşiminde olduğunu tespit etmişlerdir.

Bao ve Xiaochun (1996), magmatik ve metamorfik zirkonların Raman Spektroskopik farklarını ortaya koymuşlardır.

Barun vd. (2001), eklojitte bulunan koezite minerallerinde çalışmalar yapmışlar, koezite minerallerinin granat minerallerinin içerisinde kapanım olarak bulunduğunu,  $118\text{ cm}^{-1}$ ,  $272\text{ cm}^{-1}$ ,  $428\text{ cm}^{-1}$  ve  $523\text{ cm}^{-1}$ 'de Raman kaymaları tespit etmişlerdir.

Bendel ve Schmidt (2008), alkali feldispatlardan sanidin ve anortoklazlarda çalışmalar yapmışlardır. Bu minerallerin  $120\text{--}142\text{ cm}^{-1}$ ,  $454\text{--}461\text{ cm}^{-1}$  ve  $510\text{--}514\text{ cm}^{-1}$ 'de Raman kayması görüldüğünü belirtmişlerdir.

Bersani vd. (2009), granat analizleri için mikro Raman spektroskopisi çalışmaları yapmışlardır.

Çetin ve Kadioğlu (2007), Mursal Siyenitoidi'nden alınan örneklerdeki feldispatoid, feldispat ve piroksen grubu minerallerinin Konfokal Raman spektroskopik karakteristikleri ortaya konmaya çalışılmıştır.

Güllü ve Kadioğlu (2009), Orta Anadolu'da yüzeyleyen Behrekdağ, Yozgat ve Karakaya granitlerinin pegmatitlerinden aldıkları turmalinlerden Konfokal Raman spektroskopisi çalışmaları yapmışlar ve bu turmalinlerin şörl ve elbait olduğunu ortaya koymuşlardır.

Freeman vd. (2008), feldispat grubu minerallerinde Raman Spektroskopik çalışmalar yapmışlar ve bu minerallerin Raman spektralarından bileşimsel ve yapısal bilgilerini elde etmeye çalışmışlardır. On çeşit feldispat grubu mineralini yalnızca temel Raman spektralarına kullanılarak yapıları, kristal şekilleri ve kimyasal bileşimlerine göre sınıflamışlardır.

Frogner vd. (1998), albit mineralindeki Al-tabakalanmalarını kullanarak mineraldeki günlenme etkilerini tespit etmeye çalışmışlardır.

Huang vd. (2000), Mg-Ca-Fe piroksenlerin Raman spektroskopik karakteristiklerini inceledikleri çalışmalarında bu piroksenlerin  $800\text{ cm}^{-1}$ 'nin üzerinde Si-O gerilme modlarının,  $500$  ve  $760\text{ cm}^{-1}$  arasında Si-O eğilme modlarının ve  $500\text{ cm}^{-1}$ 'nin altında  $\text{SiO}_4$  döngüsü ve oksijen-metal aktarım modlarının bulunduğunu belirtmişlerdir.

Loh (1973), "Optical vibrations in sheet silicates" adlı çalışmasında muskovit, flogopit, talk, margarit, lepidolit, klorit ve biyotit minerallerinde çalışmalar yapmıştır. Tabakalı silikatların titreşimlerini beş moleküler titreşim bölgesine ayırarak yorumlamıştır.

McKeown vd. (1999), trioktahedral mika flogopitlerin Raman karakterlerini belirlemişlerdir.

Mingsheng vd. (1994), granat grubu minerallerinin Raman spektralarını incelemişlerdir. Fe-Al granat serisinden pirop, almandin ve spessartin, Ca-Fe granat serisinden de grossular, andradit ve uvarovit minerallerinde Raman spektroskopik çalışmalar yapmışlardır. Granat grubu minerallerinin Raman kaymalarının dış titreşimi  $380\text{ cm}^{-1}$ 'in altında ve iç titreşimi  $380\text{ cm}^{-1}$ 'in üstünde olan iki alanda yer aldığı, dış titreşimin  $372\text{ cm}^{-1}$ 'e kadar olan ilk kısmının  $\text{SiO}_4$  tetrahedrası ve iki değerlikli katyonlarla bağlandığını ve bu granatların iç titreşimi  $\text{SiO}_4$ 'e ait olduğunu, spektrumlarının  $380\text{ cm}^{-1}$  ve  $680\text{ cm}^{-1}$  arasında olduğunu ve Si-O gerilme modlarının  $680\text{ cm}^{-1}$ 'in üzerinde bulunduğunu belirtmişlerdir.

Kolesov ve Geiger (1997), dört farklı silikat granatın Raman yansımalarının titreşim şiddetleri üzerine araştırmalar yapmışlardır.

Kolesov ve Geiger (1998), yapmış oldukları çalışmada silikat granatların Raman Spektralarını incelemişlerdir. Almandin, grossular, andradit, uvarovit, pirop ve spessartin bileşimdeki granat minerallerinin Raman kaymalarını inceleyerek granat grubu minerallerin iç ve dış titreşimlerinin konumlarını belirlemişlerdir.

Shiraishi ve Ohtani (2007), garnetit ksenolitlerinde Raman çalışmaları yapmışlardır. Klinopiroksen, ortopiroksen, amfibol, spinel ve plajiolklaz minerallerinin Raman kaymalarını inceleyerek bu minerallerin birincil minerallerin ergiyik ile reaksiyonu sonucu oluştuklarını ifade etmişlerdir.

Stalder vd. (2009), Raman Spektrometresi'nde sentetik ortopiroksenleri incelemişlerdir.

Zoroğlu ve Kadioğlu (2007); Beypazarı Oymaağaç Granitoidindeki magma zonlanmasının CRSM kullanılarak belirlenmesinde amfibollerin davranışlarını incelemişlerdir. Araştırmacılar; amfibollerin Raman spektrumlarının bölgedeki normal zonlanma ile uyumlu pikler verdiğini tespit etmişlerdir.

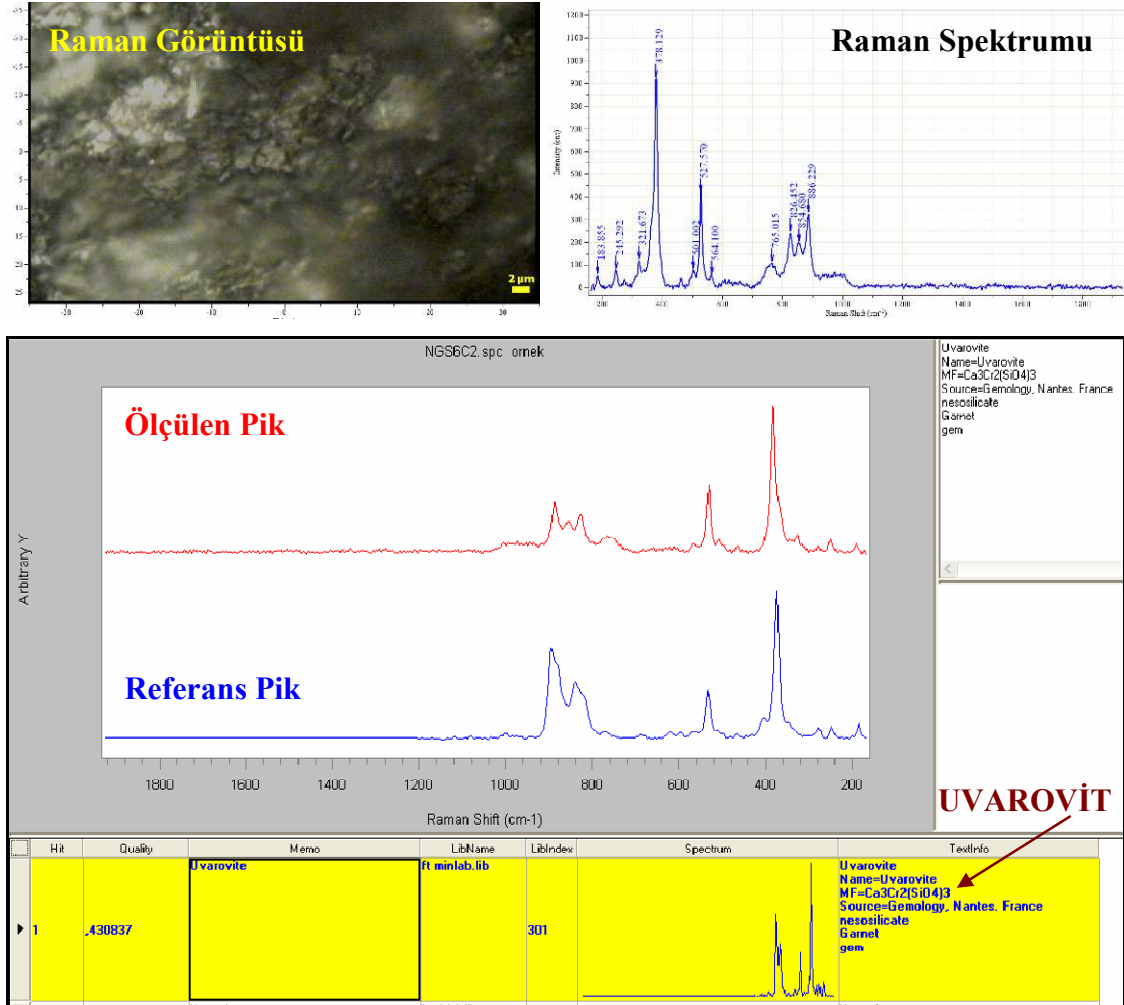
## **6.6 Raman Spektroskopisinin Buzlukdağı Foid Siyenitlerindeki Uygulamaları**

Çalışma kapsamında Buzlukdağı Siyenitoidleri'nde yer alan foid siyenitler içerisindeki granat, biyotit, amfibol ve piroksenlerin Raman spektroskopik incelemesi yapılmıştır. Buzlukdağı Siyenitoidi'ndeki minerallerin Raman spektra sonuçları kullanılarak magmanın kristalleşme süreçlerindeki değişimleri ve magmanın kökeni ortaya konmaya çalışılmıştır.

### **6.6.1 Granatların Raman spektroskopik incelemesi**

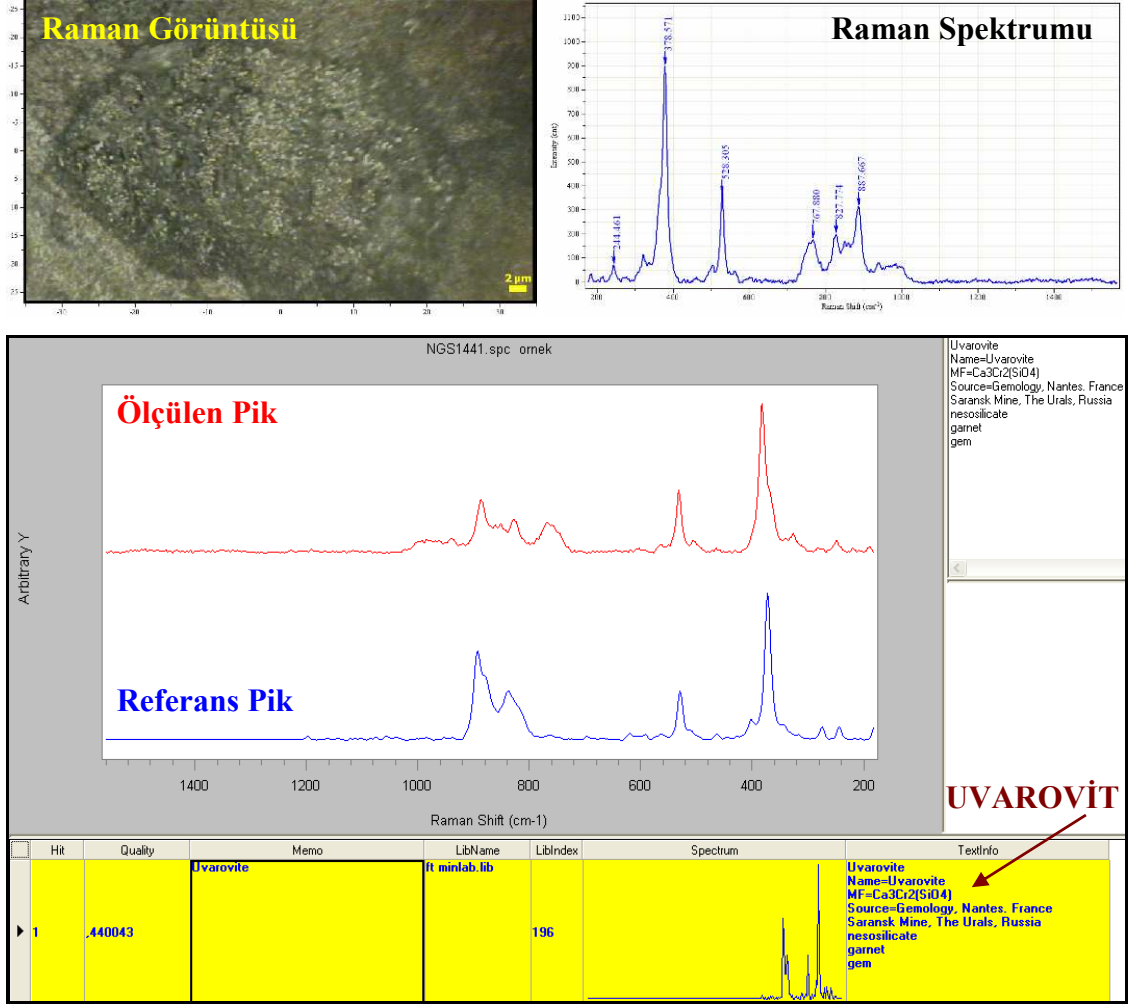
Alkalin kayalardaki granat minerallerinin bileşimleri magmatik kristalizasyon ve kristalizasyon süresince magmanın kökeni hakkında bilgi veren önemli minerallerdendir. Konfokal Raman Spektrometresi granat grubu minerallerin silikat ve kation yapısının belirlenmesinde kullanılabilir. Granat grubu mineraller, Raman spektroskopik incelemelerde silikat yapısı ve kristal sistemlerindeki yüksek simetriden dolayı belirgin ve yüksek spektrum sergilerler.

Konfokal Raman Spektrometresi çalışmaları sonucunda foid siyenitlerdeki granatların uvarovit ve andradit bileşimde olduğu görülmüştür. Uvarovit türü granat minerali 830-900  $\text{cm}^{-1}$ , 500-540  $\text{cm}^{-1}$  ve 360-390  $\text{cm}^{-1}$  'de kuvvetli Raman kaymaları vermektedir. Granat grubu minerallerdeki 532  $\text{cm}^{-1}$  mineralin Cr kaymasını göstermektedir (Şekil 6.9).



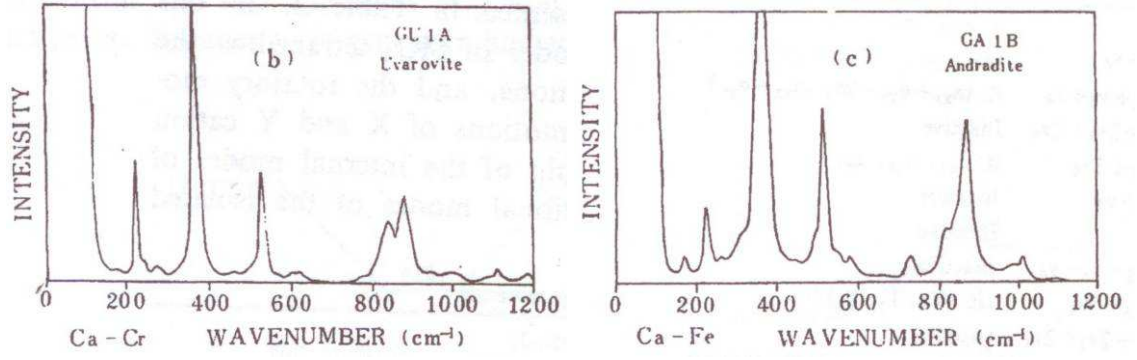
Şekil 6.9 Buzlukdağı foid siyenitindeki uvarovit mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: BUZ-12)

Uvarovit bileşimli granat grubu mineralleri bölgedeki manto kökenli magmanın sonucu oluşmuş olabilir.

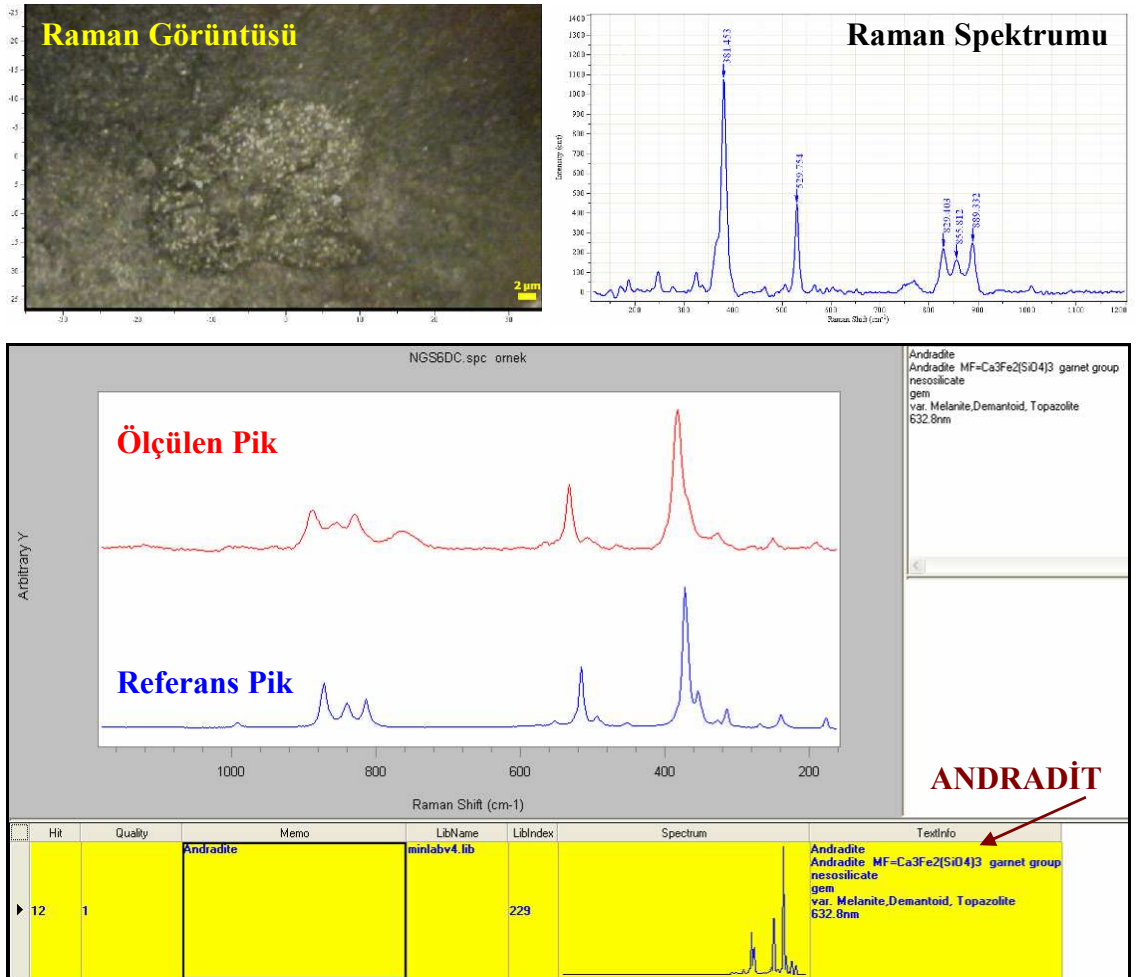


Şekil 6.10 Buzlukdağı foid siyenitindeki uvarovit türü granat mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: BUZ-21)

Andradit türü granat minerali ise  $820-890\text{ cm}^{-1}$ ,  $513-540\text{ cm}^{-1}$ ,  $360-390\text{ cm}^{-1}$ 'de kuvvetli Raman kaymaları vermektedir.  $380\text{ cm}^{-1}$  altındaki titreşimler  $\text{SiO}_4$  tetrahedrasına ait olup iki değerlikli kationlarla bağlanmıştır.  $380\text{ cm}^{-1}$ 'nin üstündeki iç titreşimler ise üç değerlikli kationlarla bağ yapan  $\text{SiO}_4$ 'e aittir (Şekil 6.11-6.12).



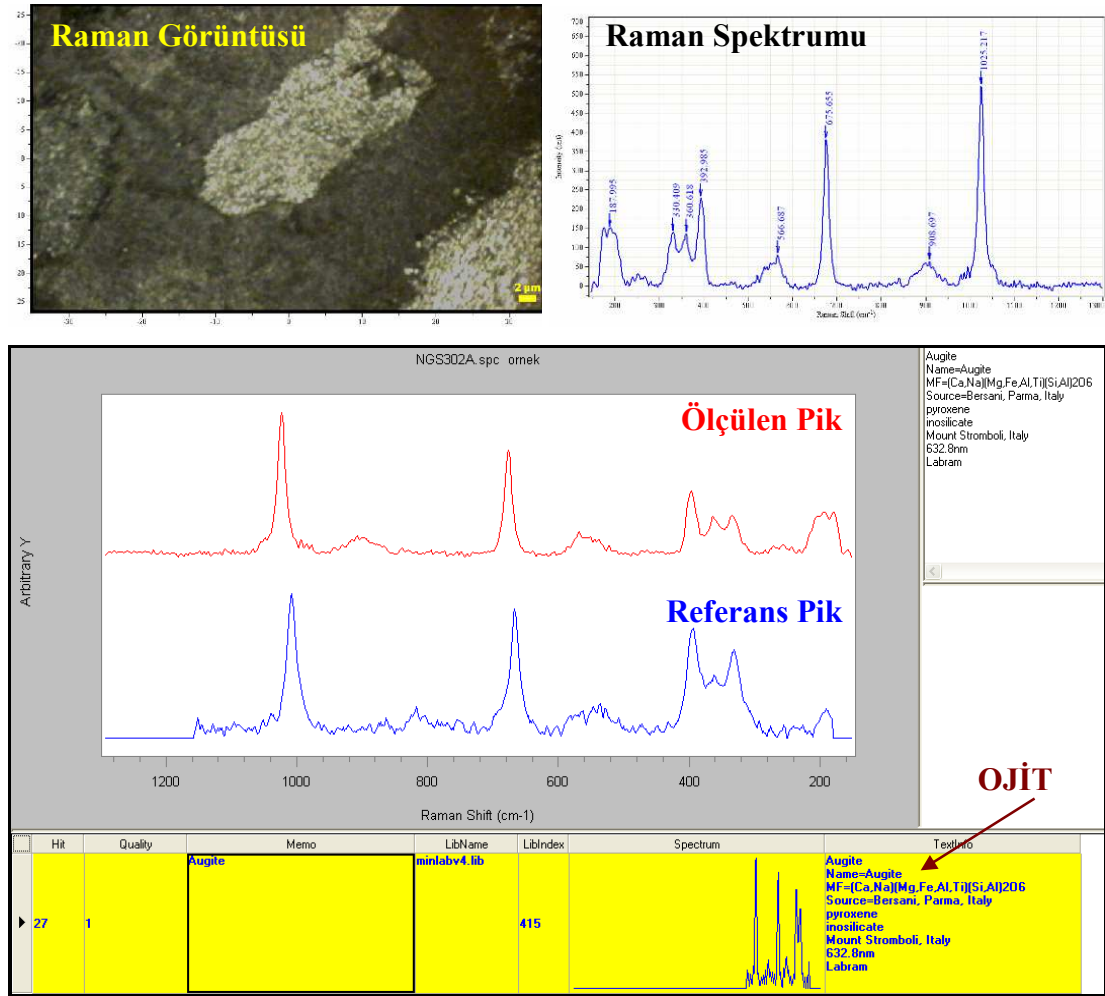
Şekil 6.11 Uvarovit ve andradit minerallerinin tipik Raman kaymaları (Mingsheng vd. 1994)



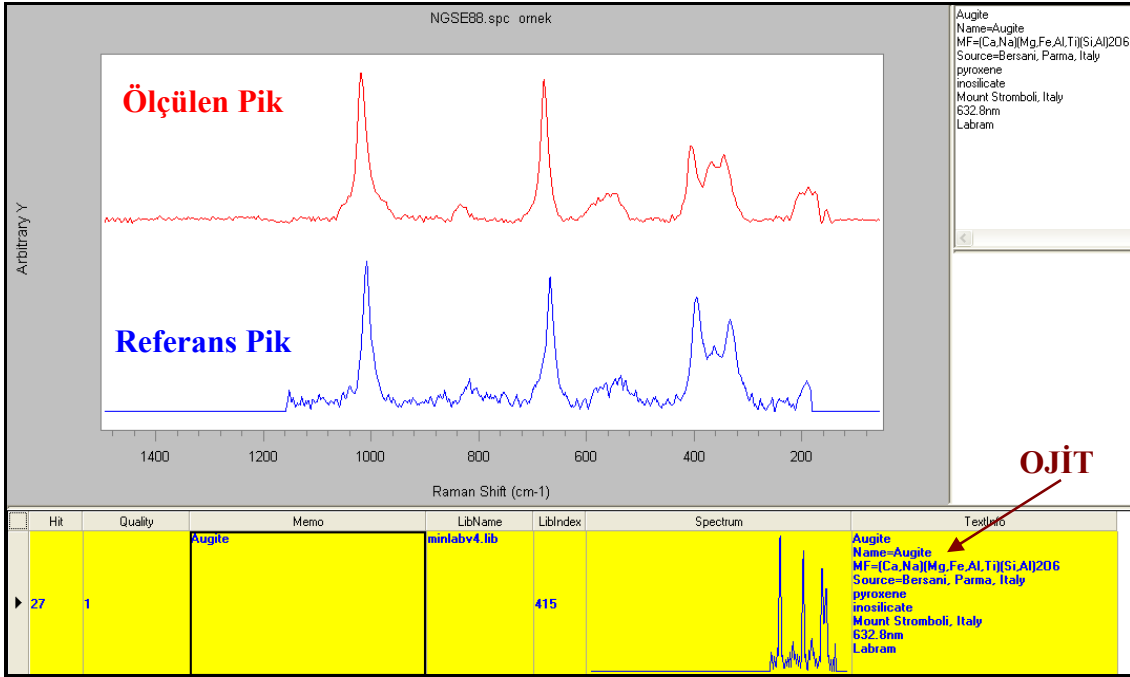
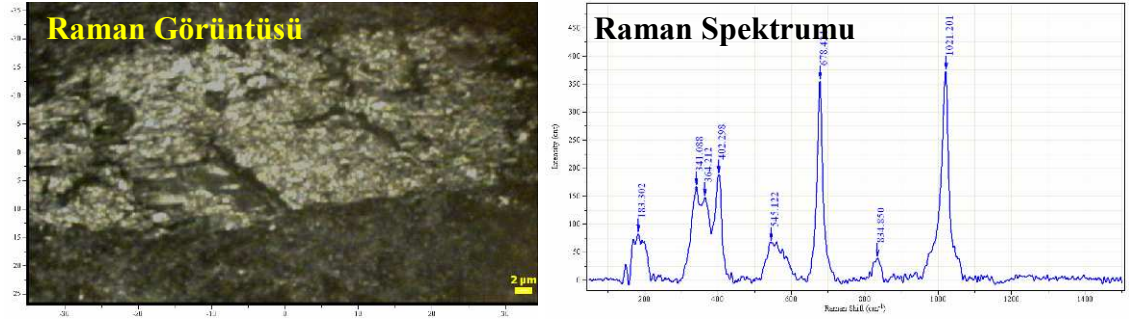
Şekil 6.12 Buzlukdağı foid siyenitindeki andradit mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: BUZ-55)

## 6.6.2 Piroksenlerin Raman spektroskopik incelemesi

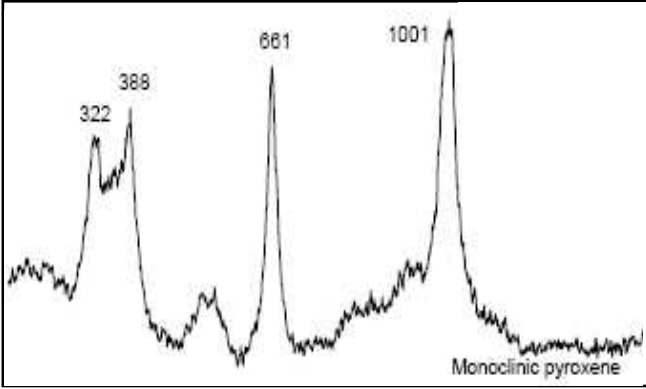
Alkalin kayalardaki piroksen mineralleri magmatik kristalizasyon ve kristalizasyon süresince magmanın kökeni hakkında bilgi vermelerinden önemli minerallerdendir. Konfokal Raman Spektrometresi çalışmaları sonucunda foid siyenitlerdeki ve mafik dayklardaki piroksenlerin ojit bileşimde olduğu görülmüştür. Ojit türü piroksen minerali  $180-190\text{ cm}^{-1}$ ,  $330-405\text{ cm}^{-1}$  ve  $545-1025\text{ cm}^{-1}$  'de kuvvetli Raman kaymaları vermektedir (Şekil 6.13).



