

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MURSAL (SİVAS-DİVRİĞİ) MAGMATİK KAYAÇLARININ
JEOLOJİSİ VE PETROLOJİSİ**

Nebiye İnci ÇETİN

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2007**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Nebiye İnci ÇETİN tarafından hazırlanan “**Mursal (Sivas-Divriği) Magmatik Kayaçları’nın Jeolojisi ve Petrolojisi** ” adlı tez çalışması 02 / 11 / 2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Yusuf K. KADIOĞLU
Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği ABD

Başkan : Prof. Dr. Nilgün GÜLEÇ,
Orta Doğu Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği ABD

Üye : Prof. Dr. Umran DOĞAN
Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği ABD

Üye : Doç. Dr. Yusuf K. KADIOĞLU
Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği ABD

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ülkü MEHMETOĞLU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MURSAL (SİVAS-DİVRİĞİ) MAGMATİK KAYAÇLARI'NIN JEOLJİSİ VE PETROLOJİSİ

Nebiye İnci ÇETİN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU

Mursal magmatik kayaçları; Divriği (Sivas) ilçesinin yaklaşık 30 km güney batısında Mursal Köyü çevresinde yüzeylemektedir. Bunlar başlıca Mursal siyenitoidi ve Yamadağ volkaniklerinden oluşmaktadır. Mursal Siyenitoidi özellikle Mursal Köyü'nün doğusunda, Höyüktepe'nin ve Hıncının Sırtı eteklerinde önemli ölçüde ayrışma göstererek yüzlek vermiş ve yaklaşık olarak 6 km² lik küçük bir alanı oluşturmaktadır. Mursal Siyenitoidi ince ve iri kristalinli olup piroksenli andezit, silisleşmiş andezit, andezit ve aglomera türündeki kayaçlardan oluşan Yamadağ Volkanitleri tarafından örtülmektedir. Mikroskop altında Mursal Siyenitoidi; foid siyenit, foid monzosiyenit, ve foid monzosiyenit porfir bileşimindedir. Bu siyenitoid genel olarak ortoklaz, mikroklin, nefelin, plajiyoklaz, $\pm$ kuvars, $\pm$ piroksen ana bileşende, amfibol, titanit, apatit, zirkon ve opak mineral bileşimi içermektedir. Kayaçlarda kuvarsın genellikle silisleşme sonucu ikincil olarak olduğu gözlenmiştir. Mursal Siyenitoidi az da olsa oval ve yuvarlağımsı mafik magmatik anklavlar (MMA) içermektedir. Anklavlar daha çok ana kütlelerin iri kristalize olanlarının içerisinde gözlenmektedir. Anklavlar; ince kristalin, subofitik dokulu, başlıca amfibol, piroksen ve oligoklaz-andezin mineralleri içererek diyorit ve kuvars diyorit bileşimindedir. MMA'nın yer yer iğnemsiz apatit, kamamsı biyotit, poikilitik dokulu feldspat ve oceller dokulu kuvars ve feldspat içermeleri, magma karışım ürünü anklavlar olabileceğini göstermektedir.

Raman Konfokal Spektrometresi çalışmalarında siyenitoid içerisindeki felsik minerallerin başlıca feldspat ve feldspatoidlerden olduğu gözlenmiştir. Feldspatoidlerin nefelin ve feldspatların ise ortoklaz ve albit bileşiminde olduğu ortaya konmuştur. Nefelinlerin 120, 198, 455, ortoklazların 280, 470, 510 ve albitlerin ise 275, 480 ve 510 Raman pik değerine sahip olduğu görülmüştür. Siyenit içerisindeki nefelinlerin önemli bölümü albit ve ortoklaza dönüşmüş olup ve nefelinler daha çok yamalar halinde kristalin içerisinde kalıntılar şeklinde gözlenmiştir. Piroksen kristallerinin önemli bir bölümünün tremolit, aktinolit ve hematite dönüştüğü belirlenmiştir.

Yapılan jeokimyasal incelemeler sonucu Mursal Siyenitoidi'nin çoğunlukla alkalin ve metaaluminyumlu, Yamadağ Volkanikleri'nin subalkali ve metaaluminyumlu, anklav örneklerinin ise alkali-subalkali karakterli olduğu görülmektedir. Mursal Siyenitoidi'nin örneklerin önemli bir kısmı Na, K, Al açısından önemli ölçüde zenginleşme göstermektedir. Siyenitoid ve anklavların tektonik yerleşim diyagramlarında (Y-Nb, Y+Nd-Rb) Levha içi Granitleri (WPG) alanında yer aldığı görülmektedir. Yamadağ Volkanikleri'nin ise Volkanik Yay Granitleri (VAG) alanında yer aldığı görülmektedir. Eser elementlerin Okyanus Ortasırtı Granitoidleri (ORG)'ne göre normalize edilmiş örümcek diyagramında ise daha çok LIL ve kısmen HFS elementlerince zenginleşme gözlenmektedir.

2007, 86 sayfa

Anahtar Kelimeler: Mursal, Sivas, Yamadağ, siyenitoid, anklav, Konfokal Raman

ABSTRACT

Master Thesis

GEOLOGY AND PETROLOGY OF MURSAL (SİVAS-DİVRİĞİ) MAGMATIC ROCKS

Nebiye İnci ÇETİN

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

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU

Mursal magmatic rocks crops out in the vicinity of Mursal village and approximately 30 km to Southwest of Divriği (Sivas). These magmatic rocks are composed of Mursal syenitoid and Yamadağ volcanic rocks. Mursal Syenitoid is extremely disintegrated and mostly crop out at Höyüktepe and at Hindinin Ridge to the east of Mursal Village covering a small area about 6 km². Mursal Syenitoid has fine and coarse crystalline texture and covers by Yamadag Volcanics comprised of pyroxene andesite, silicification andesite, andesite and agglomerate. The syenitoid is foid syenite, foid monzosyenite, and foid monzosyenite porphyry in the composition under the microscope. These rocks are mainly composed of orthoclase, microcline, nepheline, plagioclase, $\pm$ quartz $\pm$ pyroxene and amphibole, titanite, apatite, zircon and opaque minerals in rare amounts. Quartz are observed as a secondary mineral due to the silification within these rocks. Mursal Syenitoid has mafic magmatic microgranular enclaves (MME) in rare amounts. These enclaves are mainly observed within the coarse crystalline syenitoid. The enclaves have fine crystalline subophitic texture and are composed of amphibole, pyroxene and oligoclase-andesine in the composition of diorite and quartz diorite. These MME have acicular apatite, bladed biotite, poikilitic feldspar and quartz feldspar ocelli and hence are magma mixing-mingling enclaves in nature.

Confocal Raman Spectrometry investigations reveal that the felsic minerals of the syenitoid are mainly composed of feldspars and feldspathoids. Feldspathoids are in the composition of nepheline and feldspars are in the composition of orthoclase and albite. Nepheline has 120, 198, 455, orthoclase has 280, 470, 510 and albite has 275, 480 and 510 Raman spectra peaks. Most part of the nepheline is largely to the transformed in to orthoclase and albite and nepheline is mostly observed as patches within these crystals. Pyroxene crystals are mostly altered to the tremolite, actinolite and hematite.

Whole rock geochemistry reveals that Mursal Syenitoid is mostly alkaline and metaluminous, Yamadag Volcanic is subalkaline and metaluminous and MME are alkaline-subalkaline in nature. Most samples of Mursal Syenitoid show enrichment in Na, K, Al content. Tectonic discrimination diagrams (Y-Nb, Y+Nd-Rb) reveal within plate granite (WPG) origin for syenitoid and enclaves. Yamadag Volcanics mostly plot in the field of oceanic Arc Granite (VAG) in the discrimination diagrams. The ORG normalized elemental patterns of trace elements in spider diagrams reveal enrichment in LIL and slight enrichment in HFS elements.

2007, 86 pages

Key Words: Mursal, Sivas, Yamadag, syenitoid, enclave, Confocal Raman

TEŞEKKÜR

2004-2007 yılları arasında Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak yürütülen bu çalışma, Doç. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU danışmanlığında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmamın her aşamasında destekleyen, mesleki bilgi ve birikimleri ile değerli görüş ve eleştirilerinden yararlandığım danışmanım Doç. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU'na (AÜMF)

Arazi çalışmalarına imkan sağlayan MTA Genel Müdürlüğü Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı'na ve arazi çalışmalarımın yürütülmesi aşamasındaki yardımlarından dolayı başta Dr. Özcan DUMANLILAR ve Selahattin YILDIRIM'a (MTA) olmak üzere , MTA Orta Anadolu Bölge Müdürlüğü'nden (Malatya) Yük. Müh.Yunus AY ve Ömer TURGUT'a

Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği laboratuvarlarında gerçekleştirdiğim çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen araştırma görevlileri Oğuz ZOROĞLU, Erdem DOKUZ ve Dr. Tamer KORALAY'a

Laboratuvar çalışmalarımı imkanları dahilinde gerçekleştirdiğim MTA Genel Müdürlüğü Mineraloji-Petrografi Araştırmaları Koordinatörlüğü'ne ve laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen MTA Genel Müdürlüğü Mineraloji-Petrografi Araştırmaları Koordinatörlüğü çalışanlarından Yük. Müh. Beyit YILMAZ, Yük. Müh. Halide DUMANLILAR, Yük. Müh. İnciser GİRGİN, Yük. Müh. Bilgin ÇİFTÇİ, Yük. Müh. Nurhan DEMİRSU, Yük. Müh. Banu PARLAK, Özgül AFŞİN'e

Ayrıca çalışmalarımın yürütülmesi sırasındaki sabır ve anlayışından dolayı ailemin tüm bireylerine teşekkür ederim.

Nebiye İnci ÇETİN

Ankara, Kasım 2007

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışma Alanının Tanımı	1
1.2 Çalışmanın Amacı	2
1.3 Çalışma Materyalleri ve Yöntemleri	2
1.4 Önceki Çalışmalar.....	3
2. GENEL JEOLojİ.....	11
2.1 Bölgesel Jeoloji	11
2.2 Çalışma Alanının Jeolojisi.....	19
2.2.1 Sedimanter Kayaçlar	21
2.2.2 Yamadağ Volkanikleri.....	22
2.2.3 Mursal Siyenitoidi	24
3. PETROGRAFi	26
3.1.Sedimanter Kayaçlar	26
3.2 Yamadağ Volkanikleri.....	27
3.2.1 Piroksenli Andezit	27
3.2.2 Silisleşmiş Andezit.....	29
3.2. 3 Andezit	30
3.2.4 Aglomera.....	31
3.3 Mursal Siyenitoidi	33
3.3.1 Foid Siyenit	33
3.3.2 Mafik Magmatik Anklavlar	37
3.3.3 Foid Monzosiyenit	40
3.3.4 Foid Monzosiyenit Porfir.....	41
4. KONFOKAL RAMAN SPEKTROMETRESİ ÇALIŞMALARI.....	43

4.1 Jeolojide Kullanımı	44
4.2 Yöntem	45
5. XRD ANALİZLERİ.....	54
6. JEOKİMYA.....	57
6.1 Ana Element Oksit Jeokimyası	64
6.2 Eser Elementlerin Jeokimyası.....	69
7.TARTIŞMA : PETROJENETİK ve TEKTOJENETİK İNCELEME	72
8. SONUÇLAR	81
KAYNAKLAR	83
ÖZGEÇMİŞ.....	86

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Ab	Albit
Amf	Amfibol
Ap	Apatit
AÜMF	Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Bio	Biyotit
cm	Santimetre
COLG	Çarpışma Granitoidler
G	Güney
GD	Güneydoğu
HFS	Kalıcılığı Yüksek (Elementler)
KB	Kuzeybatı
Km	Kilometre
Km ²	Kilometrekare
Ku	Kuvars
LIL	Büyük iyon yarıçaplı litofil (elementler)
m	Metre
Mkl	Mikroklin
mm	Milimetre
MMA	Mafik Magmatik Anklav
MTA	Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü
N	Kuzey
NTE	Nadir Toprak Elementleri
Oj	Ojit
Op	Opak mineral
OAKK	Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı
Or	Ortoklaz
ORG	Okyanus Sırtı Granitleri
Pr	Piroksen
Pl	Plajiyoklas
ppm	Part per million
REE	Nadir Toprak Elementleri
SEM	Taramalı elektron mikroskop
Syn-COLG	Çarpışmayla eş zamanlı granitoidler
TEM	Geçirmeli Elektron mikroskobu
Ti	Titanit
USGS	Amerikan Jeolojik Araştırmalar Kurumu
WPG	Kıta içi granitler
XRD	X Ray Difraktometre
XRF	X-Ray Floresans
VAG	Volkanik Yay Granitoidleri

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Çalışma alanının yerbulduru haritası	1
Şekil 1.2 Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nda yer alan üsttakımları gösteren jeoloji haritası (Kadıoğlu <i>et al.</i> 2006).....	9
Şekil 2.1 Türkiye'nin tektonik birlikleri (Okay 2004)	11
Şekil 2.2 Bölgesel jeoloji haritası (M.T.A. 2002 1/ 500 000 jeolojik haritasından değiştirilerek alınmıştır)	13
Şekil 2.3 Sivas ilinin genelleştirilmiş Maastrichtiyen-Kuvaterner yaşlı kesiti (Kurtman 1977; Öztürk 1979; Yılmaz 1984,1985, İnan vd. 1993)	15
Şekil 2.4 Çalışma alanının ölçeksiz şematik dikme kesiti	19
Şekil 2.5 Çalışma alanının (Mursal- Divriği) jeoloji haritası.....	20
Şekil 2.6 Çalışma alanının jeoloji-örnek yeri haritası ve A-A' doğrultusu boyunca alınan jeoloji kesiti	20
Şekil 2.7 Çalışma alanında örnek alım yerlerini gösteren harita	21
Şekil 2.8 Kumtaşı (soldaki resim) ve aglomera (Yamadağ Volkanikleri) içerisindeki kumtaşı anlavı (sağdaki resim)	22
Şekil 2.9 Yamadağ Volkanikleri'ne ait piroksenli andezitlerin yakından (soldaki resim) ve mostra (sağdaki resim) görünümü.....	23
Şekil 2.10 Aglomera (bloklı kül akması) içerisinde volkanik kayaç parçaları (sağdaki resim) ve Yamadağ Volkanikleri'ne ait andezit üyesi (soldaki resim)	23
Şekil 2.11 Çalışma alanının arazi görünümü	24
Şekil 2.12 Mursal Siyenitoidi'nin arazi (sağdaki resim)ve yakından (soldaki resim) görünümü	25
Şekil 2.13 Kataklaзма ile birlikte alterasyona maruz kalmış siyenitoid (soldaki resim) Siyenitoid içindeki mafik magmatik anklavlar. (sağdaki resim)	25
Şekil 3.1 Kumtaşı mikrofotografı a. Tek nikol, b. Çapraz nikol (k: karbonat bağlayıcı, ku: kuvars, op: opak mineral).....	26
Şekil 3.2 Yamadağ Volkanikleri'ne ait piroksenli andezit üyesinin mikrofotografı a.Tek nikol, b. Çapraz nikol (Pl: plajiyoklaz, Pr: piroksen, Amf: amfibol).....	28
Şekil 3.3 Tozlu doku gösteren plajiyoklaz içeren piroksenli andezitin mikrofotografı (çapraz nikol) (Pl: Plajiyoklaz, Amf: Amfibol, Pr: Piroksen)	28
Şekil 3.4 Piroksenli andezitte ışınal dizilmiş piroksen mikro kristallerinin mikrofotografı (tek nikol) (Ku: kuvars, Pr: Piroksen)	29
Şekil 3.5 Silisleşmiş andezitte amfibol pseudomorfları ve plajiyoklaz mikrolitleri ile yer yer silisleşmiş hamurun mikrofotografı a. Tek nikol, b. Çapraz nikol (Pl: Plajiyoklaz, Amf: Amfibol)	30
Şekil 3.6 Andezit içerisinde yarı özşekilli amfibol kristalleri ve hamur içerisindeki plajiyoklaz mikrolitleri ve volkan camının mikrofotografı a. Tek nikol, b. Çapraz nikol (Pl: Plajiyoklaz, Amf: Amfibol)	31
Şekil 3.7 Kuvarslı andezitin mikrofotografı (Tek nikol) (Pl: Plajiyoklaz, Ku: Kuvars, Amf: Amfibol).....	32
Şekil 3.8 Vitrofirik andezit (Çapraz nikol) (Pl: Plajiyoklaz, Ku: Kuvars, Amf: Amfibol, Bio: Biyotit).....	32

Şekil 3.9.a. Foid siyenitin arazi görünümü b. Foid siyenit içerisinde iri ortoklaz kristali ve pertitik dokunun mikrofotografı (Çapraz nikol) (Or: Ortoklaz, Ab:Albit)	33
Şekil 3.10.a. Foid siyenit içerisinde nefelin dönüşümü ortoklaz kristallerinin arazi görünümü b. Prizmatik ortoklaz kristalleri ve ikincil kuvars kristallerinin mikrofotografı (Çapraz nikol) (Or: Ortoklaz, Ku: Kuvars)	34
Şekil 3.11.a. Porfiro fanaritik dokulu foid siyenitin arazi görünümü b. Foid siyenitte kafes ikizli mikroklin, ortoklaz ve kuvars kristallerinin mikrofotografı (Çapraz nikol) c. İkincil kuvars kristalleri ile ortoklaz, plajiyoklaz, opak minerallerin mikrofotografı (Çapraz nikol) (Mkl: Mikroklin, Or:Ortoklaz, Ku:Kuvars, Pl: Plajiyoklaz, Op:Opak mineral)	35
Şekil 3.12.a. Foid siyenitin arazi görünümü b. Tek nikol, c. Çapraz nikol, foid siyenit içerisinde amfibol, biyotit ve opak minerallerin mikrofotografı (Or: Ortoklaz, Pl: Plajiyoklaz, Amf: Amfibol, Bio: Biyotit Op: Opak min.).....	36
Şekil 3.13 Foid siyenitte yarıözşekilli titanit kristallerinin mikrofotografı a. Tek nikol, b. Çapraz nikol (Or: Ortoklaz, Ku: Kuvars, Ti: Titanit, Op: Opak mineral)	37
Şekil 3.14.a. Foid siyenit içerisinde kuvars damarlarının arazi görünümü b. Kuvars damarının mikrofotografı (Çapraz nikol) (Ku:kuvars)	37
Şekil 3.15.a. Mafik magmatik anklavların arazi görünümü b. Tek nikol, c. Çapraz nikol, Mafik magmatik anklav ile siyenitoidin sınırının mikrofotografı (Or: Ortoklaz, Ku: Kuvars, Pl: Plajiyoklaz, Oj: Ojit, Bio: Biyotit , Op: Opak mineral)	38
Şekil 3.16.a. Mafik magmatik anklavların arazi görünümü b. Mafik magmatik anklav ile siyenitoidin sınırının mikrofotografı (Çapraz nikol) c. Mafik magmatik anklavda (MMA) iğnemi apatitin mikrofotografı (Tek nikol) (Or: Ortoklaz, Ku: Kuvars, Pl: Plajiyoklaz, Amf: Amfibol, Ap: Apatit, Bio:Biyotit)	39
Şekil 3.17.a. Mafik magmatik anklavda kamamsı biyotit oluşumunun mikrofotografı (Çapraz nikol) b. Mafik magmatik anklavda oseller dokulu kuvars ve plajiyoklazın mikrofotografı (Tek nikol) (Ku: Kuvars, Pl: Plajiyoklaz, Bio:Biyotit)	39
Şekil 3.18.a. Foid monzosiyenitin arazi görünümü b. Foid monzosiyenitin mikrofotografı (Çapraz nikol) (Or: Ortoklaz, Ku: Kuvars, Pl: Plajiyoklaz)....	40
Şekil 3.19 Altere foid monzosiyenitte ikincil kuvarsların mikrofotografı (Çapraz nikol) (Or: Ortoklaz, Ku: Kuvars, Pl: Plajiyoklaz)	41
Şekil 3.20.a. Foid monzosiyenit porfirin arazi görünümü b. Foid monzosiyenitporfirin mikrofotografı (Çapraz nikol) (Or: Ortoklaz, Ku: Kuvars, Pl: Plajiyoklaz)	42
Şekil 3.21 Altere foid monzosiyenit porfirda ortoklaz ve plajiyoklazlardaki killeşmenin mikrofotografı (Or: Ortoklaz, Pl: Plajiyoklaz).....	42
Şekil 4. 1 Örnek üzerine gönderilen laser ışını sonrası Raman ve Rayleigh ışınlarının oluşumu.....	44
Şekil 4.2.a. Mursal Siyenitoidi'ne ait foid siyenitteki nefelin dönüşümü ortoklaz kristalinin arazi görünümü b. Foid siyenitin Raman Konfokal Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta c. Foid siyenitteki ortoklaza ait 280, 470, 510 Raman pikleri	46

Şekil 4.3.a. Mursal Siyenitoidi'ne ait foid siyenitteki nefelin dönüşümü ortoklaz kristalinin arazi görünümü b. Foid siyenitteki Raman Konfokal Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta c. Nefelinlere ait 120, 198, 455 Raman pik değerlerini gösteren Raman pikleri d. Nefelinin Raman pik şiddetini gösteren diyagramlar.....	47
Şekil 4.4.a. Mursal Siyenitoidi'ne ait foid siyenitin arazi görünümü b. Foid siyenitin Raman Konfokal Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta c. Foid siyenitteki albite ait 275, 480 ve 510 Raman pikleri	48
Şekil 4.5 Foid siyenitteki titanite ait Raman pikleri (kırmızı renkli eğriler foid siyenite, mavi renkli eğriler ise referans alınan örneğe aittir).....	49
Şekil 4.6 Foid siyenitteki manyetite ait Raman pikleri (kırmızı renkli eğri foid siyenite, mavi renkli eğri ise referans alınan örneğe aittir).....	49
Şekil 4.7.a. Foid siyenitin Raman Konfokal Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta b. Foid siyenitteki ojite ait Raman pikleri.....	50
Şekil 4.8.a. Foid siyenitin Raman Konfokal Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta b. Foid siyenitteki piroksen dönüşümü aktinolite ait Raman pikleri.....	51
Şekil 4.9.a. Foid siyenitin Raman Konfokal Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta b. Foid siyenitteki biyotite ait Raman pikleri c. Biyotitin Raman pik şiddetini gösteren diyagram.....	52
Şekil 4.10.a. Foid siyenitin Raman Konfokal Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta b. Foid siyenitteki hematite ait Raman pikleri c. Hematitin Raman pik şiddetini gösteren diyagram.....	53
Şekil 5.1 Mursal Siyenitoidi 'ne (Mur-64) ait difraktogram.....	55
Şekil 5.2 Yamadağ Volkanikleri'ne (silisleşmiş andezit-Mur-13) ait difraktogram.....	56
Şekil 6.1 Örneklerin % SiO ₂ 'ye karşılık (Zr / TiO ₂)*0.0001 değişim diyagramı (Winchester ve Floyd 1977).....	64
Şekil 6.2.a. Örneklerin % SiO ₂ 'ye karşılık toplam alkali diyagramı b. AFM diyagramı (Irvine ve Baragar 1971) (A: Na ₂ O+K ₂ O, F: FeO+Fe ₂ O ₃ , M: MgO).....	65
Şekil 6.3 Al ₂ O ₃ / CaO+Na ₂ O+K ₂ O diyagramları (Maniar ve Piccoli 1989)	66
Şekil 6. 4'a % SiO ₂ 'e karşı %K ₂ O değişim diyagramı (Rickwood 1989) b %Na ₂ O+K ₂ O 'ya karşılık %SiO ₂ diyagramı (Peacock 1931).....	67
Şekil 6.5 Örneklerin % SiO ₂ 'ye karşılık ana oksit değerlerine karşı değişim diyagramı	68
Şekil 6.6 Eser element değişim diyagramları(Rb, Th, U, Ba, Zr, Hf, La, Ce).....	70
Şekil 6.7 Eser element değişim diyagramları(Ta, Nb, Sr, Y, Cs, Ga, Tl, Cr, Co, V, Pb, Bi, Cd).....	71
Şekil 7.1 Örneklerle ait ortalama (%) ana oksit histogram diyagramları.....	73
Şekil 7.2 Eser elementlerin okyanus ortası sırtı granitlerine (ORG) göre normalize edilmiş element bolluk diyagramları (Pearce <i>et.al.</i> 1984	74
Şekil 7.3.a. OAKK Plütonları içerisindeki Siyenit Üst Takımına ait eser elementlerin okyanus ortası sırtı granitlerine(ORG) göre normalize edilmiş element bolluk diyagramı (Kadioğlu <i>et al.</i> 2006) b. Mursal Siyenitoidi'ne ait (ORG) göre normalize edilmiş element bolluk diyagramı.....	75
Şekil 7.4 SiO ₂ 'e karşı Y ve Nb diyagramları (Pearce et al. 1984) (WPG: Levha İçi Granitleri, ORG: Okyanus Sırtı Granitleri, COLG: Çarpışma Granitleri) a. Normal okyanus ortası sırtı granitleri b. Anomalous okyanus ortası	

granitler c. Yay gerisi basen ortası granitler d. Subra-subduction zonuna (Yay önü havza sırtı) ait granitler	76
Şekil 7.5 Nb-Y ve Rb-Y+Nb diyagramları (Pearce <i>et al.</i> 1984) (VAG: Volkanik yay granitleri, WPG: Levha içi granitleri, ORG: Okyanus sırtı granitleri, Syn- COLG: Çarpışmayla eş zamanlı granitler)	77
Şekil 7.6 CaO-FeOt+MgO değişim diyagramı ve MgO-FeOt değişim diyagramı (Maniar and Piccolli 1989) (RRG: Rift benzeri granitler, CEUG Kıtasal epirojenik yükselme granitleri, IAG: Ada yayı granitleri, CAG: Kıta yayı granitleri, CCG: Kıtasal çarpışma granitleri, POG: Post orojenik granitler)...	78
Şekil 7.7 Rb/10, Hf, Ta*3 üçgen diyagramında (Harris <i>et al.</i> 1986)	79
Şekil 7.8 Rb/30, Hf, Ta*3 üçgen diyagramı (Harris <i>et al.</i> 1986).....	79
Şekil 7.9 Adakit ve klasik yay kayaçlarının ayırım diyagramı (Martin 1999).....	80
Şekil 7.10 TTG, Sanukitoid ve Closepet-tipi granitlerin ayırım diyagramı (Martin <i>et al.</i> 2005)	80

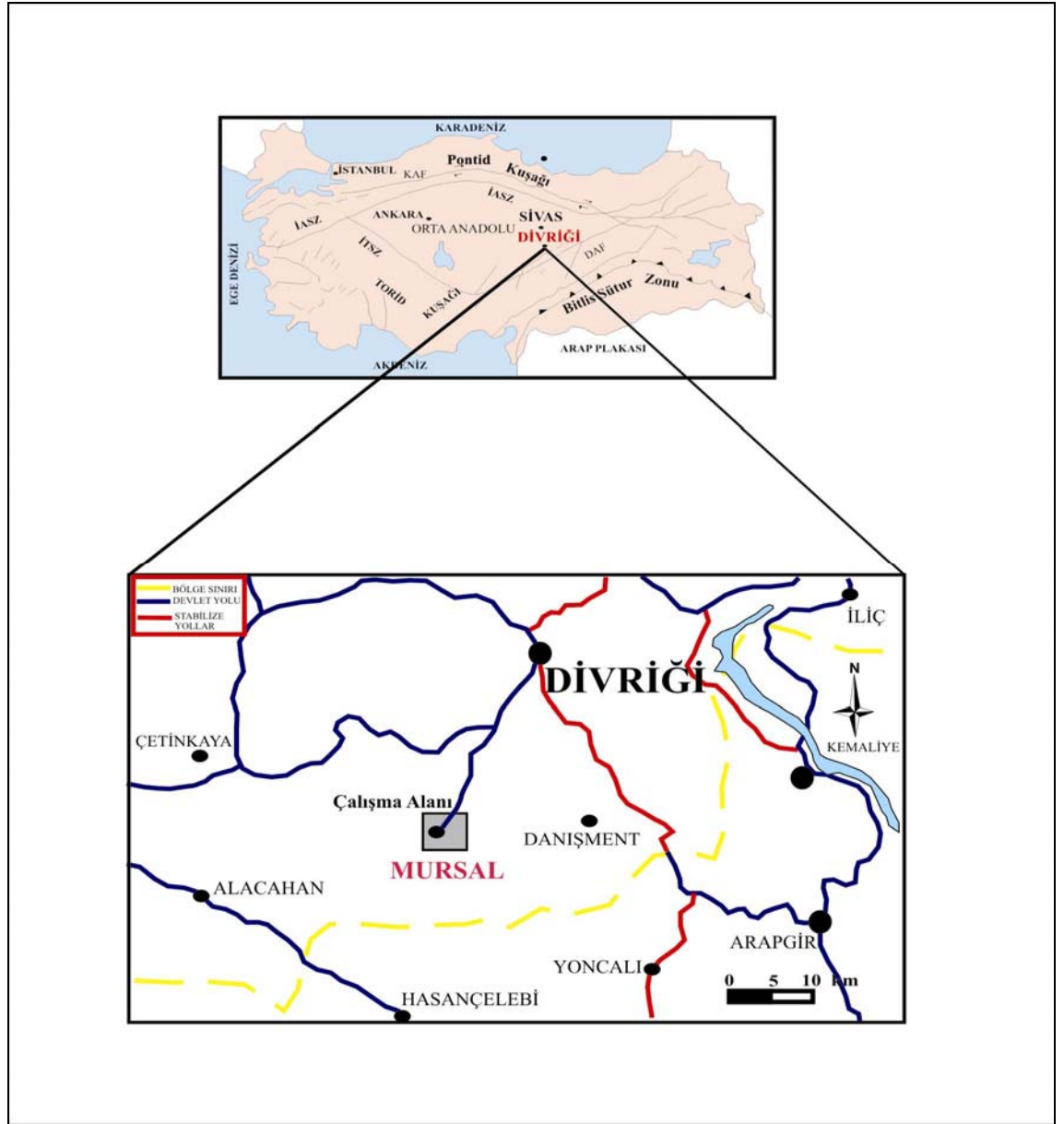
ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 6.1 Kayaçların ana oksit elemet analiz sonuçları (% ağırlık)	58
Çizelge 6.2 Kayaçların eser element analiz sonuçları (ppm olarak).....	60

1.GİRİŞ

1.1 Çalışma Alanının Tanımı

Çalışma İç Anadolu Bölgesi'nin doğusunda yer alan Sivas ilinin Divriği ilçesine bağlı Mursal Köyü ve çevresini kapsamaktadır. Mursal Köyü; Sivas İli, Divriği İlçesi'nin yaklaşık 30 km güneybatısında yer almaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Çalışma alanının yerbulduru haritası

Çalışma alanında yer alan ve Mursal Granitoidi şeklinde anlandırılan intrüzif kütle, 1/25000 ölçekli haritada Divriği J 39 –c2 paftasında yaklaşık olarak 6 km² lik küçük bir alanı oluşturmaktadır. Sahanın kuzeybatısında yer alan Mursal Köyü 1650 m kotlarında olup doğuya doğru 2400 m güneyde 2200 m kotları hakimdir. Mursal Köyü batısında kuzey güney yönleri boyunca Hikme Çayı üzerine kurulu Mursal Barajı bulunmaktadır. Uva Deresi, Maymunlu Deresi ve Ballık Deresi çalışma alanı içerisinde yer alan önemli kollarıdır.

1.2 Çalışmanın Amacı

Çalışma alanı Mursal Köyü mevkiindeki siyenitoid ve bunlarla soğuk dokanak ilişkisi sergileyen volkanik ve piroklastik kayaçları kapsamaktadır. Bu çalışmada Mursal Köyü ve çevresinde bulunan kayaçların 1/25000 ölçekli ayrıntılı jeoloji haritası, saha incelemeleri sırasında bölgeden toplanan örneklerin petrografik incelemeleri ve uygun görülen taze örneklerden jeokimyasal analizlerini yapmak, ayrılan plutonik, volkanik ve piroklastik kayaçların yayılımları, kayaçların petrografisi ve jeokimyası ile karşılaştırılarak makro ve mikro ölçekte dokusal ve petrojenetik yönden ilişkilendirilerek kökeni belirlemek amaçlanmıştır.

1.3 Çalışma Materyalleri ve Yöntemleri

Çalışma alanında amaca yönelik olarak arazi ve laboratuvar çalışmaları yapılmıştır. Öncelikle çalışma alanının 1/25000 ölçekli jeoloji haritası yapılmıştır. Arazi çalışmalarında amaca yönelik olarak 94 adet örnek alınmıştır. Hazırlanan bu numuneler Leica marka polarizan mikroskopta incelenmiştir. İncelemeler sonucunda numuneler mineralojik-petrografik olarak tanımlanmıştır. Ayrıca gerekli görülen 2 adet örnekte XRD çalışması yapılmıştır.

Siyenitoidin ve volkanik kayaçların petrojenezine ve oluşum şekline yönelik jeokimyasal analiz çalışmaları 40 adet siyenitoid ve 30 adet volkaniklerde gerçekleştirilmiştir.

Örneklerin magmatik diferansiasyon ve jeolojik süreçlerini belirlemek üzere Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde bulunan Mineraloji- Petrografi Araştırma Laboratuvarları'nda X-Lab 2000 Spectro Polarize XRF cihazı ile major oksit ve iz element analizleri yapılmıştır. Ayrıca siyenitoid içerisindeki feldispat ve diğer ana mineraller aynı laboratuvarda bulunan Jobin Yvin Raman Konfokal Spektrometresinde çalışılmıştır. Elde edilen Raman sonuçları tüm kayaç analizleri ile karşılaştırılıp magmatik sürecin gelişimi hakkında önemli bilgiler elde edilmiştir.

1.4 Önceki Çalışmalar

Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'ndaki granitoid kütlelerine yönelik jeolojik, petrolojik, jeokimyasal yönden pek çok çalışma yapılmıştır.

Bu tez çalışmasında alkali kayaçlar ana konuyu oluşturduğundan, bölgedeki alkali kayaçlara yönelik yapılan çalışmalara daha çok değinilmiştir.

Durgun (1972) inceleme alanını içeren çalışmasında birimleri, Eosen yaşlı diyorit-granodiyorit kompleksi ile Pliyosen-Pleistosen yaşlı aglomera, bazalt, andezit, Mesozoik yaşlı kireçtaşları ve Miyosen yaşlı jipsli seriler olarak tanımlamıştır.

Bayhan (1988) Kırşehir Masifi'nde yer alan, Bayındır-Akpınar (Kaman) yöresindeki alkali kayaçların siyenitoid ve volkanitler olduğunu ve bu kayaçların petrografik ve jeokimyasal özelliklerine göre, bir tek magmanın fraksiyonel kristallenmesi ile değil, farklı kaynak malzemelerden türemiş değişik magmalardan itibaren oluştuğunu belirtmiştir.

Zeck ve Ünlü (1989) çalışmalarında Sivas ili, Divriği ilçesinin birkaç km K-KB' sında yer alan, bileşimi kuvars-siyenitle diyorit arasında değişen bileşik bir karaktere sahip olan Murmano Plütunu, Divriği ofiyolit karmaşığına ait serpantinitle içerisinde sokulum

yaptığını belirtmiştir. Rb-Sr yöntemiyle elde edilen 110 + 5 milyon yıllık kayaç izokronu plütonun sokulum yaşını vermektedir.

İnceleme alanınınnda yüzeylenen volkanik kayaçlar Yılmaz (1991) tarafından Yamadağ Volkanikleri olarak adlandırılmıştır.

Göncüoğlu vd. (1993)'ne göre Orta Anadolu Kristalen Kompleksi (OAKK) içinde, geç Kretase yaşlı kalkalinden alkaline plütonlar, metamorfik ve ofiyolitik kayaçlar içindeki intrüzifler olup Mesozoik'te doğu Akdeniz bölgesinin evrimi içinde ana magmatik işaretler. Yani OAKK'nin magmatik, metamorfik ve ofiyolitik kayaçları içerdiği belirtilmiştir. OAKK içindeki plütonlar farklı yazarlar tarafından da ele alınmış, genel anlamda benzer sonuçlarla birlikte farklı görüşler de ortaya çıkmıştır. Metamorfitler üzerinde tektonik dokanakla yer alan ofiyolitik kayalar (Orta Anadolu ofiyolitleri), sıcak dokanaklarla plütonik kayalar kesmektedir.

Atabey vd. (1994) Yamadağ Volkanikleri'ni Obuz Volkaniti, Leylekdağ Andeziti, Tellalibaba Volkaniti ve Susuzdağ Volkaniti olarak ayırtlamıştır. Üst Oligosen –Alt Miyosen yaşlı Ulugüney Formasyonunun üzerinde Yamadağ Volkanitleri'ne ait kayaçlar uyumsuz olarak yer almaktadır. Kangal yöresindeki Akgedik istasyonu yakınlarındaki benzer lav akıntıları Üst Miyosen Pliyosen yaşlı Deliktaş Formasyonu içinde gözlenmiştir. Yamadağ Volkaniti'nin yaşı Kuluncak yakınlarındaki volkanik kayaçlar olarak denştirilip bu kayaçlarda yapılan radyometrik yaş tayinleri Burdugaliyen – Serravaliyen'e karşılık gelmektedir. Yamadağ Volkanikleri'nin yaşı bu verilere göre Miyosen- Pliyosen yaşlı olarak kabul edilmiştir. Ayrıca Hasançelebi granitoidi bu çalışmada incelenmiş ve siyenit, siyenit porfir ve monzonit porfir olarak ayırtlanmıştır.

Boztuğ vd. (1994)'nin İç-Doğu Anadolu alkalin provensi doğu kesimlerinde yüzeylenen Üst Eosen yaşlı Köseadağ plütonunu incelediği çalışmada, plütonun doğu kesimi, başlıca, orta-kaba ve ince taneli olmak üzere haritalanabilir iki fasiyese ayrılabilir. Ana kütleli oluşturan orta-kaba taneli fasiyes, çoğunlukla kuvars-

siyenit, siyenit ve ender olarak da monzonitik kayalardan oluşurken; ince taneli fasiyes ise diğerinin içerisinde küçük sokulumlar halinde gözlenmekte ve başlıca siyenitik kayalardan oluşmaktadır. Ana mafik mineralleri amfibol (hornblend-kersutit), klinopiroksen (ojit ve ender olarak egirinojit) ve biyotitten oluşan Köseadağ plütünü doğu kesimi siyenitik ve monzonitik kayalardan oluşmaktadır. Levha içi granitoidleri (WPG) karakteri gösteren Köseadağ plütününün, bu özelliklerinin, çarpışma sonrası (POST-COLG) bir jeodinamik ortama bağlı olarak gelişebileceği bazı eser element verileriyle de desteklenmektedir. Bu veriler ışığında, Köseadağ plütününün, Neo-Tetis'in kuzey kolunun kuzeye doğru yitimiyle ilgili çarpışmaya bağlı kabuk kalınlaşmasının sonlarında, pasif kenarda meydana gelen gerilme rejimi ile gelişebilecek olan-manto yükseliminden malzeme alan ve alt kabuktan da kirlenen bir petrojenezle sahip olabileceği düşünülmektedir.

Erler ve Bayhan (1995) Aksaray ilinin kuzeybatısından başlayıp, kuzeye doğru Sulakyurt ilçesine kadar uzanan, buradan doğuya dönerek Sivas iline kadar devam eden Orta Anadolu granitoidlerinin porfirik dokulu ve arenalaşmış bölümlerini çalışmışlardır. Orta Anadolu granitoidleri genellikle monzogranit, kuvars monzonit, granodiyorit ve yer yer kuvars siyenit bileşimini gösterirler.

Ünlü vd. (1995) çalışmalarında Divriği A-Kafa demir yatağının, serpantinler ve kireçtaşları ve/veya granitik kayalar arasındaki dokanakla, Divriği B-Kafa demir yatağının ise serpantinler ve kireçtaşları arasındaki dokanakla tektonik konumlu olarak yer aldığını belirtmektedir.

Yılmaz vd. (1995) Akdağ masifindeki Akdağmadeni litodemiini inceledikleri çalışmalarında birimlerin başlıca gnays, amfibolit ve şist ardışımı; şist ve mermer ardışımı ile mermer, kuvarsit gibi metamorfik kayalarla bu kayaları kesen gabro, granit, siyenit, monzonit ve tonalit gibi intruzif kayalardan oluştuğunu. İntruziflerin bir bölümü çarpışma sonrası bir evrede oluşmuş olup ayrıca birimi kesen kuvars damarları yaygın olarak izlenir.

