

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ESKİŞEHİR KUZEYİ HEKİMDAĞ METAMORFİK KAYALARININ
JEOLJİSİ VE PETROLOJİSİ**

Meral GÜREL

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2012**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ESKİŞEHİR KUZEYİ HEKİMDAĞ METAMORFİK KAYALARININ JEOLJİSİ VE PETROLOJİSİ

Meral GÜREL

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU

Çalışma alanında, Eskişehir KD'sunda, Orta Sakarya bölgesinde Hekimdağ ve Karadere köyleri arasında yer alan metamorfik kayaların mineralojik-petrografik, jeokimyasal ve amfibol, granat ve plajiyoklaz minerallerinin Konfokal Raman spektroskopisi çalışmaları yapılarak bölgenin ayrıntılı litofasiyes haritası yapılmıştır. Mavişist fasiyesinde metamorfizmaya uğramış Karadere metamorfik kayaları, yeşilşist fasiyesinde metamorfizmaya uğramış Bozdağ metamorfik kayaları üzerine bindirmeli olarak gelmektedir. Metamorfik birimler tektonik dokanakra serpantin, peridotit, radyolarit ve kireçtaşı bloklarından oluşan ofiyolitik melanj üzerine gelmektedir. Birimlerin üzerinde dasit bileşiminde Parmakkaya felsik volkanik kayaları yer almaktadır. Mineralojik-petrografik incelemelere göre bölgedeki metamorfik kayalar eklojit, mavişist ve yeşilşist fasiyes alanlarında yer almaktadır. Bu kayalar metakirintılı, metabazik ve bunlarla ardalanmalı mermerlerden oluşmakta ayrıca aralarda epidot amfibolit ve eklojit dilimleri mercerler şeklinde gözlenmektedir. Eklojit Karadere köyünün güneyinde sadece bir lokalitede gözlenmektedir. Çalışma alanında yer alan kayalardaki ayrıntılı petrojenez incelemelerinde yaygın Eklojit mineral topluluğu granat + Na amfibol + epidot + muskovit, mavişist mineral topluluğuna Na amfibol + albit + klorit + epidot + muskovit (fengit) ± granat, yeşilşist mineral topluluğuna Ca amfibol (aktinolit) + albit + muskovit + klorit + epidot + granat ayrıca stilpnomelan + kuvars eşlik etmektedir. Metamorfik fasiyeslerin belirlenmesinde granat, amfibol ve plajiyoklaz mineralleri Konfokal Raman spektroskopisinde incelenmiştir. Granatta yapılan Raman spektra sonuçları almandin, almandin-spessartin, pirop, pirop-spessartin bileşimini, amfibollerde yapılan Raman spektra sonuçları aktinolit, glokofan bileşimini, feldispatlarda yapılan Raman spektra sonuçları ise albit ve oligoklaz bileşimini vermektedir. Eklojit, mavişist ve yeşilşist fasiyesinde yapılan ayrıntılı sıcaklık basınç incelemeleri sonucunda eklojit için yaklaşık 12±1 kbar basınç ve 500±20 °C sıcaklık, mavişist fasiyesi için 7±1 kbar basınç ve 300±50 °C sıcaklık, yeşilşist fasiyesi için 4±1 kbar basınç ve 400±20 °C sıcaklık aralığında oluşmuş olabilecekleri ortaya konmuştur. Ayrıntılı petrografi ve tüm kaya jeokimyası sonuçlarına göre Sakarya kıtası evrimi sırasında mavişist ve yeşilşist fasiyesindeki kayaların farklı P-T koşullarında mafik magmatik kayaların metamorfizmasına uğraması sırasında türemiş olabileceklerini ortaya koymaktadır.

Nisan 2012, 149 sayfa

Anahtar Kelimeler: Eskişehir, Hekimdağ metamorfikleri , Konfokal Raman Spektroskopisi, petroloji

ABSTRACT

Master Thesis

GEOLOGY AND PETROLOGY OF HEKİMDAĞ METAMORPHIC ROCK NORTH OF ESKİŞEHİR

Meral GÜREL

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

Supervisor: Prof.Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU

The study area comprises the metamorphic region which is located between Hekimdağ and Karadere villages, North East of Eskişehir, Central Sakarya province. The mineralogic-petrographic, geochemical analysis and Confocal Raman spectroscopy of amphibole, garnet ve plagioclase of the metamorphic rocks. The Karadere metamorphic rocks which undergone blueshist facies metamorphism thrust over the greenshist metamorphic rocks of Bozdağ. These metamorphic units thrust over the ophiolitic melange which consists of serpantinite, peridotite, radiolarite and limestone blocks. All these units are covered by Parmakkaya felsic volcanic roks of dacitic composition. Mineralogical and petrographic analysis of the metamorphics rocks in study area mainly represented by eclogite, blueschist and greenschist facies products. They consist of metaclastics, metabasite and interbedded marble units. Eclogite and epidot amphibolite slices also are observed. Eclogite observed in only one locality, south of Karadere village. The detailed petrogenetic analysis of the rocks of the study area exhibits eclogite mineral assemblage as garnet + Na amphibole + epidot + muskovit, blueschist mineral assemblage as Na amphibole + albite + chlorite + epidote + muscovite (phengite) ± garnet, greenschist mineral assemblage as Ca amphibole (actinolite) + albite + muscovite + chlorite + epidote ± garnet and stilpnomelane + quartz. The garnet, amphibole and plagioclase were examined by using of Confocal Raman Spectroscopy to determine the metamorphic facies in the region. The Raman spectra results exhibit almandin, almandin-spessartine, pyrop, pyrop-spessartine assembleges for garnet, actinolite, glaucophane assembleges for amphibole and albite and oligoclase assembleges for feldspars. The detailed temperature and pressure analysis of the eclogite, blueschist and greenschist facies show that, they have formed at for eclogite 12 ± 1 kbar and 500 ± 20 °C temprature, blueschist facies 7 ± 1 kb and 300 ± 50 °C temprature and greenschist facies 4 ± 1 kb and 400 ± 20 °C temprature. Petrography and whole rocks of the geochemical data reveal that the rocks of the blueschist and greenschist facies might be derived from mafic magmatic rocks under different P-T conditions during the evolution of the Sakarya continent.

April 2012, 149 pages

Key Words: Eskişehir, Hekimdağ metamorphics, Confocal Raman Spektroskopy, petrology

TEŞEKKÜR

‘Eskişehir kuzeyi Hekimdağ metamorfik kayalarının jeolojisi ve petrolojisi’ konulu tez çalışması, M.T.A’nın yürüttüğü ‘Karakaya Kuşağının Jeoljisi ve Jeodinamik Evrimi’ proje kapsamında 2009-2012 yılları arasında yürütülmüştür. Bu proje Eskişehir kuzeyinde yer alan Eskişehir İ25 paftasına ait metamorfik kayaların haritalanması ve var olan sorunlara çözüm bulunmasına yönelik Dr. Mehmet DURU, jeoloji mühendisi Özgür KANDEMİR tarafından hazırlanmış ve tamamlanmıştır. Söz konusu projede metamorfik kayaların petrografik incelemesi ve yorumlanması için görevli mühendis olarak çalışmış bulunmaktayım, aynı proje çerçevesinde Eskişehir İ25a1 paftasının yaklaşık 110 km² lik bölümünün tez inceleme sahamı olarak proje yürütücüsünden izin alarak bu tez çalışması kapsamında tamamladım. Bu nedenle projede emeği geçen ve katkıları olan özellikle Dr. Mehmet DURU, Özgür KANDEMİR ve bütün meslektaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans tezi olarak yapılan bu çalışma boyunca; araştırmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyerek çalışmalarımı yönlendiren, yetiştirme ve gelişmeye katkıda bulunan danışman hocam sayın Prof. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU (Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı)’na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımlarını benden esirgemeyen ve önemli katkılarda bulunan Arş. Gör. Kıymet DENİZ’e, bilgi paylaşımında bulunduğum MTA’dan Tülin GEDİK ve Gökhan ATICI’ya teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmalarım süresince fedakarlık göstererek beni destekleyen aileme en derin duygularıyla teşekkürlerimi sunarım.

Meral GÜREL

Ankara, Nisan 2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
KISALTMALAR	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı	1
1.2 Çalışmanın Önemi	3
1.3 Çalışma Alanının Coğrafik Konumu	3
1.4 Bölgenin Jeolojisi	4
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	7
2.1 Literatür Derlemesi.....	7
2.2 Arazi Çalışması	7
2.3 Laboratuvar Çalışması	7
2.4 Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi	8
3. KAYNAK ÖZETLERİ	9
4. SAKARYA ZONUNUN BÖLGESEL JEOLJİSİ	16
4.1 Karakaya Kompleksi'nin Oluşumu ve Gelişimi ile İlgili Tektonik Modeller ..	19
4.1.1 Karakaya kompleksinin rift modeli	19
4.1.2 Karakaya kompleksinin dalma-batma yığılma modeli	20
5. ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ.....	21
6. MİNERALOGİ-PETROGRAFI	27
6.1 Karadere Metamorfikleri.....	27
6.1.1 Gnays.....	27
6.1.2 Şist	33
6.1.3 Epidot Amfibolit.....	38
6.1.4 Amfibolit	38
6.1.5 Eklojit.....	40
6.2 Bozdağ Metamorfikleri.....	41
6.2.1 Gnays.....	42
6.2.2 Şist	46
6.2.3 Fillit	50
6.2.4 Kuvarsit.....	52
6.3 Kuşca Mermerleri	54
6.4 Ofiyolitik Melanj	55
6.4.1 Plajiyogranit	55
6.4.2 Listvenit	55
6.4.3 Radyolarit	57
6.4.4 Serpantinit	57
6.5 Parmakkaya Dasiti.....	58
6.6 Aüvyon	59
7. RAMAN SPEKTROSKOPİSİ	60
7.1 Çalışma Prensibi	60
7.2 Raman Spektrometrisi	63

7.3 Konfokal Raman Spektrometresi	64
7.4 Raman Spektroskopisinin Uygulama Alanları	65
7.5 Raman Spektroskopisinin Eskişehir kuzeyi Hekimdağ metamorfik kayalarındaki uygulama alanları	67
7.5.1 Granatların Raman spektroskopik incelemesi	67
7.5.2 Amfibollerin Raman spektroskopik incelemesi	72
7.5.3 Mikaların Raman spektroskopik incelemesi	74
7.5.4 Epidotların Raman spektroskopik incelemesi	76
7.5.5 Feldispatların Raman spektroskopik incelemesi	77
7.5.6 Kloritin Raman spektroskopik incelemesi	79
8. JEOKİMYA	81
8.1 Metamorfik Kayaların Jeokimyası	81
8.1.1 Ana element oksit ilişkileri	81
8.2 Volkanik Kayaların Jeokimyası	93
8.2.1 Ana element oksit ilişkileri	93
9. SICAKLIK-BASINÇ İLİŞKİSİ	96
10. BÖLGEDE YER ALAN KAYALARIN KÖKEN KAYASI	99
11. SONUÇLAR	100
KAYNAKLAR	102
EKLER	108
EK 1 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeyleyen kayaçların mineralojik-petrografik tanımlanması	109
EK 2 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeyleyen kayaçlardaki bazı minerallerden elde edilen Raman shift ölçüm değerleri	133
EK 3 Metamorfik ve volkanik kayaların ana (%) ve iz element (ppm) analiz sonuçları	139
ÖZGEÇMİŞ	149

KISALTMALAR

Akt	Aktinolit
Alb	Albit
Alblş	Albitleşme
Alm	Almandin
Alk feld	Alkali feldispat
Ant	Antigorit
Bt	Biyotit
Ep	Epidot
Epdt	Epidotlaşma
Fe	Demir
FO	Demiroksitleşme
GB	Güney batı
GD	Güney doğu
Gr	Grub
Glok	Glokofan
GPS	Global Position System
Grf	Grafit
Grt	Granat
HFS	Kalıcılığı yüksek katyonlar
Hmt	Hematit
Hrn	Hornblend
ICP	Inductively Coupled Plasma emission spectrometry
Ka	Kalsit
Kar	Karbonatlaşma
Kb	Kilobar
KB	Kuzey Batı
KD	Kuzey Doğu
Kil	Killeşme
Kk	Klinoklor
Kl	Klorit
Kprx	Klinopiroksen
Krz	Krizotil
Klz	Klinozoizit
Kpç	Kayaç parçası
LILE	Geniş iyonlu litofil elementler
Meta kmt	Meta kumtaşı
Mk	Mikroklin
Mt	Manyetit
Mus	Muskovit
Na amf	Na amfibol
Oprx	Ortopiroksen
Op. Min	Opak Mineral
ORG	Okyanus Sırtı Granitleri
Ort	Ortoklaz
Plj	Plajiyoklaz

Prp	Piop
Rdjt	Rodenjitleşme
Rt	Rutit
Snd	Sanidin
Se	Serisit
Srp	Serpantin
Sps	Spessartin
Stp	Stilpnomelan
Tit	Titanit
Tur	Turmalin
XRF	X-Işınları Fluoresans Spektroskopisi
Zr	Zirkon
Zt	Zoizit

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Çalışma alanını gösteren yer bulduru haritası	2
Şekil 1.2 Türkiye'nin tektonik birlikleri (Okay ve Tüysüz, 1999'dan alınmıştır)	5
Şekil 1.3 Karakaya kompleksinin Anadolu'daki yayılım alanları (Okay vd. 2004'den)	6
Şekil 4.1 Biga yarımadasının genelleştirilmiş dikme kesiti (Bingöl vd. 1975)	17
Şekil 4.2 Sakarya Kıtasının genelleştirilmiş kolon kesiti (Okay vd. 1991)	18
Şekil 5.1 Çalışma alanının genelleştirilmiş jeoloji haritası	22
Şekil 5.2 Çalışma alanının A-A' doğrultuları boyunca alınmış jeolojik kesiti	23
Şekil 5.3 Çalışma alanının stratigrafik kolon kesiti	24
Şekil 5.4 Çalışma alanından alınan kayaçların örnek alım haritası	25
Şekil 5.5 Çalışma alanının bitki örtüsü ve morfolojisini gösterme açısından uydu görüntüsü	26
Şekil 6.1. a Karadere-Bozdağ metamorfikleri arasındaki bindirme sınır	29
b Karadere metamorfiklerinin arazi görüntüsü	29
Şekil 6.2. a. b Karadere metamorfik kayaçlarının arazi görüntüleri	34
Şekil 6.3. a. b Epidot amfibolitinin arazi görüntüsü	38
Şekil 6.4. a. b Amfibolitinin arazi görüntüsü	40
Şekil 6.5. a. b Eklojitinin arazi görüntüsü	41
Şekil 6.6. a Bozdağ metamorfiklerinin arazi görüntüsü	42
b Bozdağ metamorfikleri içerisinde gözlenen kuvarsitin arazi görüntüsü	42
Şekil 6.7. a. b Kuvarsitin arazi görüntüsü	52
Şekil 6.8. a Plajiyogranitin genel görünümü	57
b Lisvenitin görünümü	57
Şekil 6.9. a. b Radyolaritin genel görünümü	58
Şekil 6.10. a. b Dasitin genel görünümü	58
Şekil 7.1 Rayleigh ve Raman saçılma ilkelerinin şematik görünümü	61
Şekil 7.2 Stokes ve anti-Stokes türü Raman saçılması olayının molekül enerji diyagramı ile açıklaması grafiği	62
Şekil 7.3 Rayleigh saçılması, Stokes ve anti-Stokes hatlarının Raman Spektrumundaki durumları	62
Şekil 7.4 Raman spektrometresinin ana bileşenleri	63
Şekil 7.5 Konfokal Raman spektrometresinin görüntüsü	64
Şekil 7.6 Almandin mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: MR-51)	68
Şekil 7.7 Pirop mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: MR-52)	69
Şekil 7.8 Almandin-Spessartin mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: MR-60)	70
Şekil 7.9 Pirop-Spessartin mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: MR-63)	71
Şekil 7.10 Glokofan mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: MR-282)	72
Şekil 7.11 Aktinolit mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: MR-131)	73

Şekil 7.12 Biyotit mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: MR-94)	74
Şekil 7.13 Muskovit mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: MR-131)	75
Şekil 7.14 Klinozoit mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: MR-131)	76
Şekil 7.15 Albit mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: MR-51)	77
Şekil 7.16 Oligoklaz mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: MR-220B)	78
Şekil 7.17 Klinoklor mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: MR-60)	79
Şekil 8.1 Sembol açıklamaları	82
Şekil 8.2 Karadere metamorfik kayaların toplam alkali-silika adlama diyagramındaki (Le Bas vd. 1986) konumları	83
Şekil 8.3 Hekimdağ metamorfik kayalarının AFM diyagramındaki (Irvine ve Baragar, 1971) konumları	85
Şekil 8.4 Karadere metamorfik kayalarının SiO_2 - K_2O değişim diyagramı	86
Şekil 8.5 Karadere metamorfik kayalarının TiO_2 -Zr değişim diyagramı	86
Şekil 8.6 Karadere metamorfik kayalarının (%) SiO_2 'ye karşı majör element değerlerinin Harker değişim diyagramları (Harker 1909)	87
Şekil 8.7 Karadere metamorfik kayalarının (%) SiO_2 'ye karşı iz element değerlerinin Harker değişim diyagramları (Harker 1909)	88
Şekil 8.8 Bozdağ metamorfik kayalarının ORG'a göre spider diyagramlarındaki dağılımı (Pearce vd. 1984)	89
Şekil 8.9 Karadere metamorfik kayalarının ORG'a göre spider diyagramlarındaki dağılımı (Pearce vd. 1984)	91
Şekil 8.10 Karadere metamorfik kayalarının $\text{MnO-TiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5$ tanımlama diyagramı (after Mullen, 1983)	92
Şekil 8.11 Dasitlerin toplam alkali-silika adlama diyagramındaki (Le Bas vd. 1986) konumları	94
Şekil 8.12 Çalışma alanında gözlenen dasitlerin AFM diyagramındaki (Irvine ve Baragar, 1971) konumları	94
Şekil 8.13 Dasitlerin kayalarının SiO_2 - K_2O (Peccerillo ve Taylor, 1976) diyagramında dağılımı	95
Şekil 8.14 Çalışma alanında gözlenen Dasitlerin ORG'a göre spider diyagramlarındaki dağılımı (Pearce vd. 1984)	95
Şekil 9.2 Çalışma alanında yer alan metamorfik fasiyeslerin yaklaşık P-T değerleri (Evans 1990)	97
Şekil 9.2 Çalışma alanı fasiyes haritası	98
Şekil 10.1 Karadere metamorfik kayalarının ACF (Ehlers ve Blatt, 1982) diyagramındaki konumları	99

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 6.1 Yeşilşist ve mavişist fasiyeslerinin alt kaya gruplarının mikrofotografaları.....	28
Çizelge 6.2 Karadere metamorfik kaya toplulukları içerisinde yer alan gnaysların mineral parajenezleri ve karakteristik özellikleri	30
Çizelge 6.3 Karadere metamorfik kaya toplulukları içerisinde yer alan şistlerin mineral parajenezleri ve karakteristik özellikleri	35
Çizelge 6.4 Karadere metamorfik kaya toplulukları içerisinde yer alan amfibolit ve eklojitlerin mineral parajenezleri ve karakteristik	39
Çizelge 6.5 Bozdağ metamorfik kaya toplulukları içerisinde yer alan gnaysların mineral parajenezleri ve karakteristik özellikleri	43
Çizelge 6.6 Bozdağ metamorfik kaya toplulukları içerisinde yer alan şistlerin mineral parajenezleri ve karakteristik özellikleri.....	47
Çizelge 6.7 Bozdağ metamorfik kaya toplulukları içerisinde yer alan fillitin karakteristik özellikleri.....	51
Çizelge 6.8 Çalışma alanı içerisinde yer alan diğer kaya topluluklarının mineral parajenezleri ve karakteristik özellikleri.....	53
Çizelge 6.9 Ofiyolitik melanj içerisinde yer alan kaya topluluklarının mineral parajenezleri ve karakteristik özellikleri	56
Çizelge 6.10 Bozdağ metamorfik kaya toplulukları içerisinde yer alan dastin karakteristik özellikleri	59
Çizelge 7.1 Çalışma alanında yer alan metamorfik kayalardaki karakteristik minerallerden elde edilen Raman shift ölçüm değerleri	80

1. GİRİŞ

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

Çalışma alanı, Eskişehir il merkezinin yaklaşık 16 km kuzeydoğusundaki Hekimdağ ve Karadere köyleri arasında yer almaktadır (Şekil 1.1).

Tez çalışması, Orta Sakarya, Nilüfer birimi (Okay vd. 1990) içerisinde yüzeylenen Hekimdağ çevresindeki metamorfik kayaları temsil etmektedir. Bu çalışma Orta Sakarya bölgesindeki ultramafik ve metabazik kaynaklı metamorfik kuşaklarının mineral parajenezi, oluşumu ve bölge levha dinamiğindeki yeri; jeoloji, petrografi ve jeokimyasal bulgularla açıklanmaya çalışılmıştır.

1.1 Çalışmanın Amacı

Bu tez çalışmasında Hekimdağ ve Karadere çevresinde bulunan kayaçların ayrıntılı jeoloji haritası yapılarak ayrıntılı litofasiyes ayırımına gidilmiştir. Saha incelemeleri sırasında bölgeden toplanan kayaç örneklerinin mineralojik-petrografik açıdan incelenmeleri, granat, amfibol, muskovit ve plajiyoklaz gibi minerallerin oluşum koşullarını belirlemek için Konfokal Raman Spektrometresi ile incelenmesi ve uygun görülen taze örneklerden jeokimyasal analizler yapılmıştır. Çalışılan bölgedeki metamorfik kayaçların yayılımları, Konfokal Raman spektrometresi çalışmaları, kayaların petrografisi ve jeokimyası ile karşılaştırılarak dokusal ve petrojenetik yönden ilişkilendirilerek kökeni belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar ile çalışma alanının plaka tektoniği içerisindeki konumu belirlenmeye çalışılmıştır.



Şekil 1.1 Çalışma alanını gösteren yer bulduru haritası

1.2 Çalışmanın Önemi

Bu çalışmada değişik araştırmacılar tarafından farklı şekillerde paleocoğrafik evrim modellenmesi yapılan, Geç Paleozoyik-Triyas yaşlı Karakaya kuşağı içerisinde yer alan Nilüfer birimi (Okay vd. 1990) incelenmiştir. Daha önceki çalışmalarda (Göncüoğlu vd. 2000, Pickett ve Robertson 1996) yeşilist ve yer yer de mavişist metamorfizmasından etkilendiği belirtilen Nilüfer biriminin litolojisi, oluşum ortamı ve paleocoğrafik evrimine petrolojik ve jeokimyasal açıdan bazı yaklaşımlarda bulunulmuştur. Minerallerin basınç ve sıcaklık oluşumlarına bağlı olarak fasiyes ayrımları ve elde edilen sonuçların kimyasal bileşimleri ile birlikte kullanılarak kökeni belirlenmiştir. Çalışma sahası ve civarının genel jeolojisine yönelik çalışmalar yapılmıştır (Çoğulu 1967, Bingöl vd. 1973, Altınlı, İ.E. 1973a, Ayaroğlu 1978, Şentürk ve Karaköse 1979, Tekeli 1981, Yılmaz 1981, Okay 1984, Okay vd. 1990). Ancak, inceleme alanındaki metamorfik kayaların fasiyes haritası, petrolojisi ve metamorfizma evrimlerine yönelik çalışma yapılmamıştır. Bu tez çalışması sırasında inceleme alanının ayrıntılı jeoloji haritası yapılarak ve teze konu olan Nilüfer biriminin mineralojisi ve petrografisi ile jeokimyasal özellikleri belirlenerek metamorfik fasiyes ayrımı yapılmıştır.

1.3 Çalışma Alanının Coğrafik Konumu

Çalışma alanı Eskişehir İl merkezinin yaklaşık 16 km kuzeydoğusundaki Hekimdağ ve Karadere köyleri arasında olup, 1/25.000 ölçekli Eskişehir İ25-a1 paftasında yer almaktadır. Bölgeye ulaşım Ankara-Eskişehir karayolu ve tren ile sağlanmaktadır.

Çalışma alanı Eskişehir il sınırları içerisinde, İç Anadolu Bölgesi'nin kuzeybatısında yer almaktadır. İl merkezi kuzeyinde Mihalgazi ve Sarıcakaya doğusunda Alpu ve Ankara güneyinde Mahmudiye, Seyitgazi ve Afyon, batısında ise İnönü ve Kütahya sınırları ile çevrilidir. Karasal iklime sahip olan bölgede kışlar soğuk ve kar yağışlı, yazlar sıcak ve kuraktır. Yıllık yağış ortalaması 373,6 mm'dir. Bitki örtüsü bozkırdır.

Çalışma alanında yüksek rakımlı tepeler; Eşekli Türkmen Tepe (1437 m), Kuşça Tepe (1387 m), Kuruibrahim Tepe (1331 m), Tekev Tepe (1322 m), İğrek Tepe (1307 m), Kızılgüney Tepe (1259 m), Sinekkıran Tepe (1247 m)'dir. Önemli dereler ise; Kara Dere, Avlağaçık Dere, Sakızçukur Dere, Karapınar Dere, Kocagüney Dere, Kirazlı Dere, Öküzpınar Dere, Kazören Dere'dir. Çalışma alanı Hekimdağ ve Karadere yerleşim yerlerinin arasında bulunmasından dolayı ulaşım problemi bulunmamaktadır.

Ekonomisi'nin temeli sanayiye dayalıdır. İlde büyük devlet işletmelerinin yanı sıra 1960 sonrasında hız kazanan yerel sermaye yatırımlarıyla gerçekleşmiş çok sayıda özel kuruluş bulunur. Başlıca sanayi dalları gıda, tekstil, lokomotif, makine imalatı, tuğla, kiremit ve çimentodur. Ayrıca kentte lokomotif ve motor, basma, şeker, çimento, tuğla ve kiremit, un, bisküvi ve şekerleme, beton direk, uçak bakımı ve onarımı, sirke ve şarap, sunta ve mobilya, buzdolabı ve soba fabrikaları mevcuttur.

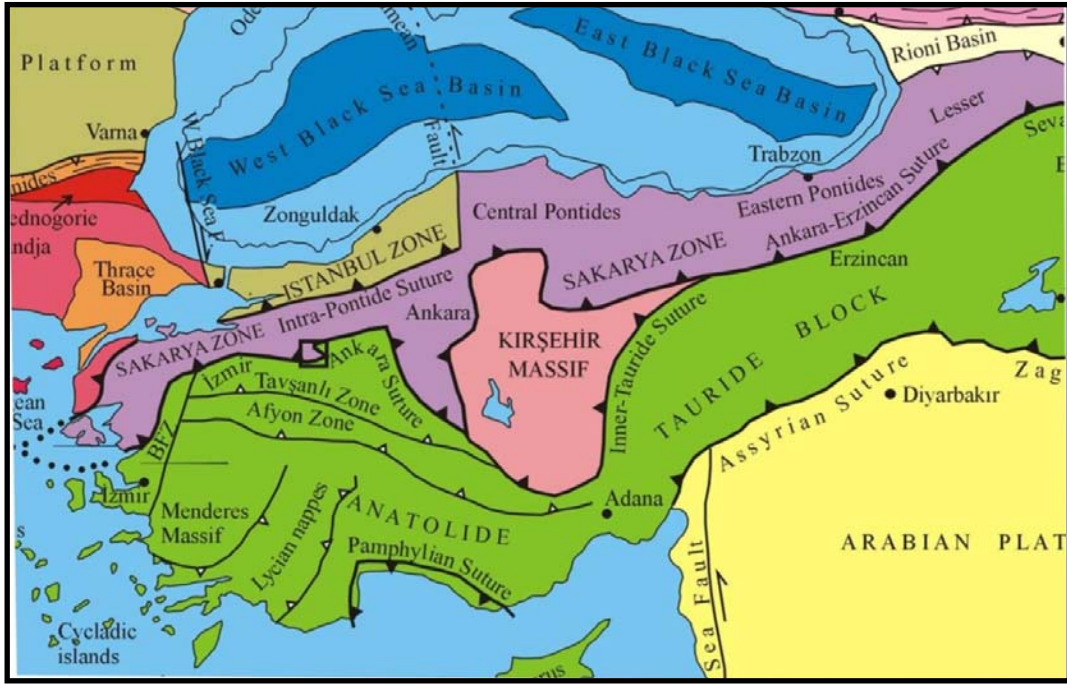
Yeraltı zenginliği Eskişehir'in önemli ekonomik kaynaklarından biridir. İl genelindeki önemli maden rezervlerinden bazıları; manyezit, krom, bor, kil, mermer ve lületaşıdır. Sepiolit madenide Eskişehir'in önemli yer altı zenginliklerindedir. Ortasından Porsuk çayı ve Sakarya nehri geçen şehir, içerisinde Osmangazi Üniversitesi ve Anadolu Üniversitesi'nin bulunması nedeniyle bir öğrenci kenti görünümündedir. Met helvası, huga helvası, haşhaşlı çörek, kalabak suyu, çiğbörek ve lületaşı ile meşhurdur. Türkiye'de Eskişehir ve Sivrihisar dolaylarında yetişen bir çoban köpeği olan akbaş'da şehre ait önemli değerlerdendir. 2009 yılının verilerine göre şehir merkezinin toplam nüfusu 625.453'dür.

1.4 Bölgenin Jeolojisi

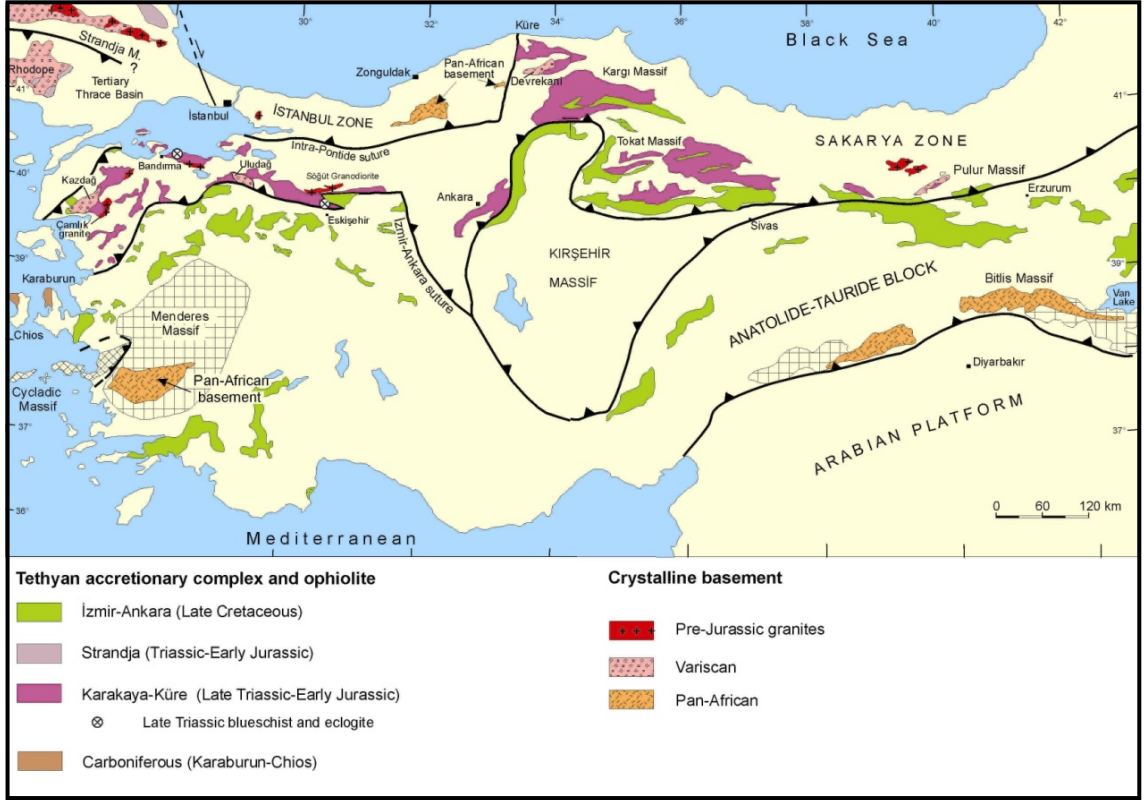
Jeolojik olarak Türkiye Alpin orojenezinde Geç Mesozoyik dönemi boyunca meydana gelen Gondvana ve Lavrasya kıtalarının çarpışmasıyla oluşmaya başlamıştır. Karakteristik olarak Pontidler diğerlerinden daha az Alpin etkisi göstermektedir. Anatolidlerde ise Toridlerden daha fazla Alpin deformasyonu ve metamorfizma etkisi gözlenmiştir. Pontidler, Toridler ve Anatolidler yaygın olarak dağılım gösteren zonlar

içermektedir (Şekil 1.2). Pontidler içerisinde üç ayrı zon tanımlanmıştır. Bunlar; Paleozoyik ve Erken Mesozoyik sedimanter kayaçları, granitler ve metamorfize olmuş yeşilist fasiyesi kayaçlarından oluşan Istranca Masifi, içerisinde Tersiyer sedimanları bulunan İstanbul zonu ve Sakarya zonudur. Sakarya zonu, yüksek basınç/düşük sıcaklık metamorfik kayaçlarıyla Şengör ve Yılmaz (1981) tarafından Karakaya Kompleksi olarak adlandırılarak Permo-Triyas yaşlı metamorfik temel olarak karakterize edilmiştir. Karakaya kompleksinin Anadolu'daki yayılımı şekil 1.3'de gösterilmiştir.

Okay ve Tüysüz (1999) yapmış oldukları çalışmada Türkiye'nin tektonik birliklerini Rodop-Istranca Zonu, İstanbul Zonu, Sakarya Zonu, Kırşehir Masifi, Torid-Anatolid Bloğu ve Arap Platformu olarak altı bölümde sınıflamışlardır (Şekil 1.3). Bu sınıflamaya göre çalışma alanı Sakarya Zonu'nun orta bölümünün güney kısmında yer almaktadır.



Şekil 1.2 Türkiye'nin tektonik birlikleri (Okay ve Tüysüz, 1999'dan alınmıştır)



Şekil 1.3 Karakaya kompleksinin Anadolu'daki yayılım alanları (Okay vd. 2004'den)

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu tez kapsamında yapılan çalışmalar literatür derlemesi, arazi çalışması, laboratuvar çalışması ve elde edilen verilerin değerlendirilmesi şeklinde dört aşamada gerçekleştirilmiştir.

2.1 Literatür Derlemesi

İnceleme alanındaki çalışmalar, özellikle metamorfik kayalarla ilgili yapılmış önceki çalışmalar derlenerek kaynak özetleri çıkarılmıştır. Ayrıca çalışma konusuyla ilgili literatür incelenerek çalışma alt yapısı hazır hale getirilmiştir.

2.2 Arazi Çalışması

1/25000 ölçekli Eskişehir İ25 a1 paftası içerisinde yer alan metamorfik, magmatik kayalar ile ofiyolitik melanjın sınırları çizilmiştir. İnceleme alanında bulunan metamorfik, magmatik ve melanj kayalarının makroskobik incelemeleri yapılmış ve fotoğrafları çekilmiştir. Çalışma amacına uygun 425 örnek alınmış ve bu örneklerin koordinatları topografik harita üzerine işlenmiştir.