Şekil 6.13 Buzluktağı foid siyenitindeki piroksen örneğinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: BUZ-96)



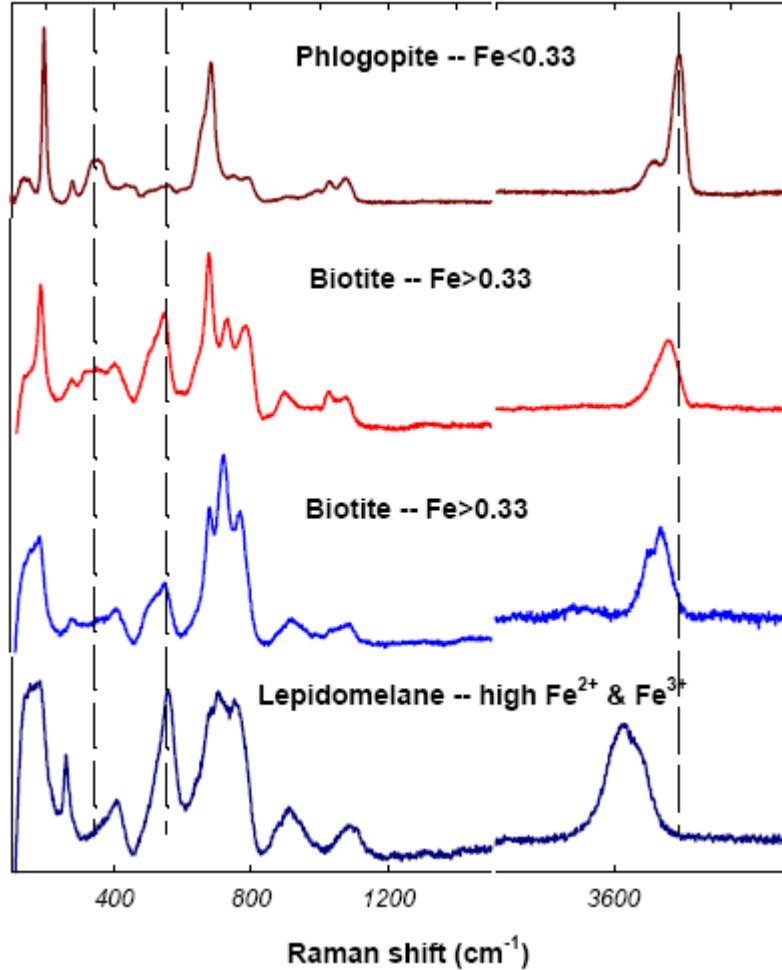
Şekil 6.14 Buzlukdağı fooid siyenitini kesen mafik dayklardaki piroksenlerin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: BUZ-51)



Şekil 6.15 Monoklinik sistemde kristalleşen ojit mineralinin tipik Raman spektrası (Wang vd. 1997)

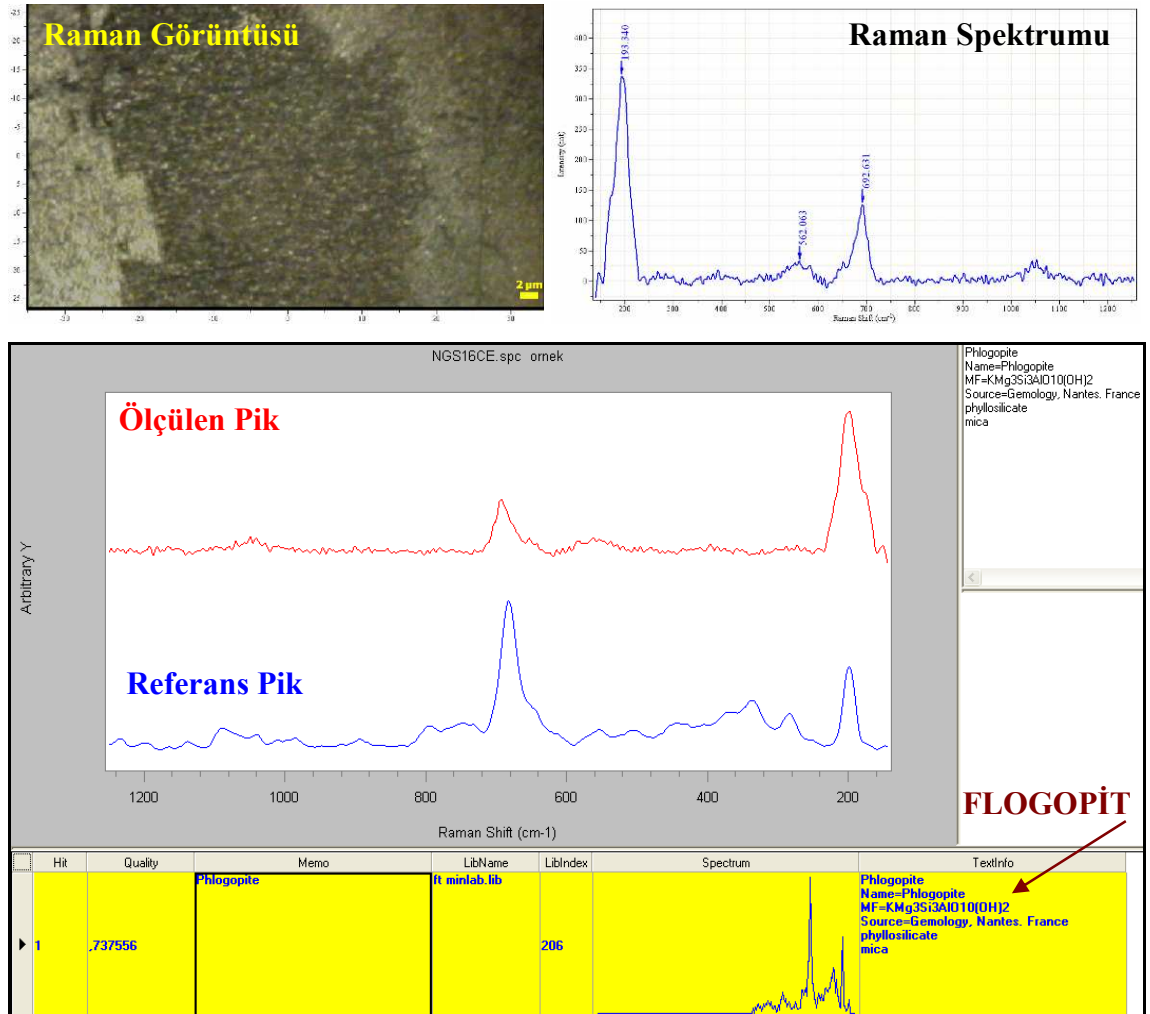
### 6.6.3 Mikaların Raman spektroskopik incelemesi

Fillosilikatların Raman spektrası genellikle dört spektral bölgede gözlenmektedir. Bunlar: 1) 3800-3000  $\text{cm}^{-1}$ , 2) 1150-800  $\text{cm}^{-1}$ , 3) 800-600  $\text{cm}^{-1}$  ve 4)  $<600 \text{ cm}^{-1}$  spektral bölgeleridir. 3800-3000  $\text{cm}^{-1}$  spektral bölgesindeki Raman pikleri fillosilikatların yapılarındaki OH ya da suyun gerilme modundan kaynaklanmaktadır. Fillogopit-Biyotit serisinin yapısal-bileşimsel sınıflaması T-O-T -A (T = tetrahedral yüzey, O = oktahedral yüzey, A = ara yüzey büyük katyon veya su) şeklindedir. Fillogopit-biyotit serisinin Raman spektraları Fe içeriğindeki artışa göre değişmektedir (Şekil 6.16) (Wang vd. 2002).



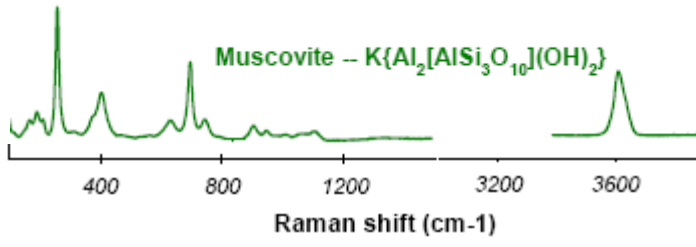
Şekil 6.16 Fillogopit-biyotit serisinin artan Fe içeriğine göre Raman spektraları (Wang vd. 2002)

Çalışma kapsamında Buzlukdağı foid siyenitlerindeki mika grubu minerallerin Raman spektralleri incelenmiş ve Raman spektroskopik karakteristikleri belirlenmiştir (Raman görüntüleri, spektrumları ve ölçülen pikle Spectral ID programı kütüphanesindeki referans pik değerleri karşılaştırılarak minerallerin türleri tespit edilmiştir). Biotitlerin Raman spektra sonuçları Fe içeriğindeki değişime bağlı olarak filogopit (Fe<0.33) bileşimini vermektedir (Şekil 6.17).

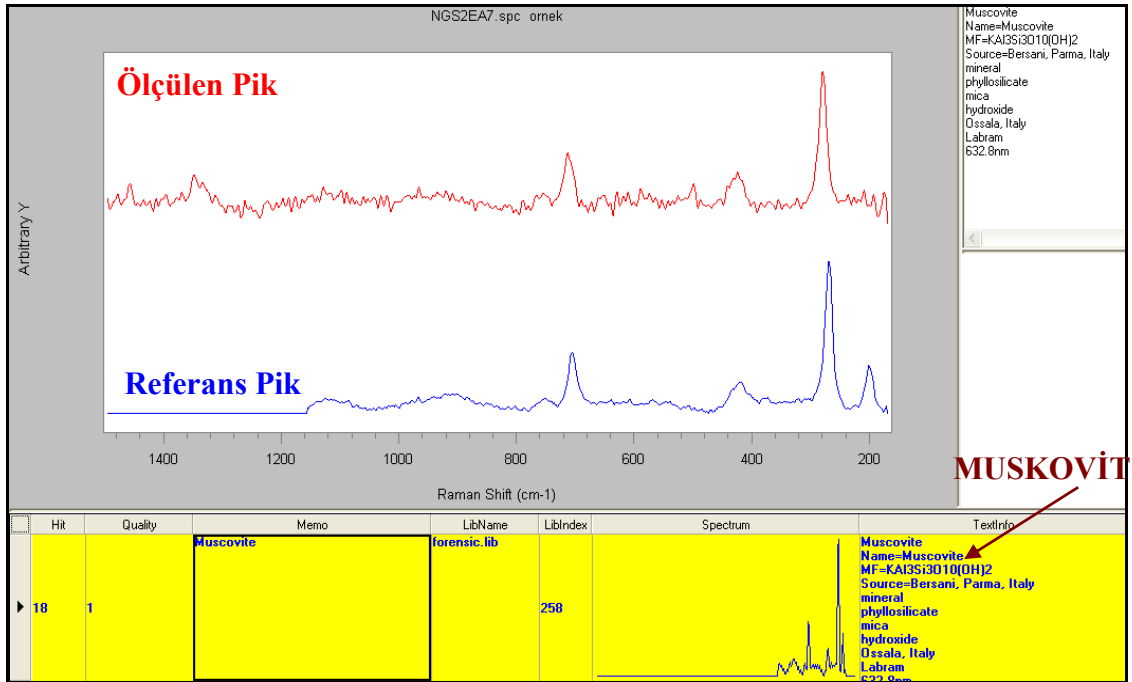
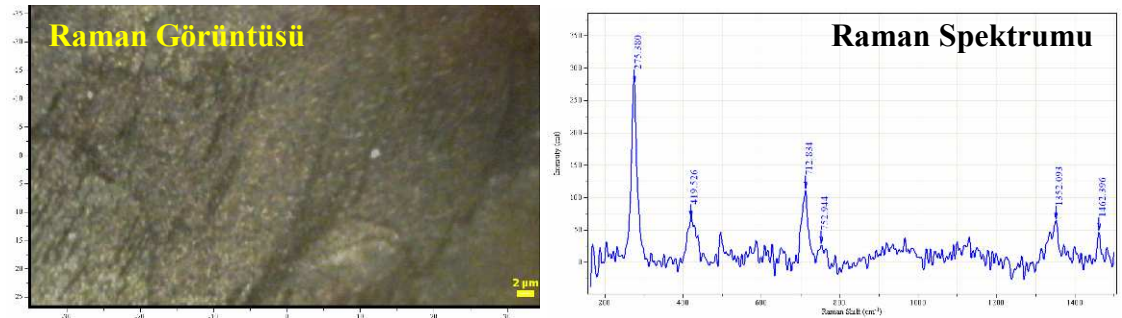


Şekil 6.17 Buzlukdağı foid siyenit içerisindeki mika grubu minerallerin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: BUZ-32)

Foid siyenitlerdeki ikincil minerallerden muskovit mineralinin Konfokal Raman Spektrometresi çalışmaları sonucunda  $275 \text{ cm}^{-1}$ ,  $419 \text{ cm}^{-1}$ ,  $712\text{-}752 \text{ cm}^{-1}$  ve  $1352\text{-}1462 \text{ cm}^{-1}$  'de kuvvetli Raman kaymaları verdiği görülmüştür (Şekil 6.19).



Şekil 6.18 Di-oktahedral fillosilikat minerallerinden muskovit mineralinin tipik Raman spektrarı (Wang vd. 2002)



Şekil 6.19 Buzlukdağı foid siyenit içerisindeki mika grubu minerallerin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: BUZ-03)

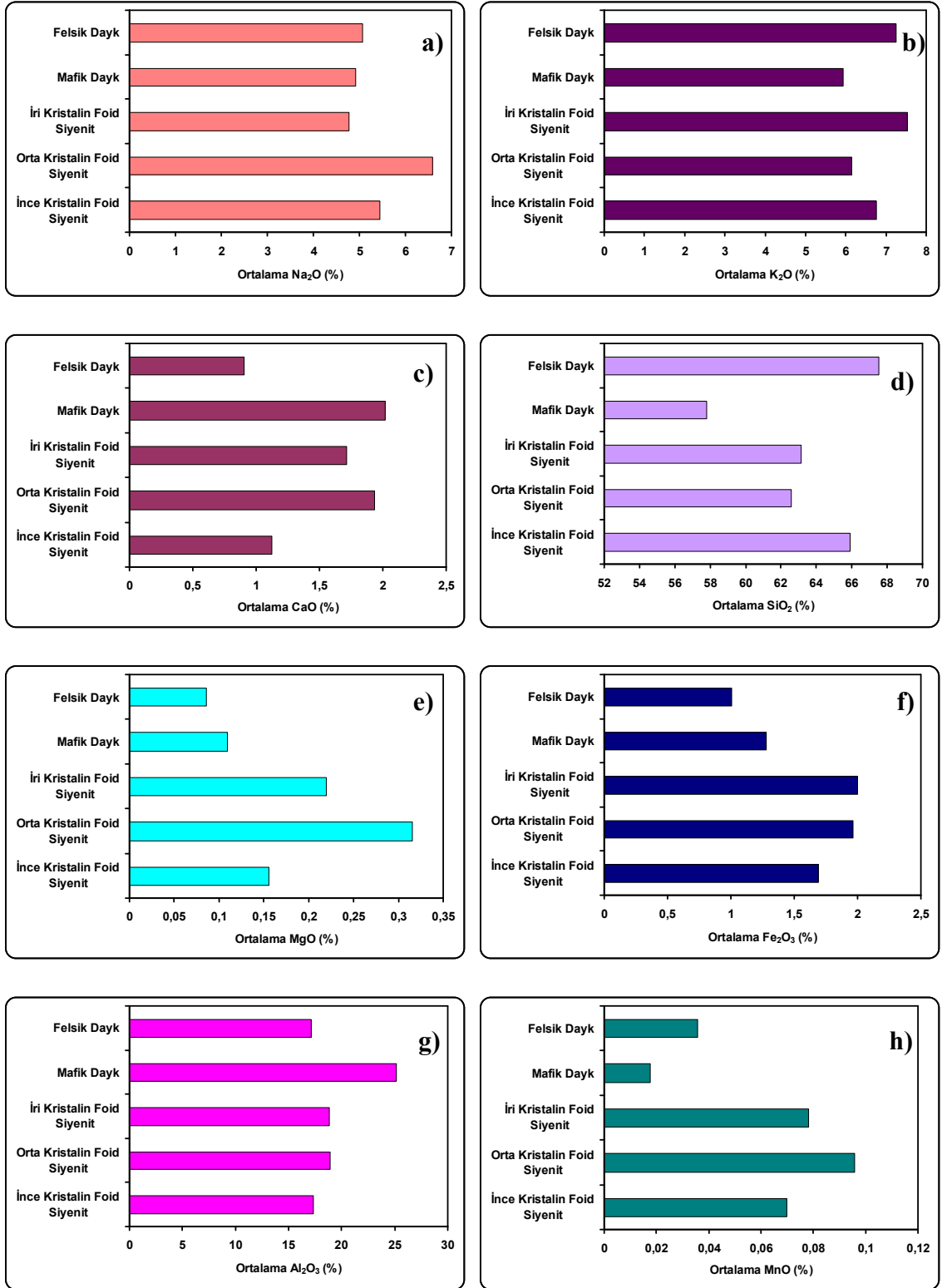
## 7. JEOKİMYA

İnceleme alanından alınan kaya örneklerinin ayrıntılı olarak mineralojik-petrografik incelemelerinden sonra kayaçlarının jeokimyasal karakterlerinin ortaya konması amacıyla kayaç gruplarını temsil eden mümkün olduğu kadar taze ve karakteristik örnekler seçilerek tüm kayaç jeokimyasal analizleri yapılmıştır. 200 adet örnekten 142 adet taze kaya örneği seçilmiş ve bu örneklerden tüm kaya ana oksit ve iz element (Ek-3), 6 adet örneğinde nadir toprak element (NTE) analizi (Ek-4) yapılmıştır. Jeokimyasal analizi yapılan bu örnekler ilişkili diyagramlara aktarılarak her değerlendirilmiştir.

Örneklerin analizleri Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Petrografi Uygulama ve Araştırma Laboratuvarı'nda "SPECTRO X-LAB 2000" model PEDXRF cihazı kullanılarak yapılmıştır. XRF analizleri GEO-7220 yöntemiyle yapılmış olup USGS'in plütonik kayaçlar (granit, granodiyorit vb.) için oluşturduğu K02-GSR-09 ve G01-GS-N-Granite standartları kullanılarak cihazın kalibrasyonu yapılmıştır. Eser element analizleri ICP ile yaptırılmış olup bu analizlerde USGS standartlarına göre kalibre edilmiştir.

İri kristalen foid siyenit, orta kristalen foid siyenit ve ince kristalen foid siyenit şeklinde üç alt gruptan oluşan çalışma alanı siyenitleri ile mafik ve felsik daykların ortalama (%) ana oksit içeriği açısından birbirleriyle karşılaştırmak amacıyla histogram diyagramları çizilmiştir (Şekil 7.1).

Buna göre; siyenit birimleri, ana oksit elementleri bazında değerlendirildiğinde  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  ve  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  gibi ana oksit ortalama değerlerinin birbirleri çok yakın olduğu buna karşılık  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$  ve  $\text{P}_2\text{O}_5$  gibi ana oksitlerin ortalama değerlerinde farklılık görülmektedir (Şekil 7.1).



Şekil 7.1 Buzlukdağı'nda yüzeyleyen magmatik birimlerin ortalama (%) ana oksit histogram diyagramları

- a) Ortalama Na<sub>2</sub>O (ağırlık %)’ne göre, e) Ortalama MgO (ağırlık %)’ne göre  
b) Ortalama K<sub>2</sub>O (ağırlık %)’ne göre, f) Ortalama Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (ağırlık %)’ne göre  
c) Ortalama CaO (ağırlık %)’ne göre, g) Ortalama Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (ağırlık %)’ne göre  
d) Ortalama SiO<sub>2</sub> (ağırlık %)’ne göre, h) Ortalama MnO (ağırlık %)’ne göre

MgO ve CaO gibi ana oksitlerin ortalama değerleri orta kristalen foid siyenitlerden sırasıyla iri kristalen foid siyenit ve ince kristalen foid siyenitlere göre fakirleşme göstermektedir.

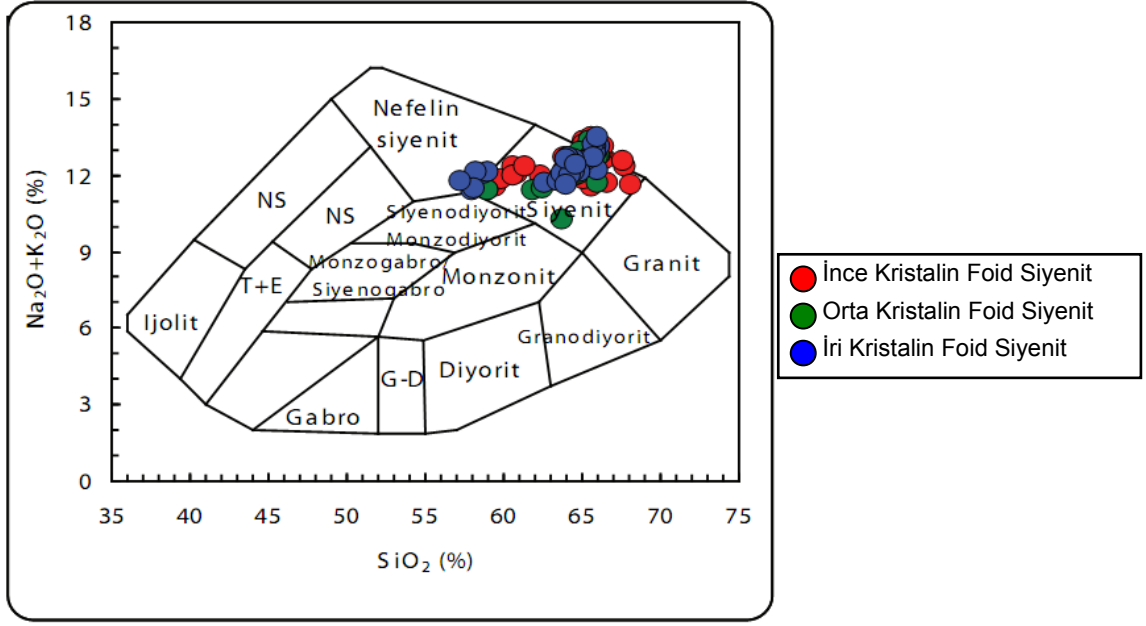
Mafik ve felsik dayklar ana oksit elementleri bazında değerlendirildiğinde Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, MgO ve Na<sub>2</sub>O ve gibi ana oksit ortalama değerlerinin birbirleri yakın olduğu buna karşılık SiO<sub>2</sub>, MnO, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO ve Cr<sub>2</sub>O gibi ana oksitlerin ortalama değerlerinde belirgin bir farklılık görülmektedir. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, ve CaO gibi oksitlerin ortalama değerlerinde mafik dayklardan felsik dayklara göre fakirleşme görülürken SiO<sub>2</sub> ve MnO gibi ana oksitlerin ortalama değerlerinde mafik dayklarda felsik dayklara göre zenginleşme görülmektedir (şekil 7.1).

## **7.1 Buzlukdağı Siyenitoyidinin Jeokimyası**

Buzlukdağı Siyenitoyidi doku özelliklerine ve tane boyutlarına göre iri kristalen foid siyenit, orta kristalen foid siyenit ve ince kristalen foid siyenit olmak üzere başlıca üç alt guruba ayırtdilmiş ve bu üç alt grup dikkate alınarak jeokimyasal diyagramlar yorumlanmıştır.

### **7.1.1 Ana element jeokimyası**

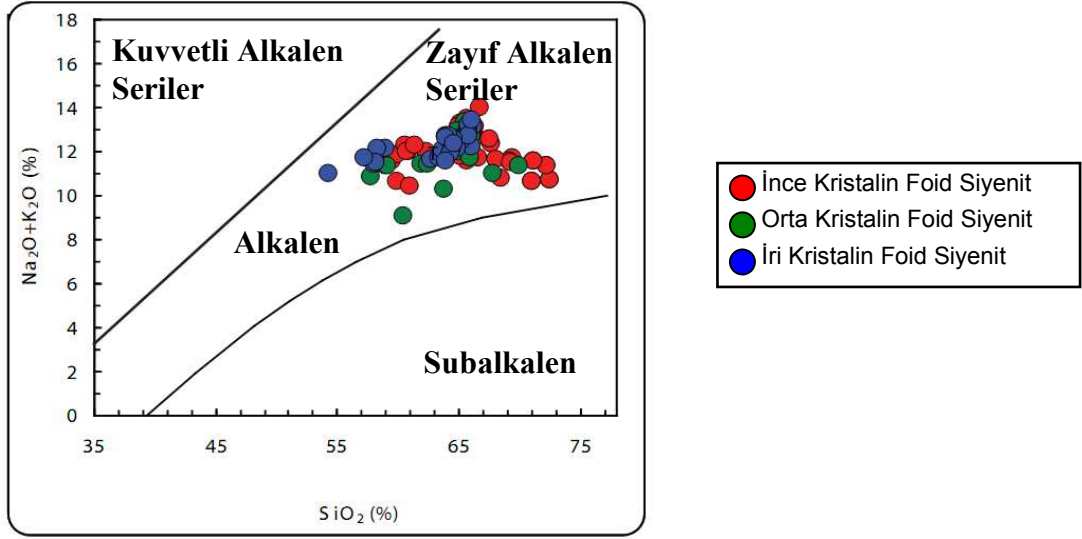
Ana element oksit jeokimyasal analiz sonuçlarına dayanarak hazırlanan Buzlukdağı Siyenitoyidi jeokimyasal adlama diyagramında (Cox vd. 1979) çoğunlukla foid siyenit ve siyenit alanında yer almaktadır (şekil 7.2).



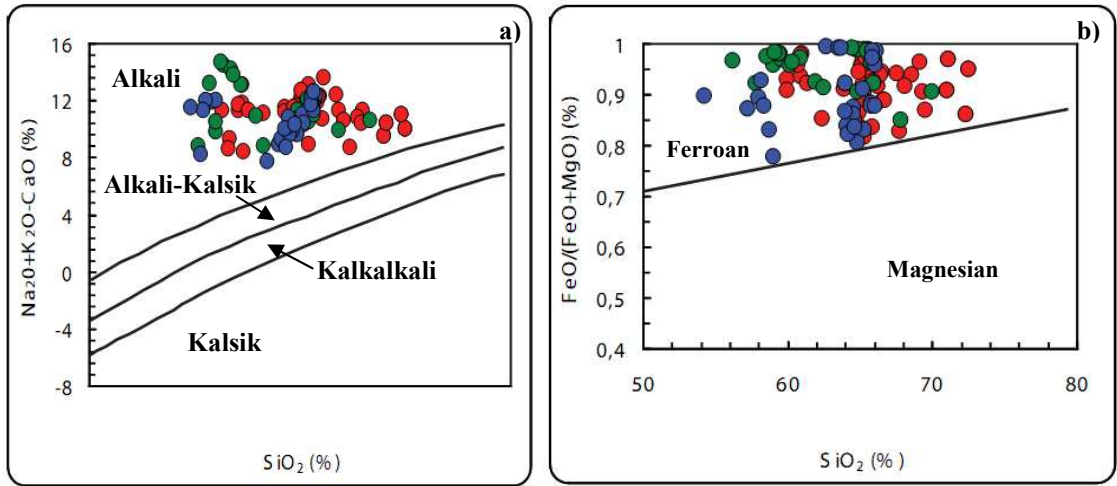
Şekil 7.2 Çalışma alanında yüzeyleyen magmatik kaya gruplarının toplam alkali-silika adlama diyagramındaki (Cox vd. 1979) konumları

Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin magma karakterinin belirlenmesi için çizilen %SiO<sub>2</sub>'ye karşılık % Toplam Alkali (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) değerleri (TAS) diyagramına (Irvine ve Baragar 1971) göre, bütün kayalar alkalin karakter sergilemektedirler. Scharzer ve Rogers'ın 1974 yılında kuvvetli ve zayıf alkalin serileri ayırmak için yapmış oldukları diyagramda ise zayıf alkalin seriler alanında yer almaktadır (Şekil 7.3) (Scharzer ve Rogers 1974 ).

Frost ve diğerlerinin alkali, alkali-kalsik, kalk-alkali ve kalsik kayaların ayrımı için önerdikleri Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O-CaO-SiO<sub>2</sub> diyagramında (Frost vd. 2001) Buzlukdağı Siyenitoyidleri alkali alanda yer almaktadır (Şekil 7.4 a).