Köksal ve Göncüoğlu (1997)'nin İdişdağı siyenitoidini kapsayan çalışmalarında, çalışma alanında makroskobik olarak feldispatça zengin, kuvarsça fakir pembe renkli kayalar siyenitoid olarak tanımlanmıştır. Tüm bu sonuçlar göre İdişdağı siyenitoidi çarpışma sonrası A-tipi granitoid olarak tanımlanmıştır

Aydın *et al.* (1998), Yozgat, Ağaçören, Ekecikdağ ve Cefalıdağ yörelerini OAKK'nin granitoidlerinin yerleşmiş olduğu alanlar olarak incelemişlerdir. Genel olarak Orta Anadolu Granitoidleri (OAG): C-tipi (kabuksal) lökograditler; H-tipi (hibrid) hornlend±K-feldispat megakristalleri±mafik granüler anklavlar içeren granitler olarak iki ana gruba ayırmışlardır. Granitoid magmatizmasının yerleşmesini izleyen siyenitoid magmatizma evresinde ilk fazı kuvars siyenitoidler (örneğin İdişdağı intrüzyonu) ikinci fazı feldispatoyidli siyenitoidler (örneğin Atdere intrüzyonu) oluşturur. Zaman boyunca OAKK'ndeki magmatizma türleri peralüminalıdan metaalüminalıya ve giderek alkaline/peralkaline doğru gelişir. C-tipi granitoidler OAKK'ndeki erken granitoid evresini temsil ederler ve çarpışma-sırası magmatizmasının ürünleri olarak kabul edilirler. H-tipi granitoidler ve siyenitoid intrüzyonları çarpışma-sonrası magmatizmasının, sırasıyla ilerlemiş ve son evrelerini temsil ederler. C-tipi granitoidler, olasılıkla üst kabuğa ait kayaçlarda kabuksal kalınlaşmanın yol açtığı kısmi ergime ile oluşmuştur. Bu evrede manto kökenli, mafik eriyiklerin katkısı belirgin olmadığı belirtilmiştir. H-tipi granitoidlerin arazi ve petrografik özelliklerinin çoğu bu kayaçların evriminde, litosferik sıyrılma sonucu olarak alt kabuğun mafik magma ile altlanması biçiminde açıklanabilen, manto kökenli mafik magma katkılarını gerektirir. Silikaca-doygun magmatizmadan silikaca-doygun olmayan magmatizmaya geçişin nedeninin ergime zonundaki su miktarındaki değişimler olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Boztuğ (1998)'a göre Orta Anadolu Granitoidleri içerisinde önemli bir birlik oluşturan Dumluca, Murmana, Karakeban, Köseadağ, Hasançelebi, Karaçayır ve Davulalan plütonları bu alkali plütonik birliğin doğu kesimini; Eğrialan, Baranadağ, Hamit, Çamsarı, Durmuşlu ve Bayındır plütonları ise batı kesimini oluşturmaktadır. Bu plütonlar, başlıca, silis bakımından aşırı doygun alkaline karakterli siyenitik-monzonitik ve silis bakımından tüketilmiş alkaline karakterli siyenitik bileşimli kayaçlardan

oluşmaktadır. Orta Anadolu alkali plütonlarının ana ve eser element jeokimyası verilerine göre belirgin bir şekilde “geç orojenik”, “levha içi” ve “çarpışma sonrası” karakteristikleri gösterdiği belirtmiştir. Mineralojik-kimyasal veriler, bölgesel jeolojik konum ile birlikte değerlendirildiğinde, çarpışma sonrası Orta Anadolu alkali plütonlarının oluşumu için şöyle bir jeodinamik evrim modeli ileri sürmüştür: Bu plütonizmanın magma kaynağı, Neo-Tetis’in kuzey kolunun, kuzeye doğru dalma-batmaya uğramasıyla meydana gelen suture zonu boyunca gelişen Anatolid-Pontid çarpışmasına bağlı kabuk kalınlaşmasından hemen sonra gelişen çarpışma sonrası gerilme rejimi altındaki litosferik incelmedir. Bu inceleme sırasında, Anatolidlerin pasif kenarında yükselmiş bulunan manto malzemesinin adiyabatik dekompresyonu mekanizması ile kısmi erime gelişmiştir.

Otlu ve Boztuğ (1998)’a göre Baranadağ ve Kortundağ plütonları İç Anadolu çarpışma sonrası alkali plütonizmasının, Kaman-Kırşehir yöresinde yüzeyleyen önemli üyelerini oluştururlar. Bunlardan Baranadağ plütonu, Baranadağ kuvars monzoniti olarak haritalanabilir bir litodem biriminden oluşurken; Kortundağ plütonu, Hamit kuvars-siyeniti, Durmuşlu nefelin-nozean-melanit siyenit porfiri, Bayındır nefelin-kankrinit siyeniti ve Çamsarı kuvars siyeniti gibi haritalanabilir dört litodem biriminden oluşmaktadır. Bayındır ve Durmuşlu alkalın kayaçları Baranadağ, Hamit ve Çamsarı birimlerinden farklı olan bir magma kaynağından fraksiyonel kristalleşmeyle oluşmuştur. Durmuşlu ve Bayındır birimlerinin kaynağı olan magmaların %10’ dan daha az ergime derecesiyle (non-modal Rayleigh/fraksiyonel tipi kısmi ergimeyle) zenginleşmiş üst mantodan kaynaklandığı ileri sürmüştür. Bu açıdan düşünüldüğünde Kaman yöresi (KB Kırşehir) alkalın kayaçlarının farklı zamanlarda üst manto malzemesinin farklı kısmi ergime derecesinde kısmi ergimesiyle oluşan iki farklı magma kaynağından fraksiyonel kristalleşme ile oluştuğu ileri sürmüşlerdir.

Yılmaz ve Boztuğ (1998)’un Çiçekdağ (Kırşehir) bölgesindeki çalışmalarında Eğrialan siyeniti, A-tipi magmatizmasının bir üyesi ve çarpışma sonrası olarak tespit edilmiştir. Siyenitler, Orta Anadolu ofiyolitleri ve Halaçlı monzograniti içine sokulum yapmıştır.

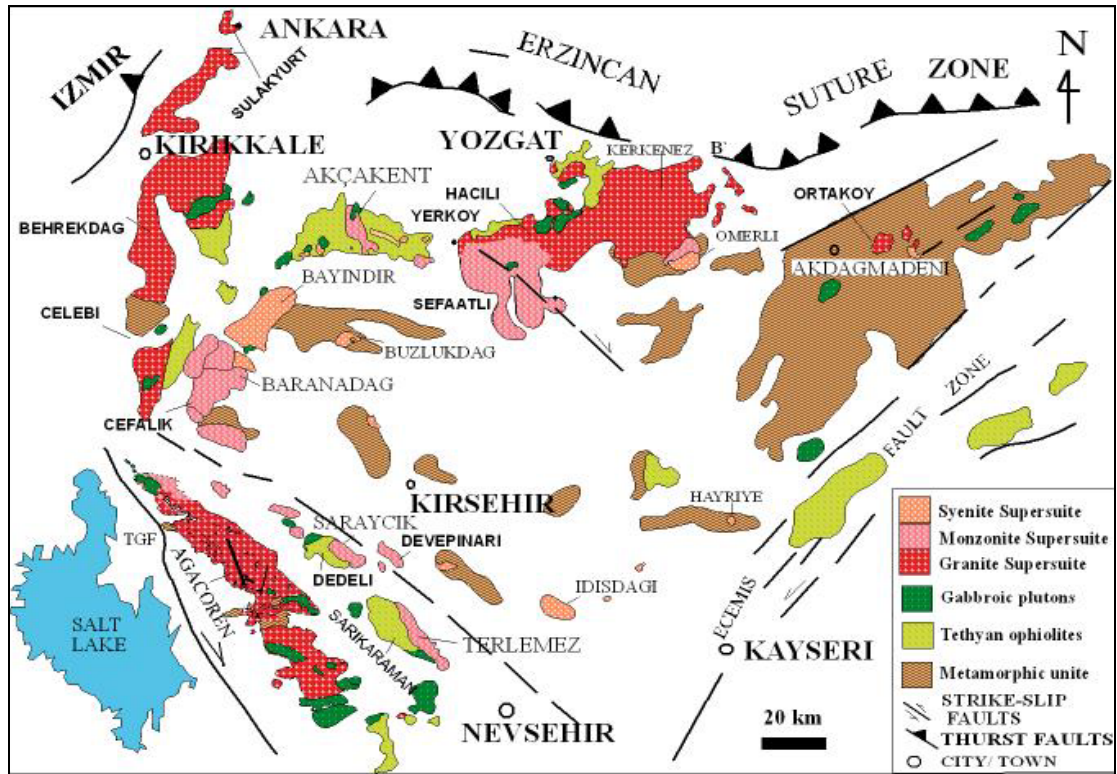
Kuşçu vd. (2002) Fe-oksit-Cu-Au yataklarını inceledikleri çalışmada, Divriği (Sivas) bölgesinde yapılan jeolojik çalışmalarda A-B-kafa cevherleşmelerinin yaygın alkali metasomatizma ve alterasyon geçirmiş plütonik kayalar içinde bulunduğunu ileri sürmüşlerdir.

Boztuğ vd. (2003) çalışmalarında Maestrihtiyen öncesi yerleşim yaşına sahip Divriği ofiyoliti birimlerini sıcak dokanakla kesen ve Pliyosen yaşlı karasal- göl çökeller ile Pliyo-Kuvaterner yaşlı Yamadağ Volkanitleri tarafından uyumsuzlukla örtülen A-tipi Mursal, Yellice (Divriği-GD Sivas) ve Kuluncak (KB Malatya) plütonlarını, Orta Anadolu'da çarpışma sonrası riftleşme ile ilgili levha içi alkali magmatizmasının (A-tipi magmatizma) önemli üyeleri olarak belirtmektedir. Mursal ve Yellice plütonları kuvars monzonit, monzonit, kuvars siyenit ve siyenit bileşimli ve orta-kaba taneli, özellikle K-feldispat megakristallerinin varlığıyla belirginleşen porfirik dokulu kayalar olarak; Kuluncak plütonu ise ince, orta taneli, siyenit ve nefelin siyenitler olarak tanımlanmıştır. Mursal ve Yellice plütonları silis bakımından aşırı doymuş alkalin (ALKOS) Kuluncak Plütonu ise silis bakımından aşırı tüketilmiş (ALKUS) bileşiminde olduğu öne sürülmüştür. Mursal ve Yellice plütonlarının ana, eser REE içerikleri bakımından benzer, Kuluncak Plütonu'nun ise farklı desenler sunduğu belirtilmiştir. Mursal ve Yellice plütonlarının magma kaynağından, Kuluncak plütonunun ise farklı magma kaynağından türediği sonucuna varılmıştır. Alkalin bileşimli bu plütonların, çarpışmaya bağlı kabuk kalınlaşmasını takip eden gerilme evresindeki litosferik incelmeye bağlı kıta içi riftleşmenin ürünü oldukları ve Orta Anadolu'daki diğer ALKOS ve ALKUS plütonizma birlikteliği ile denştirildiğinde, Mursal ve Yellice plütonlarının bağıl olarak daha yaşlı, Kuluncak plütonunun ise daha genç olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Akçe ve Kadioğlu (2005) çalışmalarında Yozgat batolitinin kuzeybatı bölümünde açık renkli granitleri incelemişlerdir. İnceleme alanında granitik ve gabroyik kayalar bulunmaktadır. Granitik kayalar üç alt birime ayrılmıştır. Bunlar iri taneli muskovit biyotit granit, ince taneli biyotit muskovit granit ve iri kuvarşlı ince taneli muskovit granittir. Granitler subalkalin granitler olup, kalkalkalin bileşiminde, çarpışma ile eş

yaşlı granitler alanında ve LIL elementlerce zenginleşmiş, HFS elementlerce fakirleşme gösteren kayalardır.

Kadioğlu *et al.* (2006)'ya göre Üst Kretase–Paleosen yaşlı kalkalkaliden alkalin bileşime kadar özellik gösteren felsik intruzifler, Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı içerisinde metamorfik ve ofiyolitik birimlere sokulum yapmakta ve bölgenin en önemli magmatik birimlerini oluşturmaktadırlar. Bu birimler göstermiş oldukları mineralojik ve kimyasal bileşimlere göre, Granit, Monzonit ve Siyenit üsttakımlarına ayrılmaktadır (Şekil 1.2).



Şekil 1.2 Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nda yer alan üsttakımları gösteren jeoloji haritası (Kadioğlu *et al.* 2006)

Her üsttakım kendi içerisinde göstermiş olduğu benzer mineralojik ve kimyasal bileşim ile düzenli bir coğrafik yayılım göstermeleri esasına dayanarak alt takımlara ayrılmaktadır. Granit üsttakımı Orta Anadolu Kristalen Kompleksinin en dış bölümünü oluşturan granit ve granodiyoritlerden oluşmaktadır. Ağaçören intruzif takımı, Çelebi

takımı, Behrekdağ takımı, Sulakyurt takımı, Hacılı takımı, Kerkenez takımı, Akdağmadeni Takımı ve Karakeban Takımları Granit üsttakımının bireylerini oluşturmaktadır. Monzonit üsttakımı Granit üsttakımı ile dereceli dokanak sergileyebilmekte ve Orta Anadolu Kristalen Karmaşığının iç kısmına doğru ve Granit üsttakımı ile yayılım açısından paralellik sergilemektedir. Bu üsttakım Monzonit-Kuvars monzonit bileşiminde olup, başlıca Terlemez takımı, Saraycık takımı, Cefalık takımı, Baranadağ takımı, Akçekent takımı, Cankılı takımı ve Murmano takımlarını kapsamaktadır. Siyenit üsttakımı, Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı içerisinde en iç kesimde ve diğer üsttakımlardan bağımsız kütleler halinde bulunmaktadır. Siyenit üsttakımı, Kuvars siyenit, siyenit, foid siyenit ve psödolosit içeren alkali bileşimdeki kayaçları oluşturmaktadır. Bu üsttakım; İdişdağı takımı, Devedamı takımı, Hayriye takımı, Bayındır takımı, Buzlukdağ takımı, Akçekent takımı ve Ömerli takımlarından oluşmaktadır. Granit üsttakımı, Monzonit üsttakımı ve Siyenit üsttakımı sırasıyla yüksek-K içerikli kalkalkalin, şoşonitik ve alkali bileşimindedir. Granit ve Monzonit üsttakımı LILE açısından zengileşme ve HFSE açısından fakirleşme göstermektedir. Siyenit üsttakımı ise diğer iki üsttakıma göre, daha fazla LILE ve kısmen de HFSE açısından zenginleşme göstermektedir. Kayaçların jeokimyasal bileşimleri, Granit ve Monzonit üsttakımlarının Adakit bileşiminde olup, dalma batma ürünleri olduğunu ve manto metasomatizmasından oluşan bir ürünü sergilediklerini, Siyenit üsttakımının ise kabuğun incelmesine bağlı ve daha çok kabuki kirlenmesine uğramış manto kökenli alkali kaynaklı ürünlerden oluşmuş olabileceğini göstermektedir. Yapılan $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yaş analiz sonuçları Granit üsttakımının 77.7 ± 0.3 Ma, Monzonit üsttakımının 70.0 ± 1.0 Ma ve Siyenit üsttakımının ise 69.8 ± 0.3 Ma yaşında olduğunu ve Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı içerisinde zaman içerisinde geniş bir magma evrimi geçirdiklerini göstermektedir.

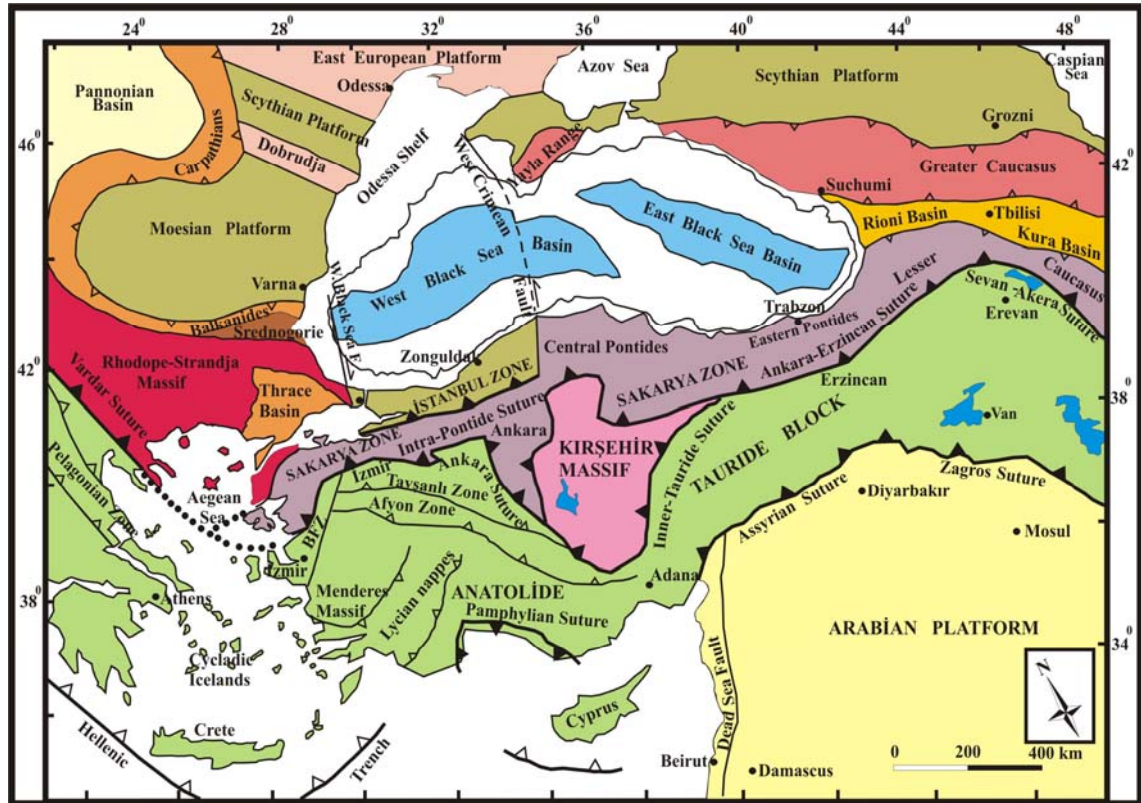
Bütün bu olaylar her üst takımda belirli ve ardışıklı bir zaman aralığında İç-Toros Okyanusunun dalması ve sıkışma rejimine bağlı olarak önce Adakit magmasının türemesine neden olmuş ve daha sonra dalan dilimin astenosferde kopması ile genişleme rejimine bağlı olarak alkali magmatizmanın gelişimine neden olmuştur.

2. GENEL JEOLojİ

2.1 Bölgesel Jeoloji

Okay (2004), Türkiye'yi oluşturan tektonik birimleri güneyden kuzeye doğru; Arap Platformu, Anatolid-Torid Bloku, Sakarya zonu, İstanbul Zonu ve Istranca Masifi şeklinde beş tektonik birliğe ayırmıştır (Şekil 2.1).

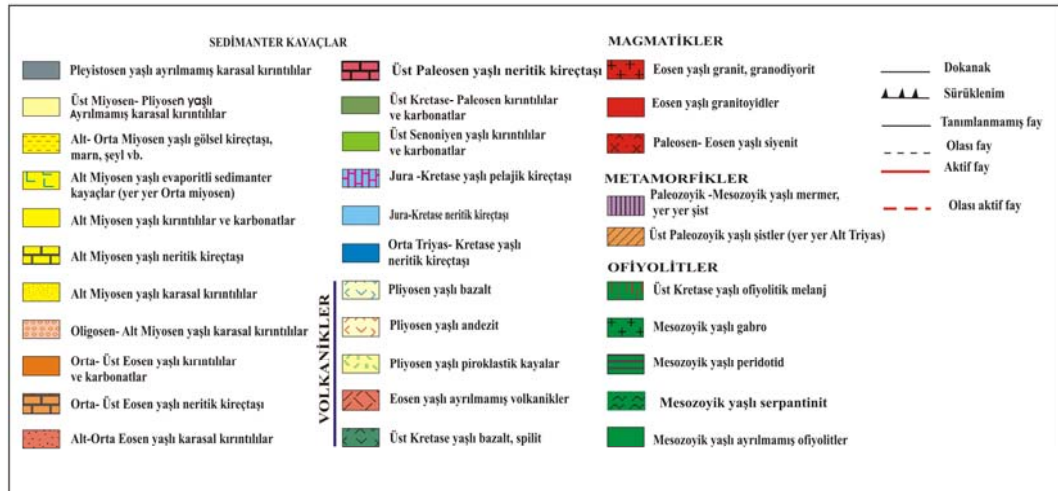
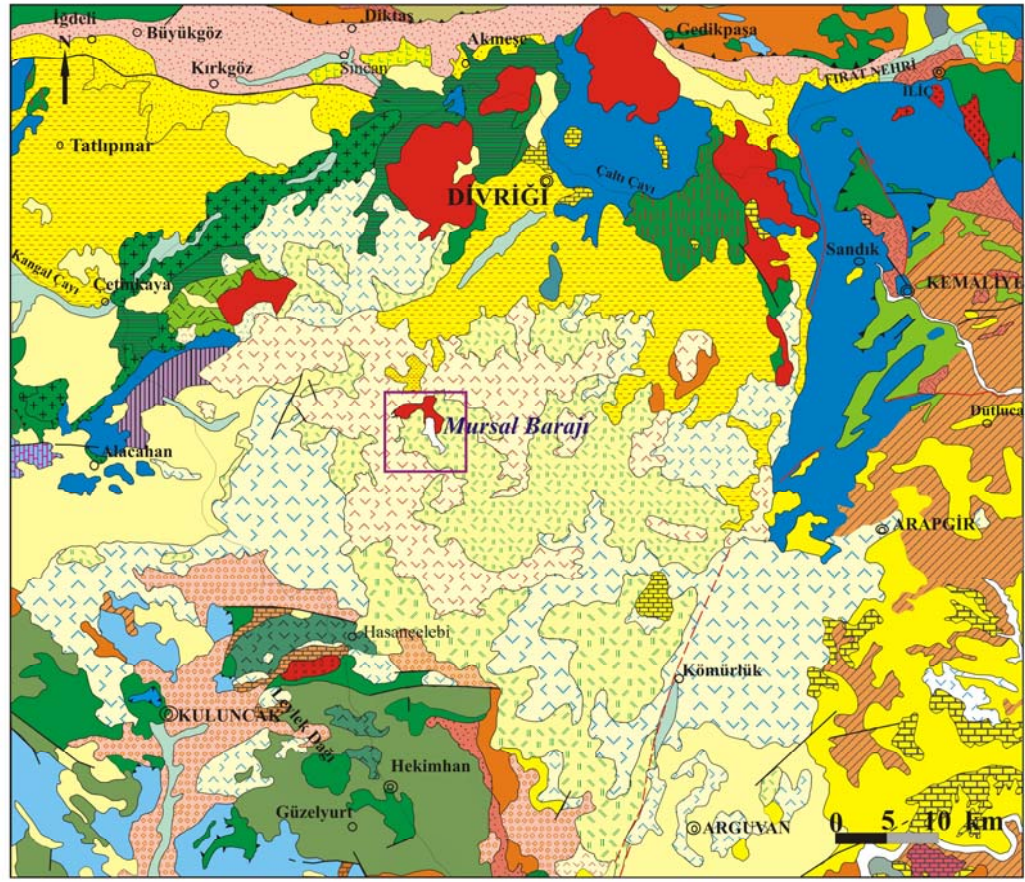
Fanerozoik süresince belli aralıklarla birbirinden Tetis Okyanusu'nun kolları ile ayrılmış bu birliklerden Anatolid-Torid Bloku, Triyas öncesinde Mısır ve Libya'nın kuzeyinde bugünkü Doğu Akdeniz'in konumundaydı. Şengör ve Yılmaz (1981)'a göre Jura'da açılan ve Paleosen-Eosen aralığında kuzeye dalımlı bir dalma-batma zonu boyunca kapanan Neotetis Okyanusu, Okay (2004)'a göre, Triyas başlarında açılmaya başlamıştır.



Şekil 2.1 Türkiye'nin tektonik birlikleri (Okay 2004)

Pontitler'in güney kesimini oluşturan Sakarya Zonu ile Anatolid-Torid Bloku Tersiyer'e gelene kadar hiçbir zaman bitişik tek bir kıta parçası oluşturmamıştır. İzmir-Ankara-Erzincan Kenedi hem Paleozoyik hem de Mesozoyik'te var olmuş Tetis Okyanusu' nun kenedini temsil eder ve kenet kuşağı boyunca iki farklı okyanusun varlığı söz konusudur.

Divriği bölgesinde genelde ofiyolitik, sedimanter, granitoyitik , metamorfik ve volkanik kayalar bulunmaktadır (şekil 2.2).



Şekil 2.2 Bölgesel jeoloji haritası (M.T.A. 2002 1/ 500 000 jeolojik haritasından değiştirilerek alınmıştır).

Çalışma alanının yer aldığı Sivas'ta üç önemli tektonik birliğin yer aldığı görülür. Bu tektonik birlikler kuzeyden güneye doğru sıra ile Pontid Tektonik Kuşağı, Kuzey

Anadolu Ofiyolit Kuşağı ve Toros Tektonik Kuşağı ile temsil edilmektedir. Yöredeki metamorfik masifler ise olasılıkla Toros Tektonik Kuşağı'nda yer alan platfom türü karbonatların metamorfizmaya uğramış eşdeğerleridir. Tektonik birliklerin üzerinde ise Maestrihtiyen-Kuvaterner yaşlı bir kaya türü topluluğu ile temsil edilen örtü, açılı uyumsuzlukla yer almaktadır. Tektonik birlikleri ve örtüyü oluşturan kaya türü toplulukları yaşlıdan genç birimlere doğru sıra ile aşağıda sunulmuştur (Şekil 2.3).

Yörede Neotetis Okyanusun Üst Kretase'de tüketilip yokolması (Şengör ve Yılmaz 1981) sırasında meydana gelen tektonik yapılar Paleotektonik evreyi, okyanusun yokolmasından sonra ağırlıklı olarak sıkışmanın güdümünde meydana gelen tektonik yapılar geçiş tektonik evreyi ve doğrultu atımın egemen olduğu diri faylar ise Neotektonik evreyi karakterize eder .

Sivas'ın Üst Kretase öncesinde yaklaşık doğu-batı uzanımlı bir okyanusun gelişmesine sahne olduğu, bu okyanusun kuzey ve güney kenarlarının bugünkü Atlantik türü pasif kıta kenarlarını temsil ettiği, kuzey kenarın Üst Kretase sırasında yitime uğradığı (Şengör ve Yılmaz 1981), yitime bağlı olarak kuzeyde ve güneyde yer alan kıtaların Meastrihtiyen öncesinde çarpıştığı kabul edilmektedir (Yılmaz 1994 ve 1998). Bu evre Paleotektonik evreyi temsil eder. Çarpışmadan sonra iki kıtanın yakınsaması devam ederek, bu da yörede kabuk kalınlaşmasına yol açmıştır. Geçiş evresini temsil eden bu evreyi, Üst Miyosen-Pliyo- Kuvaterner döneminde doğrultu atımlı fayların gelişimine sahne olmuş Neotektonik evre izler. Sivas yöresinin önemli Neotektonik yapıları Suşehri-Koyulhisar yöresinden geçen Kuzey Anadolu Fayı (KAF), Gemerek-Şarkışla-Sivas hattında Kızılırmak vadisi boyunca uzanan Yukarı Kızılırmak Fayı (YKF), Gemerek güneyinden geçen Deliler Fayı (DF), İmranlı'dan geçen İmranlı Fayı (İF) ve Tecer Bindirmesi (TB) ile Kuzey Anadolu Bindirmesi (KAB) şeklinde tanımlanabilir.

JEOLJİ YAŞI		KALINLIK (m)	KAYA TÜRÜ	SİMGE	AÇIKLAMALAR	
S E N O Z O Y İ K	Tersiyer	Kuvaterner	> 100		Q	Alüvyon ve traverten Yerel Uyumsuzluk
		Pliyosen	> 150		m4Q	Volkanik lavlar ve piroklastiklar Yerel Uyumsuzluk
					m4	Çakıltı, kumtaşı, silttaşı ve gölsel kireçtaşı
		Miyosen	> 250		m3	Akarsu kırıntılı kayaları Açılı Uyumsuzluk
					m2-3	Masif yer yer katmanlı jips Çakıltı, kumtaşı silttaşı ardalanması Sığ denizel kırıntılı kireçtaşı
						Oligosen
		Eosen	> 3000		m1	Yerel Uyumsuzluk Olistostromal kırıntılı düzey Masif jips
						Çakıltı, kumtaşı, kıltaşı ve şeyl ardalanması
						Granitoyidler Sığ denizel kireçtaşı, çakıltı
						Yerel Uyumsuzluk
Paleosen	> 50		pam1	Kumtaşı, kıltaşı ve şeyl ardalanması		
				Katmanlı jips düzeyleri		
				Volkanitler ve piroklastik kayalar		
MESOZOYİK VE ÖNCESİ		Maestrihtiyen	> 100		c2m1	Çakıltı, sığ denizel kireçtaşı Açılı Uyumsuzluk
		Kretase ve öncesi				Granitoyidler <u>Tektonik Birlikler</u> Pontid Tektonik Kuşağı Kuzey Anadolu Ofiyolit Kuşağı Metamorfik Masifler ve Toros Tektonik Kuşağı

Şekil 2.3 Sivas ilinin genelleştirilmiş Maestrihtiyen-Kuvaterner yaşlı kesiti (Kurtman 1977; Öztürk 1979; Yılmaz 1984, 1985; İnan vd. 1993)

Sivas civarında Toros Tektonik Birliği'nde yer alan, Paleozoyik yaşlı ve Kangal'ın 20 km doğusunda görülen birimi; kalkışist, klorit şist, mika şist, fillit ve kuvarsitlerden oluşan Karbonifer yaşlı metapelitik kayalar temsil eder. Yıldızeli ve Çelteç Dağı yörelerinde gnays, amfibolit, şist yer yer mermer ve kuvarsit türü metamorfik kayalar da olasılıkla paleozoik yaşlı olup amfibolit fasiyesi ve yeşil şist fasiyesindedir. Pontid Tektonik Birliği'nde yer alan Suşehri, Gölova, Akıncılar ve Kızıldağ yörelerindeki metabazitler, mermer, fillit, metatüf, metadasit, kalkışist ve grafitli şist gibimetamorfik kayalarla temsil edilen topluluk da Paleozoyik yaşlı olup denizaltı volkanitleriyle birlikte yeşil şist fasiyesinde bir metamorfizma geçirmişlerdir.

Paleozoyik-Triyas kayaları Pontid Tektonik Kuşağı'nda, Yıldız Dağı'nın kuzeyinde Doğanşar'dan Tokat'a doğru geniş bir alanda yayılım gösterir. Yeşilirmak'ın özellikle kuzeyinde yer alan ve daha çok yeşil şistlerden oluşan bölümü yer yer metabazit, metatüf ve metaaglomera arakatkılıdır. Mermer ve kristalleşmiş kireçtaşı bloklarını kapsayan metamorfik kesim ise bloklu metavolcano-tortul dizi niteliğindedir. Birim, genel bir anlatımla tortul kayalarla ara katkılı denizaltı volkanitleri içermekte ve kısmen glokofanlı yeşil şist fasiyesindedir. Yaşı, Paleozoyik (Karbonifer-Permiyen)-Triyas olarak belirtilmiştir (Özcan vd. 1980). Birim yayılım gösterdiği bölgede temeli oluşturmaktadır.

Toros Tektonik Kuşağı'nda geniş bir yayılım sunan Munzur Dağları'nın batı uzanımını oluşturan ve Divriği yöresinde yüzeylemekte olan platform türü karbonatlardan oluşan birim üst düzeyleri derin denizel ortam koşullarını yansıtmaktadır. Üst Triyas - Üst Kretase yaş aralığında oluşmuş bir tektono-stratigrafik olan birim, Özgül vd. (1981) tarafından Munzur Kireçtaşı olarak tanımlanmıştır.

Jura-Kretase birimleri Kangal İlçesi Höyükü Dağı dolayında, Gürün İlçesi batı bölümlerinde, Hafik kuzeyi, Doğanşar'ın batısı ve Gölova'nın kuzeydoğusunda olmak üzere tüm tektonik kuşaklar boyunca yüzeyleyilir. Örneğin, Gölova yöresinde bu düzey, piroklastik kayalar, kireçtaşı, epiklastik kayalar, çakıltası-kumtaşı ve kireçtaşı düzeylerinden oluşur (Yılmaz 1985).

Üst Kretase sırasında, kuzeyde yer alan Pontid Tektonik Birliği bir yay topluluğu, güneyde yer alan Toros Tektonik Birliği ise pasif kıta kenarı karbonatları ile temsil edilmektedir. Arada yer alan Kuzey Anadolu Ofiyolit Kuşağı boyunca, çeşitli yaşlarda oluşmuş ofiyolitler ile yitim zonu boyunca oluşmuş ofiyolitli karışık yüzeyleyilir (Yılmaz 1984, 1985, 1989). Daha çok ofiyolitik karışıktan oluşan birim, Yıldızeli-Sivas-Hafik yerleşim yerlerinin kuzeyinde, Gürün-Kangal-Divriği yörelerinde, İmranlı-Suşehri-Koyulhisar İlçeleri ve Ulaş'ın doğu kesiminde yaygın bir şekilde yüzeyleyilmektedir.

Yukarıda sunulan tektonik birliklerin üzerinde ise Maestrihtiyen'den itibaren oluşan bir örtü, açılı uyumsuzlukla gelir. Bu örtü genel olarak transgresif ve regresif istiflerin birbirini izlediği, kimi yerlerde yerel uyumsuzluklarla birbirinden ayrılabilen karasal, sığ denizel ve hem pelajik ortam koşullarını yansıtan ve yanal ya da dikey yönde fasiyes özellikleri sıkça değişen bir topluluktan oluşur. Diğer taraftan, Divriği ve Suşehri yörelerindeki granitoyidik kayalar da Üst Kretase-Eosen aralığında oluşmuştur.

Paleosen-Eosen birimleri özellikle Ulaş, ilçesi Tecer Dağları ve Şarkışla - Altınyayla yörelerinde yüzeylenir. Tecer Dağları yöresinde gri, siyahımsı renkli, orta-kalın tabakalı kireçtaşı ile temsil edilir. Ofiyolitli karışık üzerine diskordan olarak çökelen bu kireçtaşı, ofiyolitlerin Eosen'de ikinci kez aktarılması sonucu, bugünkü konumunu kazanmıştır.

Hafik, Zara ve İmranlı İlçelerinin kuzeyinde, Suşehri-Koyulhisar arasında, Yıldız Dağı'nın güneyinde, Yıldızeli ilçesinin batısında, Gürlevik Dağı-Gedikbaşı arasındaki koridor boyunca ve Gürün İlçesi civarında Eosen yaşlı birimler yüzeylenmektedir. Denizel kırıntılı kayalar; yer yer volkanit, serpantin olistolitleri ve aktarılmış serpantin breşleri, çeşitli olistolitli düzeyler ve kireçtaşı blokları içermektedir. Özellikle Orta Eosen yaşlı düzey, daha yaşlı temel birimler üzerine açıl uyumsuzlukla yer alır.

Ulaş, Hafik, Zara ve İmranlı dolaylarında Oligosen yaşlı altta jips arakatlı kireçtaşı, kıltaşı, çamurtaşı aralanması ve üstte ise çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı düzeylerinden oluşur.

Oligo-Miyosen yaşlı birimler, Sivas merkezinin güneybatısından Şarkışla ve Gemerek'e kadar uzanan bir alanda yüzeylenir. Üstte sunulan Oligosen yaşlı birimle olasılıkla yanal ve dikey geçişlidir. Çakıltaşı, kumtaşı ve silttaşı arakatlı masif jips düzeyleri ve jips üzerine uyumlu olarak gelen çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşı aralanmalı birimlerden oluşmaktadır. Bu kaya türlerinin yaşı Alt-Orta Miyosen olarak belirtilmiştir (Yılmaz vd. 1997).

Neojen yaşı karasal düzeyler, Sivas'ın merkezinden Şarkışla ve Gemerek'e doğru uzanan Kızılırmak Vadisinde, Kangal ve Gürün dolayında yüzeylenir. Altta kırmızı-bordo renkli çakıltası, kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşı ardalanmasından oluşan düzeylerde derecelenme ve çapraz katmanlanma izlenir. Bu düzey, daha yaşı oluşukların üzerine açılı uyumsuzlukla gelmekte olup, göl-akarsu ortamında çökelmiştir. Alt-Orta Miyosen yaşı jipslerin üzerinde uyumlu olması nedeniyle aynı yaşta kabul edilmiştir.

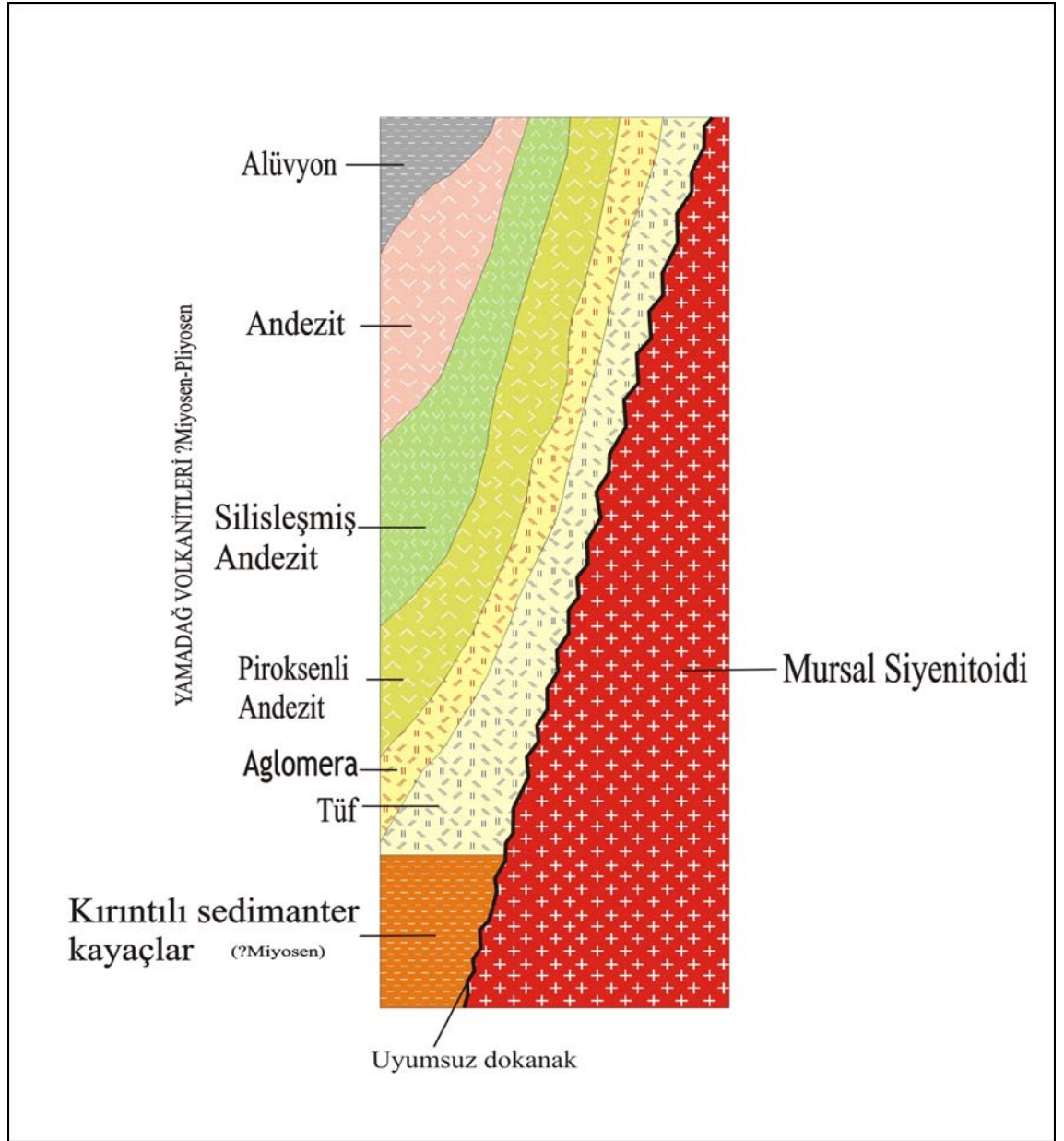
Sivas'ın kuzeyinde ve İmranlı dolayında Pliyosen yaşı karasal birimler yüzeylenir. Bunlar, ağırlıklı olarak akarsu ve gölsel oluşuklardır. Birimin alt düzeylerini, genel olarak turuncumsu çakıltası ve kumtaşından oluşan akarsu çökelleri temsil eder. Üstte isegeçişli olarak gölsel ortamda oluşmuş kireçtaşı düzeyleri yer alır. Başlangıçta akarsu, daha sonra gölsel ortamda oluşumunu sürdüren birimin alt kesimlerinin Üst Miyosen, üst kesimlerinin ise Pliyosen yaşta olduğu belirlenmiştir (Yılmaz vd. 1997).

Pliyo-Kuvaterner yaşı birimler, Kangal-Divriği arasında Yamadağ bölgesinde yüzeylenir. Bazaltın yanısıra yer yer piroklastik düzeyler de kapsayan topluluk geniş bir yayılım sunar. Volkanitler, Üst Miyosen-Pliyosen yaşı birimleri keserek çıkmış ve üzerine akmıştır. Buna göre volkanitler, Pliyosen ya da daha genç yaşta olmalıdır.