2.3 Laboratuvar Çalışması

Laboratuvar çalışması kapsamında petrografi, jeokimya ve Raman Spektroskopisi çalışmaları yapılmıştır. Arazi çalışması sırasında toplanan örneklerden ince kesit yapılarak ayrıntılı petrografik incelemeler mikroskop altında yapılmıştır. Hazırlanan 425 adet ince kesitin ayrıntılı petrografik incelemesi Leica marka araştırma mikroskopunda yapılmıştır. İnceleme neticesinde çalışma alanındaki kayaların mikroskobik dokusal özellikleri, mineralojik bileşimleri ve bozunma türleri belirlenmiştir. Ayrıntılı petrografik incelemesi yapılan örneklerin değerlendirmesi Ek 1'de verilmiştir. İnce kesitlerde gözlenen minerallerin ve önemli dokusal özelliklerin fotomikrograflarının çekimi Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji

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

Arazi çalışması sırasında alınan 105 adet örnek Mikro Analiz-ICP Laboratuvarında jeokimyasal analize uygun hale getirilmiştir. Numuneler öncelikle Retsch Marka otomatik taş kırıcıda ufaltılmış, daha sonra FRITSCH marka otomatik öğütücüde Tungsten Karbid değirmende öğütülmüştür. 4g örnek 0,9g bağlayıcı malzeme (wachs) ile karıştırılıp, hidrolik pres altında pelet haline getirilerek analize hazırlanmıştır. Tabletler halinde hazırlanan örnekler Petrografi Uygulama ve Araştırma Laboratuvarındaki Spectro X-Lab 2000 model PED-XRF cihazında ana element oksit ve eser element analizleri yapılmıştır. XRF analizleri Tq-7220 ve GEO-7220 standartları ile kalibre edilmiştir. Eser element analizleri Spectro Genesis marka ICP-OES cihazı ile analiz edilmiştir.

Petrografik incelemelerde seçilen 56 adet ince kesit içerisinde 136 mineralin Petrografi Uygulama ve Araştırma Laboratuvarındaki HORIBA Jobin Yvon LabRAM HR model Konfokal Raman Spektrometresinde ayrıntılı incelemesi yapılmıştır (Ek 2).

2.4 Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi

Literatür, arazi ve laboratuvar çalışmaları neticesinde elde edilen tüm veri ve bilgiler birlikte değerlendirilerek yorumlanmış, bölgedeki metamorfik kayaların jeolojisi, petrolojisi ve kökeni belirlenmiştir. Böylece elde edilen sonuçlar ile bölgenin plaka tektoniği içerisindeki konumu belirlenmiştir.

3. KAYNAK ÖZETLERİ

Önceki yıllara ait, inceleme alanını kapsayan pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan, tezin araştırma konusu ile ilgili olanlardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Bingöl (1968 ve 1969), Kazdağ Masifi'nin, orta basınç amfibolit ve yeşilşist fasiyesinde alttan üste doğru metadümit, metagabro-piroksenit, amfibolit, paragnays, mermer ve epimetamorfik şistlerden oluştuğunu belirtmiş, masifin dom morfolojisinde olduğunu açıklamıştır. Kazdağ Masifi'nin stratigrafisini 3 birim olarak incelemiştir. Bunlar alttan üste doğru bazik ve ultramafik formasyonlar, bunun üzerine Silikoalimünlü formasyonlar ve en üstte Karbonatlı formasyonlar olarak adlandırılmıştır. Tüm bu formasyonların üzerine Karakaya Formasyonu'nu diskordans olarak getirmiştir. Karakaya Formasyonu, “içerisinde Permo-Karbonifer yaşlı egzotik kireçtaşı bloklarını kapsayan, hafif metamorfizma geçirmiş, Alt Triyas yaşlı çakıltası, feldispatik kumtaşı, kuvarsit, silttaşı, sleyt, radyolarit, çamurtaşı, metaspilit, spilitik bazalt ve diyabaz karmaşığı” olarak ilk kez Bingöl vd. (1973) tarafından adlandırılmış ve tanımlanmıştır.

Çetinkaplan vd. (2008), Sivrihisar bölgesinin batı kesimlerindeki Tavşanlı zonuna ait kayaç sınıflamalarını metaklastik temel ve bunları uyumlu olarak örten mavişist birimleri, lavsonitli mavişist-eklojit, kalkşist ve metaperidotitler olarak tektonik ortama göre sınıflandırmışlardır. Tavşanlı zonundaki metavolkanosedimanterler, mavişist-eklojit birimi ile ilişkilendirilerek Neotetis okyanusunun ilksel ürünleri olan peridotitler ile karıştırılmıştır. Makaslama zonu boyunca yüzeye çıkan lavsonit glokofanitler bazik volkanik kayalar yönünden daha baskın olduğu ve kuvvetli makaslama ile derinlerde genişleyen yapısından bahsedilmiştir. Bu çalışmada P-T değerleri yaklaşık olarak eklojit blokları için $P=24\pm 1$ kbar, $T=453-485$ °C, eklojit metabazitler için $P=24\pm 1$ kbar, $T=435\pm 472$ °C verilmiştir ve bu değerler için derinlik ise yaklaşık 74 km'dir. Metamorfikler için verilen bu sıcaklık ve basınç koşulları eklojit fasiyesi metamorfizmasına işaret ettiği belirtilmiştir. Elde edilen bu veriler ışığında ilerleyen metamorfizma koşullarında mavişistten lavsonit-eklojite jeotermal gradyan oranı 5-6 °C/km olarak belirtilmiştir. Lavsonitlerdeki verilerin korunmuş olması dalan malzemenin dalım ve onu takip eden süreçlerde hareketsiz olan lavsonit bölgelerine

doğru ilerlemediğini göstermektedir. Mavişist eklojit birimlerindeki lavsonitlerin bölgesel olarak korunmuş olmaları genelde dşuk jeotermal gradyanlı dik dalım aşamaları olarak açıklanmıştır. 400 C’lik sıcaklık değeri için dşuk jeotermal gradyan değeri 6.2 C/km olarak verilmiştir.

Dağ vd. (1994b), Orta Sakarya Havzası (Eskişehir-Bilecik) pegmatitlerinin mineraloji ve jeokimyasını incelemişlerdir. Yapılan jeokimyasal çalışmalar sonucu pegmatitler içinde fraksiyonel kristalleşme sırasında alkali feldispatların Rb, Rb/Sr, Rb/Ba içeriklerinin arttığını buna karşın Sr, Ba, K/Rb içeriklerinin azaldığını gözlemlemişler ve bu elementlerin jeokimyasal davranışının potasyum elementi tarafından kontrol edildiğini tespit etmişlerdir.

Davis ve Whitney (2006), Sivrihisar masifindeki metabazik ve metasedimanter kayaçların ayrıntılı petrojenez çalışmalarında kayaç içerindeki eklojit ve mavişist fasiyeslerinde ayrıntılı sıcaklık basınç incelemeleri sonucunda; yaklaşık olarak 26 kbar, 500 C (lavsonit eklojit), 18 kbar, 600 C (epidot eklojit), 12 kbar, 380 C (lavsonit mavişist) ve 15-16 kbar, 480-500 C (lavsonit-epidot mavişist) sonuçlarını bulmuşlardır. Çalışmacı tarafından eklojitlerdeki mineral kompozisyonları, omfazit, granat, fengit, rutil, glokofan, kuvars, lavsonit ve epidot olarak, mavişistlerde ise; sodik amfibol, granat, fengit, lavsonit ve epidot, omfazit, kuvars olarak tespit edilmiştir. Aynı zamanda mavişist ve eklojitlerin dağılım haritalanması yapılmıştır.

Gautier (1984), Yapmış olduğu doktora tez çalışmasında civardaki pltonik kayaçları Sivrihisar monzoniti, Mihallıççık, Topkaya ve Yrkaren granodiyoritleri olmak üzere 4 grup altında toplanmıştır. Diğer yandan Kaymaz ve Sivrihisar Pltonların kimyasal bakımdan incelendiğinde diğer gruptakilerden daha alkali olduğunu belirtmiştir.

Gözler vd. (1987), Orta Sakarya ve güneyinin jeolojisi adı altında yapılmış olan çalışmada Eskişehir, Mihallıççık, Sivrihisar ve Sakarya Nehri dolaylarını kapsayan 42 adet 1/25.000 lekli Jeoloji haritası ayrıntılı olarak incelenmiş ve jeoloji haritaları

düzenlenmiştir. Araştırmada, bölgedeki metamorfik kayalar, ofiyolitik melanj ve örtü kayaları ayrıntılı olarak ele alınmış olup isimlendirilmeleri ve stratigrafik konumları belirlenmiştir. Bölgedeki metamorfik birimleri İnönü metamorfikleri, Eskişehir metamorfikleri, Sivrihisar metamorfikleri ve Mihallıççık metamorfikleri olmak üzere dört metamorfik birime ayırmıştır. Bu metamorfik birimlerde kendi içinde glokofan içeriklerine göre yeşilistler, glokofanlı yeşilistler ve mavişistler olmak üzere 3 gruba ayırmışlardır. Ayrıca bölgedeki ofiyolitlerin yerleşme yaşının Triyas sonrası-Eosen öncesi olduğunu öne sürmüşlerdir.

Kaaden (1966), Türkiye'deki glokofan şistlerin rejyonel değil, yersel bir önem taşıdığını savunan Kaaden, bunların gömülme metamorfizması ile gelişmiş olduklarını, yer yer yeşilist fasiyesine geçiş gösterdiklerini belirtmektedir. Kaaden, lavsonit-glokofan metamorfizmasının Batı ve Orta Anadolu'da Paleozoyik yaşta olması gerektiğini, çünkü bunların Çan'da fosilli Liyas ile örtüldüklerini, Söğüt'de Liyas konglomeralarının glokofanlı şistleri kesen granitler üzerinde bulunduğunu, Çubuk yakınında, Kaptı boğazında glokofan çakıllı Liyas konglomerasının bulunduğunu belirtmektedir.

Kadıoğlu (1994), Sivrihisar (Eskişehir)'in kuzeybatısında yer alan Kaymaz civarında Karakaya granitlerinde yapmış olduğu çalışmalarda 1 cm'den 10 cm boyutuna kadar varan kuvarsdiorit-kuvarsmonzonit bileşimli, köşeli elips ve oval şekilli anklavların bulunduğunu gözlemlemiş, biyotit granit ve anklavlar üzerinde yaptığı detaylı petrografik ve elektron mikroprob çalışmaları sonucu, Kaymaz granitinin katılaşmadan önce kendisinden daha bazik bir magma ile karıştığını ifade etmiştir.

Kibici ve Güneş (1995), Yapmış oldukları çalışmada Sivrihisar-Günyüzü (Eskişehir) yöresinde yer alan intrüzif kayalardan özellikle Dinek granitporfirleri içerisindeki feldispatların ekonomik potansiyelini belirlemeye çalışmışlardır. Dinek granitporfirleri içerisinde yer alan düşük tenörlü feldispatların ekonomik yöntemlerle zenginleşebileceği belirlenerek ülke ekonomisine kazandırılması gerektiğini vurgulamışlardır.

Kulaksız (1981), Kaymaz-Sivrihisar hattının kuzeyinde yer alan çalışmasında genel olarak üç istif ayırt etmiştir.

a-Kuarsit, mikaşist, metaçakıltası, metabazik ve rekrystalize çakıltasından oluşan kuzey metamorfikleri.

b-Mermer, kalkışist, metaklastikler, metabazit ve glokofanışitlerden oluşan güney metamorfikleri.

c-Kuzey metamorfikleri ile güney metamorfikleri arasında faylarla sınırlanan metaofiyolitler.

Kulaksız ve Philips (1983), Kaymaz-Sivrihisar hattının güneyinde yer alan metamorfikleri dört farklı zona ayırmıştır. Birinci zonda eklojit, glokofanlı eklojit, meta-kuarsit, mermer, glokofan ve lavsonit-glokofanışit; ikinci zonda glokofanlı metaklastikler; üçüncü zonda lavsonitler fengitik mika paragonitik-muskovit mineralleri; dördüncü zonda biyotit ve epidot minerallerinin yer aldığı ileri sürmektedir.

Mörth (1979), Orta Sakarya ve dolayındaki çalışmasında kuzeyden güneye doğru iki birlik ayırtlamıştır:

a-Konglomera Birliği: İnce-kaba kırıntılılar karbonat ve tüften oluşmaktadır. Alt dokanağı karbonat birliği ve ofiyolitli karışık ile tektonik dokanaklıdır. Birim, Altınlı (1975a)'ya göre Paleosen yaşadadır.

b-Karbonat Birliği: Bilecik Kireçtaşı'na karşılık gelmektedir. Alt ve üst dokanağı tektoniktir.

Okay (1981)'in çalışma alanı Tavşanlı'nın kuzeydoğusunda yer almaktadır. Bu alan, 'İzmir-Ankara Zonu' içindeki peridotit, ofiyolitli melanj, mavişist ve mermer kayalarını içerir. Bölgenin güneyinde büyük bir peridotit birimi tektonik olarak, spilit, aglomera, çört, şeyl, kireçtaşı ve serpantin içeren ofiyolitli melanj üzerinde bulunmaktadır. Ofiyolitli melanja özgü kayalar sahada hiçbir metamorfizma geçirmemiş görünmelerine

karşın, mikroskopik incelemelerinde bir başlangıç YB/DS metamorfizması geçirdikleri anlaşılmaktadır. Yazara göre bu kayaların daha ileri metamorfizması sonucu mavişistler oluşmakta olup, mavişist metamorfizması iki evrede gelişmiştir. Araştırmacı, etkisi ofiyolitli melanjın çevresinde görülen ilk devrede, metabazik kayalarda lavsonit zonu tipik mineral parajenezi olarak lavsonit+sodik piroksen+klorit meydana geldiğini; sodik amfibolün ikinci devrede geliştiğini, sodik amfibol içeren glokofan-lavsonit zonu mavişistlerin çalışılan arazide en yaygın birim olduğunu söylemektedir.

Okay vd. (1996), Eosen'deki (52-48 Ma) geç zamanlı çarpışma ürünü olan kalkalkalen plütonların yaklaşık olarak 10 km derinlikteki mavişistleri üzerleyen peridotitlere sokulduğunu söylemiştir. Ayrıca manto eriyikleri tarafından ısıtılan kabuksal değişikliklerle şekillenmiş olabileceğinden ve bu ürünlerin kıtasal litosferin altındaki astonesferin yükselimi boyunca ortaya çıkmış olabileceğinden bahsetmiştir.

Okay ve Kelley (1996), Tavşanlı mavişistlerinde yapmış oldukları ayrıntılı çalışmalar sonucunda 21-24 kbar basınç ve 450-550 °C sıcaklık değeri için jeotermal gradyan değerlerini 6-8 C/km olarak tespit etmişlerdir.

Okay vd. (2002), Türkiye'nin kuzeybatısın'da İzmir-Ankara kenet zonu boyunca meydana gelmiş olan Triyas yaşlı mavişist ve eklojit kayaçları üzerinde yaptıkları çalışmada, kayaçlardaki mineral fasiyeslerini belirleyerek, sıcaklık-basınç tespiti yapmış ve epidot mavişist fasiyesi metamorfizmasının P-T koşullarını 450 °C±50 °C ve 11±2 kbar olarak tahmin etmişlerdir. Mavişist oluşumunu basınçtaki düşüş ve sıcaklıktaki artış izlemiş buda barrosit içeren epidot-amfibolit'in oluşmasına sebep olmuştur. Fengit, sodik amfibol ve barrosit minerallerinde yapmış oldukları Ar/Ar yaş sonuçları 215 My-205 My arasında değişmekte ve bu da Geç Triyas yüksek basınç metamorfizmasını göstermektedir. Metabazik kayaçlardaki yaygın mavişist mineral topluluğu; Sodik amfibol+epidot+albit+klorit+fengit±granat, eklojit kayaçlarındaki mineral topluluğu; granat+sodik piroksen+sodik-kalsit amfibol+epidot olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca İzmir-Ankara kenet zonu boyunca Triyas ve Kretase mavişistlerinin birlikteliği, kenet

zonu'nun Geç Paleozoyik'ten Tersiyere uzanan uzun erimli bir levha kenarını temsil ettiğinin göstergesi olduğunu belirtmişlerdir.

Önen (2003), İzmir-Ankara kenet zonunun Anatolid kuşağının bir parçası olduğu ve Batı Anadoludan Kütahya yakınlarındaki İzmir-Ankara-Erzincan kenet kuşağındaki ofiyolitik kayaçların toleyitik ve okyanusal ada yayı karakterli olduğundan bahsetmiştir. Ofiyolitler içerisindeki amfibolitlerin metamorfik temeli oluşturduğunu ve $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yaşının 93 ± 2 Ma olduğu ifade edilmiştir. Gabrolar ve dayklar ise 94 ± 3 Ma ve 48 ± 12 Ma civarında verilmiştir.

Şentürk ve Karaköse (1981a), Orta Sakarya bölgesindeki birimleri Permiyen-Triyas yaşta 'Söğüt Metamorfikleri'; splitli, Permiyen kireçtaşı bloklu birimi 'Karatepe Karışığı' ve ofiyolitli birimi 'Dağküplü Karışığı' adlarıyla tanımlamışlardır. Tüm bu birimleri, bölgenin temelini oluşturduğunu ileri sürdükleri karışık bir grub altında toplamışlardır. Temel birimler Triyas sonunda basınç etkisiyle mavişist metamorfizmasına uğramışlardır.

Weingart (1954), Sivrihisar ve Ankara paftalarına ait jeolojik harita çalışması yaparak bölgenin jeolojisini ve petrografisini çalışmıştır. Çalışma sonucunda Paleozoyik şistler üzerindeki mermerlerin Triyas'tan daha yaşlı olduğunu ve sokulum yapan intrüzyonunda Paleozoyik sonunda oluştuğunu ileri sürmüştür.

Whitney ve Davis (2006), Çalışmasında Sivrihisar masifinde yaklaşık 14 km^2 lik alanda 70'den fazla lokasyon üzerinde tanımladıkları yüksek sıcaklık kayaçları içerisindeki nadir olarak bulunan lavsonit eklojitler üzerinde ayrıntılı incelemelerde bulunmuşlar. Yapmış oldukları ayrıntılı incelemelerde bu kayaçların metamorfizma koşullarını 21-24 kbar basınç ve $422-580 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklık olarak belirlemişlerdir. Nadir olarak gözlenen lavsonit eklojitlerin korunmuş olmalarını diğer etkenlerle birlikte hızlı bir şekilde yüzeye çıkmış olduklarından dolayı gerçekleşmiş olabileceğini ifade etmişlerdir.

Yılmaz (1981), Orta Sakarya yöresinde evrimlerini farklı yer, zaman ve koşullarda geçirmiş olan kaya topluluklarının yer aldığını belirtmiştir. Bunlardan kuzey topluluk, Karbonifer-Permiyen'den beri varlığını sürdüren, üzerindeki diğer çökel birimlere temel görevi yapan granit ve metabazik kayaların bulunduğu kuzey otokton birimler ve bölgeye Üst Kretase'de yerleşmiş olan allokton ofiyolitten oluşan birimlerdir.

Yılmaz (2003), Yapmış olduğu çalışmada Söğüt-Eskişehir-Sivrihisar bölgesindeki akıntı sedimanlarındaki jeokimyasal verilerde baz metal mineralizasyonu araştırmalarında bulunmuştur. Söğüt ve Kaymazda Ag/Au oranları düşük çıkmış Pb-Zn mineralizasyonu göstermiştir. Oysaki Türkmen bölgesindeki oranlar yüksek çıkmıştır. Ag Türkmen bölgesindeki akıntı sedimanları üzerinde baz metal zenginleşmesinin çok yoğun olduğu gözlenmiştir ve kuzey kesimlerinde Ag zenginleşmesi ve Pb-Zn anomalilerinin güçlü olduğu belirtilmiştir.

Zoroğlu ve Kadioğlu (2004), Oymağaç granitoidinin normal zonlu kristalleşme özelliği üzerine yaptıkları çalışmada Oymağaç granitoidinin başlıca granit ve granodiyorit bileşiminde olduğunu; oval-yuvarlağımsı magma karışım ürünü mafik anklavlar içerdiğini belirtmiştir.

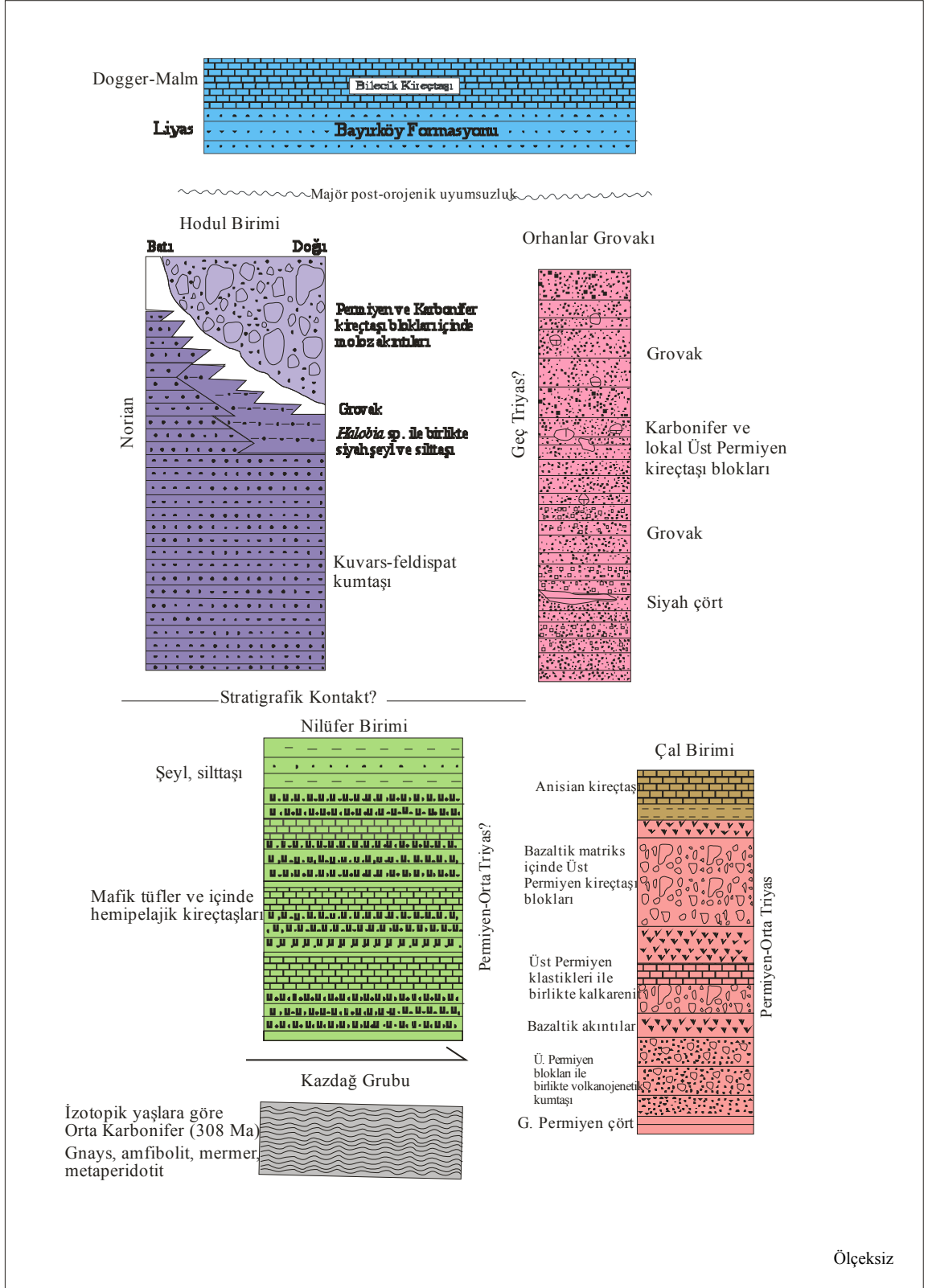
Zoroğlu ve Kadioğlu (2006), Sivrihisar intrüzif kütlelerinde yapmış oldukları ayrıntılı mineralojik ve petrografik çalışmada, bu kütlelerin adakit magmasına benzer şekilde geliştiğini ifade etmişlerdir.

4. SAKARYA ZONUNUN BÖLGESEL JEOLJİSİ

Anadolu'nun kuzeyini doğu-batı yönünde boylu boyunca kaplayan, güneyde İzmir-Ankara Sütur Kuşağı, kuzeyde ise İntra-Pontid Sütur Kuşağı ile sınırlanmış tektonik birlik 'Sakarya Zonu' (Okay 1989) veya 'Sakarya Kompozit Birliğı' (Göncüoğlu vd. 1996) olarak adlandırılmıştır. Bugünkü bütünlüğünü Alpin Orojenezi ile kazanmış olan Sakarya Kompozit Birliğı'nin Jura öncesi temel birimleri, 'Kimmeriyen orojenezi' olarak da bilinen Triyas sonu yaşlı bir dağ oluşumundan etkilenmiştir (Şengör vd. 1984). Paleotetis'in Erken Mesozoyik'de kapanması ile sonuçlanan bu orojenez, çeşitli kıtasal ve okyanusal birimlerin yığışımına neden olmuştur (Tekeli 1981). Jura yaşlı kayalar tarafından uyumsuz olarak üzerlenen, yoğun biçimde deforme olmuş ve kısmen metamorfizma geçirmiş bu oluşum 'Karakaya Karmaşığı' olarak tanımlanır (Şengör vd. 1984).

Bingöl (1968 ve 1969)'da yapmış olduğu çalışmada, Kazdağ Masifi'nin, orta basınç amfibolit ve yeşilşist fasiyesinde alttan üste doğru metadunit, metagabro-piroksenit, amfibolit, paragnays, mermer ve epimetamorfik şistlerden oluştuğunu belirtmiş, masifin dom morfolojisinde olduğunu açıklamıştır. Kazdağ Masifi'nin stratigrafisini 3 birim olarak incelemiştir. Bunlar alttan üste doğru bazik ve ultramafik formasyonlar, bunun üzerine silikoalimünli formasyonlar ve en üstte karbonatlı formasyonlar olarak adlandırılmıştır. Tüm bu formasyonların üzerine Karakaya Formasyonu'nu diskordans olarak getirmiştir. Karakaya Formasyonu içerisinde Permo-Karbonifer yaşlı allokton kireçtaşı blokları kapsayan metakuvarsit, feldispatik kumtaşı, silttaşı, mikrokonglomera, metaspilitik-bazalttan oluşan Alt Triyas yaşlı birimler olarak ilk kez Bingöl vd. (1975) tarafından tanımlanmıştır (Şekil 4.1).

Okay vd. (1990)'nin yapmış olduğu çalışmada, Sakarya Zonu, başlıca Kazdağ Grubu metamorfitlelerinden, bu metamorfitleleri tektonik olarak üzerleyen Karakaya Kompleksi birimlerinden ve Triyas sonrası çökellerden oluştuğunu belirtmiştir. Biga Yarımadası'nda Karakaya Kompleksi, benzer yaşta fakat farklı havza koşulları ve tektonik ortamları yansıtan dört tektonostratigrafik birimden meydana gelmiştir: Nilüfer Birimi, Hodul Birimi, Orhanlar Grovakı ve Çal Birimi (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Sakarya Kıtasının genelleştirilmiş kolon kesiti (Okay vd. 1990)

Nilüfer Birimi başlıca yeşil metatüflerden ve bu metatüflerle ardalanmalı mermer ve fillatlardan oluşmuştur. En alt Karakaya birimini oluşturan Nilüfer Birimi, genellikle doğrudan Kazdağ Grubu gnaysları üzerinde tektonik bir dokanakla yer alır. Hodul Birimi, beyaz arkozik kumtaşları ve bunların üzerine gelen değişik boyda Permo-Karbonifer yaşta kireçtaşı olistolitleri içeren killi kumtaşı ve şeyllerden yapılmıştır. Bazı bölgelerde arkozik kumtaşları içinde spilit tektonik blokları bulunur. Hodul Birimi'nin üst kesiminin yaşı Noriyen'dir. Orhanlar Grovakı, sarımsı kahve, grovak ve şeyllerden meydana gelmiştir; grovaklar içerisinde seyrek ara seviyeler halinde siyah çörtler ve ufak bloklar şeklinde Alt Karbonifer siyah kireçtaşı bulunur. Çal birimi, başlıca spilit, grovak, şeyl ve değişik boyda yaygın Permiyen kireçtaşı ve spilit blokları içeren olistostromlardan yapılmıştır. Ayrıca, Çal Birimi içinde seyrek araseviyeler halinde radyolaryalı çört ve pelajik kireçtaşı bulunur.

Bölgenin (Orta Sakarya) en yaşlı litoloji topluluğunu oluşturan Söğüt Metamorfitleti, granit ve granodiyoritlerle komşu olup, ilk kez Demirkol (1977) tarafından adlandırılmıştır. Göncüoğlu vd. (1996), Orta Sakarya temel karmaşığı içerisinde Söğüt metamorfitleti adı altında incelemişlerdir. Söğüt metamorfitleti Çayköy, İnhisar, Tuzaklı, ve Harmanköy arasında yüzeylemektedir (Duru vd. 2002).

4.1 Karakaya Kompleksi'nin Oluşumu ve Gelişimi ile İlgili Tektonik Modeller

Karakaya kompleksi'nin tektonik evrimi ve çökelim ortamıyla ilgili temel alınan iki model vardır. Birincisi Bingöl vd. (1975) tarafından ileri sürülen rift modeli, ikincisi de Tekeli (1981) tarafından ileri sürülen dalma-batma yığışım modelidir.

4.1.1 Karakaya kompleksinin rift modeli

Bu model ilk kez Bingöl vd. (1975) tarafından önerilmiş ve daha sonra Yılmaz (1981), Şengör ve Yılmaz (1981), Şengör vd. (1984), Şengör (1984), Koçyiğit (1987), Genç ve Yılmaz (1995) ve Göncüoğlu vd. (2000) tarafından geliştirilmiştir. Rift modelinde Karakaya kompleksinin Geç Permiyen rifti içinde depolandığı düşünülmektedir. Bu rift

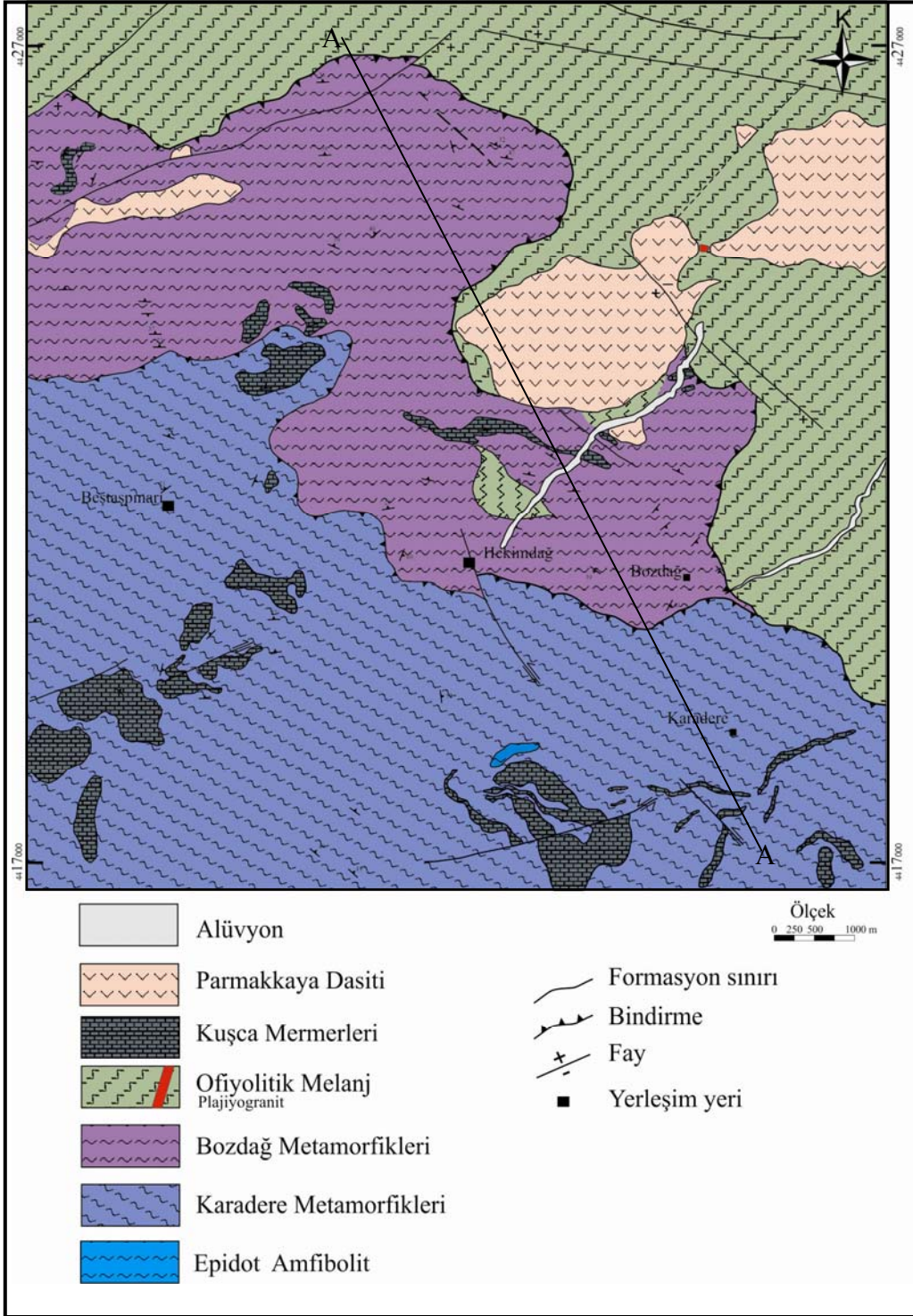
küçük okyanusal kenar havza olarak gelişmiş ve Geç Triyas'ta güney yönlü dalım ile kapanmıştır.

4.1.2 Karakaya kompleksinin dalma-batma yığışım modeli

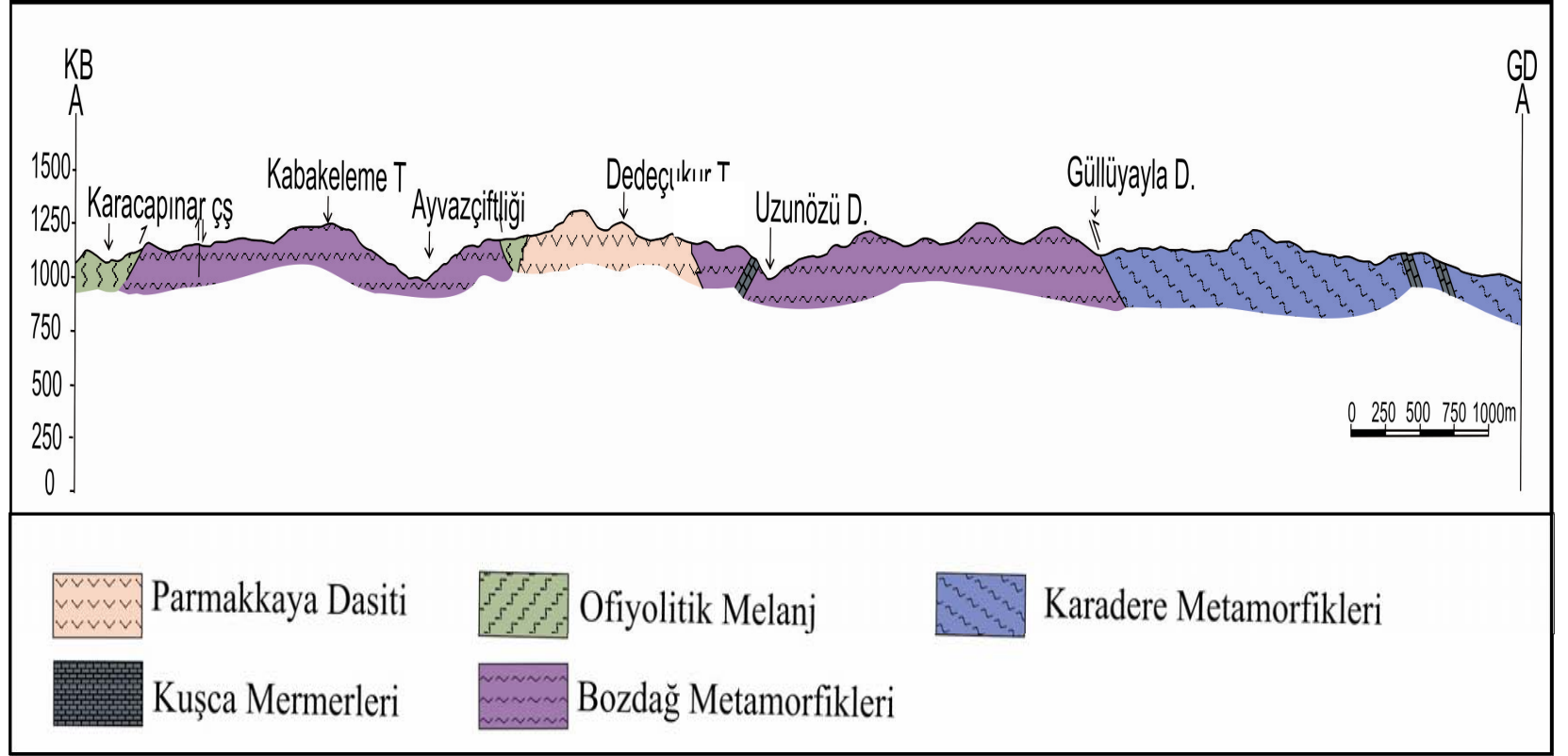
Karakaya kompleksi'nin oluşumu için dalma- batma yığışım modeli ilk kez Tekeli (1981) tarafından önerilmiştir ve Pickett vd. (1995), Pickett ve Robertson, (1996) ve Okay (2000) tarafından geliştirilmiştir. Bu model Karakaya kompleksinin Geç Paleozoik- Triyas süresince okyanusal kabuğun Dalma-Batma yığışım ile şekillendiğini kabul eder. Karakaya kompleksindeki çeşitli birimler ya okyanusal kabuğun düzgün bir şekilde dalmasıyla yada okyanusal deniz dağları, okyanus platoları veya küçük kıtasal parçaların dalması süresince şekillenmiştir. Dalma-Batma yığışım modelinde, Alt karakaya kompleksi büyük okyanus platoları veya okyanus deniz dağlarının (Pickett ve Robertson 1996, 2004) kısmen dalması ile temsil edilir. Dalma-Batmanın genel olarak aktif Lavrasya kıtası altına kuzey yönlü dalma ile oluştuğu kabul edilir (Okay ve Göncüoğlu 2004).

5. ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ

Çalışma alanı Sakarya zonunun orta bölümünde yer alan Eskişehir ilinin yaklaşık 16 km kuzeydoğusunda yer almaktadır. Çalışma alanının temelini metamorfikler temsil etmekte olup bunlar bindirmeli olarak tektonik dokanakla ofiyolitik melanjin üzerine gelmektedir. Bu birimlerin üzerine dasit bileşiminde Parmakkaya felsik volkanik kayaları gelmektedir (Şekil 5.1). İnceleme alanında dere yatakları bölgenin en genç litolojisini alüvyonlar şeklinde temsil etmektedir. Çalışma alanının A-A' doğrultuları boyunca alınmış jeolojik kesiti şekil 5.2' gösterilmektedir. Çalışma alanının ana konusunu oluşturan metamorfik kayalar dokusal ve mineralojik bileşimlerine göre 3 gruba ayrılmaktadır. Bunlar yaşlıdan gence doğru Karadere metamorfikleri, Bozdağ metamorfikleri ve Kuşça mermerleri şeklinde adlandırılmıştır (Şekil 5.3). Çalışma alanından alınan kayaların örnek alım haritası şekil 5.4 ve çalışma alanının bitki örtüsü ve morfolojisini gösterme açısından uydu görüntüsü şekil 5.5'de gösterilmektedir.



Şekil 5.1 Çalışma alanının jeoloji haritası



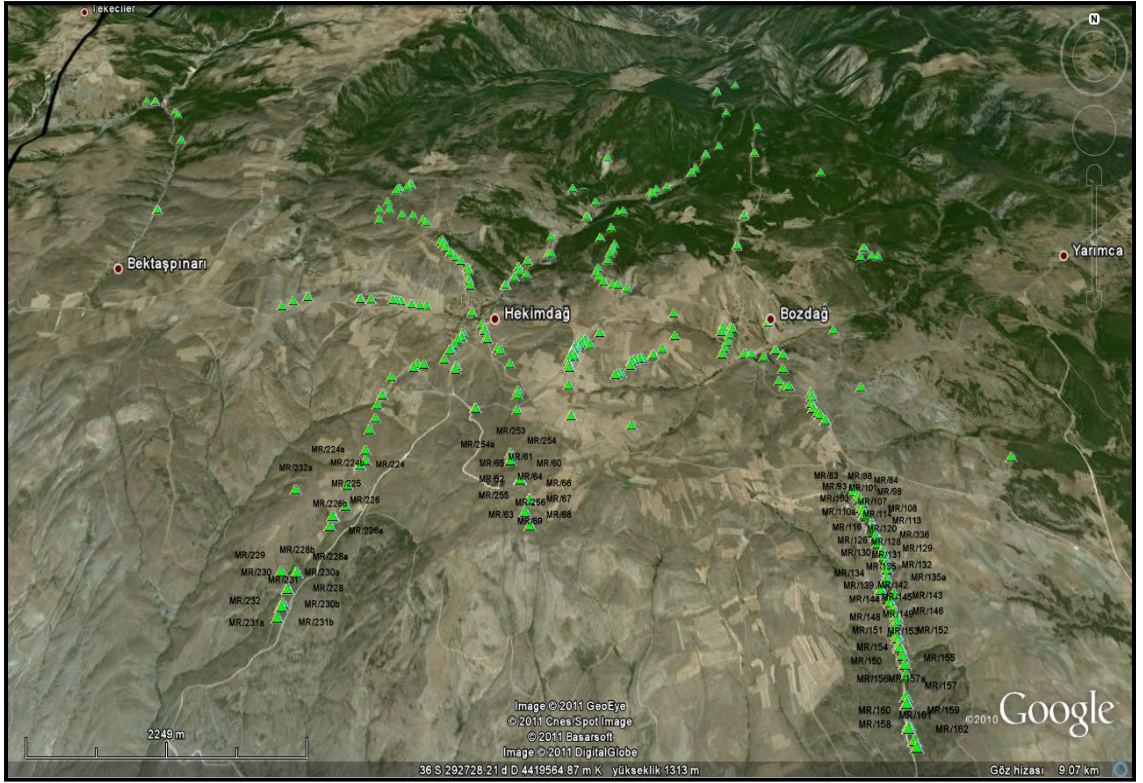
Şekil 5.2 Çalışma alanının A-A' doğrultuları boyunca alınmış jeolojik kesiti

DEVİR	GRUP	LİTOLOJİ	AÇIKLAMA
MIYOSEN	Parmakkaya Dasiti		Dasit
KRETASE	Ofiyolitik Melanj		Ofiyolitik melanj; mafik volkanik çört, şeyl, grovak S: Serpantinit P: Peridotit R: Radyolarit K: Kireçtaşı Blokları
TRİYAS	Bozdağ Metamorfikleri		YEŞİLİST FASİYESİ TEKTONİK
	Karadere Metamorfikleri		Mavişist fasiyesi TEKTONİK

Şekil 5.3 Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti



Şekil 5.4 Çalışma alanından alınan kayaların örnek alım haritası



Şekil 5.5 Çalışma alanının bitki örtüsü ve morfolojisini gösterme açısından uydu görüntüsü

6. MİNERALOJİ- PETROGRAFİ

İnceleme alanında foliasyon ve lineasyon özelliği belirgin olan, basınç metamorfizmasının etkin olduğu ve genel anlamda mafik minerallerce egemen olan kayalar yeşilşist fasiyesi (Bozdağ metamorfikleri) ve mavişist fasiyesi (Karadere metamorfikleri) şeklinde ayıklanmıştır. Ayıklanan bu iki ana birim içerisindeki yeşilşist fasiyesindeki kayalar 3, mavişist fasiyesindeki kayalar 2 alt gruba ayrılmıştır. Yeşilşist fasiyesindeki kayalar kuvars ve muskovitce zengin, kuvars ve muskovitce zengin aynı zamanda granat ve aktinolit içeren, granat miktarı nispeten daha fazla aktinolit tremolitce zengin kayalar, mavişist fasiyesindeki kayalar muskovitce zengin, granatca fakir, Na amfibol içeren ve Na amfibol ve granatca zengin kayalar şeklindedir (Çizelge 6.1).

6.1 Karadere Metamorfikleri

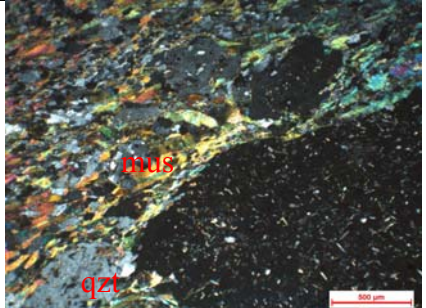
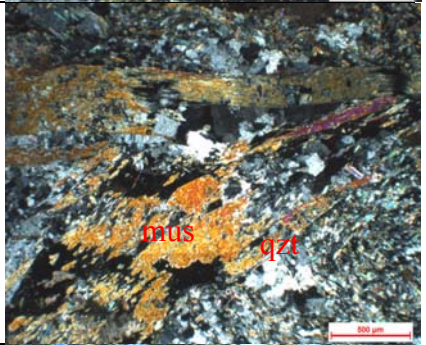
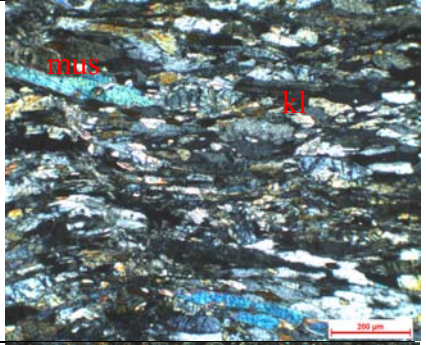
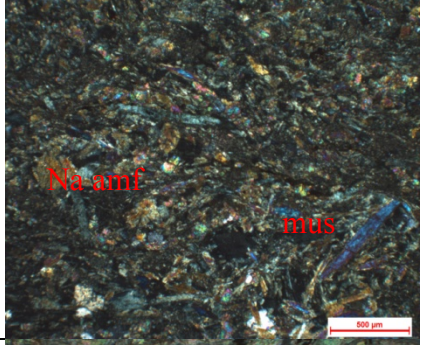
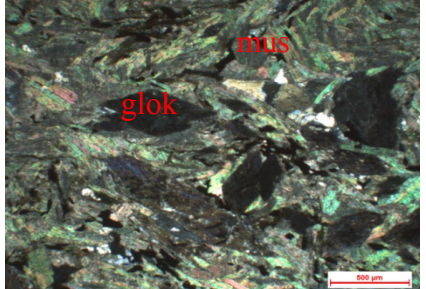
Karadere metamorfikleri genel anlamda yeşilimsi mavi ve morumsu renk tonunun belirleyici olacağı şekilde açık yeşil, koyu yeşil, kahvemsiz yeşil ve grimsiz yeşil olmak üzere bir renk aralığı içerisinde belirgin foliasyon ve lineasyon özelliği gösteren kaya grubunu temsil etmektedir. Bunlar çalışma alanının orta ve güney bölümünde yer almaktadır. Karadere metamorfikleri yüksek topoğrafik rakımlar sergileyerek yayvan ve genellikle bitki örtüleri tarafından gizlenerek yayılım sergilemektedirler.

Karadere metamorfik birimleri mineralojik bileşimlerine göre başlıca 5 alt gruba ayrılmaktadır. Gnays, şist, epidot amfibolit, amfibolit ve eklojit kaya grupları en önemli bileşenlerini temsil etmektedir.

6.1.1 Gnays

Gnays yayılım itibarıyla genel olarak Karadere metamorfiklerinin en önemli birimini oluşturur. El örneğinde grimsiz-yeşil ve yeşil renk tonunda görünmekte ve belirgin gnaysik doku göstermektedir (Şekil 6.1.a.b). Gnayslar el örneğinde kuvars, feldispat ve

Çizelge 6.1 Yeşilist ve mavişist fasiyeslerinin alt kaya gruplarının mikrofotografaları

Yeşilist Fasiyesindeki Kayalar	Kuars ve muskovitce zengin kayalar	
	Kuars ve muskovitce zengin aynı zamanda granat ve aktinolit içeren kayalar	
	Granat miktarı nispeten daha fazla aktinolit tremolitce zengin kayalar	
Mavişist Fasiyesindeki Kayalar	Na amfibol ve granatca zengin kayalar	
	Muskovitce zengin, granatca fakir Na amfibol içeren kayalar	

amfibol içermekte, içermiş olduğu mineraller oldukça düzenli bir şekilde dizilerek foliasyon düzlemlerinin oluşumuna neden olmuşlardır. Bunlar mikroskop altında lepidogranoblastik, nematogranoblastik ve lepidonematogranoblastik dokusu göstererek kuvars, albit, amfibol ve granat ana minerallerinin yanında yer yer klorit, epidot, kalsit ve daha az oranda opak mineral yer almaktadır. Kaya genel anlamda içermiş olduğu ana mineralojik bileşimine göre mavişist fasiyesinde ve granat mineral zonunda oluşmuş yüksek basınç ürünü karakterize eden kaya grublarıdır (Çizelge 6.2).

İnceleme alanında ayrıntılı mineraloji ve petrogrfi çalışmalarına göre gnayslar 8 alt gruba ayrılmıştır. Bunlar 1- Klorit Na amfibol epidot gnays, 2- Klorit epidot Na amfibol gnays, 3- Kalsit muskovit epidot klorit Na amfibol gnays (Proto milonit), 4- Klorit Na amfibol epidot muskovit gnays, 5- Granat klorit muskovit kuvars gnays, 6- Granat epidot kalsit Na amfibol klorit gnays, 7- Granat muskovit epidot Na amfibol klorit gnays ve 8- Granat kalsit klorit muskovit Na amfibol gnays bileşimindeki kayalardır.



Şekil 6.1.a Karadere-Bozdağ metamorfikleri arasındaki bindirme sınırı, b. Karadere metamorfiklerinin arazi görünümü

1-Klorit Na amfibol epidot gnays, lepidonematoblastik dokulu olup genel olarak orta taneli, özşekilsiz albit mineralleri ile birlikte, ince taneli, özşekilsiz, sarımsı-yeşil pleokroyizmaya sahip epidot, ince taneli, çubuksu, mavimsi pleokroyizmaya sahip Na amfibol ve ince taneli, yapraksı klorit minerallerinden oluşmaktadır. Feldispat minerallerinde epidotlaşma, biyotit minerallerinde kloritleşme gözlenmektedir.

Çizelge 6.2 Karadere metamorfik kaya toplulukları içerisinde yer alan gnaysların mineral parajenezleri ve karakteristik özellikleri

Kaya Grupları	Genel Doku	Mineral Parajenezi	Karakteristik Özellik	Mikrofoto
1- Klorit Na amfibol epidot gnays	Lepidonematoblastik	Na amfibol+klorit+epidot+albit	İri albit minerallerinin segregasyon halinde kayada yer alması	
2- Kalsit muskovit epidot klorit Na amfibol gnays (Proto milonit)	Lepidonematoblastik	Na amfibol+klorit+epidot+albit	Kayaçta kataklastik deformasyona bağlı olarak oluşmuş porfiroklastlardaki uzamaların gözlenmesi	
3- Klorit epidot Na amfibol gnays	Lepidonematoblastik	Na amfibol+klorit+epidot+albit	Oldukça ince kristalin halindeki minerallerin belirgin yönlenmeli görünmeleri	
4- Klorit Na amfibol epidot muskovit gnays	Lepidagranoblastik	Na amfibol+klorit+muskovit +albit	Yaygın muskovit yığılımlı ve belirgin sfen içerikli olması	

Çizelge 6.2 Karadere metamorfik kaya toplulukları içerisinde yer alan gnaysların mineral parajenezleri ve karakteristik özellikleri (devamı)

Kaya Grupları	Genel Doku	Mineral Parajenezi	Karakteristik Özellik	Mikrofoto
5- Granat Na amfibol klorit muskovit kuvars gnays	Lepidoblastik	Klorit+Na amfibol+muskovit+albit	İri albit ve muskovit minerallerinin yönlü doku içerisinde dağılımları	
6- Granat epidot kalsit Na amfibol klorit gnays	Lepidofibroblastik	Albit+klorit+muskovit+ Na amfibol	Kataklastik deformasyona bağlı olarak gözlenen merceksi albit porfiroklastları	
7- Granat muskovit epidot Na amfibol klorit gnays	Lepidonematoblastik	Granat+Na amfibol+klorit+albit	Albit porfiroblastların egemen ve belirgin sfen içermesi	
8- Granat kalsit klorit muskovit Na amfibol gnays	Lepidonematoblastik	Granat+klorit+muskovit	Granat porfiroblast ve muskovitlerin belirgin olması	

2- Kalsit muskovit epidot klorit Na amfibol gnays (Proto milonit), lepidonematoporfiroblastik dokulu örnek, genel olarak orta-iri taneli, özşekilsiz albit mineralleri ile birlikte, orta-ince taneli, yarı özşekilli, prizmatik, lifsi yapıda, mavimsi pleokroyizmaya sahip Na amfibol, ince taneli klorit, epidot, orta taneli, yarı özşekilli, muskovit ve özşekilsiz kalsit minerallerinden oluşmaktadır. Tektonik deformasyona bağlı olarak bazı amfibol minerallerinde bükülmeler gelişmiştir.

3- Klorit Na amfibol epidot muskovit gnays, albit, muskovit, epidot, Na amfibol, klorit, titanit ve opak minerallerden oluşan örnek lepidogranoblastik doku göstermektedir. Na amfibol mineralleri ince taneli, yarı özşekilli, prizmatik yapıda olup, mavi pleokroyizmaya sahiptir. Bazı Na amfibol mineralleri içerisinde mor-eflatun pleokroyizmaya sahip glokofan mineralleri oluşmuştur. Tektonik deformasyona bağlı olarak albit minerallerinde uzamalar, bazı muskovit minerallerinde bükülmeler gözlenmektedir. Kayaçta tali bileşen olarak ince taneli titanit mineralleri yer almaktadır.

4- Granat Na amfibol klorit muskovit kuvars gnays, orta taneli, albit ve kuvars mineralleri ile birlikte, orta-ince taneli, muskovit, klorit ve orta taneli, yarı özşekilli-özşekilli mor pleokroyizmaya sahip glokofan minerallerinden oluşmaktadır. Kayaç tipik olarak lepidoblastik dokuludur. Az miktarda özşekilsiz granat mineralleri gözlenmektedir. Glokofan ve sodik amfibol mineralleri içiçe gelişmiştir. Bazı albit mineralleri içerisinde kuvars kapanımları gözlenmektedir. Tektonik deformasyona bağlı olarak kuvarslarda dalgalı sönme ve muskovit minerallerinde kıvrımlanma gözlenmektedir.

5- Granat epidot kalsit Na amfibol klorit gnays, lepidofibroblastik dokulu olup genel olarak orta taneli albit mineralleri ile birlikte, orta-ince taneli, yapraksı, yeşil pleokroyizmaya sahip klorit, ince taneli, prizmatik, mavimsi pleokroyizmaya sahip Na amfibol, ince taneli kalsit ve sarımsı yeşil pleokroyizmaya sahip epidot ve daha az oranda muskovit minerallerinden oluşmaktadır. Az miktarda granat mineralleri gözlenmektedir.

6- Granat muskovit epidot Na amfibol klorit gnays, örnek lepidonematoblastik dokulu olup genel olarak klorit, Na amfibol, epidot, muskovit, granat, albit, titanit, kuvars ve opak minerallerden oluşmaktadır. Albit minerallerinde kırık ve çatlaklardan itibaren epidotlaşma, granat minerallerinde kenarlardan itibaren kloritleşme ve epidotlaşma gözlenmektedir. Granat mineralleri orta taneli, özşekilsizdir. Tektonik deformasyona bağlı olarak kuvarslarda dalgalı sönme, bazı Na amfibol minerallerinde kıvrımlanmalar gözlenmektedir. Bazı albit ve granat mineralleri içerisinde kuvars mineralleri kapanımlar şeklinde gözlenmektedir.

7- Granat kalsit klorit muskovit Na amfibol gnays, kayaç içerisinde yer alan orta-ince taneli mineraller birbirine paralel olarak uzmaktadır. Kayaçta bol miktarda yer alan albit mineralleri orta taneli, özşekilsizdir. Na amfibol mineralleri ince taneli, prizmatik, mavi pleokroyizmaya sahiptir. Muskovitler orta-ince taneli, levhamsıdır. Kloritler yeşil pleokroyizmaya sahiptir. Bazı klorit mineralleri ışınal demetler şeklinde gözlenmektedir. Kalsit ve epidot mineralleri orta taneli, özşekilsizdir. Granatlar orta taneli, özşekilli yapıdadır. Tektonik deformasyona bağlı olarak kuvarslarda dalgalı sönme ve uzamalar, granatlarda kartopu yapısı gözlenmektedir. Bazı granat mineralleri içerisinde kuvars ve klorit mineralleri kapanımlar şeklinde gözlenmektedir. Granat ve biyotit minerallerinde kloritleşme gözlenmektedir.

6.1.2 Şist

Şist yayılım itibariyle genel olarak Karadere metamorfiklerinin önemli bir birimini temsil etmektedir. El örneğinde gri, açık gri, grimsi yeşil, yeşilimsi-mavi renk tonunda görünmekte belirgin şist dokusu göstermektedir (Şekil 6.2.a.b). El örneğinde glokofan, amfibol, epidot, muskovit, klorit, albit, kuvars, kalsit mineralleri içermekte içermiş olduğu mineraller oldukça düzenli bir şekilde dizilerek foliasyon düzlemlerinin oluşumuna neden olmuşlardır. Bunlar mikroskop altında lepidonematoblastik, nematoblastik, lepidoblastik, lepidogranoblastik dokusu göstererek glokofan, epidot, muskovit, klorit, kuvars, albit, granat ve daha az oranda kalsit, demiroksit ve opak mineral içermektedir. Kayaç genel anlamda içermiş olduğu ana mineralojik bileşimine

göre mavişist fasiyesinde oluşmuş yüksek basınç ürününü karakterize eden kayaç grublarıdır (Çizelge 6.3).

İnceleme alanında ayrıntılı petrografik çalışmalarına göre şistler genel olarak 7 alt gruba ayrılmıştır. 1- Muskovit Na amfibol klorit epidot şist, 2- Klorit muskovit Na amfibol şist, 3- Epidot klorit Na amfibol muskovit şist, 4- Epidot biyotit muskovit klorit Na amfibol kalsit şist, 5- Kalsit klorit muskovit epidot Na amfibol şist, 6- Na amfibol muskovit klorit epidot kalsit kuvars şist, 7- Na amfibol granat klorit muskovit kuvars şist'dir.



Şekil 6.2.a.b Karadere metamorfik kayaçlarının arazi görüntüleri

1- Muskovit Na amfibol klorit epidot şist, lepidonematoblastik dokulu örnek genel olarak ince-orta taneli, yarı özşekilli-özşekilsiz sarımsı-yeşil pleokroyizmaya sahip epidot ve yapraksı yeşil pleokroyizmaya sahip klorit mineralleri ile birlikte, orta taneli, özşekilsiz, mor-eflatun pleokroyizmaya sahip glokofan, ince taneli, yarı özşekilli Na amfibol ve muskovit minerallerinden oluşmaktadır.

2- Klorit muskovit Na amfibol şist, örnekte bol miktarda ince-orta taneli, prizmatik, yeşilimsi-mavi pleokroyizmaya sahip Na amfibol minerali yer almaktadır. Na amfibollere paralel gelişen muskovit mineralleri orta taneli, yarı özşekillidir. Örnek lepidonematoblastik dokuludur. Az miktarda ince taneli, yapraksı klorit mineralleri yer almaktadır. Aralarda yer alan çatlaklar kalsit mineralleri tarafından doldurulmuştur.

Çizelge 6.3 Karadere metamorfik kaya toplulukları içerisinde yer alan şistlerin mineral parajenezleri ve karakteristik özellikleri

Kaya Grupları	Genel Doku	Mineral Parajenezi	Karakteristik Özellik	Mikrofoto
1- Muskovit Na amfibol glokofan klorit epidot şist	Lepidonematoblastik	Epidot+klorit+glokofan	Glokofan ve epidot birlikteliğin egemen olması	
2- Klorit muskovit Na amfibol şist	Lepidonematoblastik	Klorit+muskovit+Na amfibol	İnce kristalli muskovit, na amfibol ve klorit minerallerin birliktelik oluşturması	
3- Epidot klorit glokofan muskovit şist	Lepidonematoblastik	Muskovit+glokofan	Glokofan porfiroblastların egemen olması	
4- Epidot biyotit muskovit klorit Na amfibol kalsit şist	Lepidonematogranoblastik	Glokofan+kalsit+klorit	Kalsit ve glokofan minerallerinin birarda bulunması ve turmalin içermesi	

Çizelge 6.3 Karadere metamorfik kaya toplulukları içerisinde yer alan şistlerin mineral parajenezleri ve karakteristik özellikleri (devamı)

Kaya Grupları	Genel Doku	Mineral Parajenezi	Karakteristik Özellik	Mikrofoto
5- Kalsit klorit muskovit epidot glokofan şist	Lepidonematoblastik	Glokofan+muskovit+epidot +klorit	Kayaçta belirgin gözlenen S kıvrımları ve titanit içermesi	
6- Glokofan muskovit klorit epidot kalsit kuvars şist	Lepidogranoblastik	Muskovit+glokofan+kuvars	Kuvars, muskovit ve glokofan minerallerinin yönlü doku içerisinde gözlenmesi	
7- Glokofan granat klorit muskovit kuvars şist	Lepidoblastik	Granat+muskovit+kuvars	Orta taneli granat minerallerinin muskovit, kuvars ve glokofanla birlikteliği	

3- Epidot klorit Na amfibol muskovit şist, Lepidonematoblastik dokulu örnek muskovit, glokofan, klorit, epidot, kuvars, turmalin, demiroksit mineraller ve opak minerallerden oluşmaktadır. Granat minerallerinde kloritleşme gözlenmektedir. Glokofan minerallerinin bazılarında kuvars kapanımları bulunmaktadır. Kayaçta tali bileşen olarak turmalin mineralleri yer almaktadır.

4- Epidot biyotit muskovit klorit Na amfibol kalsit şist, Lepidonematogranoblastik dokulu örnek kalsit, Na amfibol, klorit, muskovit, biyotit, epidot, albit, klinozoit, turmalin ve opak minerallerden oluşmaktadır. Na amfibol mineralleri genellikle mor pleokroyizmaya sahip glokofan bileşimindedir. Kalsit minerallerinde basınç etkisiyle belirgin basınç ikizleri gelişmiştir. Kayaçta tali bileşen olarak turmalin mineralleri gözlenmektedir.

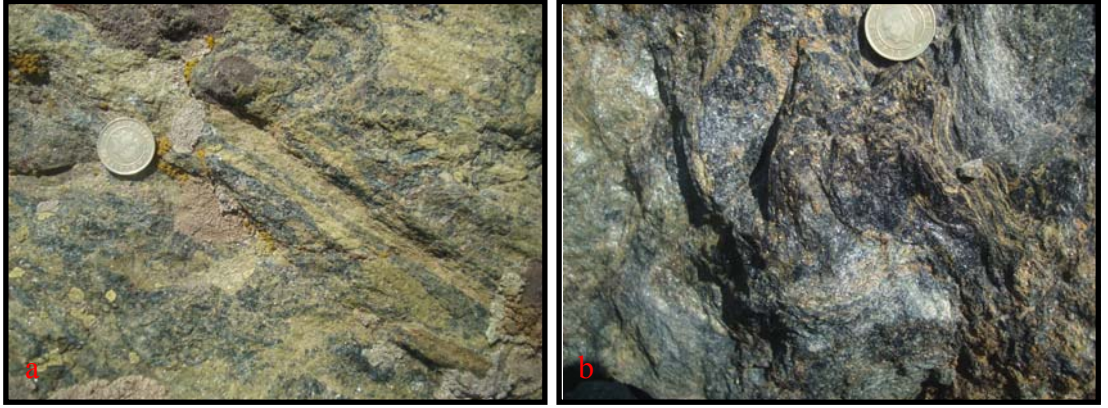
5- Kalsit klorit muskovit epidot Na amfibol şist, örnek glokofan, epidot, muskovit, klorit, klinozoit, zoizit, kalsit, kuvars, plajiyoklaz, titanit, demiroksit mineralleri ve opak minerallerden oluşmaktadır. Kaya tipik lepidonematoblastik dokuludur. Plajiyoklaz minerallerinde epidotlaşma gözlenmektedir. Na amfibol mineralleri ile glokofan mineralleri içiçe gelişmiştir. Plajiyoklaz minerallerinde polisentetik ikizlenme gözlenmektedir. Tektonik deformasyona bağlı olarak kuvarslarda dalgalı sönme ve uzamalar gözlenmektedir. Kayaçta S1 ve S2 yönünde gelişmiş deformasyon kıvrımları meydana gelmiştir.

6- Na amfibol muskovit klorit epidot kalsit kuvars şist, Lepidogranoblastik dokulu örnek kuvars, kalsit, epidot, klorit, muskovit, glokofan, alkali feldispat, demiroksit ve opak minerallerden oluşmaktadır.

7- Na amfibol granat klorit muskovit kuvars şist, lepidoblastik dokulu örnek muskovit, klorit, granat, glokofan, serisit, kuvars ve opak minerallerden oluşmaktadır. Granat minerallerinde kenarlardan itibaren kloritleşme gözlenmektedir. Granat mineralleri bol çatlaklı yapıdadır. Granat mineralleri içerisinde kuvars kapanımları gözlenmektedir.

6.1.3 Epidot Amfibolit

Epidot amfibolit yayılım itibariyle Karadere metamorfiklerinin önemli bir birimidir. El örneğinde koyu-yeşil renk tonunda görünmektedir (Şekil 6.3.a.b). El örneğinde epidot, amfibol mineralleri içermektedir. Bunlar mikroskop altında nematoblastik doku göstermekte olup epidot ve amfibol minerallerinden oluşmaktadır (Çizelge 6.4).



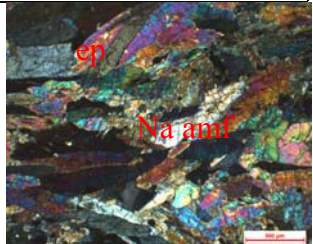
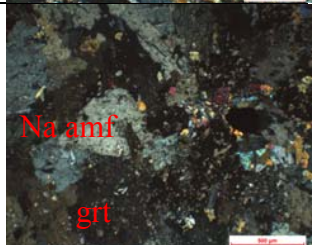

Şekil 6.3.a.b Epidot amfibolitinin arazi görüntüsü

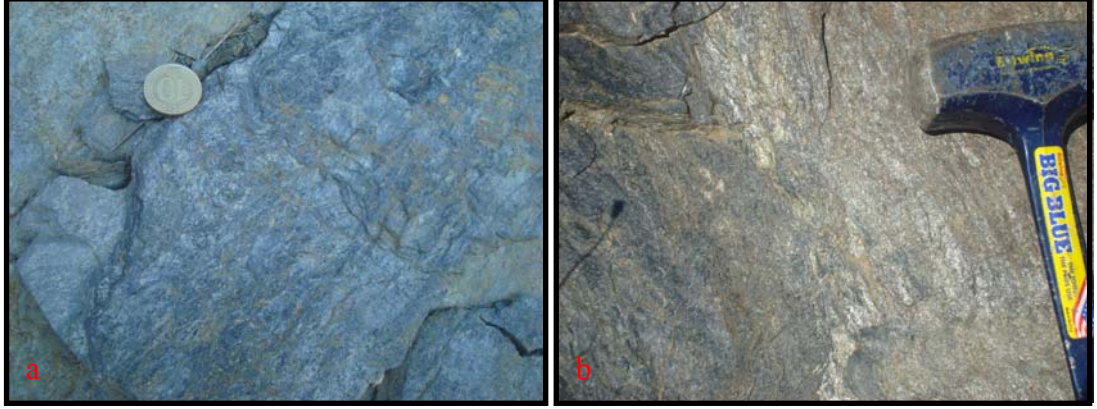
1- Na amfibol epidozit, bu tür kayaçlar genel olarak mavişist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş kayaçlar içerisinde gözlenmektedir. Kaya nematoblastik dokulu olup genel olarak orta taneli, özşekilsiz, sarımsı-yeşil pleokroyizmaya sahip epidot mineralleri ile birlikte, çubuksu, mavimsi-yeşil pleokroyizmaya sahip Na amfibol minerallerinden oluşmaktadır. Kayaçta tali mineral olarak orta taneli, yarı özşekilli titanit mineralleri yer almaktadır.

6.1.4 Amfibolit

Amfibolit yayılım itibariyle Karadere metamorfiklerinin içerisinde ince dilimler şeklinde gözlenen önemli bir birimdir. El örneğinde siyahımsı, koyu-yeşil renk tonunda gözlenir (Şekil 6.4.a.b).

Çizelge 6.4 Karadere metamorfik kaya toplulukları içerisinde yer alan amfibolit ve eklojitlerin mineral parajenezleri ve karakteristik özellikleri

Kaya Grupları	Genel Doku	Mineral Parajenezi	Karakteristik Özellik	Mikrofoto
1- Na amfibol epidozit (Amfibolit)	Nematoblastik	Na amfibol+epidot	İri taneli epidot ve Na amfibol minerallerinin görünümü ve titanit içermesi	
1- Granat muskovit epidot Na amfibol şist (Eklojit)	Nematoblastik	Granat+Na amfibol+epidot	İri taneli granat porfiroblastının muskovit ve epidot mineralleri ile birlikteliği ve kayacın sfen içermesi	
2- Muskovit klorit granat epidot kalsit Na amfibol şist (Eklojit)	Nematoporfiroblastik	Granat+Na amfibol+epidot	İri taneli granat porfiroblastının muskovit ve epidot mineralleri ile birlikteliği ve kayacın sfen içermesi	



Şekil 6.4.a.b Amfibolitin el örneği görüntüsü

6.1.5 Eklojit

Eklojit genel olarak Karadere metamorfiklerinin önemli bir birimini temsil etmektedir. Arazide eklojitler, amfibolitler ile birlikte küçük kafalar şeklinde gözlenmektedir. Çalışma alanındaki eklojitler Karadere köyüne yakın mavişistler içerisinde haritalanamayacak ölçekte küçük mostralara şeklinde (94300K-20111D) yer almaktadır. El örneğinde yeşil, koyu-yeşil renk tonlarında gözlenmektedir (Şekil 6.5.a.b). Eklojitler el örneğinde granat, muskovit, amfibol içermektedir. Mikroskop altında nematoblastik, lepidonematoblastik dokusu göstererek glokofan, muskovit, epidot, granat minerallerinin yanında yer yer FeO ve diğer opak mineraller yer almaktadır. Kayaç genel anlamda içermiş olduğu ana mineralojik bileşimine göre eklojit fasiyesinde oluşmuş yüksek basınç yüksek sıcaklık ürününü karakterize eden kayaç grublarıdır (Çizelge 6.4). Bunlar 1- Granat muskovit epidot Na amfibolşist (eklojit) ve 2- Muskovit klorit granat epidot kalsit Na amfibolşist (eklojit) bileşimdedir.

1- Granat muskovit epidot Na amfibol şist (eklojit) nematoblastik dokulu örnek genel olarak orta taneli, yarı özşekilli, mavimsi-yeşil pleokroyizmaya sahip Na amfibol mineralleri ile birlikte, orta taneli, özşekilsiz granat ve epidot minerallerinden oluşmaktadır. Epidotlar soluk yeşilimsi pleokroyizmaya sahiptir. Muskovit mineralleri orta taneli, yapraksıdır. Kayaçta tali bileşen olarak bol miktarda ince taneli, yarı

özşekilli titanit mineralleri gözlenmektedir. Na amfibol ve granat minerallerinde epidotlaşma gözlenmektedir.