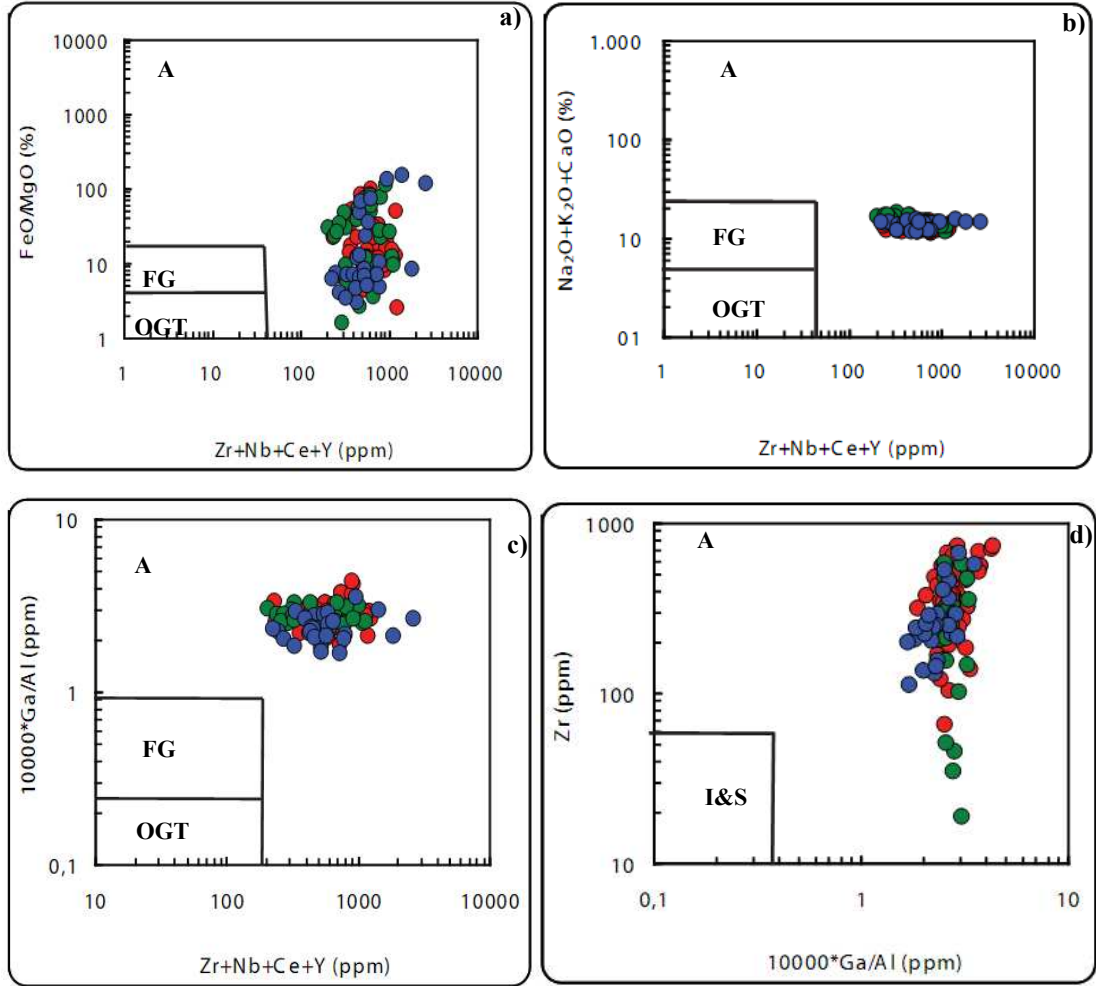
Şekil 7.3 Çalışma alanında yüzeyleyen magmatik kaya gruplarının toplam alkali-silika diyagramında (Irvine ve Baragar 1971, Scharzer ve Rogers 1974) dağılımı



Şekil 7.4 Çalışma alanında yüzeyleyen magmatik kaya gruplarının a)  $\text{SiO}_2$ 'e karşı  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}$  ve b)  $\text{FeO}/(\text{FeO}+\text{MgO})-\text{SiO}_2$  diyagramındaki dağılımı (Frost vd. 2001)

Frost ve diğerlerinin A-tipi kayaçların ferroan-magnesian ayrımı için öne sürdükleri  $\text{FeO}/(\text{FeO}+\text{MgO})-\text{SiO}_2$  diyagramında (Frost vd. 2001) Buzlukdağı Siyenitoyidleri ferroan alanda yer almaktadır (Şekil 7.4 b).

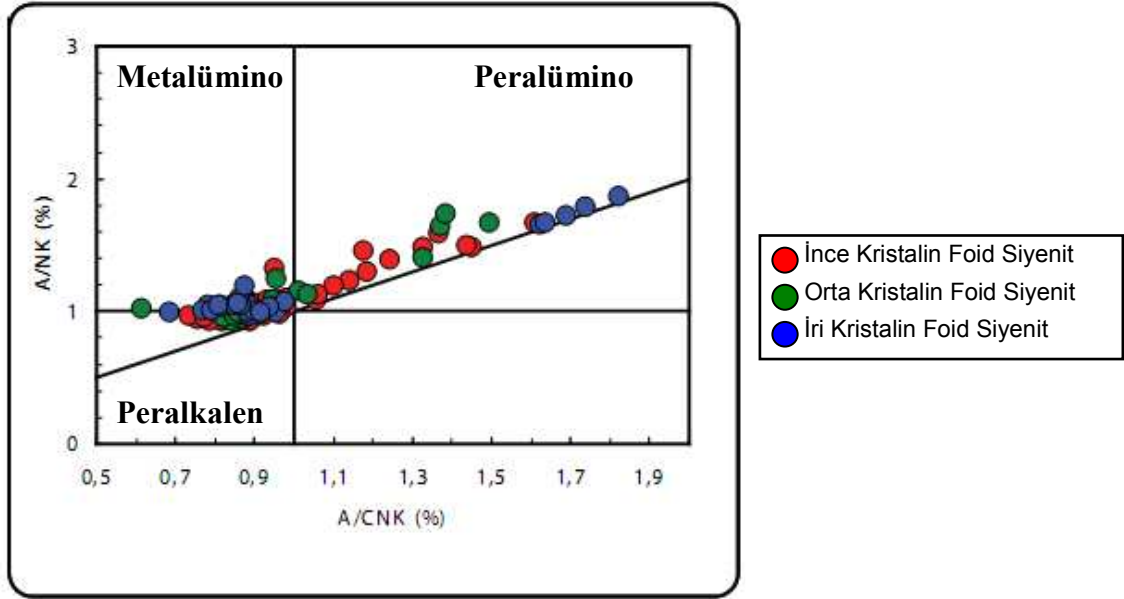
Whalen ve diğerlerinin A-tipi kayaçları I, S ve M-tipi kayaçlardan ayırt etmek için yapmış oldukları sınıflama diyagramlarında Buzlukdağı foid siyenitlerin A-tipi alanda yer aldıkları görülmektedir (Şekil 7.5).



Şekil 7.5 Çalışma alanında yüzeyleyen magmatik kaya gruplarının A-tipi granitoidlerin sınıflama diyagramındaki (Whalen vd. 1987a) konumları (OGT: I-S-M-tipi Granitoidler, A: A-tipi Granitoidler, FG: Fraksiyonlanmış I-tipi Granitoidler)

- a) Zr+Nb+Ce+Y'ye karşı (%) FeO/MgO sınıflama diyagramı
- b) Zr+Nb+Ce+Y'ye karşı (%) Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O+CaO sınıflama diyagramı
- c) Zr+Nb+Ce+Y'ye karşı 10000\*Ga/Al sınıflama diyagramı
- d) 10000\*Ga/Al'ye karşı Zr sınıflama diyagramı

Maniar ve Picolli (1989)'nin  $Al_2O_3/(Na_2O+K_2O)-Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O)$  parametrelerine göre hazırladıkları ANK/ACNK diyagramında çoğunlukla peralkalen ve metalümino özelliği sergiledikleri gözlenmektedir (Şekil 7.6).

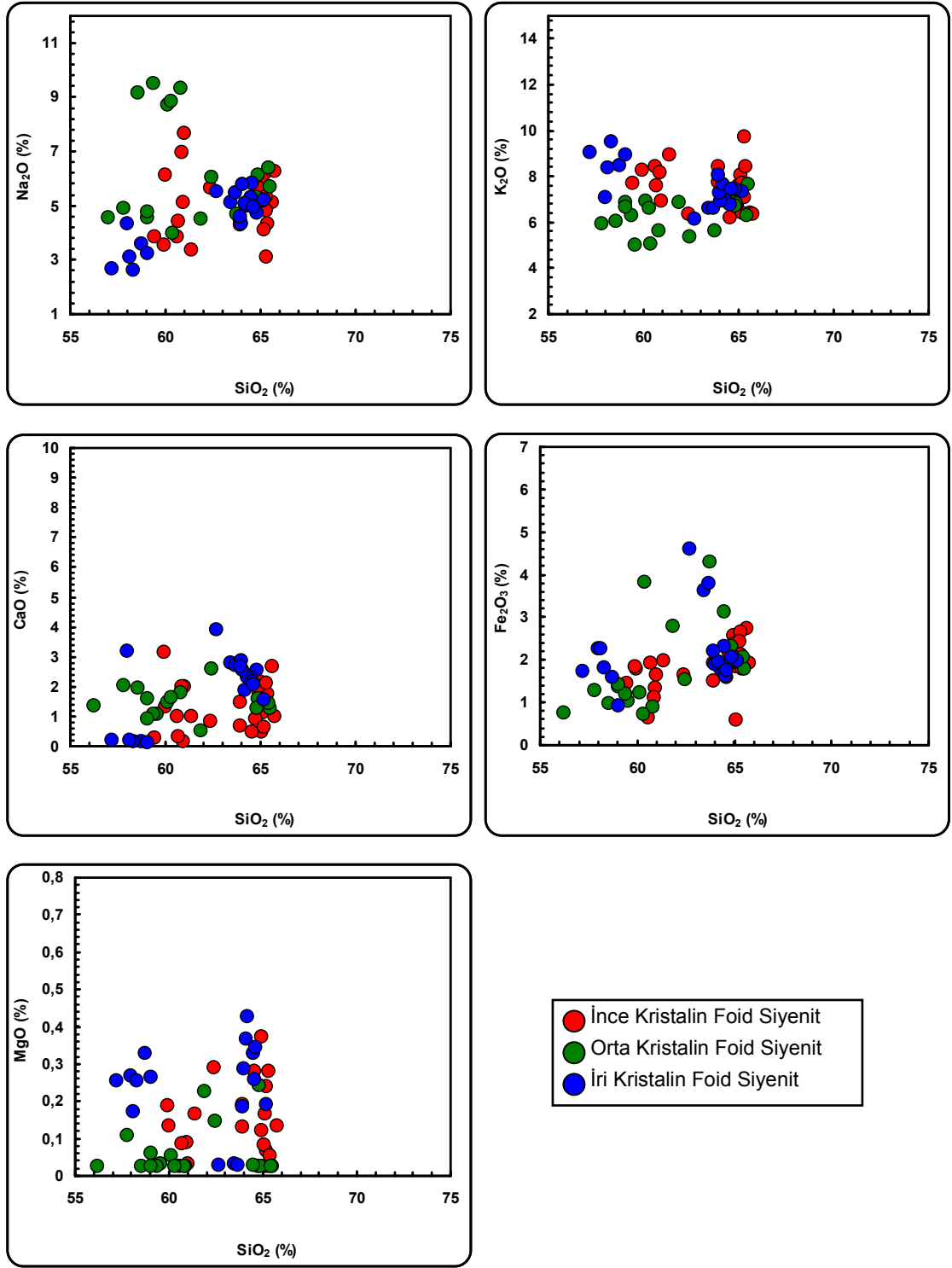


Şekil 7.6 Çalışma alanında yüzeyleyen magmatik kaya gruplarının A/NK-A/CNK diyagramında (Maniar ve Picolli 1989) dağılımları

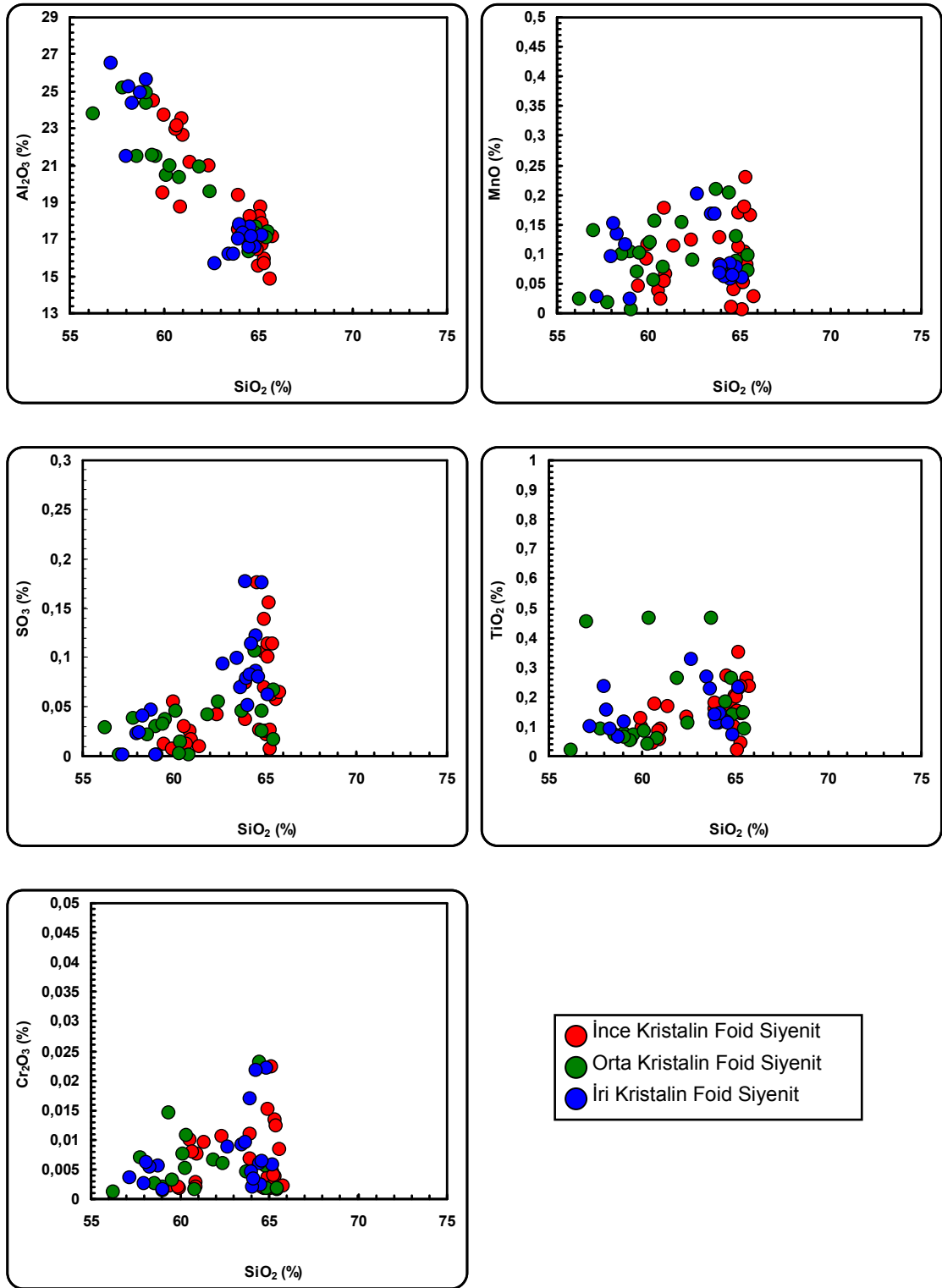
Ana element oksit bileşenlerinin % SiO<sub>2</sub> içeriğine göre değişimine dayandırılan Harker değişim diyagramlarında (Harker 1909) foid siyenit bileşimindeki Buzlukdağı Siyenitoyidinin felsik bir magmanın kristalleşmesiyle oluştuğu görülmektedir (Şekil 7.7).

Kayaların birçoğunda gözle görülecek şekilde hidrotermal alterasyona bağlı olarak el örneklerinde fluorit ve kuvarsın ikincil olarak geliştiği tespit edilmiştir. Bu nedenle %SiO<sub>2</sub>'ye karşı çizilen element değişim diyagramında düzenli bir değişim ve karşılaştırma yakalanamamıştır.

Foid siyenit birimlerinin %SiO<sub>2</sub>'ye karşı çizilen element değişim diyagramında % Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, CaO ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> gibi elementlerde kısmen bir pozitif ilişki görülürken %SiO<sub>2</sub>'ye karşı % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> değerlerinde kısmen negatif bir ilişki gözlenmektedir.



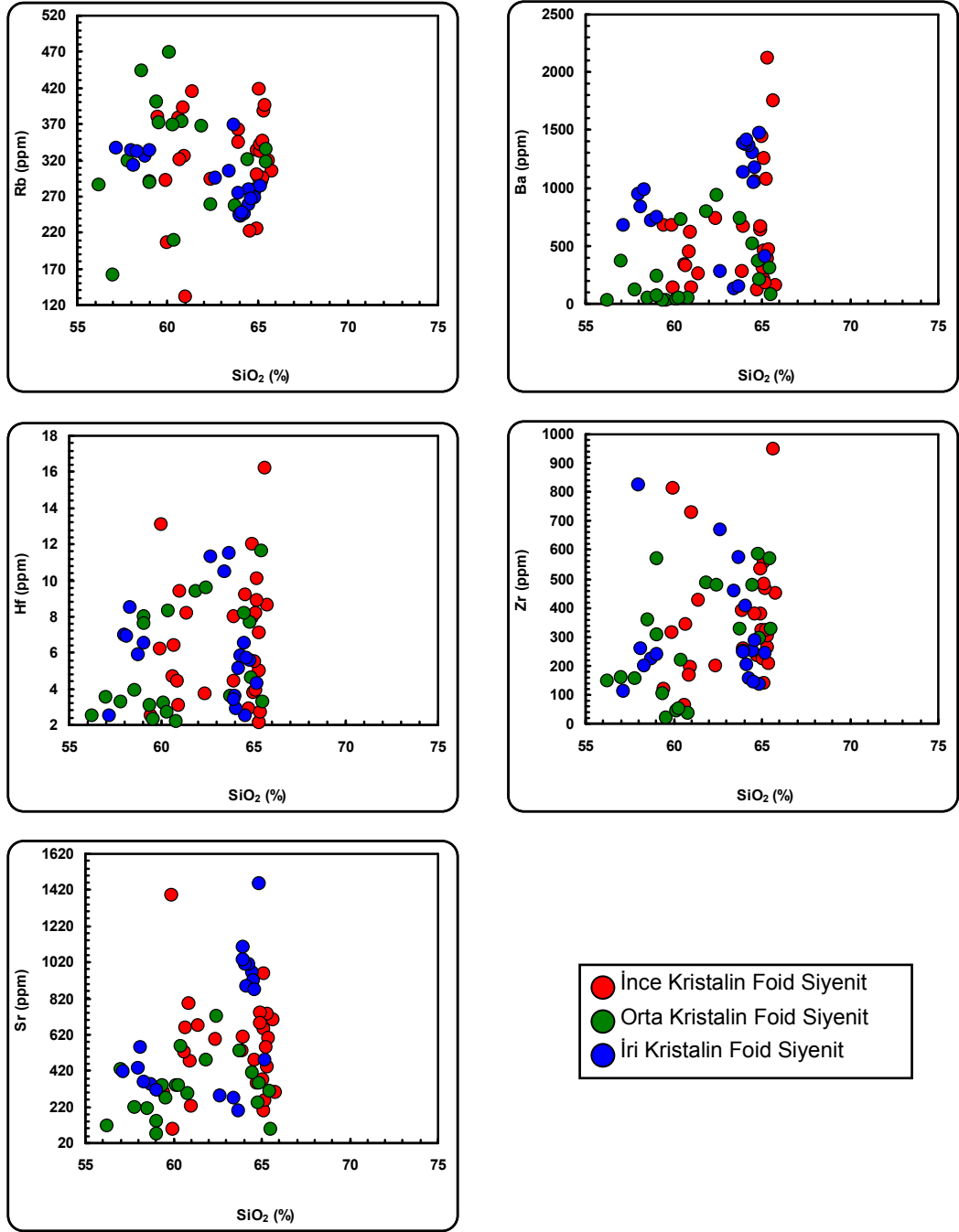
Şekil 7.7 Buzlukdağı Siyenitoyidi kaya örneklerinin (%) $\text{SiO}_2$ 'ye karşı ana oksit element değerlerinin Harker değişim diyagramları (Harker 1909)



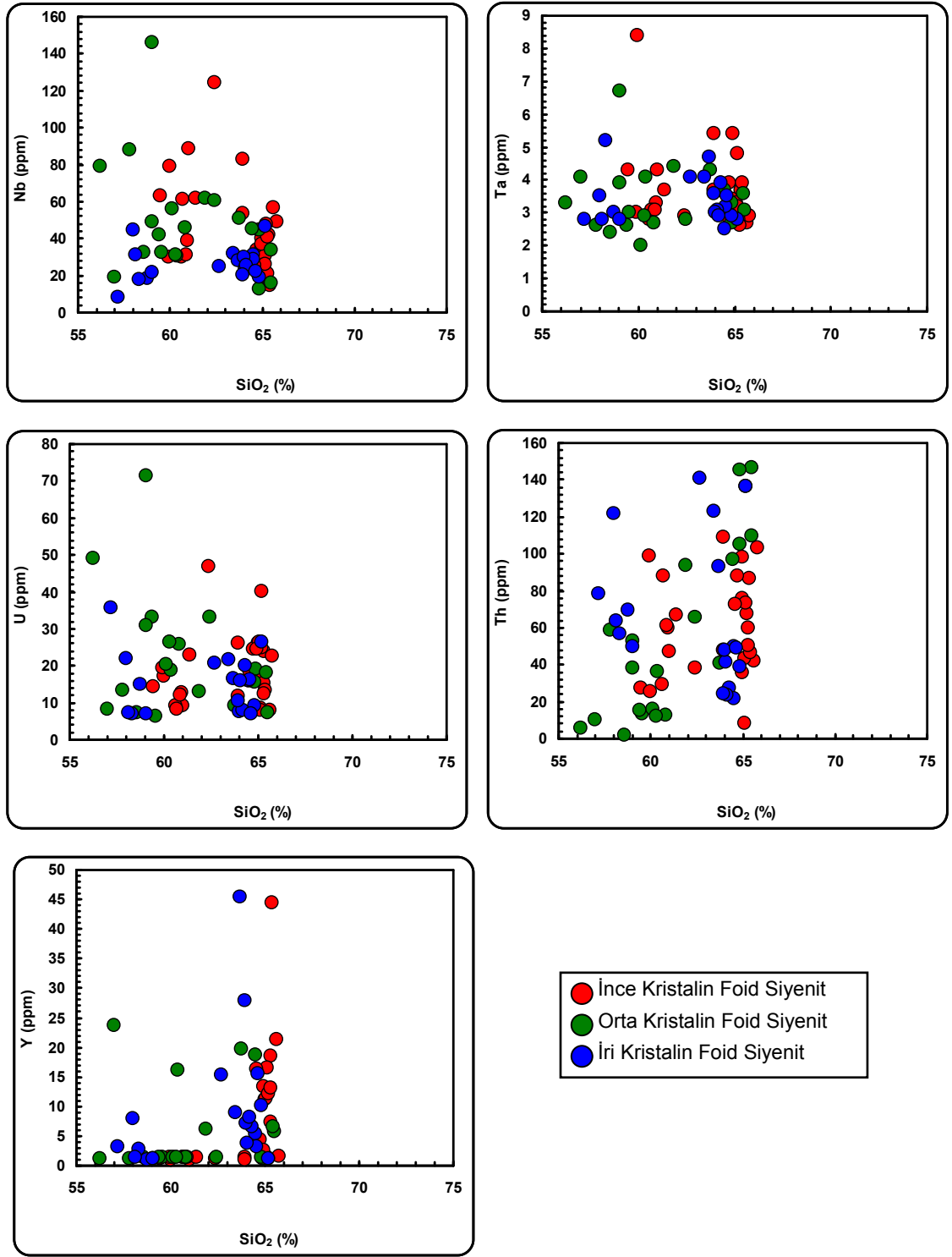
Şekil 7.7 Buzlukdağı Siyenitoyidi kaya örneklerinin (%)SiO<sub>2</sub>'ye karşı ana oksit element değerlerinin Harker değişim diyagramları (Harker 1909) (devam)

### 7.1.2 İz element jeokimyası

İz elementlerin Harker değişim diyagramlarında hidrotermal alterasyona bağlı olarak düzenli bir değişim ve karşılaştırma yakalanamamıştır.



Şekil 7.8 Örneğininin (%)SiO<sub>2</sub>'ye karşı iz element değerlerinin Harker değişim diyagramları (Harker 1909)

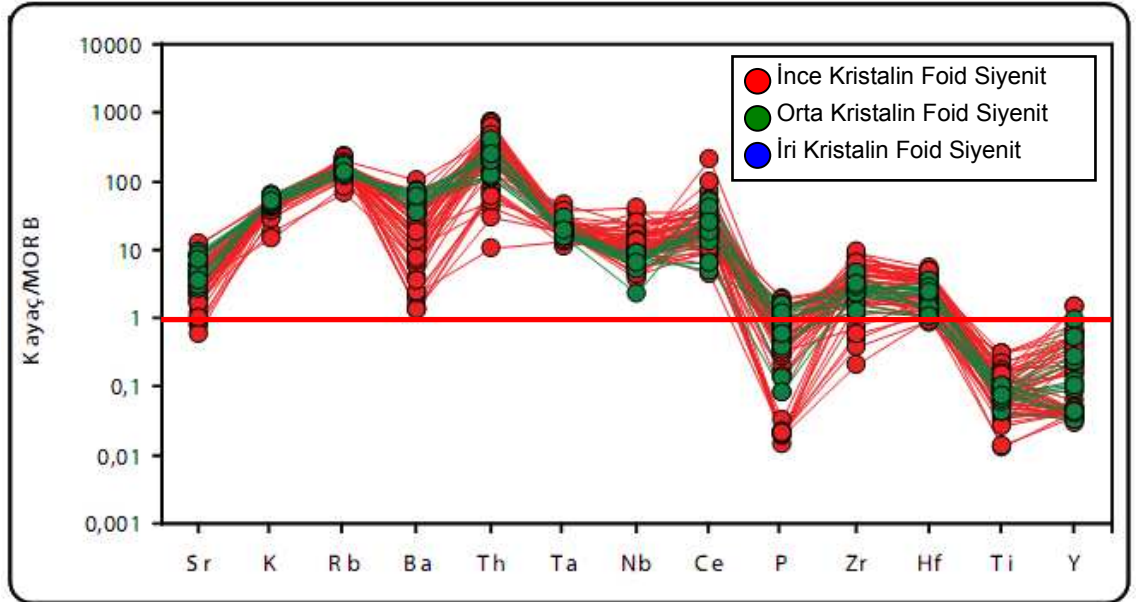


Şekil 7.8 Buzlukdağı Siyenitoyidi kaya örneklerinin (%)SiO<sub>2</sub>'ye karşı iz element değerlerinin Harker değişim diyagramları (Harker 1909) (devam)

## 8. TARTIŞMA

### 8.1 Buzlukdağı Siyenitoyid Magmasının Kökeni

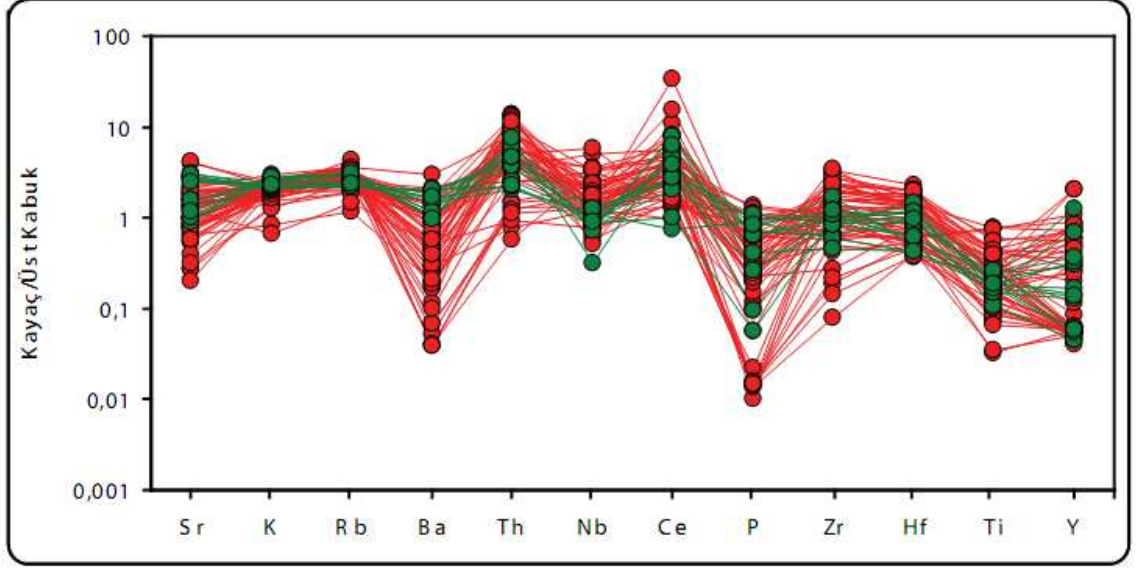
Buzlukdağı Siyenitoyidi'ne ait örneklerin iz element değerlerinin MORB'a (Pearce vd. 1984) göre normalize edilerek hazırlanan spider diyagramında (Sekil 8.1) büyük iyon yarıçaplı litofil elementlerinde (LIL) HFSE ve MORB'a oranla bir zenginleşme, kalıcılığı yüksek elementlerin bir kısmında (HFS) ise MORB'a göre kısmen bir zenginleşme söz konusudur.



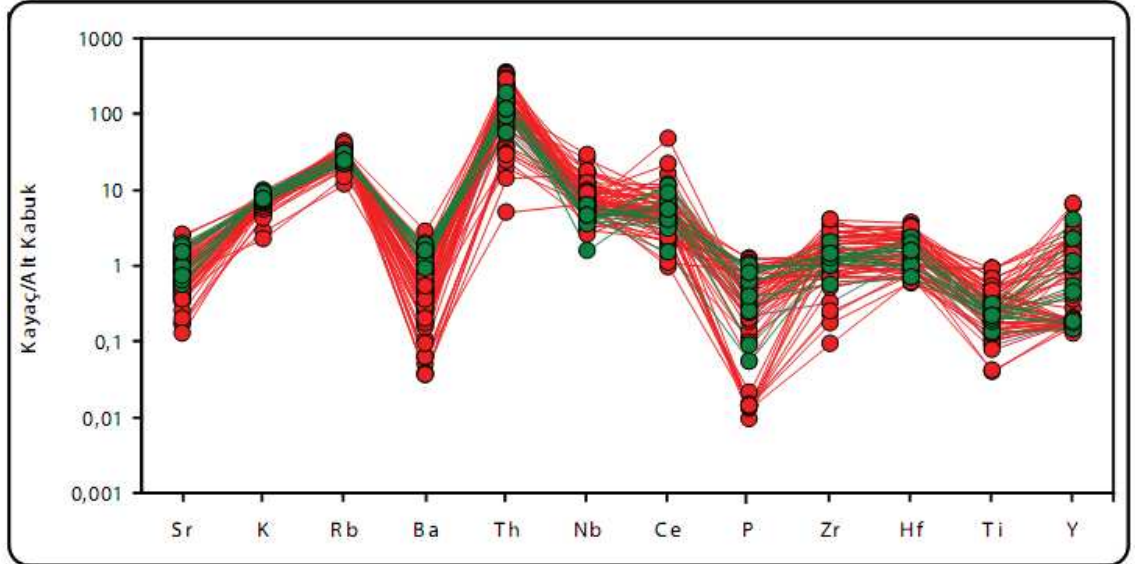
Şekil 8.1 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin MORB'a göre normalize edilen iz element içeriklerinin spider diyagramındaki dağılımları (Pearce vd. 1984).