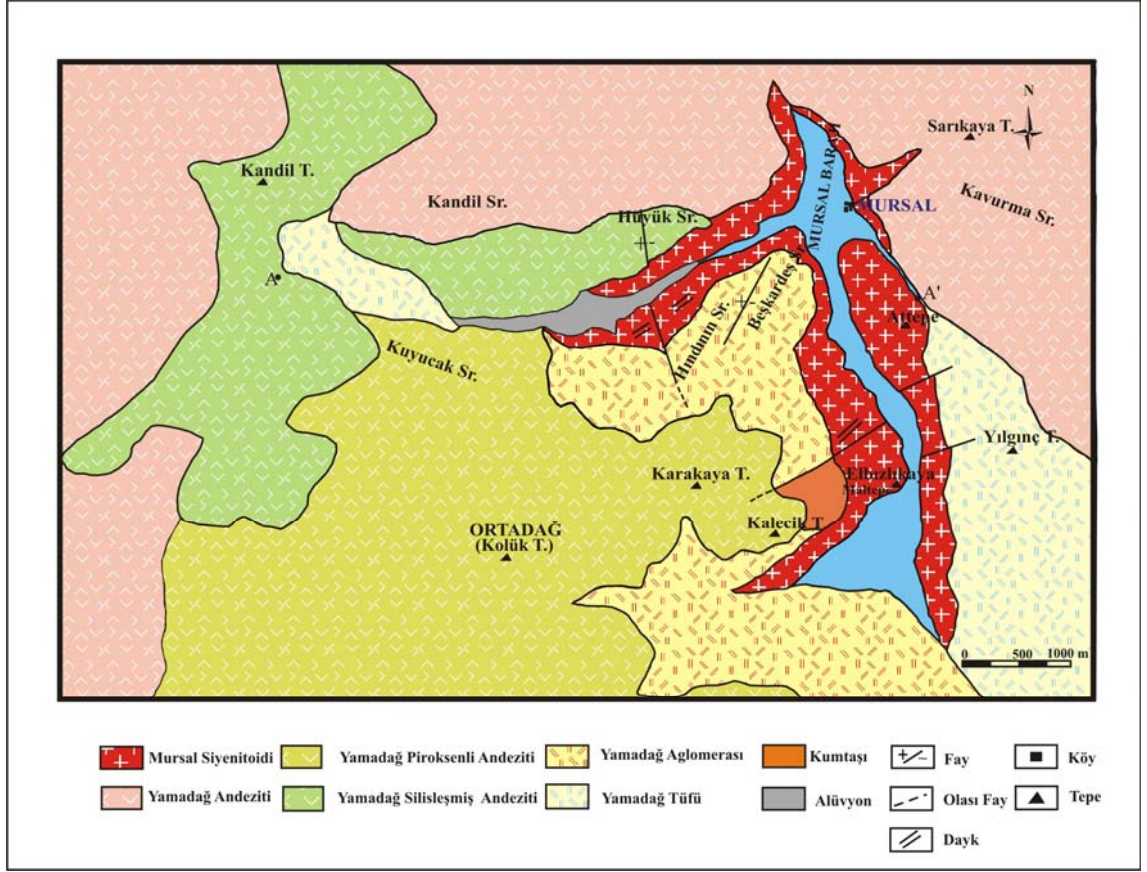
Sivas yöresi, bir eski okyanusun açıldığı ve bu okyanusun tüketilerek yok olduğu bir alandır. Gerek okyanusun açılması, gerek kapanması ve gerekse kapanmayı izleyen çarpışma sürecinde meydana gelen sıcaklık ve basınç koşullarında kayaçların büyük ölçüde değişime uğradığı bilinmektedir. Bu süreçlere bağlı olarak Sivas'daki temel kayalarının metamorfizmaya uğradığı, okyanusun açılması sırasında bazik ve ultrabazik kayaçlar, okyanusun kapanması sırasında asidik, çarpışma ve sonrasında ise hem asidik hem de bazik magmatitlerin oluştuğu söylenebilir.

2.2 Çalışma Alanının Jeolojisi

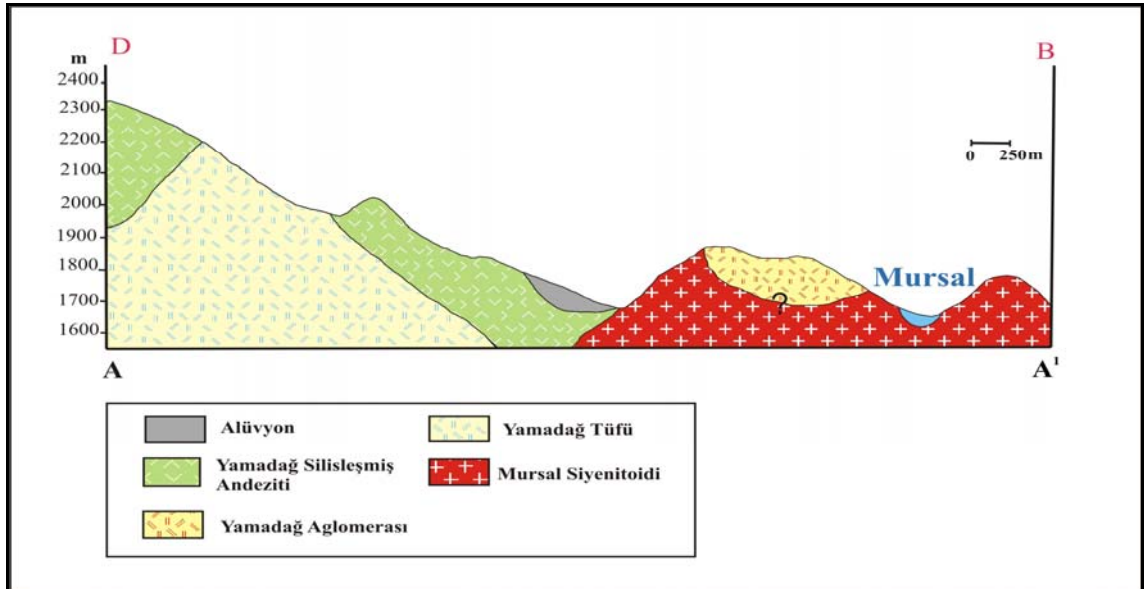
Çalışma alanının ölçeksiz dikme kesitinde çalışma alanı içerisinde yer alan birimler bulunmaktadır (Şekil 2.4). Çalışma alanı genel olarak az yayılım gösteren sedimanter kayaçlar ile geniş bir alanı kaplayan volkanikler ve volkaniklere göre daha az mostra vermiş olan siyenitoid türü kayaçlardan oluşmaktadır (Şekil 2.5 ve Şekil 2.6). Çalışma alanında toplanan örneklerin yerleri Şekil 2.7’de verilmiştir.



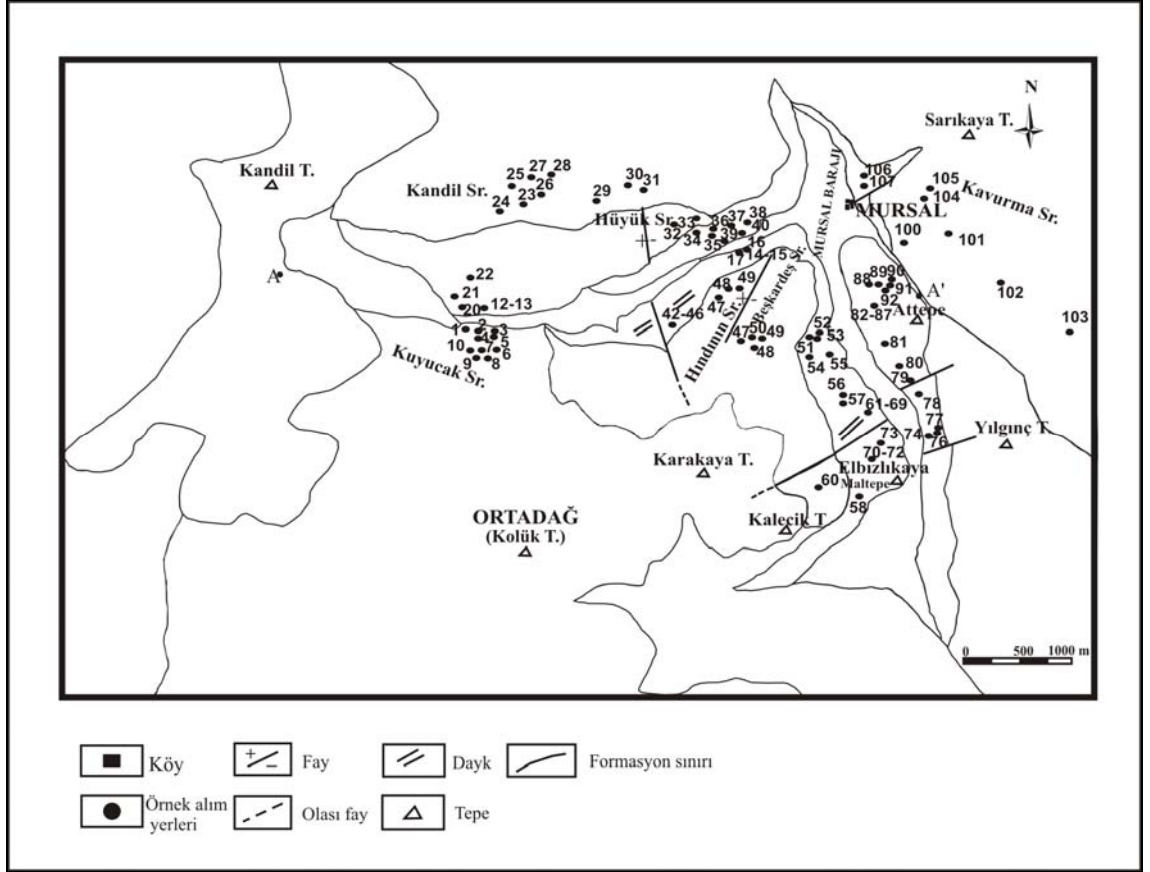
Şekil 2.4 Çalışma alanının ölçeksiz şematik dikme kesiti



Şekil 2.5 Çalışma alanının (Mersin- Divriği) jeoloji haritası



Şekil 2.6 Çalışma alanının A-A' doğrultusu boyunca alınan jeoloji kesiti



Şekil 2.7 Çalışma alanında örnek alım yerlerini gösteren harita

2.2.1 Sedimanter Kayaçlar

Çalışma alanında çok küçük bir alanda yüzlek veren sedimanter kayaçlar Miyosen yaşlı sedimanter kayaçlar olarak tanımlanmıştır (Durgun 1972). Bu kayaçlar Pliyosen-Kuvaterner yaşlı karasal-gölsel çökeller olarak da adlandırılmıştır (Boztuğ vd. 2003).

Çalışma alanı içerisinde sedimanter kayaçlar kumtaşı olarak izlenmiştir (Şekil 2.8). Yamadağ Volkanikleri içerisinde izlenen kumtaşı ksenolitleri sedimanter kayaçların Yamadağ Volkanikleri'nden daha yaşlı olduğunu göstermektedir.



Şekil 2.8 Kumtaşı (soldaki resim) ve aglomera (Yamadağ Volkanikleri) içerisindeki kumtaşı anklavı (sağdaki resim)

2.2.2 Yamadağ Volkanikleri

Çalışma alanında yüzeyleyen volkanik kayalar Yılmaz (1991) tarafından Yamadağ Volkanikleri olarak adlandırılmıştır. Kuluncak yakınlarında Yamadağ Volkanikleri ile deneştirilebilecek dasitik, andezitik ve bazaltik kayalarda yapılan radyometrik yaş tayinleri Burdugaliyen-Serravaliyen (Leo vd. 1973)'e karşılık gelmektedir. Bu verilere göre Yamadağ Volkanikleri Miyosen-Pliyosen yaşlı kabul edilebilir (Yılmaz 1998). Geç Miyosen-Pliyosen'de püsküren Yamadağ volkanikleri piroklastik ve lavdan oluşmaktadır.

Çalışma alanının önemli bir kısmını kapsayan kuzey, güney, doğu ve batı kesiminde gözlenen Yamadağ Volkanikleri andezit, silisleşmiş andezit, piroksenli andezit, tuf ve aglomera türündeki kayalardır (Şekil 2.9). Andezit bileşiminde olanlar gri ya da pembemsi gri renklidir. Aglomera (bloklı kül akması) volkanik kayaç parçalarının volkan camı ile bağlanması ile oluşmuştur (Şekil 2.10). Yamadağ Volkanikleri Mursal Siyenitoidi ile soğuk dokanak ilişkisi sergilemektedir. Dokanak kısmında herhangi bir kontak metamorfizma veya buna benzer ilişki göstermemektedir. İntrüzif kütlelerin çevresinde ve orta kısımlarında Yamadağ Volkanikleri'ne ait anklav veya kontakt

metasomatik bir ilişki gözlenmemiştir. Bu da intrüzif kütlelerin daha önce yüzlek verdiğini ve üzerindeki birimin bir kısmının aşındığını ve daha sonra Yamadağ Volkanikleri'nin bunların üzerine aktığını ve bugünkü konumunu aldığını göstermektedir. Bu bağlamda siyenitoidin Yamadağ Volkanikleri'nden yaşı olduğu görülmektedir.



Şekil 2.9 Yamadağ Volkanikleri'ne ait piroksenli andezitlerin yakından (soldaki resim) ve mostra (sağdaki resim) görünümü

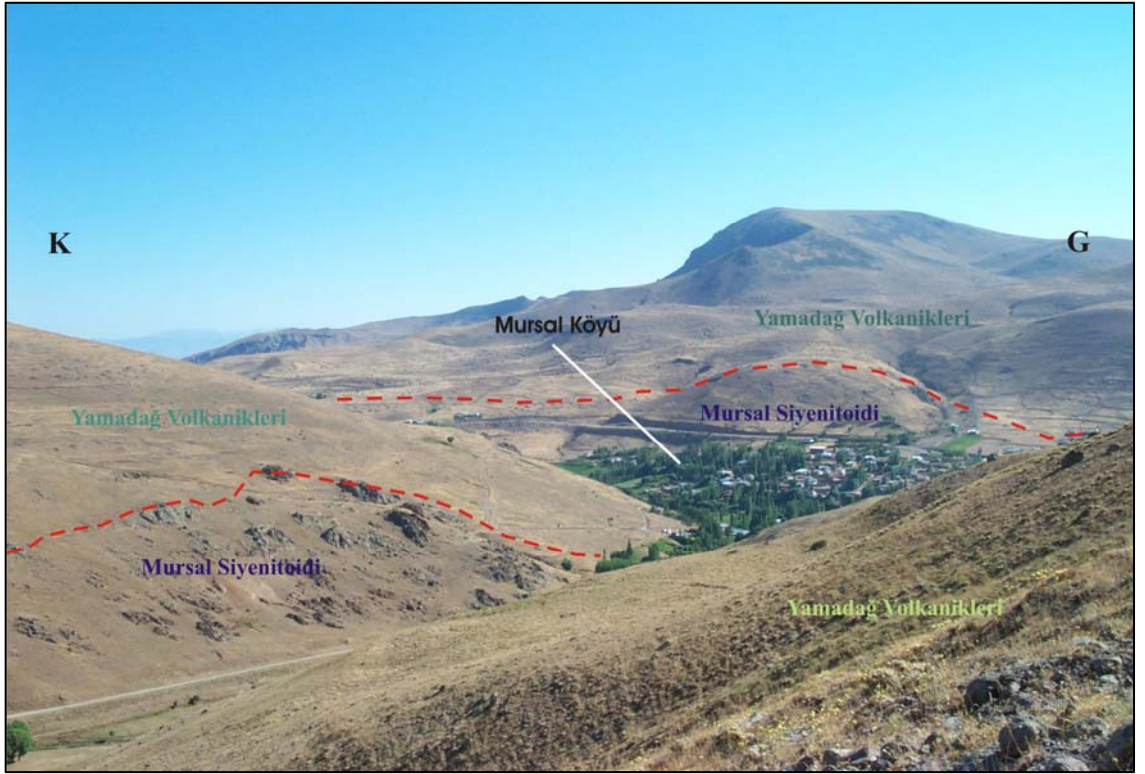


Şekil 2.10 Aglomera (bloklı kül akması) içerisinde volkanik kayaç parçaları (soldaki resim) ve Yamadağ Volkanikleri'ne ait andezit üyesi (sağdaki resim)

2.2.3 Mursal Siyenitoidi

Mursal Siyenitoidi, Mursal Köyü çevresinde yüzeylemektedir. Özellikle Mursal Köyü'nün doğusunda, Höyüktepe'nin ve Hındının Sırtı eteklerinde önemli ölçüde ayrışma göstererek yüzlek vermiş ve yaklaşık olarak 6 km² lik küçük bir alanı oluşturmaktadır (Şekil 2.11). Yamadağ Volkanikleri ve sedimanter kayaçlarca örtülmektedir. Mursal Siyenitoidi uyumsuz olarak bu birimler tarafından üzerlenmektedir.

Mursal Siyenitoidi genel olarak ince ve iri kristalindir. Özellikle Mursal Köyü'nün doğusunda Uva Deresi boyunca iri kristalize olanlar gözlenmektedir. Hındının Sırtı eteklerinde ve Elbızlıkaya kuzeyinde siyenitoidin damar kayaçları bulunmaktadır. Faylanmış bölgelerde (normal atımlı düşey faylanma) kataklazma ile birlikte yoğun killeşme, silisleşme ve opaklaşma izlenmiştir. Bu alanlarda az da olsa kalsit ve barit damarlarına rastlanmıştır (Şekil 2.12).

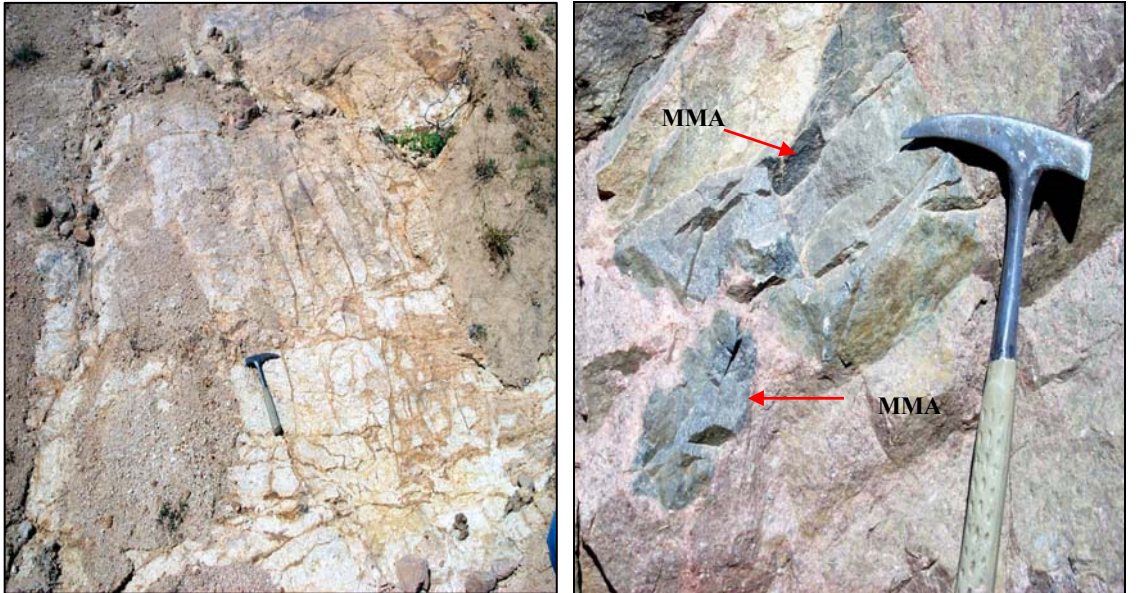


Şekil 2.11 Çalışma alanının arazi görünümü



Şekil 2.12 Mursal Siyenitoidi'nin arazi (soldaki resim) ve yakından (sağdaki resim) görünümü

Mursal Siyenitoidi az da olsa oval ve yuvarlağımsı mafik magmatik anklavlar (MMA) içermektedir (Şekil 2.12). Anklavlar daha çok ana kütlede iri kristalize olanlarının içerisinde Attepe'nin kuzeyinde gözlenmektedir (Şekil 2.13).



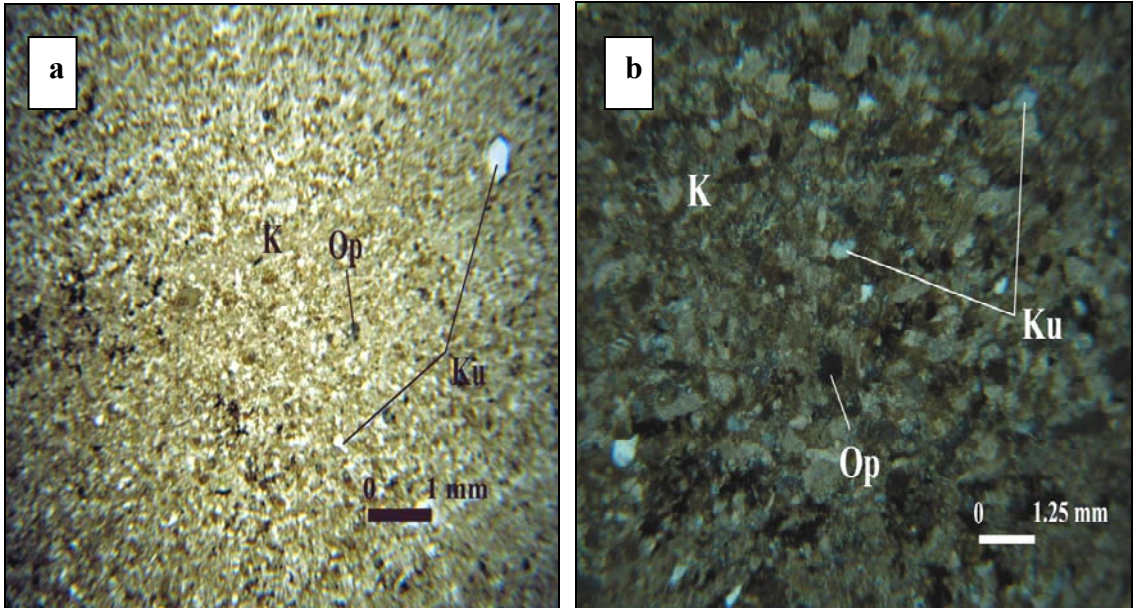
Şekil 2.13 Kataklaзма ile birlikte alterasyona maruz kalmış siyenitoid (soldaki resim) siyenitoid içindeki mafik magmatik anklavlar (sağdaki resim)

3. PETROGRAFİ

Çalışma alanı içerisinde alınan mostra örneklerinin ayrıntılı mineralojik-petrografik incelemesi yapılmıştır. Özellikle Mursal Siyenitodi'ne ait örneklerin kısmen ya da yoğun olarak arenelaştığı görülmüştür.

3.1 Sedimanter Kayaçlar

Çalışma alanında çok küçük bir alanı kaplayan sedimanter kayaçlar genel olarak silttaşı ve kumtaşı bileşimindedir. Bunlar karbonat ve limonit bağlayıcı içerisindeki silt, ince kum, kum boyundaki kuvars, klorit, opak mineral, çört parçalarından oluşmaktadır. Taneler yuvarlak yarı yuvarlak olup daha çok ince kum boyundadır (Şekil 3.1.a, b).



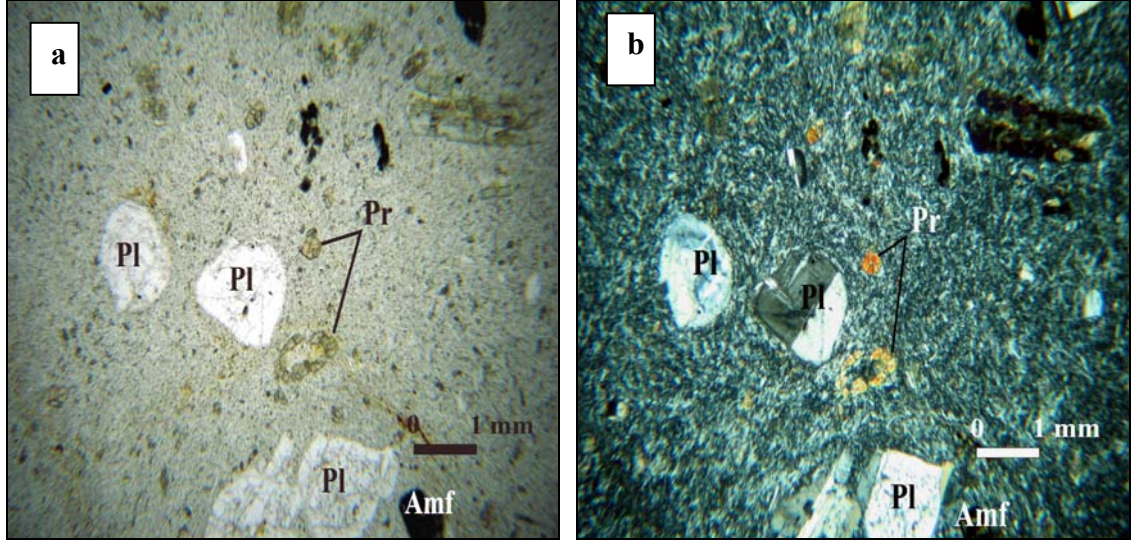
Şekil 3.1 Kumtaşı mikrofotografı a. Tek nikol, b. Çapraz nikol
(k: karbonat bağlayıcı, ku: kuvars, op: opak mineral)

3.2 Yamadağ Volkanikleri

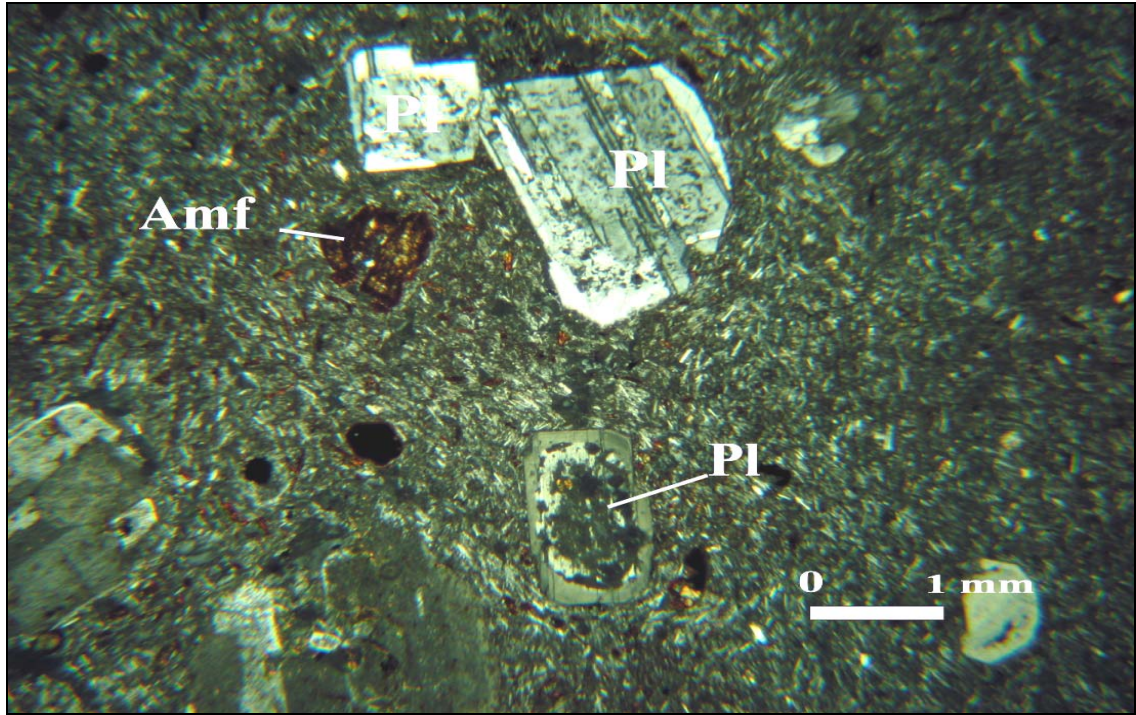
3.2.1 Piroksenli Andezit

Genel olarak yüksek topoğrafik seviyelerde yüzlek veren bu birim açık kahve, pembemsi kahve renklidir. Porfiro afanitik dokulu olan piroksenli andezitler mega kristalin piroksen ve plajiyoklaz içermektedir.

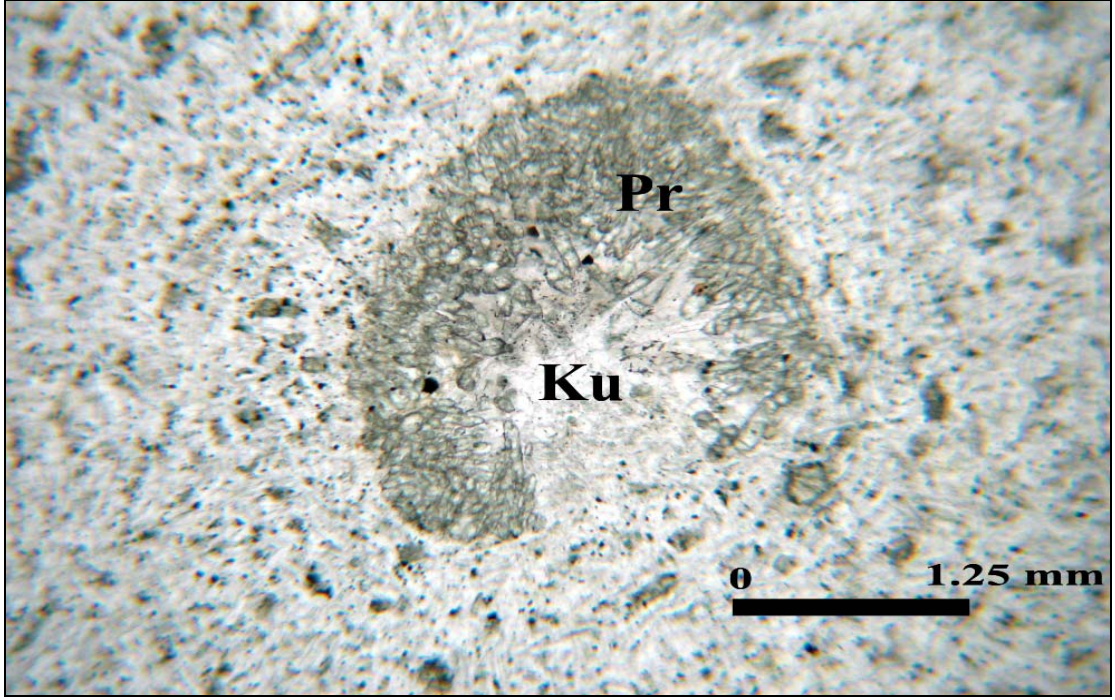
Mikroskop altında hiyalopilitik porfirik dokuda olan ve genel olarak plajiyoklaz, amfibol (bir kısmı pseudomorf) ve piroksen fenokristalleri ve mikro fenokristalleri ile hamurdan oluşmuştur (Şekil 3.2.a, b). Plajiyoklaz kristalleri genel olarak yarıözşekilli ve özşekilsiz olup ikizlenmeli ve zonludur (Şekil 3.3). Bir kısmı ise orta kısımlarında kloritleşmiş ve serisitleşmiştir. Amfibol kristalleri yarıözşekilli ve özşekilsiz olup genel olarak tamamen opaklaşmış daha az oranda kloritleşmiş ve karbonatlaşmıştır. Piroksen kristalleri özşekilli, yarıözşekilli ve özşekilsiz olup orto veya klinopiroksen türündedir. Yer yer kenar kısımlarında ve çatlaklarında kloritleşme gözlenmektedir. Hamur, akma dokulu veya bazı örneklerde intergranüler dokulu olup plajiyoklaz mikrolitleri, piroksen mikro kristallerinden oluşmaktadır. Çok ince kristalli opak mineraller kayaçlarda yer almaktadır. Hamurda ayrıca piroksen kristalleri glomeroporfirik doku oluşturmuştur. Bazı örneklerde kuvars ksenokristali etrafında ışınsal dizilmiş piroksen mikro kristalleri oseller dokuyu oluşturmuştur (Şekil 3.4).



Şekil 3.2 Yamadağ Volkanikleri'ne ait piroksenli andezit üyesinin mikrofotografı
a. Tek nikol, b. Çapraz nikol
(Pl: Plajiyoklaz, Pr: Piroksen, Amf: Amfibol)



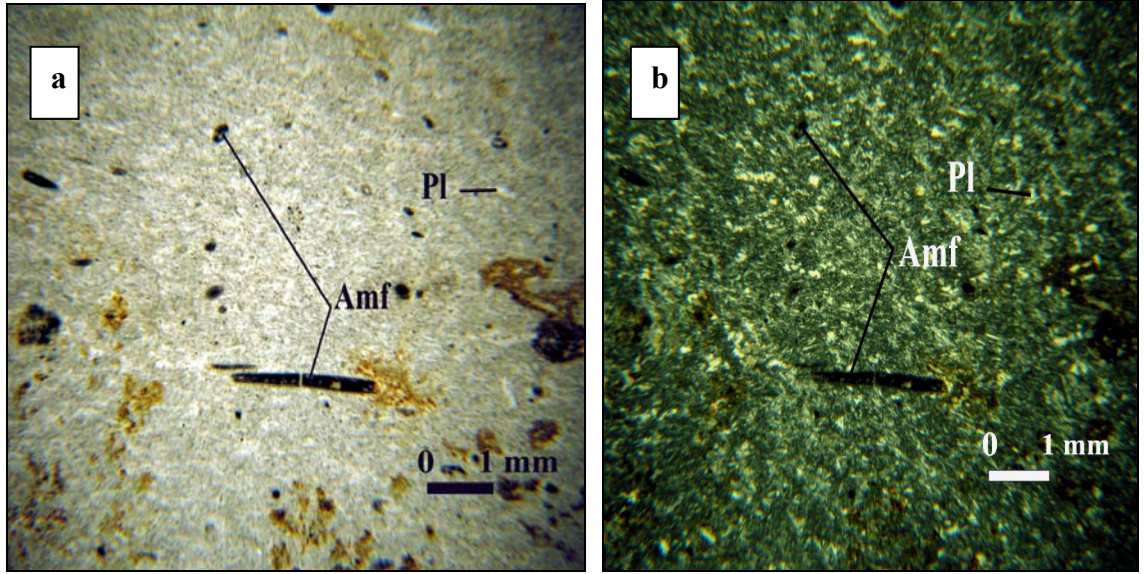
Şekil 3.3 Piroksenli andezit içerisindeki plajiyoklaz ve amfibol fenokristalleri mikrofotografı (çapraz nikol)
(Pl: Plajiyoklaz, Amf: Amfibol)



Şekil 3.4 Piroksenli andezitte ışınsal dizilmiş piroksen mikro kristallerinin mikrofotografı (tek nikol)
(Ku: Kuvars, Pr: Piroksen)

3.2.2 Silisleşmiş Andezit

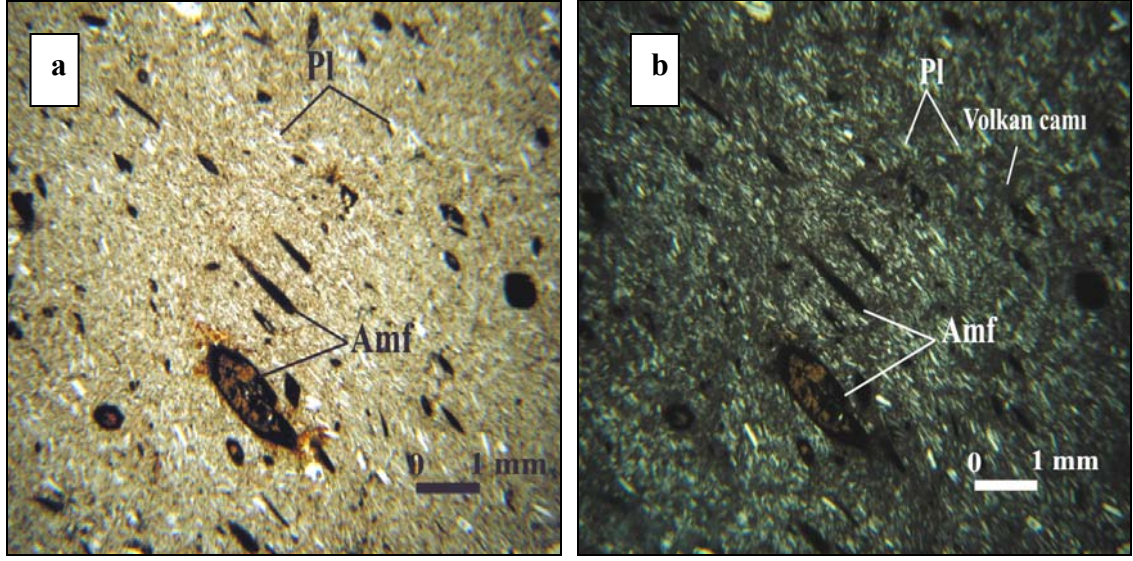
Örnekler, porfirik dokulu olup az oranda fenokristal içermektedir. Plajiyoklaz mikrofeno-kristalleri, amfibol pseudomorfları ile hamurdan oluşmuştur. Plajiyoklaz kristalleri yarıözşekilli ve özşekilsiz olup ikizlenmelidir. Amfibol pseudomorfları özşekilli ve yarıözşekillidir. Tamamen opaklaşmış ve kloritleşmiştir (bir kısmı orta kısımlarında opaklaşmış kenar kısımlarında kloritleşmiş ve karbonatlaşmıştır). Örneklerin bir kısmında hamur akma dokuludur. Plajiyoklaz mikrolitleri ve lataları (mikrolitten daha büyük), çok ince kristalli opak mineral ve az oranda ikincil kuvars mikro kristallerinden oluşmaktadır. Hamur yer yer silisleşmiştir. Kayaç opak mineral içermektedir. (Şekil 3.5.a,b).



Şekil 3.5 Silisleşmiş andezitte amfibol pseudomorfları ve plajiyoklaz mikrolitleri ile yer yer silisleşmiş hamurun mikrofotografı
a. Tek nikol, b. çapraz nikol
(Pl: Plajiyoklaz, Amf: Amfibol)

3.2. 3 Andezit

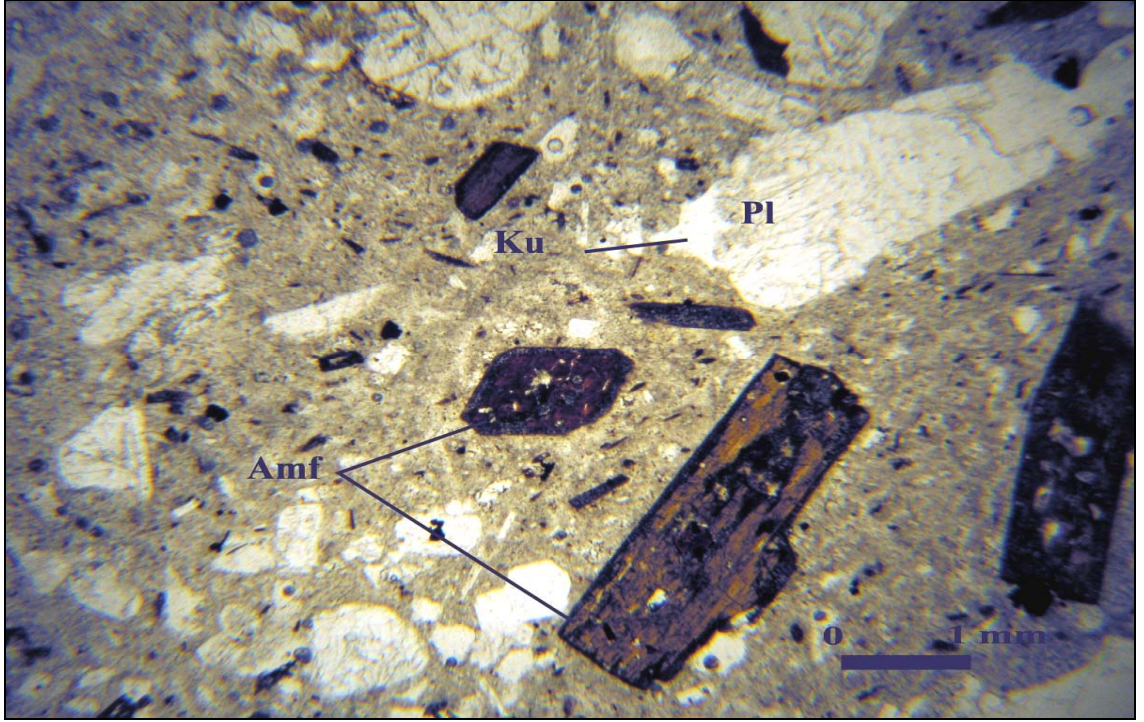
Örnekler genel olarak hipokristalin porfirik dokulu olup plajiyoklaz ve amfibol fenokristalleri ile hamurdan oluşmuştur. Plajiyoklaz kristalleri yarıözşekilli ve özşekilsiz olup ikizlenmeli ve/veya hafif zonludur. Hamur ve opak mineral kapanımı içermektedir. Amfibol kristalleri yarıözşekilli ve özşekilsiz olup kısmen veya az oranda opaklaşmıştır (Fe-oksit ve hidroksitleri açığa çıkmıştır). Yer yer glomeroporfirik dokuyu oluşturmuştur. Örneklerin bir kısmında hamur kısmen akma dokulu olup plajiyoklaz mikrolitleri ve lataları, opaklaşmış amfibol mikro kristalleri, çok ince opak mineral mikro kristalleri ve az oranda volkan camından oluşmaktadır. Hamur az oranda killeşmiştir. Opak mineraller tali bileşenler şeklinde yer almaktadır (Şekil 3.6.a, b).