Şekil 6.5.a.b Eklojitin el örneği görüntüsü

2- Muskovit klorit granat epidot kalsit Na amfibol şist (eklojit), nematoporfiroblastik dokulu örnek orta-iri taneli, mavimsi yeşil pleokroyizmaya sahip Na amfibol ile birlikte, kalsit, epidot ve iri taneli granat minerallerinden oluşmaktadır. Daha az miktarda gözlenen klorit ve muskovitler ince taneli, yarı özşekillidir. Granat minerallerinin kırık ve çatlaklarında epidotlaşma gözlenmektedir.

6.2 Bozdağ Metamorfikleri

Bozdağ metamorfikleri genel anlamda yeşilimsi renk tonunun belirleyici olacağı şekilde açık yeşil, yeşil, grimsi yeşil olmak üzere bir renk aralığı içerisinde belirgin foliasyon ve lineasyon özelliği gösteren kaya grubunu temsil etmektedir. Bunlar çalışma alanının orta-kuzey bölümünde yer almaktadır.

Bozdağ metamorfik birimleri mineralojik bileşimlerine göre başlıca 4 alt gruba ayrılmaktadır. Gnays, şist, fillit ve kuvarsit kaya grupları en önemli bileşenlerini temsil etmektedir.

6.2.1 Gnays

Gnays yayılım itibarıyla genel olarak Bozdağ metamorfiklerinin en önemli birimlerinden birini temsil etmektedir. El örneğinde grimsi yeşil, yeşil, açık yeşil renk tonunda görünmekte belirgin gnaysik doku göstermektedir . Gnayslar el örneğinde albit, klorit, amfibol, muskovit ve epidot içermektedir (Şekil 6.6.a). Ayrıca bazı kayaçlarda granat mineralleride yer almaktadır. İçermiş olduğu mineraller oldukça düzenli bir şekilde dizilerek foliasyon düzlemlerinin oluşumuna neden olmuşlardır. Bunlar mikroskop altında lepidogranoblastik, lepidonematoblastik ve nematogranoblastik doku göstererek albit, klorit, aktinolit, muskovit, epidot, granat, kuvars ve daha az oranda biyotit ve opak mineral içermektedir.

Kaya genel anlamda içermiş olduğu ana mineralojik bileşimine göre yeşilist fasiyesinde ve granat mineral zonunda oluşmuş kaya grublarıdır (Çizelge 6.5).

İnceleme alanında mineral parajenezi açısından çeşitli gnayslar bulunmaktadır. Bu gnayslar; 1- Klorit muskovit gnays, 2- Kuvars epidot muskovit gnays, 3- Aktinolit epidot muskovit klorit gnays, 4- Epidot muskovit gnays (proto milonit), 5- Granat (pirop-spessartin) aktinolit epidot klorit gnays, 6- Klorit granat muskovit kuvars gnays'dır.



Şekil 6.6.a Bozdağ metamorfiklerinin arazi görüntüsü, b Bozdağ metamorfikleri içerisinde gözlenen kuvarsitin arazi görüntüsü

Çizelge 6.5 Bozdağ metamorfik kaya toplulukları içerisinde yer alan gnaysların mineral parajenezleri ve karakteristik özellikleri

Kaya Grupları	Genel Doku	Mineral Parajenezi	Karakteristik Özellik	Mikrofoto
1- Klorit muskovit gnays	Lepidogranoblastik	Klorit+muskovit+albit	Lepidoblastik dokuda muskovit ve eş boyutlu albit minerallerinin görünümü	
2- Kuvars epidot muskovit gnays	Lepidonematoporfiroblastik	Albit+kuvars+muskovit	Gözlü doku gösteren albit porfiroblastı ve içerisinde gözlenen kuvars kapanımları	
3- Aktinolit epidot muskovit klorit gnays	Lepidonematoblastik	Klorit+albit+aktinolit+epidot	Klorit ve aktinolit minerallerinde gözlenen S kıvrımları	
4- Epidot muskovit gnays (proto milonit)	Lepidoporfiroblastik	Muskovit+albit+epidot	Gözlü doku gösteren albit porfiroblastı	

Çizelge 6.5 Bozdağ metamorfik kaya toplulukları içerisinde yer alan gnaysların mineral parajenezleri ve karakteristik özellikleri(devamı)

Kaya Grupları	Genel Doku	Mineral Parajenezi	Karakteristik Özellik	Mikrofoto
5- Granat(pirop-spessartin) aktinolit epidot klorit gnays	Lepidonematoblastik	Granat+albit+klorit+aktinolit	Albit porfiroblastları içerisinde granat minerallerinin görünümü	
6- Klorit granat muskovit kuvars gnays	Lepidoblastik	Granat+albit+muskovit	Muskovit, albit ve granat birlikteliği ayrıca kayacın titanit içermesi	

1- Klorit muskovit gnays, kaya lepidogranoblastik dokuda olup genel olarak orta taneli, özşekilsiz albit ve kuvars mineralleri ile birlikte, ince taneli, yapraksı muskovit ve klorit minerallerinden oluşmaktadır. Aralarda ince damarlar şeklinde grafit mineralleri yer almaktadır. Albit minerallerinde serisitleşme gelişmiştir. Tektonik deformasyona bağlı olarak kuvarslarda dalgalı sönme ve bazı minerallerde bükülmeler gelişmiştir. Bazı albit mineralleri içerisinde kuvars mineralleri kapanımlar şeklinde gözlenmektedir.

2- Kuvars epidot muskovit gnays, lepidonematoporfiroblastik dokulu örnek genel olarak orta-iri taneli, özşekilsiz albit mineralleri ile birlikte, muskovit ve epidot minerallerinden oluşmaktadır. Plajiyoklaz minerallerinde polisentetik ikizlenme gözlenmektedir. Feldispat minerallerinde epidotlaşma gelişmiştir. Bazı albit porfiroblastları içerisinde kuvars mineralleri kapanımlar şeklinde gözlenmektedir.

3- Aktinolit epidot muskovit klorit gnays, örnek lepidonematoblastik dokuda olup, genel olarak orta taneli, özşekilsiz albit mineralleri ile birlikte, klorit, muskovit, epidot ve prizmatik, mavimsi-yeşil pleokroyizmaya sahip aktinolit minerallerinden oluşmaktadır. Kayaçta S1 ve S2 yönünde gelişmiş deformasyon kıvrımları meydana gelmiştir. Kayaçta tali bileşen olarak ince taneli titanit mineralleri yer almaktadır.

4- Epidot muskovit gnays (proto milonit), lepidoporfiroklastik dokulu örnekte genel olarak orta-iri taneli feldispat ve kuvars mineralleri ile bunların çevresinde daha ince taneli kuvars, muskovit ve epidot mineralleri bir arada bulunmaktadır. Bazı feldispat minerallerinin çevresinde ince taneli muskovit mineralleri yer alarak gözlü dokuyu oluşturmaktadır. Plajiyoklaz minerallerinde polisentetik, mikroklin minerallerinde kafes ikizlenmesi gelişmiştir. Albit porfiroklastları içerisinde kuvars mineralleri kapanımlar şeklinde gözlenmektedir.

5- Granat (pirop-spessartin) aktinolit epidot klorit gnays, örnek genel olarak orta taneli, özşekilsiz feldispat mineralleri ile birlikte, ince taneli klorit, aktinolit ve epidot minerallerinden oluşmaktadır. Granatlar orta taneli, özşekilsiz olup, içerisinde kuvars kapanımları gözlenmektedir. Az miktarda gözlenen muskovit mineralleri levhamsı

yapıdadır. Bazı feldispat mineralleri içerisinde aktinolit, epidot ve titanit mineralleri kapanımlar şeklinde gözlenmektedir. Granatlarda epidotlaşma ve kloritleşme, feldispatlarda epidotlaşma gözlenmektedir.

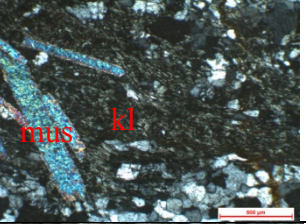
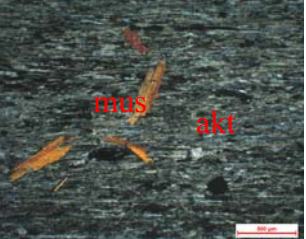
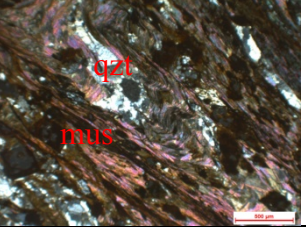
6- Klorit granat muskovit kuvars gnays, lepidoblastik dokulu örnek genel olarak orta-iri taneli, özşekilsiz albit mineralleri ile birlikte kuvars, muskovit ve klorit minerallerinden oluşmaktadır. Kayaçta bol miktarda orta taneli, özşekilsiz granat mineralleri yer almaktadır. Granatlar genellikle çatlaklı yapıda gözlenmektedir. Tektonik deformasyona bağlı olarak kuvars minerallerinde dalgalı sönme, muskovit minerallerinde bükülmeler gelişmiştir. Granat minerallerinde kloritleşme gözlenmektedir. Bazı feldispat ve granat mineralleri içerisinde kuvars kapanımları gözlenmektedir.

. 6.2.2 Şist

Şist yayılım itibarıyla genel olarak Bozdağ metamorfiklerinin önemli diğer bir birimini temsil etmektedir. El örneğinde grimsi yeşil, yeşil renk tonunda görünmekte belirgin şist dokusunu göstermektedir. Şistler el örneğinde klorit, amfibol, muskovit, epidot, albit, kuvars içermekte içermiş olduğu mineraller oldukça düzenli bir şekilde dizilerek foliasyon düzlemlerinin oluşumuna neden olmuşlardır. Bunlar mikroskop altında lepidogranoblastik, lepidoblastik, lepidonematoblastik dokusu göstererek klorit, aktinolit, muskovit, epidot, albit, kuvars, granat ve daha az oranda stilpnomelan ve opak mineral içermektedir (Çizelge 6.6). Kaya genel anlamda içermiş olduğu ana mineralojik bileşimine göre yeşilşist fasiyesini karakterize eden kaya grublarıdır.

İnceme alanında mineraloji çalışmalarına göre; 1- Muskovit kalsit klorit kuvars şist, 2- Muskovit klorit aktinolit şist, 3- Klorit epidot şist, 4- Muskovit kuvars grafit şist, 5- Klorit kalsit stilpnomelan kuvars şist, 6- Granat klorit aktinolit muskovit epidot şist, 7- Granat biyotit klorit kalsit epidot muskovit şist ve 8- Epidot granat kalsit muskovit klorit kuvars şist tespit edilmiş ve incelenmiştir.

Çizelge 6.6 Bozdağ metamorfik kaya toplulukları içerisinde yer alan şistlerin mineral parajenezleri ve karakteristik özellikleri

Kaya Grupları	Genel Doku	Mineral Parajenezi	Karakteristik Özellik	Mikrofoto
1- Muskovit kalsit klorit kuvars şist	Lepidoblastik	Muskovit+klorit+albit	Post tektonik oluşmuş muskovit minerallerinin klorit mineralleri içerisindeki görünümü	
2- Muskovit klorit aktinolit şist	Lepidonematoblastik	Klorit+aktinolit+muskovit	Post tektonik oluşmuş muskovitlerin görünümü	
3- Klorit epidot şist	Lepidonematoblastik	Epidot+muskovit+albit	İnce taneli epidot, klorit ve muskovit minerallerinin görünümü ve belirgin titanit içermesi	
4- Muskovit kuvars grafit şist	Lepidogranoblastik doku	Muskovit+grafit+kuvars	Muskovit minerallerinde tektonik deformasyona bağlı olarak gözlenen S kıvrımları	

Çizelge 6.6 Bozdağ metamorfik kaya toplulukları içerisinde yer alan şistlerin mineral parajenezleri ve karakteristik özellikleri (devamı)

Kaya Grupları	Genel Doku	Mineral Parajenezi	Karakteristik Özellik	Mikrofoto
5- Klorit kalsit stilpnomelan kuvars şist	Lepidoblastik	Stilpnomelan+kuvars	İşinsal dizimli stilpnomelan minerallerinin görünümü	
6- Granat klorit aktinolit muskovit epidot şist	Lepidonematoblastik doku	Aktinolit+epidot+muskovit +klorit	Orta taneli muskovit, aktinolit ve epidot minerallerinin yönlü doku içerisindeki görünümü	
7- Granat biyotit klorit kalsit epidot muskovit şist	Lepidonematoblastik	Albit+epidot+muskovit	İnce taneli muskovit, epidot, kalsit ve albit minerallerinin yönlü doku içerisindeki görünümü	
8- Epidot granat kalsit muskovit klorit kuvars şist	Lepidoblastik	Kuvars+kalsit+granat+muskovit	Kuvars mineralleri içerisinde bol miktarda gözlenen granat mineralleri	

1- Muskovit kalsit klorit kuvars şist, genel olarak orta taneli, özşekilsiz kuvars mineralleri ile birlikte, klorit ve muskovit minerallerinden oluşmaktadır. Kaya lepidoblastik dokuludur. Kalsit mineralleri iri taneli, özşekilsizdir.

2- Muskovit klorit aktinolit şist, fibrolepidoblastik dokulu örnekte bol miktarda bulunan ince-orta taneli, yarı özşekilli, lifsi aktinolit mineralleri ile diğer mineraller birbirine paralel olarak uzanmaktadır. Kloritler yapraksı yapıda olup, yeşil pleokroyizmaya sahiptir. Post tektonik olduğu düşünülen muskovitler orta taneli, yarı özşekillidir. Kayaçta tali bileşen olarak titanit mineralleri gözlenmektedir.

3- Klorit epidot şist, kayaç lepidonematoblastik dokulu olup epidot, klorit, klinozoit, zoizit, albit, kuvars, titanit ve demiroksit minerallerinden oluşmaktadır. Albit minerallerinde kırık ve çatlaklarından itibaren epidotlaşma gözlenmektedir.

4- Muskovit kuvars grafit şist, örnek lepidogranoblastik dokulu olup genel olarak granoblastik dokuda gelişmiş, kuvars mineralleri ile birlikte, orta taneli, yarı özşekilli muskovit minerallerinden oluşmaktadır. Aralarda bol miktarda ince damarlar şeklinde muskovit minerallerine paralel olarak gözlenen minerallerin grafit olduğu düşünülmektedir. Tektonik deformasyona bağlı olarak kuvarslarda dalgalı sönme ve uzamalar, bazı muskovit minerallerinde mikrokıvrımlar gelişmiştir. Ayrıca kayaçta S1 ve S2 yönünde gelişmiş deformasyon kıvrımları meydana gelmiştir.

5- Klorit kalsit stilpnomelan kuvars şist, Lepidoblastik dokulu örnek genel olarak ince taneli, kuvars mineralleri ile birlikte, ince taneli, yarı özşekilli, çubuksu, ışınal dizilimli, kahverengi pleokroyizmaya sahip stilpnomelan ve özşekilsiz kalsit minerallerinden oluşmaktadır. Aralarda az miktarda klorit gözlenmektedir.

6- Granat klorit aktinolit muskovit epidot şist, Lepidonematoblastik doku örnek genel olarak epidot, muskovit, aktinolit, klorit, granat, klinozoit, kuvars, kalsit, opak minerallerden oluşmaktadır. Kayaçta yer alan çatlaklar kalsit mineralleri tarafından doldurulmuştur.

7- Granat biyotit klorit kalsit epidot muskovit şist, örnek lepidonematoblastik dokulu olup, kayaç içerisinde yer alan mineraller birbirine paralel olarak uzanmaktadır. Kayaçta bol miktarda bulunan muskovitler orta taneli, levhamsıdır. Epidot ve kalsit mineralleri orta-ince taneli, özşekilsizdir. Kloritler ince taneli, yapraksı yapıda, yeşil pleokroyizmaya sahiptir. Az miktarda biyotit ve granat minerali yer almaktadır. Albit minerallerinde kırık ve çatlaklardan itibaren epidotlaşma gözlenmektedir. Bazı albit mineralleri içerisinde kuvars kapanımları gözlenmektedir.


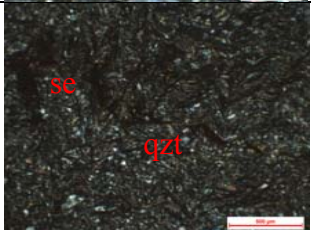
8- Epidot granat kalsit muskovit klorit kuvars şist, lepidoblastik dokulu örnek kuvars, klorit, muskovit, kalsit, granat, epidot, biyotit, titanit, demiroksit min. ve opak minerallerden oluşmaktadır. Granat minerallerinde kenarlardan itibaren biyotitleşme ve kloritleşme, biyotitlerde kloritleşme gözlenmektedir. Bazı klorit mineralleri ışınal demetler şeklinde gelişmiştir. Biyotit mineralleri kloritler ile içiçe gelişmiştir. Bazı granat mineralleri içerisinde kuvars kapanımları gözlenmektedir.

6.2.3 Fillit

Fillit yayılım itibariyle genel olarak Bozdağ metamorfiklerinin önemli birimlerinden birini temsil etmektedir. El örneğinde açık kahve renk tonunda görünmekte belirgin şist dokusu göstermektedir. Fillitler el örneğinde kuvars, serisit içermektedir. Bunlar mikroskop altında lepidoblastik dokusu göstererek kuvars ve serisit ana minerallerinin yanında yer yer klorit ve grafit mineralleride yer almaktadır (Çizelge 6.7). kaya genel anlamda içermiş olduğu ana mineralojik bileşimine göre yeşilşist fasiyesinin düşük dereceli metamorfizmasını karakterize eden kaya grublarıdır.

1- Meta kumtaşı, örnek blastopsamitik dokulu olup kuvars, plajiyoklaz, muskovit, klorit, serisit, kalsit, ortoklaz, biyotit, kuvarsitten oluşmuş kayaç parçaları ve opak minerallerden oluşmaktadır. Plajiyoklaz minerallerinde serisitleşme gözlenmektedir. Bazı ortoklaz mineralleri içerisinde gözlenen kuvars kurtçukları mirmekitik dokuyu oluşturmaktadır. Mineraller arası boşluklar ince taneli kuvars ve kil boyutunda serisitleşmiş malzeme ile birbirine bağlanmıştır (Çizelge 6.7).

Çizelge 6.7 Bozdağ metamorfik kaya toplulukları içerisinde yer alan fillit ve meta kumtaşının karakteristik özellikleri

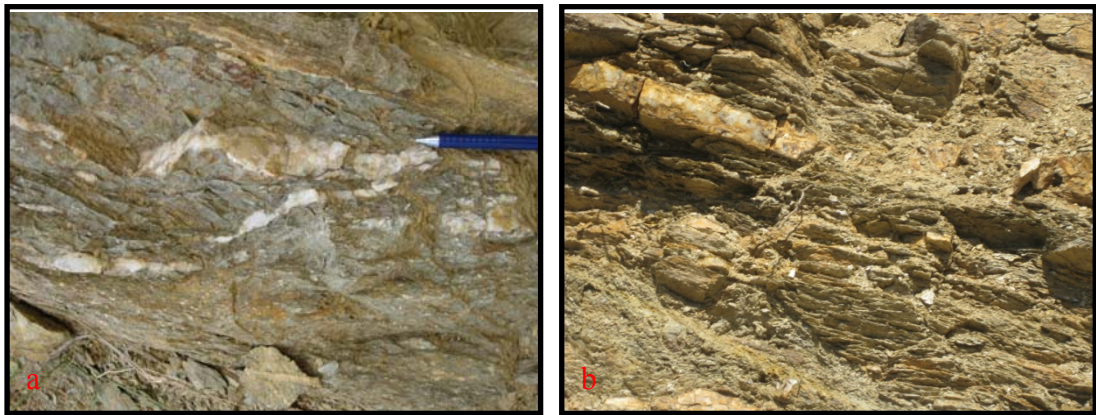
Kaya Grupları	Genel Doku	Mineral Parajenezi	Karakteristik Özellik	Mikrofoto
1- Meta kumtaşı	Blastopsamitik			
2- Kuvars fillit	Lepidoblastik	Kuvars+serisit	Oldukça ince kristalin kuvars, serisit ve grafit minerallerin görünümü	

2- Kuvars fillit, bol miktarda ince taneli serisit ve kuvars minerallerinden oluşmaktadır. Serisit mineralleri ince taneli, yarı özşekillidir. Kuvarslar orta-ince taneli, özşekilsizdir. Az miktarda gözlenen klorit minerali gözlenmektedir. Aralarda ince damarlar şeklinde demiroksit ve grafit mineralleri yer almaktadır. Tektonik deformasyona bağlı olarak kuvarslarda dalgalı sönme, bazı serisit minerallerinde mikrokıvrımlar gelişmiştir. Kayaçta S1 ve S2 yönünde gelişmiş deformasyon kıvrımları meydana gelmiştir. Kayaç pelitik kökenli bir kayacın düşük dereceli metamorfizması sonucu oluşmuştur.

6.2.4 Kuvarsit

Kuvarsitler yayılım itibariyle genel olarak Bozdağ metamorfikleri içerisinde yer almaktadır. El örneğinde beyaz, sarımsı beyaz renk tonunda görünmektedir (Şekil 6.7.a.b). Kuvarsitler el örneğinde kuvars ve az oranda muskovit içermektedir. Bunlar mikroskop altında granoblastik doku göstererek kuvars, muskovit ve daha az oranda opak mineral içermektedir. Kaya genel olarak göstermiş olduğu doku ve mineralojik bileşimine göre Bozdağ metamorfik kayalarının düşük dereceli metamorfizması sonucu oluştuğu düşünülmektedir (Çizelge 6.8).

Kuvarsitler genel olarak granoblastik dokuda olup orta taneli, özşekilsiz kuvars minerallerinden oluşmaktadır.



Şekil 6.7.a.b Kuvarsitin arazi görüntüsü

Çizelge 6.8 Çalışma alanı içerisinde yer alan diğer kaya topluluklarının mineral parajenezleri ve karakteristik özellikleri

Kaya Grupları	Genel Doku	Mineral Parajenezi	Karakteristik Özellik	Mikrofoto
Kuarsit	Granoblastik doku	Kuars	Granoblastik dokuda gelişmiş kuvarsların görünümü	
1-Mermer	Granoblastik doku	Kalsit	Granoblastik dokuda gelişmiş kalsitlerin görünümü	
2-Muskovit kalkışit	Lepidogranoblastik doku	Kalsit+muskovit+kuvars	Lepidoblastik dokuda gelişmiş muskovit mineralleri ile eş boyutlu kalsitlerin görünümü	
3-Granat kalkışit	Lepidogranoblastik doku	Kalsit+muskovit+kuvars	İri taneli muskovit ve kalsit mineralleri ile birlikte granat minerallerinin bir arada görünümü	

6.3 Kuşça Mermerleri

Kuşça mermerleri genel anlamda gri, beyaz, açık gri renk aralığı içerisinde belirgin bir yönlenme özelliği gösteren kayaları temsil etmektedir. Bunlar çalışma alanında yer alan Karadere ve Bozdağ metamorfikleri arasında yer almaktadır. Kuşça mermerleri mineralojik bileşimlerine göre başlıca 3 gruba ayrılırlar. Bunlar muskovit mermer, mermer ve granat muskovit mermer şeklindedir.

İnceleme alanında mineralojik açıdan 1- Mermer, 2- Muskovit kalkışist, 3- Granat kalkışist tespit edilmiş ve incelenmiştir.

Mermerler yayılım itibariyle genel olarak Kuşça mermerleri içerisinde yer almaktadır. El örneğinde gri, beyaz, açık gri renk tonunda görünmektedir. Mermerler el örneğinde kalsit içermektedir. Mikroskop altında granoblastik doku göstererek kalsit ana minerallerinin yanında daha az oranda muskovit, kuvars ve opak mineral içermektedir (Çizelge 6.8).

1- Mermer, kayacın çoğunluğunu granoblastik dokuda gelişmiş, orta taneli, özşekilsiz kalsit mineralleri oluşturmaktadır. Aralarda az miktarda ince taneli, yarı özşekilli muskovit ve ince taneli, özşekilsiz kuvars mineralleri yer almaktadır. Kalsitlerde basınç ikizleri gelişmiştir.

2- Muskovit kalkışist, örnek lepidogranoblastik dokulu olup kayacın büyük bir çoğunluğunu granoblastik dokuda gelişmiş orta taneli, özşekilsiz kalsit mineralleri oluşturmaktadır. Kalsitlere paralel olarak gelişmiş lepidoblastik dokuda muskovit mineralleri orta-ince taneli, yarı özşekillidir. Feldispat ve kuvars mineralleri orta taneli, özşekilsizdir. Tektonik deformasyona bağlı olarak kuvarslarda dalgalı sönme, kalsitlerde basınç ikizleri gelişmiştir.

3- Granat kalkışist, lepidogranoblastik dokulu örnek genel olarak orta taneli, özşekilsiz kalsit minerallerinden oluşmaktadır. Muskovitler orta-ince taneli, yapraksı yapıdadır.

Aralarda az miktarda granat minerali gözlenmektedir. Kayaçta tali bileşen olarak titanit mineralleri yer almaktadır.

6.4 Ofiyolitik Melanj

Ofiyolitik melanj genel anlamda çalışma alanının kuzey bölümünde yer almaktadır . Bu karmaşık çalışma konusunu oluşturmaması ve genel olarak örtülü olmasından ayrıntılı olarak haritalanmamıştır. Ofiyolitik melanj birimleri mineralojik bileşimlerine göre başlıca 6 alt gruba ayrılmaktadır. Bunlar serpantin, listvenit, radyolarit, plajiyogranit, bazalt, diyabaz, harzburjit ve mikrogabro şeklindedir (Çizege 6.9).

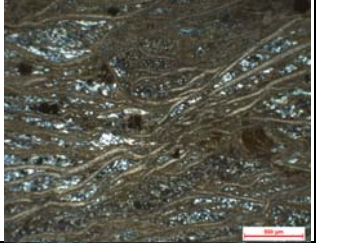
6.4.1 Plajiyogranit

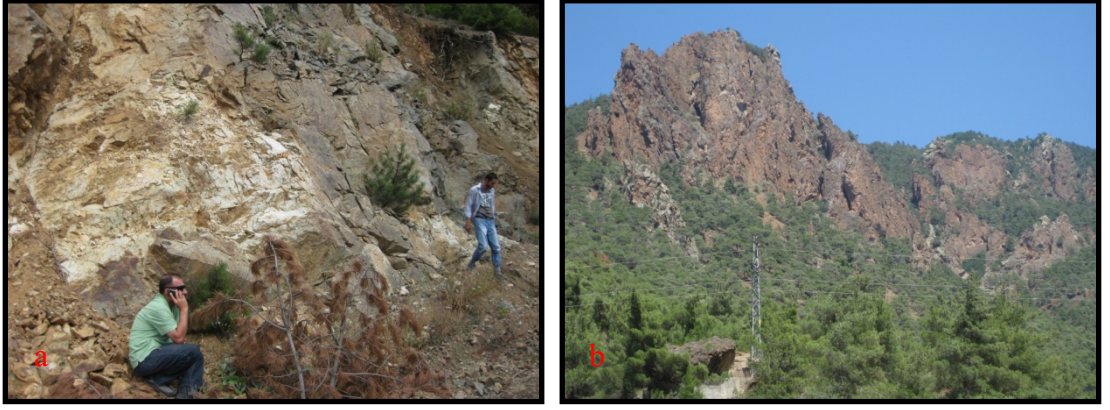
Plajiyogranit, holokristalin taneseli dokuya sahip olup, ana bileşen olarak kuvars, alkali feldispat ve plajiyoklaz minerallerinden oluşmaktadır. Plajiyoklaz minerallerinde polisitetik ikizlenme ve zonlu doku meydana gelmiştir. Alkali feldispat ve kuvars mineralleri orta taneli, özşekilsizdir. Az miktarda gözlenen mikroklin minerallerinde kafes ikizlenmesi gelişmiştir. Bazı feldispat mineralleri içerisinde mirmekitik doku gözlenmektedir. Kayaç genelinde alterasyon feldispat minerallerinde killeşme ve serisitleşme şeklinde gelişmiştir. Ayrıca kayada ince taneli epidot ve klorit mineralleri yer almaktadır (Şekil 6.8.a).

6.4.2 Listvenit

Listvenit, kayaç tamamen damar şeklinde karbonat minerallerinden oluşmuş olup aralarda granoblastik dokuda gelişmiş ince taneli, özşekilsiz kuvars mineralleri yer almaktadır. Ayrıca kayada bol miktarda demiroksit ve opak mineraller gözlenmektedir (Şekil 6.8.b).

Çizelge 6.9 Ofiyolitik melanj içerisinde yer alan kaya topluluklarının mineral parajenezleri ve karakteristik özellikleri

Kaya Grupları	Genel Doku	Mineral Parajenezi	Karakteristik Özellik	Mikrofoto
1- Serpantinit	Elek dokusu		Elek dokulu	
2- Listvenit			Serpantinit ve kromit kaya parçası içermekte	
3- Radyolarit			Radiolaria kavrılı olması	
4- Plajiyogranit	Holokristalin taneşel dokulu		Eş taneli, kuvars ve plajiyoklaz ana bileşimli olması	



Şekil 6.8.a Plajiyogranitin genel görünümü, b. Listvenitin görünümü

6.4.3 Radyolarit

Radyolaryalı çört, kayaç ince taneliden orta taneliye kadar değişen boyutlarda kuvars minerallerinden ve radyolarya kavkılarında oluşmaktadır. Tektonik deformasyona bağlı olarak kuvarlarda dalgalı sönme ve uzamalar gelişmiştir. Aralarda verev yapıda oluşmuş birincil ve ikincil çatlaklar kuvars ve kalsit mineralleri tarafından doldurulmuştur. Aynı zamanda kayaçta stiolitli yapılar gözlenmektedir (Şekil 6.8.a.b).

6.4.4 Serpantinit

Serpantinit, kayaç tamamen serpantinleşmiş olup, ilksel doku ve ilksel mineraller kaybolmuştur. Serpantin mineralleri ince taneli, lifsi ve yapraksı yapıdadırlar. Ayrıca bol miktarda opak mineraller gözlenmektedir. Çok az olan ortopiroksenler orta taneli, özşekilsizdir.



Şekil 6.9.a.b Radyolaritin genel görünümü

6.5 Parmakkaya Dasiti


Parmakkaya dasiti genel anlamda beyaz-krem renk tonunda felsik volkanik kayaları temsil etmektedir. Bunlar çalışma alanının kuzey-doğu ve batı kesimlerinde yer almaktadır. El örneğinde kuvars, biyotit ve feldispat içermektedir (Şekil 6.10 a.b). Mikroskop altında hipokristalin porfirik doku göstererek kuvars, biyotit ve feldispat minerallerini içermektedir.



Şekil 6.10. a.b. Dasitin görünümü

Dasit, hipokristalin porfirik doku özelliğinde olup genel olarak orta taneli kenarları kemirilmiş kuvars ve biyotit fenokristalleri ile birlikte ince taneli, kuvars, plajiyoklaz ve biyotit minerallerinden oluşmuş hamurdan meydana gelmektedir (Çizelge 6.10).

Çizelge 6.10 Bozdağ metamorfik kaya toplulukları içerisinde yer alan dasitin karakteristik özellikleri

Kaya Grupları	Genel Doku	Karakteristik Özellik	Mikrofoto
Dasit	Hipokristalin porfirik doku	Kuvars porfiroblastında gözlenen körfez dokusu	

6.6 Alüvyon

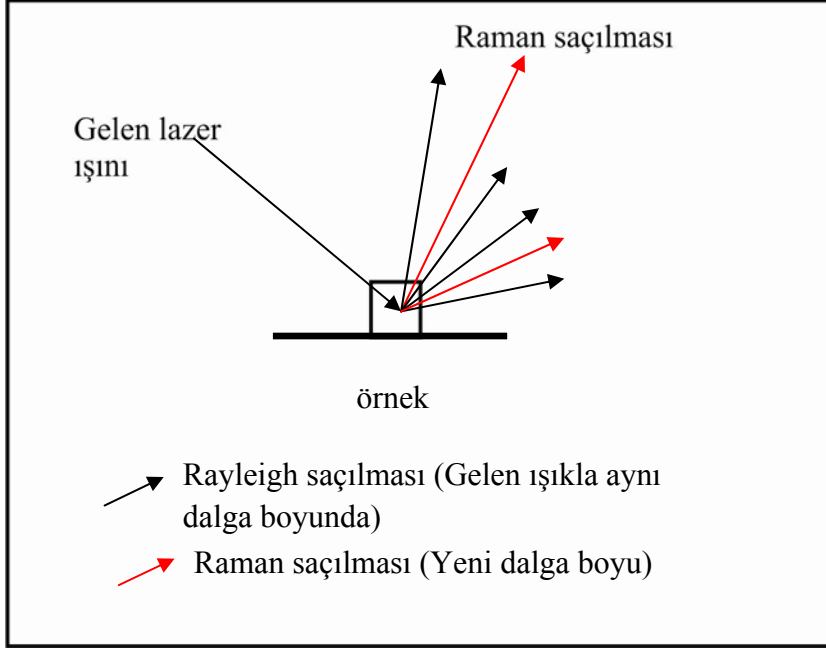
Çalışma alanında gözlenen Yarıkkaya Deresi ve Uzunözü Deresi gibi dere yatakları bölgenin en genç litolojisini alüvyonlar şeklinde temsil etmektedir. Birim çakıl ve kum'dan oluşmaktadır.

7. RAMAN SPEKTROSKOPİSİ

Raman spektroskopisi, bir titreşimsel spektroskopi türü olup, temelini raman saçılımı yani inelastik saçılım oluşturmaktadır. Raman spektroskopisi katıların, sıvıların ve gazların titreşimsel özelliklerini belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. İlk defa Sir Chandrasekhara Venkata Raman tarafından 1928’de keşfedilmiş ve bu buluşu kendisine 1930’da Nobel Fizik Ödülü’nü kazandırmıştır. Raman saçılımı, moleküllerin kimyasal yapısı hakkında bilgi veren önemli bir titreşimsel spektroskopik tekniktir. Bir molekülün titreşimsel spektrumu, o molekülün kimyasal parmak izi özelliği olarak düşünülebilir. Raman spektroskopisi, örnek moleküllerinden saçılan enerjinin ölçümüne dayanır. Belirli moleküllerce saçılan bu ışınlar arasındaki oluşan fark (Raman saçılımı) ve buna ilaveten dalga boyundaki kaymalara Raman Shift (Raman Kayması) denilir ve bu olay mevcut moleküllerin kimyasal yapısından kaynaklanmaktadır. Bu yöntemin tercih edilmesinin en önemli nedeni, inceleme yapılacak madde üzerinde herhangi bir yıkıcı etkiye sahip olmaması ve istenilen her noktadan ölçüm yapabilme kolaylığı sağlamasıdır. Titreşimli raman spektrumu kimyasal ve moleküler yapının karakterize edilmesinde önemli rol oynar.