Buzlukdağı Siyenitoid'lerinin Üst Kabuğa normalize edilmiş (Taylor ve McLennan 1981) iz element içeriklerinin spider diyagramlarındaki dağılımlarından örneklerin üst kabuktan oldukça mafik ancak azda olsa etkilendiği söylenebilir (Şekil 8.2).

Örneklerin iz element içeriklerinin Alt Kabuğa normalize edilmiş (Weaver ve Tarney 1984) spider diyagramlarında Buzlukdağı Siyenitoyid örneklerinin alt kabuktan üst kabuğa nazaran daha fazla etkilendiği söylenebilir (Şekil 8.3).

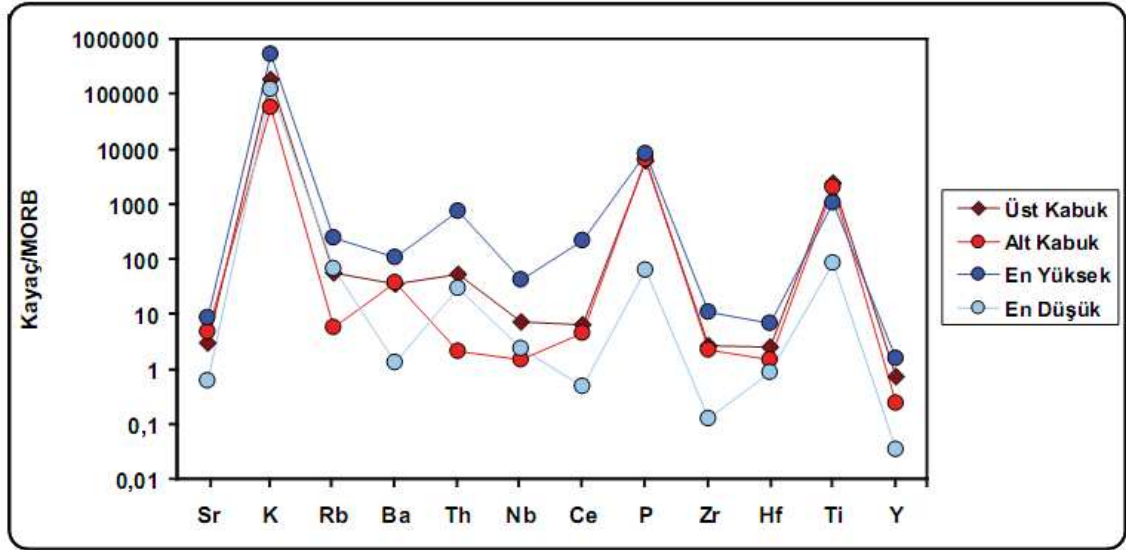


Şekil 8.2 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin Üst Kabuğa göre normalize edilen iz element içeriklerinin spider diyagramındaki dağılımları (Üst kabuk değerleri: Taylor ve McLennan 1981)



Şekil 8.3 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin Alt Kabuğa göre normalize edilen iz element içeriklerinin spider diyagramındaki dağılımları (Alt kabuk değerleri: Weaver ve Tarney 1984)

Kabuk etkileşiminin daha iyi gözlenebilmesi amacıyla örneklerin en yüksek ve en düşük iz element içerikleri göz önüne alınarak MORB'a normalize edilerek çizilen spider diyagramında Buzlukdağı Siyenitoyid'lerinin kabuk etkileşimli oldukları söylenebilir (Şekil 8.4).



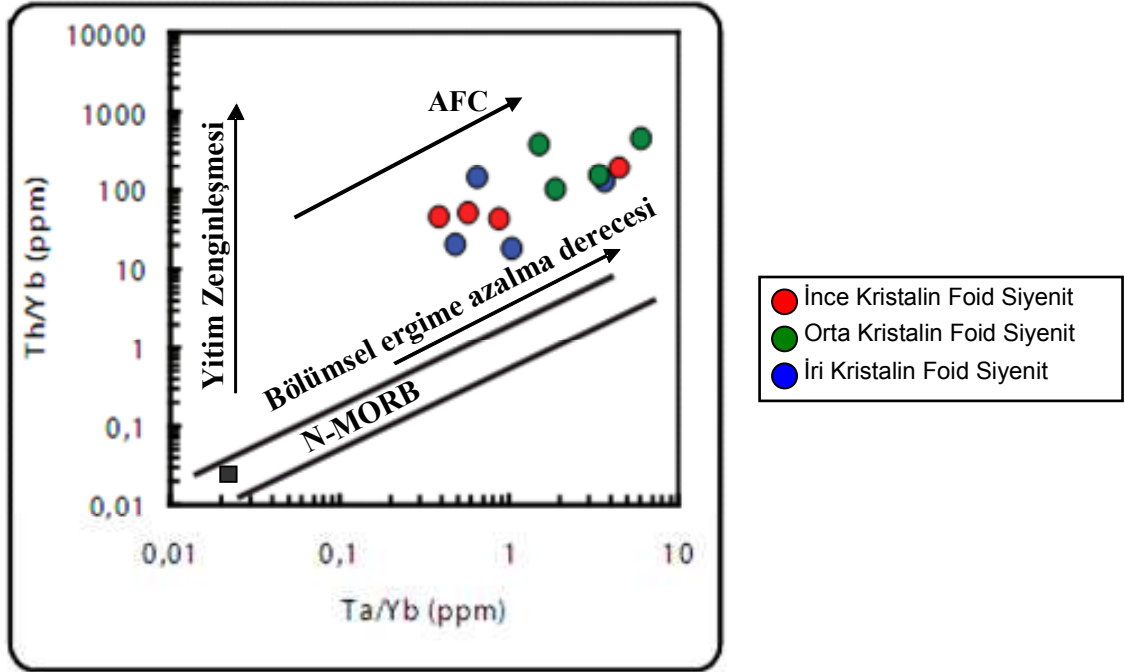
Şekil 8.4 Buzlukdağı Siyenitoyid örneklerinin en yüksek ve en düşük iz element içeriklerinin spider diyagramındaki dağılımları

Buzlukdağı Siyenitoyid'lerinin kabuk etkileşimli ancak manto kökenli bir magmadan türemiş olabileceği söylenebilir.

Pearce tarafından 1983 yılında önerilmiş olan  $\log Th/Yb - \log Ya/Yb$  diyagramında esas olarak okyanus ada bazaltı (OIB) veya okyanus ortası sırtı bazaltı (MORB) gibi mantodan türemiş ve genel olarak diyagramda manto eğilimi olarak belirlenmiş kısım üzerinde bulunan kayaçları, yitim etkisiyle zenginleşmiş mantodan türemiş veya yükselimi sırasında kabuk tarafından kirlenmiş magmalardan oluşan kayaçlardan ayırılır. Bu ayırım, gerek yitim metasomatizmasının gerekse kabuksal kirlenmenin Th miktarını ve dolayısı ile Th/Yb oranını Ta/Yb oranına göre arttırması temeline dayanmaktadır.

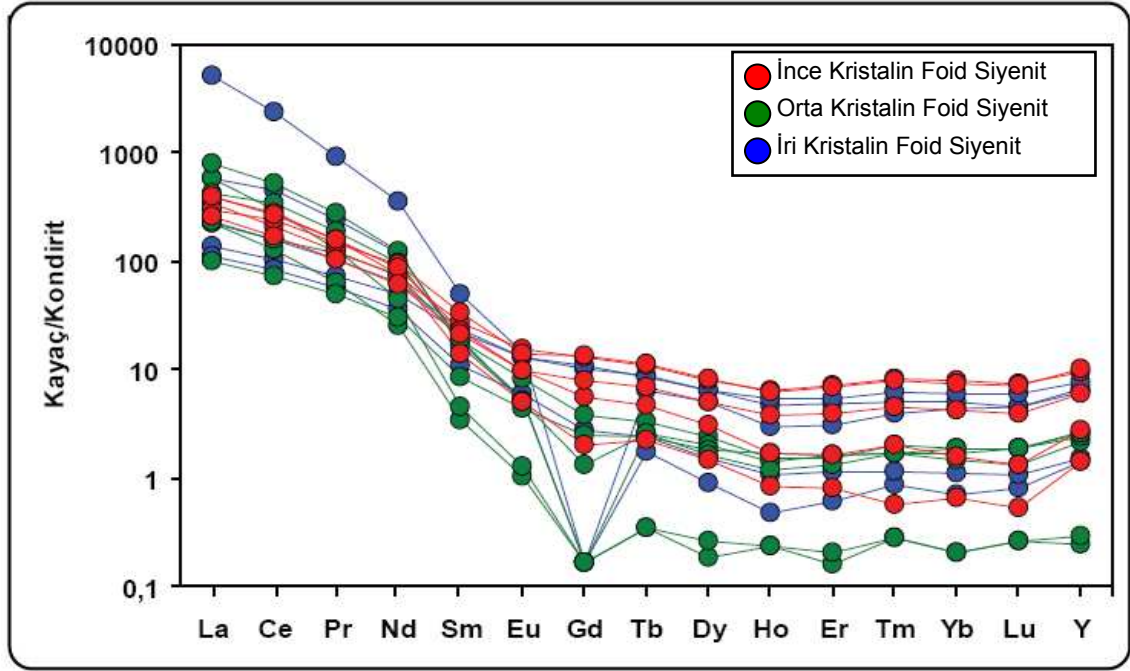
Buna göre; Buzlukdağı Siyenitoyidi'ne ait örneklerin  $\log Th/Yb - \log Ya/Yb$  diyagramındaki dağılımlarına bakıldığında tüm örneklerin manto çizgisinden farklı bir yönelim sergilediği görülmektedir (Şekil 8.5). Gözlenen bu yönelim, kaynak bölgesinde

yitim ile ilgili bir metasomatizma ile açıklanabileceği gibi, manto türevli eriyiklere önemli ölçüde kabuksal eriyik katılımına da işaret edebilir.



Şekil 8.5 Buzlukdağı Siyenitoyid örneklerinin log Th/Yb-log Ya/Yb diyagramındaki dağılımı (Pearce 1983) (AFC: Asimilasyon-Fraksiyonel Kristalleşme)

Buzlukdağı Siyenitoyidi'ne ait örneklerin nadir toprak element değerlerinin Kondirite (Evensen vd. 1978)) göre normalize edilerek hazırlanan spider diyagramında (Sekil 8.6) ağır nadir toprak elementlerine (HREE) göre hafif nadir toprak elementlerinde (LREE) bir zenginleşme söz konusudur.

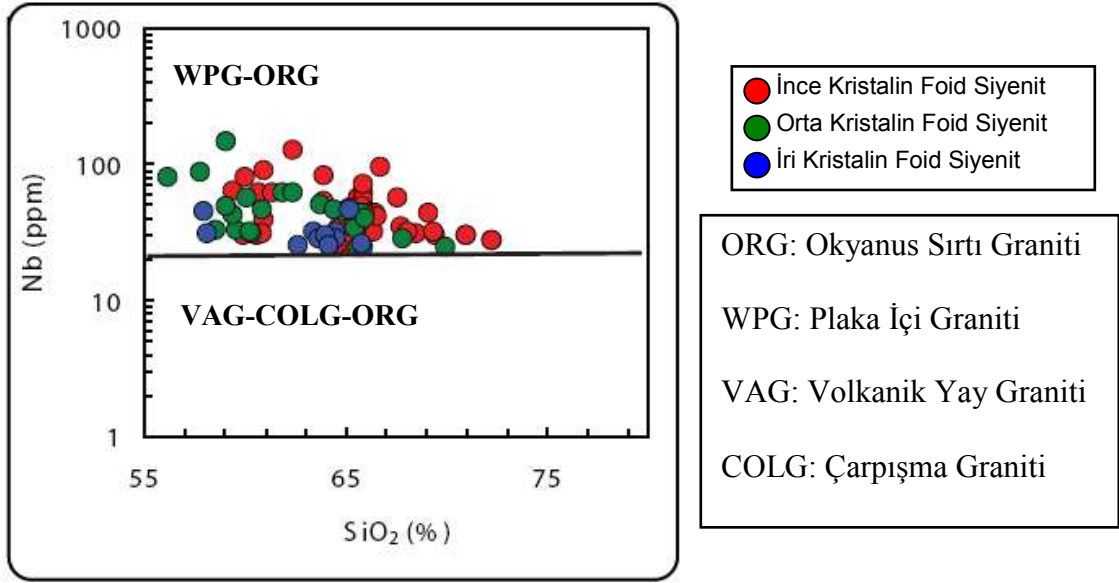


Şekil 8.6 Buzlukdağı Siyenitoyid'lerinin Kondirit'e göre normalize edilen REE içeriklerinin spider diyagramındaki dağılımları (Kondirit değerleri Evensen vd. 1978'den alınmıştır)

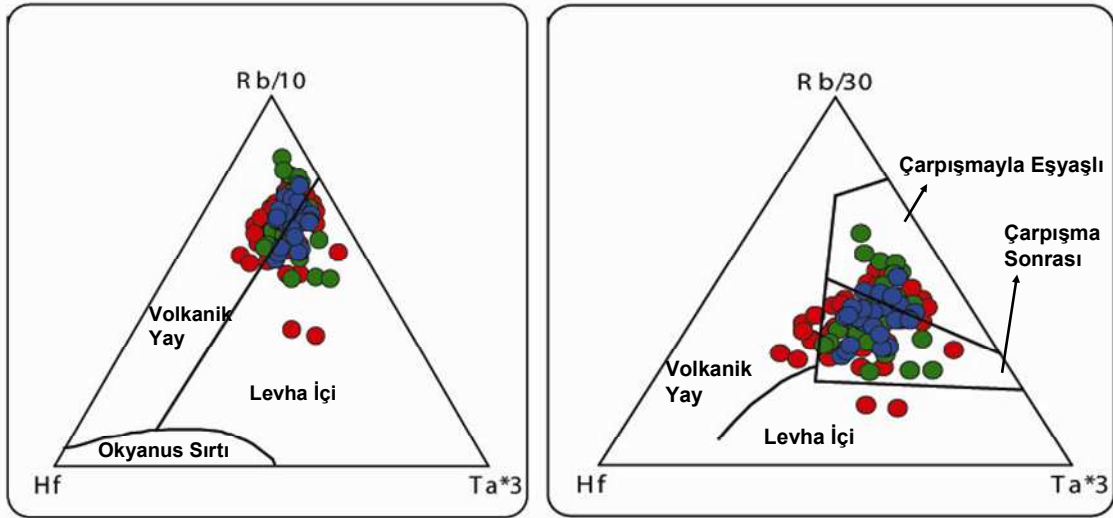
Grafiğin hafif nadir toprak elementleri (LREE) ve ağır nadir toprak elementlerindeki (HREE) göstermiş olduğu bu yönelim Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin tipik olarak alkalen kökenli olduğunu işaret etmektedir.

## 8.2 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin Tektonik Yerleşimi

Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin tektonik ortamlarını belirlemek amacıyla kullanılan Pearce ve diğerlerinin (1984) önerdiği Nb-SiO<sub>2</sub> diyagramında plaka içi graniti ve okyanus sırtı graniti alanında dağılım göstermektedir (Şekil 8.7). Harris ve diğerlerinin önerdiği Hf-Rb/10-Ta\*3 diyagramında siyenitoyidler, volkanik yay ve levha içi alanına düşmektedir. Yine Harris ve diğerlerinin önerdiği Hf-Rb/30-Ta\*3 diyagramında çarpışma ve çarpışma sonrası alana yer almaktadır (Şekil 8.8).

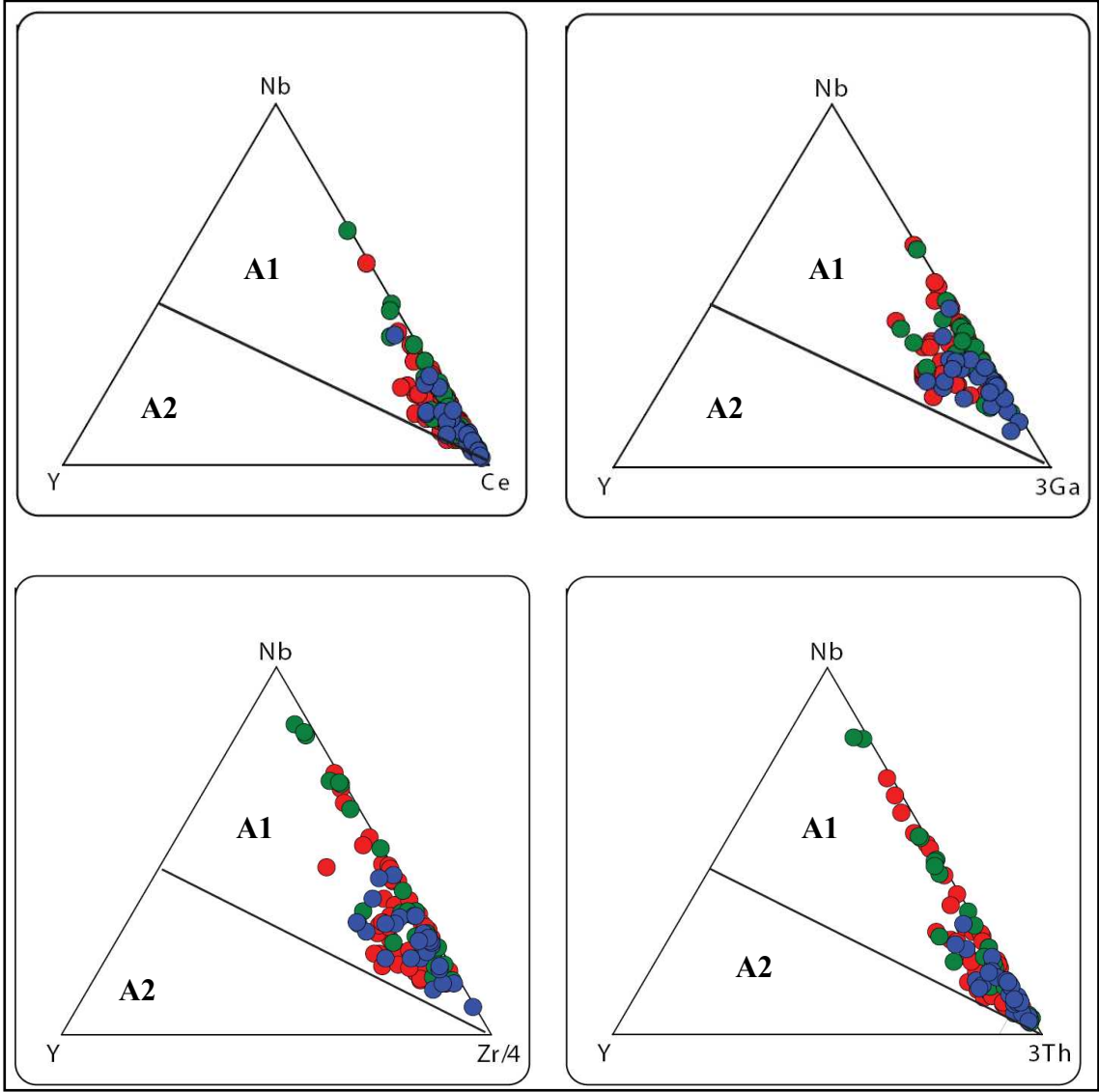


Şekil 8.7 Buzlukdağı Siyenitoidine ait örneklerin Nb-SiO<sub>2</sub> diyagramında (Pearce vd. 1984) dağılımı



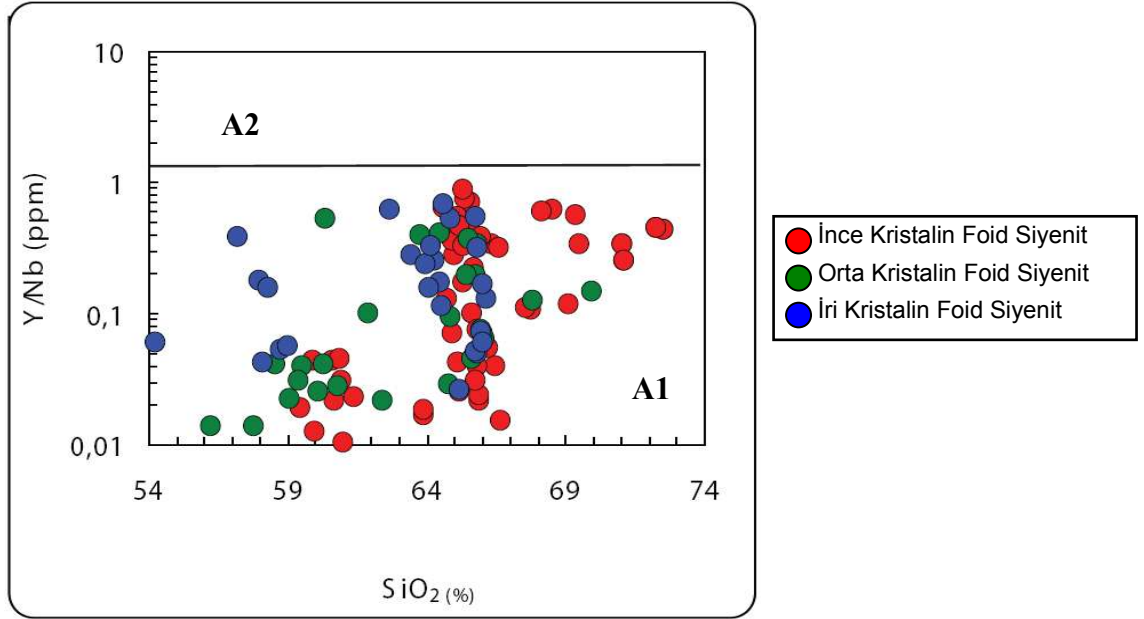
Şekil 8.8 Hf-Rb/10-Ta\*3 ve Hf-Rb/30-Ta\*3 Sınıflama Diyagramları (Harris vd. 1986)

Eby'nin 1992 yılında A-tipi granitoidlerin tektonik oluşum ortamlarını yorumlamak amacıyla yapmış olduğu Nb-Y-Ce, Nb-Y-3Ga, Nb-Y-Zr/4 ve Nb-Y-3Th iz element üçgen diyagramlarında çoğunlukla A1 alanında yer aldıkları görülmektedir (Şekil 8.9). A1 alanı okyanusal ada bazaltlarından türemiş magmatizmayı A2 alanı ise ada yayı bazaltlarından türeyen magmatizmayı ifade etmektedir.



Şekil 8.9 Nb-Y-Ce, Nb-Y-3Ga, Nb-Y-Zr/4 ve Nb-Y-3Th iz element üçgen diyagramları (Eby 1992)

% SiO<sub>2</sub>'ye karşı Y/Nb iz element değişim diyagramında örneklerin yine A1 alanında yer aldıkları görülmektedir (Şekil 8.10).



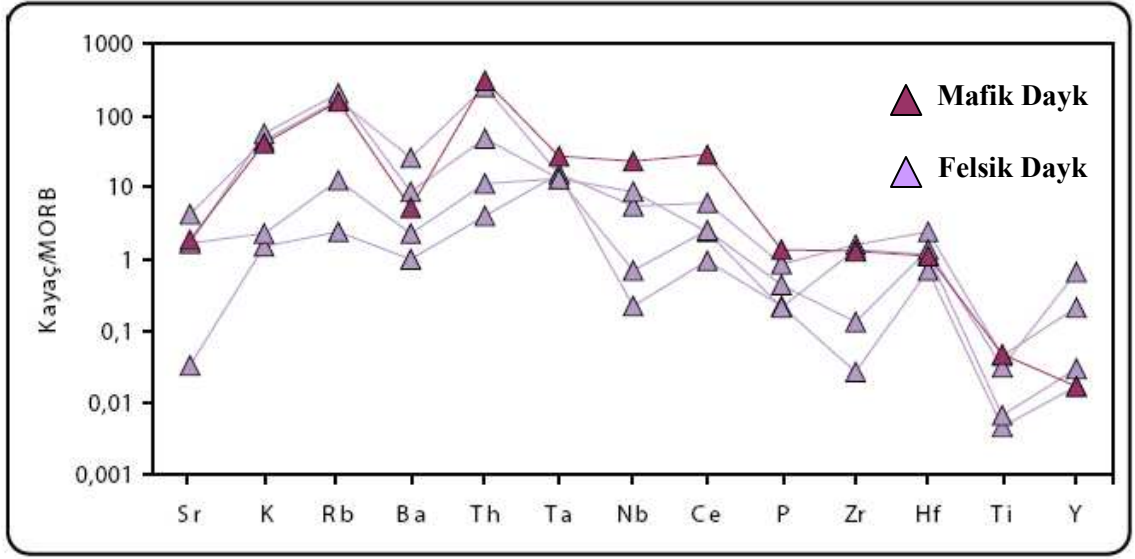
Şekil 8.10 % SiO<sub>2</sub>'ye karşı Y/Nb iz element değişim diyagramı (Eby 1992)

### 8.3 Mafik ve Felsik Daykların Kökeni

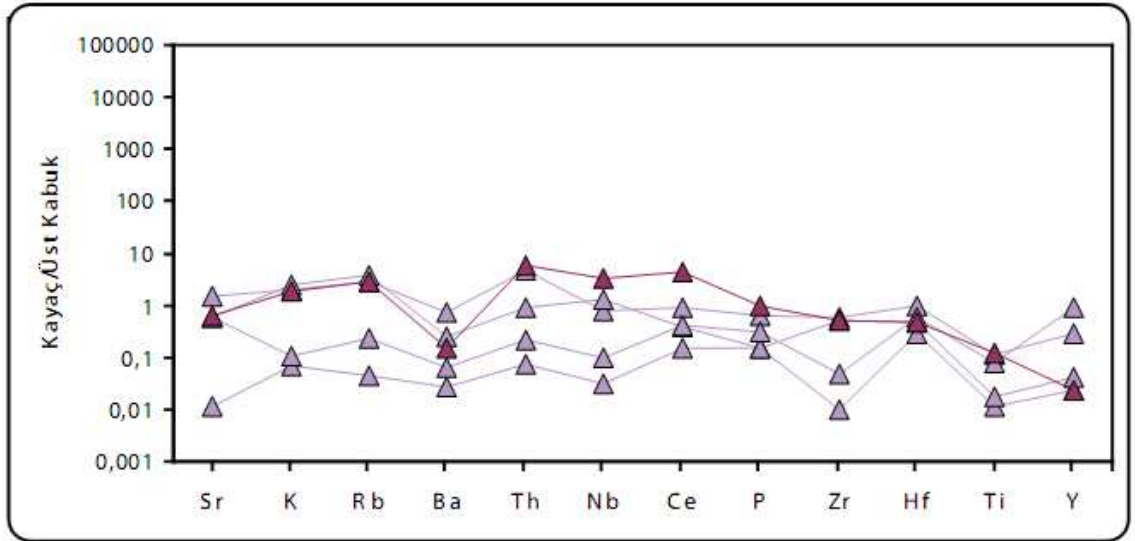
Buzlukdağı Siyenitoyidi'ni kesen mafik ve felsik dayklara ait örneklerin iz element değerlerinin MORB'a (Pearce vd. 1984) göre normalize edilerek hazırlanan spider diyagramında (Şekil 8.11) büyük iyon yarıçaplı litofil elementlerinde (LIL) kısmen bir zenginleşme, kalıcılığı yüksek elementlerde (HFS) ise fakirleşme söz konusudur.

Mafik ve felsik daykların Üst Kabuğa normalize edilmiş (Taylor ve McLennan 1981) iz element içeriklerinin spider diyagramlarındaki dağılımlarından örneklerin üst kabuktan etkilendiği görülmektedir (Şekil 8.12).

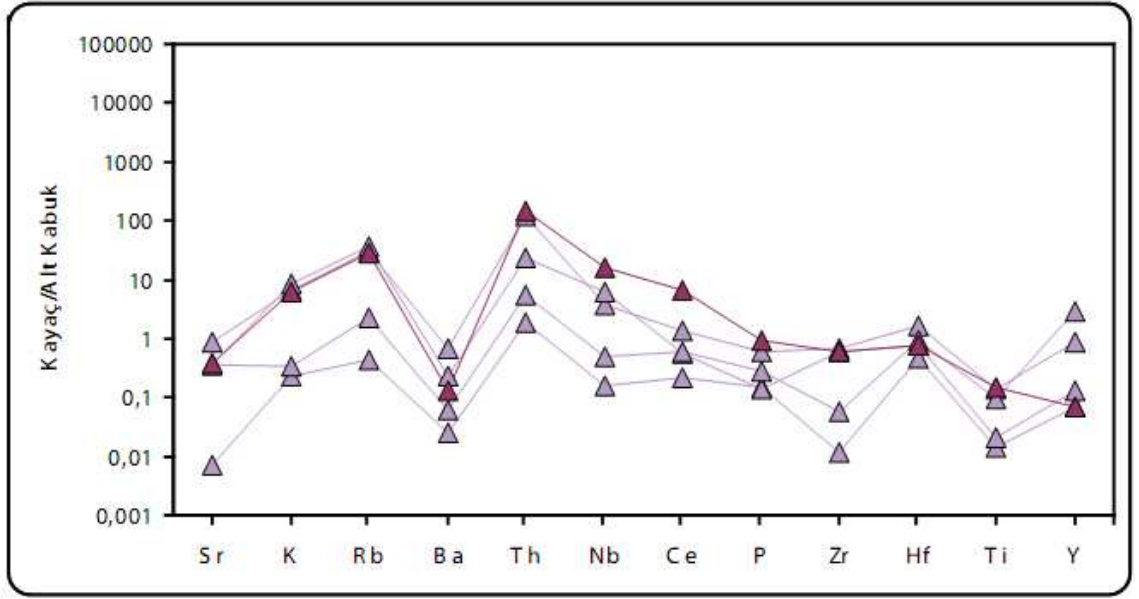
Örneklerin iz element içeriklerinin Alt Kabuğa normalize edilmiş (Weaver ve Tarney 1984) spider diyagramlarında mafik ve felsik dayk örneklerinin alt kabuk etkileşimli oldukları görülmektedir (Şekil 8.13).