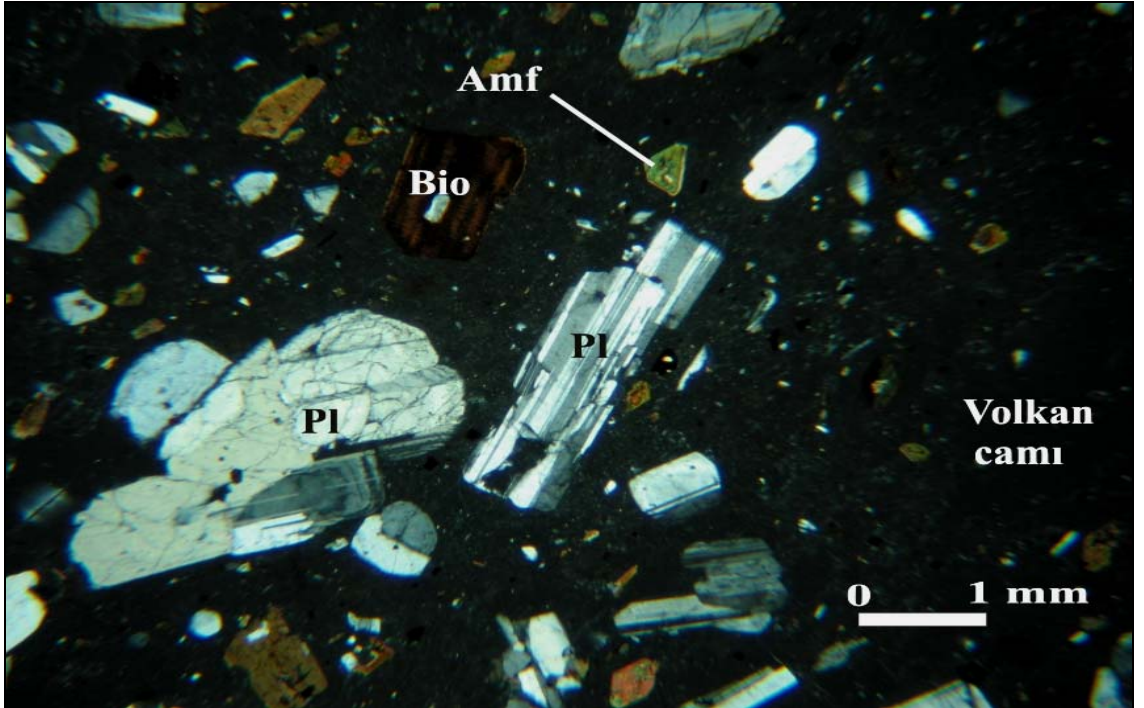
Şekil 3.6 Andezit içerisindeki özşekilli, opaklaşmış amfibol kristalleri ve hamur içerisindeki plajiyoklaz mikrolitleri ve volkan camının mikrofotografı
a. Tek nikol, b. Çapraz nikol
(Pl: Plajiyoklaz, Amf: Amfibol)

3.2.4 Aglomera

Örnekler aglomera içindeki volkanik kayaç parçaları olup kuvarslı andezit, piroksenli andezit, vitrofirik andezit olarak tanımlanmıştır. Kuvarslı andezit hipokristalin porfirik dokulu olup plajiyoklaz, kuvars, amfibol, biyotit, opak mineral fenokristalleri ile hamurdan (plajiyoklaz mikrolitleri, kristalitleri, kuvars ve opak mineral mikro kristalleri ile volkan camı bileşiminde) oluşmuştur (Şekil 3.7). Piroksenli andezit porfirik dokulu olup plajiyoklaz, amfibol, piroksen, opak mineral fenokristalleri ile hamurdan (plajiyoklaz mikrolitleri ve lataları, amfibol, piroksen ve çok ince opak mineral mikrokristalleri bileşiminde) oluşmuştur. Vitrofirik andezit hipokristalin porfirik dokulu olup plajiyoklaz, kuvars, amfibol, biyotit, opak mineral fenokristalleri ile hamurdan (vitrofirik dokulu olup volkan camı ve az oranda kristalitten oluşan) oluşmuştur (Şekil 3.8).



Şekil 3.7 Kuvarslı andezitin mikrofotografı (Tek nikol)
(Pl: Plajiyoklaz, Ku: Kuvars, Amf: Amfibol)



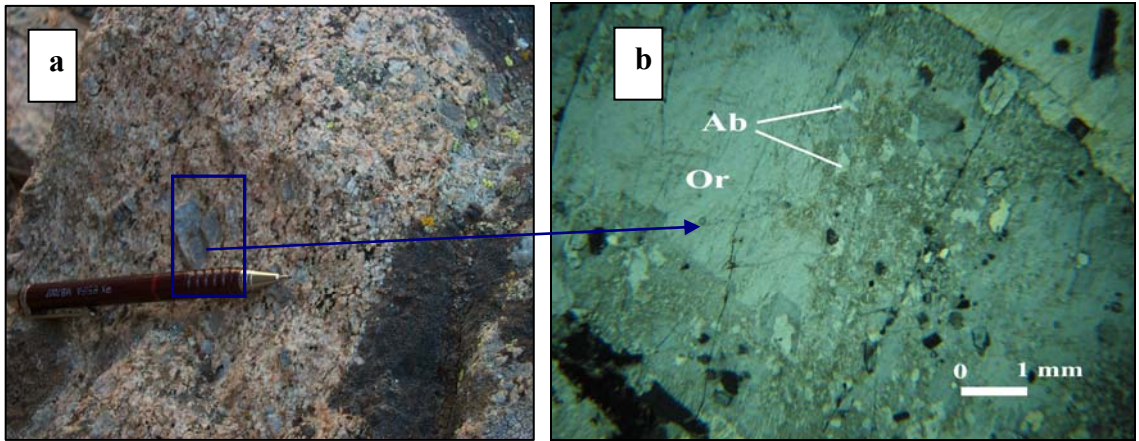
Şekil 3.8 Vitrofirik andezit (Çapraz nikol)
(Pl: Plajiyoklaz, Ku: Kuvars, Amf: Amfibol, Bio: Biyotit)

3.3 Mursal Siyenitoidi

Mursal Siyenitoidi petrografik incelemeler sonucu foid siyenit, foid monzosiyenit, foid monzosiyenit porfir olarak üç adet alt gruba ayrılmıştır.

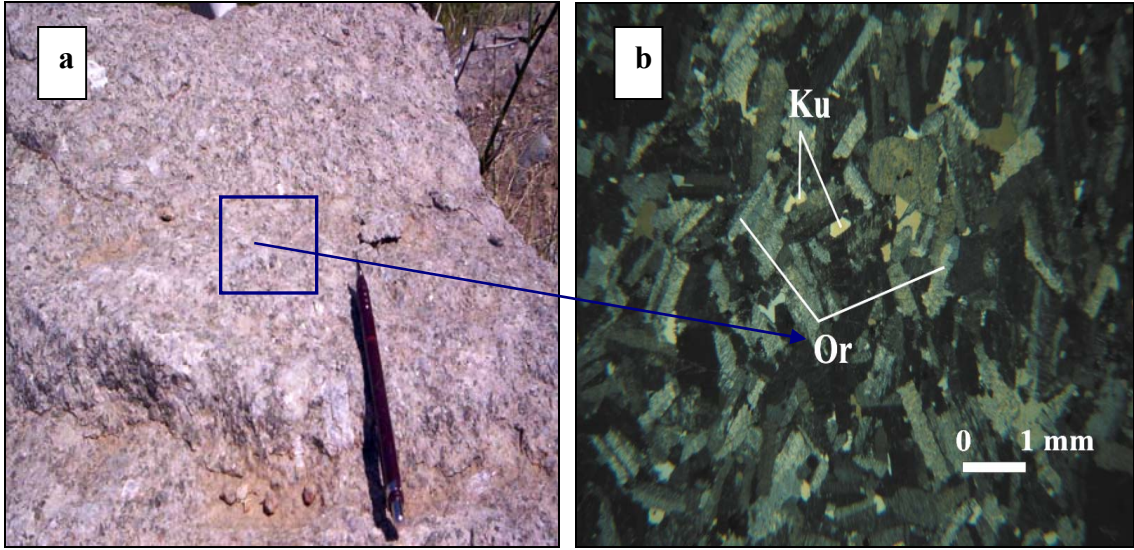
3.3.1 Foid Siyenit

Foid siyenitler Mursal Siyenitoidi'nin en fazla yayılım gösteren alt grubunu oluşturmaktadır. Bunlar el örneğinde porfiro fanaritik dokulu olup pembemsi gri rengindedir. Mega feldispatoid ve amfibol mineralleri içermekte ve yer yer boyutları 1-cm-22 cm'e kadar varan mafik magmatik anklavlar (MMA) içermektedir. Örnekler genel olarak holokristalin porfirik veya hipidiyomorf taneseli dokulu olup ortoklaz, nefelin, plajiyoklaz (az) $\pm$ mikroklin $\pm$ ikincil kuvars $\pm$ kuvars, $\pm$ piroksen ana bileşende, amfibol, biyotit, titanit, apatit, zirkon ve opak mineral bileşimindedir. Ayrıca örneklerin bir kısmında mineral pseudomorfları bulunmaktadır. Ortoklaz kristalleri (0,2mm 20mm) yarıözşekilli ve özşekilsiz olup, bir kısmı karlspat ikizlenmeli, genel olarak az ya da orta oranda killeşmiştir ve pertitik doku (yama ve ipliksi pertit) göstermektedir (Şekil 3.9.a,b). Bir kısmı apatit, opaklaşmış ve serisitleşmiş mineral pseudomorfları, opak mineral, biyotit ve titanit kapanımı içermektedir.



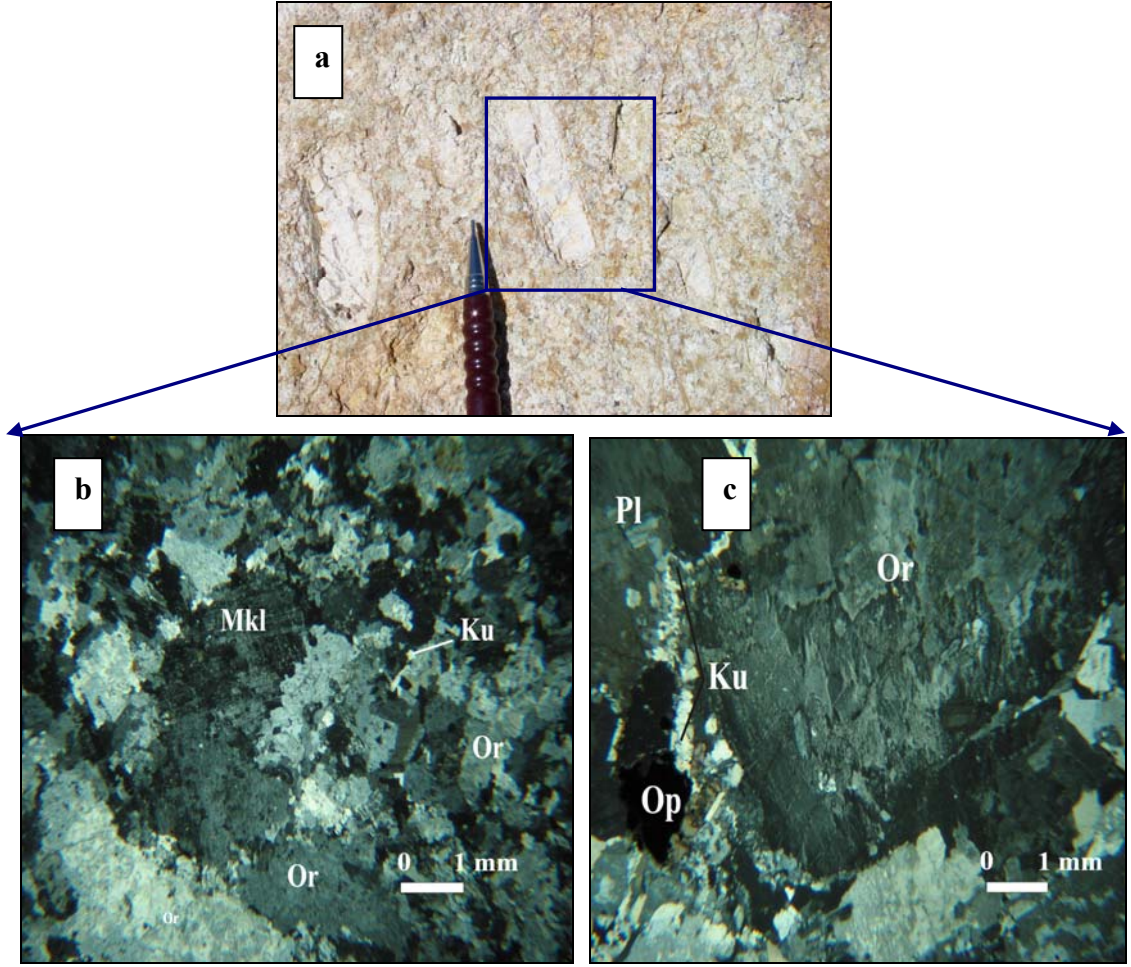
Şekil 3.9.a. Foid siyenitin arazi görünümü b. Foid siyenit içerisinde iri ortoklaz kristali ve pertitik dokunun mikrofotografı (Çapraz nikol)
(Or: Ortoklaz, Ab: Albit)

Nefelin kristalleri (Şekil 3.10.a,b) ortoklaz içinde kalıntı mineral şeklinde bulunmaktadır (Raman Konkofal Spektrometresi çalışmaları desteklenmiştir). Plajiyoklaz kristalleri (0,26 mm-10 mm) yarıözşekilli, özşekilsiz ve ikizlenmelidir ve/veya hafif zonludur. Bir kısmı orta kısımlarında serisitleşmiş ya da bazı örneklerinde az oranda killeşme, kloritleşme ve karbonatlaşma izlenmiştir. Bir kısmı opak mineral, biyotit, apatit kapanımı içermektedir.



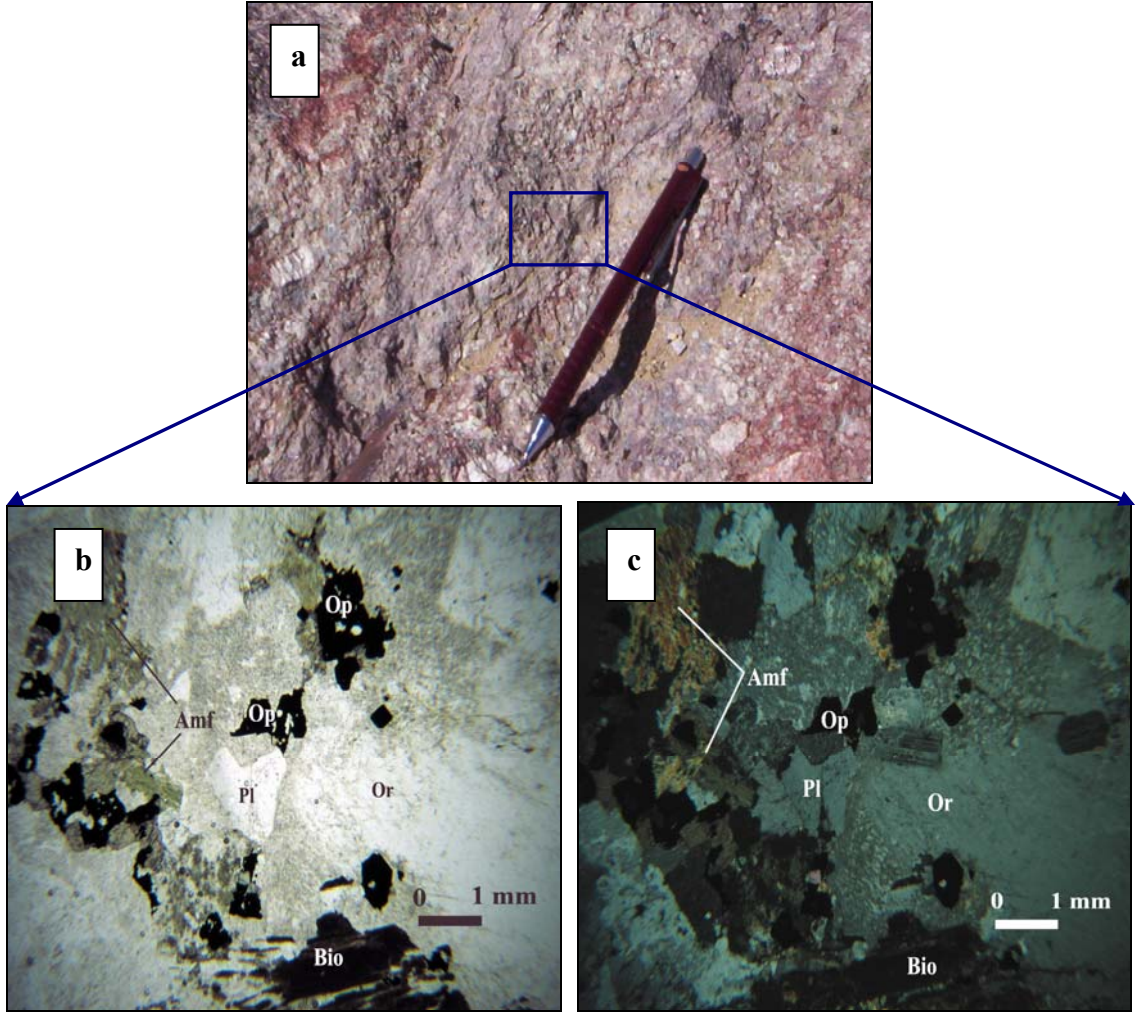
Şekil 3.10.a. Foid siyenit içindeki nefelin dönüşümü ortoklaz kristallerinin arazi görünümü b. Prizmatik ortoklaz kristalleri ve ikincil kuvars kristallerinin mikrofotografı (Çapraz nikol)
(Or: Ortoklaz, Ku: Kuvars)

Foid siyenit (Şekil 3.11.a) içerisinde mikroklin kristalleri yarı özşekilli olup kafes tipi ikizlenme göstermektedir (Şekil 3.11.b). Kayaç içerisinde ikincil kuvars kristalleri (0,1mm-2mm) özşekilsiz olarak yer almaktadır. (Şekil 3.11.c). İkincil kuvarslar mineraller arasındaki boşlukları doldurmuş şekilde bulunmaktadır.



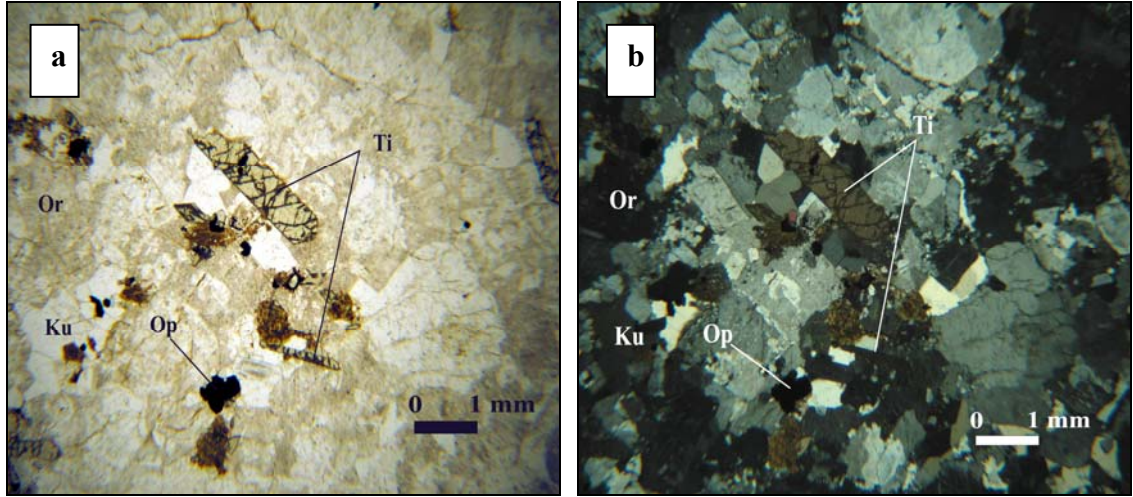
Şekil 3.11.a. Porfiro fanaritik dokulu foid siyenitin arazi görünümü b. Foid siyenitte kafes ikizli mikroklin, ortoklaz ve kuvars kristallerinin mikrofotografı (Çapraz nikol) c.İkincil kuvars kristalleri ile ortoklaz, plajiyoklaz, opak minerallerin mikrofotografı (Çapraz nikol)
(Mkl: Mikroklin, Or:Ortoklaz, Ku:Kuvars, Pl: Plajiyoklaz, Op:Opak mineral)

Amfibol kristalleri özşekilsiz olup bir kısmı az oranda kloritleşmiş ve karbonatlaşmış bir kısmı az oranda biyotit kapanımı içermektedir (Şekil 3.12.a,b,c). Piroksen kristalleri özşekilsiz, açık yeşil renkli olup kenar ve çatlaklarında kloritleşmeler gelişmiştir. Altere piroksen pseudomorfları tamamen serisitleşmiş ve opaklaşmıştır. Opak mineraller özşekilsizdir ve dağınık şekilde bulunmaktadır.

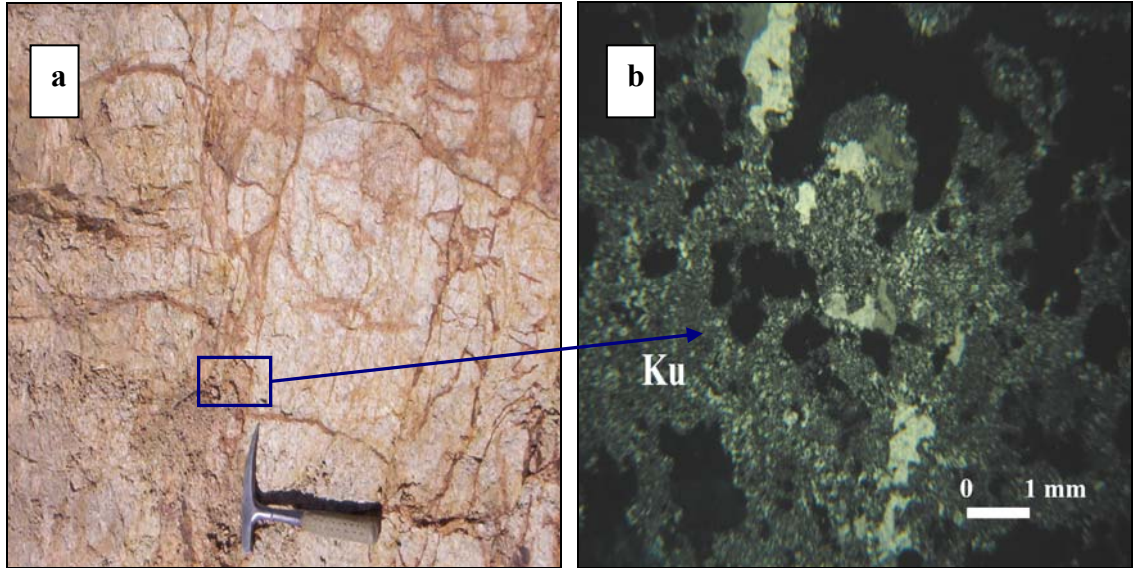


Şekil 3.12.a. Foid siyenitin arazi görünümü b. Tek nikol, c. Çapraz nikol, foid siyenit içerisinde amfibol, biyotit ve opak minerallerin mikrofotografı (Or: Ortoklaz, Pl: Plajiyoklaz, Amf: Amfibol, Bio: Biyotit, Op: Opak min.)

Titanitler özşekilli ve yarıözşekillidir, bir kısmı lökoksene dönüşmüştür (Şekil 3.13.a,b). Apatit ve zirkon kristalleri feldispat kristalleri içerisinde kapanım şeklindedir. Siyenitoid içerisinde kuvars (Şekil 3.14.a,b), kalsit ve barit damarı görülmektedir



Şekil 3.13 Foid siyenitte yarıözşekilli titanit kristallerinin mikrofotografı
a. Tek nikol, b. Çapraz nikol
(Or: Ortoklaz, Ku: Kuvars, Ti: Titanit, Op: Opak mineral)

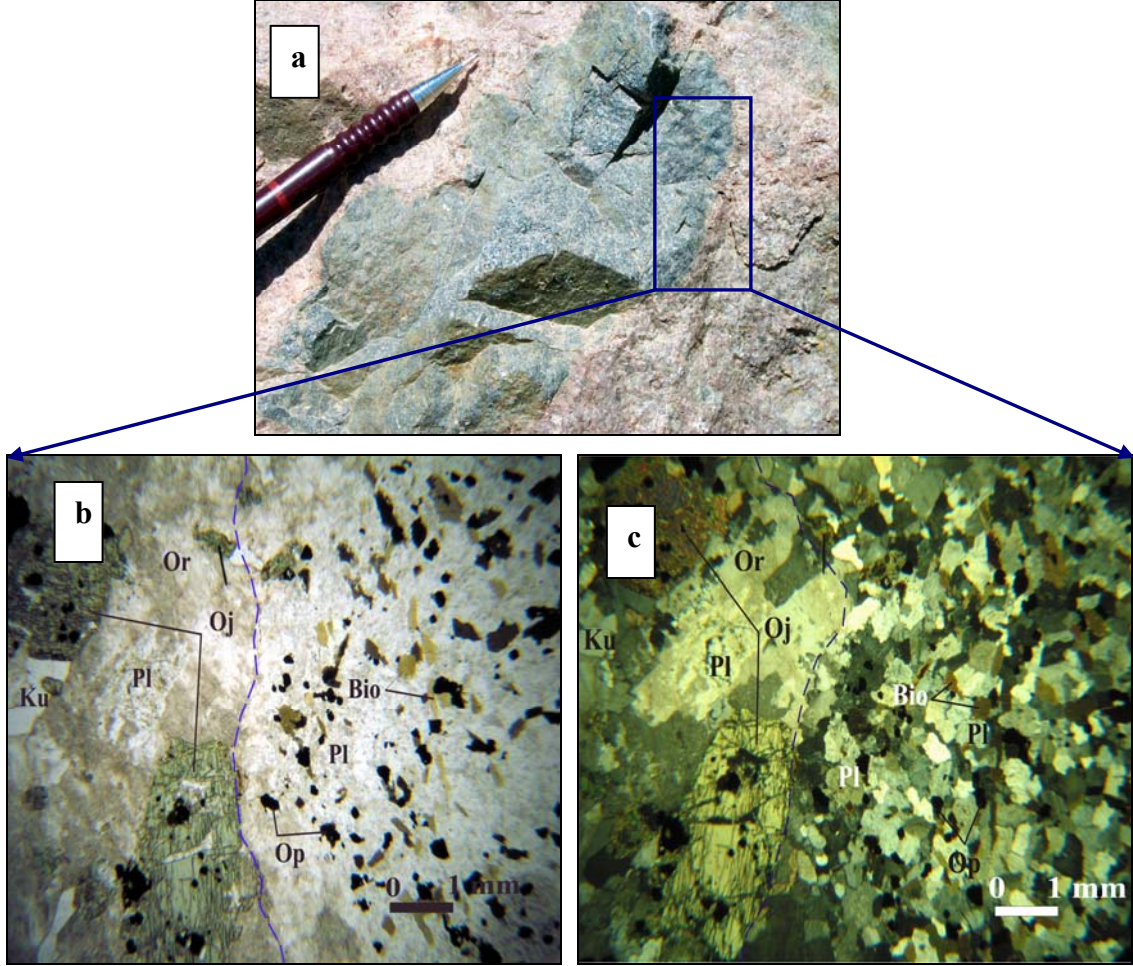


Şekil 3.14. a. Foid siyenit içinde kuvars damarlarının arazi görünümü b. Kuvars damarının mikrofotografı (Çapraz nikol) (Ku: Kuvars)

3.3.2 Mafik Magmatik Anklavlar

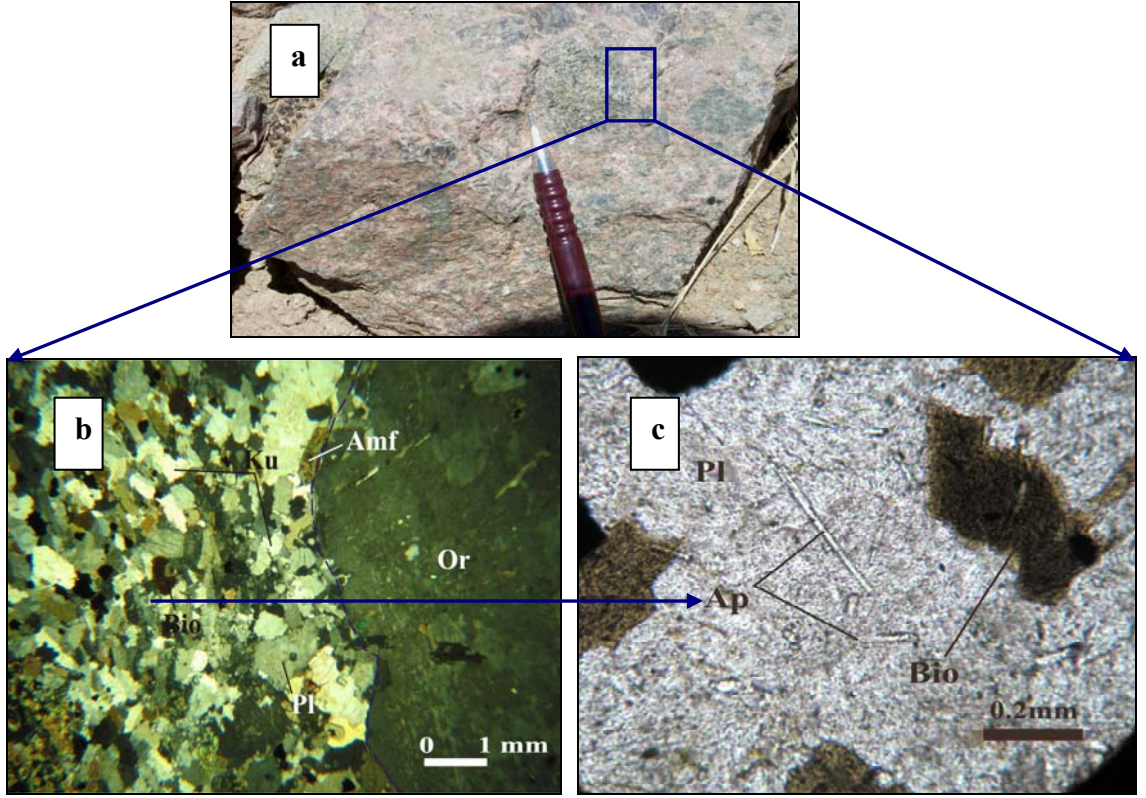
Siyenitoidin özellikle iri kristalize olanlarında mafik magmatik anklavlar (MMA) bulunmaktadır (Şekil 3.15.a,b,c). Bunlar ince kristalin, subofitik dokulu, başlıca

plajiyoklaz, amfibol, piroksen (ojit) $\pm$ kuvars $\pm$ biyotit mineralleri içerecek diyorit ve kuvars diyorit bileşimindedir.

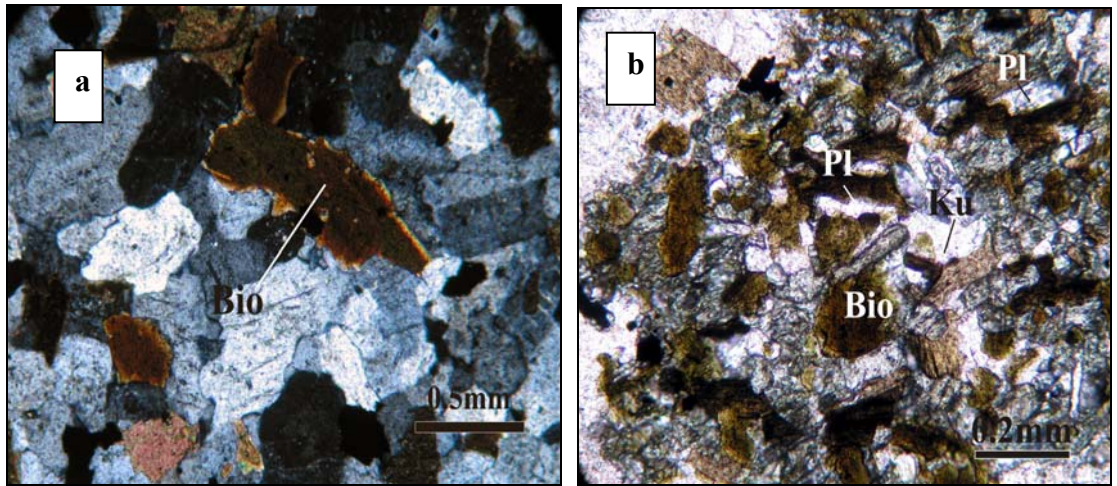


Şekil 3.15.a. Mafik magmatik anklavların arazi görünümü b. Tek nikol, c. Çapraz nikol, Mafik magmatik anklav ile siyenitoidin sınırının mikrofotografı (Or: Ortoklaz, Ku: Kuvars, Pl: Plajiyoklaz, Oj: Ojit, Bio: Biyotit , Op: Opak mineral)

Mafik magmatik anklavlarda (MMA) magma karışım ürünü dokular gözlenmektedir. İğnemsli apatitler (Şekil 3.16.a,b), kamamsı biyotitler (Şekil 3.17.a), etrafları biyotit ve piroksen kristallerince kuşatılmış oseller doku gösteren kuvars, plajiyoklaz (Şekil 3.17.b) ve poikilitik dokulu plajiyoklazlar magma mixing-minglingi işaret edebilir.



Şekil 3.16.a. Mafik magmatik anklavların arazi görünümü b. Mafik magmatik anklav ile siyenitoidin sınırının mikrofotografı (Çapraz nikol) c. Mafik magmatik anklavda (MMA) iğnemsli apatitin mikrofotografı (Tek nikol)
(Or: Ortoklaz, Ku: Kuvars, Pl: Plajiyoklaz, Amf: Amfibol, Ap: Apatit, Bio:Biyyotit)

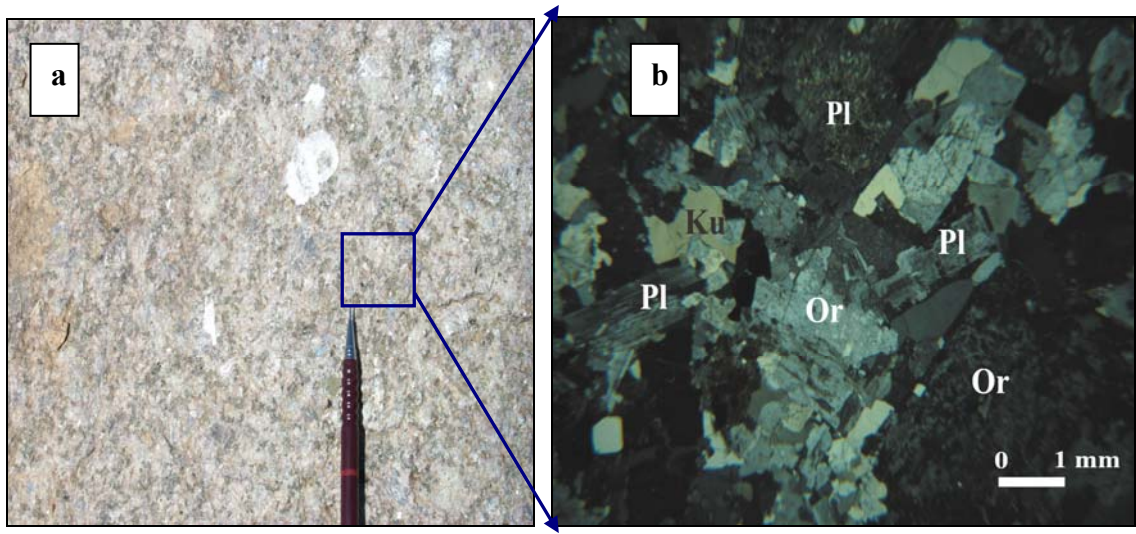


Şekil 3.17.a. Mafik magmatik anklavda kamamsı biyyotit oluşumunun mikrofotografı (Çapraz nikol) b. Mafik magmatik anklavda oseller dokulu kuvars ve plajiyoklazın mikrofotografı (Tek nikol)
(Ku: Kuvars, Pl: Plajiyoklaz Bio:Biyyotit)

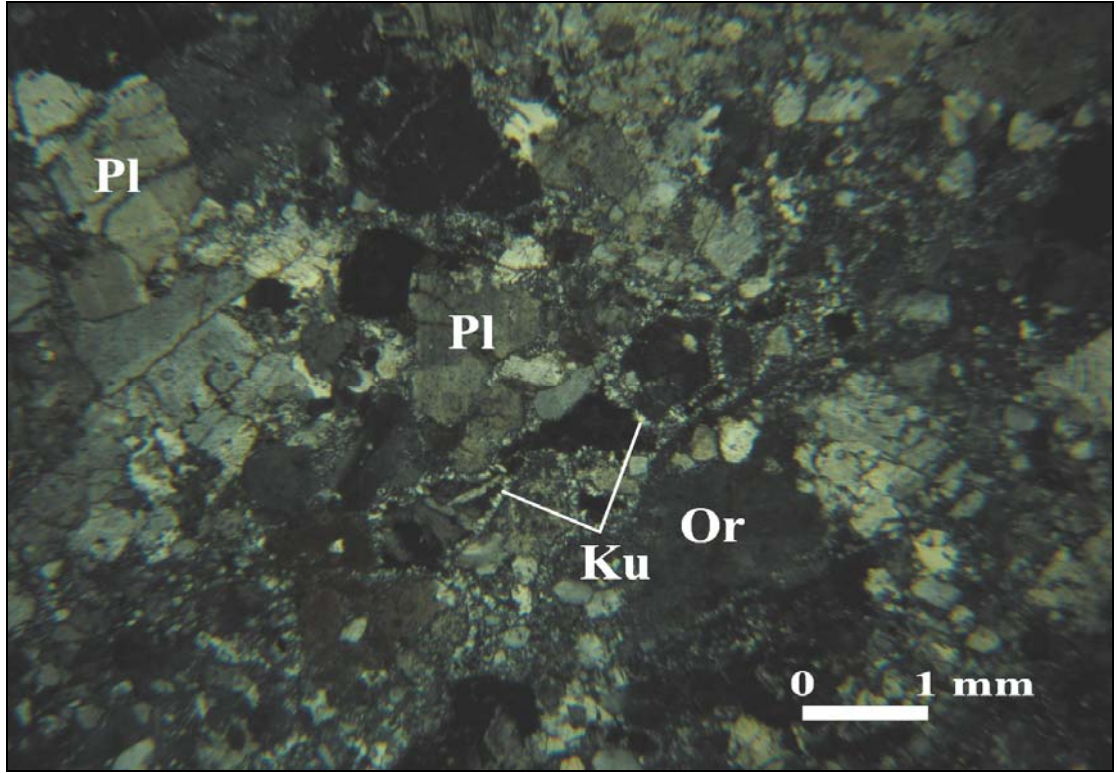
3.3.3 Foid Monzosiyenit

Örnekler holokristalin porfirik dokulu olup ortoklaz, nefelin, plajiyoklaz, ikincil kuvars, opak mineral, çok az oranda biyotit ve muskovit ve tali mineral olarak titanit, zirkon ve apatitten oluşmaktadır (Şekil 3.18.a,b).

Bazı örneklerde kataklazma ile birlikte gelişen mikro çatlaklarda ikincil kuvars oluşumları izlenmiştir (Şekil 3.19).



Şekil 3.18.a. Foid monzosiyenitin arazi görünümü b. Foid monzosiyenitin mikrofotografı (Çapraz nikol)
(Or: Ortoklaz, Ku: Kuvars, Pl: Plajiyoklaz)

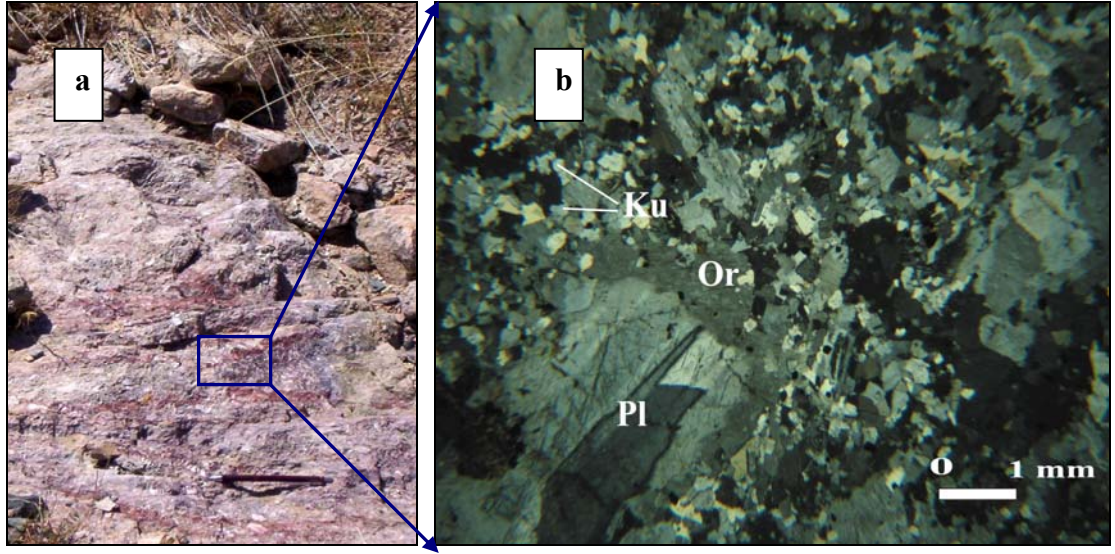


Şekil 3.19 Altere foid monzosiyenitte ikincil kuvarsların mikrofotografı (Çapraz nikol)
(Or: Ortoklaz, Ku: Kuvars, Pl: Plajiyoklaz)

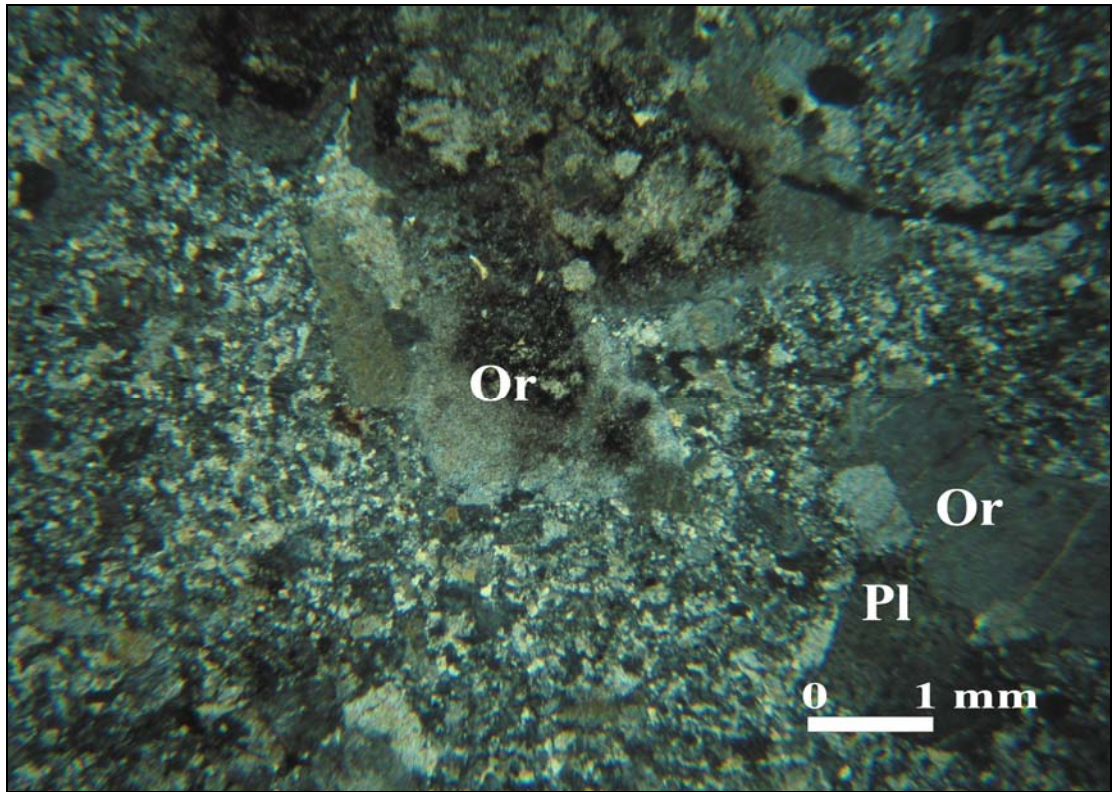
3.3.4 Foid Monzosiyenit Porfir

Örnekler holokristalin porfirik dokulu olup ortoklaz, nefelin, plajiyoklaz, az oranda ikincil kuvars, amfibol, az oranda mafik mineral pseudomorfları, muskovit, opak mineral , tali mineral olarak titanit ve apatit kristalleri ile hamurdan oluşmaktadır (Şekil 3.20.a,b).