7.1 Çalışma Prensipleri

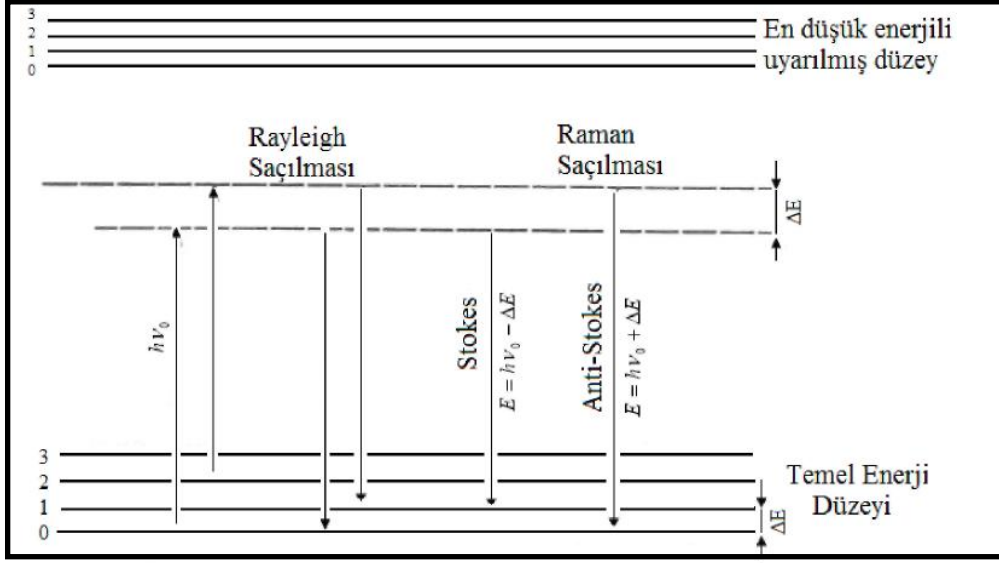
Raman spektroskopisi bir numunenin görünür veya yakın-IR monokromatik ışıktan oluşan güçlü bir lazer kaynağıyla ışınlanmasıyla saçılan ışının belirli bir açıdan ölçümüne dayanır. Raman deneylerinde monokromatik ışık huzmesi örneğin içine gönderilir. Moleküllerin şiddetli bir monokromatik ışın demeti ile etkileşmesi sırasında ışık numuden yansıma, numunenin içinden geçme, absorbe edilme ve saçılma gibi optik özellikler gösterebilmektedir. Işık saçılması sırasında saçılan ışığın büyük bir kısmının enerjisi madde ile etkileşen ışığın enerjine eşit olur ve bu tür elastik saçılma olayına Rayleigh saçılması denir. Elastik saçılma olayının yanı sıra, saçılan ışığın çok az bir kısmı ise molekül ile etkileşmeye giren ışığın enerjisinden daha farklı enerjilerle saçılır. Bu tür inelastik saçılma olayı ise Raman saçılması adını alır (Şekil 7.1).



Şekil 7.1 Rayleigh ve Raman saçılma ilkelerinin şematik görünümü

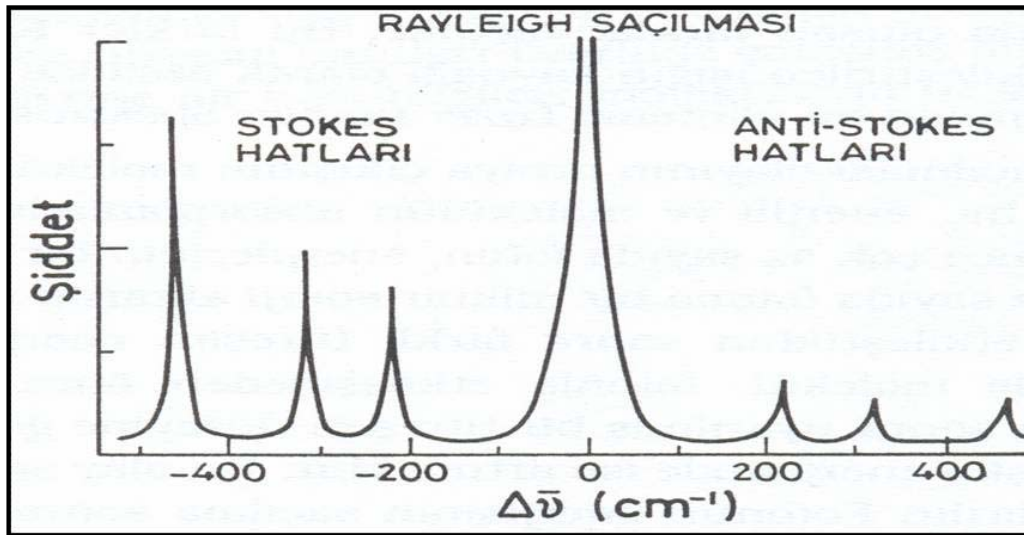
Rayleigh saçılması olayında Raman saçılmasına göre 10^4 - 10^5 kez daha şiddetli bir saçılmış ışık oluşur. Ancak Rayleigh saçılması tek bir pik verir ve titreşim geçişleri hakkında bilgi vermez. Raman saçılması sırasında saçılan ışığın enerjisinde molekül ile etkileşen ışığına göre oluşan fazlalık veya azlık ışıkla etkileşen molekülün titreşim enerji düzeyleri arasındaki enerji farkları kadardır. Bu nedenle Raman saçılmasının spektroskopik incelenmesi ile de moleküllerin titreşim enerji düzeyleri hakkında bilgi edinilebilir. Moleküller ile etkileştirilen ışığın kaynağı olarak son yıllarda genellikle lazer türü kaynaklar kullanıldığından bu yöntem Lazer Raman Spektroskopisi adı da verilir (Şekil 7.2).

Raman saçılması olayının ortaya çıkışının molekülün titreşim enerji düzeyleri ile ilişkisi şekil 7.2'de görülmektedir. Hvo enerjili ve molekülün absorplamadığı bir foton molekül ile etkileştiğinde saçılmadan önce çok az sayıda foton enerjilerinin bir kısmını moleküllere aktarır veya moleküllerden çok az sayıda fotona bir miktar enerji aktarılır. Bu enerji aktarımı olayı sonucu moleküller fotonla etkileştikten sonra farklı titreşim enerji düzeylerinde bulunurlar.



Şekil 7.2 Stokes ve anti-Stokes türü Raman saçılması olayının molekül enerji diyagramı ile açıklanması

Stokes türü saçılma hatları Rayleigh hattına göre daha negatif $\nu\Delta$ değerlerinde, anti-Stokes türü saçılma hatları ise pozitif $\nu\Delta$ değerlerinde gözlenir. Bir molekülde gözlenen Raman hatlarının mutlak $\nu\Delta$ değerleri hattın Stokes veya anti-Stokes türü olmasına bağlı olmayıp her iki durumda da aynıdır (Şekil 7.3).

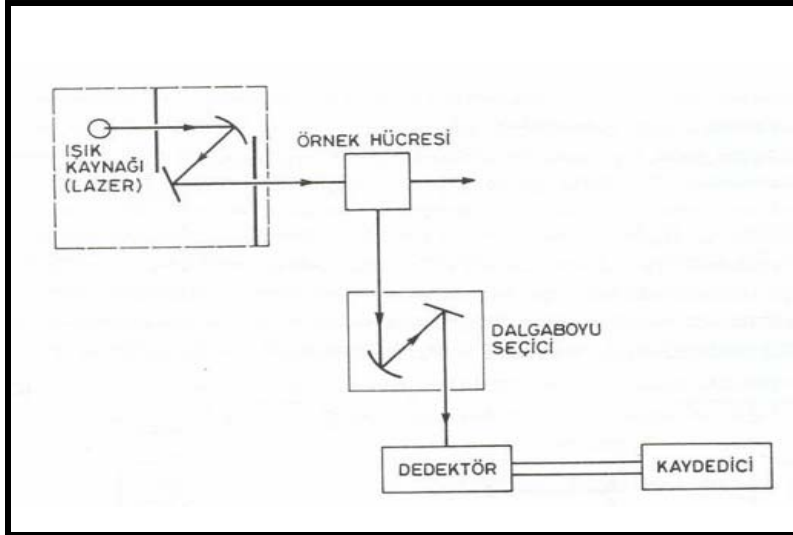


Şekil 7.3 Rayleigh saçılması, Stokes ve anti-Stokes hatlarının Raman spektrogramundaki durumları

Bir molekülün bir fotonla raman türü saçılma etkileşmesine girebilmesi için molekülün titreşimi sırasında etkileştiği fotonun elektrik alanı tarafından periyodik ve fotonun frekansına eşit frekanslı olarak polarlanabilmesi yani periyodik ve geçici bir dipol momentinin oluşması gereklidir. Raman hatlarının şiddeti, titreşen molekülün fotonla etkileşirken oluşan polarlanabilme değişim hızının karesi ile orantılıdır. Molekül ile etkileşen ışığın dalga boyuna göre saçılan ışığın dalga boyunda oluşan farklar Raman kayması (Raman shift) olarak adlandırılır. Ölçüm sonucu elde edilen normal Raman piklerinin şiddeti veya gücü, molekülün polarizlenebilirliğine, ışık kaynağının şiddetine, ölçüm yapılan maddenin bileşimine ve diğer faktörlere karmaşık bir şekilde bağlıdır (McMillan 1989).

7.2 Raman Spektrometrisi

Raman spektroskopisi üç ana bileşenden oluşmaktadır. Bunlar ışık kaynağı (lazer), numune aydınlatma sistemi ve uygun bir spektrometredir (Şekil 7.4). Raman saçılma sinyali Rayleigh saçılma sinyalinden zayıf olduğundan spektrometrenin iyi olması gerekir.



Şekil 7.4 Raman spektrometresinin ana bileşenleri

Raman spektrometrelerinde monokromotör olarak optik ağ, dedektör olarak ise fotoçoğaltıcı tüp veya CCD (Yük-eşleşmiş dedektör) dedektör kullanılmaktadır.

7.3 Konfokal Raman Spektrometresi

Konfokal Raman spektroskopisi konfokal mikroskop ve hassas Raman spektroskopisinin kombine edilmesiyle oluşan bir sistemdir. Bu sistemle yalnızca Raman spektrumları aynı zamanda çok hızlı bir şekilde Raman görüntüleri elde edilebilmektedir (Şekil 7.5).



Şekil 7.5 Konfokal Raman spektrometresinin görüntüsü

Konfokal Raman Spektrometresi ile yapılan uygulamalar:

- Nokta analizi,
- Çizgi boyu analizi,
- Haritalama ve şiddet analizi şeklinde sıralanabilir.

Nokta analizinde örneğin tek bir noktasının Raman spektrumu elde edilmekte olup ölçüm örneğin çok küçük bir kısmından ve oldukça kısa bir süre (birkaç dakikada) içerisinde yapılabilir. Mineralojik tayinlerde genelde nokta analizi uygulanmaktadır.

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

Haritalama ve şiddet analizi ölçümlerinde örneğin bileşimsel değişimi ve geçiş aralıkları ortaya konabilmektedir. Bu ölçümler nokta ve çizgi boyu analizlerine göre çok daha uzun sürede (gün boyunca) yapılabilir ve daha fazla lazer tüketilmektedir.

7.4 Raman Spektroskopisinin Uygulama Alanları

Raman spektroskopisi günümüzde kimyadan tıpa, biyolojiye, arkeolojiye, malzeme bilimine, gıda ve içecek alanlarına, ilaç ve kağıt endüstrisine kadar birçok uygulama alanına sahiptir. Son yıllarda jeoloji alanında özellikle mineralojik incelemelerde mineral tayinine yönelik olarak kullanılan bu yöntem ile çok doğru ve başarılı sonuçlar elde edilmektedir. Raman kaymalarındaki ve şiddetlerindeki değişimler ile plütonun kristalleşme süreci ve içerisinde kristalleşen aynı tür minerallerin kristalleşme sıralaması hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir. Raman spektroskopisi sıvı kapanım uygulamalarında da kullanılmaktadır. Minerallerin özellikle polarizan mikroskop altında incelenmeleri, X-Ray difraktometre ve kimyasal analizlerle elde edilen kompozisyonları Raman spektrumları ile karşılaştırıldığında birbirleriyle çok uyumlu sonuçlar verdikleri görülmektedir. Raman incelemelerinde numune hazırlama işleminin oldukça kolay olması, küçük bir numunenin dar bir alanında bile ölçümün yapılabilmesi, ölçüm zamanının kısalığı, kullanım basitliği ve düşük maliyetli bir sistem olması gibi avantajları bu yöntemi mineralojik uygulamalarda giderek ön plana çıkartmakta ve yaygınlaşmasına neden olmaktadır.

Raman spektroskopisinin jeolojide uygulanması ile ilgili önceki çalışmalar ve özetleri aşağıda verilmiştir:

Akçe ve Kadioğlu (2009), Yozgat İntüzif Kompleksi'ndeki granatlarda Raman Spektroskopik incelemeler yapmışlardır. Granatlı mika granitin içerisindeki granat minerallerinin Raman spektra sonuçları spessartin bileşiminde olduğu, metamorfik temelin Raman spektrası ise almandin, grossular ve nadiren andradit bileşiminde olduğunu tespit etmişlerdir.

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

Barun vd. (2001), eklojitte bulunan koezit minerallerinde çalışmalar yapmışlar, koezit minerallerinin granat minerallerinin içerisinde kapanım olarak bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Güllü ve Kadioğlu (2009), Orta Anadolu'da Yozgat, Behrekdağ ve Karakaya granitlerinin pegmatitlerinden alınan turmalin örneklerinin polarizan mikroskopi, X-RD, kimyasal analiz sonuçları ve Konfokal Raman spektrumlarını incelemişlerdir. Yapılan çalışmalarda turmalinlerin şörl ve elbait olduğunu ortaya koymuşlardır.

Kolesov ve Geiger (1998), granat grubu minerallerinin raman spektralarını incelemişlerdir. Pirop, almandin, spessartin, grossular, uvarovit ve andradit bileşimindeki granat minerallerinin Raman kaymaları incelenerek granat minerallerinin iç ve dış titreşimlerinin konumları belirlenmiştir.

Kuebler vd. (2006), Olivin türü olan forsterit ve fayalit mineralleri üzerinde Raman çalışmaları yapmak sureti ile kalibrasyon yapmışlardır. Fe element zenginleşmesine sahip kompozisyonda yapılan hesapların Mg element zenginleşmesine sahip kompozisyonlardan daha güvenilir sonuçlar verdiği ortaya konmuştur.

Thomas vd. (2000), granitlerdeki eriyik kapanımlarındaki su oranlarını belirlemek amacıyla Konfokal Laser Raman Mikropirob spektroskopisi ile tanımlamıştır. Bu metodun oldukça hızlı ve kullanışlı iyi bir metod olduğunu ifade etmiştir.

Touret (2001), metamorfik kayalardaki minerallerde bulunan sıvı kapanım çalışmalarında mikro Raman yöntemi ile mikrotermometre ölçümleri gerçekleştirmiştir. Sıvı kapanımlar sayesinde metamorfik kayaç evrimi hakkında bilgiler edinildiğini ifade etmiştir.

Zoroğlu ve Kadioğlu (2007), Beypazarı intrüzif kütlelerinde yapılan Raman çalışmalarında Oymaağaç, İsmailkayası ve Tavuktaş granodiyorit birimleri içerisindeki amfibol minerallerinin genellikle aktinolit ve tremolit türünde olduklarını tespit etmişlerdir.

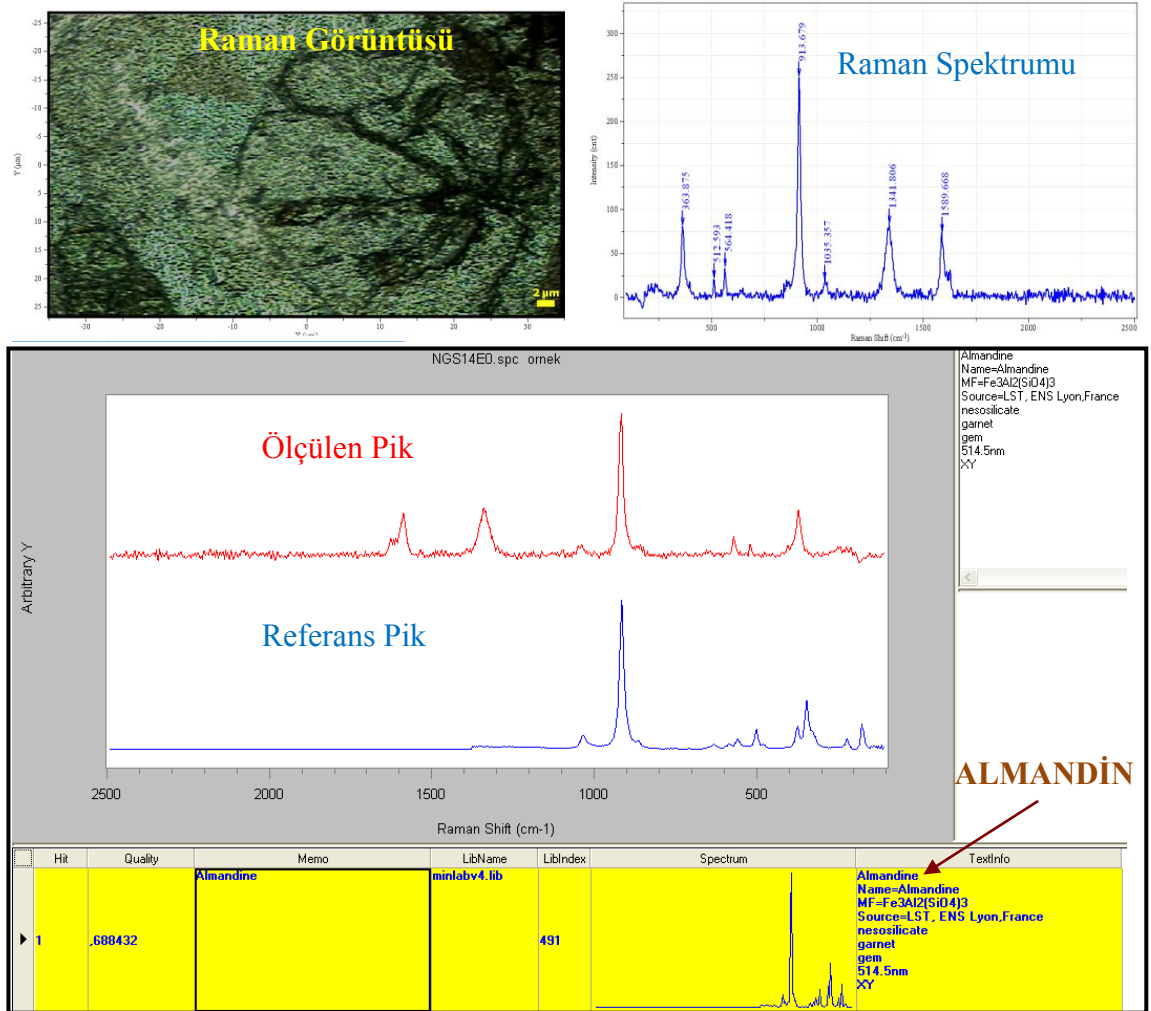
7.5 Raman Spektroskopisinin Eskişehir kuzeyi Hekimdağ metamorfik kayalarındaki Uygulamaları

Çalışma kapsamında Eskişehir kuzeyi Hekimdağ metamorfik kayaları içerisindeki granat, biyotit, albit, amfibol ve epidotların Raman spektroskopik incelemesi yapılmıştır. Bu minerallerin Raman spektra sonuçları kullanılarak minerallerin tipleri ve genel özellikleri belirlenmiştir (Ek 2).

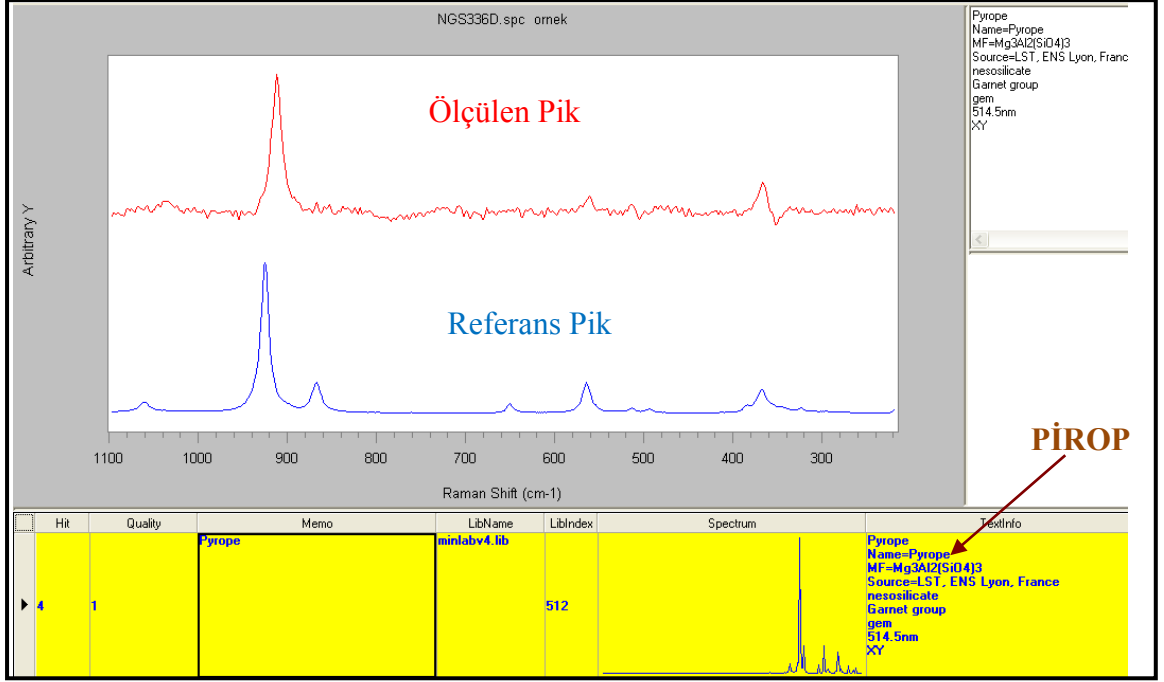
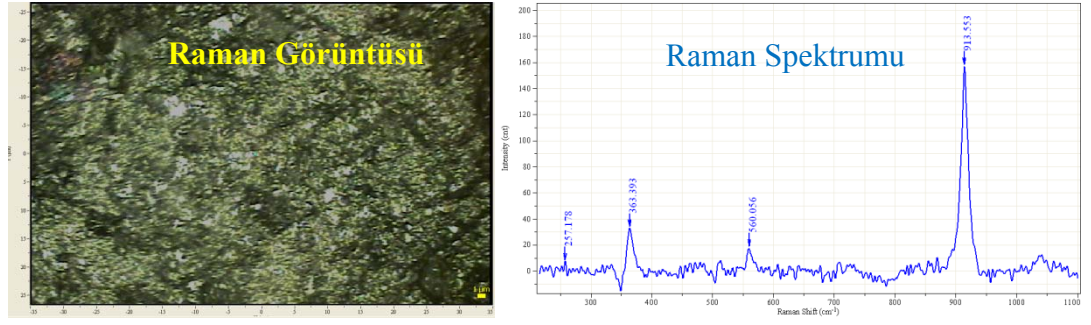
7.5.1 Granatların Raman spektroskopik incelemesi

Metamorfik kayalardaki granat minerallerinin bileşimleri metamorfik fasiyes ve kristalizasyon süresince magmanın kökeni hakkında bilgi veren önemli minerallerdendir. Konfokal Raman Spektrometresi granat grubu minerallerin silikat ve kation yapısının belirlenmesinde kullanılabilir. Granat grubu mineraller, Raman spektroskopik incelemelerde silikat yapısı ve kristal sistemlerindeki yüksek simetriden dolayı belirgin ve yüksek spektrum sergilerler. Almandin türü granat minerali 1589.668 cm^{-1} -1341.806 cm^{-1} -1035.357 cm^{-1} de kuvvetli Raman kaymaları vermektedir (Şekil

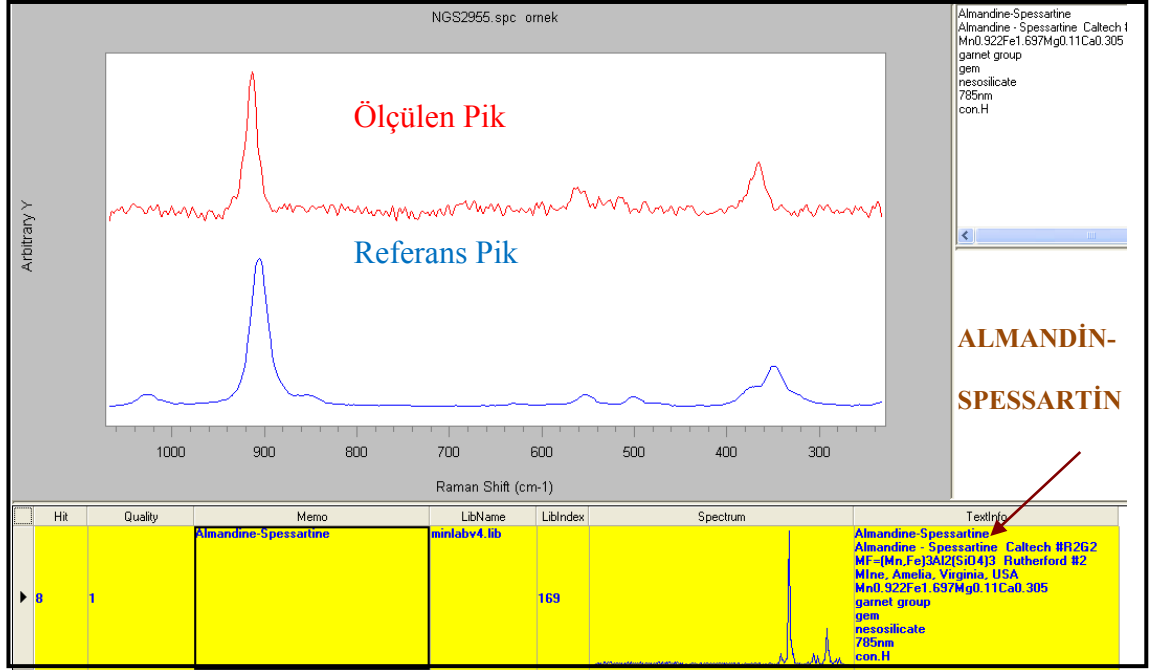
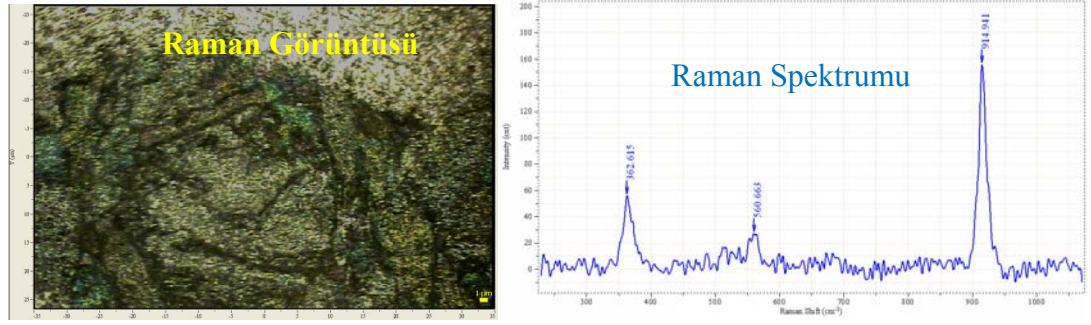
7.6). Konfokal Raman Spektrometresi çalışmaları sonucunda çalışma alanında yer alan diğer granat minerallerinin pirop, almandin-spessartin, pirop-spessartin bileşimde olduğu görülmüştür (Şekil 7.7-7.9)



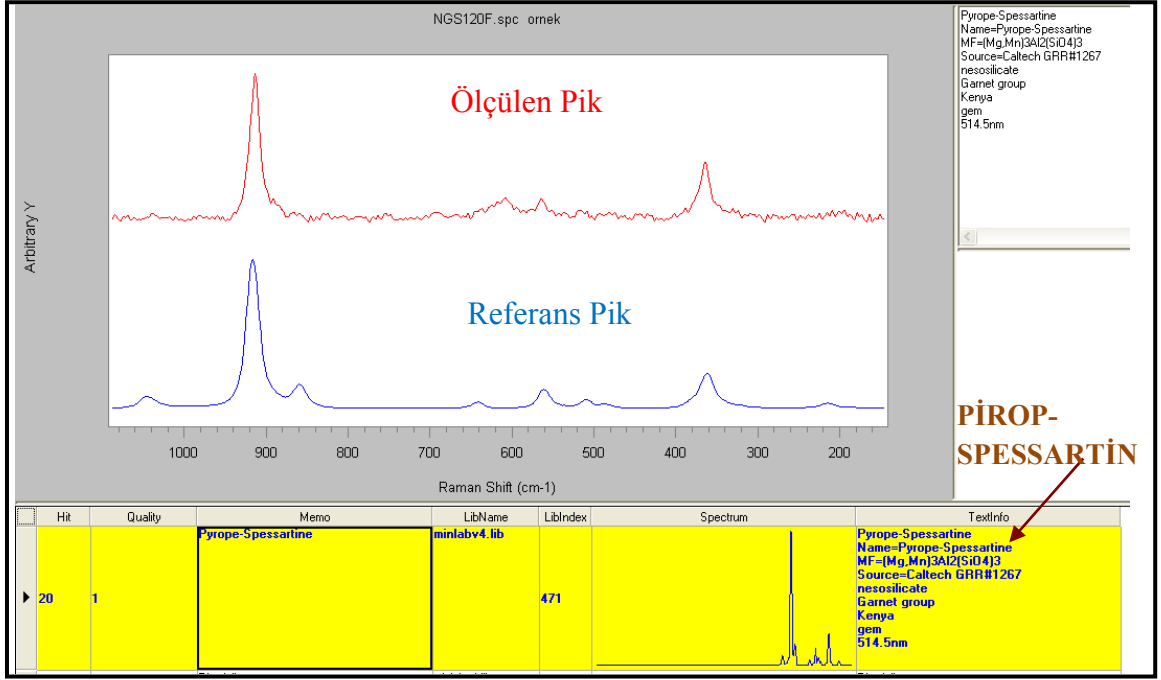
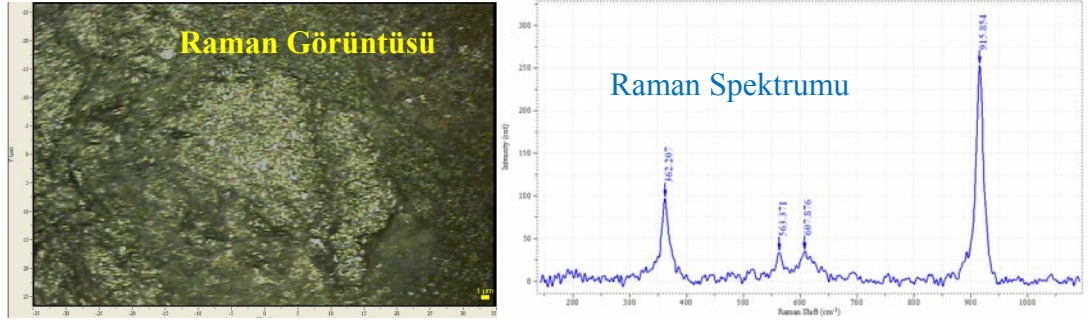
Şekil 7.6 Almandin mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: MR-51)



Şekil 7.7 Pirop mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: MR-52)



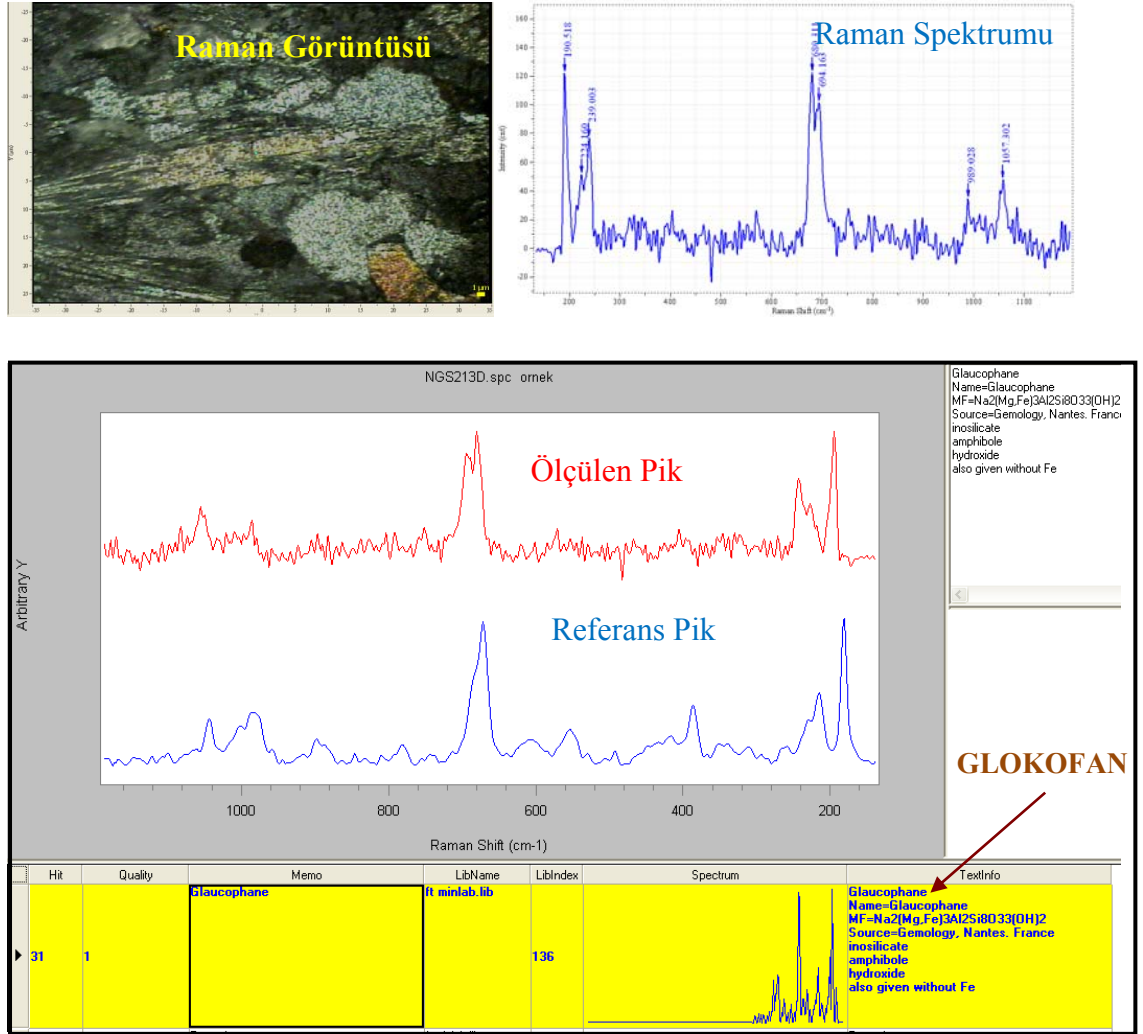
Şekil 7.8 Almandin-Spessartin mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: MR-60)



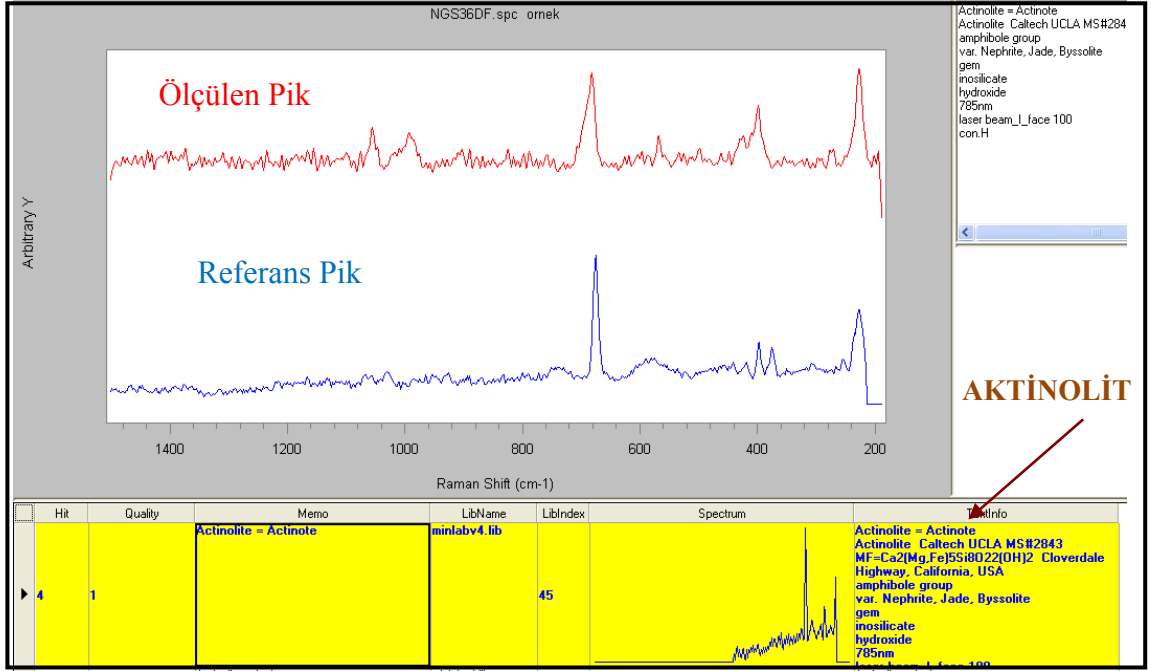
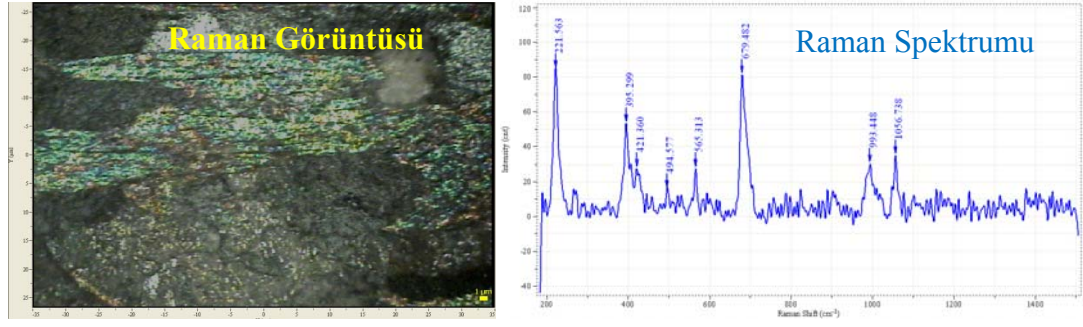
Şekil 7.9 Pirop-Spessartin mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: MR-63)

7.5.2 Amfibollerin Raman spektroskopik incelemesi

Metamorfik kayalardaki amfibol minerallerinin türleri metamorfik fasiyesin belirlenmesi için önemlidir. Konfokal Raman Spektrometresi çalışmaları sonucunda çalışma alanında yer alan amfibol minerallerinin glokofan ve aktinolit bileşimde olduğu görülmüştür (Şekil 7.10-7.11).