Şekil 8.11 Mafik ve felsik daykların MORB'a göre normalize edilen iz element içeriklerinin spider diyagramındaki dağılımları (Pearce vd. 1984)

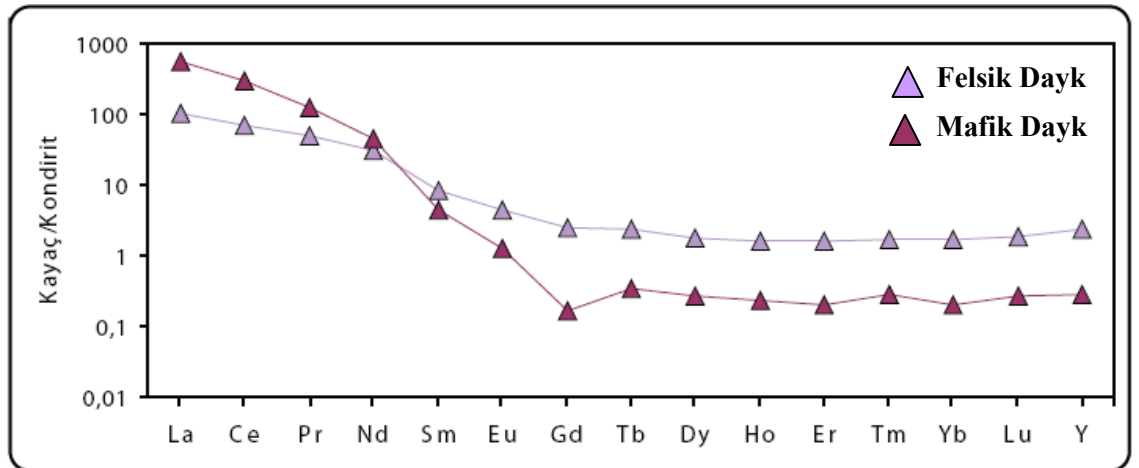


Şekil 8.12 Mafik ve felsik daykların Üst Kabuğa göre normalize edilen iz element içeriklerinin spider diyagramındaki dağılımları (Üst kabuk değerleri: Taylor ve McLennan 1981)



Şekil 8.13 Mafik ve felsik daykların Üst Kabuğa göre normalize edilen iz element içeriklerinin spider diyagramındaki dağılımları (Alt kabuk değerleri: Weaver ve Tarney 1984)

Mafik ve felsik dayklara ait örneklerin nadir toprak element değerlerinin Kondirite (Evensen vd. 1978) göre normalize edilerek hazırlanan spider diyagramında (Sekil 8.14) hafif nadir toprak elementlerinde (LREE) bir zenginleşme gözlenirken ağır nadir toprak elementlerinde (HREE) ise kısmen bir tüketilme söz konusudur.



Şekil 8.14 Mafik ve felsik daykların Kondirit'e göre normalize edilen REE içeriklerinin spider diyagramındaki dağılımları (Kondirit değerleri: Evensen vd. 1978)

## **8.4 Buzlukdağı Siyenitoyidi'ndeki Anklav Türleri ve Kökenleri**

### **8.4.1 Anklav**

Anklav, Fransızca bir kelime olup kapanım anlamına gelmektedir. Didier 1991 yılında yapmış olduğu çalışmasında anklavları ayrıntılı olarak incelemiştir.

Anklav terimi, içerisinde bulunduğu ana kayaç kütesinden farklı özellik taşıyan ve ana kayaç kütesinin homojen görünüm özelliğini bozan kütleler için kullanılmaktadır (Didier ve Barbarin 1991). Yani anklavlar içerisinde bulunduğu ana kayaç kütesinden renk, şekil, büyüklük, doku ve mineralojik bileşimi açısından farklılık sergileyen kütlelerdir. Anklavların boyutları mikroskobik ölçekten birkaç yüz metreye kadar değişebilmektedir. Anklavlar farklı birkaç mineralden oluşabileceği gibi sadece tek mineralden de oluşabilir (Cantagrel vd. 1984).

### **8.4.2 Anklavların çeşitleri**

Anklavlar kökensel olarak genellikle ksenolit, magma segregasyonu, magma karışımı ürünleri ve restitler olmak üzere dört gruba ayrılmaktadır (Cantagrel vd. 1984).

#### **8.4.2.1 Ksenolit**

Magmanın yükselimi veya yerleşimi sırasında komşu kayaçlardan koparıp içine aldığı fakat eritemeyip bünyesinde bulundurduğu yabancı kayaç parçalarıdır. Ksenolitler ana kayaktan daha yaşlıdır ve keskin dokanakla ana kayaktan ayrılmaktadırlar. Boyutları mikro ölçekten birkaç metreye kadar değişmektedir. Ana kayaya göre daha ince taneli ve farklı mineralojik bileşime sahip olan ksenolitler oval yuvarlağımsı veya köşeli şekle sahiptirler (Cantagrel vd. 1984).

Ksenolitlerin köken kayası sedimanter, metamorfik veya magmatik olabilmektedir. Bu anklavlar magma tarafında asimilasyona ve metamorfizmaya uğratılabilirler. Ana kayaç magması ile sıcaklık farkından dolayı rekristalizasyon gelişebilmektedir (Cantagrel vd. 1984).

#### **8.4.2.2 Magma segregasyonu**

Magma segregasyon anklavları magmanın ayrımlaşması sırasında belirli mineral veya minerallerin kümeler halinde kristalleşmeleriyle oluşmaktadırlar. Magma segregasyon, magmanın kristalleşmesi sırasında erken veya geç ürün olarak yer alabilmektedir. Erken kristalleşen magma segregasyonları daha yaygın olup piroksen, amfibol ve biyotit gibi mafik minerallerden oluşmaktadırlar ve bu mineraller aynı zamanda ana kayacında bileşimini oluşturmaktadır. Bu mineraller ana kaya içerisinde yan yana veya üst üste gelecek şekilde kristalleşerek glomeroporfirik dokuyu oluşturmaktadırlar. Ana kayaç mineral boyutları ile genellikle aynı veya daha iridir. Boyutları mikroskobik ölçekten birkaç santimetreye kadar değişebilmektedir (Cantagrel vd. 1984).

#### **8.4.2.3 Magma karışım ürünleri**

Magma karışım ürünleri anklavları “magma mixing/magma mingling” anklavları olarak da bilinmektedir. Magma mixing, iki ayrı magmanın kimyasal olarak karışması ve sonuçta kimyasal olarak homojen bir karışım magmasının oluşması anlamında kullanılırken magma mingling ise iki ayrı magmanın kimyasal karışımından çok mekanik karışımı sonucu heterojen bileşimli bir magmanın oluşması anlamında kullanılmaktadır (Poli ve Tomassini, 1991). Esas Bu anklavlar esasen magma mingling süreci sonucu oluşmaktadır (Cantagrel vd. 1984).

Bu anklavlar ana kayadan daha koyu renklidir ve boyutları 1cm'den kilometrelerce uzunluğa ulaşabilmektedir (Cantagrel vd. 1984).

Magma karışım ürünleri anklavlarının tane boyları kenardan merkeze doğru artmaktadır, dokanaktaki minerallerin tane boyu genellikle 0,2-1,0mm arasında değişirken merkez kısımlarda 2-4,5mm arasındadır (Cantagrel vd. 1984, Eberz ve Nicholls 1990, Castro vd. 1991) Mineral bileşimleri kenar kısımlarda merkeze nazaran daha fazla mafiktir, mafik mineraller daha çok piroksen, amfibol ve biyotitten oluşmaktadır. Benzer şekilde mafik-felsik mineral oranları da kenardan merkeze doğru azalmakta, felsik mineraller daha çok plajiolaz, K-feldispat ve kuvarstan oluşmaktadır (Cantagrel vd. 1984).

#### **8.4.2.4 Restit**

Herhangi bir kayacın kısmi ergimesi sonucu arta kalan kayaç kütlelerinin oluşturdukları anklav türüdür. Restitler genellikle ana kayaca ve diğer tüm anklav türlerine göre daha koyu renklidirler. Boyutları birkaç santimetreden metre boyutuna kadar ulaşabilmektedir. Ana kaya ile tedrici dokanak gösterirler. Restitler kısmi ergimeye uğramış kayacın paleosome minerallerini temsil ederken ana kaya ise kısmi ergime sonucu oluşan ürünü oluşturmaktadır. Ana kaya ile restitler arasında açık ve koyu renkli minerallerin oluşturduğu seviyeler birini diğerinden ayırmaktadır. K-feldispat, kuvars ve plajiolaz gibi minerallerden oluşan açık renkli seviyeler migmatitlerin lökosom minerallerini, biyotit, amfibol ve nadiren piroksenden oluşan koyu renkli minerallerin oluşturduğu seviyeler ise migmatitlerin melanosom minerallerini oluşturmaktadır (Cantagrel vd. 1984).

#### **8.4.3 Anklavların önemi**

Granitoidler ve siyenitoidler içerisindeki anklavlar magmanın jenezi, evrimi ve kristalizasyon-diferansiyasyon sırasında geçirdiği evreler hakkında önemli bilgiler sunabilmektedir.

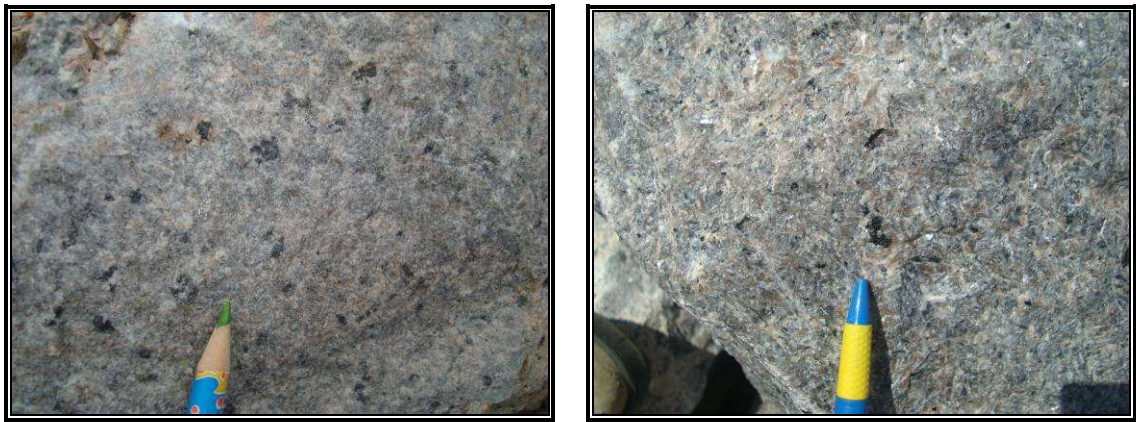
Ksenolitler genel olarak hem magma hem de kesmiş olduğu ana kaya hakkında bilgiler verirler. Magmanın ısısı hakkında bilgi verirler çünkü magma bu kütleleri ergitememiştir

dolayısıyla magmanın sıcaklığı kütleyi eritebilecek kadar yüksek değildir. Aynı zamanda kayanın metamorfizma derecesini işaret edebilir.

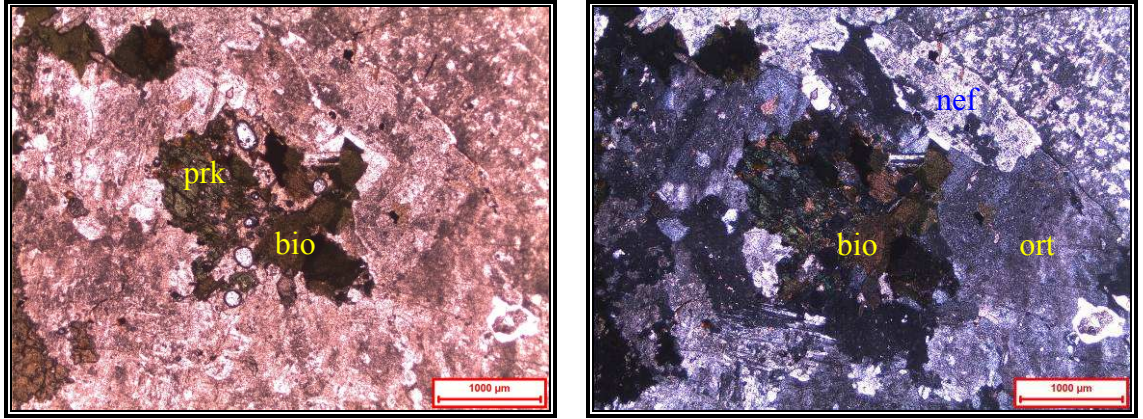
Magma segregasyon ve magma karışım ürünü anklavlar felsik ve mafik magmanın karışımına bağlı granitoid ve siyenitoid kütlelerinin pek çok bölgesinde görülebilmektedir. Bu tür anklavların varlığı farklı köken ve bileşimdeki iki farklı ürünün karışımından doğan tek bir kütleli oluşumunu ifade edebilir. Diğer taraftan bu kütleli üst kabuktan daha mafik (Alt kabuk ve/veya üst manto) bileşimli bir ürünün varlığını da ifade edebilir (Didier ve Barbarin 1991).

Bir kayanın içerisinde restit türü anklavın bulunması magmanın kabuksal olarak kısmi ergime ile oluşan bir üründen oluştuğunu gösterebilir. Bu tür anklavlar bölgenin yüksek basınç ve sıcaklık altında kaldığı ve kısmi ergimeye bağlı bir magmatizmanın varlığını ifade edebilir (Didier ve Barbarin 1991).

Buzlukdağı Siyenitoyidi'nde boyutları 0,5-2cm arasında değişen az oranda Mafik Magmatik Anklavlar (MMA), 100-1000 mikron boyunda olabilen magma segregasyon anklavları ve ksenolit türü anklavlar olmak üzere üç çeşit anklav bulunmaktadır. Magma segregasyon türü anklavlar daha çok amfibol ve piroksen mineral yığılımlarından oluşmaktadır (Şekil 8.15-8.16). Bunlar mikroskop altında ayrılabilir.



Şekil 8.15 Magma segregasyon anklavlarının arazi görüntüleri



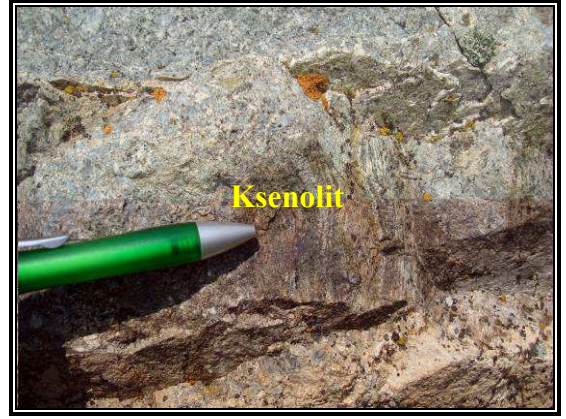
Şekil 8.16 Magma segregasyon anklavlarının fotomikrografları

Magma karışım ürünü anklavları oldukça az oran ve küçük boyutta (0,5-2cm) Buzlukdağı siyenitoyidinin içerisinde yersel olarak yer almaktadır. Bunlar anakaya ile keskin dokanaklı ve daha çok foid diyorit ve foid monzodiyorit bileşimindedirler (Şekil 8.17).



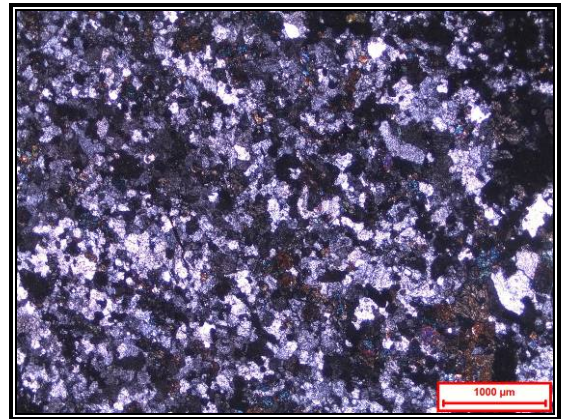
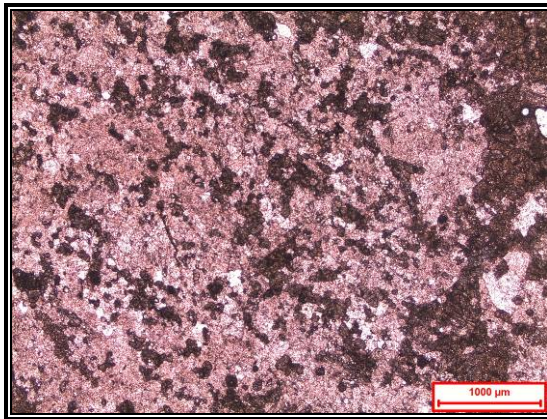
Şekil 8.17 Mafik Magmatik Anklavların arazi görüntüleri

Ksenolit türü anklavlar Buzlukdağı siyenitoyidin daha çok dokanak kayalarının yakınlarında ve ince kristalin doku gösteren kısımlarında yer almaktadır. Bunlar 1cm'den 10cm'ye kadar varan, ana kaya ile keskin dokanak gösteren, genel olarak yönlü belirgin lineasyon doku özellikli metamorfik doku hâkim olan yabancı kaya parçalarından meydana gelmektedir (Şekil 8.18).

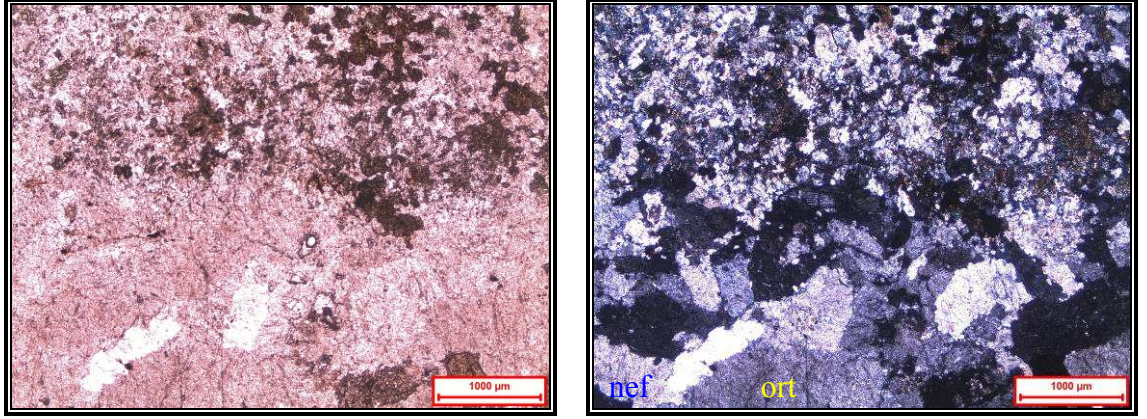


Şekil 8.18 Ksenolit türü anklavların arazi görüntüleri

Ksenolitler mikroskop altında anakaya ile olan dokanak kısımlarında fels dokulu başlıca, epidot, titanit, hematit ve kuvars minerallerinden oluşmaktadır. Ksenolitlerin merkezlerine doğru kuvars, piroksen, amfibol, plajiyoklaz, titanit ve epidot mineral bileşimine nematoblastik ve granoblastik doku şeklinde geçiş yapmaktadır. Ksenolitler; gerek dokusal ve gerekse mineralojik bileşim açısından anakayadan oldukça farklı özellik sergilemektedir (Şekil 8.19-8.20)



Şekil 8.19 Ksenolit türü anklavların fotomikrografları



Şekil 8.20 Ksenolit ana kaya dokanağının fotomikrografları

## 9. SONUÇLAR

Buzlukdağı Siyenitoyidi genel olarak foid içeren ve tane boyutu açısından ince, orta ve iri taneli olmak üzere üç ana gruba ayrılabilir. İri kristalen, orta kristalen ve ince kristalen foid siyenitler sırasıyla pembemsi, pembemsi gri ve gri renktedirler.

Buzlukdağı foid siyeniti petrografik olarak benzer mineralojik bileşime sahip ancak farklı mineral oranlarında farklı renklerde kaya gruplarına ayrılmaktadır. Bunlar mikroskop altında dokusal ve mineralojik özelliklerine göre sekiz alt gruba ayrılmıştır. Çoğunlukla nefelin, ortoklaz, oligoklaz, piroksen, biyotit, amfibol ile az oranda granat, kankrinit, sfen ve opak minerallerden meydana gelmektedir.

Buzlukdağı Siyenitoyidi farklı boyut ve şekillerde magma mixing-mingling, magma segregasyonu ve ksenolit türü koyu renkli anklavlar içermektedir. Magma mixing mingling anklavlar magmatik kaya dokulu, mafik minerallerce zengin ve anakayadan keskin dokanakla ayrılmaktadır. Magma segregasyon anklavları daha çok amfibol ve piroksen mineral yığışımından oluşan anakayanın mafik mineralleri ile benzer özellik sergilemektedir. Ksenolitik anklavlar metamorfik kaya dokulu, kenarlarda daha çok fels ve merkezlere doğru nematoblastik ve granoblastik doku özeliği sergilemektedirler.

Felsik, mafik dayklar ve fluorit içeren hidrotermal damarlar neredeyse çalışma alanındaki tüm alt grupları kesmektedir. Fluorit içeren damarlar fazla oranda iri kuvars içermekte ve foid siyenitleri belirli fay ve kırık hatları boyunca kesmektedir.

Kayaların jeokimyasal analiz sonuçları; Buzlukdağı intrüzif kayaların silikaca doymun olmayan alkaleen magmadan türediklerini göstermektedir. Al doymunluk derecelerine göre; çoğunlukla peralkalen kayalar alanına düşmektedir.

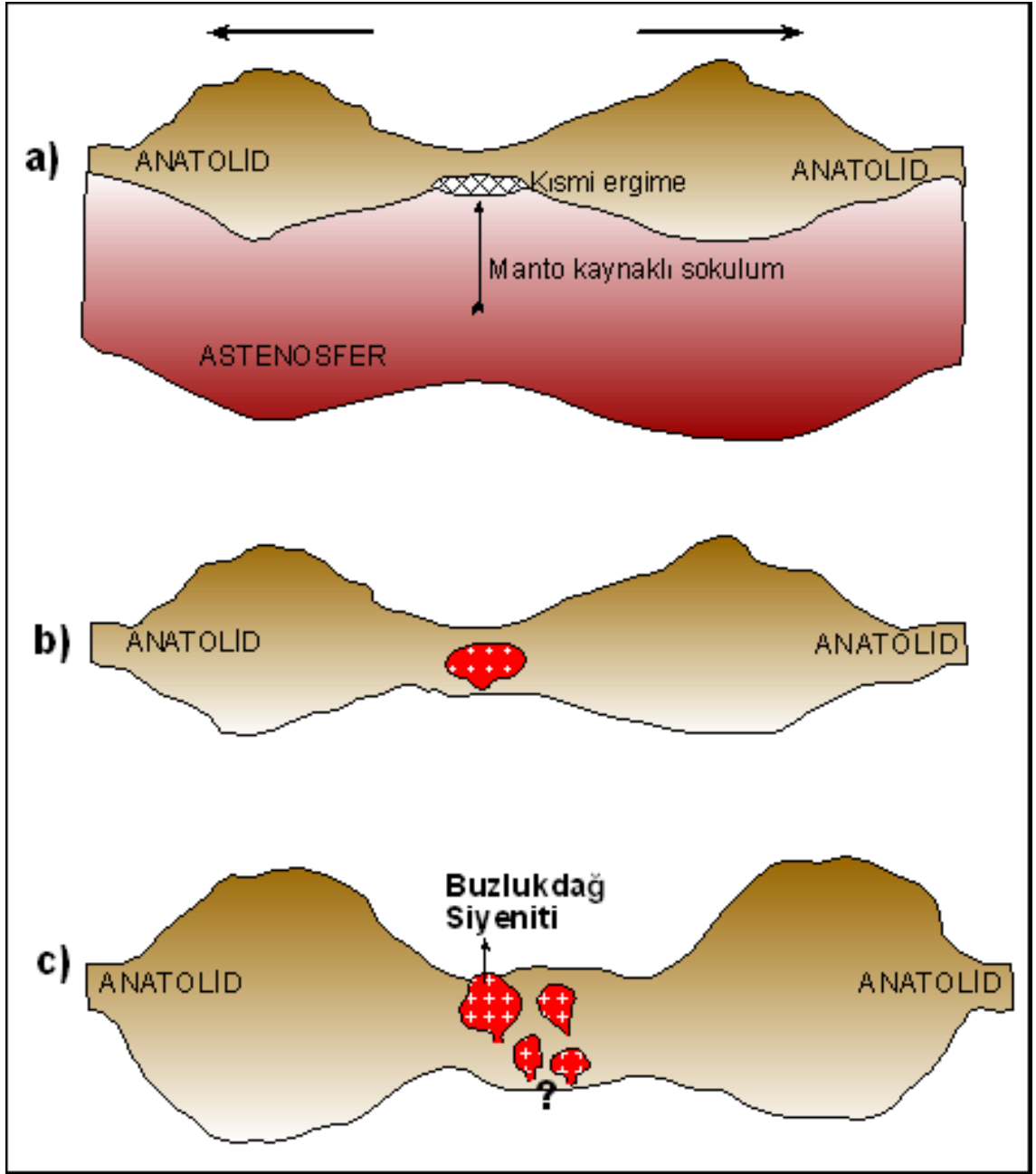
Tektonik sınıflama diyagramlarına göre levha içi granit kökenli magmatizmadan türemiştir.

Spider diyagramlarındaki iz elementlerin MORB'a göre normalize edilmiş elementel modelleri LILE ve HFSE zenginleşmesiyle ilgili olarak alkali kökenli, kabuk etkileşimli ve manto kaynaklı olabileceğini göstermektedir.

Nadir toprak elementlerinin kondirite normalize edilmiş diyagramlarında hafif nadir toprak elementleri ağır nadir toprak elementlerine göre zenginleşme göstermektedir.

Jeoloji, petrografi ve jeokimyasal veriler ışığında Buzlukdağı Siyenitoyidleri'nin gelişimi aşağıdaki şekilde açıklanabilir:

- a) Geç Senozoyik dönemde gerilmeye bağlı olarak Anadolu levhasının incelmesi ve litosferde gelişen kısmi ergimelerin alt kabuğu etkilemesi
- b) Derinlerde oluşan ergimiş magma ürünlerinin yukarı doğru yükselerek alt kabukta ergimiş ürünlerden etkilenerek magma odacığının oluşması
- c) Daha çok gerilme hareketine ve bölgedeki kabuksal incelmeye bağlı olarak üst manto çıkışlı ürünler alt kabuk ile etkileştikten sonra silikaca fakir ve daha çok foid içerikli kristalizasyon ve diferansiasyona bağlı olarak farklı kaya gruplarının oluşumuna neden olmuştur (Şekil 9.1).