Örneklerde hamur ince kristalli olup ortoklaz, plajiyoklaz, ikincil kuvars, opak mineral ve serisitleşmiş kısımlardan oluşmaktadır. Altere olan örneklerde feldispatlar yoğun olarak killeşmiştir (Şekil 3.21).



Şekil 3.20.a. Foid monzosiyenit porfirin arazi görünümü b. Foid monzosiyenit porfirin mikrofotografı (Çapraz nikol)
(Or: Ortoklaz, Ku: Kuvars, Pl: Plajiyoklaz)



Şekil 3.21 Altered foid monzosiyenit porfirde ortoklaz ve plajiyoklazlardaki killeşmenin mikrofotografı
(Or: Ortoklaz, Pl: Plajiyoklaz)

4. KONFOKAL RAMAN SPEKTROMETRESİ ÇALIŞMALARI

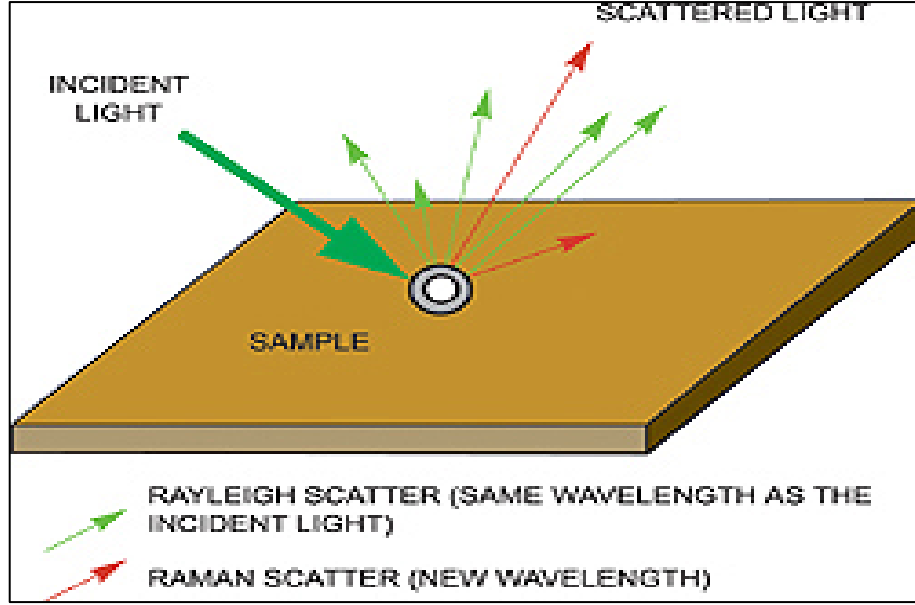
Raman Konfokal spektrometresi, tahribatsız olarak çalışan bir analitik yöntem olup geniş bir alanda kullanılmaktadır. Jeoloji alanında yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. (Sharma *et al.* 1983, Beeskow *et al.* 2005, Korolay and Kadioğlu 2007, Üstündağ *et al.* 2007, Zoroğlu and Kadioğlu 2007).

Konvansiyonel metotlarda numune homojen olarak aydınlatılmakta ve bu nedenle tüm numune alanından aynı anda kümülatif olarak bilgi alınmaktadır. Bu durumda odak dışında kalan unsurlardan da istenmeyen sinyallerin gelmesi söz konusudur. Konfokal metotta ise aydınlatmanın ve bilgi toplamanın yapıldığı alan aynıdır ve 1 mikrondan daha küçük çapa sahiptir. Analiz için numunenin bir tarafının düzgün yüzey olması gerekmektedir. TEM ve SEM metotlarıyla karşılaştırdığında, daha basit, daha ucuz ve tahribatsız bir yöntemdir. Konfokal metotta incelenen malzemenin, herhangi bir noktasından üç boyutlu görüntü alınabilmektedir. X-Y-Z doğrultularında tarama yapılarak X-Y düzleminde 100 mikronluk bir bölgenin haritası elde edilebilir.

Raman cihazları başlıca üç kısımdan meydana gelir. Bunlar:

- 1) Lazer ışın kaynağı,
- 2) Numuneyi ışınlama sistemi,
- 3) Uygun bir spektrometre

Raman spektrometresi, titreşim enerjisi üzerine kurulmuştur. Raman deneylerinde, monokromatik ışık huzmesi, örneğin içine gönderilir. Işığın çoğu doğrudan içinden geçer, fakat bazı durumlarda ışık dağılır. Madde güçlü bir monokromatik ışın kaynağı (lazer) tarafından ışınlanmakta, maddeden saçılan ışınlar, bir spektrometreyle incelenmektedir. İncelenen ışınlar, ışınlamada kullanılan ve adına Rayleigh ışını da denen ışınla Raman ışınlarıdır. Örnek üzerine gelen ışık aynı dalga boyu ile saçılarak yansiyorsa Rayleigh farklı dalga boyu ile saçılarak yansiyorsa Raman adını alır (Şekil 4.1). Raman saçınımı ile spektrumlar elde edilir.



Şekil 4.1 Örnek üzerine gönderilen lazer ışını sonrası Raman ve Rayleigh ışınlarının oluşumu

4.1 Jeolojide Kullanımı

Raman Spektrometresi uygulaması, kayaç içerisindeki minerallerin, yapının ve bozunmaların tanımlanmasında ve maden minerallerinin tanımlanmasında, silikat cam ve eriyiklerin yapısal incelemesinde yaygın hem kızılötesi, hem de Raman Spektroskopileri, alüminyum silikat eriyikleri ve camlarda H_2O , CO_2 , ve H_2 gibi uçucuların erime mekanizmalarını incelemek için kullanılmaktadır.

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 çalışmaları, suyun şimdiki yapısının anlaşılmasını geliştirmede en önemli rolü oynamıştır. Jeokimyasal olarak önemli ikinci sıvı CO_2 dir. Gaz, sıvı ve katı fazlar halinde saf CO_2 in çeşitli Raman çalışmaları olmuştur. Mikro-Raman spektrometresinin sıvı kapanımlarına uygulanması çalışmaları vardır ve sıvı kapanımı çalışmalarına önemli katkıda bulunmuştur. Özellikle mikrotermometrik tekniklerle birlikte kullanıldığında başarılı olmuştur. Raman mikroprobu sülfid cevherinde gang materyallerinin ve

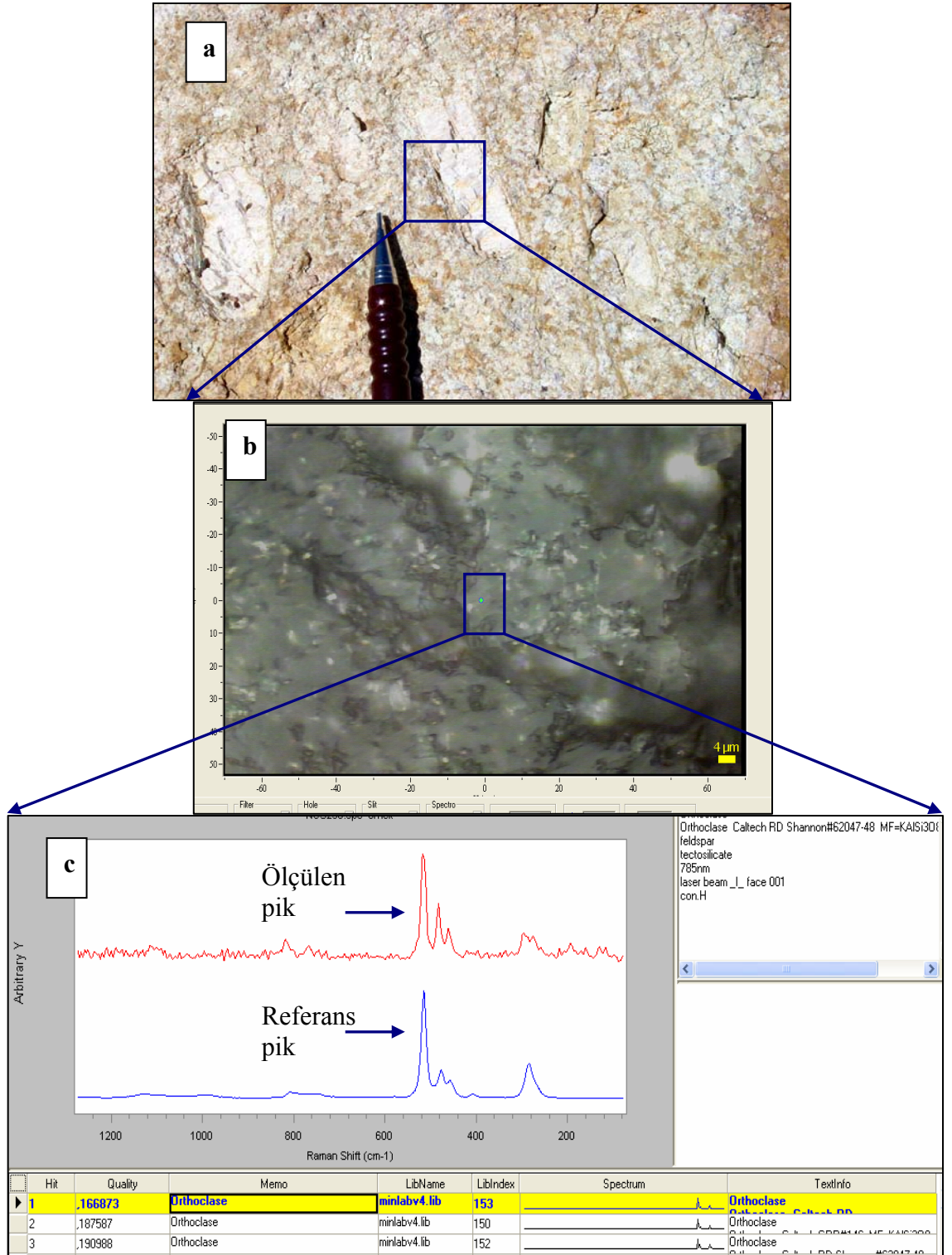
minerallerin belirlenmesinde etkili bir yaklaşım sağlar. Karbon, florin, bor, oksijen ve nitrojen gibi hafif elementlerin örneklerinin hızlı belirlenmesinde eşsiz bir uygulamadır. Bu teknik, örneğin kristal yapısına duyarlıdır ve çeşitli allotropların ve polimorfların varlığı konusunda faydalı bilgiler sağlar. Karbonlu materyaller halinde, raman spektrumu konsantrasyonlarda onun varlığını ve uygun spektral datadan materyalin tipini belirleyebilir.

4.2 Yöntem

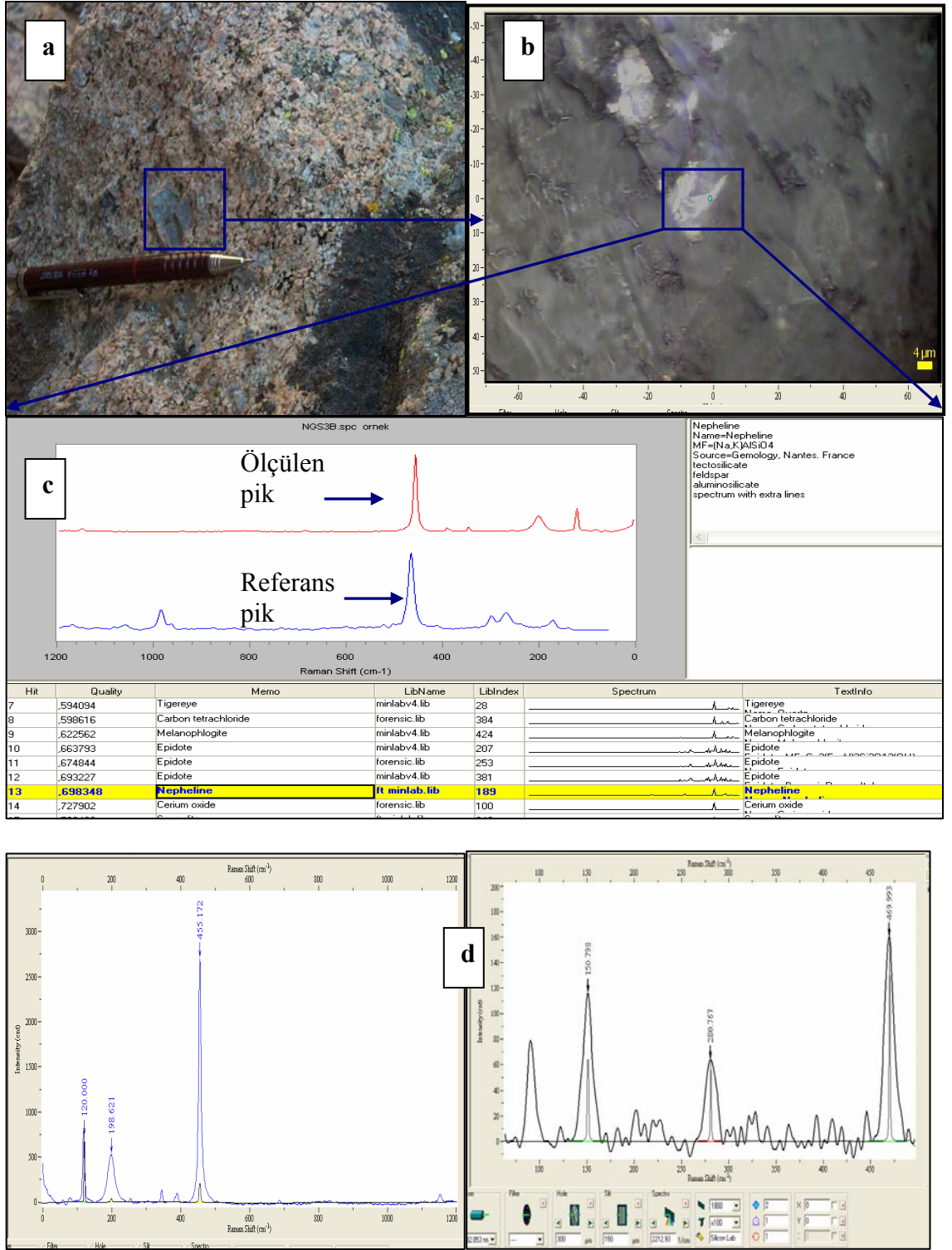
Raman ölçümlerinde kalibrasyon önemlidir. Bu çalışmada genel olarak magmatik kayalara ait mineraller yer aldığı için ölçüler;

- 633 kırmızı laser gücü
- 150 Silt aralığında
- 300 Hole çapında
- 1800 grating aralığında ve
- 1000 spectra değerlerinde yapılmıştır.

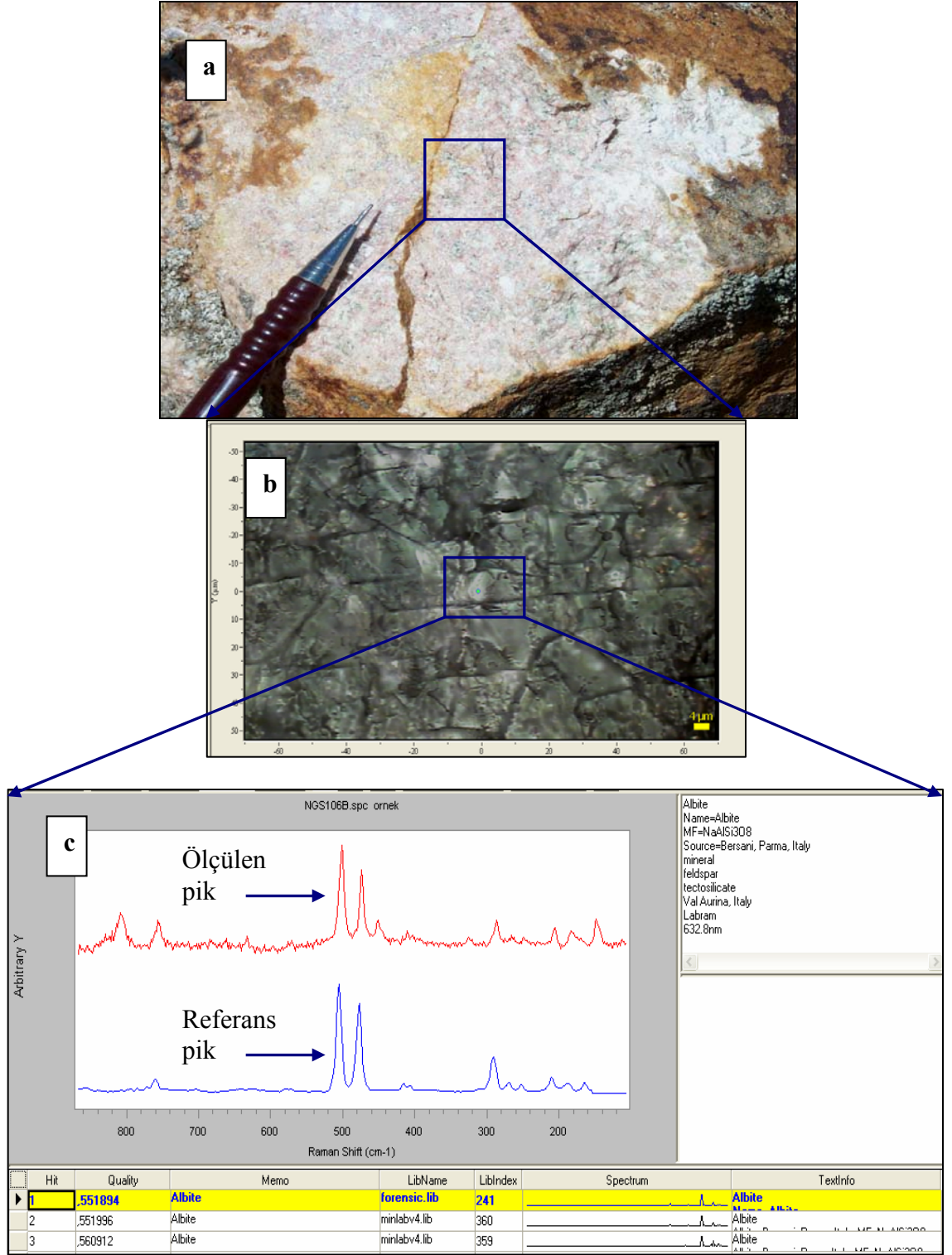
Raman Konfokal Spektrometresi çalışmalarında Mursa Siyenitoidi içerisindeki felsik minerallerin başlıca feldispat ve feldispatoidlerden oluştuğu gözlenmiştir. Feldispatoidlerin nefelin ve feldispatların ise ortoklaz ve albit bileşiminde olduğu ortaya konmuştur. Ortoklazlar 280, 470, 510 (Şekil 4.2.a,b,c), nefelinler 120, 198, 455 (Şekil 4.3.a,b,c,d), ve albitler ise 275, 480 ve 510 Raman pik değerine sahip olduğu görülmüştür (Şekil 4.4.a,b,c). Siyenit içerisindeki nefelinlerin önemli bölümü albit ve ortoklaza dönüşmüş olup ve nefelinler daha çok yamalar halinde kristalin içerisinde kalıntılar şeklinde gözlenmiştir. Siyenitoid içerisindeki titanit (Şekil 4.5), manyetit (Şekil 4.6), Piroksen-ojit (Şekil 4.7.a,b) kristallerinin önemli bir bölümünün tremolit (Şekil 4.8.a,b) ve aktinolit dönüştüğü belirlenmiştir. Biyotit (Şekil 4.9.a,b,c) ve hematit (Şekil 4.10.a,b,c) için Raman pik değerleri ile birlikte spektrumlar elde edilmiştir.



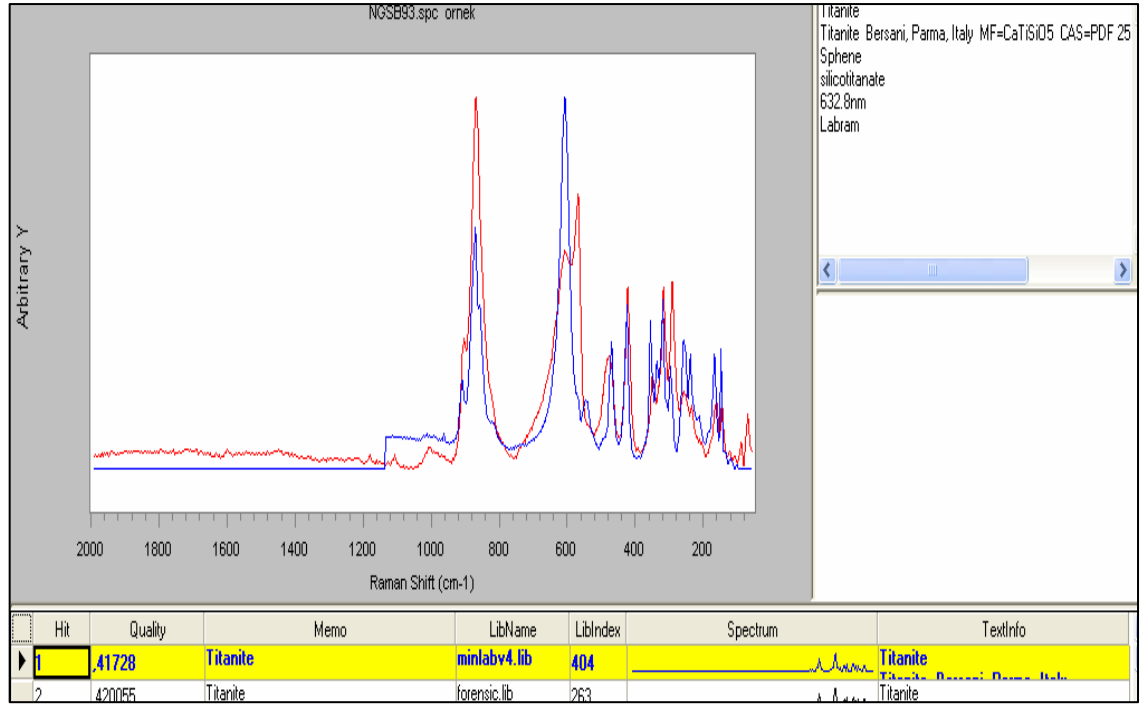
Şekil 4.2.a. Mursal Siyenitoidi'ne ait foid siyenitteki nefelin dönüşümü ortoklaz kristalinin arazi görünümü b. Foid siyenitin Raman Konfokal Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta c. Foid siyenitteki ortoklaza ait 280, 470, 510 Raman pikleri



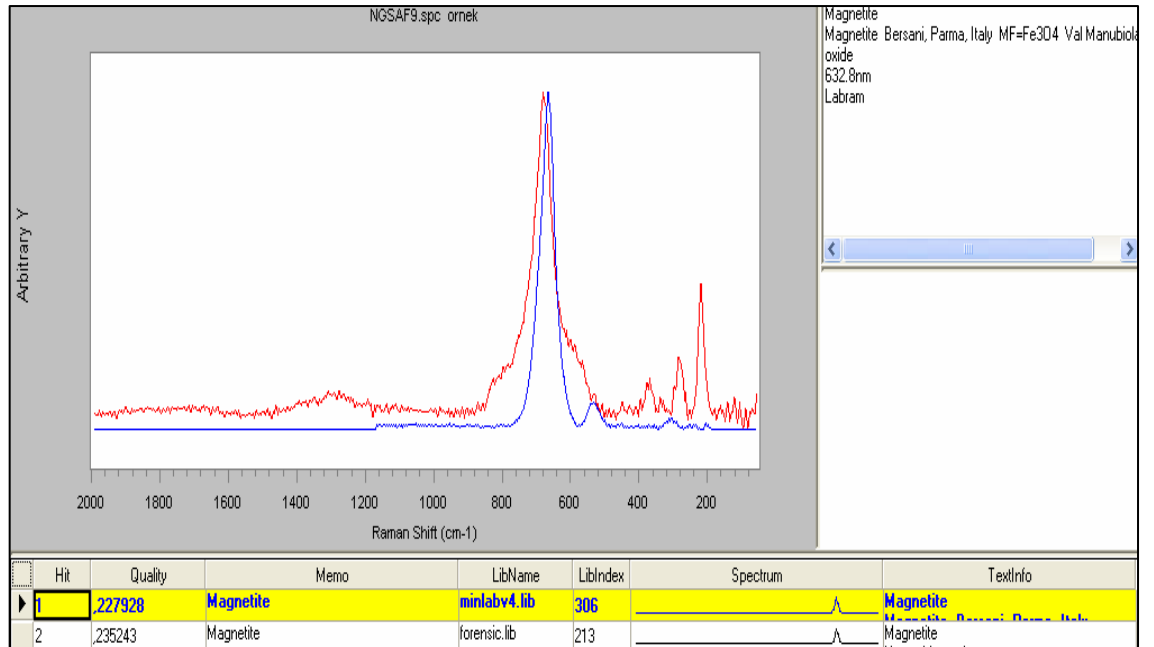
Şekil 4.3.a. Mursal Siyenitoidi'ne ait foid siyenitteki nefelin dönüşümü ortoklaz kristalinin arazi görünümü b. Foid siyenitin Raman Konfokal Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta c. Nefelinlere ait 120, 198, 455 Raman pik değerlerini gösteren Raman pikleri d. Nefelinin Raman pik şiddetini gösteren diyagramlar



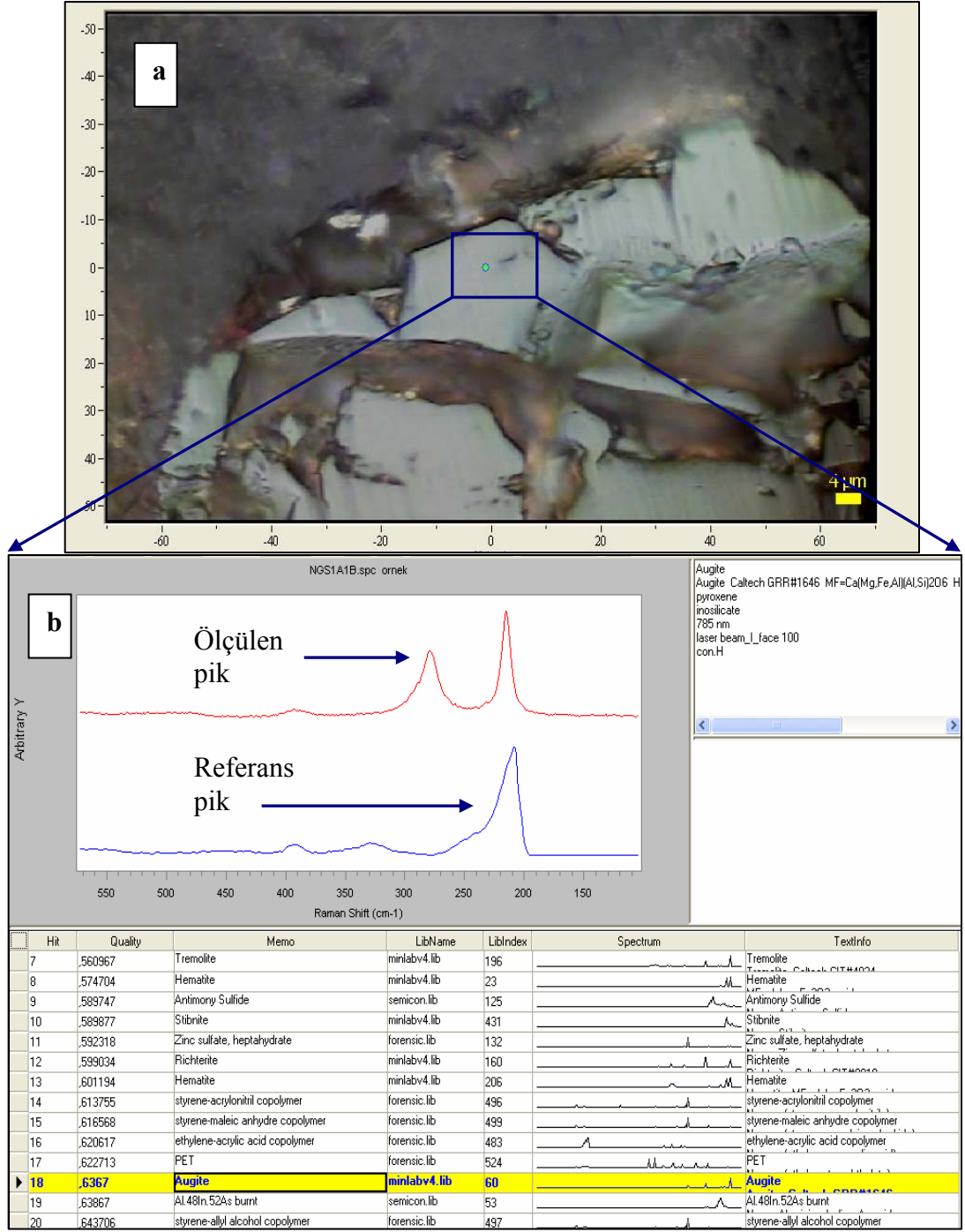
Şekil 4.4.a. Mursal Siyenitoidi'ne ait foid siyenitin arazi görünümü b. Foid siyenitin Raman Konfokal Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta c. Foid siyenitteki albite ait 275, 480 ve 510 Raman pikleri



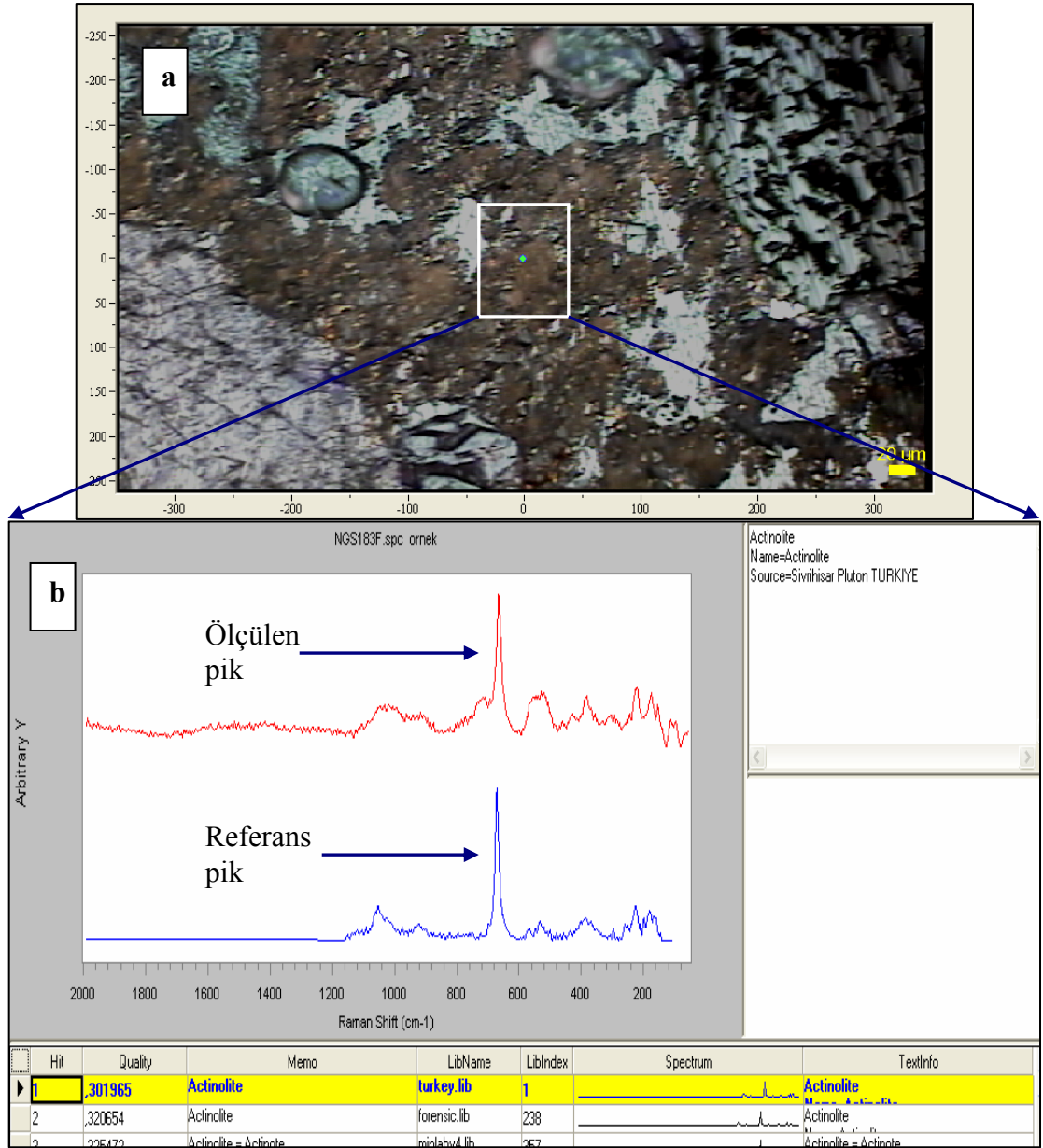
Şekil 4.5 Foid siyenitteki titanite ait Raman pikleri (kırmızı renkli eğriler foid siyenite, mavi renkli eğriler ise referans alınan örneğe aittir)



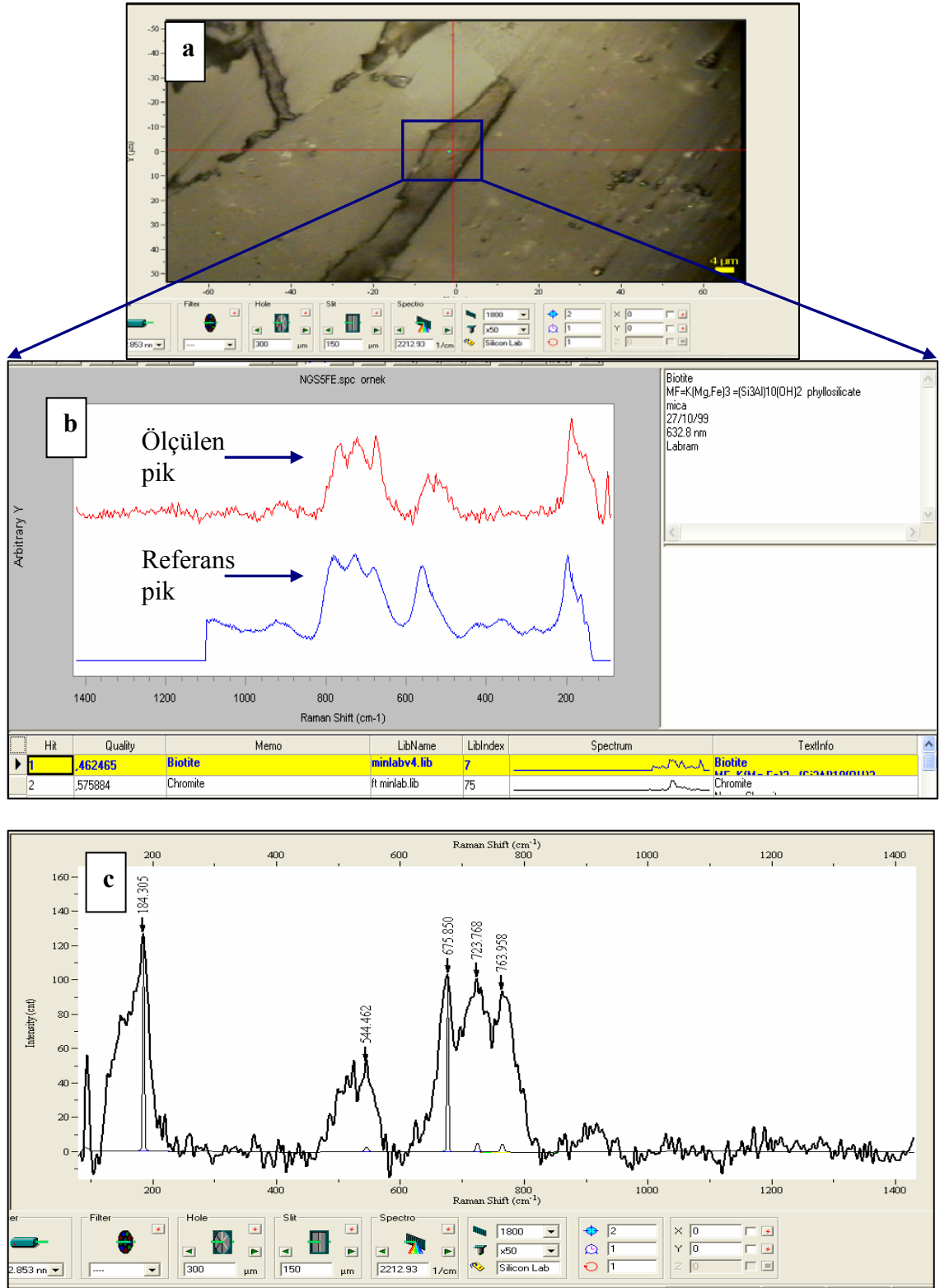
Şekil 4.6 Foid siyenitteki manyetite ait Raman pikleri (kırmızı renkli eğri foid siyenite, mavi renkli eğri ise referans alınan örneğe aittir)



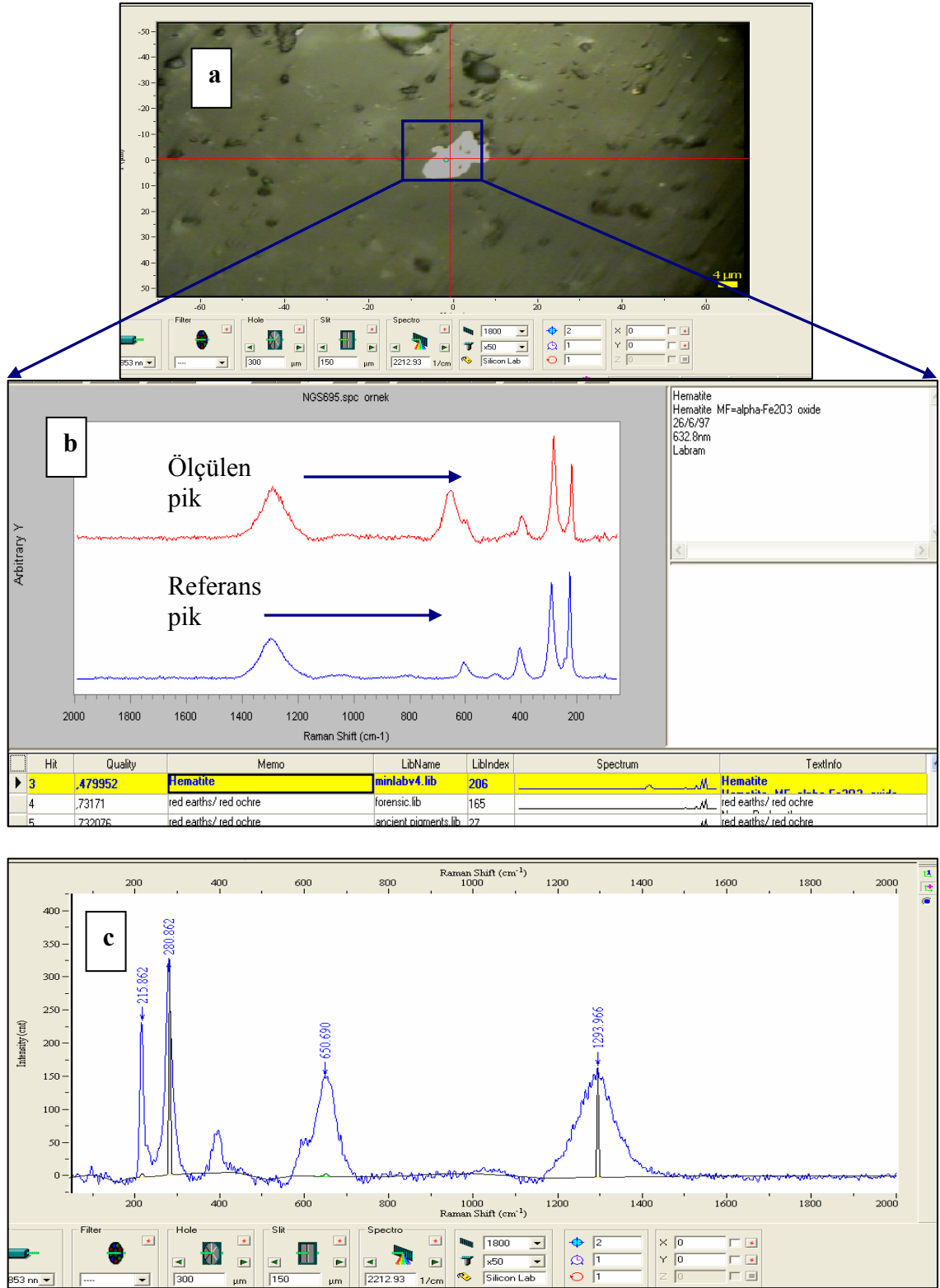
Şekil 4.7.a. Foid siyenitin Raman Konfokal Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta b. Foid siyenitteki ojite ait Raman pikleri