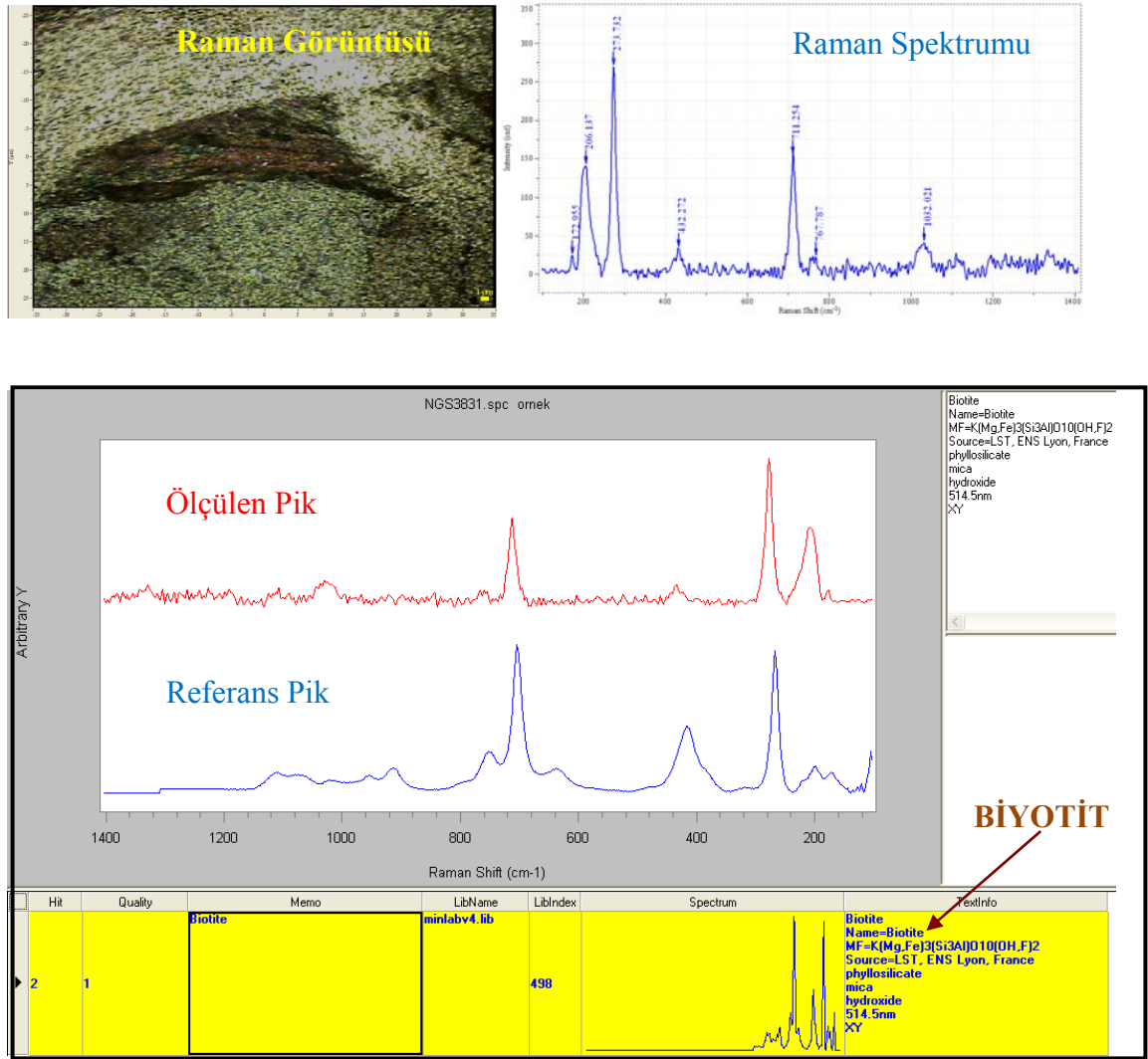
Şekil 7.10 Glokofan mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: MR-282)



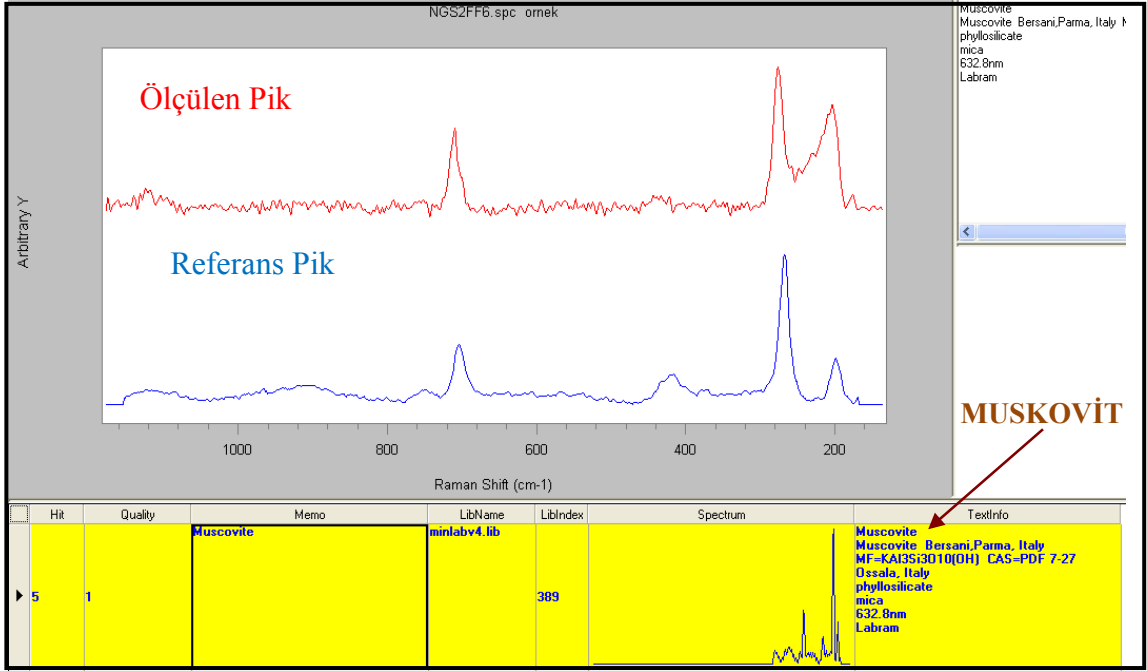
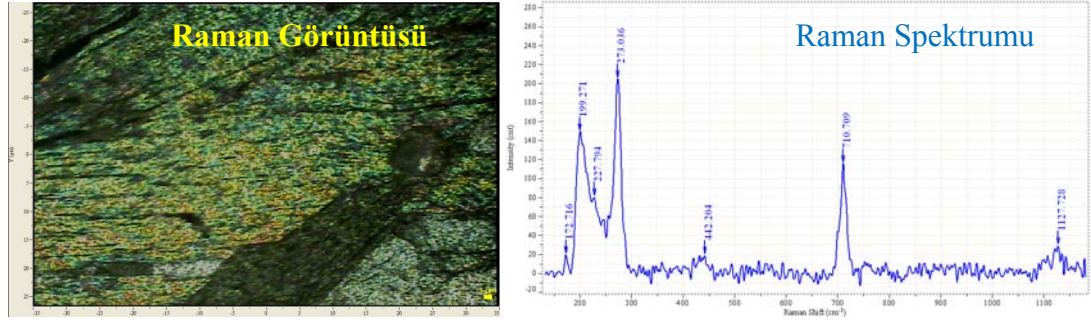
Şekil 7.11 Aktinolit mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: MR-131)

7.5.3 Mikaların Raman spektroskopik incelemesi

Çalışma kapsamında metamorfik kayalarındaki mika grubu minerallerin Raman spektralleri incelenmiş ve Raman spektroskopik karakteristikleri belirlenmiştir. Raman görüntüleri, spektrumları ve ölçülen pikle Spectral ID programı kütüphanesindeki referans pik değerleri karşılaştırılarak minerallerin türleri tespit edilmiştir (Şekil 7.12-7.13).



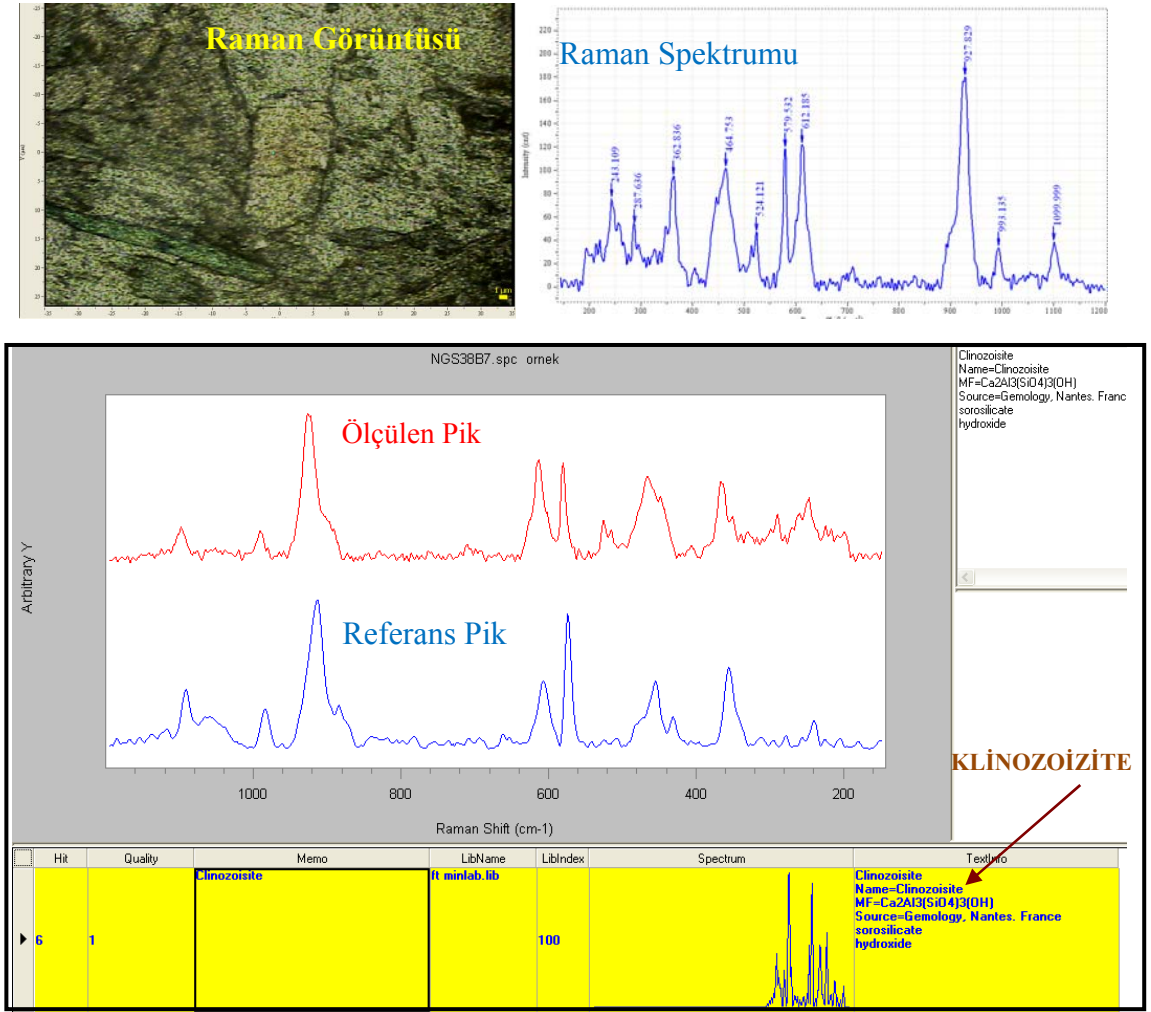
Şekil 7.12 Biotit mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: MR-94)



Şekil 7.13 Muskovit mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: MR-131)

7.5.4 Epidotların Raman spektroskopik incelemesi

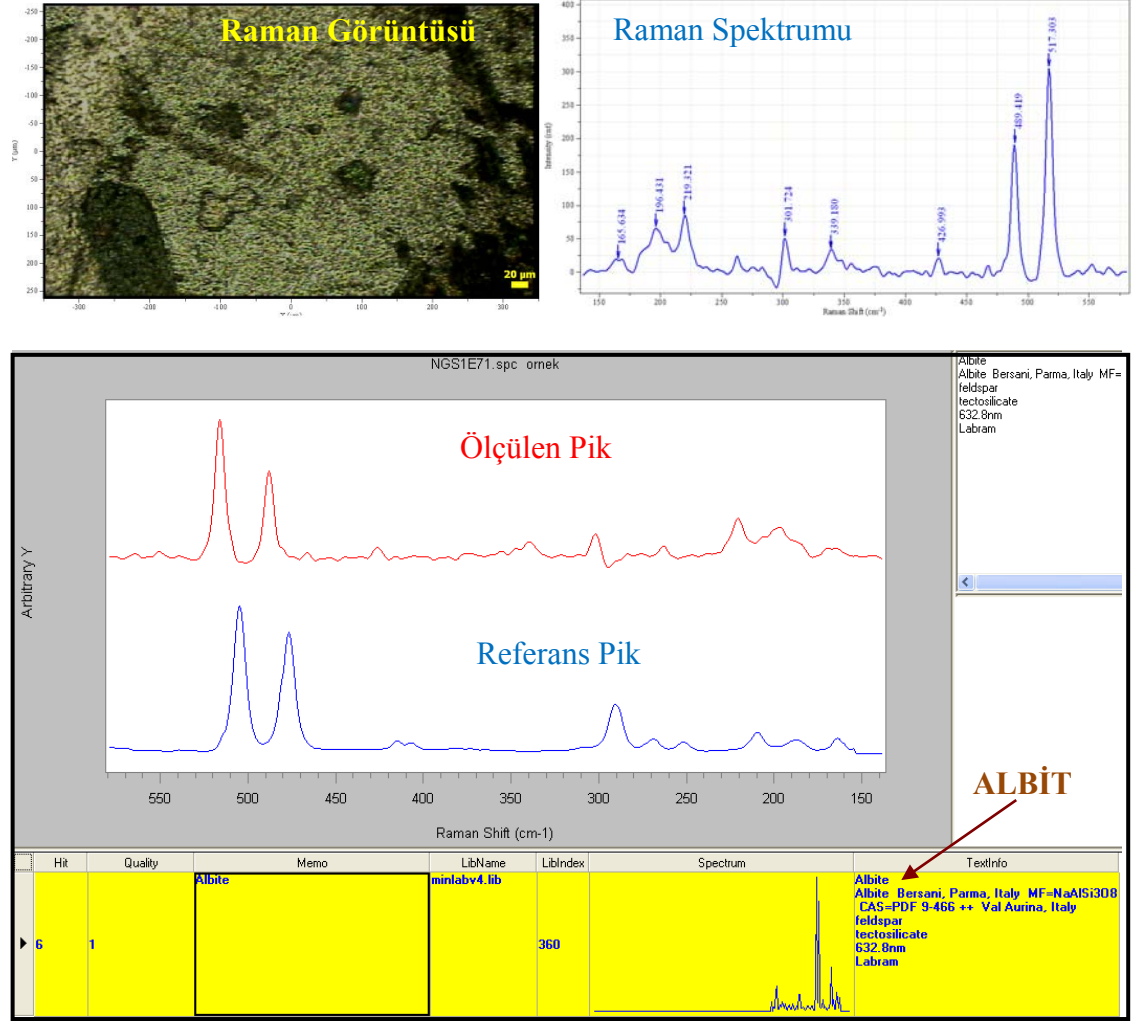
Konfokal Raman Spektrometresi çalışmaları sonucunda çalışma alanında yer alan bazı epidot minerallerin klinozoitte bileşimde olduğu görülmüştür (Şekil 7.14).



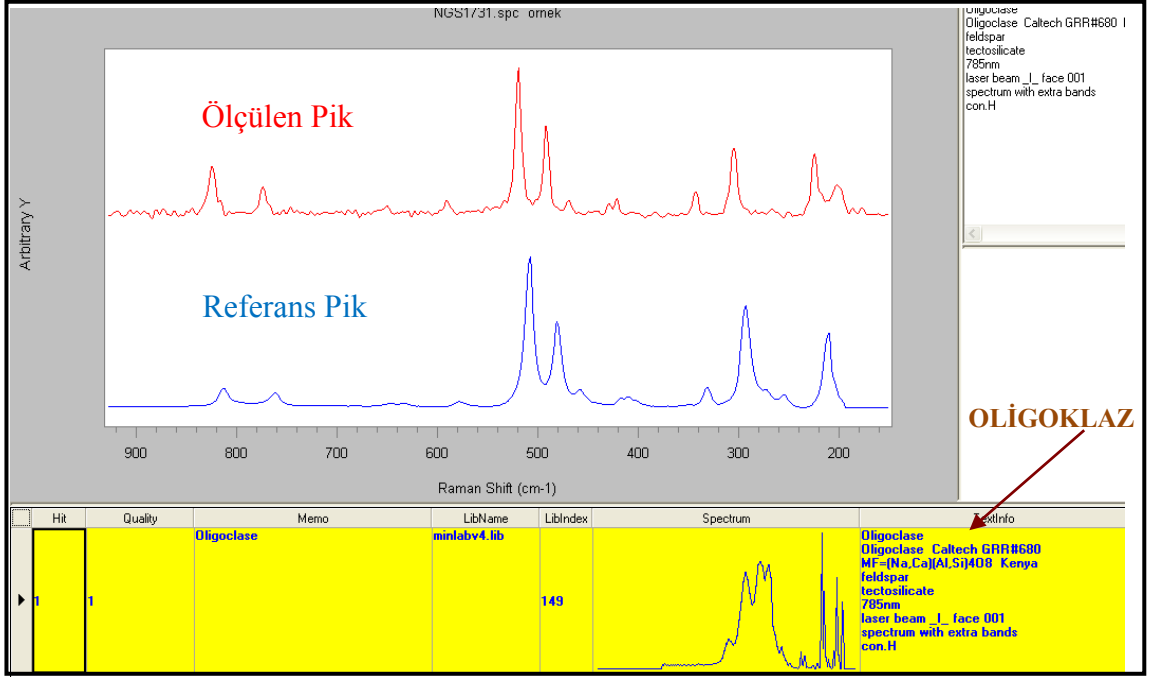
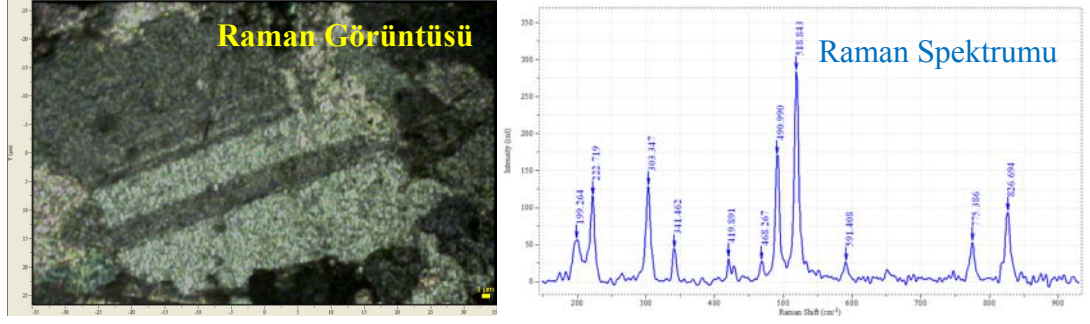
Şekil 7.14 Klinzoizit mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: MR-61)

7.5.5 Feldispatların Raman spektroskopik incelemesi

Çalışma alanında yer alan feldispat minerallerinde yapılan Konfokal Raman Spektrometresi çalışmaları sonucunda feldispatların albit ve oligoklaz bileşimde olduğu görülmüştür (Şekil 7.15-7.16).



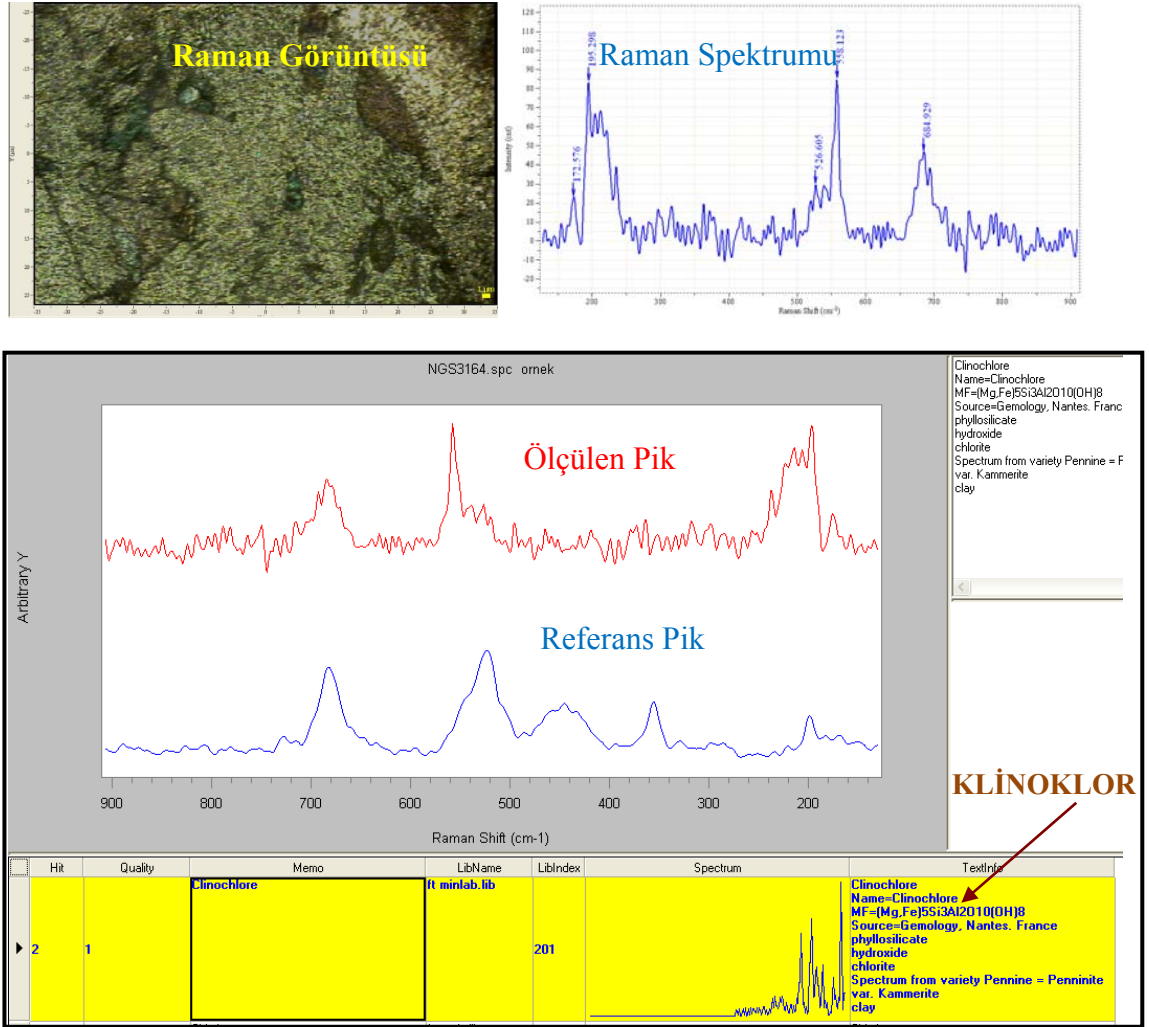
Şekil 7.15 Albit mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: MR-51)



Şekil 7.16 Oligoklaz mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: MR-220B)

7.5.6 Kloritin Raman spektroskopik incelemesi

Konfokal Raman Spektrometresi çalışmaları sonucunda çalışma alanında yer alan klorit minerallerin bir kısmının klinoklor bileşimde olduğu görülmüştür (Şekil 7.17).



Şekil 7.17 Klinoklor mineralinin Raman spektroskopik karakteristikleri (Örnek No: MR-60)

Çalışma alanında yer alan metamorfik kayalardaki karakteristik minerallerin bir kısmının Konfokal Raman Spektrometresi çalışmaları sonucunda elde edilen Raman shift ölçüm değerleri çizelge 7.1’de verilmiştir.

Çizelge 7.1 Çalışma alanında yer alan metamorfik kayalardaki karakteristik minerallerinden elde edilen Raman shift ölçüm değerleri

Kesit No	Fasiyes	Mineral Adı	Karakteristik Raman Pikleri (cm⁻¹)
MR/51	Eklojit	Granat (almandin) Albit	1589.668-1341.806-1035.357 517.303-489.419-426.993
MR/52	Eklojit	Granat (pirop)	913.553-560.056-363.393
MR/60	Yeşilşist	Granat (almandin-spessartin) Klinoklor	914.941-560.663-362.615 684.929-558.123-526.605
MR/61	Yeşilşist	Klinozoizit	1099.999-993.135-927.829
MR/63	Yeşilşist	Granat (pirop-spessartin)	915.854-607.876-563.371
MR/94	Yeşilşist	Biyotit	1032.021-767.787-711.254
MR/131	Yeşilşist	Muskovit Aktinolit	1127.728-710.709-442.204 1056.738-993.448-679.482
MR/220b	Yeşilşist	Oligoklaz	826.694-775.386-591.408
MR/282	Mavişist	Glokofan	1057.302 - 989.028 -694.163

8. JEOKİMYA

İnceleme alanından alınan kaya örneklerinin ayrıntılı olarak mineralojik-petrografik incelemelerinden sonra kayalarının jeokimyasal karakterlerinin ortaya konması amacıyla kaya gruplarını temsil eden mümkün olduğu kadar taze ve karakteristik örnekler seçilerek tüm kayaç jeokimyasal analizleri yapılmıştır. 425 adet örnekten 105 adet taze kaya örneği seçilmiş ve bu örneklerden tüm kaya ana oksit ve eser element (Ek 3) yapılmıştır. Jeokimyasal analizi yapılan bu örnekler ilişkili diyagramlara aktarılarak değerlendirilmiştir.

8.1 Metamorfik Kayaların Jeokimyası

8.1.1 Ana element oksit ilişkileri

Örneklerin kimyasal bileşimlerini ve kaynak kaya ilişkilerini ortaya koyabilmek için kimyasal analizleri yapılmış ve değerlendirmeleri kimyasal ayırım diyagramları üzerinde irdelenmiştir. Kimyasal analizler yeşilist fasiyesinde 50 adet, mavişist fasiyesinde 44 adet, eklojit fasiyesinde 7 adet, volkanik kayaçlardan 4 adet örnekte yapılmıştır.

Yeşilist fasiyesindeki kayaçlarda ana oksit elementleri %29,94-83,00 SiO₂, %0,07-6,62 Na₂O, %0,64-20,58 MgO, %7,66-23,01 Al₂O₃, %0,06-0,51 P₂O₅, %0,05-7,22 K₂O, %0,15-18,07 CaO, %0,13-3,21 TiO₂, %0,07-0,56 MnO, %2,70-23,83 Fe₂O₃ aralarında değişen değerlere sahiptir.

Mavişist fasiyesindeki kayaçlarda ana oksit elementleri %20,16-52,18 SiO₂, %0,07-3,94 Na₂O, %3,03-16, MgO, %5,66-20,02 Al₂O₃, %0,10-1,05 P₂O₅, %0,02-8,07 K₂O, %5,50-27,58 CaO, %0,91-4,01 TiO₂, %0,03-0,45 MnO, %9,05-17,50 Fe₂O₃ aralarında değişen değerlere sahiptir.

Eklojit fasiyesindeki kayaçlarda ana oksit elementleri %39,23-58,81 SiO₂, %1,43-4,19 Na₂O, %2,18-8,11 MgO, %11,46-17,26 Al₂O₃, %0,16-0,61 P₂O₅, %0,81-4,54 K₂O,

%2,08-12,27 CaO, %1,36-4,63 TiO₂, %0,08-0,19 MnO, %9,18-19,51 Fe₂O₃ aralarında değişen değerlere sahiptir.

Yeşilşist fasiyesindeki kayaçlar genel anlamda kuvars ve muskovitce zengin, kuvars ve muskovitce zengin aynı zamanda aktinolit ve granat içeren kayaçlar ve granat miktarı daha fazla aktinolitçe zengin kayaçlar olmak üzere 3 ana gruba ayrılmaktadır.

Mavişist fasiyesindeki kayaçlar ise muskovitce zengin, granatca fakir Na amfibollü mavişistler, granat ve Na amfibolce zengin mavişistler olmak üzere iki ana gruba ayrılır (Şekil 8.1)

● Mavişist	Muskovitce zengin, granatca fakir Na amfibol içeren kayaçlar (Karadere metamorfik kayaçları)
△ Mavişist	Na amfibol ve granatca zengin kayaçlar (Karadere metamorfik kayaçları)
+ Yeşilşist	Granat miktarı nispeten daha fazla aktinolit ve tremolitce zengin kayaçlar (Bozdağ metamorfik kayaçları)
× Yeşilşist	Kuvars ve muskovitce zengin kayaçlar (Bozdağ metamorfik kayaçları)
⊠ Yeşilşist	Kuvars ve muskovitce zengin aynı zamanda granat ve aktinolit içeren kayaçlar (Bozdağ metamorfik kayaçları)
* Eklojit	

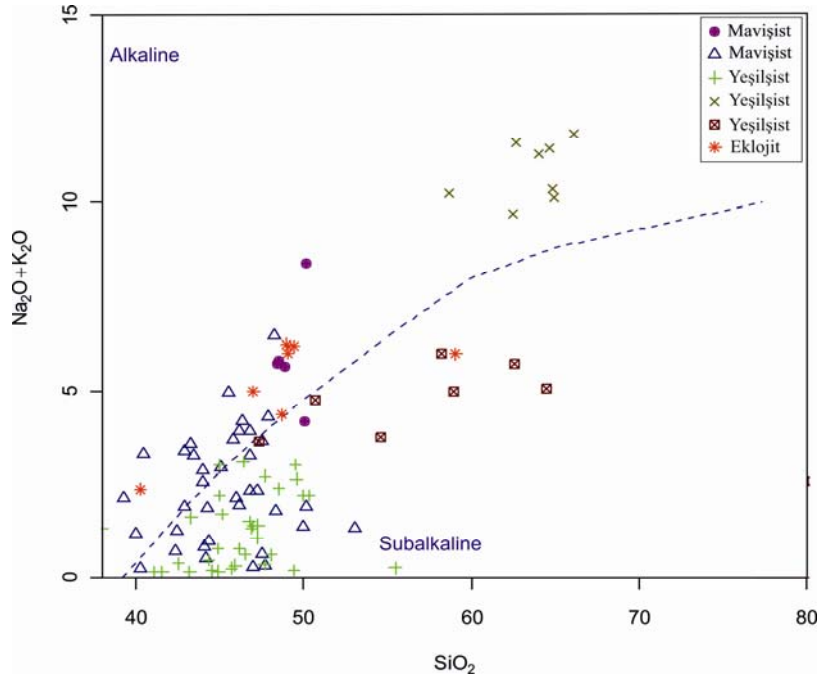
Şekil 8.1 Sembol açıklamaları

Bölgedeki kayaların doku ve mineralojik açıdan bakıldığında belirgin farklılık sağladığı petrografik çalışmalarla ortaya konulmuştur. Bu farklılıkların kaynak kayalarını ve kökenlerini ortaya koyabilme açısından anaoksit bileşimlerinden yararlanarak jeokimyasal sınıflandırılmaları yapılmaya çalışılmıştır. Buna göre kaynak kayalarının davranışlarını belirleyebilmek için toplam alkaliye karşı silis, SiO₂-Na₂O+K₂O (Le Bas vd., 1986) diyagramları çizilmiştir. Bu diyagramda genel anlamda mavişist kayaları

glokofan gibi Na minerallerince zengin olmasından dolayı daha çok alkalen ve geçişli olarak subalkalen alana düşmektedir (Şekil 8.2).

Toplam alkaliye karşı silis diyagramlarında muskovit ve biyotit içerikli yeşilşist fasiyesindeki kayalar kuvars, muskovit ve biyotitce zengin olmalarından dolayı SiO_2 değerleri ortalama olarak % 65 ve toplam alkali miktarının %10 üzerinde olduğu diyagramda görülmektedir. Granat içerikli yeşilşistler genel anlamda SiO_2 'ce zengin oldukları (kuvars ve granat'dan dolayı) geniş bir spektrum aralığında subalkalen alanda dağılım gösterdikleri görülmüştür (Şekil 8.2).

Mavişist fasiyesinde yer alan kayalar yeşilşist fasiyesinde yer alan kayalardan kuvarasca fakir olmaları ve farklı oranlarda Na amfibol içermelerinden dolayı alkalen ve subalkalen alanlarına düşmektedir (Şekil 8.2).