Şekil 9.1 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin şematik oluşumu

## KAYNAKLAR

- Akçe, M.A. ve Kadioğlu, Y.K. 2009. Yozgat İnrüzif Kompleksindeki Granatların Raman Konfokal Spektroskopik Karakteristikleri. 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, s. 614-615, 13-17 Nisan 2009, Ankara.
- Akıman, O., Erler, A., Göncüoğlu, M. C., Güleç, N., Güven, A., Türeli, T. K., ve Kadioğlu, Y. K. 1993. Geochemical Characteristics Of Granitoids along the Western Margin Of The Central Anatolian Crystalline Complex and Their Tectonic İmplications. *Geol.J.*,28,371-382.
- Alparslan, M., Guezou, J.K., Bonhomme, M. ve Boztuğ, D., 1996. Yıldızeli Metasedimanter Grubu İçindeki Fındıcak Metamorfiti'nin Metamorfizması ve Yaşı. *T.J.K.B.*, 19, No.1, S., 19-29.
- Arni, P. 1938. Kırşehir-Keskin ve Yerköy zelzelesi hakkında. M.T.A. Enstitüsü Yayınları. Seri B, no. 1, Ankara.
- Aydın N.S., Göncüoğlu, M.C. and Erler, A. 1998. Latest Cretaceous Magmatism in the Central Anatolian Crystalline Complex: Review of Field, Petrographic and Geochemical Features, *Tr. J. Earth Sciences*, 7, 259-268.
- Aydın N.S. and Önen, A.P. 1999. Field, Petrographic and Geochemical Features of the Baranadağ Quartz Monzonite of the Central Anatolian Granitoids, Turkey. *Turkish J. Earth Sci.*, 8; 113-124.
- Bao, X. and Xiaochun, G. 1996. The Minerageny of Two Groups of Zircons from Plagioclase Amphibolite of Mayuan Group in Northern Fujian, *Acta Petrologica et Mineralgica*, 15 (1), 73-79.
- Barun, K., Sachan, M. and Sachan, H.K. 2001. Discovery of coesite from Indian Himalaya: A record of ultra-high pressure metamorphism in Indian Continental Crust, *Current Science*, Vol. 81, No. 10, 1358-1360.
- Bayhan, H. 1986. İç Anadolu Granitoyid Kuşağındaki Çelebi Sokulumunun jeokimyası ve kökensele yorumu. *Jeoloji Mühendisliği*, s. 29; 27-36
- Bayhan, H. 1987. Cefalık ve Baranadağ plütönlüğünün (Kaman) petrografik ve kimyasal-mineralojik özellikleri. *Jeoloji Mühendisliği*, s. 30-3; 11-16.
- Bayhan, H. 1988. Bayındır, Akpınar (Kaman) yöresindeki alkali kayaların jeokimyası ve kökensele yorumu. *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 31; 59-70.
- Bayhan, H. 1989. Keskin sokulumunun (Ankara) petrografik ve kimyasal-mineralojik özellikleri. *Yerbilimleri*, 15; 29-30.
- Bendel, V. and Schmidt, B.C. 2008. Raman spectroscopic characterisation of disordered alkali feldspars along the join  $KAlSi_3O_8$ - $NaAlSi_3O_8$ : application to natural sanidine and anorthoclase, *Eur. J. Mineral*, 1055-1065.
- Bersani, D., Andò, S., Vignola, P., Moltifiori, G., Marino, I-G., Lottici, P.P. and Diella, V. 2009. Micro-Raman spectroscopy as a routine tool for garnet analysis. *Spectrochimica Acta Part A* 73, 484-491.
- Boztuğ, D., Yılmaz, S. ve Kesgin, Y. 1993. İç-Doğu Anadolu alkalın provensindeki Köseadağ plütönu (Suşehri- KD Sivas) doğu kesiminin petrografisi, petrokimyası ve petrojenezi, 46. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 87.
- Boztuğ, D., Yılmaz, S. ve Kesgin, Y. 1994. İç-Doğu Anadolu alkalın provensindeki Köseadağ plütönu (Suşehri- KD Sivas) doğu kesiminin petrografisi, petrokimyası ve petrojenezi, *Türkiye Jeoloji bülteni*, C.37, Sayı. 2, 1-14.

- Boztuğ, D., Debon, F., İnan, S., Tutkun, S. Z., Avcı N. and Kesgin, Ö. 1997. Comparative Geochemistry of Four Plütöns From The Cretaceous-Paleogene Central Eastern Anatolian Alkaline Province (Divriği Region, Sivas, Turkey), Tr. J. of Earth Sciences 6, 95-115.
- Boztuğ, D. 1998, Orta Anadolu'da metamorfizma-magmatizma sinkronizasyonu ve S-I-A tipi magmatik kayaç birliklerinin jeodinamik önemi, 51. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, 31-33.
- Boztuğ, D. 1998. Post-Collisional Central Anatolian Alkaline Plutonism, Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences, 7; 145-165.
- Boztuğ, D., Tatar, S., Otlü, N., Yılmaz, S., Kayakıran, S., Yücel, E. ve Serdar, A.M. 1998. Orta Anadolu çarpışma plütönizmasının oluşumunda eş yaşlı mafik ve felsik magmaların çeşitli etkileşim tipleri, 51. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, 29-31.
- Boztuğ, D., Tatar, S., Otlü, N. ve Yılmaz, S. 1998. Orta Anadolu çarpışma sonrası plütönizmasında kalkalkali ve alkali monzonitik birlikler, 51. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, 37-39.
- Boztuğ, D., Özer, T. ve Otlü, N. 1998. Orta Anadolu Çarpışma İnrüzifleri, Ofiyolit-Granitoyid İlişkisiyle Gelişen Demir Yatakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 19-42.
- Boztuğ, D., 2000, S-I-A-type intrusive associations: geodynamic significance of synchronism between metamorphism and magmatism in central Anatolia, Turkey, Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area. Geological Society of London, Special Publications, 173, 441-458.
- Boztuğ, D. and Arehart, G.B. 2007. Oxygen and sulfur isotope geochemistry revealing a significant crustal signature in the genesis of the post-collisional granitoids in central Anatolia, Turkey, Journal of Asian Earth Sciences, 30, 403-416.
- Boztuğ, D., Tichomirowa, M. and Bombach, K. 2007.  $^{207}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}$  single-zircon evaporation ages of some granitoid rocks reveal continent-oceanic island arc collision during the Cretaceous godynamic evolution of the central Anatolian crust, Turkey, Journal of Asian Earth Sciences, 31, 71-86.
- Boztuğ, D. and Harlavan, Y. 2008. K-Ar ages of granitoids unravel the stages of Neo-Tethyan convergence in the eastern Pontides and Central Anatolia, Turkey, Int. J. Earth Sci., 97, 585-599.
- Boztuğ, D., Jonckheere, R.C., Heizler, M., Ratschbacher, L., Harlavan, Y. and Tichomirova, M. 2009. Timing of post-obduction granitoids from intrusion through cooling to exhumation in central Anatolia, Turkey, Tectonophysics 473, 223-233.
- Boztuğ, D., Güney, Ö., Heizer, M., Jonckheere, R.C., Tichomirowa, M. and Otlü, N. 2009.  $^{207}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}$ ,  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  and Fission-Track Geothermochronology Quantifying cooling and Exhumation History of the Kaman-Kırşehir Region Intrusions, Central Anatolia, Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, Vol. 18, 85-108.
- Cantagrel, J.M., Didier, J. and Gourgau, A. 1984. Magma mixing: origin of the intermediate rocks and 'enclave' from volkanism to plutonism. Physics of the Earth and Planetary Interiors, V. 35, 63-76.
- Castro, A., Moreno-Ventas, I. and De La Rosa, I.D.J.D. 1991. Multistage crystallization of tonalitic enclaves in granitoid rocks (hercynian belt, Spain): implication for magma mixing. Geologische Rundschau, V. 80/1, 109-120.

- Cox, K. G., Bell, J. D. and Pankhurst, R. J. 1979. The interpretation of Igneous Rock. George Allen and Unwin, London.
- Çetin, N.İ. ve Kadioğlu, Y.K. 2007. Mursal (Sivas-Divriği) Siyenitoidi'nin Konfokal Raman Spektrometresinde İncelenmesi. 60. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, s. 194-195, 16-22 Nisan 2007, Ankara.
- Das, M. and Acharya, S. 1996. Petrochemical nature of Baradangua alkaline igneous complex, Orissa, India, Journal of Southeast Asian Earth Sciences, Vol. 14, Nos 3/4, pp. 293-297.
- Didier, J. and Barbarin, B. 1991. The different types of enclaves-nomenclature, Didier, J. ve Barbarin, B.'den, Enclaves and Granite Petrology. Elsevier, Amsterdam, 19-32.
- Didier, J. 1991. Enclaves and Granite Petrology Coll. Developments in Petrology. Elsevier, Amsterdam, 624p.
- Ebertz, W.G. and Nicholls, A.I. 1990. Chemical modification of enclave magma by post-emplacement crystal fractionation, diffusion and metasomatism. Contribution to Mineralogy and Petrology, V. 104, 47-55.
- Eby, G. N. 1992. Chemical subdivision of the A-type granitoids; petrogenetic and tectonic implications. Geology 20, 641-644.
- Erlor, A. ve Bayhan, H. 1995. Orta Anadolu Granitoidlerinin genel değerlendirilmesi ve sorunları. Yerbilimleri, 17; 49-67.
- Erlor, A., Akıman, O., Unan, C., Dalkılıç, B., Geven, A. ve Önen, P. 1991. Kaman (Kırşehir) ve Yozgat yörelerinde Kırşehir Masifi magmatik kayalarının petrolojisi ve jeokimyası. Doğa-Tr J. Of Engineering and Environmental sciences. 15; s. 76-100.
- Evensen, N. M., Hamilton, P. J. and O'niions, R. K. 1978. Rare Earth Abundances in Chondritic Meteorites. Geochim. Cosmochim. Acta, 42, 1199-1212.
- Ferraro, J.R., Nakamoto, K. and Brown, C.W. 2003. Introductory Raman Spectroscopy, Elsevier Science, Second Edition, 1-2.
- Freeman, J.J., Wang, A., Kuebler, K.E., Jolliff, B.L. and Haksin, L.A. 2008. Characterization of Natural Feldspars by Raman Spectroscopy for Future Planetary Exploration, The Canadian Mineralogist, Vol. 46, 1795-1818.
- Frognor, P., Broman, C. and Lindblom, S. 1998. Weathering detected by Raman spectroscopy using Al-ordering in albite, Chemical Geology 151, 161-168.
- Frost, B. R., Barnes, C. G., Collins, W. J., Arculus, R. J., Ellis, D. J. and Frost, C. D. 2001. A geochemical classification for granitic rocks. Journal of Petrology 42, 2033-2048.
- Geven, A. 1995. Cefalıkdağ Granitoidinin Petrografi ve Jeokimyası (Orta Anadolu Kristalen Kütlesi Batısı). Yerbilimleri. 17. 1-16.
- Göncüoğlu, M. C. 1977. Geologie Des Westlichen Massivs: Bonn Üniv., Ph. D. Thesis, 181s. Ankara (Yayınlanmamış).
- Göncüoğlu, M. C. 1981. Niğde Masifinde Viridin Gnaysın Kökeni, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, C. 24, 45-51.
- Göncüoğlu, M. C. 1982. Niğde Masifi Paragnayslarında zirkon U-Pb Yaşları, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, C. 25, 61-66.
- Göncüoğlu, M. C., Toprak, V., Kuşcu, İ., Erlor, A. ve Olgun, E. 1991. Orta Anadolu Masifinin Batı Bölümünün Jeolojisi, Bölüm 1-Güney Kesim: Tpaor Rapor No. 2909, 140 s., yayınlanmamış.

- Göncüoğlu, M. C., Toprak, V., Kuşçu, İ., Erler, A., Olgun, E., ve Rojay, B. 1992. Orta Anadolu Masifinin Batı Bölümünün Jeolojisi, Bölüm 2: Orta Kesim, T.P.A.O. Rap.No:3155,76s.
- Göncüoğlu, M.C. ve Türel, T.K. 1993. Orta Anadolu Ofiyoliti plajiyogranitlerinin petrolojisi ve jeodinamik yorumu (Aksaray-Türkiye). Doğa Türk Yerbilimleri Derg., 2; 195-203.
- Göncüoğlu, M. C., Erler, A., Toprak, V., Olgun, E., Yalınız, K., Kuşçu, İ., Köksal, S. ve Dirik, K. 1993. Orta Anadolu Masifi'nin Orta Bölümü'nün Jeolojisi, Bölüm 3: Orta Kızılırmak Tersiyer Baseni'nin Jeolojik Evrimi, T.P.A.O. Rap. No. 3313, 104 s.
- Görür, N. 1981. Tuzgölü-Haymana havzasının stratigrafik analizi. Türkiye Jeol. Kur. İç Anadolu'nun Jeolojisi simpozyumu, Ankara, 60-69.
- Görür, N., Oktay, F.Y., Seymen, İ. and Şengör, A.M.C. 1984. Paleotectonic evolution of Tuzgölü basin complex, Central Turkey. In: The geological evolution of the Eastern Mediterranean, J.E. Dixon and A.H.F. Robertson (Eds), Special Publication of the Geological Society, No. 17; p. 81-96.
- Güleç, N. ve Kadioğlu, Y.K. 1991. Ağaçören (Aksaray) Magmatik Kayaçlarının Jeokimyası ve Kökenleri Hakkında Tartışma, Suat Erk Jeoloji Sempozyumu, 94-95.
- Güleç, N. 1994. Rb-Sr isotope data from the Ağaçören granitoid (East of Tuz Gölü): geochronological and genetical implications. Turkish J. Earth Sci., 3; 39-43.
- Güleç, N. ve Kadioğlu, Y.K. 1998. Relative involvement of mantle and crustal components in the Ağaçören granitoid (central Anatolia - Turkey): estimates from trace element and Sr-isotope data. Chemie der Erde, 58; 23-37.
- Güllü, B. ve Kadioğlu, Y.K. 2009. Orta Anadolu'daki Farklı Turmalinlerin Konfokal Raman Spektrometrisi ile Tanımlanması. 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, s. 630-631, 13-17 Nisan 2009, Ankara.
- Harker, A. 1939. Metamorphism, A Study of the Transformation of Rock Masses, Methuen, London, 362s.
- Harris, N. B. W., Pearce, J.A. and Tindle, A. G. 1986. Geochemical Characteristics of Collision-zone Magmatism. In Coward, M.P. ve Ries, A.C., (eds), Collision Tectonics, Geological Soc. Of London Spec. Publ. No. 19, 67-68.
- Huang, E., Chen, C.H., Huang, T., Lin, E.H. and Xu, Ji-An 2000. Raman spectroscopic characteristics of Mg-fe-Ca pyroxenes, American Mineralogists, Volume 85, pages 473-479.
- Irvine, T. N. and Baragar, W. R. A. 1971. A Guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks: Canadian J. Earth Sci., v. 8, s. 523-548.
- Işık, F. 1999. Ekekeyeniköy-Mamsun (Aksaray), Yeşilhisar (Kayseri) Arasının Jeolojisi ve Gabroyik ve Granitoidik Kayaçların Petrografik-Mineralojik ve Jeokimyasal İncelemesi; S.Ü. Doktora Tezi (Yayınlanmamış)
- İlbeyli, N., Pearce, J.A., Thirlwall, M.F. and Mitchell, J.G. 2004. Petrogenesis of collision-related plutonics in Central Anatolia, Turkey, Lithos, 72, 163-182.
- İlbeyli, N. 2005. Mineralogical-geochemical constraints on intrusives in central Anatolia, Turkey: tectono-magmatic evolution and characteristics of mantle source, Geol. Mag., 142, 187-207.

- İlbeyli, N. and Kibici, Y. 2009. Collision-related granite magma genesis, potential sources and tectono-magmatic evolution: comparison between central, northwestern and western Anatolia, Turkey, *International Geology Review*, Vol. 51, No. 3, 252-278.
- İlbeyli, N., Pearce, J.A., Meighan, I.G. and Fallick, A. 2009. Contemporaneous Late Cretaceous Calc-Alkaline and Alkaline Magmatism in Central Anatolia, Turkey: Oxygen Isotope Constraints on Petrogenesis, *Turkish Journal of Earth Sciences*, Vol. 18, 529-547.
- Ketin, İ. 1966. Anadolu'nun Tektonik Birlikleri, *MTA Bülteni*, 66, 20-34
- Kadioğlu, Y. K., ve Güleç, N. 1993. Granitoidler İçinde Anklavların Kökeni ve Türkiye'den Örnekler, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, Cilt 8, 113-118s.
- Kadioğlu, Y.K. and Güleç, N. 1997. Mafic Microgranular Enclaves and Interaction Between Felsic and Mafic Magmas in the Ağaçören Intrusive Suite: Evidence from Petrographic Features and Mineral Chemistry, *International Geology Review*, Vol. 38, p. 854-867.
- Kadioğlu, Y.K. ve Güleç, N. 1997. Mineral kimyası ve Petrografik Özelliklerinden Yararlanarak Granitoidlerdeki Anklav ve Gabroların İlişkilerinin Belirlenmesi: Ağaçören (Aksaray), S.Ü. Jeoloji Müh. Bölümü 20. Yıl Semp.,95.
- Kadioğlu, Y.K. ve Güleç, N. 1997. Ağaçören İntüzif Takımının Petrolojisi (Aksaray) Çukurova Üniversitesinde Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20. Yılı Sempozyumu, 35.
- Kadioğlu, Y.K. ve Özsan, A. 1997. Sulakyurt granitoidindeki ofitik olmayan gabroların konumunun sondajlarla belirlenmesi, 50. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, 14.
- Kadioğlu, Y.K. ve Özsan, A. 1998. Sulakyurt granitoidindeki gabroların derin yapısının sondajlarla belirlenmesi. *Türkiye Jeol. Bült.*, cilt 41, No. 2; 177-185.
- Kadioğlu, Y.K., Ateş, A. and Güleç, N. 1998. Structural interpretation of gabbroic rocks in Ağaçören Granitoid, Central Turkey: Field observations and aeromagnetic data. *Geol. Mag.* 135 (2); 245-254.
- Kadioğlu, Y.K. and Güleç, N. 1999. Types and genesis of the enclaves in central Anatolian granitoids. *Geological Journal. Geol. J.* 34; 243-256. Ankara.
- Kadioğlu, Y.K. 2001. Yozgat-Kırşehir-Kırıkkale çevresinin jeoloji ve kırıklarının genel özellikleri, *Yukarı Orta Anadolu Jeofizik Toplantısı, Yozgat*, 89-103.
- Kadioğlu, Y.K. and Güleç, N. 2001 a. Gabbro types in the Central Anatolian Crystalline Complex: field aspects, petrographic features and geochemistry. Fourth International Turkish Geology Symposium (ITGS IV). 24-28 September 2001, Çukurova University. Adana, Turkey. (Abstracts), 206.
- Kadioğlu, Y.K. and Güleç, N. 2001 b. Nature and distribution of felsic plutons in Central Anatolian Crystalline Complex: time-space relations. Fourth International Turkish Geology Symposium (ITGS IV). 24-28 September 2001, Çukurova University. Adana, Turkey. (Abstracts), 202.
- Kadioğlu, Y.K., Dilek, Y., Güleç, N. and Foland, K.A. 2002. Structure, petrology and geochronology of the Ağaçören Intrusive Suite and its tectonic implications for the geodynamic evolution of Central Anatolia, *International Symposium of the Faculty of Mines (İTÜ) on Earth Sciences and Engineering*. 16-18 May 2002, İstanbul, Turkey. (Abstracts), 115.

- Kadıoğlu, Y.K., Dilek, Y., Güleç, N. and Foland, K.A. 2003. Tectonomagmatic Evolution of Bimodal Plutons in the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey, *The Journal of Geology*, V. 111, p. 671-690.
- Kadıoğlu, Y.K., Dilek, Y. and Foland, K.A. 2006. Slab break-off and syncollisional origin of the Late Cretaceous magmatism in the Central Anatolian crystalline kompleks, Geological Society of America, special paper 409, 381-415.
- Kadıoğlu, Y.K. 2007. Evolution of Adakite and Alkaline Felsic Intrusive of the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey, *GRMENA*, 695-702.
- Kara, H. 1991. MTA Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi Kırşehir g-18 Paftası, Jeoloji Etütleri Dairesi tarafından yayınlanmıştır, No:37, 1-12.
- Karabulut, Ü. 2008. Orta Anadolu Florit Provensi (OAFP) Florit Yataklarının Sınıflandırılması ve Cevherleşme Potansiyeli, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 59 sayfa.
- Koç Ş. ve Özmen Ö. 2000. Bayındır İshacalı, Yenişar ve Alishar (Kaman-Kırşehir) Fluoritlerinin sıvı kapanım incelemeleri. *Gazi Ün.F.B.E.*, 13,2,501-508.
- Koç Ş. and Reçber A. 2001. Fluid Inclusion studies and Geochemistry of Rare Earth Elements of Hydrothermal Fluorites from Pohrenk, Kırşehir, Central Turkey, *ACTA Geol.Si.* 75,1, 59-66.
- Kolesov, B.A. and Geiger, C.A. 1997. Raman scattering in silicate garnets: an investigation of their resonance intensities. *Journal of Raman Spectroscopy*, 28, 659-662.
- Kolesov, B.A. and Geiger, C.A. 1998. Raman spectra of silicate garnets. *Physics and Chemistry of Minerals*, 25(2), 142-151.
- Köksal, S. and Göncüoğlu, M.C., 1997. Geology of İdişdağı-Avanos Area (Nevşehir-Central Anatolia), *Mineral Res. Expl. Bull.*, 119, 41-58.
- Köksal, S, Göncüoğlu, M.C. and Floyd, P.A. 2001. Extrusive Members of Postcollisional A-Type Magmatism in Central Anatolia: Karahıdır Volkanics, İdişdağı-Avanos Area, Turkey, *International Geology Review*, Vol. 43, 683-691.
- Köksal, S., Romer, R.L., Göncüoğlu, M.C., Köksal and F.T. 2004. Timing of post-collisional H-type to A-type granitic magmatism: U-Th titanite ages from the Alpine central Anatolian granitoids (Turkey), *Int. J. Earth Sci.* 93, 974-989.
- Köksal, S. and Göncüoğlu, M.C. 2008. Sr and Nd Isotopic Characteristics of Some S-I and A-type Granitoids from Central Anatolia, *Turkish Journal of Earth Sciences*, Vol. 17, 111-127.
- Köksal, S., Göncüoğlu, M.C., Köksal, F.T., Möller, A. and Kemnitz, H. 2008. Zircon typologies and internal structures as petrogenetic indicators in contrasting granitoid types from central Anatolia, Turkey, *Mineral and Petrology* 93, 185-211.
- Lameyre, J. and Bowden, P. 1982. Plutonic rock type series: discrimination of various granitoids series and related rocks. *J.Volcanol. Geotherm. Res.*, 14: 169-186.
- Loh, E. 1973. Optical vibrations in sheet silicates, *J. Phys. C: Solid State Phys.*, Vol. 6, 1091-1104.
- Maniar, P. D. and Piccoli, P.M. 1989. Tectonic Discrimination of Granitoids, *Geo. Soc. American. Bul.*, 101, 635-643s.
- McKeown, D.A, Michael, I.B. and Edgar S.E. 2000. Raman spectra and vibrational analysis of the trioctahedral mica phlogopite, *American Mineralogists*, Volume 84, pages 970-976.

- McMillan, P.F. 1989. Raman Spectroscopy in Mineralogy and Geochemistry, *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.*, 17, 255-283.
- Mingsheng, P., Mao, H.K., Dien, L. and Chao, E.C.T. 1994. Raman spectroscopy of garnet-group minerals. *Chinese Journal of Geochemistry*, 13(2), 176-183.
- Otlu, N. and Boztuğ, D. 1998. The Coexistence of the Silica Oversaturated (Alkos) and Undersaturated Alkaline (Alkus) Rocks in The Kortundağ and Baranadağ Plutons from the Central Anatolian Alkaline Plutonism, E Kaman/Nw Kırşehir, Turkey. *Tr. J. Earth Sciences*, 7, 3, 241-258s.
- Okay, A. I. and Tüysüz, O. 1999. Tethyan Sutures of northern Turkey. In *The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen* (eds B.Durand, L. Jolivet, F.Hovarth and M. Séranne), Geological Society of London, Special Publication no.156, pp. 475-515.
- Özmen, Ö. ve Koç, Ş. 2006. Farklı Renkteki Fluoritlerin Nadit Toprak elementleri (NTE) Konsantrasyonu Kaman, Kırşehir, Türkiye, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 21, No 2, 229-237.
- Pearce, J.A. 1983. Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins. In: C.J. Hawkesworth, and M.J. Norry (eds.), *Continental Basalts and Mantle Xenoliths*, Shiva, Nantwich, 230-249.
- Pearce, J. A., Harris, N.B.W., and Tindle, A.G. 1984. Trace-Element Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks. *Journal of Petrology*, 25, 956-983.
- Poisson, A. 1986. Anatolian Micro-Continents in The Eastern Mediterranean Context. *The Neo-Tethysian Oceanic Troughs. Sci. De La Terre, Mem.*, 47, 311-328.
- Poli, E.G. and Tomassini, S. 1991. Model for the origin and significance of microgranular enclaves in calcalkaline granitoid. *Journal of Petrology*, V. 32, Part 3, 657-666.
- Scharzer, R.R. and Rogers, J.J.W. 1974. A worldwide comparison of alkali olivine basalts and their differentiation trends. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 23, 286-296.
- Seymen, İ. 1981. Kaman (Kırşehir) Dolayısında Kırşehir Masifi'nin Stratigrafisi ve Metamorfizması, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, C. 24, 7-14.
- Seymen, İ. 1982. Kaman dolayında Kırşehir Masifi'nin jeolojisi. Hab. Thesis, İstanbul Teknik Üniversitesi, 164 s., İstanbul.
- Shiraishi, R. and Ohtani, E. 2007. Raman spectroscopic study of a garnetite xenolith from Malaita, Southwest, Pacific, *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, Volume 102, 337-345.
- Sorensen H. 1974. *The Alkaline Rocks*. John Wiley, Herefordshire, U.K. pp. 15-50.
- Stalder, R., Kronz, A. and Schmidt, B.C. 2009. Raman spectroscopy of synthetic (Mg, Fe)SiO<sub>3</sub> single crystals. An analytical tool for natural orthopyroxenes, *Eur. J. Mineral.*, 21, 27-32.
- Streckeisen, A. 1976. To Each Plutonic Rocks Its Proper Name. *Earth Sci. Rev.*, 12. 1-33.
- Streckeisen, A. 1979. Classification and Nomenclature of Volcanic Rocks: Its Proper Name.- *Earth Sci. Rev.*, 12, 1-33.
- Tarhan, N. 1987. Orta anadolu Metamorfik ve Granitik Kayalarının Kökeni ve Evrimi, *İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi*, C. 6, S. 1-2, 57-68.
- Tatar, S. and Boztuğ, D. 2005. The syn-collisional Danacıobası biotite leucogranite derived from the crustal thickening in central Anatolia (Kırıkkale), Turkey, *Geological Journal*, 40, 571-591.

- Taylor, S.R. and McLennan S.M. 1981. The composition and evolution of the continental crust: rare earth element evidence from sedimentary rocks *Phil. Trans. R. Soc.*, A301, 381-399.
- Tokel, S. 1989. Anadolu'da Yitim be Çarpışma Kökenli Granitoidlerin Kimyasal ve Metalojenetik Açından Karşılaştırılması, *Yerbilimleri*, 15, 129-137.
- Tolluoğlu, A. Ü. 1993. Kırşehir Masifini kesen felsik intrüziyonların (Kötüdağ ve Buzlukdağ) petrografik ve jeokimyasal karakterleri. *Yer Bilimleri Dergisi*, sayı:16, 19-43.
- Türel, T.K, Göncüoğlu, M.C. ve Akıman O. 1993. Ekecikdağ Granitoidinin Petrolojisi ve Kökeni (Orta Anadolu Kristalen Kütlesi Batısı). *M.T.A. Dergisi*, 115; s. 15-28.
- Wang, A., Jolliff, B. L., Viskupic, K. M. and Haxsin, L. A. 1997. Raman spectroscopic characterization of different types of pyroxene, *Abstracts of Papers Submitted to the Twenty-eighth Lunar and Planetary Science Conference, Part 3*, P1491-1492.
- Wang, A., Freeman, J. and Kuebler, K.E. 2002. Raman spectroscopic characterization of phyllosilicates. *Lunar and Planetary Science XXXIII*, #1374.
- Weaver B. and Tarney J. 1984. Empirical approach to estimating the composition of the continental crust. *Nature*, 310, 575-57.
- Whalen, J.B, Currie, K.L. and Chappell, B.W 1987a. A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 95: 407-419.
- Wood D.A., Joron J.L., Treuil M., Norry M. and Tarney J. 1979a. Elemental and Sr isotope variations in basic lavas from Iceland and the surrounding ocean floor. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 70, 319-339.
- Wood D.A., Joron J.L. and Weaver B.L. 1981. Trace element variations in Atlantic ocean basalts and Proterozoic dykes from Northwest Scotland: their bearing upon the nature and geochemical evolution of the upper mantle. *Tectonophysics*, 75, 91-112.
- Yalınz, M.K. and Göncüoğlu, M.C. 1998 General geological characteristics and distribution of the Central Anatolian Ophiolites, *Yerbilimleri*, 20, 19-30.
- Yıldız, M. ve Kadioğlu, Y.K., 1995. Akdağmadeni (Yozgat) Metamorfizminde Yeralan Ortaköy Granitoidindeki Ksenolitlerin Mineralojik ve Petrografik Özellikleri, *KTU Jeoloji Müh. Bölümü 30. Yıl Sempozyumu Bildiri Özleri*, 13.
- Yılmaz, S. ve Boztuğ, D. 1998. Çarpışma zonu magmatizmasının petrojenezi, 51. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, 27-29.
- Yılmaz, S. ve Boztuğ, D. 1998. Çiçekdağ Magmatik Kompleksi'nin (KB Kırşehir) petrojenezi, 51. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, 33-35.
- Zoroğlu, O. and Kadioğlu, Y.K. 2007. Behavior of amphiboles in the determination of magma zoning using confocal Raman spectrometry: Beypazarı Oymağaç granitoid-Ankara Turkey. *Second International Conference on Geo-Resources in The Middle East and North Africa (GRMENA-II), Proceedings*, 110-111, Cairo, Egypt.