Şekil 4.8.a. Foid siyenitin Raman Konfokal Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta b. Foid siyenitteki piroksen dönüşümü aktinolite ait Raman pikleri



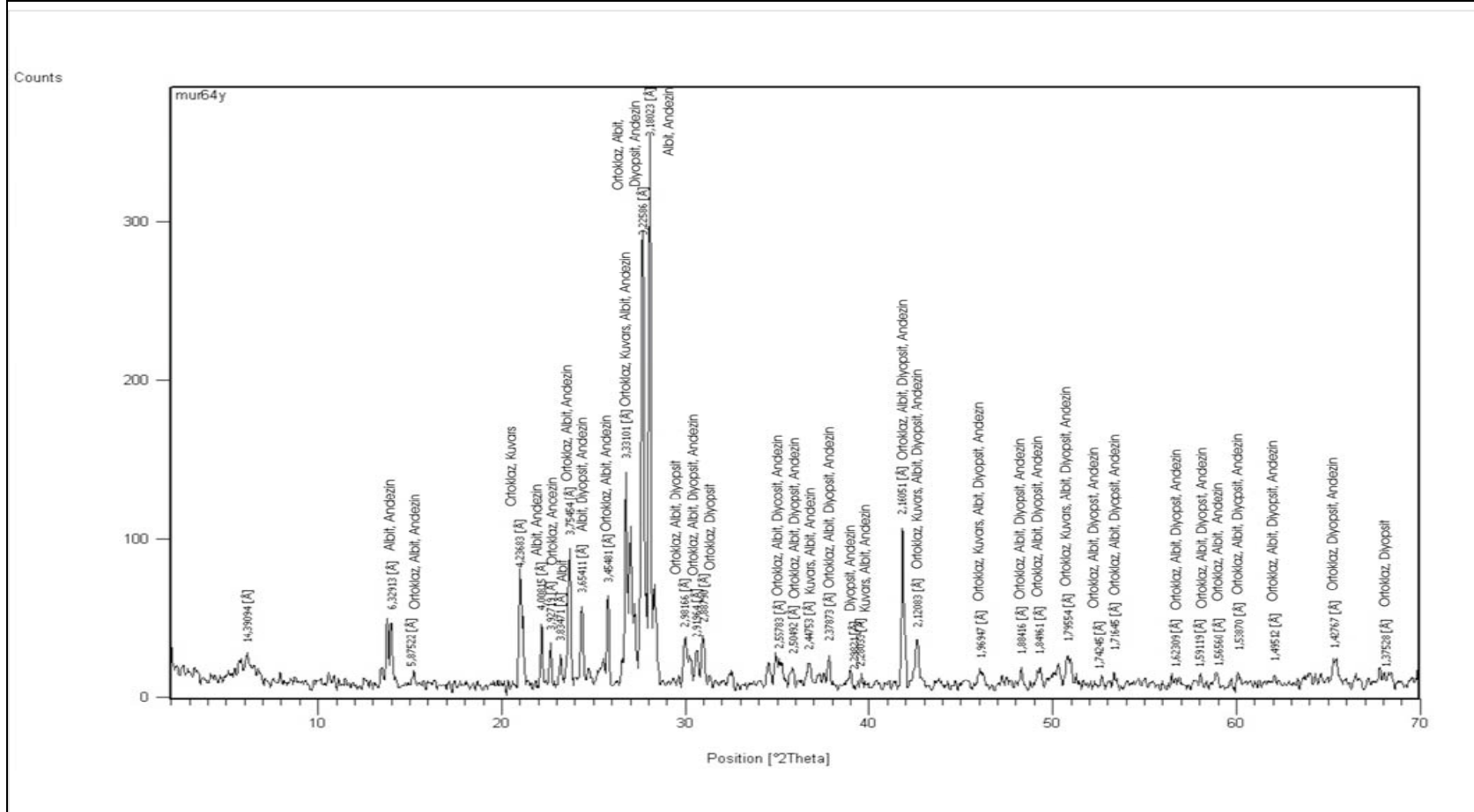
Şekil 4.9.a. Foid siyenitin Raman Konfokal Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta b. Foid siyenitteki biyotite ait Raman pikleri c. Biyotitin Raman pik şiddetini gösteren diyagram



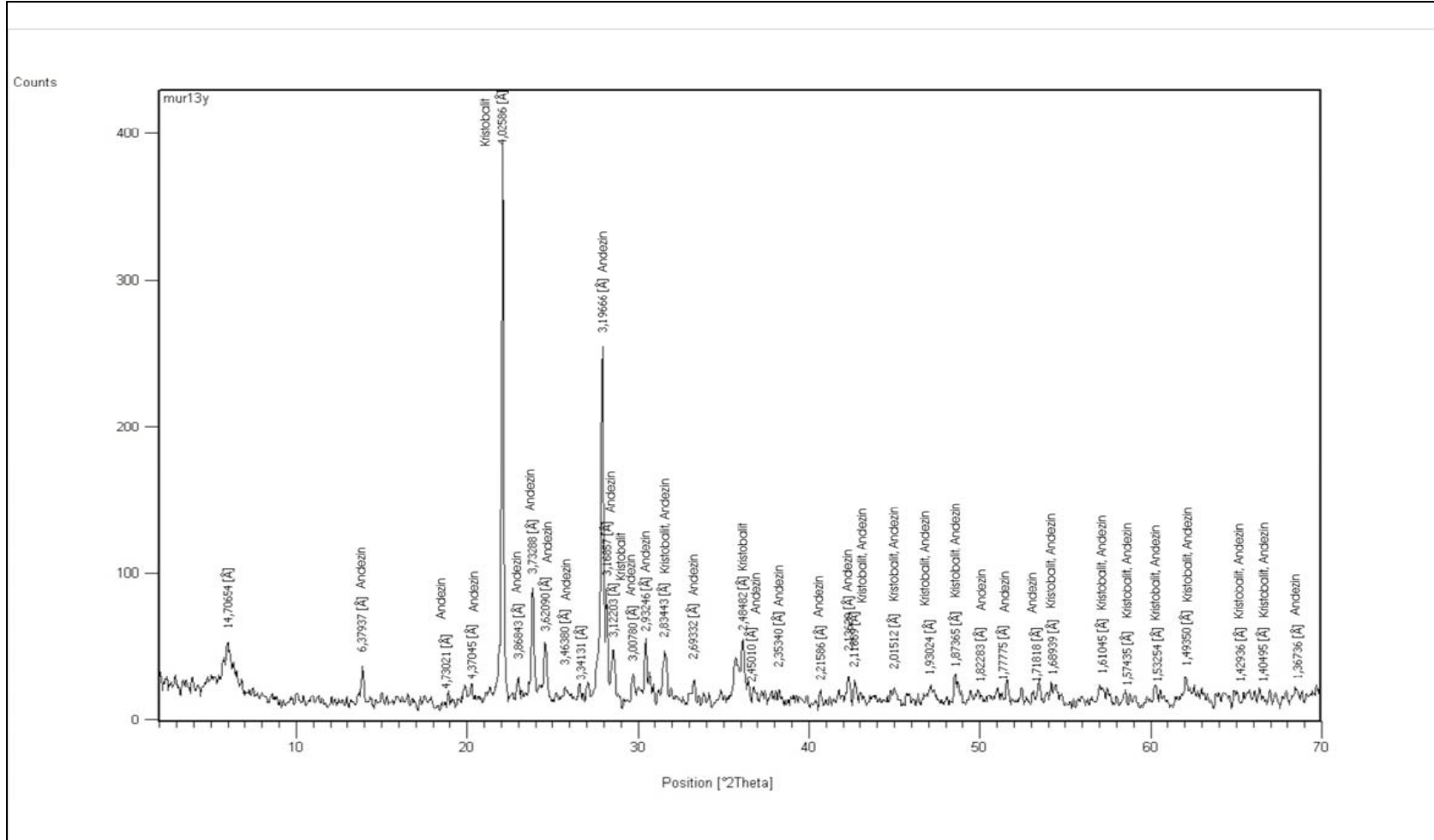
Şekil 4.10.a. Foid siyenitin Raman Konfokal Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta b. Foid siyenitteki hematite ait Raman pikleri c. Hematitin Raman pik şiddetini gösteren diyagram

5. XRD ANALİZLERİ

XRD incelemeleri özellikle Mursal Siyenitoidi içerisinde nefelin kristallerini saptamaya yönelik yapılmıştır. Foid Siyenitlerin XRD sonuçları genel olarak; ortoklaz, andezin, albit, kuvars, diyopsit şeklindedir (Şekil 5.1). Nefelin kristalleri ortoklaz kristalleri içerisinde kalıntı mineral şeklinde bulunmaktadır. XRD incelemelerinde kayaçta %5'in altında mineral tayini genellikle mümkün olmadığından kalıntı nefelin tespit edilememiştir. Yamadağ Volkaniklerindeki silisleşmiş andezite ait difraktogramda andezin, kristobalit mineralleri görülmektedir (Şekil 5.2).



Şekil 5.1 Mursal Siyenitoidi'ne (Mur-64) ait difraktogram



Şekil 5.2 Yamadağ Volkanikleri'ne (silisleşmiş andezit-Mur13) ait difraktogram

6. JEOKİMYA

Saha gözlemleri ve mikroskop altındaki ince kesit incelemeleri sonucunda Mursal Siyenitoidi ve Yamadağ Volkanikleri'ne ait 70 örnek jeokimyasal analiz için seçilmiştir. Örnekler mikroskop altında incelenmiş ve taze olan örnekler ayıklanmıştır. Bunlardan 38 tanesi Mursal Siyenitodi'ne 30 tanesi ise Yamadağ Volkanikleri'ne aittir. Mursal Siyenitoidi'ne ait örnekler içinde 2 tanesi anklavlardan ayıklanmıştır.

Analizler Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Petrografi Araştırma ve Uygulama Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Örnekler Spectro X Lab 2000 Polarize XRF cihazı kullanılarak USGS standartlarına ait Granit, Siyenit, Bazalt ve Andezit standartları ile kalibre edilmiştir. Örneklerin ana oksit sonuçları Çizelge 6.1'de eser element sonuçları Çizelge 6.2'de verilmiştir.

Çizelge 6.1 Kayaçların ana oksit elemet analiz sonuçları (% ağırlık)

Kayaç grubu	ELEMENT % Örnek adı	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI	Toplam
Yamağ Volkanikleri	Mur1	67,80	0,44	15,07	3,52	0,07	1,27	3,81	3,68	1,68	0,14	2,74	100,00
	Mur2	68,83	0,48	13,98	3,76	0,06	0,96	4,19	3,77	1,72	0,15	2,08	99,98
	Mur3	69,02	0,50	13,51	3,82	0,05	0,90	3,77	4,11	1,82	0,13	2,32	99,95
	Mur4	68,86	0,46	13,90	3,69	0,04	0,87	4,19	3,95	1,73	0,14	2,13	99,96
	Mur5	68,46	0,48	14,00	3,73	0,04	0,78	4,13	3,71	1,73	0,15	2,72	99,93
	Mur6	67,69	0,50	13,93	3,78	0,04	0,79	4,58	3,68	1,69	0,25	3,24	100,17
	Mur7	68,40	0,49	13,74	3,59	0,05	1,06	3,97	3,81	1,69	0,36	2,81	99,97
	Mur8	69,17	0,51	14,50	3,48	0,06	1,06	3,83	4,00	1,74	0,11	1,48	99,94
	Mur9	70,60	0,52	14,04	3,60	0,09	1,17	4,13	3,88	1,78	0,17	0,66	100,63
	Mur13	68,07	0,48	14,28	3,98	0,02	0,72	3,76	4,10	1,38	0,31	2,85	99,95
	Mur21	67,74	0,48	14,44	3,97	0,05	0,65	4,18	5,39	1,58	0,30	1,17	99,95
	Mur22	68,51	0,49	14,71	4,03	0,07	0,48	4,06	4,39	1,50	0,31	1,39	99,94
	Mur23	68,58	0,48	14,96	3,76	0,08	0,53	3,83	4,55	1,58	0,26	1,34	99,95
	Mur24	68,04	0,48	13,79	3,63	0,06	1,01	4,02	4,42	1,38	0,28	1,95	99,05
	Mur26	69,10	0,49	14,09	3,68	0,07	0,98	4,06	4,22	1,45	0,28	1,53	99,95
	Mur27	68,25	0,45	13,32	3,31	0,07	1,08	3,92	4,80	1,44	0,27	3,06	99,97
	Mur28	69,82	0,50	13,65	3,56	0,07	1,06	4,02	4,50	1,48	0,30	1,12	100,08
	Mur29	67,70	0,49	14,04	3,76	0,08	1,32	5,24	4,50	1,47	0,31	0,99	99,90
	Mur30	70,17	0,45	13,78	3,70	0,07	0,89	4,20	3,97	1,42	0,35	0,97	99,97
	Mur31	67,80	0,51	14,55	3,80	0,08	1,08	4,32	3,87	1,42	0,31	2,07	99,81
	Mur32	68,84	0,51	14,47	3,90	0,08	1,09	4,37	4,60	1,47	0,32	0,33	99,98
	Mur33	67,74	0,50	14,24	4,04	0,08	1,05	4,50	4,30	1,40	0,30	1,63	99,78
	Mur48	63,60	0,39	13,12	2,93	0,05	0,80	3,66	3,82	2,09	0,15	9,34	99,95
	Mur49	67,13	0,47	14,03	3,64	0,10	1,66	3,71	3,25	2,88	0,27	2,83	99,97
	Mur100	67,40	0,51	14,04	3,93	0,09	0,85	4,33	3,80	1,46	0,29	3,25	99,95
	Mur101	68,49	0,48	13,69	3,66	0,06	0,93	4,45	4,63	1,46	0,29	2,29	100,43
	Mur102	68,00	0,46	13,06	3,62	0,06	1,27	4,47	3,80	1,44	0,29	3,51	99,98
	Mur103	66,94	0,48	14,17	3,74	0,08	1,12	4,23	3,74	1,47	0,26	3,01	99,24
	Mur104	70,61	0,47	13,76	3,57	0,06	1,20	4,37	3,87	1,61	0,25	0,18	99,95

Çizelge 6.1 Kayaçların ana oksit elemet analiz sonuçları (devam)

Kayaç grubu	ELEMENT % Örnek adı	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI	Toplam
M u r s a l S i y e n i t o i d i	Mur14	64,52	0,94	15,15	3,94	0,02	0,61	2,89	4,57	4,47	0,67	2,16	99,94
	Mur15	65,59	0,88	16,33	2,68	0,04	0,44	1,60	5,74	5,26	0,39	0,99	99,94
	Mur16	64,21	0,51	16,00	5,38	0,02	0,08	1,51	4,75	5,66	0,32	1,51	99,95
	Mur17	62,20	0,78	13,82	5,61	0,10	1,70	3,26	4,40	4,54	0,92	2,61	99,94
	Mur34	64,07	0,95	15,30	5,98	0,02	0,54	1,22	4,15	5,60	0,36	1,81	100,00
	Mur35	63,00	1,03	15,02	5,57	0,01	0,34	2,60	3,72	5,18	0,46	3,21	100,14
	Mur36	65,15	1,06	16,50	4,47	0,01	0,33	1,28	3,57	5,70	0,40	1,37	99,84
	Mur38	68,62	0,24	15,05	1,29	0,01	0,45	1,23	3,50	5,91	0,42	3,20	99,92
	Mur39	68,10	0,18	15,60	1,79	0,02	0,16	0,52	2,83	9,00	0,27	1,30	99,77
	Mur40	72,15	0,16	13,77	1,05	0,01	0,11	0,71	3,29	7,19	0,43	1,07	99,94
	Mur42	65,50	0,48	15,62	3,25	0,06	0,63	2,23	5,50	4,98	0,33	1,44	100,02
	Mur45	65,72	0,57	15,92	4,22	0,02	0,50	1,37	4,85	4,70	0,25	1,61	99,73
	Mur46	68,61	0,47	15,87	1,48	0,07	0,36	1,80	5,37	4,12	0,38	1,40	99,93
	Mur53	69,19	0,41	16,66	1,06	0,01	0,26	0,54	4,15	5,77	0,01	1,92	99,98
	Mur54	52,83	0,52	13,26	2,61	0,01	0,21	1,40	3,68	3,75	0,19	21,50	99,96
	Mur57	66,96	0,86	15,73	3,45	0,02	0,51	1,28	4,48	5,22	0,18	1,32	100,01
	Mur58	67,75	0,35	15,91	2,39	0,03	0,62	0,93	3,80	6,49	0,03	1,67	99,97
	Mur61	62,07	0,36	16,81	2,58	0,03	0,55	3,99	5,01	5,38	0,27	2,96	100,01
	Mur62	63,80	1,08	15,75	2,85	0,10	0,55	1,42	3,93	5,71	0,33	4,32	99,84
	Mur63	62,37	0,35	14,75	3,12	0,08	0,52	4,58	1,98	7,74	0,10	4,40	99,99
	Mur64	68,10	0,67	15,64	1,53	0,02	0,26	0,58	3,96	7,97	0,07	1,19	99,99
	Mur65	61,80	0,36	17,74	1,84	0,06	1,02	3,27	4,39	6,06	0,25	3,19	99,98
	Mur66	74,05	0,12	13,02	1,16	0,02	0,22	0,32	2,89	7,31	0,03	0,81	99,95
	Mur68	64,16	0,53	16,55	1,89	0,03	0,13	3,39	5,19	6,53	0,19	1,37	99,96
	Mur69	69,84	0,16	15,55	1,61	0,01	0,52	0,45	3,46	5,75	0,01	2,67	100,03
	Mur70	66,40	0,70	16,44	2,95	0,01	0,15	0,37	4,42	7,28	0,08	1,17	99,96
	Mur72	60,51	0,76	15,10	4,66	0,06	1,76	4,19	4,86	5,00	0,35	2,62	99,87
	Mur73	60,77	0,76	14,69	6,28	0,10	2,87	3,75	4,29	4,60	0,46	1,39	99,96
	Mur74	59,31	0,77	14,22	6,35	0,06	2,91	4,51	3,93	4,53	0,48	2,89	99,96
	Mur76	58,84	0,90	14,33	7,27	0,08	2,80	5,13	4,50	4,29	0,51	1,33	99,98
	Mur77	65,12	1,31	15,40	3,74	0,07	0,71	1,33	4,28	5,12	0,22	2,75	100,05
	Mur79	64,51	0,83	18,42	2,54	0,01	0,40	0,77	4,10	4,88	0,10	3,44	100,00
	Mur80	65,73	0,82	16,14	4,18	0,01	0,49	1,34	4,44	4,65	0,24	1,92	99,96
	Mur81	67,10	0,38	17,44	1,78	0,01	0,26	0,49	4,52	6,05	0,04	1,88	99,95
	Mur89	71,27	0,14	14,20	1,20	0,01	0,24	0,37	0,88	10,15	0,28	1,28	100,02
	Mur91	72,57	0,20	13,44	1,60	0,02	0,25	0,71	3,22	7,14	0,17	0,63	99,95
	Mur93	70,77	0,24	15,91	2,08	0,01	0,74	0,34	0,17	7,29	0,10	2,31	99,97
	Mur105	67,67	0,30	16,38	1,12	0,01	0,12	0,51	5,07	6,58	0,04	2,16	99,96
	Mur106	68,12	0,26	16,32	1,44	0,01	0,20	0,45	4,31	7,78	0,04	1,05	99,98
Ank	Mur82	53,16	1,75	15,12	8,57	0,01	4,83	7,26	4,48	2,06	1,10	1,17	99,51
	Mur84	43,54	2,32	11,78	16,19	0,02	6,54	11,17	1,27	1,25	1,28	4,42	99,78

Çizelge 6.2 Kayaçların eser element analiz sonuçları (ppm olarak)

Kayaç grubu	ppm	Ba	Rb	Sr	Cs	Ga	Tl	Ta	Nb	Hf	Zr	Y	Th	U	Cr	Ni	Co	V	Cu	Pb	Zn
Yama dağ Volkanikleri	Mur1	647,9	54,1	322,2	3,6	18,6	0,7	6,0	14,4	6,4	199,5	17,7	6,8	13,2	0,020	67,1	26,0	0,01	25,7	13,3	50,7
	Mur2	309,0	54,6	332,3	3,2	18,8	1,3	6,4	14,0	3,9	182,3	14,9	6,2	8,6	0,025	59,8	28,0	0,01	32,6	23,4	69,0
	Mur3	331,5	59,2	307,2	3,6	17,5	1,3	5,9	10,1	4,4	199,0	12,1	6,9	7,0	0,060	52,5	31,8	0,01	24,0	11,6	58,2
	Mur4	533,1	57,0	337,9	5,4	18,9	1,2	6,4	12,0	5,1	194,5	14,9	6,6	6,9	0,054	118,4	27,0	0,01	28,7	13,0	51,3
	Mur5	343,9	56,7	321,3	3,7	17,8	1,2	6,5	12,0	4,0	205,7	12,1	6,1	7,9	0,089	168,8	28,3	0,02	25,9	12,0	44,5
	Mur6	386,8	55,5	337,1	3,7	18,7	1,3	6,4	13,9	5,6	205,4	12,9	6,0	7,6	0,068	117,1	35,2	0,02	25,8	13,0	47,5
	Mur7	390,7	55,9	322,4	3,6	17,3	1,3	5,6	11,7	3,8	214,8	11,3	7,1	7,4	0,017	37,0	26,4	0,01	23,7	13,8	64,8
	Mur8	300,6	58,0	312,2	3,5	21,9	2,5	11,0	15,5	8,8	179,3	12,6	7,6	7,8	0,007	45,7	55,0	0,01	17,4	14,1	50,2
	Mur9	358,2	58,8	318,0	3,2	18,6	1,3	5,0	10,4	3,8	193,7	16,4	7,7	6,7	0,022	62,5	27,0	0,02	12,3	12,9	53,9
	Mur13	323,3	39,1	367,4	3,5	19,9	1,3	5,5	18,2	5,8	352,1	15,1	7,8	6,0	0,002	14,3	0,9	0,01	20,5	12,1	61,0
	Mur21	416,3	41,7	387,3	3,6	19,2	1,4	7,7	18,6	4,8	371,6	29,5	6,2	6,8	0,090	156,3	27,3	0,01	37,6	12,0	233,0
	Mur22	410,9	37,5	391,5	3,7	19,6	1,4	6,6	17,7	5,6	389,0	16,7	6,8	7,2	0,075	134,9	26,0	0,01	29,1	12,4	86,2
	Mur23	379,6	40,5	377,3	3,7	21,6	1,3	6,4	16,1	8,4	394,0	17,2	8,9	6,9	0,022	63,1	30,8	0,01	30,7	10,6	135,7
	Mur24	363,3	36,4	384,8	3,6	18,9	1,3	5,7	20,4	5,3	386,9	15,8	7,3	10,8	0,019	42,0	28,0	0,01	19,3	9,6	77,8
	Mur26	344,5	35,9	377,3	3,6	19,1	1,3	5,3	15,3	6,2	395,4	15,7	7,8	7,1	0,014	32,4	27,0	0,01	18,5	10,6	77,1
	Mur27	349,7	32,4	394,2	3,6	19,8	1,2	5,8	21,0	5,7	400,5	16,9	8,5	6,4	0,021	38,8	27,0	0,01	25,0	10,2	78,2
	Mur28	366,8	34,1	390,4	4,9	19,8	1,3	5,8	16,7	5,7	420,7	17,6	8,1	7,3	0,016	37,5	26,0	0,01	25,9	11,7	72,5
	Mur29	476,0	31,6	403,2	3,8	20,0	1,3	5,5	18,2	5,0	428,1	16,5	8,5	6,7	0,010	33,4	27,0	0,01	20,5	10,8	72,9
	Mur30	374,5	39,4	405,5	3,6	20,2	1,3	6,7	19,5	5,3	378,3	19,9	8,2	6,2	0,092	136,9	27,0	0,01	30,4	9,9	81,8
	Mur31	418,5	30,6	408,9	6,0	18,8	0,6	6,3	18,3	6,8	411,9	16,5	7,9	6,1	0,042	85,3	28,0	0,01	23,0	9,3	71,6
	Mur32	379,7	25,6	402,9	3,0	19,4	1,3	6,1	21,1	7,0	427,7	17,7	8,6	8,0	0,050	99,9	28,2	0,01	23,2	10,3	71,2
	Mur33	345,2	31,2	401,8	3,6	18,0	1,2	6,5	17,8	6,9	377,5	16,0	8,5	6,1	0,092	163,7	32,1	0,01	23,5	10,3	72,2
	Mur48	424,1	77,8	488,9	6,1	17,9	1,4	6,4	10,0	4,4	182,1	9,1	11,6	6,4	0,046	89,9	35,6	0,01	26,6	15,9	35,2
	Mur49	568,4	104,6	405,6	7,0	18,4	0,8	5,9	23,1	4,1	228,2	16,6	18,4	7,1	0,049	111,7	49,6	0,01	22,0	21,0	45,0
	Mur100	429,2	35,4	402,5	3,7	19,9	1,3	6,2	19,9	4,4	324,5	14,7	6,9	6,7	0,025	58,7	28,0	0,02	30,5	9,2	67,8
	Mur101	357,7	35,4	426,8	3,5	21,6	1,4	6,3	19,2	4,3	309,5	13,4	7,4	14,8	0,029	80,3	34,5	0,01	28,7	10,0	64,1
	Mur102	356,8	28,0	427,8	3,6	16,9	0,6	6,4	22,5	8,8	325,7	12,5	7,0	7,2	0,037	89,0	27,0	0,01	30,0	9,4	67,1
	Mur103	385,1	35,8	394,7	3,6	18,8	1,3	6,5	22,2	4,5	317,2	13,9	7,1	10,6	0,031	76,2	29,4	0,01	33,7	8,5	63,2
	Mur104	365,3	35,0	427,9	3,6	20,4	1,3	6,1	22,6	6,1	334,5	12,1	7,2	7,0	0,040	72,0	27,0	0,01	26,1	9,9	65,9

Çizel 6.2 Kayaçların eser element analiz sonuçları (devam)

Kayaç grubu	ppm	Bi	Cd	In	Sn	W	Mo	Cl	Br	I	Ag	Au	Hg	S	As	Se	Sb	Te	La	Ce
Yama da ğ V o l k a n i k l e r i	Mur1	0,8	1,3	0,8	2,4	4,7	3,9	<0,001	0,6	2,2	0,9	2,6	1,1	0,04	0,8	0,4	0,9	1,2	38,0	44,2
	Mur2	0,8	1,4	0,8	2,5	4,8	5,1	<0,001	0,3	2,1	0,9	2,8	1,1	<0,001	1,9	0,4	3,3	1,2	18,1	26,9
	Mur3	0,8	0,8	0,7	1,1	5,0	2,7	<0,001	0,3	2,1	0,8	2,6	1,1	<0,001	1,1	0,4	0,9	1,2	17,9	39,3
	Mur4	0,8	0,9	0,8	0,7	5,6	4,9	<0,001	0,3	1,9	0,9	2,4	1,1	0,01	0,9	0,4	0,9	1,3	19,9	31,9
	Mur5	0,8	1,0	0,8	1,8	5,8	3,5	<0,001	0,3	2,3	0,9	2,5	1,1	0,01	1,5	0,4	0,9	1,3	20,1	44,1
	Mur6	0,6	1,3	0,9	3,2	5,7	6,9	<0,001	0,3	2,2	1,0	2,4	1,1	0,83	1,4	0,4	0,9	1,2	20,4	32,3
	Mur7	0,5	0,9	0,8	1,2	4,8	4,8	<0,001	0,3	2,1	0,8	2,6	1,3	0,05	1,1	0,3	0,4	1,2	18,0	37,5
	Mur8	1,6	1,0	0,9	2,7	9,4	6,0	<0,001	0,6	2,1	1,0	5,4	2,0	<0,001	2,2	0,8	0,9	1,1	12,5	25,9
	Mur9	0,8	0,9	0,7	2,0	4,7	2,8	<0,001	0,3	2,1	0,8	2,6	1,1	<0,001	1,1	0,4	0,8	1,1	15,8	21,2
	Mur13	0,9	0,8	0,7	1,1	4,4	3,9	<0,001	0,3	2,0	0,8	2,7	1,1	<0,001	2,3	0,4	0,8	0,4	29,8	41,5
	Mur21	0,9	0,9	0,7	2,7	7,9	8,3	<0,001	0,3	2,1	0,9	4,0	1,2	<0,001	2,2	0,4	0,8	1,2	69,9	55,5
	Mur22	0,8	0,9	0,8	1,1	5,8	10,0	<0,001	0,3	2,1	0,8	2,9	1,1	<0,001	2,2	0,4	0,8	1,1	26,9	53,8
	Mur23	0,9	0,9	0,8	1,0	5,7	6,0	<0,001	0,3	2,1	0,8	3,3	1,2	<0,001	3,6	0,4	0,9	1,2	30,3	51,1
	Mur24	0,8	0,9	0,8	2,0	5,1	4,1	<0,001	0,3	2,1	0,8	3,0	1,2	0,01	3,6	0,4	0,9	1,2	27,3	49,2
	Mur26	0,8	0,9	0,8	1,1	4,9	3,1	<0,001	0,3	1,5	0,9	2,7	1,1	<0,001	1,2	0,4	0,8	1,1	29,5	50,1
	Mur27	0,8	0,9	0,7	1,2	4,9	6,0	<0,001	0,3	2,1	0,8	2,8	1,1	<0,001	0,5	0,4	0,9	1,2	29,4	50,5
	Mur28	0,8	0,8	1,0	1,1	4,7	4,8	<0,001	0,3	2,7	0,8	2,8	0,5	<0,001	1,2	0,4	0,8	1,2	40,1	56,5
	Mur29	0,8	0,9	0,8	1,2	4,9	3,2	<0,001	0,4	1,9	0,9	2,7	1,1	<0,001	1,1	0,4	0,9	1,3	33,8	57,6
	Mur30	0,8	0,9	0,7	2,4	6,0	11,3	<0,001	0,3	3,5	0,8	2,9	1,2	<0,001	2,8	0,4	0,9	1,2	37,0	56,4
	Mur31	0,9	0,9	0,8	2,0	5,5	6,4	<0,001	0,3	2,2	0,9	2,8	1,1	<0,001	2,5	0,4	0,8	1,2	43,6	69,7
	Mur32	0,9	0,9	0,8	2,7	5,5	3,6	<0,001	0,3	2,1	0,8	2,8	1,1	<0,001	1,0	0,4	0,9	1,2	33,1	53,9
	Mur33	0,8	0,9	0,8	1,1	6,1	12,4	<0,001	0,3	1,5	0,8	2,9	1,1	<0,001	2,6	0,4	0,8	1,1	29,8	46,7
	Mur48	0,9	0,9	0,7	2,0	5,2	5,2	<0,001	0,3	2,2	0,8	2,6	1,2	<0,001	3,6	0,4	0,8	1,2	20,1	37,1
	Mur49	0,4	0,9	0,8	3,0	5,2	6,2	0,02	0,7	2,2	0,9	2,6	1,1	<0,001	5,9	0,4	0,9	1,2	41,0	55,4
	Mur100	0,8	0,7	0,8	1,6	4,8	3,3	<0,001	0,3	2,2	0,5	2,8	1,1	<0,001	1,4	0,4	0,9	1,2	33,5	58,5
	Mur101	0,8	1,0	0,8	1,1	5,0	7,4	<0,001	0,3	1,7	0,9	2,8	1,1	<0,001	1,3	0,4	0,6	1,1	30,4	47,9
	Mur102	0,8	0,9	0,8	1,3	5,4	4,8	<0,001	0,3	2,2	0,9	2,7	1,1	<0,001	1,9	0,4	0,8	1,2	27,0	52,9
	Mur103	0,8	1,8	1,0	2,0	5,1	7,0	<0,001	0,3	2,1	0,9	2,6	1,1	<0,001	1,4	0,4	0,9	1,2	39,8	54,0
	Mur104	0,8	0,9	0,8	2,1	5,2	6,7	<0,001	0,3	2,2	0,9	2,6	0,6	<0,001	0,8	0,4	0,9	1,2	28,2	46,6

Çizel 6.2 Kayaçların eser element analiz sonuçları (devam)

Kayaç grubu	ppm	Ba	Rb	Sr	Cs	Ga	Tl	Ta	Nb	Hf	Zr	Y	Th	U	Cr	Ni	Co	V	Cu	Pb	Zn
M u r s a l S i y e n i t o i d i	Mur14	653,6	128,6	234,7	3,4	27,1	1,4	5,2	129,0	21,1	1600,0	20,8	71,5	21,8	0,046	59,7	26,0	0,020	13,0	5,7	32,9
	Mur15	689,2	140,9	252,4	3,9	29,2	0,7	11,5	223,4	14,5	1186,0	48,5	48,0	8,6	0,094	151,3	33,2	0,017	9,5	5,1	20,5
	Mur16	517,2	121,8	202,0	3,2	29,3	1,4	11,1	169,5	12,3	1336,0	38,3	62,9	5,9	0,051	77,6	34,5	0,016	6,2	6,5	19,0
	Mur17	780,5	97,5	240,6	4,0	27,4	1,4	13,4	309,7	19,6	2129,0	82,4	104,1	12,4	0,059	93,2	52,9	0,017	10,7	11,2	42,0
	Mur34	603,6	172,9	201,4	5,7	29,7	1,4	13,5	190,5	15,3	1292,0	44,7	110,4	9,3	0,037	51,8	31,3	0,016	3,2	5,9	29,1
	Mur35	567,4	152,5	199,1	3,8	28,4	1,5	8,1	178,9	11,5	1115,0	33,7	88,1	11,1	0,013	2,9	51,5	0,013	4,1	6,6	29,8
	Mur36	584,1	175,7	198,5	3,9	27,4	1,3	14,8	201,5	19,8	1510,0	42,9	197,4	20,8	0,045	52,2	29,2	0,019	5,9	8,3	22,4
	Mur38	567,2	170,5	118,9	3,8	21,8	1,0	4,3	33,6	6,6	205,8	11,7	11,7	6,5	0,083	84,0	15,1	0,008	5,1	5,5	18,2
	Mur39	749,2	196,7	121,5	8,9	23,2	1,3	4,7	35,6	4,8	271,4	11,4	25,0	17,6	0,072	91,1	18,4	0,003	8,7	13,4	22,5
	Mur40	536,5	159,6	90,7	12,6	20,8	1,2	4,4	27,5	3,2	130,9	14,3	16,1	6,7	0,082	52,2	15,0	0,012	3,9	5,9	11,7
	Mur42	1234,0	207,0	275,7	8,5	29,0	1,5	4,9	101,1	6,2	600,5	29,6	53,8	14,7	0,062	85,8	25,0	0,012	8,2	8,0	28,7
	Mur45	457,1	191,4	221,1	6,5	27,2	1,4	4,4	129,1	11,2	1005,0	23,5	82,3	9,3	0,037	48,4	37,5	0,015	10,1	5,6	21,7
	Mur46	542,0	127,9	175,1	8,1	27,6	1,3	6,3	186,2	12,5	929,0	46,2	105,3	17,2	0,062	65,4	18,2	0,014	5,8	7,0	16,6
	Mur53	342,3	298,2	118,6	7,3	28,9	1,5	5,7	113,2	11,2	854,0	15,8	198,3	28,0	0,038	30,9	13,0	0,016	4,3	8,0	9,5
	Mur54	446,5	196,3	201,3	5,1	30,7	0,6	5,7	177,0	9,0	796,0	42,5	71,4	51,4	0,047	72,6	46,2	0,016	7,9	4,1	22,3
	Mur57	489,5	229,5	206,2	3,9	27,7	1,3	6,9	168,0	9,7	909,0	18,4	96,3	20,3	0,063	98,5	24,0	0,012	10,7	5,7	20,0
	Mur58	393,5	212,7	147,3	3,5	28,2	1,3	8,9	77,8	9,0	350,3	32,1	224,4	14,3	0,097	115,7	33,8	0,012	14,8	4,2	9,5
	Mur61	771,8	145,1	323,9	3,7	27,1	1,4	5,4	53,3	8,9	1038,0	20,1	38,0	6,2	0,097	135,1	23,3	0,007	9,6	6,2	18,9
	Mur62	849,0	165,0	281,1	3,9	27,4	1,4	5,8	143,0	16,8	1656,0	33,4	55,4	7,0	0,079	133,6	24,0	0,018	15,9	8,0	15,9
	Mur63	1018,0	247,6	112,6	3,4	29,0	1,4	8,7	109,8	7,6	436,2	17,9	91,9	11,7	0,068	121,0	24,0	0,008	8,2	9,0	14,9
	Mur64	535,3	221,6	151,5	3,8	27,9	1,4	12,6	145,1	10,4	540,6	45,2	191,7	7,1	0,070	102,7	17,0	0,010	7,8	6,4	8,6
	Mur65	1012,0	174,7	296,5	3,9	25,8	1,3	3,9	60,2	11,3	1091,0	18,2	30,5	8,3	0,084	110,1	21,5	0,005	6,1	5,0	19,8
	Mur66	514,6	214,5	91,8	3,5	24,9	0,6	8,0	64,4	5,6	277,6	27,3	89,1	7,7	0,120	169,6	18,7	0,004	15,2	4,9	7,9
	Mur68	931,3	175,6	347,5	3,8	25,9	1,4	4,9	85,8	7,4	689,0	31,4	30,9	6,9	0,109	171,9	19,0	0,006	8,9	6,1	12,9
	Mur69	854,8	254,3	60,0	4,0	35,1	0,7	12,4	243,1	18,4	1153,0	34,7	113,9	22,5	0,041	56,6	17,0	0,007	11,0	4,4	13,8
	Mur70	445,0	242,1	115,0	5,8	26,6	1,3	13,4	178,8	13,4	914,0	36,1	65,9	7,1	0,054	56,0	24,0	0,016	10,3	6,3	12,4
	Mur72	666,6	164,5	291,8	3,7	24,0	1,5	8,3	121,1	10,4	1113,0	42,3	25,3	12,6	0,083	141,9	34,6	0,013	8,6	9,3	28,3
	Mur73	681,7	147,2	268,6	3,8	26,8	1,5	5,4	100,4	8,1	894,0	31,4	97,3	27,3	0,046	70,7	34,2	0,010	12,4	13,7	29,8
	Mur74	617,4	157,7	265,7	3,8	26,6	1,4	5,9	88,6	14,2	1256,0	27,9	27,4	7,3	0,078	117,9	35,1	0,013	12,3	6,9	27,4
	Mur76	466,0	142,4	245,6	3,7	24,8	1,6	6,0	84,4	8,5	1024,0	26,5	39,5	14,7	0,048	81,5	39,0	0,018	12,8	17,4	44,1
	Mur77	428,9	223,9	194,2	3,9	26,8	1,6	11,8	235,6	17,5	1222,0	31,5	102,8	12,0	0,040	53,7	25,0	0,019	4,5	6,7	16,3
	Mur79	529,2	230,8	188,3	3,8	27,8	0,8	13,0	165,8	12,8	870,0	24,6	95,9	44,3	0,054	94,7	32,6	0,013	47,9	9,0	49,3
	Mur80	424,3	194,9	200,8	3,7	29,5	1,3	9,8	185,0	15,2	1043,0	50,1	125,9	62,3	0,050	76,3	26,0	0,019	109,1	6,5	118,0
	Mur81	653,3	249,1	146,1	8,7	27,4	1,3	5,0	98,5	9,1	492,1	17,1	78,8	17,5	0,072	122,4	17,7	0,006	14,6	7,5	29,8
	Mur89	1131,0	231,8	110,3	8,4	21,9	2,7	4,7	39,2	4,9	218,0	10,2	32,6	35,2	0,058	82,5	20,8	0,003	10,7	4,2	15,8
	Mur91	368,2	263,8	105,7	7,7	22,9	1,3	8,1	56,7	5,8	255,8	10,9	32,0	9,6	0,073	95,8	22,6	0,008	5,4	6,4	10,9
	Mur93	607,6	223,4	18,9	9,1	23,2	1,0	5,9	37,6	6,3	329,6	21,2	32,3	11,9	0,123	186,1	25,1	0,009	14,9	2,8	16,7
	Mur105	555,2	146,4	98,2	5,6	26,1	2,5	9,7	116,9	14,7	1065,0	28,8	35,6	6,2	0,062	89,7	24,1	0,012	2,2	3,3	4,7
	Mur106	652,6	173,6	89,0	3,6	25,7	1,9	4,9	93,1	9,5	997,0	21,6	39,3	8,1	0,058	96,8	23,2	0,007	10,5	3,7	5,5
An k	Mur82	644,1	159,9	643,7	4,0	24,1	1,6	5,6	93,7	5,1	319,7	29,8	27,0	30,0	0,033	72,3	89,0	0,029	10,5	2,9	58,9
	Mur84	323,1	50,9	282,7	5,7	24,6	2,0	5,5	60,8	5,1	363,4	29,9	21,4	8,7	0,007	31,3	102,0	0,061	2,1	1,8	70,9