Şekil 8.2 Karadere metamorfik kayaların toplam alkali-silika adlama diyagramındaki (Le Bas vd. 1986) konumları

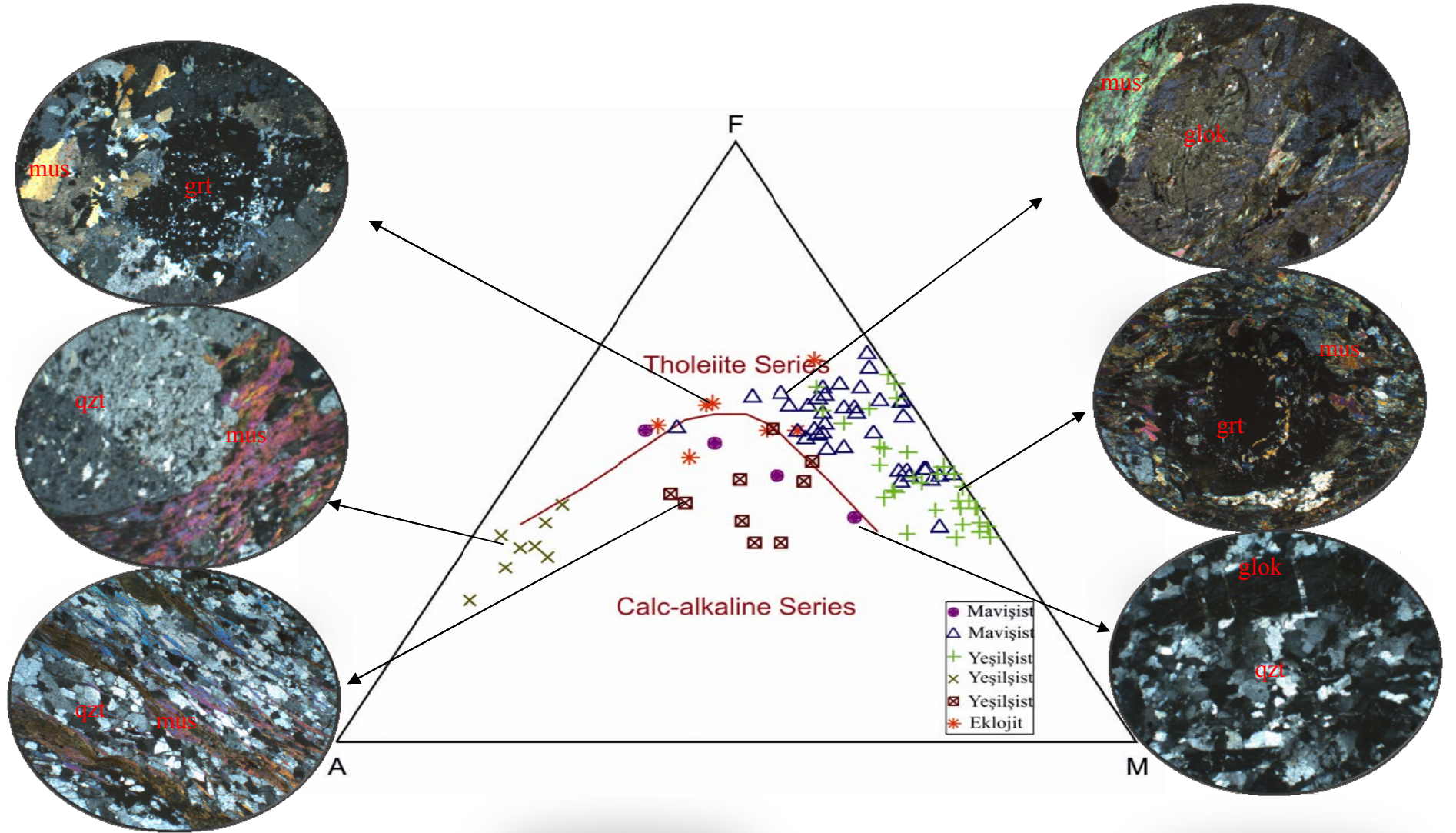
Eklojit bileşimindeki kayalar mavişist fasiyesine oranla daha fazla kuvars, muskovit ve biyotit içermelerinden dolayı TAS diyagramındaki ayırtman çizgisinin yukarlarında yer aldığı görülmektedir. Bu kayaların bir kısmının alkalen bir kısmında subalkalen alanlarına düşmesi Na ve K içeriklerinin yanında Fe ve Mg içeriklerinede bakılarak AFM (Irvine ve Baragar, 1971) diyagramında sınıflandırılmalarına bakılmıştır (Şekil 8.3). Buna göre muskovitce zengin olan kayalar kalkalkalen, Tremolit-aktinolitce zengin kayalar Toleyitik alanına, granat ve tremolit-aktinolitce zengin kayalar ise kalkalkalen-toleyitik arasında bir geçiş sergilediği gözlenmektedir.

Buna göre kayaların kaynak karakterlerini belirleme açısından değerlendirildiği zaman kalkalkalen ve toleyitik karakterli en az iki farklı kayaktan türedikleri ortaya konulmaktadır (Şekil 8.3).

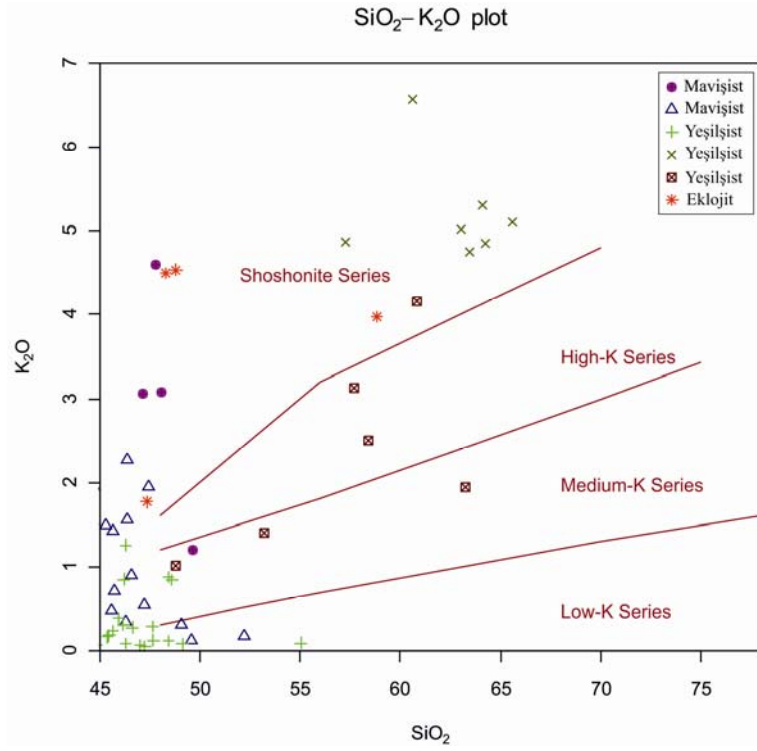
Kayaların içerisindeki alkali zenginlikleri Na veya K'dan kaynaklandığını belirlemek ve sınıflamak için $\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{O}$ ayırtman diyagramı çizilmiştir. Muskovit ve biyotitce zengin olan kayaların K'ca aşırı zengin olmalarından dolayı şoşonitik alana düştüğü gözlenmektedir. Diğer kaya grublarına bakıldığında düzenli bir dağılım göstermedikleri ortaya konulmuştur (Şekil 8.4).

Yeşilşist fasiyesindeki muskovit ve biyotitce zengin kayalar aynı zamanda kuvarscada zengin olduğu ve büyük olasılıkla kırıntılı malzemedan türedikleri $\text{TiO}_2\text{-Zr}$ dağılım diyagramlarından söylenebilir (Şekil 8.5). Tremolit-aktinolitce zengin yeşilşist fasiyesindeki kayaçların sfence zengin olmaları $\text{TiO}_2\text{-Zr}$ diyagramındaki dağılım diyagramında açıkça görülmektedir.

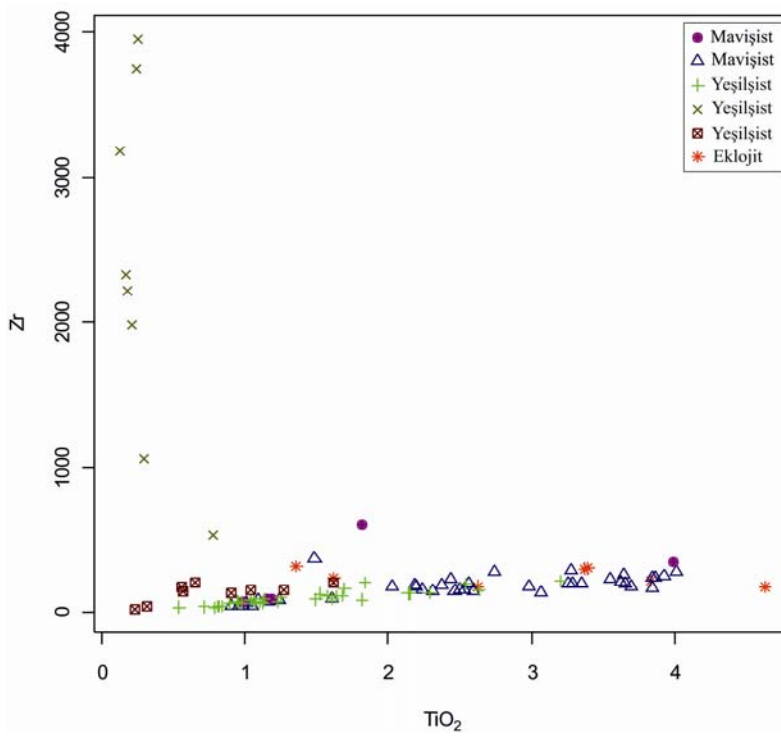
Kayaçların birbirleri ile olan element dağılım ilişkileri ve ayrımlaşma özelliklerinin araştırılması açısından $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$, $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O}$, $\text{SiO}_2\text{-MgO}$, $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5$, $\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{O}$, $\text{SiO}_2\text{-CaO}$, $\text{SiO}_2\text{-FeO}$ ' ye karşı değişim diyagramları çizilmiştir. Buna göre genel anlamda Fe, Ti, Mg, Ca'a karşı azda olsa negatif ilişki buna karşı Na ve K'ya karşıda pozitif ilişki sergilediği gözlenmektedir. Bu değişim mineralojik bileşimindeki



Şekil 8.3 Hekimdağ metamorfik kayaçlarının AFM diyagramındaki (Irvine and Baragar, 1971) konumları

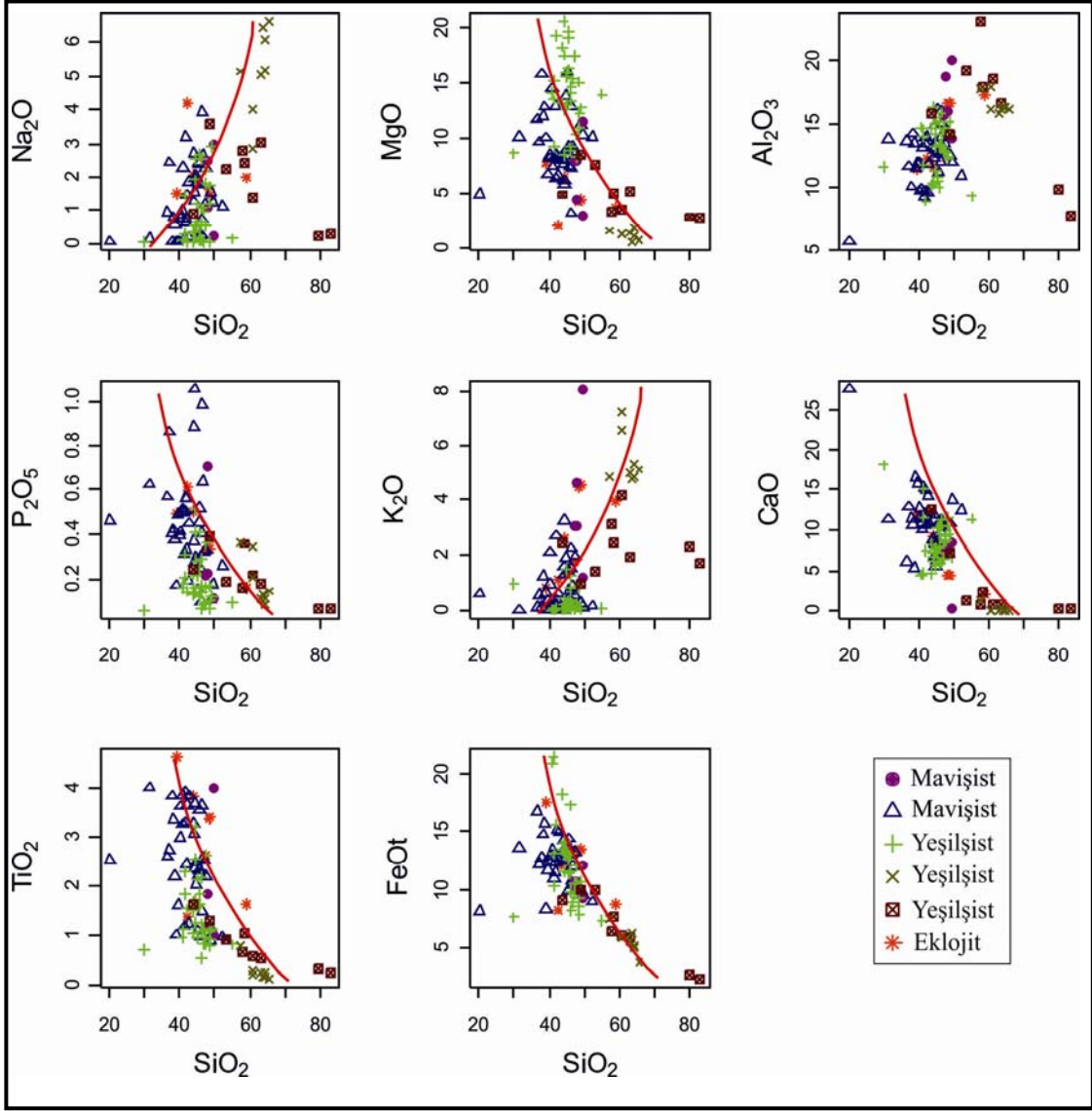


Şekil 8.4 Karadere metamorfik kayaların SiO₂ -K değişim diyagramı



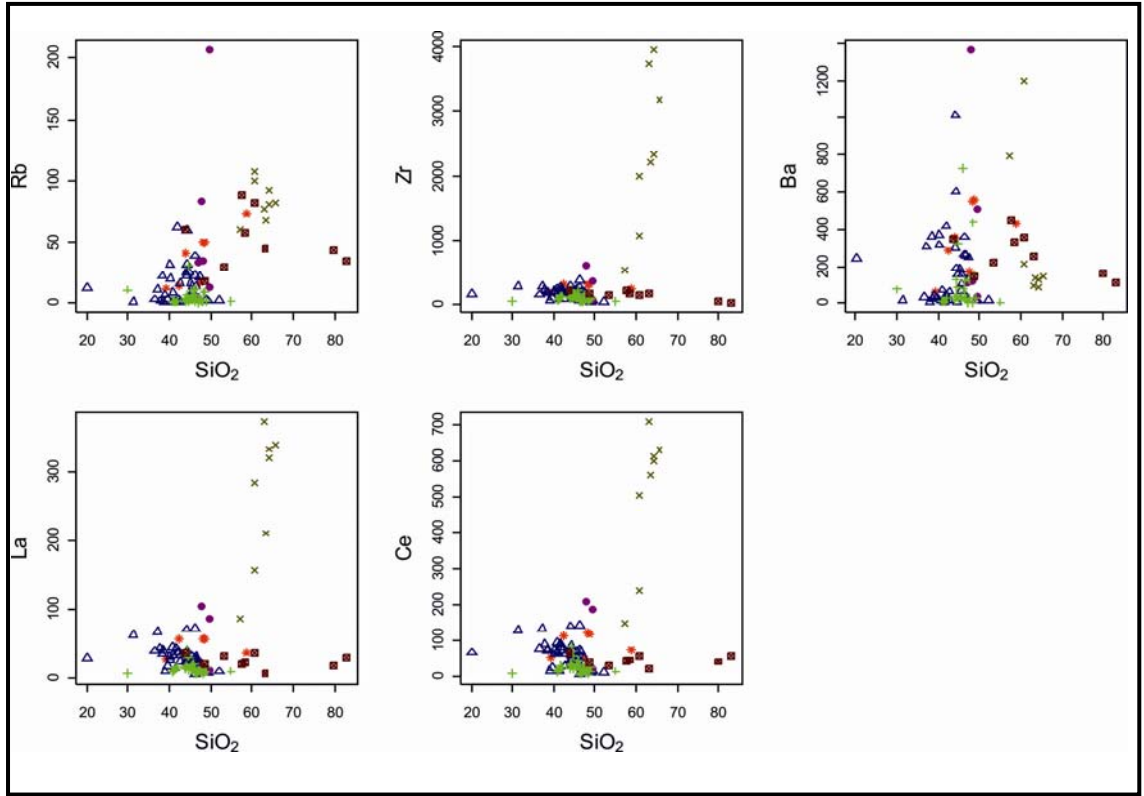
Şekil 8.5 Karadere metamorfik kayaların TiO₂ -Zr değişim diyagramı

minerallerin dağılım oranlarıyla doğru orantılıdır. Al_2O_3 ve P_2O_5 açısından bakıldığında belirgin bir dağılım ilişkisi gözlenememiştir (Şekil 8.6).



Şekil 8.6 Karadere metamorfik kayaçlarının (%) SiO_2 'ye karşı majör element değerlerinin Harker değişim diyagramları (Harker 1909)

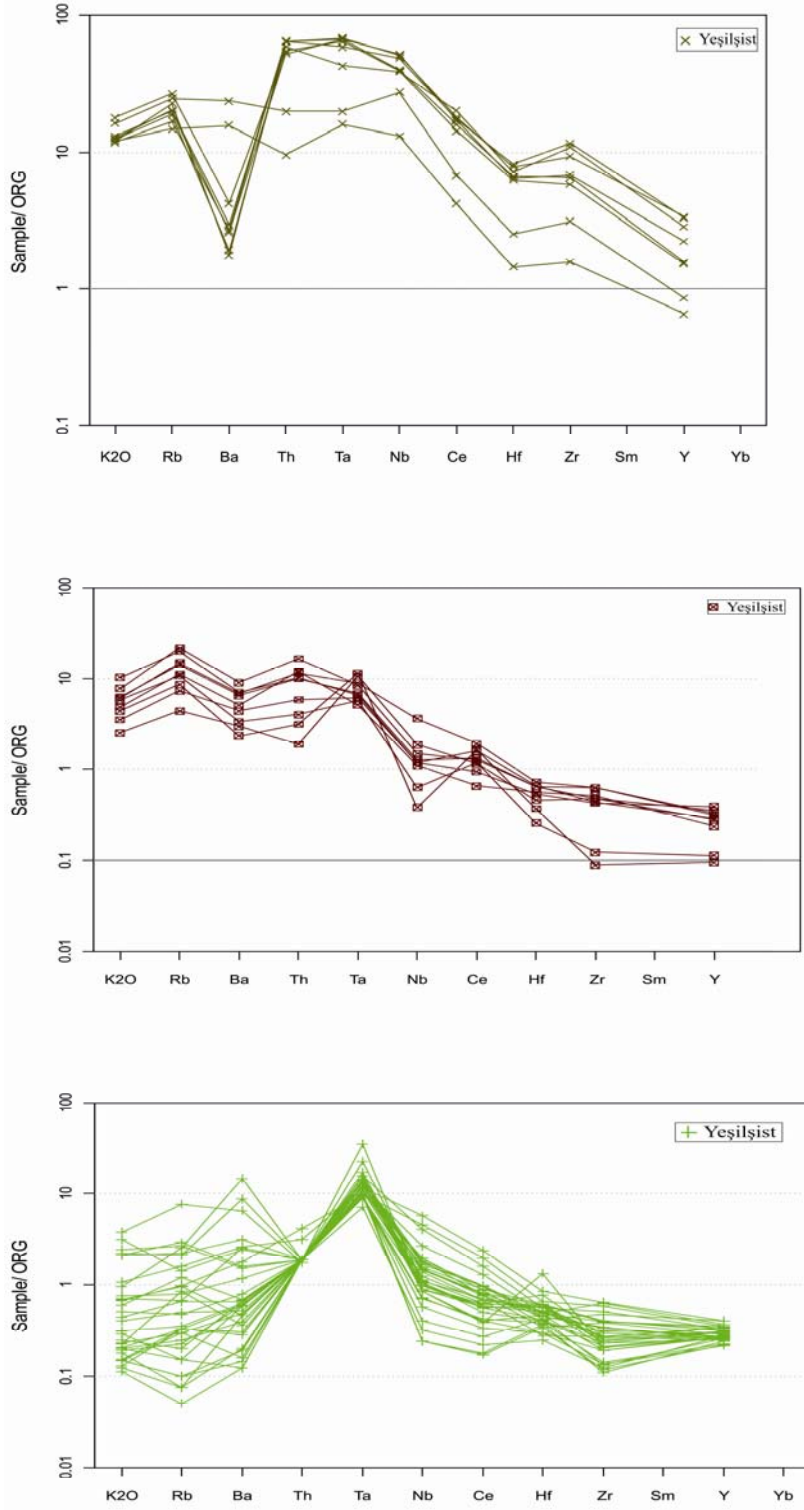
Aynı ilişkiyi görebilmek için La, Zr, Ce, Ba, Rb diyagramları çizilmiştir. Bu diyagram içerisinde özellikle La, Zr, Ce elementlerinin belirgin fazlalığı kaynak kayalarının kabuksal kökenli olduğunu göstermektedir (Şekil 8.7).



Şekil 8.7 Karadere metamorfik kayaların (%) SiO_2 'ye karşı iz element değerlerinin Harker değişim diyagramları (Harker 1909)

Genel anlamda yeşilist ve mavişist kayaları bölgenin en önemli metamorfik birimlerini oluşturmaktadır. Kayaların göstermiş oldukları farklı doku farklı mineral toplulukları ve farklı jeokimyasal bileşimlerinden dolayı kaynak kayalarında farklı olabileceğini göstermektedir. Bu kayaların kaynak kayalarını belirlemek açısından yeşilist fasiyesindeki kayalar okyanus ortası granit (ORG, pearce 1982) norm değerlerine göre normalize edilerek element değişim diyagramlarına bakılmıştır (Şekil 8.8).

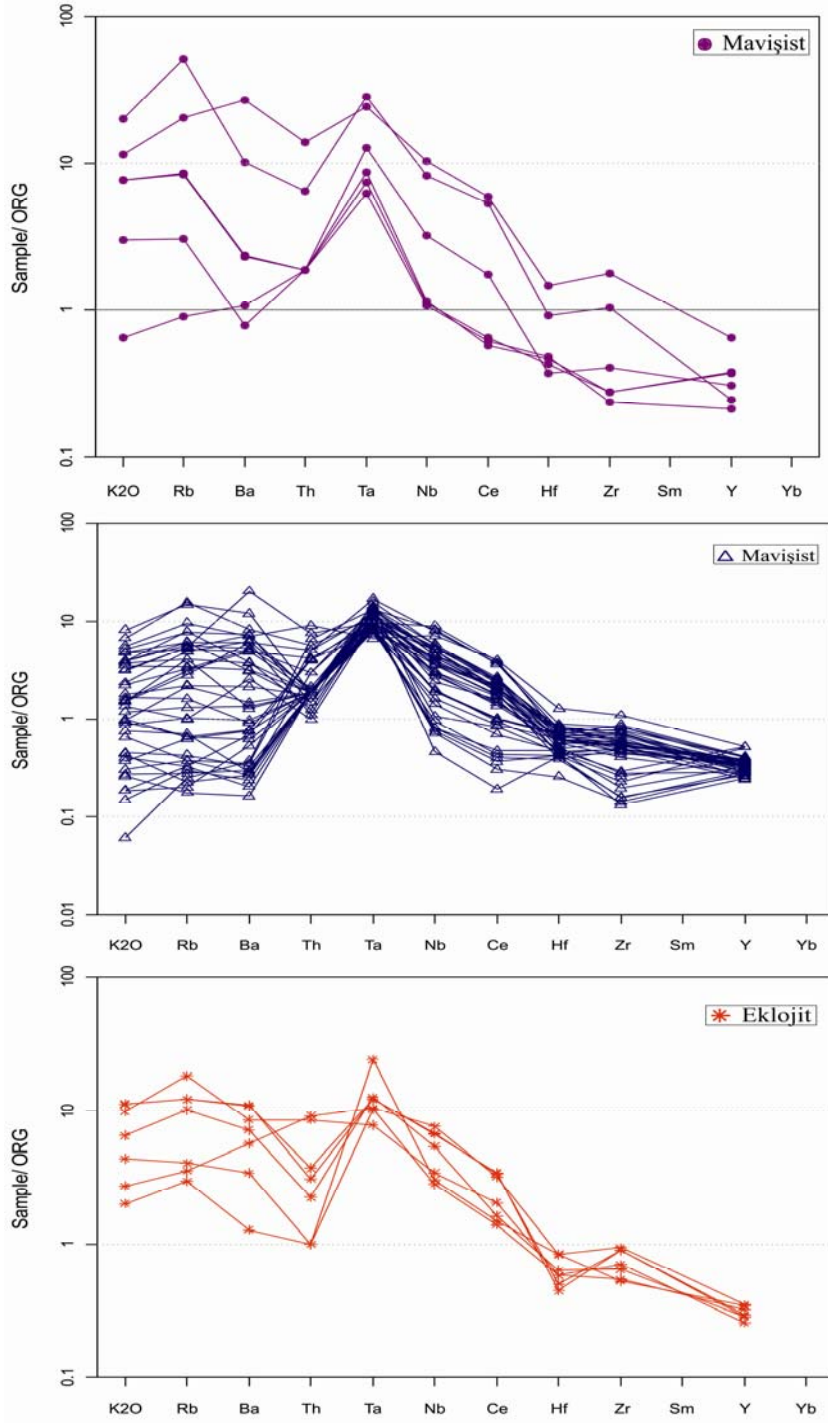
Yeşilist fasiyesinde muskovit, kuvars ve granatca zengin kayaların element dağılımlarına bakıldığında LILE elementlerince zenginleşme gösterdikleri görülmektedir. Buna karşın HFS elementlerince nispeten fakir olduğu görülmektedir. Tremolit-aktinolitce zengin kayalar ORG'a normalize edilen element dağılım diyagramlarında oldukça düzensiz bir dağılım yaptığı görülmektedir. Bununda farklı oranlarda tremolit-aktinolit, muskovit, biyotit içermiş olabileceğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak genel anlamda yeşilist fasiyes alanına düşen her üç kayaç



Şekil 8.8 Bozdağ metamorfik kayalarının ORG'a göre spider diyagramındaki dağılımları (Pearce vd. 1984)

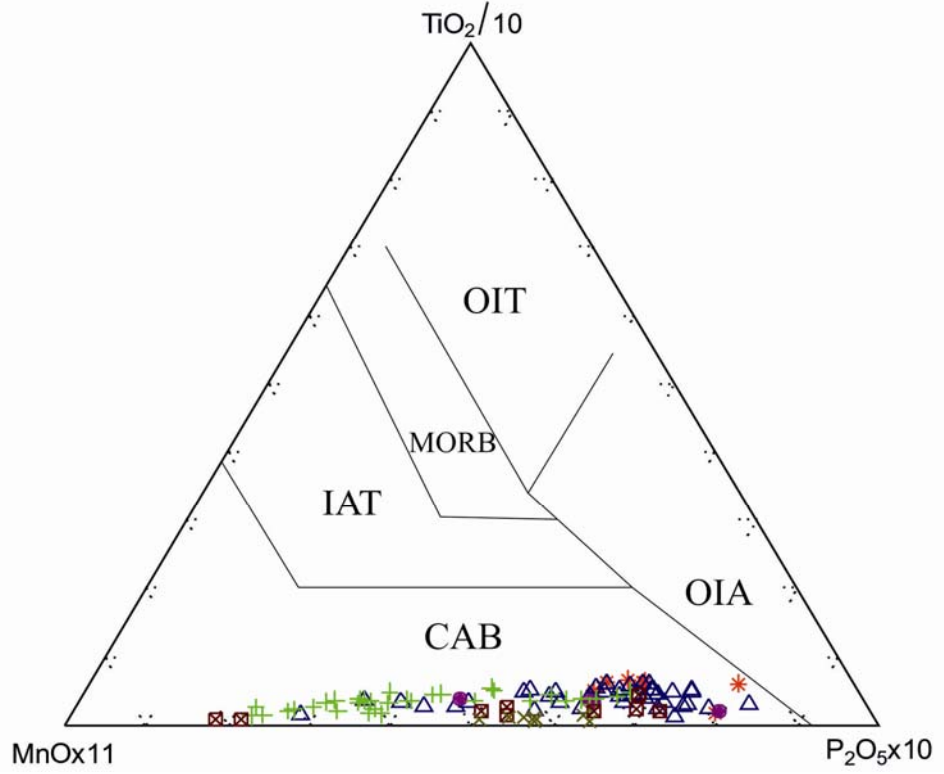
grubuda kayaçların ORG'a normalize edilmiş oranları 100 kattan daha düşük bir aralık içerisinde dağılım gösterdikleri ortaya konulmuştur (Şekil 8.8). Özellikle muskovit ve biyotitçe zengin olan kayaların LILE ve HFS elementlerinin dağılımlarına bakıldığında 1 norm çizgisinin üzerinde diğer yeşilşist fasiyesindeki kayaçlar ise 1 norm çizgisinin altında yer almaları daha mafik bir kayadan türemiş olabileceklerini ortaya koymaktadır. Buna göre yeşilşist fasiyesindeki kayaların (muskovit ve biyotitçe zengin) kabuksal olasılıkla kırıntılı kayalardan, diğer kayaların ise bazik kökenli kayalardan kaynaklandığının göstermektedir.

Mavişist ve eklojit kayalarının ORG'a göre normalize edilmiş element dağılım diyagramına bakıldığı zaman LILE'ce zengin HFS elementlerince fakirlik sergilemeleri, bazik kaynaklı kayalardan türemiş olabileceklerini ortaya koymaktadır (Şekil 8.9). Bu kayaların mavişist element dağılım diyagramlarına bakıldığında oldukça geniş bir dağılım aralığında yayılım göstermeleri retrograd metamorfizmadan (yani mavişistten-yeşilşist fasiyesine doğru) kaynaklanmış olabileceğini göstermektedir.



Şekil 8.9 Karadere metamorfik kayalarının ORG'a göre spider diyagramındaki dağılımları (Pearce vd. 1984)

Bölgede yer alan kayaların mafik minerallerce zengin olmalarından dolayı magmatik kökenli oldukları anlaşılmaktadır. Bu magmatik kökenli kayaların kaynaklarını belirlemek için $P_2O_5 \cdot 10 - MnO \cdot 10 - TiO_2 / 10$ (Mullen 1983) üçgen diyagramından yararlanılarak kayaların daha çok kalkalkalen adayayı bazalt alanlarına düştüğü görülmektedir.

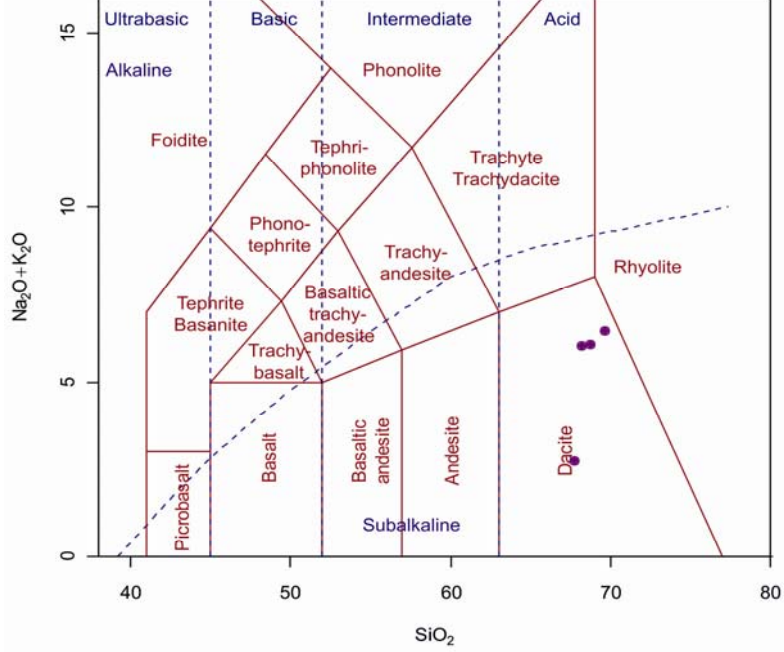


Şekil 8.10 Karadere metamorfik kayalarının $MnO - TiO_2 - P_2O_5$ tanımlama diyagramı (Mullen 1983'ten alınmıştır.)

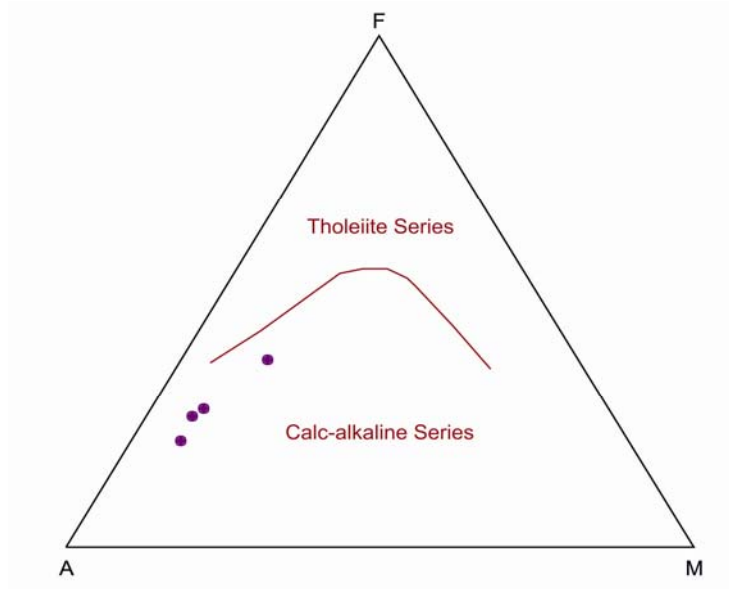
8.2 Volkanik Kayaların Jeokimyası

8.2.1 Ana element oksit ilişkileri

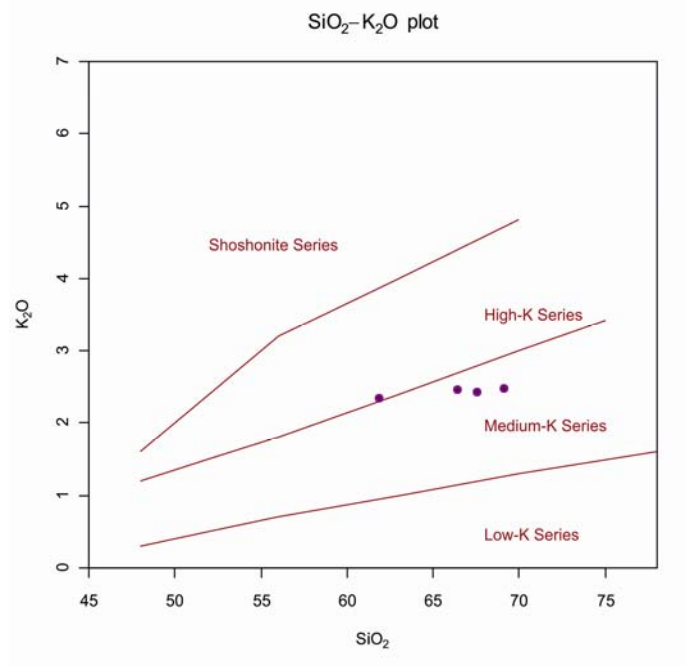
İnceleme alanında yer alan volkanik kayalar genel olarak metamorfik kayaların üzerine gelmektedir. Bu kayaların metamorfik kayalarla kökensel anlamda bir ilişki göstermedikleri saha çalışmaları sırasında belirlenmiştir. Volkanik kayaların dağılımlarını ve kökensel ilişkilerini belirlemek için taze kısımlarından toplam 4 adet örnekten kimyasal analiz yapılmıştır. Volkanik kayaların ana oksit elementleri %61,85-69,10 SiO₂, %0,21-3,93 Na₂O, %0,66-0,74 MgO, %17,07-19,15 Al₂O₃, %0,13-0,14 P₂O₅, %2,35-2,48 K₂O, %1,92-6,29 CaO, %0,29-0,37 TiO₂, %0,01-0,15 MnO, %1,94-2,72 Fe₂O₃ aralarında değişen değerlere sahiptir. Buna göre SiO₂-Na₂O+K₂O (Le Bas vd. 1986) diyagramında dasit alanına düştüğü ve subalkalen olduğu belirlenmiştir (Şekil 8.11). Subalkalene düşen dasitler AFM (Irvine ve Baragar, 1971) diyagramında kalkalkalen magmadan türedikleri belirlenmiştir (Şekil 8.12). Potasyum içeriğine bakıldığında orta potasik karakterli oldukları SiO₂-K₂O (Peccerillo ve Taylor, 1976) diyagramında görülmektedir (Şekil 8.13). Bu kayaların magma kökenlerini belirleme açısından ORG'a göre normalize edilmiş element değişim diyagramları çizilmiştir. Genel anlamda LILE elementlerince zenginleşme, HFS elementlerince fakirleşme gösterdiği, ayrıca aynı diyagrama bakıldığı zaman kalkalkalen alana düştüğü görülmüştür (Şekil 8.14).