EK 1 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin petrografik incelemesi

Grup	Örnek Numarası	Ana Doku	Özel Doku	Kristal Boyutu	Ana Felsik Mineraller	Mafik Mineraller	Melanit İçeriği	Bozunma	Kayaç Adı
GRUP 1	BUZ-50	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort	amf, prk,		kil, FO	Foid Siyenit
	BUZ-97	HHT	Poik,	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort	amf, bio	var	ops, kar	Foid Siyenit
	BUZ-32	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort				Foid Siyenit
	BUZ-69	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort	amf		opk, kar	Foid Siyenit
	BUZ-42	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort	amf,flt, bio		ops, srzt	Foid Siyenit
	BUZ-38	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort	amf, bio		kil, ops, opk, srzt	Foid Siyenit
	BUZ-35	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort	amf, mus			Foid Siyenit
	BUZ-31	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort	amf		opk, srzt	Foid Siyenit
	BUZ-33	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort	bio		opk, klrt	Foid Siyenit
GRUP 2	BUZ-01	HHT	Poik	0,3-0,7cm	Nef, plj, ort	bio		FO, kil	Foid Siyenit
	BUZ-01	HHT	Poik	0,3-0,7cm	Nef, plj, ort				Foid Siyenit
	BUZ-02	HHT	Poik	0,3-0,7cm	Nef, plj, ort		var	kil, srzt	Foid Siyenit
	BUZ-03	HHT	Poik	0,3-0,7cm	Nef, plj, ort	mus	var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-04	HHT	Poik	0,3-0,7cm	Nef, plj, ort	prk	var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-06	HHT	Poik	0,3-0,7cm	Nef, plj, ort			FO	Foid Siyenit
	BUZ-07	HHT	Poik	0,3-0,7cm	Nef, plj, ort		var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-59	HHT	Poik	0,3-0,7cm	Nef, plj, ort	mus	var	kil, opk	Foid Siyenit
	BUZ-63	HHT	Poik	0,3-0,7cm	Nef, plj, ort	mus		kil, FO, kar	Foid Siyenit
	BUZ-66	HHT	Poik	0,3-0,7cm	Nef, plj, ort	amf		opk, FO	Foid Siyenit
	BUZ-85	HHT	Poik	0,3-0,7cm	Nef, plj, ort	amf	var	kil, per	Foid Siyenit

EK 1 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin petrografik incelemesi (devam)

Grup	Örnek Numarası	Ana Doku	Özel Doku	Kristal Boyutu	Ana Felsik Mineraller	Mafik Mineraller	Melanit İçeriği	Bozunma	Kayaç Adı
Grup 2	BUZ-70	HHT	Poik	0,3-0,7cm	Nef, plj, ort	mus	var	kil, srzt, kar	Foid Siyenit
	BUZ-80	HHT	Poik	0,3-0,7cm	Nef, plj, ort	amf, prk	var		Foid Siyenit
	BUZ-28	HHT	Poik	0,3-0,7cm	Nef, plj, ort	prk		opk	Foid Siyenit
	BUZ-25	HHT	Poik	0,3-0,7cm	Nef, plj, ort	prk		FO, opk, kil	Foid Siyenit
	BUZ-24	HHT	Poik	0,3-0,7cm	Nef, plj, ort			kil, opk	Foid Siyenit
	BUZ-21	HHT	Poik	0,3-0,7cm	Nef, plj, ort	prk	var	kil, opk	Foid Siyenit
	BUZ-20	HHT	Poik	0,3-0,7cm	Nef, plj, ort			kil, opk	Foid Siyenit
	BUZ-19	HHT	Poik	0,3-0,7cm	Nef, plj, ort				Foid Siyenit
	BUZ-18	HHT	Poik	0,3-0,7cm	Nef, plj, ort			FO, srzt	Foid Siyenit
	BUZ-17	HHT	Poik	0,3-0,7cm	Nef, plj, ort			kil, opk	Foid Siyenit
	BUZ-14	HHT	Poik	0,3-0,7cm	Nef, plj, ort		var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-13	HHT	Poik	0,3-0,7cm	Nef, plj, ort	prk		kil, opk	Foid Siyenit
	K-3200	HHT	Poik	0,3-0,7cm	Nef, plj, ort		var	kil	Foid Siyenit
	K-3300	HHT	Poik	0,3-0,7cm	Nef, plj, ort	prk	var	FO, kil	Foid Siyenit
GRUP 3	K-2900	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort				Foid Siyenit
	BUZ-87	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort	mus		kil	Foid Siyenit
	BUZ-88	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort	mus		kil	Foid Siyenit
	BUZ-89	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort	mus	var	opk	Foid Siyenit
	BUZ-92	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort	prk	var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-99	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort	amf,prk		FO	Foid Siyenit
	BUZ-86	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort	mus		kil	Foid Siyenit
	BUZ-83	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort	amf	var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-84	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort	prk,sfn	var	kil, kar	Foid Siyenit
	BUZ-82	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort	amf, prk, sfn	var		Foid Siyenit
	BUZ-71	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort	mus		kil, srzt	Foid Siyenit
	BUZ-67	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort			kil, srzt	Foid Siyenit

EK 1 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin petrografik incelemesi (devam)									
Grup	Örnek Numarası	Ana Doku	Özel Doku	Kristal Boyutu	Ana Felsik Mineraller	Mafik Mineraller	Melanit İçeriği	Bozunma	Kayaç Adı
Grup 3	BUZ-95	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort		var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-94	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort		var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-22	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort		var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-113	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort			kil, FO	Foid Siyenit
	BUZ-126	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort	amf, prk		kil, opk	Foid Siyenit
	BUZ-127	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort	mus		srzt	Foid Siyenit
	BUZ-125	HHT	Poik	0,3-0,6cm	Nef, plj, ort	mus		srzt	Foid Siyenit
GRUP 4	K-3100	HHT	Poik	0,4-0,6cm	Nef, plj, ort	amf	var	FO, kil	Foid Siyenit
	BUZ-103	HHT	Poik	0,4-0,6cm	Nef, plj, ort	amf		opk	Foid Siyenit
	BUZ-15	HHT	Poik	0,4-0,6cm	Nef, plj, ort	amf		FO	Foid Siyenit
	BUZ-16	HHT	Poik	0,4-0,6cm	Nef, plj, ort	amf		opk	Foid Siyenit
	BUZ-110	HHT	Poik	0,4-0,6cm	Nef, plj, ort	amf, prk	var	opk	Foid Siyenit
	BUZ-26	HHT	Poik	0,4-0,6cm	Nef, plj, ort		var	FO	Foid Siyenit
	BUZ-53	HHT	Poik	0,4-0,6cm	Nef, plj, ort	prk	var		Foid Siyenit
	BUZ-54	HHT	Poik	0,4-0,6cm	Nef, plj, ort	amf		opk, kil	Foid Siyenit
	BUZ-55	HHT	Poik	0,4-0,6cm	Nef, plj, ort	prk	var	opk, kar	Foid Siyenit
	BUZ-61	HHT	Poik	0,4-0,6cm	Nef, plj, ort	prk	var	kil	Foid Siyenit
GRUP 5	BUZ-60	HHT	Poik	0,4-0,8cm	Nef, plj, ort		var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-58	HHT	Poik	0,4-0,8cm	Nef, plj, ort	sfn		kil	Foid Siyenit
	BUZ-56	HHT	Poik	0,4-0,8cm	Nef, plj, ort				Foid Siyenit
	BUZ-100	HHT	Poik	0,4-0,8cm	Nef, plj, ort			kil	Foid Siyenit
	BUZ-101	HHT	Poik	0,4-0,8cm	Nef, plj, ort	prk		kil, ops	Foid Siyenit
	BUZ-120	HHT	znlu	0,4-0,8cm	Nef, plj, ort			FO, kil	Foid Siyenit
	BUZ-121	HHT	Poik	0,4-0,8cm	Nef, plj, ort				Foid Siyenit
	BUZ-122	HHT	Poik	0,4-0,8cm	Nef, plj, ort			FO, kil	Foid Siyenit
	BUZ-123	HHT	Poik	0,4-0,8cm	Nef, plj, ort			FO, kil	Foid Siyenit

EK 1 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin petrografik incelemesi (devam)

Grup	Örnek Numarası	Ana Doku	Özel Doku	Kristal Boyutu	Ana Felsik Mineraller	Mafik Mineraller	Melanit İçeriği	Bozunma	Kayaç Adı
Grup 5	BUZ-124	HHT	Poik	0,4-0,8cm	Nef, plj, ort	prk		kil	Foid Siyenit
	Y-2	HHT	Poik	0,4-0,8cm	Nef, plj, ort	amf, prk		FO, kil	Foid Siyenit
	Y-3	HHT	Poik	0,4-0,8cm	Nef, plj, ort	prk		FO	Foid Siyenit
	Y-4	HHT	Poik	0,4-0,8cm	Nef, plj, ort	amf		opk, kil	Foid Siyenit
	Y-5	HHT	Poik	0,4-0,8cm	Nef, plj, ort	prk		FO	Foid Siyenit
	K-2800	HHT	Poik	0,4-0,8cm	Nef, plj, ort		var	kil, kar	Foid Siyenit
	K-3000	HHT	Poik	0,4-0,8cm	Nef, plj, ort	amf	var	kil	Foid Siyenit
	K-3400	HHT	Poik	0,4-0,8cm	Nef, plj, ort	prk	var	kil	Foid Siyenit
İri Kristalin	K-2600	HHT	Poik	0,5-1 cm	Nef, plj, ort	sfn	var	kil	Foid Siyenit
	K-2700	HHT	Poik	0,5-1 cm	Nef, plj, ort		var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-90	HHT	Poik	0,5-1 cm	Nef, plj, ort		var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-91	HHT	Poik	0,5-1 cm	Nef, plj, ort		var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-04	HHT	Poik	0,5-1 cm	Nef, plj, ort	sfn	var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-109	HHT	Poik	0,5-1 cm	Nef, plj, ort	sfn	var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-77	HHT	Poik	0,5-1 cm	Nef, plj, ort	sfn	var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-79	HHT	Poik	0,5-1 cm	Nef, plj, ort	sfn	var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-47	HHT	Poik	0,5-1 cm	Nef, plj, ort	sfn	var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-46	HHT	Poik	0,5-1 cm	Nef, plj, ort		var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-45	HHT	Poik	0,5-1 cm	Nef, plj, ort		var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-44	HHT	Poik	0,5-1 cm	Nef, plj, ort		var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-43	HHT	Poik	0,5-1 cm	Nef, plj, ort	sfn	var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-64	HHT	Poik	0,5-1 cm	Nef, plj, ort		var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-08	HHT	Poik	0,5-1 cm	Nef, plj, ort	sfn	var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-36	HHT	Poik	0,5-1 cm	Nef, plj, ort		var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-27	HHT	Poik	0,5-1 cm	Nef, plj, ort		var	kil	Foid Siyenit
BUZ-11	HHT	Poik	0,5-1 cm	Nef, plj, ort	sfn	var	kil	Foid Siyenit	

EK 1 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin petrografik incelemesi (devam)									
Grup	Örnek Numarası	Ana Doku	Özel Doku	Kristal Boyutu	Ana Felsik Mineraller	Mafik Mineraller	Melanit İçeriği	Bozunma	Kayaç Adı
İri Kristalin	BUZ-23	HHT	Poik	0,5-1 cm	Nef, plj, ort		var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-81	HHT	Poik	0,5-1 cm	Nef, plj, ort	sfn	var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-10	HHT	Poik	0,5-1 cm	Nef, plj, ort		var	kil	Foid Siyenit
	BUZ-78	HHT	Poik	0,5-1 cm	Nef, plj, ort		var	kil	Foid Siyenit
Bol Melanitli	BUZ-78	HHT	Poik	0,5-0,9cm	Nef, plj, ort		var	opk, ops	Foid Siyenit
	BUZ-52	HHT	Poik	0,5-0,9cm	Nef, plj, ort		var	opk, ops	Foid Siyenit
	BUZ-51	HHT	Poik	0,5-0,9cm	Nef, plj, ort		var	opk, ops	Foid Siyenit
	BUZ-49	HHT	Poik	0,5-0,9cm	Nef, plj, ort		var	opk, ops	Foid Siyenit
	BUZ-48	HHT	Poik	0,5-0,9cm	Nef, plj, ort		var	opk, ops	Foid Siyenit
	BUZ-108	HHT	Poik	0,5-0,9cm	Nef, plj, ort		var	opk, ops	Foid Siyenit
	BUZ-107	HHT	Poik	0,5-0,9cm	Nef, plj, ort		var	opk, ops	Foid Siyenit
	BUZ-12	HHT	Poik	0,5-0,9cm	Nef, plj, ort		var	opk, ops	Foid Siyenit
	BUZ-62	HHT	Poik	0,5-0,9cm	Nef, plj, ort		var	Opk,	Foid Siyenit
	Kataklastik Zon-Faylanma	BUZ-04	KD	Poik		Nef, plj, ort	bio, knk		kil, opk
BUZ-65		KD	Poik		Nef, plj, ort	bio, knk		kil, opk	Foid Siyenit
BUZ-102		KD	Poik		Nef, plj, ort	bio, knk		kil, opk	Foid Siyenit
BUZ-106		KD	Poik		Nef, plj, ort	bio, knk		kil, opk	Foid Siyenit
Migmatit	Y-1	ND	Poik		Nef, plj, ort	skp, bio			Migmatit
	K-3500	ND	Poik		Nef, plj, ort	skp, bio			Migmatit
	BUZ-34	ND	Poik		Nef, plj, ort	bio			Migmatit
	BUZ-105	ND	Poik		Nef, plj, ort	skp, bio			Migmatit
	BUZ-104	ND	Poik		Nef, plj, ort	skp, bio			Migmatit
	BUZ-73	ND	Poik		Nef, plj, ort	skp, bio, klrt			Migmatit
	BUZ-74	ND	Poik		Nef, plj, ort	skp, bio			Migmatit
	BUZ-75	ND	Poik		Nef, plj, ort	skp, bio			Migmatit
BUZ-76	ND	Poik		Nef, plj, ort	skp, bio			Migmatit	

EK 1 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin petrografik incelemesi (devam)									
Grup	Örnek Numarası	Ana Doku	Özel Doku	Kristal Boyutu	Ana Felsik Mineraller	Mafik Mineraller	Melanit İçeriği	Bozunma	Kayaç Adı
Migmatit	BUZ-41	ND	Poik		Nef, plj, ort	bio			Migmatit
	BUZ-40	ND	Poik		Nef, plj, ort	skp, bio			Migmatit
	BUZ-39	ND	Poik		Nef, plj, ort	skp, bio			Migmatit
	BUZ-30	ND	Poik		Nef, plj, ort	skp, bio			Migmatit
	BUZ-29	ND	Poik		Nef, plj, ort	skp, bio			Migmatit
Felsik Dayk	BUZ-68		Poik		Nef, plj, ort				Alkali Feldispat Foid Siyenit
	BUZ-93		Poik		Nef, plj, ort				Alkali Feldispat Foid Siyenit
	BUZ-112		Poik		Nef, plj, ort	knk		kar	Alkali Feldispat Foid Siyenit
	BUZ-115		Poik		Nef, plj, ort				Alkali Feldispat Foid Siyenit
Mafik Dayk	BUZ-96		Poik		Nef, plj, ort	prk			Foid Diyorit Porfit
	BUZ-114		Poik		Nef, plj, ort			kar, epdt	Foid Gabro Porfir
Mermer	BUZ-72	GD	Poik		Nef, plj, ort				Mermer
Trakit	BUZ-117	HD	Poik		Nef, plj, sdn			kil, zolt	Trakit
	BUZ-118	HD	Poik		Nef, plj, sdn			kil, zolt	Trakit
	BUZ-119	HD	Poik		Nef, plj, sdn			kil, zolt	Trakit

EK 2 XRD analiz sonuçları

<b>BUZ-118</b>		
<b>2<math>\theta</math></b>	<b>d (Å)</b>	<b>I (Şiddet)</b>
10,12	10,1403	38,21
10,31	9,9591	28,71
22,72	4,5407	70,75
23,91	4,3175	293,08
27,92	3,7083	31,16
30,52	3,3989	1000,00
31,56	3,2897	62,13
33,76	3,0809	53,57
34,19	3,0429	42,30
39,84	2,6255	46,89
40,18	2,6640	67,76
42,02	2,4951	79,64
45,41	2,3172	62,72
46,44	2,2689	36,89
48,96	2,1587	62,48
52,95	2,0064	37,48
58,08	1,8426	95,31
70,03	1,5589	65,84
80,09	1,3902	71,81
<b>K-2600</b>		
16,05	6,4081	274,86
25,30	4,0846	227,95
27,02	3,3290	247,32
27,81	3,7222	178,09
29,39	3,5266	101,07
31,10	3,3367	127,84
31,61	3,2846	550,80
32,09	3,2368	1000,00
35,01	2,9739	114,20

EK 3 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin ana (%)ve iz element (ppm)analiz sonuçları

Örnek No	BUZ-100	BUZ-101	BUZ-102	BUZ-103	BUZ-104	BUZ-105	BUZ-106	BUZ-107	BUZ-108	BUZ-112	BUZ-113	BUZ-120	BUZ-121	BUZ-121
SiO2	69,48	64,98	65,63	65,87	59,46	60,92	66,47	62,38	65,33	65,10	65,88	72,53	71,01	72,27
TiO2	0,13	0,20	0,26	0,07	0,05	0,06	0,09	0,13	0,05	0,02	0,24	0,09	0,15	0,10
Al2O3	15,07	15,55	14,84	17,79	24,50	23,54	19,32	20,96	15,93	18,76	16,84	14,05	14,04	13,93
Fe2O3	1,69	2,55	2,73	1,03	1,46	1,35	0,42	1,66	2,65	0,59	1,37	1,31	1,77	1,08
MnO	0,05	0,17	0,17	0,04	0,05	0,18	0,01	0,12	0,23	0,05	0,06	0,05	0,06	0,04
MgO	0,25	0,50	1,07	0,04	0,03	0,09	0,02	0,29	0,28	0,03	0,27	0,07	0,18	0,18
CaO	0,44	2,17	2,66	1,08	0,29	0,17	0,29	0,84	1,45	1,10	1,39	0,66	1,11	0,39
Na2O	6,06	5,07	5,12	6,91	3,86	5,10	7,26	5,66	3,12	5,25	5,42	5,10	4,97	4,70
K2O	5,66	7,60	6,42	6,39	7,72	6,94	5,35	6,32	9,72	8,05	7,32	5,62	5,70	6,69
P2O5	0,23	0,17	0,22	0,00	0,05	0,04	0,00	0,07	0,23	0,02	0,08	0,00	0,03	0,01
SO3	0,13	0,14	0,06	0,01	0,01	0,02	0,00	0,04	0,06	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00
V2O5	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00
Cr2O3	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
LOI	0,75	0,75	0,70	0,72	2,16	1,39	0,67	1,24	0,77	0,91	0,96	0,43	0,82	0,56
Toplam	99,95	99,90	99,94	99,96	99,64	99,82	99,93	99,75	99,86	99,92	99,88	99,94	99,88	99,96
Alk	11,72	12,67	11,54	13,30	11,58	12,04	12,62	11,98	12,85	13,30	12,74	10,72	10,68	11,39
CNK	12,16	14,84	14,20	14,39	11,86	12,21	12,91	12,82	14,30	14,41	14,13	11,37	11,79	11,78
Fe+Mg	1,94	3,05	3,80	1,07	1,49	1,44	0,44	1,95	2,93	0,62	1,65	1,37	1,95	1,25
Rb	272,5	333,5	319,8	375	379	325,5	251,2	293,7	387,7	417,5	366,8	343,8	389,4	425,6
Ba	1537	1444	1757	249	680	613,1	782,4	740	2118	204,8	492,5	287,8	353	429,2
Th	26	35,7	41,8	56,4	27,3	59,7	8,9	38	86,7	8,1	9,2	124	79,1	57,4
U	7,1	26,2	8,1	32,2	14,3	12,8	5,9	47	23,9	8,5	6,6	21,5	19,1	17,5
Ta	5,8	3,4	2,7	4,3	4,3	3,3	3,1	2,9	2,9	2,9	4,6	4,4	2,8	3,2
Nb	29,9	40,1	56,7	60,9	62,9	38,8	43,1	124,3	42,1	30,8	54	23,5	30,2	27,4
Ce	110,6	165,4	212,5	122,2	191,9	398,8	90,5	353,7	204,4	61	205,7	230,9	184,8	193,6
Hf	2,7	3,8	16,2	8,1	2,5	3,1	5,5	3,7	5	3,9	3,9	10,1	8,6	3,4
Zr	103,5	322,2	947	685,7	120,8	194,3	236,2	199,8	263,1	138,2	183,7	512	509,1	323
Y	10	11,1	21,3	1,3	1,2	1,2	1,7	1,2	7,3	1,3	1,3	10,3	10,1	12,3
Sr	123	685,1	698,9	296,4	301,6	470,4	547,6	594,2	732,8	195,9	212,4	82,2	89,6	126,4
Co	12,6	17,2	17	15,8	12	14	17,2	12	21	8	12	11	13	33,7
Ga	21,1	21,7	21	34,6	31,6	30,8	24,3	26,1	25,1	33,2	28,8	23,7	23,6	24
La	75	95	124,1	93,7	165,3	236,4	82,8	272,7	130,7	53,3	144,1	167,5	146,8	162,5

EK 3 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin ana (%)ve iz element (ppm)analiz sonuçları (devam)

Örnek No	BUZ-122	BUZ-120	BUZ-121	BUZ-121	BUZ-122	BUZ-125	BUZ-126	BUZ-127	BUZ-16	BUZ-17	BUZ-18	BUZ-19	BUZ-20	BUZ-21
SiO2	71,12	72,53	71,01	72,27	71,12	59,98	64,72	60,98	65,85	65,78	66,23	65,20	66,38	65,71
TiO2	0,13	0,09	0,15	0,10	0,13	0,10	0,17	0,09	0,24	0,23	0,19	0,23	0,14	0,15
Al2O3	14,58	14,05	14,04	13,93	14,58	23,73	17,56	22,60	17,01	17,14	16,92	16,73	16,94	16,90
Fe2O3	0,80	1,31	1,77	1,08	0,80	1,77	2,17	1,64	1,82	1,92	1,86	2,13	1,79	1,84
MnO	0,01	0,05	0,06	0,04	0,01	0,12	0,04	0,07	0,02	0,03	0,09	0,05	0,06	0,07
MgO	0,02	0,07	0,18	0,18	0,02	0,13	0,03	0,03	0,09	0,13	0,17	0,07	0,12	0,03
CaO	1,15	0,66	1,11	0,39	1,15	1,30	0,93	2,00	0,88	1,00	0,91	1,49	0,77	1,07
Na2O	5,76	5,10	4,97	4,70	5,76	6,14	5,72	7,67	5,98	6,27	6,63	6,15	6,43	5,73
K2O	5,79	5,62	5,70	6,69	5,79	4,51	6,79	2,76	6,59	6,36	6,23	6,39	6,68	7,39
P2O5	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,17	0,00	0,12	0,09	0,08	0,04	0,05	0,05
SO3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,03	0,02	0,06	0,06	0,02	0,15	0,03	0,08
V2O5	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02
Cr2O3	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
LOI	0,56	0,43	0,82	0,56	0,56	1,76	1,70	1,84	1,16	0,86	0,57	1,18	0,54	0,80
Toplam	99,94	99,94	99,88	99,96	99,94	99,61	100,05	99,72	99,86	99,92	99,94	99,84	99,96	99,87
Alk	11,54	10,72	10,68	11,39	11,54	10,65	12,51	10,43	12,56	12,63	12,86	12,54	13,11	13,12
CNK	12,70	11,37	11,79	11,78	12,70	11,95	13,44	12,43	13,44	13,63	13,77	14,04	13,88	14,19
Fe+Mg	0,83	1,37	1,95	1,25	0,83	1,91	2,20	1,67	1,91	2,05	2,03	2,19	1,91	1,86
Rb	401,5	343,8	389,4	425,6	401,5	205,7	277,7	130,5	310,9	305,1	297,3	290,6	318,9	328,7
Ba	68,7	287,8	353	429,2	68,7	136	117,7	135,2	236,7	157,3	176,4	182,2	206,8	264,6
Th	144,4	124	79,1	57,4	144,4	25,5	88,1	47,4	104,6	103,5	49,4	67,4	49,6	69,8
U	49,2	21,5	19,1	17,5	49,2	17,3	24,4	9,1	11,1	22,6	17	24,8	6,6	26,4
Ta	2,8	4,4	2,8	3,2	2,8	8,4	3,9	4,3	2,2	2,9	5,9	2,8	3,1	3,7
Nb	22,8	23,5	30,2	27,4	22,8	79,1	34,1	88,4	46,2	49	34,7	47,9	31,6	36,8
Ce	156,1	230,9	184,8	193,6	156,1	291	199,2	391,1	332	248,4	263	143,9	123,4	165,1
Hf	13	10,1	8,6	3,4	13	13,1	2,9	9,4	8,7	8,6	9,9	8,9	7,2	7,5
Zr	565,9	512	509,1	323	565,9	812,2	235,3	729,7	578,6	452	671,1	464,8	391,7	280,2
Y	5,7	10,3	10,1	12,3	5,7	1	4,4	0,9	1,8	1,5	1,9	1,2	10,6	8,2
Sr	52	82,2	89,6	126,4	52	94,6	354,6	221,7	289,8	303,3	187,6	257,3	257,3	209,8
Co	9,5	11	13	33,7	9,5	12	42,8	12	12,8	19	13	14	14	16,6
Ga	28,9	23,7	23,6	24	28,9	26,3	25,1	35,1	27,8	25,4	23,6	28,6	24,5	26,5
La	122,9	167,5	146,8	162,5	122,9	229,1	120,8	329,6	202	129	174,6	78	69,9	118,7

EK 3 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin ana (%)ve iz element (ppm)analiz sonuçları (devam)

Örnek No	BUZ-22	BUZ-23	BUZ-24	BUZ-25	BUZ-26	BUZ-28	BUZ-46	BUZ-47	BUZ-48	BUZ-49	BUZ-56	BUZ-57	BUZ-57	BUZ-58
SiO2	65,58	65,41	65,58	65,66	65,06	64,94	65,31	65,15	65,39	64,94	67,74	67,58	69,13	66,60
TiO2	0,28	0,09	0,12	0,14	0,20	0,15	0,14	0,15	0,15	0,10	0,08	0,09	0,09	0,15
Al2O3	16,95	16,66	16,88	17,15	18,22	16,99	17,19	17,47	17,25	16,44	16,35	16,85	14,97	17,61
Fe2O3	2,58	1,80	1,54	1,94	1,84	2,38	2,12	1,92	1,79	2,08	1,26	1,38	1,76	1,15
MnO	0,08	0,04	0,06	0,01	0,07	0,08	0,10	0,08	0,08	0,11	0,05	0,18	0,11	0,02
MgO	0,03	0,03	0,11	0,03	0,08	0,37	0,03	0,17	0,05	0,12	0,26	0,09	0,06	0,14
CaO	0,77	1,71	1,52	0,32	0,48	1,81	1,74	1,53	1,76	1,98	1,03	0,13	0,72	0,99
Na2O	6,11	6,12	6,01	4,66	6,06	5,49	4,81	5,18	4,33	5,64	6,91	6,45	5,73	6,11
K2O	6,60	6,76	6,79	8,81	7,10	6,78	7,60	7,31	8,44	6,82	5,42	6,11	5,82	5,59
P2O5	0,05	0,08	0,03	0,04	0,03	0,09	0,05	0,05	0,10	0,07	0,13	0,01	0,00	0,12
SO3	0,03	0,16	0,03	0,08	0,03	0,11	0,01	0,11	0,11	0,07	0,05	0,08	0,13	0,04
V2O5	0,02	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01
Cr2O3	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,00	0,01	0,00
LOI	0,82	1,02	1,22	1,07	0,75	0,66	0,88	0,73	0,47	1,57	0,60	0,99	1,28	1,38
Toplam	99,93	99,95	99,95	99,96	99,96	99,88	100,02	99,93	99,98	99,97	99,94	99,97	99,88	99,91
Alk	12,70	12,88	12,80	13,47	13,16	12,27	12,41	12,49	12,78	12,46	12,33	12,56	11,55	11,70
CNK	13,48	14,59	14,33	13,80	13,64	14,08	14,15	14,02	14,53	14,44	13,37	12,69	12,27	12,69
Fe+Mg	2,61	1,83	1,65	1,97	1,92	2,75	2,15	2,08	1,84	2,20	1,53	1,46	1,82	1,29
Rb	287,6	297,4	284,7	407,2	295,9	225,1	294,7	331,3	395,1	300,6	327,7	382,6	365,3	283,8
Ba	314,2	581,3	257,7	625,7	308,4	641,8	390,5	462,6	471,6	671,4	402,7	366,9	465,4	1123
Th	58,8	56,2	51,4	21	43,5	75,8	60	73,6	46,7	98,1	27,2	190,5	187,7	49,6
U	24,8	8,1	12,5	8,8	26,5	16,8	15,3	8,1	13,3	24,7	11	25	12,9	39,7
Ta	2,1	3,2	2,8	4,1	3,3	2,9	3,7	3,2	3,9	5,4	2,8	3,5	3,4	2,2
Nb	32,5	25,2	19,2	36,1	25,3	35,8	21	30,7	14,5	37,2	34,7	56	43,7	41,1
Ce	176,2	244,9	137,5	163,7	173,6	244,9	266,9	178,9	96,7	208,6	106	134,2	318,6	173,7
Hf	5,4	5,7	2,9	7,2	5,5	7,9	2,1	8,2	2,7	12	3,7	14,1	13,8	10
Zr	384,7	288,4	191,8	384,4	222,1	377,5	301,3	557,3	208	533,3	268,9	712,3	525,6	350,2
Y	22,6	18,6	8	3,6	11,4	2,5	18,5	16,6	44,5	13,3	3,7	6,1	5,2	13,1
Sr	239	281,3	340,5	368,3	373,2	737,6	438,3	649,7	598,9	684,2	279,1	77,2	133	675,2
Co	15,2	22,4	31	19	16,5	13,6	21	17,8	22,8	23,8	11,2	15,3	15,8	14,3
Ga	26,3	25,6	23,6	25,3	25,5	24,7	23,2	22,6	20	26,1	26,9	37,9	29,2	22,7
La	95,7	141,6	80,2	122,6	123,3	161,8	185,2	106,7	59,1	134,1	66,7	103,7	255,5	125

EK 3 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin ana (%)ve iz element (ppm)analiz sonuçları (devam)