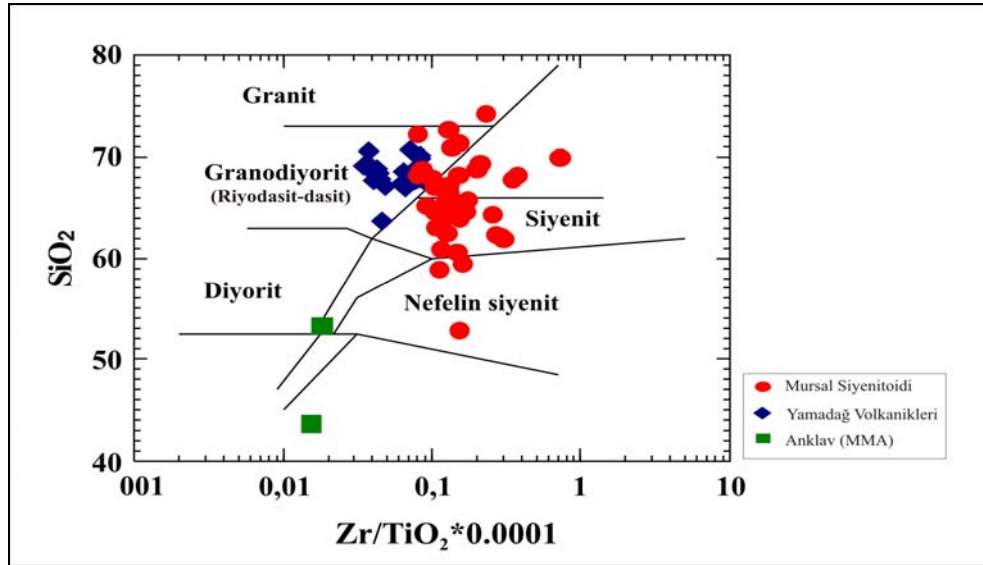
Çizelge 6.2 Kayaçların eser element analiz sonuçları (devam)

Kayaç grubu	ppm	Bi	Cd	In	Sn	W	Mo	Cl	Br	I	Ag	Au	Hg	S	As	Se	Sb	Te	La	Ce
M u r s a l S i y e n i t o i d i	Mur14	0,8	0,9	0,8	24,1	4,7	4,4	0,01	0,3	2,3	0,9	2,2	1,1	<0,001	6,0	0,5	0,9	1,3	121,6	160,2
	Mur15	0,9	0,9	0,8	13,3	5,4	8,7	0,00	0,5	2,3	0,9	2,5	1,2	<0,001	17,3	0,5	0,9	1,3	118,6	229,9
	Mur16	0,9	0,8	0,7	12,7	4,6	9,7	0,01	0,3	2,2	0,9	2,4	1,2	<0,001	18,1	0,5	0,9	1,1	41,6	103,4
	Mur17	0,6	1,0	0,8	25,4	5,5	4,6	0,01	0,5	2,4	0,9	2,7	1,2	<0,001	12,2	0,6	0,9	1,3	179,1	376,0
	Mur34	0,9	1,0	0,7	11,8	5,0	4,9	0,02	0,7	2,3	0,9	2,5	1,1	<0,001	7,1	0,6	1,0	1,3	106,7	201,1
	Mur35	0,9	0,9	0,8	11,8	3,9	4,7	0,02	0,4	2,3	0,9	2,5	1,2	0,01	10,8	0,5	1,4	1,2	114,1	209,7
	Mur36	0,9	1,0	0,6	14,3	4,4	5,1	0,01	0,5	2,3	0,9	2,4	0,4	0,03	6,2	0,7	2,2	1,3	124,8	258,6
	Mur38	0,8	0,9	0,8	10,7	4,7	4,6	0,01	0,4	2,0	0,8	1,9	1,0	<0,001	20,7	0,3	0,9	1,0	30,9	58,0
	Mur39	0,8	0,8	0,8	1,1	4,6	5,3	0,01	0,4	2,3	0,8	2,2	1,0	<0,001	21,2	0,4	2,6	1,2	25,5	36,7
	Mur40	0,7	0,8	0,7	7,1	3,9	7,6	0,02	0,3	2,3	0,8	2,1	1,1	<0,001	12,0	0,4	1,3	1,2	256,1	204,0
	Mur42	0,9	0,8	0,8	7,4	5,0	4,1	<0,001	0,3	2,4	0,8	2,3	1,1	0,01	5,5	0,5	0,9	1,2	78,3	125,8
	Mur45	0,9	0,9	0,7	7,7	4,3	3,0	<0,001	0,3	2,2	0,8	2,2	1,1	<0,001	14,4	0,5	2,3	1,2	74,7	132,1
	Mur46	0,8	0,9	0,8	18,9	4,5	6,6	<0,001	0,3	2,6	0,8	2,0	1,0	<0,001	5,2	0,5	0,9	1,3	114,3	208,5
	Mur53	0,9	0,9	0,8	8,2	3,7	3,4	<0,001	0,3	2,2	0,8	1,9	1,1	0,14	10,1	0,6	2,5	1,2	131,2	176,2
	Mur54	0,8	0,9	0,8	14,6	4,8	7,1	<0,001	0,3	2,2	0,8	2,2	1,1	<0,001	2,0	0,5	0,8	1,2	86,5	162,7
	Mur57	0,9	1,0	0,8	11,7	4,9	3,7	<0,005	0,3	2,3	0,9	2,2	1,1	<0,001	6,2	0,5	1,0	1,2	67,4	150,1
	Mur58	0,9	0,8	0,7	3,1	5,4	5,6	0,01	0,3	2,1	0,8	1,9	1,1	<0,001	9,0	0,7	0,8	1,2	26,6	62,6
	Mur61	0,8	0,9	0,8	4,7	5,5	15,8	0,02	0,5	2,3	0,9	2,0	1,1	<0,001	3,2	0,4	0,9	1,2	48,7	85,9
	Mur62	0,9	0,9	0,8	14,2	5,4	4,7	0,03	0,6	2,4	0,8	2,3	1,1	<0,001	3,8	0,5	0,9	1,3	91,7	211,9
	Mur63	1,0	0,9	0,8	9,2	5,1	7,9	0,03	0,3	2,4	0,9	2,4	0,7	0,01	1,6	0,5	1,3	1,2	35,7	67,1
	Mur64	1,0	0,9	0,7	10,1	4,8	7,8	0,03	0,7	2,3	0,8	2,2	1,0	<0,001	2,5	0,6	0,6	1,2	55,0	135,0
	Mur65	0,8	1,0	0,8	6,8	4,8	4,4	0,03	0,5	2,4	0,9	2,2	1,1	<0,001	2,5	0,4	1,0	1,3	58,1	94,0
	Mur66	0,8	0,9	0,8	2,3	5,4	9,3	0,02	0,3	2,2	0,9	2,1	1,1	<0,001	2,1	0,5	0,8	1,3	29,2	62,6
	Mur68	0,8	0,9	0,8	8,6	5,6	12,9	0,04	0,6	2,3	0,8	2,2	1,2	<0,001	3,6	0,4	0,8	1,2	55,2	102,8
	Mur69	0,8	0,8	0,7	11,2	15,3	6,2	<0,005	0,3	2,3	0,8	2,6	1,2	0,08	1,4	0,6	0,8	1,2	198,9	298,0
	Mur70	0,9	1,0	0,8	8,6	4,2	8,1	0,03	0,5	2,2	0,9	2,4	1,2	<0,001	5,1	0,5	1,6	1,3	97,8	213,0
	Mur72	0,9	0,9	0,9	10,3	5,3	10,0	0,03	0,7	2,3	1,7	2,6	1,2	<0,001	7,5	0,5	0,8	1,2	74,7	161,0
	Mur73	0,6	0,6	1,8	7,4	4,9	9,0	0,02	0,7	2,3	1,2	2,6	1,3	<0,001	6,6	0,6	1,0	1,3	95,3	153,6
	Mur74	0,9	1,0	0,8	6,3	5,9	11,2	0,03	0,7	2,2	0,9	2,4	1,3	<0,001	5,8	0,5	0,9	1,2	85,8	136,2
	Mur76	1,1	1,0	0,8	7,0	5,6	8,5	0,02	0,4	2,2	1,0	3,1	1,3	0,02	8,4	0,5	0,9	1,3	67,6	126,4
	Mur77	0,9	1,0	0,4	14,0	4,3	4,9	0,01	0,4	2,3	0,9	2,4	1,1	<0,001	4,7	0,6	0,9	1,3	100,1	249,3
	Mur79	0,8	0,5	0,8	12,1	5,0	11,8	<0,005	0,3	3,8	0,9	2,5	1,0	0,11	3,4	0,5	1,4	1,2	60,9	133,2
	Mur80	0,6	0,4	0,8	12,9	5,9	9,6	<0,001	0,5	2,2	0,9	3,2	0,5	<0,001	6,8	0,6	0,9	1,2	59,7	109,3
	Mur81	0,8	0,4	0,8	6,3	5,2	8,2	<0,001	0,3	3,0	0,8	2,1	0,6	<0,001	7,2	0,5	0,9	1,2	49,5	87,2
	Mur89	0,9	1,1	0,9	6,1	4,4	8,5	<0,005	0,5	2,4	1,8	2,0	1,0	<0,001	52,2	0,4	2,7	1,3	18,8	23,9
	Mur91	0,8	0,9	0,8	5,6	4,6	6,6	<0,001	0,4	2,2	0,9	2,1	1,1	<0,001	13,4	0,4	0,9	1,2	75,0	77,0
	Mur93	0,9	0,8	0,8	4,3	11,2	14,2	<0,001	0,3	2,2	0,9	2,5	1,1	<0,001	24,4	0,4	0,9	1,2	40,3	79,7
	Mur105	1,1	0,9	0,8	8,1	4,5	6,2	0,01	0,5	2,2	0,8	1,9	1,0	<0,001	94,9	0,4	4,8	1,2	32,7	68,9
	Mur106	0,5	0,9	1,4	7,5	4,7	8,6	<0,001	0,4	2,2	0,9	1,9	1,0	<0,001	50,8	0,4	8,3	1,0	38,5	70,7
An k	Mur82	1,1	1,1	1,0	9,7	5,8	5,4	0,02	0,4	2,3	1,1	3,2	1,4	<0,001	7,7	0,5	1,0	1,4	68,5	142,6
	Mur84	1,3	1,1	0,9	14,7	6,3	3,6	0,04	0,4	2,3	1,1	3,8	1,0	<0,001	3,6	0,5	0,8	1,4	56,4	105,6

6.1 Ana Element Oksit Jeokimyası

Saha gözlemleri ve petrografik verilere göre Mursal Siyenitoidi ve Yamadağ Volkanikleri'nin jeokimyasal yorumlamalarını ortaya koyabilmek için ana oksit açısından değerlendirmeleri yapılmıştır. Birimlerin ana oksit element analiz sonuçları Çizelge 6.1'de verilmiştir.

Winchester and Floyd (1977) jeokimyasal bileşime göre kayaç adlandırma diyagramı (Şekil 6.1) irdelenmiştir. Winchester ve Floyd (1977) diyagramında ($Zr / TiO_2 * 0.0001$ 'e karşılık % SiO_2) Mursal Siyenitoidi'ne ait örnekler daha çok siyenit az oranda nefelin siyenit, granit ve granodiyorit alanında, Yamadağ Volkanikleri granodiyorit (riyodasit-dasit) alanında, anklav örneklerinden bir tanesi diyorit sınırında yer almaktadır.

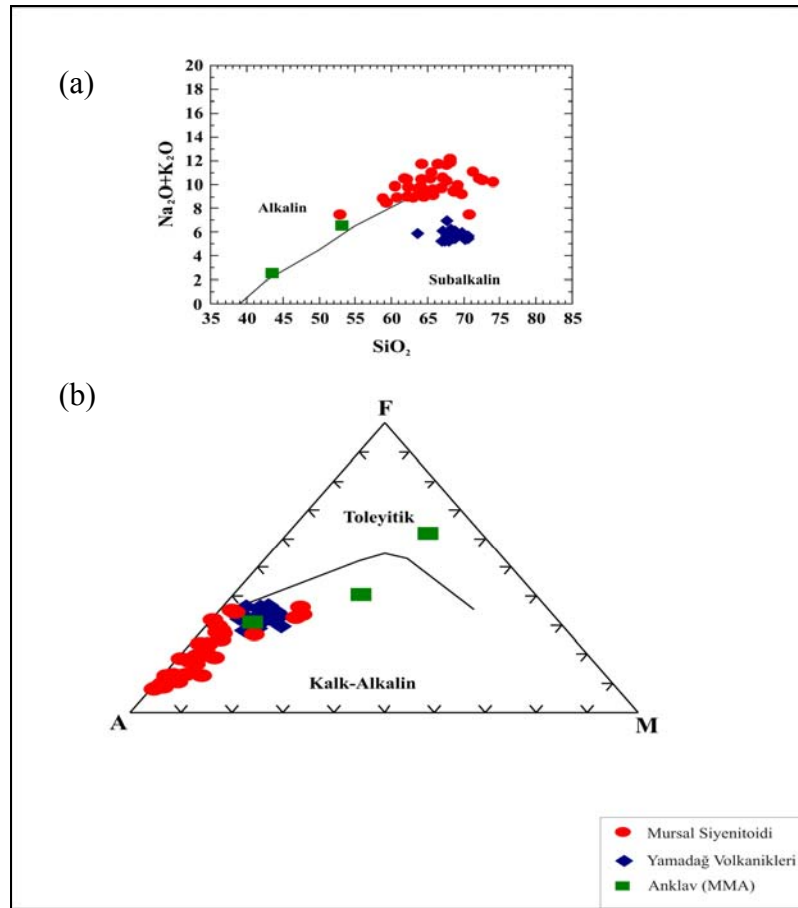


Şekil 6.1 Örneklerin % SiO_2 'ye karşılık (Zr / TiO_2)*0.0001 değişim diyagramı (Winchester and Floyd 1977)

Mursal Siyenitoidi için SiO_2 aralık değeri % 52,83-74,05 ortalama değeri ise % 65,62'dir. Yamadağ Volkanikleri için SiO_2 aralık değeri % 63,60-70,61 ortalama değeri ise % 68,32'dir. Mursal Siyenitoidi için K_2O aralık değeri %3,75-10,15 ve ortalama değeri ise %5,93'tür (Çizelge 6.1).

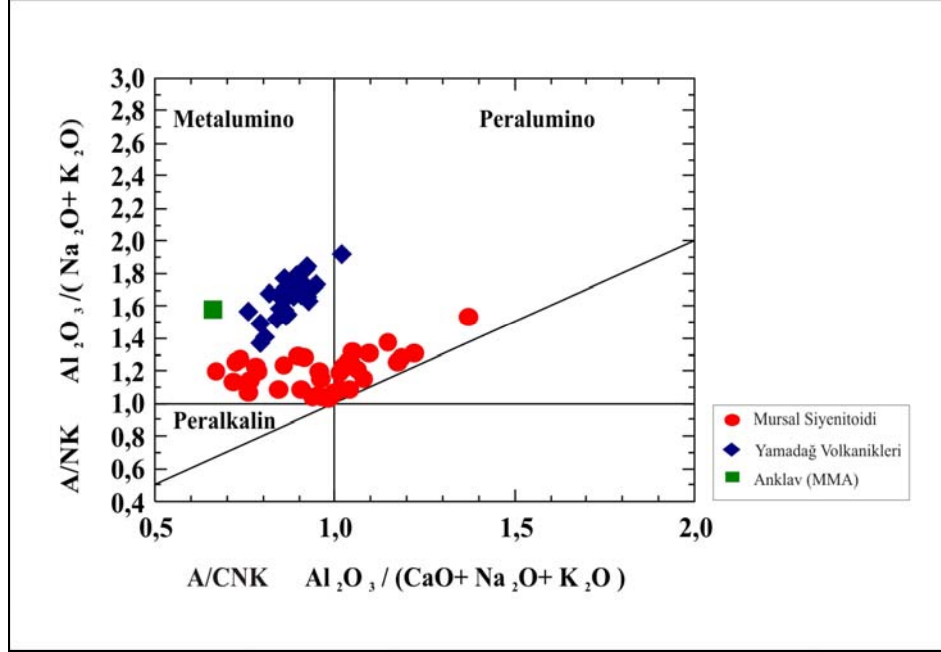
Örneklerin magma karakterini belirleyebilmek için % SiO_2 'ye karşı toplam alkali ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$) TAS diyagramı üzerinde irdelenmiştir (Şekil 6.2.a). Mursal Siyenitoidi daha çok alkali ve subalkali bileşimleri ile geçişlidir. Yamadağ Volkanikleri subalkali karakterde olup anklav örnekleri alkali-subalkali sınırında yer almaktadır Mursal Siyenitoidi'nin TAS diyagramında geniş bölgeye düşmesinden dolayı AFM diyagramı üzerinde de irdelenmiştir (Şekil 6.2.b).

Mursal Siyenitoidi AFM diyagramındaki konumu (Kalkalkali/Toleyit çizgisi Irvine ve Baragar 1971'e göre çizilmiştir) kalk-alkalin ve güçlü alkalin bölgesinde yoğunlaşmıştır. Yamadağ Volkanikleri kalk-alkalin karakterindedir. Az orandaki anklav örnekleri ise toleyitik ve kalk-alkalin alanında bulunmaktadır (Şekil 6.2.b).



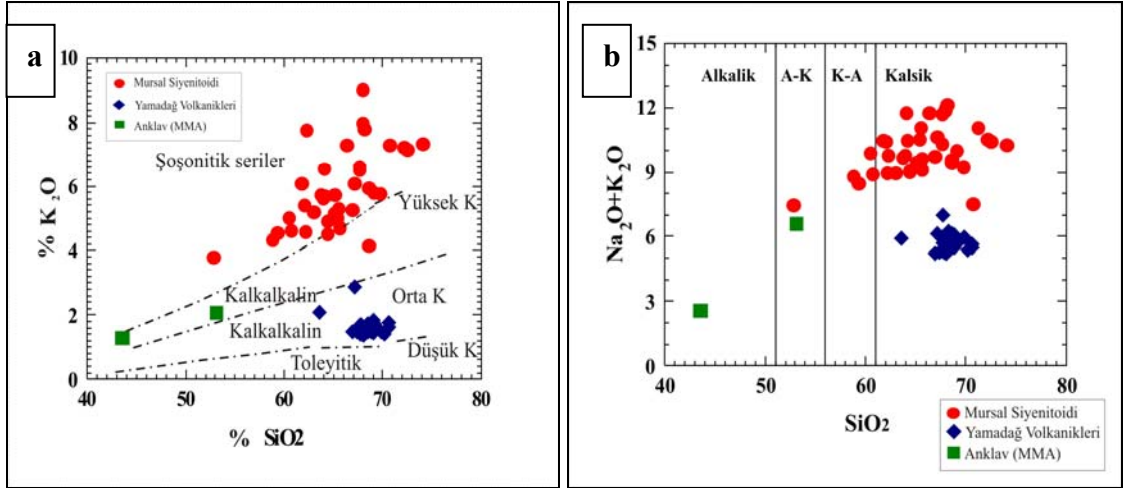
Şekil 6.2.a. Örneklerin % SiO_2 'ye karşılık toplam alkali diyagramı b. AFM diyagramı (Irvine ve Baragar 1971) (A: $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$, F: $\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$, M: MgO)

Al_2O_3 doygunluk derecesi açısından kayalar incelendiği zaman, $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ oranlarının genelde 1'den büyük olduğu görülmektedir. Mursal Siyenitodi'ne ait örnekler genelde metaalüminyum daha az orandaki kısmı ise peralüminyum karakterindedir. Yamadağ Volkanikleri ve anklav örnekleri metaalüminyum karakterindedir. (Şekil 6.3).



Şekil 6.3 $\text{Al}_2\text{O}_3 / \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ diyagramları (Maniar and Piccoli 1989)

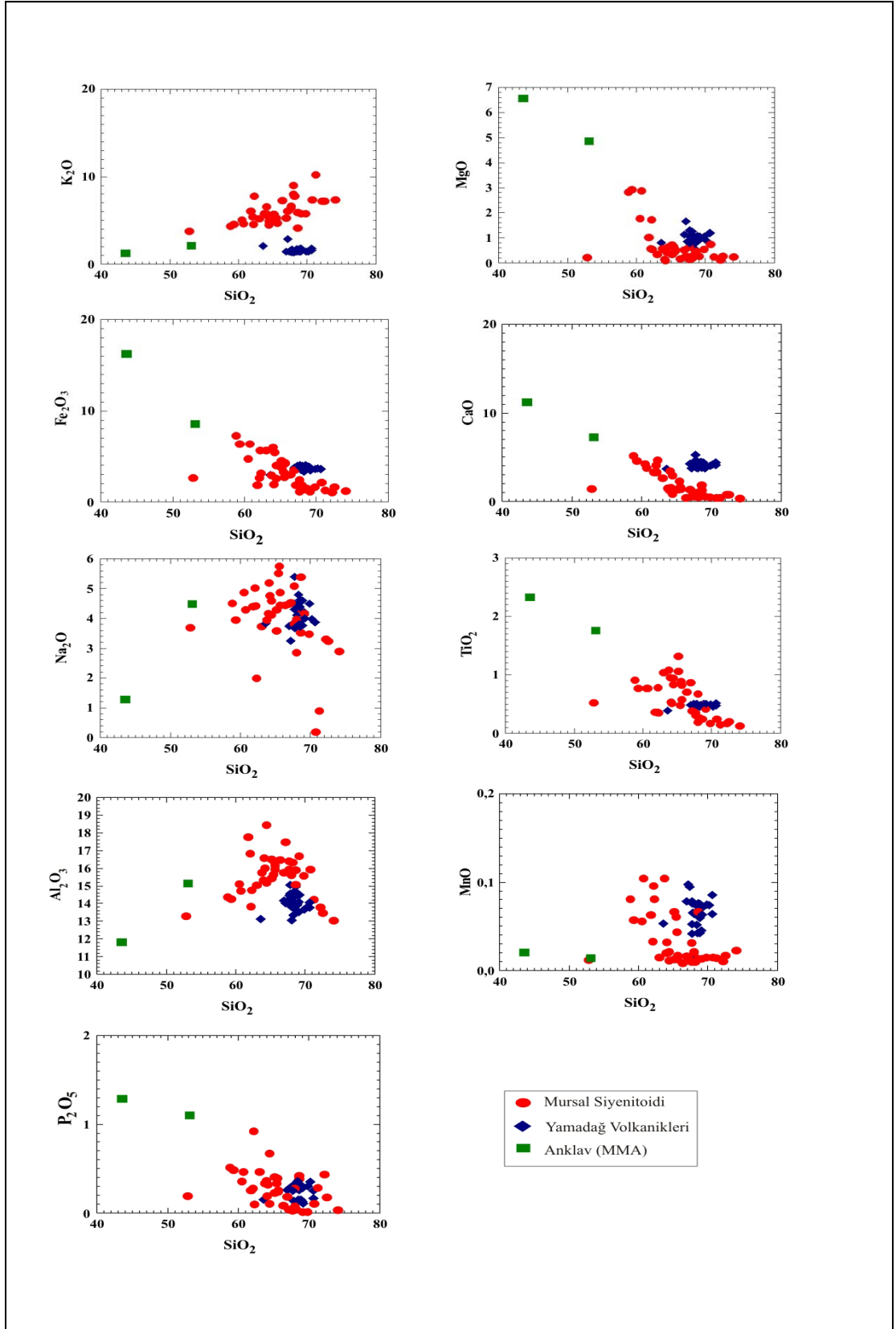
Şekil 6.4 a'da % SiO_2 'e karşı K_2O değişim diyagramında (Rickwood 1989) Mursal Siyenitodi'ne ait örnekler şošonitik ya da şošonitik-yüksek K geçişinde yer almaktadır. Yamadağ Volkanikleri'ne ait örnekler ise orta K alanında, anklavlara ait örnekler ise kalkalkalin alanda bulunmaktadır. Mursal Siyenitoidi ve Yamadağ Volkanikleri'nin $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 'ya karşılık SiO_2 diyagramındaki (Peacock 1931) konumu kalsik alanda yoğunlaşma görülmektedir (Şekil 6.4.b).



Şekil 6.4.a. % SiO_2 'e karşı % K_2O değişim diyagramı (Rickwood 1989) b. % $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ karşılık % SiO_2 diyagramı (Peacock 1931)

Şekil 6.5'de % SiO_2 'in ana oksit değerlerine karşı değişim diyagramında Mursal Siyenitoidi'ne ait örnekler Mg, Fe, Ca, Ti, Mn ve P'ca negatif; Na, K ve Al'ca pozitif gidiş göstermektedir. Bu Mursal Siyenitoidi'nin fraksiyonel kristalleşme ile oluştuğunun göstergesidir. Mursal Siyenitoidi'nin SiO_2 değerlerinin yüksek oluşu ikincil kuvars kristallerinden kaynaklanmaktadır. Yamadağ Volkanikleri ise K, Mg, Fe, Ca, Ti ve P'ca negatif, Na, Al ve Mn'ca pozitif gidiş göstermektedir. Özellikle Na değerlerinin yüksek oluşu plajiyoklaz kristallerinden kaynaklanmaktadır. Bu veriler Mursal Siyenitoidi ve Yamadağ Volkanikleri'nin farklı kökenli magmalardan türediğini göstermektedir.

Az oranda bulunan anklav örnekleri düşük SiO_2 değerleri ile birlikte yüksek Ti, Fe, Al, Mg, Ca ve P değerleri ile Mursal Siyenitoidi'nden farklı kaynaktan türemiş olabileceğini göstermektedir. Ti oranının yüksek oluşu bileşimindeki titanit minerallerinden, Fe, Al ve Mg'ca zengin oluşu bol miktarda mafik mineral (amfibol, biyotit) içermesinden kaynaklanmaktadır.

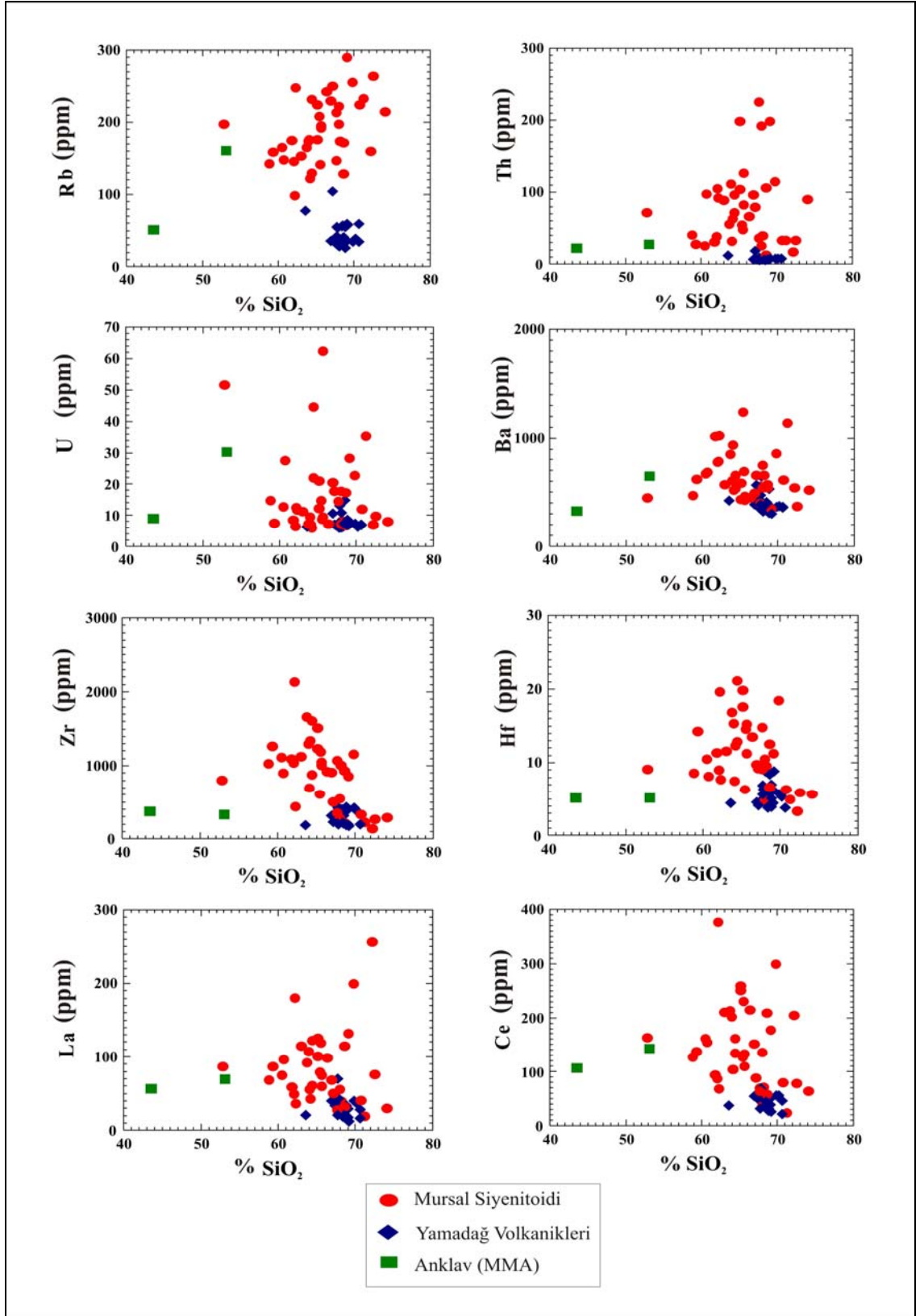


Şekil 6.5 Örneklerin % SiO₂'ye karşılık ana oksit değerlerine karşı değişim diyagramı

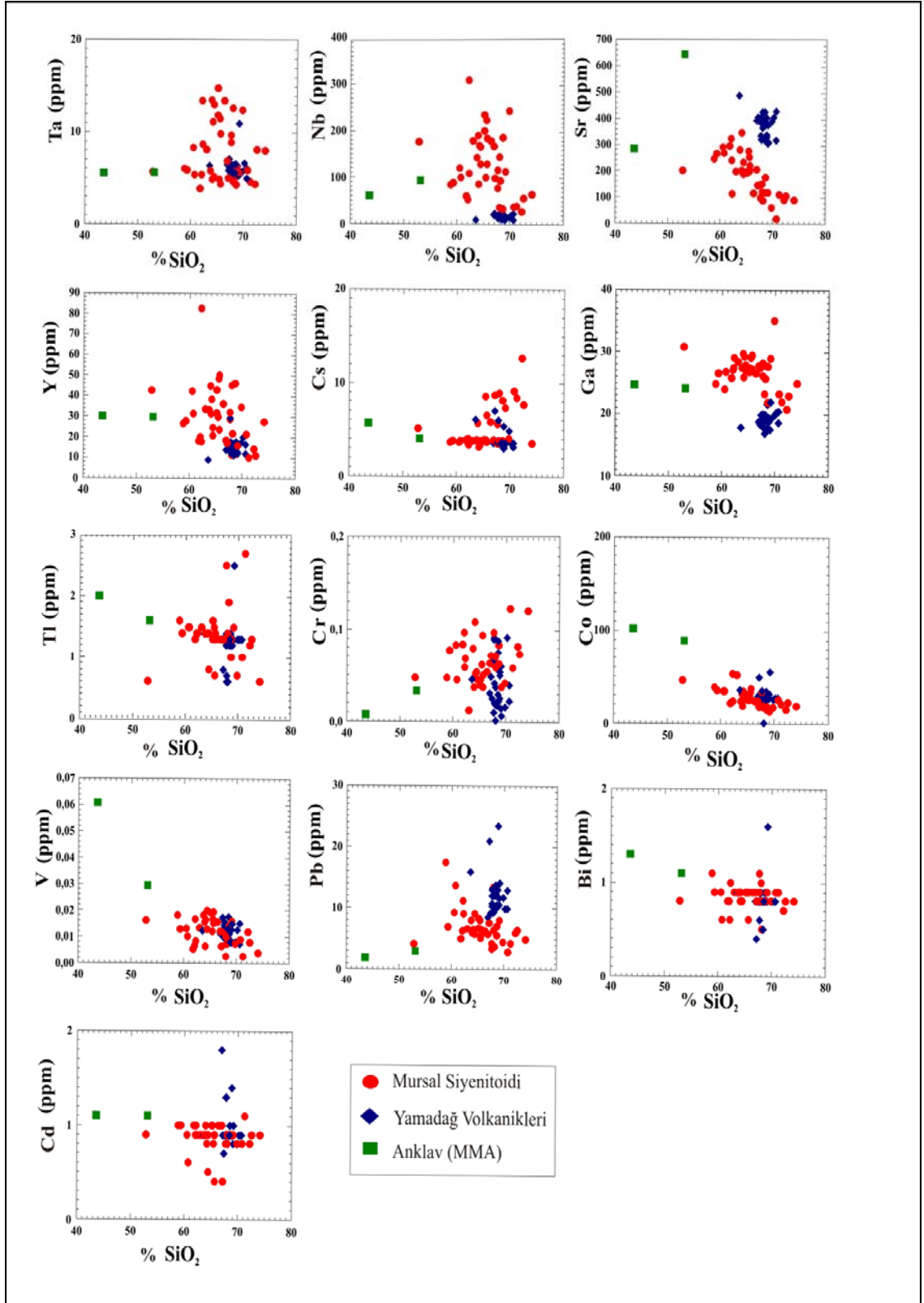
6.2 Eser Elementlerin Jeokimyası

Eser elementlerin jeokimyasal analiz sonuçları Çizelge 6.2’de verilmiştir. Bu elementlerin kayaç içerisindeki davranışları % SiO₂’e karşı diyagramları üzerinde irdelenmiştir. Bu diyagramlarda Mursal Siyenitoidi’ne ait örneklerinde Rb, Th, U, Ba, Zr, Hf elementleri % SiO₂’ye karşı nispeten pozitif ilişki sergilemektedir. Yine bu elementler Yamadağ Volkanikleri’ne ait örneklerde % SiO₂’ye karşı negatif ilişki sergilemektedir. Nadir toprak elementlerinden La ve Ce elementleri SiO₂’ye karşı Mursal Siyenitodi’nde pozitif, Yamadağ Volkanikleri’nde negatif ilişki sergilemektedir (Şekil 6.6) Ce fazlalığı, manyetit ve apatit minerallerinden kaynaklanmış olabilir (Faure 2001).

Şekil 6.6’da Mursal Siyenitodi’ne ait örnekler Ta, Nb, Sr, Y, Ga, Tl, Cr, Bi ve Cd elementleri % SiO₂’ye karşı nispeten pozitif ilişki sergilemektedir. Cs, Co, V ve Pb elementleri % SiO₂’ye karşı nispeten pozitif ilişki sergilemektedir. Yamadağ Volkanikleri’ne ait örnekler bu elementler içinde Sr, Ga ve Pb’ca % SiO₂’ye karşı nispeten pozitif ilişki sergilemektedir.



Şekil 6.6 Eser element değişim diyagramları (Rb, Th, U, Ba, Zr, Hf, La, Ce)

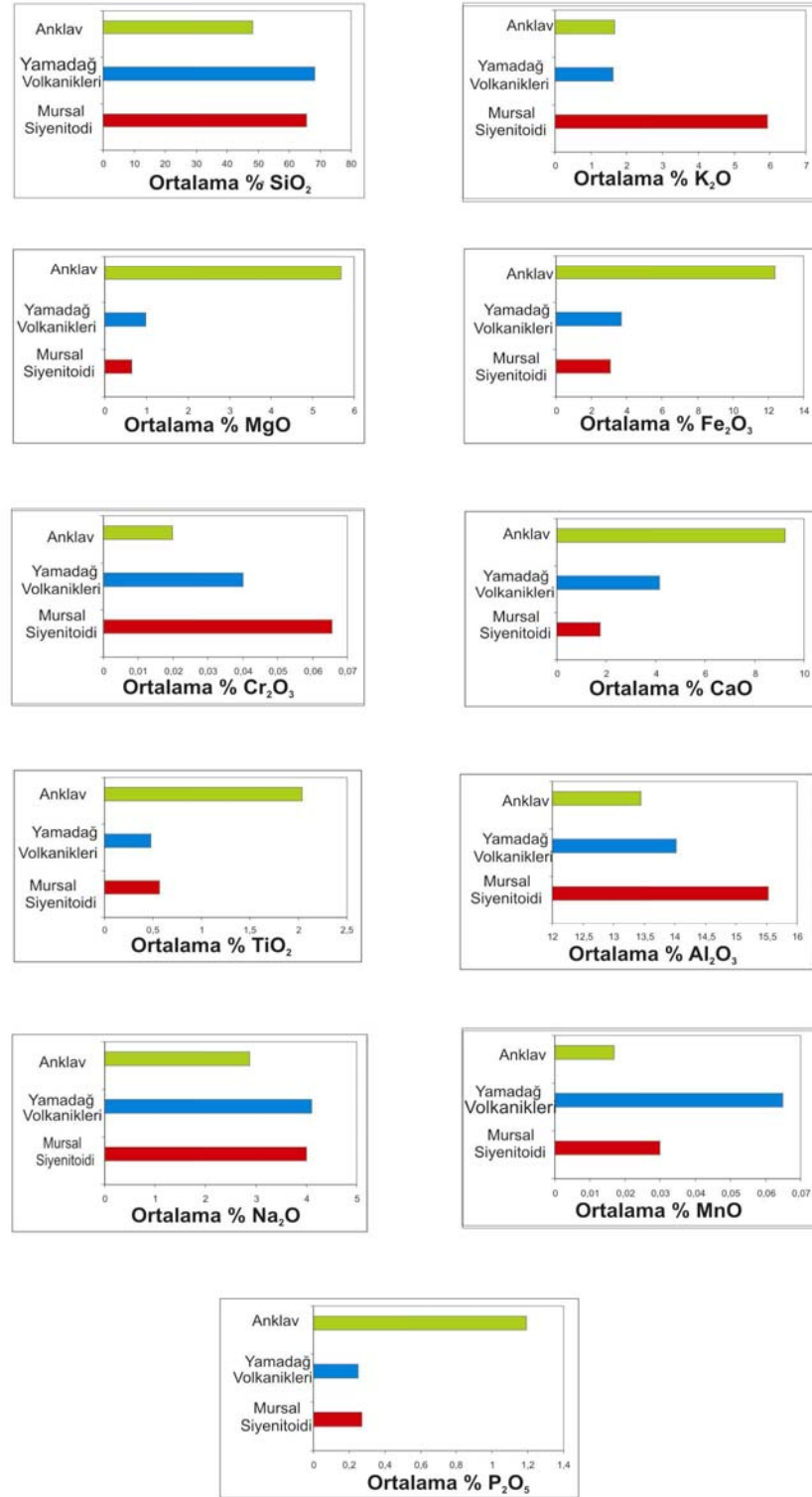


Şekil 6.7 Eser element değişim diyagramları (Ta, Nb, Sr, Y, Cs, Ga, Tl, Cr, Co, V, Pb, Bi, Cd)

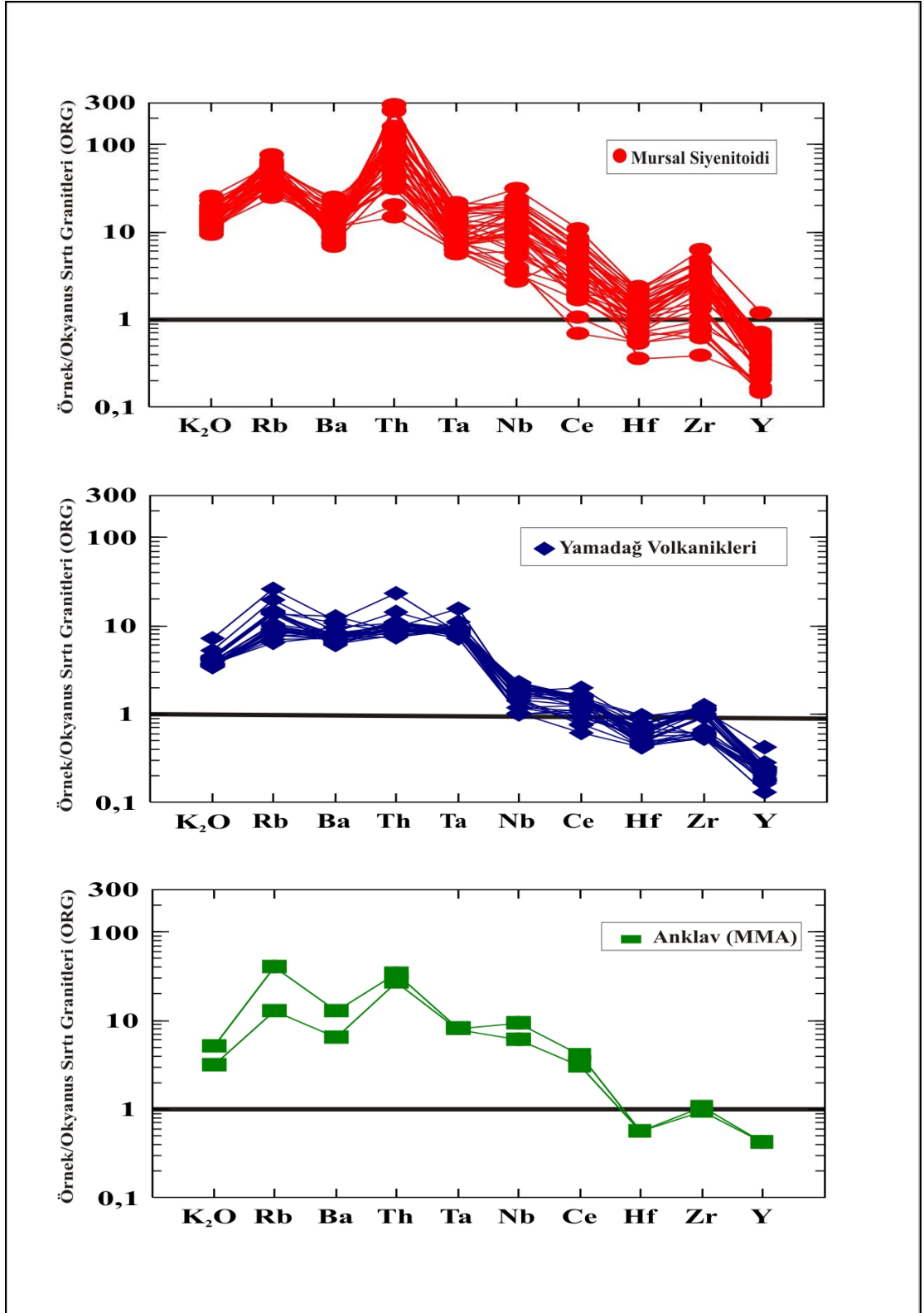
7. TARTIŞMA : PETROJENETİK ve TEKTOJENETİK İNCELEME

Mursal Siyenitoidi, Yamadağ Volkanikleri ve anklav örnekleri için ana oksit elementler açısından değerlendirilerek kristalizasyon-diferansiasyon ilişkileri elementlerin dağılımına bakılarak yapıldığı zaman ortalama ana oksit elementlerinden Si, K, Al ve Na'un Mursal Siyenitoidi ve Yamadağ Volkanikleri örneklerinde yüksek, anklav örneklerinde nispeten düşük değerlerde olduğu görülmektedir. Anklav örnekleri diğer örneklerle göre Mg, Fe, Ca, Ti ve P'ca yüksek ortalama değerlerine sahiptir (Şekil 7.1).