Örnek No	BUZ-59	BUZ-60	BUZ-61	BUZ-62	BUZ-63	BUZ-64	BUZ-65	BUZ-66	BUZ-67	BUZ-69	BUZ-97	BUZ-99	Y-2	Y-3
SiO2	63,91	65,98	65,86	59,91	63,94	60,59	65,16	64,58	60,66	61,38	60,89	65,29	66,69	68,53
TiO2	0,16	0,10	0,12	0,13	0,18	0,04	0,35	0,27	0,17	0,17	0,08	0,24	0,12	0,18
Al2O3	19,39	16,97	16,78	19,51	17,55	22,97	17,86	18,21	23,11	21,17	18,75	15,70	17,28	14,91
Fe2O3	1,93	1,63	1,31	1,85	1,52	0,65	1,95	1,59	1,94	1,99	1,12	2,43	0,67	2,27
MnO	0,08	0,06	0,03	0,09	0,13	0,04	0,01	0,01	0,02	0,11	0,05	0,18	0,02	0,05
MgO	0,19	0,13	0,11	0,19	0,13	0,03	0,24	0,28	0,09	0,16	0,03	0,55	0,08	0,15
CaO	0,69	1,34	1,15	3,16	1,47	1,00	0,63	0,49	0,32	1,01	1,98	2,09	0,40	2,01
Na2O	4,47	5,94	5,62	3,56	4,27	3,87	4,11	5,80	4,42	3,36	6,95	5,33	4,87	5,15
K2O	7,74	6,96	7,09	8,28	8,42	8,45	7,70	6,20	7,57	8,94	8,14	7,07	9,15	5,61
P2O5	0,03	0,04	0,08	0,06	0,22	0,04	0,13	0,10	0,02	0,04	0,03	0,18	0,00	0,01
SO3	0,04	0,11	0,19	0,01	0,07	0,03	0,10	0,18	0,01	0,01	0,54	0,03	0,17	0,09
V2O5	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01
Cr2O3	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02
LOI	1,24	0,69	1,56	2,99	1,74	2,15	1,56	1,94	1,50	1,47	1,12	0,75	0,47	0,86
Toplam	99,92	99,97	99,97	99,75	99,66	99,88	99,84	99,67	99,87	99,86	99,89	99,88	99,97	99,88
Alk	12,21	12,90	12,70	11,84	12,69	12,32	11,81	12,00	11,99	12,31	15,09	12,40	14,03	10,75
CNK	12,91	14,24	13,85	15,00	14,16	13,32	12,44	12,49	12,31	13,32	17,07	14,50	14,43	12,76
Fe+Mg	2,12	1,76	1,41	2,04	1,65	0,68	2,19	1,87	2,02	2,16	1,15	2,98	0,75	2,41
Rb	362,2	303,8	302,4	292,7	345	378,7	340,8	221,2	320,6	415,3	393,1	346,3	434,4	295,1
Ba	283,4	908	783,5	679,7	665,8	339,2	1257	1060	330,8	261,2	451,4	1080	607,5	1091
Th	109,3	65,3	60,4	98,8	47,7	29,2	136,6	72,7	88	66,7	61	50,6	12,9	114,4
U	26	14,6	24,2	19,4	11,9	9,2	40,3	18,4	8,4	22,9	12,2	12,3	27,1	31,9
Ta	5,4	2,5	3,8	3	3,7	2,8	4,8	2,9	3,1	3,7	3,1	2,6	3,8	3,2
Nb	82,8	43,9	71,2	30	53,7	29,7	26,3	25,8	61,3	61,7	31,1	40,5	93,1	30,9
Ce	306,4	142,8	117,6	386,7	266,6	138,3	86,9	162,2	252,1	268,1	254,4	153,8	73,1	399,8
Hf	8	3,2	4,1	6,2	4,4	4,7	10,1	9,2	6,4	8,2	4,4	7,1	6,5	14,9
Zr	390,6	357,7	247,6	314,2	259	65,4	482,4	377,2	342,5	427,8	167,1	321,6	734	652,7
Y	1,4	16,6	5,3	1,3	1	1,3	12,2	16,4	1,3	1,4	1,4	13,2	1,4	18,9
Sr	532,1	650,3	428,8	1391	605,4	524,8	954,1	481,2	655,9	672,8	788,4	547,8	377	214,4
Co	17,1	14	13	14,4	12	8,7	17	15,1	14,9	15	18,7	15	9	13,4
Ga	26,2	24,6	26,5	19,4	22,2	30,9	21,6	19,9	30,5	26,1	23,3	23,1	39,8	23,2
La	173,4	215,2	83,6	245,2	164,7	106,9	65	101,2	197,8	183,5	164,5	111	51,1	370

EK 3 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin ana (%)ve iz element (ppm)analiz sonuçları (devam)

Örnek No	Y-4	Y-5	BUZ-50	BUZ-51	BUZ-52	BUZ-53	BUZ-54	BUZ-55	BUZ-31	BUZ-32	BUZ-35	BUZ-36	BUZ-37	BUZ-38
SiO2	68,13	69,35	59,04	63,74	60,40	65,66	65,84	65,49	59,55	60,13	56,23	59,39	60,84	58,55
TiO2	0,15	0,17	0,07	0,47	0,47	0,11	0,07	0,09	0,07	0,09	0,02	0,05	0,06	0,07
Al2O3	15,60	14,66	24,32	14,08	14,36	17,08	17,58	17,37	21,47	20,47	23,74	21,55	20,35	21,47
Fe2O3	2,23	2,00	1,35	4,29	3,83	1,84	1,28	1,79	1,03	1,22	0,74	1,19	0,88	0,98
MnO	0,05	0,05	0,10	0,21	0,16	0,06	0,06	0,07	0,10	0,12	0,02	0,07	0,08	0,10
MgO	0,20	0,21	0,06	1,20	1,43	0,03	0,03	0,02	0,03	0,05	0,02	0,02	0,03	0,03
CaO	1,02	1,09	1,58	5,03	4,73	1,96	1,37	1,26	1,09	1,47	1,36	1,09	1,81	1,94
Na2O	5,99	5,17	4,53	4,66	3,99	6,11	5,84	5,71	10,58	8,73	12,90	9,51	9,31	9,14
K2O	5,65	6,33	6,85	5,62	5,08	6,40	7,37	7,66	5,00	6,92	4,20	6,28	5,65	6,04
P2O5	0,03	0,10	0,00	0,16	0,17	0,09	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SO3	0,00	0,01	0,03	0,05	0,01	0,05	0,03	0,02	0,04	0,05	0,03	0,03	0,00	0,02
V2O5	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Cr2O3	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
LOI	0,84	0,67	1,87	0,45	4,88	0,51	0,42	0,44	1,00	0,62	0,59	0,74	0,90	1,50
Toplam	99,93	99,90	99,83	99,98	99,52	99,93	99,98	99,98	99,96	99,93	99,89	99,98	99,92	99,85
Alk	11,63	11,50	11,38	10,29	9,07	12,51	13,20	13,37	15,58	15,65	17,11	15,79	14,96	15,18
CNK	12,65	12,59	12,96	15,31	13,80	14,47	14,57	14,64	16,67	17,12	18,47	16,88	16,77	17,12
Fe+Mg	2,43	2,21	1,41	5,49	5,26	1,86	1,31	1,81	1,06	1,27	0,77	1,21	0,91	1,00
Rb	310,7	329,3	290,9	257,8	208,8	239,6	297,2	317,4	371,9	468,7	285,7	400,5	372,7	444,1
Ba	788,3	785,2	235,7	737,3	722,6	96,5	108,2	80,1	27	37,2	28,6	26,8	47,4	46,2
Th	125,6	111,6	53,1	40,7	36,2	199,5	160,3	146,9	13,6	15,8	6	15,4	12,7	2,1
U	13,9	12,7	71,4	9,3	18,7	11,4	15,8	7,2	6,3	20,5	49	33	25,7	7,2
Ta	3,5	3,1	6,7	4,3	4,1	4,1	2,8	3,1	3	2	3,3	2,6	2,7	2,4
Nb	31,2	31,4	145,9	50,7	30,5	24,3	14,4	15,8	32,4	56,1	79	41,9	46,1	32,3
Ce	434,2	338,5	79,4	272,9	195,3	401,6	295,6	180,3	151,6	141,6	99,3	168,2	188,6	42,9
Hf	11,1	9,1	8	3,6	8,3	6,5	4,7	3,3	2,3	3,2	2,5	3,1	2,2	3,9
Zr	644,6	511,7	569,6	325,1	220,6	256,8	306,4	325,1	18,7	45,2	145,5	101,7	34,9	357,5
Y	18,5	17,4	1,2	19,8	16,1	1,1	4,8	5,8	1,3	1,4	1,1	1,3	1,3	1,3
Sr	171,7	161,3	139,8	527,1	558,3	79,8	94,1	96,8	268,5	339,1	112,5	337,1	294	212,9
Co	23,5	14	15,8	36,6	20	20,1	12,9	14	11	12,2	7,9	12	10,7	10
Ga	22,9	23,2	32,4	20,9	21,8	23	23,4	23,8	34,9	30,6	41,3	33,9	30,2	37,7
La	371,2	272,6	53,8	164,7	129,3	220,4	172	100,7	115	106,2	74,2	129,4	134,9	33,2

EK 3 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin ana (%)ve iz element (ppm)analiz sonuçları (devam)

Örnek No	BUZ-40	BUZ-42	BUZ-01	BUZ-02	BUZ-03	BUZ-04	BUZ-05	BUZ-06	BUZ-07	BUZ-110	BUZ-114	BUZ-70	BUZ-71	BUZ-93
SiO2	57,00	60,30	66,06	66,03	64,86	61,88	64,83	65,76	65,46	64,47	57,79	62,44	59,05	69,96
TiO2	0,45	0,04	0,15	0,13	0,14	0,26	0,26	0,18	0,15	0,19	0,09	0,11	0,06	0,06
Al2O3	15,47	20,98	17,48	17,78	17,66	20,93	17,34	17,20	17,10	16,31	25,17	19,58	24,93	15,44
Fe2O3	6,26	0,72	1,75	1,52	1,97	2,79	2,31	1,82	2,05	3,13	1,28	1,53	1,43	1,41
MnO	0,14	0,05	0,11	0,08	0,09	0,15	0,13	0,15	0,10	0,20	0,02	0,09	0,01	0,02
MgO	3,95	0,03	0,06	0,03	0,02	0,23	0,24	0,07	0,03	0,03	0,11	0,15	0,03	0,15
CaO	8,89	1,64	0,76	0,77	1,61	0,50	1,26	0,98	1,44	2,34	2,02	2,60	0,91	0,70
Na2O	4,53	8,86	5,96	5,74	6,12	4,52	5,31	6,44	6,39	5,18	4,91	6,05	4,75	4,87
K2O	2,22	6,62	6,83	6,97	6,79	6,88	6,71	5,94	6,31	7,18	5,94	5,39	6,64	6,46
P2O5	0,19	0,00	0,02	0,04	0,04	0,07	0,08	0,10	0,01	0,11	0,12	0,02	0,00	0,09
SO3	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,04	0,05	0,06	0,07	0,11	0,04	0,05	0,00	0,01
V2O5	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00
Cr2O3	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,05
LOI	0,79	0,60	0,68	0,77	0,61	1,46	1,23	1,02	0,77	0,66	2,18	1,69	1,93	0,71
Toplam	99,95	99,87	99,91	99,91	99,99	99,74	99,82	99,85	99,92	99,98	99,70	99,69	99,74	99,94
Alk	6,74	15,48	12,79	12,71	12,92	11,39	12,02	12,38	12,70	12,36	10,85	11,44	11,39	11,33
CNK	15,64	17,12	13,55	13,48	14,53	11,89	13,28	13,35	14,13	14,70	12,87	14,03	12,30	12,03
Fe+Mg	10,20	0,75	1,81	1,55	1,99	3,01	2,55	1,89	2,08	3,16	1,39	1,67	1,45	1,56
Rb	161,6	369	262,5	271,3	279,7	367,4	275,9	339	335,8	320,7	318,7	258,3	289	329,4
Ba	364,2	47,5	248,7	228,9	213,6	797,4	372,5	348	311	522,2	116,7	933,6	68,8	512,9
Th	10	11,9	109	100,7	105,2	93,7	145,2	131,2	109,5	96,9	58,8	65,4	38,4	54,1
U	8,3	26,5	13,7	8,7	19,2	13,2	15,7	22,8	18,2	15,9	13,4	33,2	30,8	28,3
Ta	4,1	2,9	2,6	2,8	3,3	4,4	2,7	5,4	3,6	3,7	2,6	2,8	3,9	3
Nb	19,2	31,4	17	15,4	12,7	61,9	44,6	42,8	33,5	45,5	87,8	60,6	48,9	24,2
Ce	89	176,8	460,1	387,5	311,8	528,8	498,9	386,5	202,3	371,9	304,5	152,6	98,1	41
Hf	3,5	2,7	6,2	6,8	4,6	9,4	7,7	8,4	11,6	8,2	3,3	9,6	7,6	6,8
Zr	159,5	51,4	291,9	209	295,8	486,3	584,9	565,9	571,1	476,9	155,4	477,1	305,4	254,2
Y	23,7	1,3	1,1	1,1	1,2	6,2	1,3	8,3	6,5	18,7	1,2	1,3	1,1	3,6
Sr	428,7	339,8	256,3	288,2	348,7	481	240,8	149,5	304,4	406,9	218,5	720,9	71,9	495,7
Co	32,3	8,7	13	16,2	29,4	20,1	15	12,9	15,4	23,4	11	12	17	17,9
Ga	20,6	28,4	23	22,9	23,9	27,9	23,4	29	27,9	23	34,2	34	33,2	22,4
La	54	126,9	305,4	226	177,4	339,5	329,9	231,7	125	220,8	246,4	108,1	63,8	30,5

EK 3 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin ana (%)ve iz element (ppm)analiz sonuçları (devam)

Örnek No	BUZ-94	BUZ-95	BUZ-08	BUZ-09	BUZ-10	BUZ-109	BUZ-11	BUZ-12	BUZ-13	BUZ-14	BUZ-15	BUZ-27	BUZ-43	BUZ-44
SiO2	67,81	65,97	65,95	62,68	66,15	65,17	65,84	63,46	66,01	63,70	65,86	57,98	65,78	65,30
TiO2	0,14	0,16	0,11	0,33	0,06	0,23	0,12	0,27	0,08	0,23	0,15	0,24	0,05	0,12
Al2O3	16,99	17,60	17,39	15,69	16,84	17,19	17,17	16,19	17,93	16,18	16,92	21,48	17,10	16,86
Fe2O3	1,28	2,16	1,84	4,60	1,78	1,98	1,82	3,63	1,46	3,80	1,99	2,26	1,36	1,63
MnO	0,03	0,02	0,03	0,20	0,09	0,06	0,07	0,17	0,02	0,17	0,04	0,10	0,05	0,07
MgO	0,22	0,18	0,04	0,03	0,03	0,19	0,02	0,03	0,06	0,03	0,06	0,27	0,18	0,33
CaO	1,12	0,73	0,40	3,92	0,70	1,55	0,90	2,77	0,86	2,70	1,07	3,19	1,07	2,11
Na2O	5,02	5,34	6,05	5,52	5,22	5,21	6,12	5,14	6,28	5,47	5,76	4,33	5,03	4,49
K2O	6,01	6,38	6,93	6,14	7,93	7,34	7,03	6,59	5,94	6,59	7,11	7,08	8,18	8,04
P2O5	0,06	0,10	0,08	0,04	0,06	0,09	0,04	0,06	0,08	0,09	0,12	0,05	0,07	0,09
SO3	0,01	0,00	0,15	0,09	0,12	0,06	0,10	0,10	0,05	0,07	0,06	0,02	0,15	0,18
V2O5	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,00	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01
Cr2O3	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
LOI	1,12	1,13	0,88	0,64	0,84	0,76	0,69	1,43	1,04	0,85	0,73	2,79	0,91	0,66
Toplam	99,82	99,80	99,90	99,94	99,88	99,88	99,98	99,90	99,86	99,93	99,89	99,78	99,99	99,93
Alk	11,03	11,72	12,98	11,66	13,14	12,54	13,16	11,73	12,22	12,05	12,86	11,41	13,21	12,53
CNK	12,15	12,45	13,38	15,58	13,84	14,09	14,05	14,50	13,09	14,75	13,94	14,59	14,28	14,64
Fe+Mg	1,50	2,34	1,88	4,63	1,80	2,17	1,85	3,66	1,52	3,83	2,04	2,52	1,54	1,97
Rb	262,6	310,5	361,7	294,6	372,4	283,4	345,7	305,3	266	368,2	335,8	332,9	319,8	298,7
Ba	393,4	432,5	291,4	275,8	695,5	407,6	364,9	132,8	280,9	148,7	355,5	945,2	1478	136,5
Th	33,9	54,8	60,6	140,6	79	136,5	89,7	122,9	79	93,3	48	121,5	28,3	30,5
U	11,5	23,2	8,9	20,6	13,8	26,4	9,2	21,7	13,7	16,6	8,1	21,9	16,1	0,7
Ta	3,1	3,5	2,8	4,1	3,7	2,8	3,2	4,1	3,2	4,7	2,9	3,5	3,3	3,2
Nb	28	39,6	18	24,8	11,6	46,6	15,1	32	21,8	28,2	24,3	44,5	15,9	2
Ce	86,2	208,8	219,5	705,1	180,3	502,1	233,3	2126	231,1	319,4	270,9	980,5	91,1	4,7
Hf	4,6	6,3	5,1	11,3	5,7	4,3	7,9	10,5	3,5	11,5	4,1	7	4,3	3,3
Zr	212,9	302,7	225,7	670	291,2	242,2	364,2	457,4	293,2	573,3	293,9	823,7	131,3	11,1
Y	3,5	3	1,3	15,4	1,5	1,2	4,7	9	3,6	45,4	1,2	7,9	8,7	6,8
Sr	625	676,7	249	280,8	326,8	480,8	263,3	268	324,7	201,3	295,3	437,1	1319	1351
Co	12,1	12,8	13,4	23	21,7	14	20,8	33,2	17,5	35,8	14	16	13	13
Ga	23,3	24	25,2	24,8	20,8	19,6	24,1	22,7	26,9	30,3	25,8	24	20,4	20,6
La	54,6	135	160,6	496,8	111,6	277,4	141,1	1954	156,5	192,5	171,4	738,3	55,6	2,5

EK 3 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin ana (%)ve iz element (ppm)analiz sonuçları (devam)

Örnek No	BUZ-45	BUZ-77	BUZ-78	BUZ-79	BUZ-80	BUZ-81	BUZ-82	BUZ-83	BUZ-84	BUZ-85	BUZ-86	BUZ-87	BUZ-88	BUZ-89
SiO2	64,84	65,79	64,49	64,28	64,54	64,09	66,02	63,98	64,17	63,95	54,23	58,74	59,04	58,31
TiO2	0,07	0,06	0,12	0,13	0,12	0,11	0,02	0,11	0,14	0,14	0,10	0,07	0,11	0,09
Al2O3	16,60	17,45	16,58	17,21	17,66	17,12	17,63	17,75	17,33	17,03	23,60	24,90	25,64	24,37
Fe2O3	2,07	1,32	2,33	1,79	1,61	1,89	0,98	1,88	1,95	2,20	1,82	1,59	0,92	1,82
MnO	0,08	0,03	0,08	0,07	0,06	0,07	0,03	0,08	0,06	0,07	0,08	0,12	0,02	0,13
MgO	0,50	0,18	0,33	0,60	0,26	0,37	0,14	0,29	0,43	0,19	0,21	0,33	0,26	0,25
CaO	2,54	0,99	2,31	2,29	2,15	2,55	0,83	2,88	1,87	2,65	4,58	0,17	0,10	0,15
Na2O	4,73	5,54	5,31	4,98	5,81	5,76	5,66	4,32	5,06	4,58	1,93	3,56	3,23	2,62
K2O	7,42	7,15	6,82	6,98	6,78	6,93	7,80	7,27	7,64	8,05	9,06	8,48	8,92	9,50
P2O5	0,10	0,08	0,19	0,12	0,15	0,13	0,03	0,17	0,18	0,11	0,02	0,11	0,01	0,05
SO3	0,18	0,10	0,12	0,11	0,09	0,05	0,12	0,08	0,08	0,18	0,00	0,05	0,00	0,04
V2O5	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,00	0,02
Cr2O3	0,02	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01
LOI	0,70	1,22	1,10	1,20	0,67	0,85	0,62	0,94	0,85	0,75	3,52	1,66	1,59	2,20
Toplam	99,90	99,93	99,84	99,85	99,94	99,93	99,97	99,81	99,83	100,00	99,18	99,87	99,85	99,57
Alk	12,15	12,69	12,14	11,96	12,59	12,68	13,46	11,59	12,70	12,63	11,00	12,05	12,15	12,12
CNK	14,69	13,68	14,44	14,25	14,74	15,23	14,30	14,47	14,57	15,28	15,58	12,21	12,25	12,27
Fe+Mg	2,58	1,50	2,66	2,39	1,86	2,26	1,12	2,17	2,38	2,39	2,04	1,92	1,18	2,07
Rb	268,1	318,5	279,9	246,1	258,1	242	280,7	244,9	247,3	275	331	325,7	333,7	331,3
Ba	1473	1087	1300	1361	1042	1370	1089	1387	1419	1132	974,2	718,8	743,1	982,9
Th	39,1	32	50	27,1	21,4	41,5	23,2	47,6	23,6	24,2	38,8	69,7	49,7	56,7
U	9,2	22,6	16	20,2	16,1	15,9	6,6	7,7	8,1	10,5	7,3	14,9	6,9	7
Ta	2,9	3,2	2,5	3,9	3,2	3,1	2,8	3	2,9	3,6	3,2	3	2,8	5,2
Nb	19,3	25,6	31,3	26,2	28,5	23,3	10,1	29,8	25,2	20,5	20,1	18,8	21,5	17,7
Ce	107,1	95,5	105,5	251,8	48,7	156,7	115,1	170,5	181,9	133,5	298,3	528,4	65,5	505,5
Hf	5,6	5,4	6,5	5,8	2,5	2,9	5,9	3,6	5,1	3,4	3,6	5,9	6,5	8,5
Zr	136,5	213,6	250,9	155,9	142,8	407,5	526,6	250,8	204,6	247,5	207,6	222,2	239,5	200,9
Y	10,1	1,3	5,4	6,6	3,2	3,7	0,6	7,1	8,1	27,9	1,2	1	1,2	2,8
Sr	1453	852,5	964,6	1011	917,6	1005	941,2	1102	887,5	1036	478,6	343,1	316	355,7
Co	15	12	20,1	16	14	23,2	12,2	14	14	24,5	19,4	12,6	10	16,2
Ga	17,7	26,8	23,5	21,5	21,7	22,5	23,7	21,8	20,1	20,3	22,8	26,9	25	21,8
La	67,9	55,5	53,6	162,7	22,3	108,2	82,7	103,3	121,8	89,8	230,7	321,6	45,5	426,3

EK 3 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin ana (%)ve iz element (ppm)analiz sonuçları (devam)

Örnek No	BUZ-90	BUZ-91	BUZ-92
SiO2	58,12	57,19	64,62
TiO2	0,15	0,10	0,11
Al2O3	25,26	26,48	17,14
Fe2O3	2,25	1,72	1,75
MnO	0,15	0,03	0,06
MgO	0,17	0,25	0,34
CaO	0,19	0,18	2,07
Na2O	3,12	2,69	4,95
K2O	8,35	9,05	7,43
P2O5	0,04	0,07	0,14
SO3	0,02	0,00	0,08
V2O5	0,02	0,02	0,00
Cr2O3	0,01	0,00	0,01
LOI	1,94	2,00	1,22
Toplam	99,79	99,78	99,98
Alk	11,47	11,73	12,38
CNK	11,66	11,91	14,45
Fe+Mg	2,42	1,97	2,09
Rb	312,8	336,9	266,2
Ba	833,2	680,2	1171
Th	63,6	78,7	49,4
U	7,3	35,6	7
Ta	2,8	2,8	3,5
Nb	31,1	8	22,6
Ce	178,9	403,7	243,9
Hf	6,9	2,5	5,7
Zr	257,2	111,3	286,1
Y	1,3	3,1	15,5
Sr	549,3	412,8	867,8
Co	14,6	17	17,4
Ga	27,5	23,9	19,3
La	119,5	215,7	163

EK 4 Buzlukdağı Siyenitoyidi'nin nadir toprak element analiz sonuçları (ppm)

Örnek No	BUZ-12	BUZ-84	BUZ-109	BUZ-44	BUZ-77	BUZ-37	BUZ-114	BUZ-95
La	1890,40	82,40	211,30	50,50	41,00	82,90	209,20	85,50
Ce	2296,00	149,10	436,30	97,50	78,30	121,30	281,00	150,10
Pr	126,89	14,07	33,32	9,94	7,80	8,56	17,29	16,41
Nd	247,00	44,90	83,00	35,30	25,20	17,70	31,80	52,70
Sm	11,28	5,49	4,08	5,06	2,47	0,79	1,03	4,18
Eu	1,24	1,11	0,47	1,11	0,52	0,09	0,11	0,70
Gd	0,05	3,05	0,05	3,27	0,85	0,05	0,05	1,16
Tb	0,37	0,50	0,10	0,49	0,14	0,02	0,02	0,19
Dy	1,88	2,47	0,34	2,42	0,58	0,07	0,10	0,91
Ho	0,25	0,40	0,04	0,45	0,09	0,02	0,02	0,13
Er	0,77	1,20	0,15	1,33	0,28	0,04	0,05	0,38
Tm	0,14	0,18	0,03	0,22	0,04	0,01	0,01	0,07
Yb	1,07	1,23	0,17	1,45	0,27	0,05	0,05	0,46
Lu	0,17	0,17	0,03	0,23	0,04	0,01	0,01	0,07
Y	12,70	13,90	2,90	15,90	3,20	0,50	0,60	5,60

Örnek No	BUZ-05	BUZ-93	BUZ-53	BUZ-16	BUZ-49	BUZ-23	BUZ-28	BUZ-26
La	287,10	36,90	155,50	146,30	122,90	108,10	144,60	94,00
Ce	492,80	68,10	322,50	264,20	197,30	225,40	256,00	160,20
Pr	37,24	6,76	26,04	21,33	16,87	19,84	21,86	13,89
Nd	86,60	21,40	67,80	54,10	52,30	66,00	62,00	43,40
Sm	3,83	1,94	4,34	3,25	6,30	7,66	5,15	4,85
Eu	0,45	0,38	0,43	0,44	1,35	1,20	0,86	0,85
Gd	0,05	0,76	0,40	0,60	4,00	4,15	1,67	2,42
Tb	0,15	0,14	0,15	0,13	0,63	0,65	0,27	0,39
Dy	0,76	0,69	0,62	0,56	3,00	3,11	1,16	1,89
Ho	0,12	0,14	0,10	0,07	0,55	0,53	0,14	0,32
Er	0,40	0,40	0,33	0,20	1,75	1,71	0,40	0,97
Tm	0,06	0,06	0,06	0,02	0,29	0,28	0,07	0,16
Yb	0,36	0,42	0,46	0,16	1,92	1,81	0,38	1,03
Lu	0,05	0,07	0,07	0,02	0,28	0,27	0,05	0,15
Y	4,50	5,00	5,40	2,90	19,70	20,80	5,80	12,40

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Kıymet DENİZ

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 07/08/1984

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Esenevler Süper Lisesi (1998-2002)

Lisans : Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü (2003-2008)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı (Eylül 2008-Ağustos 2010)

### Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi (2010-...)

### Yayımları (SCI ve diğer)

KADIOĞLU, Y.K., ÜSTÜNDAĞ, Z., DENİZ, K., YENİKAYA, C. and ERDOĞAN, Y. 2009. XRF and Raman Characterization of Antimonite, Instrumentation Science and Technology, 37: 683-696.

### Ulusal/Uluslararası Konferans/Sempozyumlarda Sunulan Bildiriler

**DENİZ, K.** ve KADIOĞLU, Y.K. 2009. Çataldağ ve Ilıca Granitoidinin Jeokimyasal ve Petrografik Karşılaştırması, Batı Anadolu, Türkiye, 62.Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı, 642-643.

**DENİZ, K.** ve KADIOĞLU, Y.K. 2010. Buzlukdağı Siyenitoidindeki Geç Mesozoyik Alkalen Kayaçların Petrolojik Özellikleri, İç Anadolu, Türkiye, 4. Ulusal Jeokimya Sempozyumu Bildiri Özleri Kitabı, 57-58.

TÜRKMEN, F., **DENİZ, K.**, BAYRAMİN, İ. and KADIOĞLU, Y.K. 2010. Geological and Mineralogical Properties of a Soil Formed on the Augite-Basalt Rocks in Ordu Conditions. International Soil Science Congress, Abs. book, p:177 26-28 May 2010 Samsun, TURKEY.

### **Ulusal/Uluslararası Konferans/Sempozyumlarda Sunulacak Bildiriler**

**DENİZ, K.** ve KADIOĞLU, Y.K. 4-7 Ekim 2010. Ksenolit Türü Anklavların Petrolojik Önemi: Buzlukdağı Siyenitoidi, Kırşehir Türkiye, Selçuk Üniversitesi 35.Yıl Jeoloji Sempozyumu Bildiri Özleri Kitabı.

**DENİZ, K.** ve KADIOĞLU, Y.K. 13-16 Ekim 2010 Uvarovit Mineralinin Alkali Magmatik Kayalardaki Önemi: Kırşehir, İç Anadolu, Türkiye Karadeniz Teknik Üniversitesi 45.Yıl Jeoloji Sempozyumu Bildiri Özleri Kitabı.

**DENİZ, K.** ve KADIOĞLU, Y.K. 4-8 October 2010. Investigation of Buzlukdağı (Kırşehir-Turkey) Syenitoids by Confocal Raman Spectroscopy, METU Tectonic Crossroads: Evolving Orogens of Eurasia-Africa-Arabia.