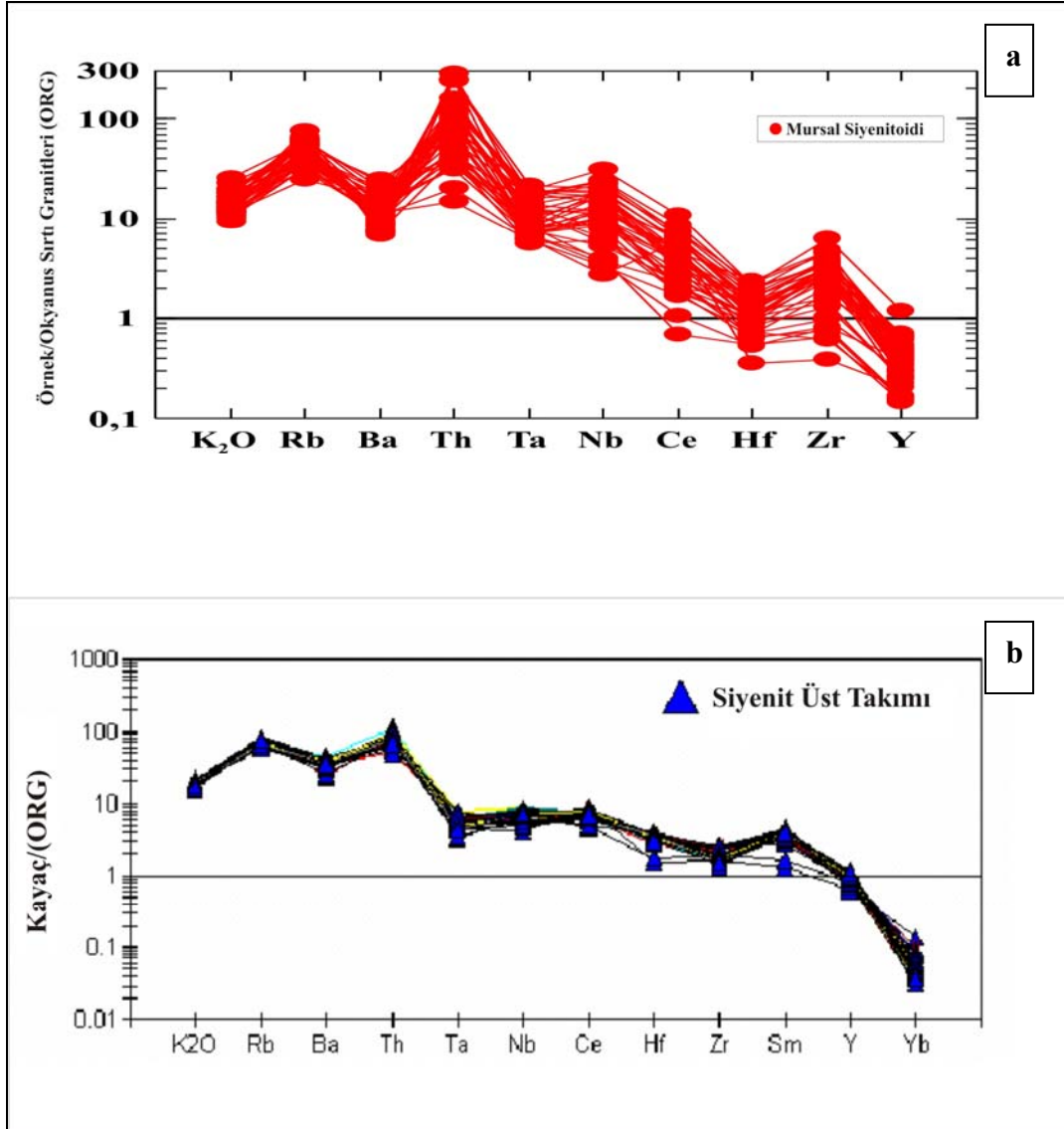
Örneklerin magma karakterini belirlemek açısından eser elementlerin okyanus ortası granitlere göre normalize edilmiş element örümcek diyagramları (Spider diyagramları) Şekil 7.2'de çizilmiştir. Mursal Siyenitoidi, Yamadağ Volkanikleri ve anklav örnekleri daha çok LIL (K, Rb, Ba, Th) ve kısmen HFS (Ta, Nb, Ce, Hf, Zr, Sm, Y) elementleri açısından ORG'a göre belirgin zenginleşme göstermektedir. LIL elementler açısından zenginleşme kıta kabuğundan etkilenmeyi işaret etmektedir. Orta Anadolu Kristelen Karmaşığının (OAKK) incelendiği çalışmada (Kadıoğlu *et al.* 2006) Siyenit Üst Takımına ait kayalar ORG'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramında Mursal Siyenitoidi'ne benzer desenler sunmaktadır (Şekil 7.3.a,b).



Şekil 7.1 Örneklere ait ortalama (%) ana oksit histogram diyagramları



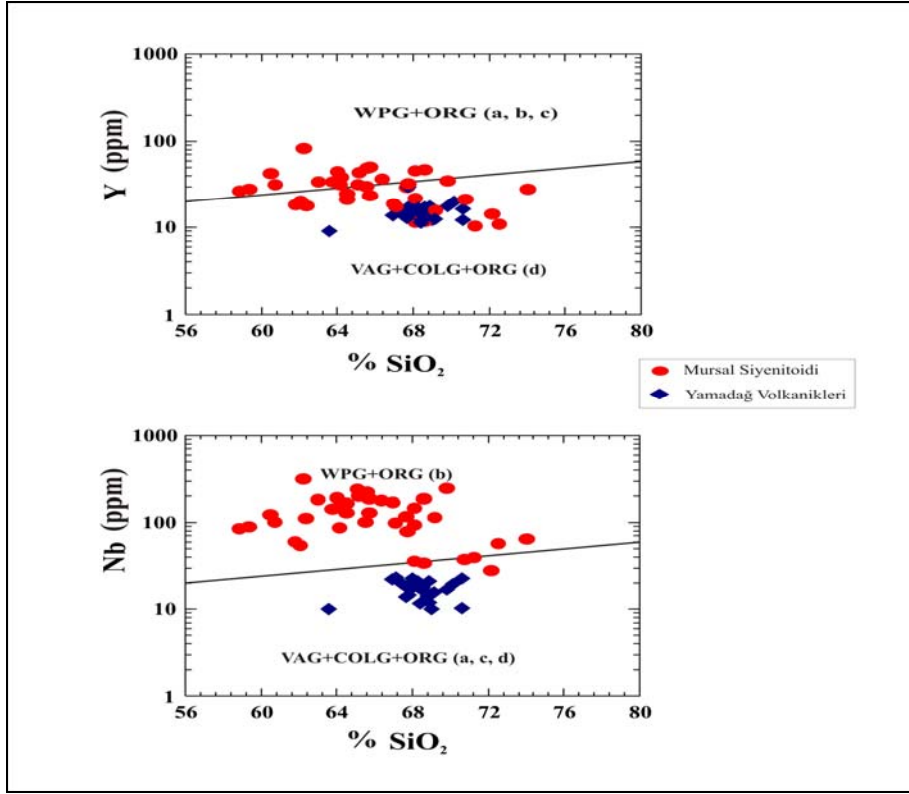
Şekil 7.2 Eser elementlerin okyanus ortası sırtı granitlerine (ORG) göre normalize edilmiş element bolluk diyagramları (Pearce *et al.* 1984)



Şekil 7.3.a. Mursal Siyenitoidi'ne ait ORG'a göre normalize edilmiş element bolluk diyagramı b. OAKK plütonları içerisindeki Siyenit üst takımına ait eser elementlerin okyanus ortası sırtı granitlerine(ORG) göre normalize edilmiş element bolluk diyagramı (Kadioğlu *et al.* 2006)

Pearce *et al.* (1984), çeşitli tektonik ortamlarda yerleşmiş granitoidlerin eser element jeokimyaslarını inceleyerek bir sınıflama modeli önermişlerdir. Bu modele göre granitoidler; Okyanus (ORG), Levha içi granitoidleri (WPG) ve Çarpışma granitoidleri (COLG) olmak üzere dört ana tektonik gruba ve her grup da kendi içerisinde alt gruplara ayrılmaktadır.

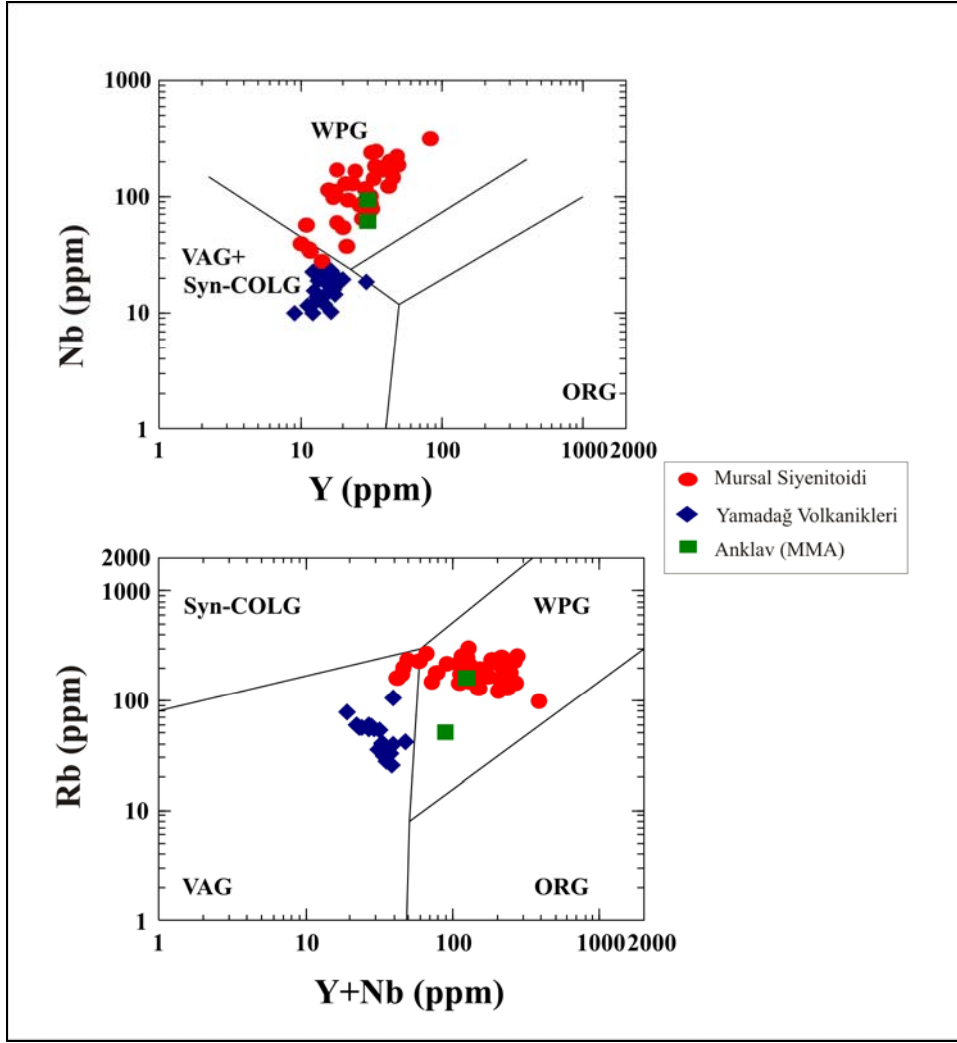
Tektonik yerleşim açısından incelendiğinde ilk olarak SiO_2 'e karşılık Y ve Nb değişim diyagramları (Pearce *et al.* 1984) incelendiğinde genel olarak Mursal Siyenitoidi'nin WPG, ORG; Yamadağ Volkanikleri'nin ise VAG, COLG ve ORG alanında yer aldıkları görülmektedir (Şekil 7.4).



Şekil 7.4 SiO_2 'e karşı Y ve Nb diyagramları (Pearce *et al.* 1984)

(WPG: Levha İçi Granitleri, ORG: Okyanus Sırtı Granitleri, COLG: Çarpışma Granitleri) a. Normal okyanus ortası sırtı granitleri b. Anomalous okyanus ortası granitler c. Yay gerisi basen ortası granitler d. Subra-subduction zonuna (Yay önü havza sırtı) ait granitler

Nb-Y ve Rb-Y+Nb (Şekil 7.5) ayırtman diyagramlarına (Pearce *et al.* 1984) bakıldığında Mursal Siyenitoidi ve anklav örneklerinin WPG, Yamadağ Volkanikleri ise Nb-Y diyagramında VAG+Syn-COLG, Rb-Y+Nb diyagramında ise VAG alanına düştüğü görülmektedir.

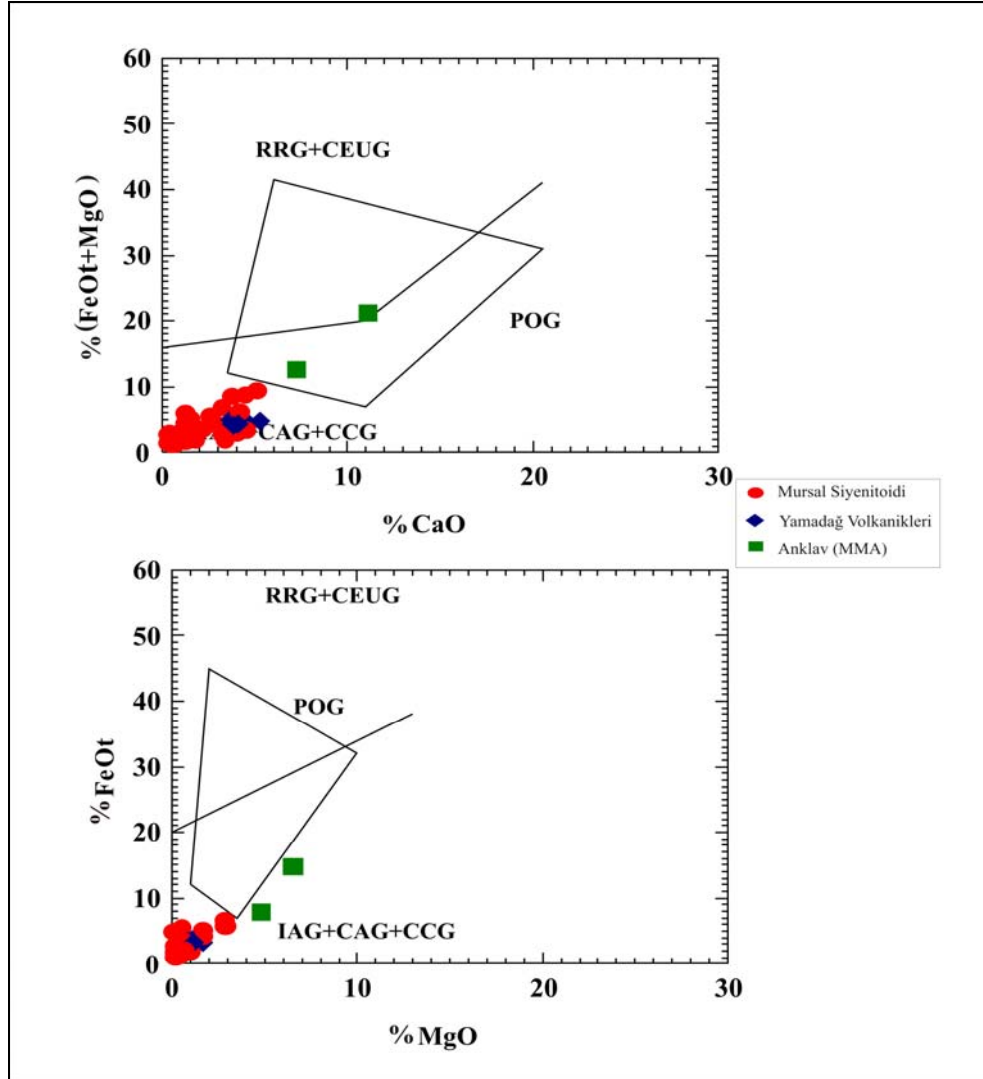


Şekil 7.5 Nb-Y ve Rb-Y+Nb diyagramları (Pearce *et al.* 1984)

(VAG: Volkanik yay granitleri, WPG: Levha içi granitleri, ORG: Okyanus sırtı granitleri, Syn-COLG: çarpışmayla eş zamanlı granitler)

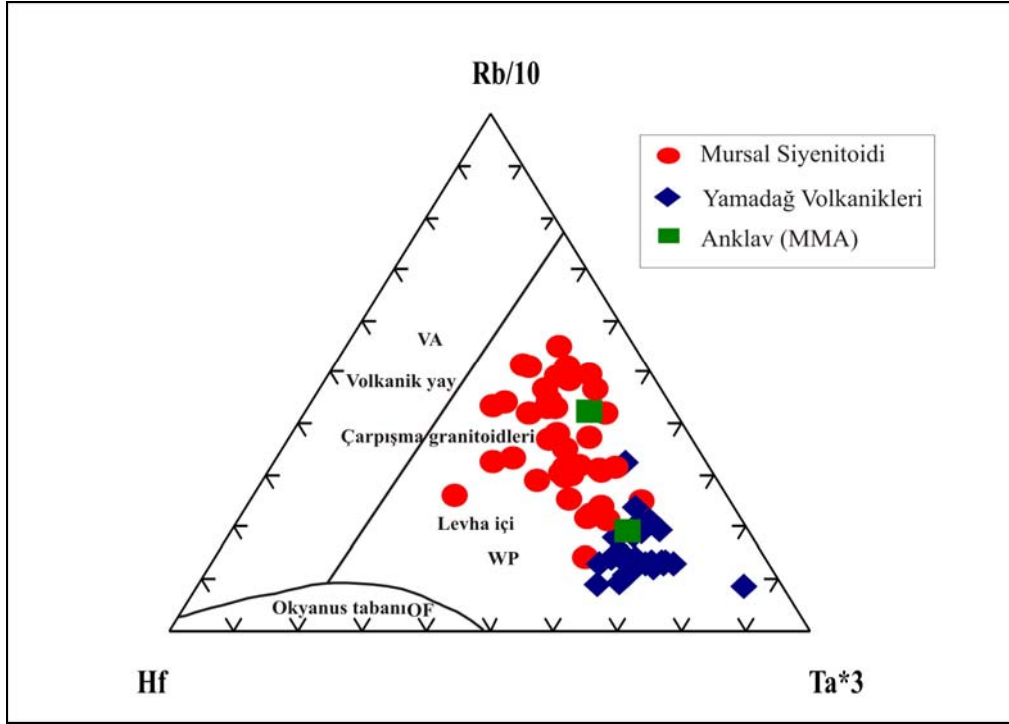
Ek olarak Maniar and Piccoli'nin (1989) tektonik ayırtman diyagramlarına (Şekil 7.6) bakıldığında Mursal Siyenitoidi ve Yamadağ Volkanikleri çarpışma ilgili alanda yer almaktadır. Rb/10, Hf, Ta*3 üçgen diyagramında (Harris *et al.* 1986) örneklerin WP alanında yer aldıkları görülmektedir (Şekil 7.7). Ayrıca çizilen Rb/30, Hf, Ta*3 üçgen diyagramı (Harris *et al.* 1986) incelendiğinde örneklerin yine WP alanında yer aldıkları görülmektedir (Şekil 7.8).

Sonuç olarak Mursal Siyenitoidi ve anklavların çoğunlukla WPG (Levha içi granitleri), Yamadağ Volkanikleri'nin ise VAG (Volkanik yay granitleri) alanına düştükleri görülmektedir.

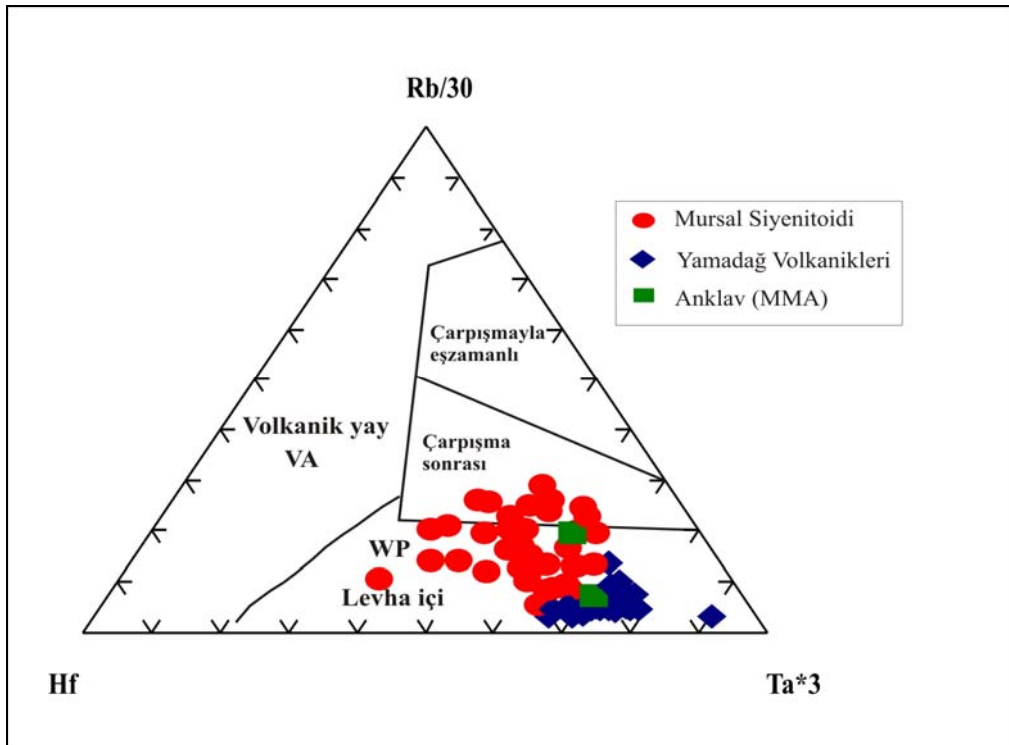


Şekil 7.6 CaO-FeO+MgO değişim diyagramı ve MgO-FeO değişim diyagramı (Maniar and Piccolli 1989)

(RRG: Rift benzeri granitler, CEUG Kıtasal epirojenik yükselme granitleri, IAG: Ada yayı granitleri, CAG: Kıta yayı granitleri, CCG: Kıtasal çarpışma granitleri, POG: Post orojenik granitler)

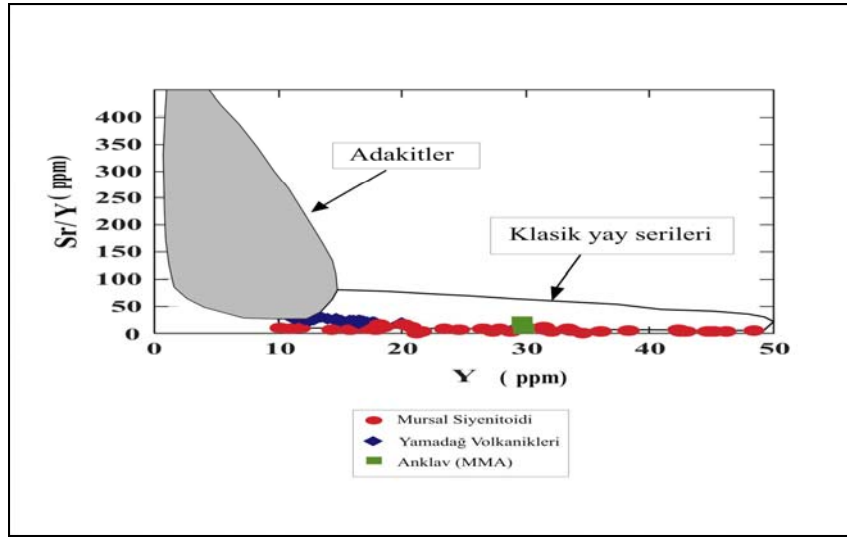


Şekil 7.7 Rb/10, Hf, Ta*3 üçgen diyagramında (Harris *et al.* 1986)

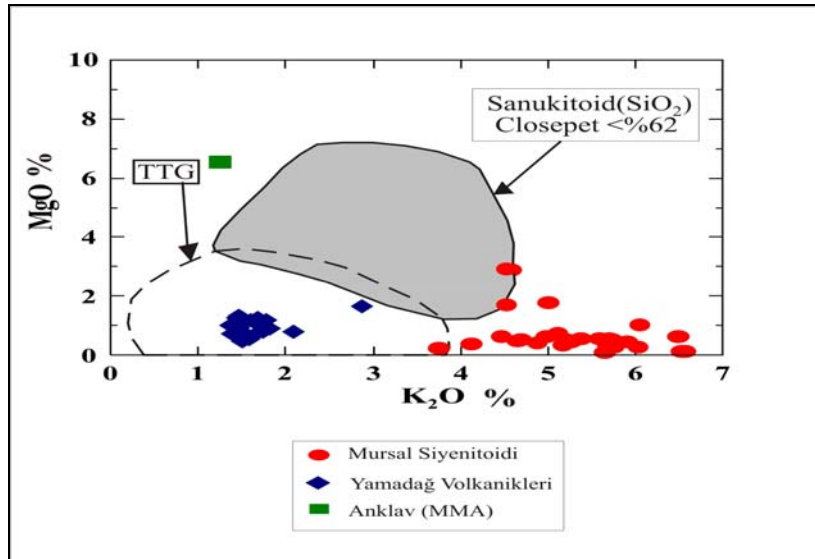


Şekil 7.8 Rb/30, Hf, Ta*3 üçgen diyagramı (Harris *et al.* 1986)

Mursal Siyenitoidi, Yamadağ Volkanikleri ve anklav örnekleri için Sr/Y 'a karşılık Y adakit ve klasik yay serileri ayırım diyagramında örneklerin bir kısmı klasik yay serisi alanına düşmektedir (Şekil 7.9). Jeokimyasal veriler ışığında Mursal Siyenitoidi'nin adakit kökenli bir magmadan türemediği belirlenmiştir. TTG (Tonalit-Tronjemite-Granodiyorit), Sanukitoid ve Closepet-tipi granitlerin ayırım diyagramında özellikle Yamadağ Volkanikleri'nin TTG alanında yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 7. 10)



Şekil 7.9 Adakit ve klasik yay kayaçlarının ayırım diyagramı (Martin 1999)



Şekil 7.10 TTG, Sanukitoid ve Closepet-tipi granitlerin ayırım diyagramı (Martin *et al.* 2005)

8. SONUÇLAR

İnceleme alanı genel olarak az yayılım gösteren sedimanter kayaçlar ile geniş bir alanı kaplayan volkanikler ve volkaniklere göre daha az mostra vermiş olan siyenitoid türü kayaçlardan oluşmaktadır

Mursal Siyenitoidi petrografik incelemeler sonucu foid siyenit, foid monzosiyenit, foid monzosiyenit porfir olarak üç adet alt gruba ayrılmıştır. Foid siyenitler Mursal Siyenitoidi'nin en fazla yayılım gösteren alt grubunu oluşturmaktadır.

Raman Konfokal Spektrometresi çalışmalarında siyenitoid içerisindeki felsik minerallerin başlıca feldispat ve feldispatoidlerden oluştuğu gözlenmiştir. Feldispatoidlerin nefelin ve feldispatların ise ortoklaz ve albit bileşiminde olduğu ortaya konmuştur. Foid siyenitlerdeki bu nefelinlerin ortoklaz içinde yamalar şeklinde bulunduğu gözlenmiştir. Nefelinler 120, 198, 455 aralıkta Raman pikleri vermiştir.

Mursal Siyenitoidi'nde XRD incelemelerinde kayaçta %5'in altında mineral tayini genellikle mümkün olmadığından kalıntı nefelin tespit edilememiştir.

Mursal Siyenitoidi jeokimya çalışmalarında daha çok alkali seri ve kısmen kalkalkali seriye geçiş göstermektedir.

Değişim diyagramlarında foid siyenit, foid monzosiyenit, foid monzosiyenit porfirin kristalizasyon-diferansiyasyon ilişkisi sergilemesi tek bir kaynaktan türemiş olabileceğini göstermiştir.

Mursal Siyenitoidi içerisinde az oranda bulunan mafik magmatik anklavlar (MMA) magma karışım türü dokular sergilemektedir. Mafik magma ana kütleyle sokulmuş ve heterojen şekilde mingling sonucu oluşan mafik magmatik anklavlar Mursal Siyenitoidi'nde yer almıştır

Yamadağ Volkanikleri gerek arazideki dokanak ilişkileri gerek petrografik özellik ve gerekse jeokimyasal element davranışları Mursal Siyenitoidi ile karşılaştırıldığında benzerlik sergilememektedir. Farklı zamanlarda ve farklı kaynaklardan türediği söylenebilir.

Levha tektoniği yerleşimi açısından bakıldığında Mursal Siyenitoidi levha içi ve manto etkileşimi fazla olan kaynaktan türemiş siyenitleri temsil etmektedir.

Bu veriler ışığında Mursal Siyenitoidi'nin silikaca doymuş olmayan, alkali magmatizmadan türeyen Orta Anadolu Kristalin Karmaşığındaki Siyenit Üst Takımı'nı (Kadıoğlu vd. 2006) bir üyesi olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akçe, A. ve Kadioğlu, Y. K. 2005. Yozgat Batoliti kuzey bölümündeki lökogramitlerin jeolojisi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 48 (2),1-20.
- Atabey, E., Bağırakçı, S., Canpolat, M., Gökkaya, K. Y., Günel, S. ve Kılıç, N. 1994. Gürün, Kangal (Sivas)-Darende, Hasançelebi (Malatya) arasının Jeolojisi. MTA Rap. Der. No:9760.
- 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: Turkish Journal of Earth Sciences. vol. 7, p. 259-268.
- Bayhan, H. 1988. Bayındır, Akpınar (Kaman) yöresindeki alkali kayaların jeokimyası ve kökensel yorumu, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 31, 59-70.
- Beeskow, B., Rankin, A. H., Murphy, P. J. and Treloar, P.J. 2005. Mixed CH₄-CO₂ fluid inclusion in quartz from the South Wales Coalfield as suitable natural calibration standards for microthermometry and Raman spectroscopy. Chemical Geology, 223, 3-5.
- Boztuğ, D., Yılmaz, S. ve Kesgin, Y. 1994. İç -Doğu Anadolu alkalin provensindeki Köseadağ plütünü (Suşehri-KD Sivas) doğu kesiminin petrografisi, petrokimyası ve petrojenezi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 37/2, 1-14.
- Boztuğ, D. 1998. Post-collisional Central Anatolian Alkaline Plutonism, Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences, 7,145-165.
- Boztuğ, B., Otlı, N. ve Tatar, S. 2003. A-Tipi Mursal, Yellice (Divriği-GD Sivas) ve Kuluncak (KB Malatya) Plütönlüklerinin karşılaştırmalı incelenmesi. 56. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, 34-35.
- Durgun, H. 1972. Divriği J39-c2.c3 ve Divriği J40-d1.d2 paftalarının jeolojik raporu. MTA raporu no: 4886.
- Erler, A. ve Bayhan, H. 1995. Orta Anadolu granitoid'lerinin genel değerlendirilmesi ve sorunları. Yerbilimleri, 17, 49-67.
- Göncüoğlu, M.C Yalınız, K., Kuşçu, I., Köksal, S. ve Dirik, K. 1993. Orta Anadolu Masifinin orta bölümünün jeolojisi, Bölüm 3: Orta Kızılırmak Tersiyer Baseninin jeolojik evrimi, TPAO Rap., 3313.
- 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 Society of London Special Publication, 19, 67-81.
- Irvine, T.N. and Baragar, W.R.A. 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks: Can. Journal of Earth Science, c. 8, 523-548.
- İnan, S., Öztürk, A. ve Gürsoy, H. 1993. Ulaş-Sincan (Sivas) Yöresinin Stratigrafisi: Doğa- Türk Yerbilimleri Derg./Tr. J. of Earth Sciences, 2, 1-15.
- Kadioğlu, Y. K. and Güleç, N. 1999. Types and genesis of the enclaves in Central Anatolian granitoid. Geol. J., 34, 243-256.
- Kadioğlu, Y. K., Dilek, Y. and Foland, K. A. 2006. Slab Break And Syncollisional Origin of the Late Cretaceous Magmatism in the Central Anatolian

- Crystalline Complex, Turkey. Geological Society of America Bulletin, 409, 381-415.
- Korolay, T. and Kadioğlu, Y. K. 2007. Reasons of colors in the ignimbrite lithology: Micro-XRF and confocal Raman spectrometry method. Spectrochimica Acta Part A, 9.
- Köksal, S. ve Göncüoğlu, M. C. 1997, İdiş Dağı-Avanos Alanının Jeolojisi (Nevşehir-Orta Anadolu). Maden Tetkik ve Arama Dergisi, v.119, p. 73-89.
- Kurtman, F. 1973.Sivas-Hafik-Zara ve İmranlı Arasındaki Bölgenin Jeolojik ve TektonikYapısı: MTA Derg. 80, 1-33.
- Kuşçu, İ., Yılmaz, E. ve Demirela, G. 2002 Sivas-Divriği bölgesi skarn tipi demir-oksit yataklarına Fe oksit- Cu-Au (Olympic dam tipi) perspektifinden yeni bir bakış, Türkiye Jeoloji Bülteni, 459, 29.
- Leo, G. W., Marwin, R. F. and Mehnert, H. H. 1973. Potassium-Argon Ages of Igneous Rocks in the Kuluncak-Sofular Area, Malatya Province, Central Turkey. USGeological Survey, ABD.
- Maniar, P. D. and Piccoli, P. M. 1989. Tectonic Discrimination of Granitoids. Geol. Soc. Of America Bulletin, V. 101, pp. 635-643
- Martin, H. 1999. Adakit magmas: modern analogues of Archaen granitoids. Lithos 46, 411-429.
- Martin, H., Smithies, R. H., Rapp, R., Moyen, J. F. and Champion, D. 2005.An overwiev of adakite, tonalite-trondjemite-granodiorite (TTG), and sanukitoid:relationships and some implication for crustal evolution. Litos,79,1-24.
- Okay, A .İ 2004. Türkiye jeolojisinde paleotetis problemi. 57. Türkiye Jeoloji Kurultayı bildiri özleri, 8-10.
- Otlı, N. and Boztuğ, D. 1998. The coexistency 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. Turkish Journal of Earth Sciences, special Issue on alkali magmatism, 7, 3, 241-258.
- Özcan, A., Erkan, A., Keskin, E., Oral, A., Özer, S., Sümengen, M. ve Tekeli, O. 1980. Kuzey Anadolu Fayı-Kırşehir Masifi Arasının Temel Jeolojisi, MTA Enst. Derleme Rapor No:6722, 139 s.
- Özgül, N., Turşucu, A., Özyardımcı, N., Şenol, M., Bingöl, İ. ve Uysal, Ş. 1981. Munzur Dağlarının Jeolojisi. MTA Rapor No:6995.
- Öztürk, A. 1979.Ladik ve Destek Arasındaki Bölgenin Stratigrafisi.Türkiye Jeol. Kur.Bült., 22/1, 27-34.
- Peacock, M. A. 1931. Classification on igneous rocks. V.Geol., 39,65-67.
- Pearce, J. A., Harris, B.W., and Tindle, A.G. 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks: Journal of Petrology, vol. 25, p. 956-983.
- Rickwood, P. C. 1989. Boundary lincs within petrologic diagrams which use oxides of majör and minör elements. Lithos, 22, 247-263.
- Sharma, K. S., Simons, B. and Yoder, H.S. 1983. Raman study of anorthite, calcium Tschermak's pyroxene, and gehlenite in crystalline and glassy states. American Mineralogist, vol. 68, 1113-1125.

- Şengör, A. M. C. and Yılmaz, Y. 1981. Tethyan evolution of Turkey, a plate tectonic approach: Tectonophysics, vol. 75, p. 181-241.
- Ünlü, T. ve Stendal, H. 1989. Jeokimya verilerinin çok değişkenli jeostatistik analizlerle değerlendirilmesine bir örnek: Divriği bölgesi demir yatakları, Orta Anadolu, MTA Dergisi, 109, 127 – 140.
- Ünlü, T., Stendal, H., Makovicky, E. and Sayılı, I. S. 1995. Divriği (Sivas) demir yatağının kökeni, Orta Anadolu, Türkiye: bir cevher mikroskobisi çalışması. MTA Dergisi, 117, 17-28.
- Üstündağ, İ., Üstündağ, Z., Kalfa, M.K. and Kadioğlu, Y.K. 2007. Geochemical composition of trona samples by PEDXRF and their identification under confocal Raman spectroscopy: Beypazarı- Ankara, Turkey. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, 254(1), 153-159.
- Winchester, J. A. and Floyd, P. A. 1977. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. Chemical Geology, 20, 325-343.
- Yılmaz, A. 1984. Tokat (Dumanlıdağı) İle Sivas (Çeltekdağı) Dolaylarının Temel Jeoloji Özellikleri ve Ofiyolitli Karışığın Konumu, MTA Enst. Dergisi, No:99/100, 18 s.
- Yılmaz, A. 1985. Yukarı Kelkit Çayı İle Munzur Dağları Arasının Temel Jeoloji Özellikleri ve Yapısal Evrimi: TJK Bült., 28/2, 79-92.
- Yılmaz, A. 1989. Kafkasya'nın tektonik Kuşakları ve Bu Kuşakların Türkiye'nin Kuzey-Doğusundaki Uzantıları: Bir korrelasyon: MTA Bülteni, 109, 89-106.
- Yılmaz, A. 1994. Çarpışma sonrası bir çanak örneği: Sivas havzası, Türkiye. Türkiye 10. Petrol Kongresi, Bildiriler (Jeoloji), Ankara, 21-33.
- Yılmaz, A. 1998. Sivas Havzasının Jeodinamik Evrimi: Ofiyolit-Granitoid ilişkisiyle gelişen Demir Yatakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 66-82.
- Yılmaz, A., Uysal, Ş., Bedi, Y., Yusufoglu, H., Havzaoglu, T., Ağan, A., Göç, D. ve Aydın, N. 1995. Akdağ Masifi ve dolayının jeolojisi. MTA Dergisi, 117, 125-138.
- Yılmaz, A., Uysal, Ş., Ağan, A., Göç, D. ve Aydın, N. 1997. 1/100 000 Ölçekli Açın-sama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Sivas-F 23 Paftası, No:47, MTA, Ankara.
- Yılmaz, S. 1991. Hekimhan Hasaңcelebi (KB Malatya) yöresi jeolojisi ve magmatitlerinin mineralojik- petrografik ve jeokimyasal incelemesi. Yüksek Lisans Tezi, C.Ü. , 256 s.
- Yılmaz, S. and Boztuğ, D. 1998. Petrogenesis of the Çiçekdağ Igneous Complex, N of Kırşehir, Central Anatolia, Turkey, Tr. Jour. Of Earth Sciences, 7, 3, 185-199, Special Issue on Alkali Magmatism.
- Zeck, H.P. ve Ünlü, T. 1989. Murmano plütonunun yaşı ve ofiyolitle olan ilişkisi (Divriği-Sivas) MTA Dergisi, 108. 82-97, 1988
- Zoroğlu, O. and Kadioğlu, Y.K. 2007. "Behavior of Amphiboles in the Determination of Magma Zoning Using Confocal Raman Spectrometry: Beypazarı Oymaağaç Granitoid-Ankara Turkey" 2.the International Conference on Geo-Resoruces in The Middle East and North Africa (GRMENA-II). Proceedings, s110-111, Cairo, Egypt

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : N. İnci ÇETİN
Doğum Yeri : Ankara
Doğum Tarihi : 03.09.1976
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum Yıl)

Lise : İnönü Lisesi (1990-1993)
Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Jeoloji
Mühendisliği Bölümü (1993-1998)
Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı (2004-2007)

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl

MTA Genel Müdürlüğü (2000-?)

Yayınları

Sunum

Çetin, N. İ. ve Kadioğlu, Y. K. 2007. Mursal (Sivas-Divriği) Siyenitoidi'nin Konfokal Raman Spektrometresinde İncelenmesi. 60. Türkiye Jeoloji Kurultayı .