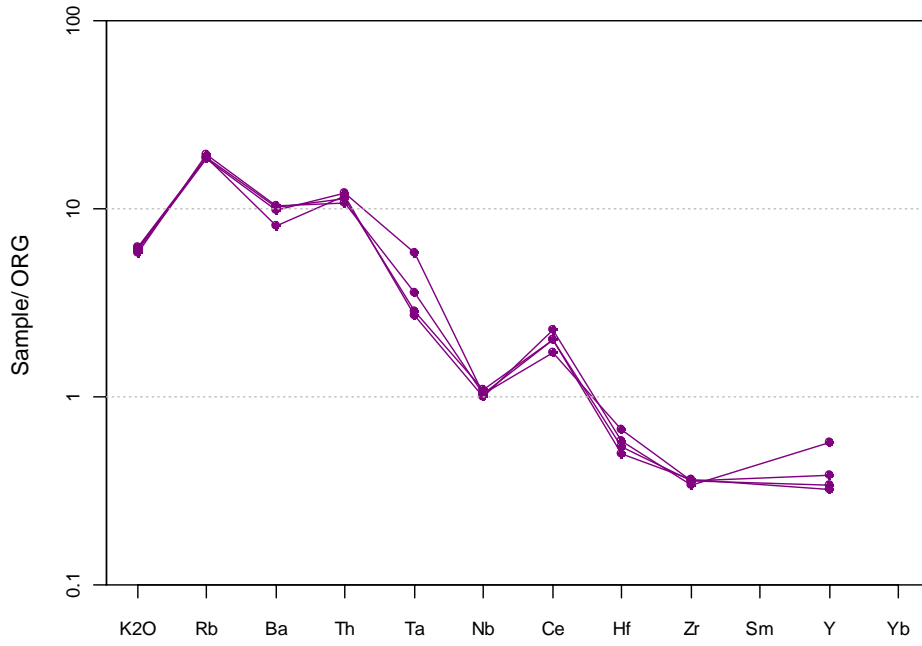
Şekil 8.11 Dasitlerin toplam alkali-silika adlama diyagramındaki (Le Bas vd. 1986) konumları



Şekil 8.12 Çalışma alanında gözlenen Dasit'lerin AFM (Irvine ve Baragar, 1971) diyagramındaki konumları



Şekil 8.13 Dasit'lerin SiO₂-K₂O (Peccerillo ve Taylor, 1976) diyagramındaki dağılımı



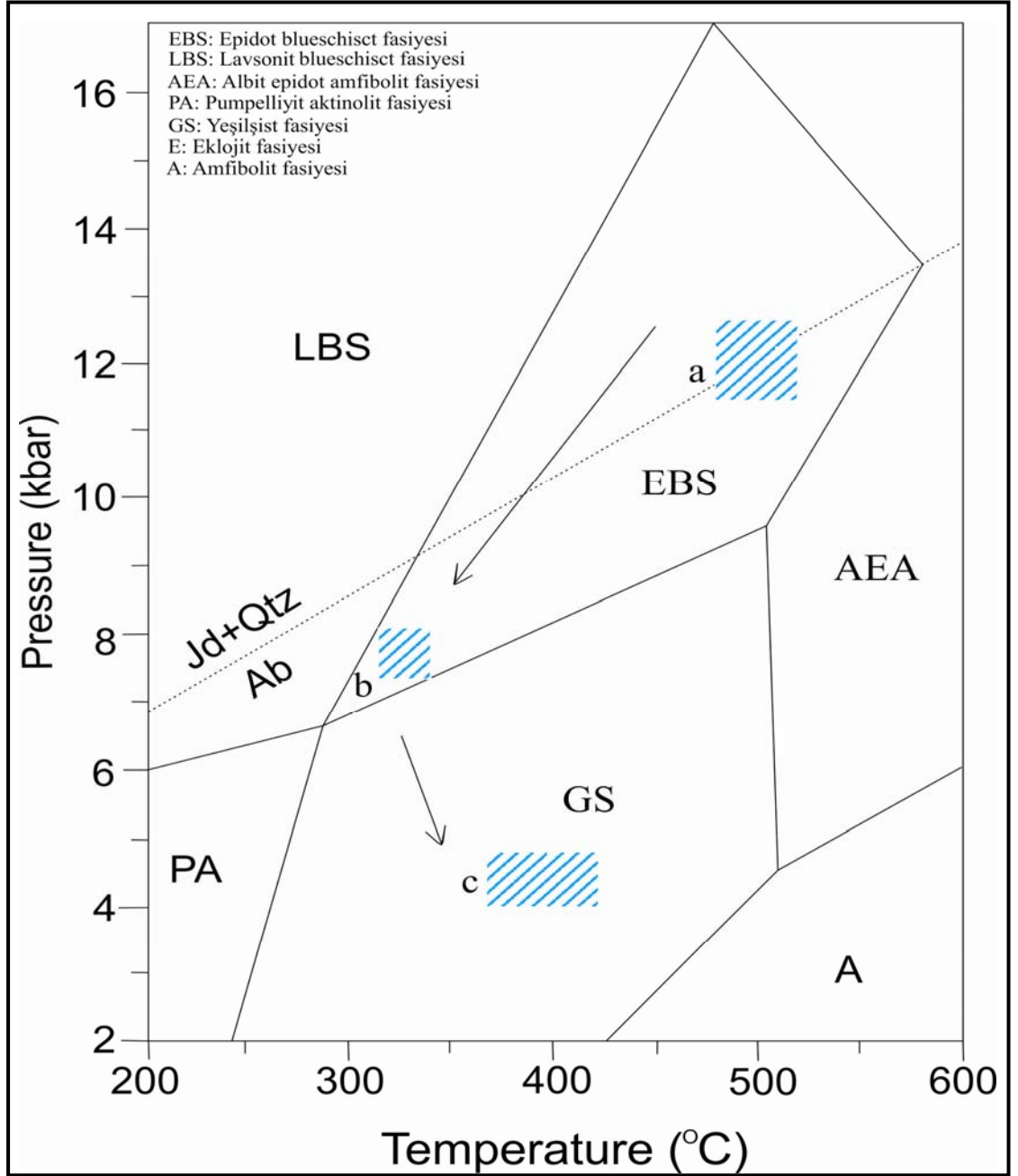
Şekil 8.14 Çalışma alanında gözlenen Dasit'lerin ORG'a göre spider diyagramındaki dağılımları (Pearce vd. 1984)

9. SICAKLIK-BASINÇ İLİŞKİSİ

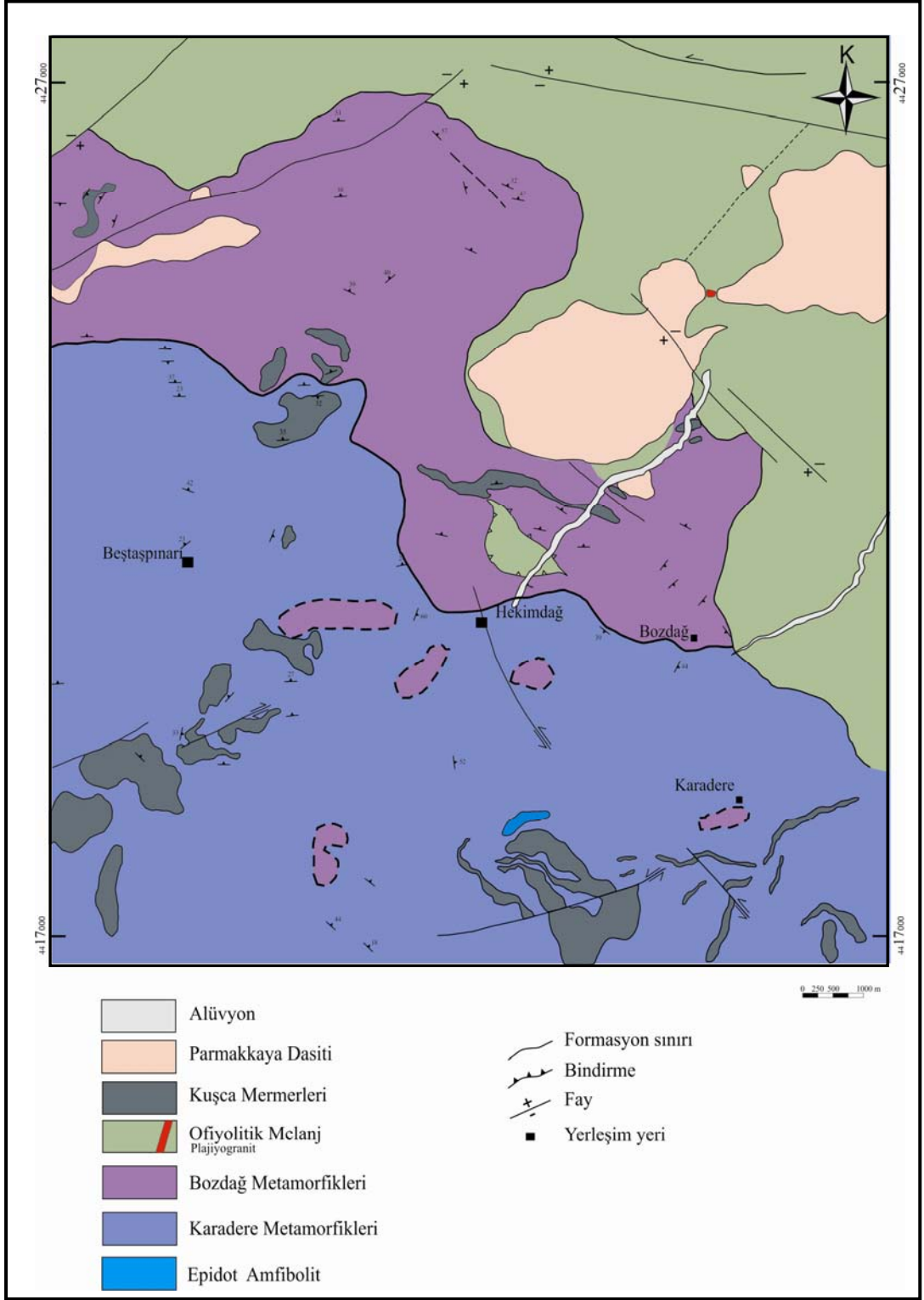
Bölgede yer alan metamorfik kayaların oluşumlarını sıcaklık ve basınç açısından yorumlamak için kayada yer alan mineral parajenezlerinden yararlanılmıştır. Eklojit kayalarında yer alan mineraller Granat + Na amfibol + epidot + muskovit (fengit) birlikteliğinden oluşmakta ve şekil 9.1.a aralığına düşmektedir. Eklojit fasiyesi kayaları için yaklaşık P-T değerleri 500 ± 20 °C ve 12 ± 1 kbar olarak tahmin edilmiştir. Na amfibol + albit + epidot + muskovit (fengit) + klorit ± granat birlikteliğinden oluşmuş mavişist kaya topluluğu eklojit kayalarına göre daha düşük sıcaklık ve basınç alanında yer almakta ve genel anlamda şekil 9.1.b alanında toplanabilmektedir. Mavişist fasiyesi kayaları için yaklaşık P-T değerleri 300 ± 50 °C ve 7 ± 1 kbar olarak tahmin edilmiştir. Yeşilşist fasiyesinde yer alan kayalar ise genel anlamda Ca amfibol (aktinolit) + epidot + albit + muskovit + klorit ± granat ve stilpnomelan + kuvars mineral topluluğundan oluşmakta, şekil 9.1'de gösterilen ayırtman diyagramındaki eklojit ve mavişiste nazaran daha düşük basınç kısmında yüksek sıcaklık aralığına düştüğü görülmektedir şekil 9.1.c. Yeşilşist fasiyesi kayaları için yaklaşık P-T değerleri 400 ± 20 °C ve 4 ± 1 kbar olarak tahmin edilmiştir.

Çalışma alanı içerisinde yer alan kayaların saha gözlemlerine göre sınırsal ilişkileri daha çok kayaların renk ve makro ölçekteki mineral bileşimlerine göre çizilmiştir. Ayrıntılı petrografi çalışmalarına göre Karadere metamorfiklerine (mavişist fasiyesine) dahil edilen kayaların belirli alanlarında Bozdağ metamorfiklerine benzer doku ve mineral bileşimleri sergiledikleri görülmektedir. Bu çalışmanın sonucuna göre mavişist fasiyesinde yer almış olan bazı alanların yeniden ve nisbeten ilksel oluşumuna nazaran daha düşük sıcaklık ve basınç altında retrograd metamorfizmaya uğrayarak Bozdağ metamorfikleri gibi yeşilşist fasiyeslerine dönüştükleri görülebilmektedir (Şekil 9.2). Aynı şekilde Bozdağ metamorfiklerinin özellikle güney ucunda yer alan kayaların ilerleyen metamorfizma sonucu daha yüksek sıcaklık ve basınç altında mavişist fasiyesine dönüştüğü gözlenmektedir.

Genel anlamda bölgede yer alan eklojit, mavişist ve yeşilşist kayalarının magmatik kökenli kalkalkalen adayı bazalt alanlarına düştüğü (Şekil 8.10) üçgen diyagramında görülmektedir. Buna göre bölgede yer alan eklojit, mavişist ve yeşilşist birlikteliğindeki kaya gruplarının retrograd metamorfizmayla dönüşüm sağladıkları söylenebilir.



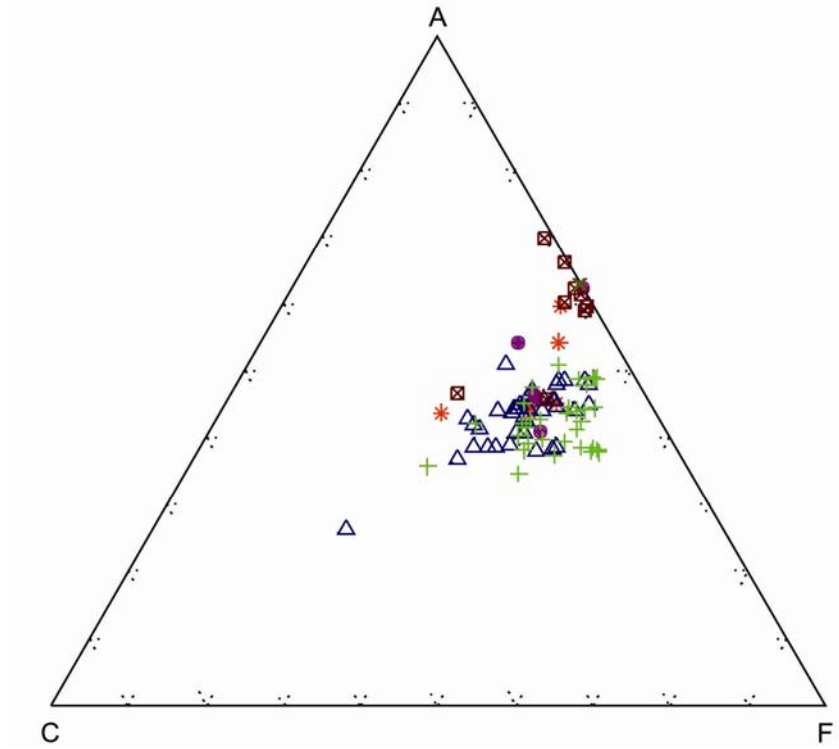
Şekil 9.1 Çalışma alanında yer alan metamorfik fasiyelerin yaklaşık P-T değerleri (Evans 1990)



Şekil 9.2 Çalışma alanı fasiyes haritası

10. BÖLGEDE YER ALAN KAYALARIN KÖKEN KAYASI

Bölgede yer alan amfibolit, granat mika şist ve glokofan şistlerin önemli bir bölümünün ana mineralleri amfibol + albit + epidot + muskovit + klorit \pm granat mineral parajenezinden oluşması bu kayaların ana kaynaklarının magmatik kökenli olabileceklerini göstermektedir. Ayrıca bölgede yer alan kayaların jeokimyasal sonuçları ACF (Ehlers ve Blatt, 1982) üçgen diyagramında değerlendirildiği zaman kayaların önemli bir bölümünün magmatik kökenli alana düştüğü görülmektedir. Bunun yanında çok az bir kısmının kil ve kilce zengin karbonat kökenli kayalardan türediği görülmektedir.



Şekil 10.1 Karadere metamorfik kayalarının ACF diyagramındaki (Ehlers ve Blatt, 1982) konumları

11. SONUÇLAR

Eskişehir kuzeyi Hekimdağ metamorfik kayalarının jeolojisi ve petrolojisi konulu bu tez çalışması 1/25.000 ölçekli Eskişehir İ25a1 paftasında olup yaklaşık 110 km² lik bir alanda gerçekleştirilmiştir.

Çalışma alanının jeoloji haritası yapıp stratigrafik istif oluşturulmuştur. Bu istifin temelini metamorfik kayalar temsil etmektedir. Buna göre en altta yer alan mavişist fasiyesinde metamorfizmaya uğramış Karadere metamorfik kayaları metakırıntılı, metabazit ve bunlarla ardalanmalı mermerlerden oluşmakta olup ayrıca aralarda epidot amfibolit ve eklojit dilimleri yer almaktadır. Bu birim Bozdağ metamorfik kayaları üzerine bindirmeli olarak gelmektedir. Bozdağ metamorfik kayaları yeşilşist fasiyesinde metamorfizmaya uğramış metabazit, metakırıntılı ayrıca bunlarla ardalanmalı mermerlerden ve yer yer kuvarsit bantlarından oluşmaktadır. Bu metamorfik birimler bindirmeli olarak tektonik dokanakla serpantinit, peridotit, radyolarit ve kireçtaşı bloklarından oluşan ofiyolitik melanj üzerine gelmektedir. Birimlerin üzerinde dasit bileşiminde Parmakkaya felsik volkanik kayaları yer almaktadır.

Mineralojik ve petrografik incelemelere göre Karadere metamorfikleri gnays, şist, epidot amfibolit, eklojit ve bunlarla ardalanmalı Kuşça mermerlerinden, Bozdağ metamorfikleri gnays, şist, fillit ve bunlarla ardalanmalı mermerler ile birlikte aralarda kuvarsit bantlarından oluşmaktadır. Metamorfik birimlerin bir kısmı granatlı olarak ayırtlanmıştır. Ofiyolitik melanj serpantinit, radyolarit, lisvenit, bazalt, diyabaz, harzburjit, mikrogabro ve plajiyogranit'den oluşmaktadır. Parmakkaya felsik volkanik kayaları dasit bileşimindedir.

Metamorfik fasiyeslerin belirlenmesinde granat, amfibol ve plajiyoklaz mineralleri Konfokal Raman spektroskopisinde incelenmiştir. Granatta yapılan Raman spektra sonuçları almandin, almandin-spessartin, pirop, pirop-spessartin bileşimini, amfibollerde yapılan Raman spektra sonuçları aktinolit, glokofan bileşimini,

feldispatlarda yapılan Raman spektra sonuçları ise albit ve oligoklaz bileşimini vermektedir.

Yeşilşist ve mavişist kayalarının ilksel kaynak kaya özelliklerini belirleme açısından TAS ve AFM diyagramlarına göre subalkalen ve daha çok toleyitik ve kalkalkalene doğru geçiş gösterdikleri belirlenmiştir.

Çalışma alanında yer alan eklojit mineral topluluğu Granat + Na amfibol + epidot + muskovit (fengit), mavişist mineral topluluğu Na amfibol + albit + epidot + muskovit (fengit) + klorit ± granat ve yeşilşist mineral topluluğu Ca amfibol (aktinolit) + epidot + albit + muskovit + klorit ± granat ve ayrıca az miktarda stilpnomelan + kuvars birliktelikleride gözlenmektedir. Buna göre mavişist ve yeşilşist fasiyesinde yer alan metamorfik kayalarda yapılan ayrıntılı sıcaklık basınç incelemeleri sonucunda eklojit için yaklaşık 500 ± 20 °C ve 12 ± 1 kbar, mavişist fasiyesi için yaklaşık 300 ± 50 °C ve 7 ± 1 kbar, yeşilşist fasiyesi için yaklaşık 400 ± 20 °C ve 4 ± 1 kbar aralığında oluşmuş olabilecekleri ortaya konulmuştur.

Ayrıntılı petrografi çalışmaları sonucunda bölgede yer alan metamorfik kayalarda fasiyes ayırımına gidilerek haritalaması yapılmıştır. Yapılan petrografik incelemelere göre mavişist fasiyesindeki kayaçların bir bölümü Na-amfibol, klorit ve muskovit mineral topluluğuyla karakterize olan retrograd metamorfizma etkisiyle yeşilşist fasiyesine dönüşmüştür. Benzer nedenlerle arazi çalışmalarında eklojit olarak ayıklanan birimin önemli bir bölümü Na amfibol ve epidot mineral birlikteliği ile amfibolite dönüşmüştür.

Ayrıntılı jeoloji, petrografi ve tüm kaya jeokimyası sonuçları, Sakarya kıtası evrimi sırasında oluşmuş Hekimdağ mavişist ve yeşilşist fasiyesindeki kayaların farklı P-T koşullarında bir kısmı kırıntılı, büyük bir çoğunluğu mafik magmatik kayaların metamorfizmasına uğraması sırasında türemiş olabileceklerini ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

- Akçe, M.A. ve Kadioğlu, Y.K. 2009. Yozgat İnrüzif Kompleksindeki Granatların Raman Konfokal Spektroskopik Karakteristikleri. 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, s. 614-615, 13-17 Nisan 2009, Ankara.
- Altınlı, İ.E. 1973a. Orta Sakaryanın Jeolojisi. Cum. 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi, 159-187.
- Altınlı, İ.E. 1973b. Bilecik Jurasığı Cum. 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi, 105-114.
- Altınlı, İ.E. 1975. Orta Sakarya Jeolojisi.Cum. 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi, 159-191.
- Ayaroğlu, H., 1978. Bozöyük-Söğüt bölgesinin jeolojisi ve petrografisi. Doktora Tezi, Ankara Üniv. (yayınlanmamış).
- Aydın, M., Serdar, H.S., Şahintürk, Ö., Yazman, M., Çokuğraş, R., Demir, O. ve Özçelik, Y. 1987. Çamdağ (Sakarya)-Sünnicedağ (Bolu) yöresininjeolojisi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 30(1), 1-14.
- Bao, X. and Xiaochun, G. 1996. The Minerageny of Two Groups of Zircons from Plagioclase Amphibolite of Mayuan Group in Northern Fujian, Acta Petrologica et Mineralgica, 15 (1), 73-79.
- Barun, K., Sachan, M. and Sachan, H.K. 2001. Discovery of coesite from Indian Himalaya: A record of ultra-high pressure metamorphism in Indian Continental Crust, Current Science, Vol. 81, No. 10, 1358-1360.
- Bingöl, E. 1968. Contribution a l' etude geologique de la partie centrale et Sud-Est du massif de Kazdağ (Turquie), These, L2 Univ. Nancy.
- Bingöl, E. 1969. Kazdağ masifinin merkezi ve güneydoğu kesiminin jeolojisi: MTA Derg., Sayı:72, s.110-123.
- Bingöl, E., Akyürek, B. ve Korkmazer, B. 1975. Biga yarımadasının jeolojisi ve Karakaya formasyonunun bazı özellikleri: Cumh. 50. Yılı Yerbilimleri kongresi tebliğler dergisi, MTA yayınları s. 70-76.
- Çetinkaplan, M., Candan, O., Oberhanslir, and Bousquet R. 2008. Pressure-temperature evolution of lawsonite eclogite in Sivrihisar Tavşanlı zone-Turkey. Lithos, 104, 12-32.
- Çoğulu, C., Delaloye, E. and Chessex, R. 1965. Sur l'age de quelques roches intrusives acides de la region Eskişehir (Turquie). Arch. Sci. Soc. Phys. et Hist. Nat. Geneve, 18, 692-699.
- Çoğulu, E. 1967. Etude petrographique de la region Mihallıççık. Schweiz. Min. Petr. Mitt., 47, 683-824.
- Dağ, N., Kibici, Y. ve Özgenç, İ. 1994a. Sivrihisar-Günyüzü (Eskişehir) granitik pegmatitleri. TJK.Bült. Sayı:9, s.18-23.
- Dağ, N., Kibici, Y. ve Özgenç, İ. 1994b. Orta Sakarya Havzası (Eskişehir-Bilecik) pegmatitlerinin mineralojisi ve jeokimyası. TJK. Bült. Sayı:9, s24-32.

- Davis, P. B. and Whitney, D.L. 2006. Petrogenesis of lawsonite and epidote eclogite and blueschist, Sivrihisar Massif, Turkey. *J. metamorphic Geol.*, 2006, 24, 823-849.
- Demirkol, C. 1977. Üzümlü-Tuzaklı (Bilecik) dolayının jeolojisi. *TJK Bült.*, 20/1, 9-16.
- Duru, M. ve Aksay, A. 2002. 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Bolu-H 29 paftası, MTA, No: 42.
- Duru, M., Pehlivan, Ş., Dönmez, M., Ilgar, A., Akçay, A. E. 2007. 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Balıkesir-İ 18 paftası, MTA, No:97.
- Duru, M., Pehlivan, Ş., Şentürk, Y., Yavaş, F. and Kar, H. 2004. New results on the lithostratigraphy of the Kazdağ masif in NW Turkey: TUBİTAK, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 13/2, 177-186.
- Ehlers, E.G., Blatt, H. 1982. *Petrology: Igneous, Sedimentary and Metamorphic*. Freeman, San Francisco, 732 s.
- Evans, B.W. 1990. Phase relations of epidot blueschists. *Lithos* 25, 3-23.
- Gautier, Y. 1984. Deformations et Metamorphismes Associes a la sture Tethysienne en Anatolie Centrale (Region de Sivrihisar, Turquie). Doktora tezi, Paris Üniversitesi, pp. 180-189.
- Genç, Ş.C. and Yılmaz, Y. 1995. Evolution of the Triassic continental margin, northwest Anatolia. *Tectonophysics* vol.243, pp.193-207.
- Göncüoğlu, M. C., Turhan, N., Şentürk, K., Uysal, Ş., Özcan, A., ve Işık, A. 1996. Orta Sakarya'da Nallıhan-Sarıcakaya arasındaki yapısal birliklerin jeolojik özellikleri: MTA Rap. No: 10094 (yayımlanmamış).
- Göncüoğlu, M. C., Turhan, N., Şentürk, K., Özcan, A., Uysal, Ş. and Yalınız, K. M. 2000. A geotraverse across Northwestern Turkey: tectonic units of the central Sakarya region and their tectonic evolution, Bozkurt, E. (eds). *Tectonics and magmatism in Turkey and the surrounding area*, *Geo. Soc.*, 173, 139-161.
- Gözler vd. 1987, Orta Sakarya ve Güneyinin Jeolojisi: MTA Rapor No: 9973.
- Güllü, B. ve Kadioğlu, Y.K. 2009. Orta Anadolu'daki Farklı Turmalinlerin Konfokal Raman Spektrometrisi ile Tanımlanması. 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, s. 630-631, 13-17 Nisan 2009, Ankara.
- Harker, A. 1909. *The natural history of igneous rocks*. McMillan, New York.
- Harker, A. 1939. *Metamorphism, A Study of the Transformation of Rock Mases*, Methuen, London, 362s.
- Irvine, T. N. and Baragar, W. R. A. 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rock: *Can. J. Earth Sci.* Vol. 8, pp. 523-548.
- Kaaden, G. 1966. Türkiyedeki glokofanlı kayaların önemi ve dağılışı. *MTA Dergisi*, 67, s. 38-68.
- Kadioğlu, Y.K. 1994. Kaymaz (Eskişehir) granitlerinde magma karışım ürününü gösteren bulgular. 47. T.J.K. Bült. Bildiri özetleri s. 143.

- Kibici, Y. ve Güneş G. 1995. Sivrihisar-Günyüzü (Eskişehir)-Dinek Granitporfirleri içindeki Feldispatların Ekonomik potansiyeli. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu. s. 83-95.
- Koçyiğit, A. 1987. Hasanoğlan (Ankara) yöresinin tektono-stratigrafisi: Karakaya orojenik kuşağının evrimi [Tectonostratigraphy of the Hasanoğlan (Ankara) region: evolution of the Karakaya orogenic belt]. *Yerbilimleri* 14, 269-294 [in Turkish with English abstract].
- Kolesov, B.A. and Geiger, C.A. 1998. Raman spectra of silicate garnets. *Physics and Chemistry of Minerals*, 25(2), 142-151.
- Kuebler, K.E., Jolliff, B.L., Wang, A. and Haksin, L. A. 2006. Extracting olivine (Fo-Fa) compositions from Raman spectral peak positions. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 70, 6201-6222.
- Kulaksız, S. 1981. Sivrihisar kuzeybatı yöresinin jeolojisi. *Hacettepe Yerbilimleri*, 8, s. 103-123.
- Kulaksız, S. ve Phillips, W.R. 1983. Eski bir yitim zonunun minerolojisi (Sivrihisar-Balçıkhisar). *Hacettepe Yerbilimleri*, 10, s. 95-104.
- McMillan, P.F. 1989. Raman spectroscopy in mineralogy and geochemistry. *Earth Planet. Sci.*, vol. 17, pp. 255-283.
- Mörth, W. 1979. Die Geologie des Gebietes zwischen Karadere und Karcidere südlich des Sakarya-Flusses bei Eskişehir (Türkei). *Doktra tezi, Graz Ünv.* (yayınlanmamış).
- Mullen, E.D. 1983. MnO/TiO₂-P₂O₅ a minor element discriminant for basaltic rocks of oceanic environments and its implications for petrogenesis. *Earth planet. Sci. Lett.*, 62, pp. 53-62.
- Okay, A.I. 1981. Kuzeybatı Anadoludaki ofiyolitlerin jeolojisi ve mavişist metamorfizması. *TJK Bült.*, 24, s. 85-95.
- Okay, A.I. 1984. Distribution and characteristics of the northwest Turkish blueschists. *Geol. Soc. London Spec. Publ.*, pp. 297-308.
- Okay, A.I. 1986. High pressure/low temprature metamorphic rocks of Turkey. In: *Blueschists and eclogites* (ed. B.W. Evans and E.H. Brown), Geological Society of America Memoir Vol.164, pp. 333-348.
- Okay, A.I. 1989. Alpine-Himalayan blueschists. *Annual Reviews of the Earth and Planetary Sciences*, 17, pp. 55-87.
- Okay, A.İ., Siyako, M. and Bürkan, K. A. 1990. Biga Yarımadasının jeolojisi ve tektonik evrimi: *TPJD Bült.*, 2/2, 83-121.
- Okay, A.İ., Siyako, M. and Bürkan, K.A. 1991. Geology and tectonic evolution of the Biga Peninsula, Northwest Turkey. *Bulletin of the Technical University of İstanbul*. Vol: 44, pp. 191-256.
- Okay, A.I. and Kelley, S.P. 1996. Tectonic setting, petrology and geochronology of jadeite+glaucofane and chloritoid+ glaucofane schists from northwest Turkey. *Journal of Metamorphic Geology*, 12, pp. 455-466.

- Okay, A.İ., Satır, M., Maluski, H., Siyako, M., Monie, P., Metzger, R. and Akyüz, S. 1996. Paleo-Tethyan and Neo-Tethyan events in northwest Turkey: Geological and geochronological constraints. In: Yin, A. and Harrison, M. (eds). *Tectonics of Asia*. Cambridge Univ. Press, 420-441.
- Okay, A.İ. and Monie, P. 1997. Early Mesozoic subduction in the Eastern Mediterranean: evidence from Triassic eclogite in northwest Turkey. *Geology* 25, pp. 595-598.
- Okay, A.İ. and Tüysüz, O. 1999. Tethyan sutures of northern Turkey. In: Durand, B., Jolivet, L., Horvath, F. and Seranne, M. (eds), *The Mediterranean Basins: Tertiary Extension Within the Alpine Orogen*. Geological Society, London, Special Publications 156, pp. 475-515.
- Okay, A.İ. 2000. Was the Late Triassic orogeny in Turkey caused by the collision of an oceanic plateau? In: Bozkurt, E., Winchester, J.A. & Piper, J.A.D. (eds), *Tectonics and Magmatism in Turkey and Surrounding Area*. Geological Society, London, Special Publications 173, pp. 25-41.
- Okay, A.İ. and Satır, M. 2000. Coeval plutonism and metamorphism in a Latest Oligocene metamorphic core complex in Northwest Turkey, *Geol. Mag.* 137/5, pp. 495-516.
- Okay, A.İ., Monod, O. and Monie, P. 2002. Triassic blueschists and eclogites from northwest Turkey: vestiges of the Paleo-Tethyan subduction. *Lithos* 64, pp. 155-178.
- Okay, A.İ. and Göncüoğlu, M. C. 2004. The Karakaya Complex, A Review of Data and Concepts, *Turkish Journal of Earth Science: TUBİTAK*, 13/2, 77-96.
- Okay, A.İ., Tüysüz, O. and Kaya, Ş. 2004, From transpression to transtension: Changes in morphology and structure around a bend on the North Anatolian Fault in the Marmara region. *Tectonophysics*, 391, pp. 259-282.
- Önen, A. P. 2003. Neotethyan ophiolitic rocks of the Anatolides of NW Turkey and comparison with Tauride ophiolites. *Journal of the Geological Society, London*, vol. 160, pp. 947-962.
- Pearce, J.A. 1982. Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins. In: C.J. Hawkesworth, and M.J. Norry (eds.), *Continental Basalts and Mantle Xenoliths*, Shiva, Nantwich, pp. 230-249.
- Pearce, J. A., Harris, N.B.W., and Tindle, A.G. 1984. Trace-Element Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks. *Journal of Petrology*, vol. 25, pp. 956-983.
- Pickett, E. and Robertson, A.H.F. and Dixon, J.E. 1995. The Karakaya Complex, NW Turkey: A Palaeo-Tethyan accretionary complex. In: Erler, A., Ercan, T., Bingöl, E. & Örcen, S. (eds), *Geology of the Black Sea Region*. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA), Ankara, Special Publication, pp. 11-18.

- Pickett, E. and Robertson, A.H.F. 1996. Formation of the Late Paleozoic-Early Mesozoic Karakaya Complex and related ophiolites in NW Turkey by paleotethyan subduction-accretion. *Journal of the Geological Society, London*, vol. 153, pp. 995-1009.
- Pickett, E. and Robertson, A.H.F. 2004. Significance of the Triassic volcanogenic Nilüfer Unit for Paleotethys and the Karakaya suture zone in NW Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences* 13, pp. 97-143.
- Şengör, A.M.C. and Yılmaz, Y. 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, pp. 181-241.
- Şengör, A.M.C. 1984. The Cimmeride Orogenic System and the Tectonics of Eurasia. *Geological Society of America, Special Paper* 195, 82 pp.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y. and Sungurlu, O. 1984. Tectonics of the Mediterranean Cimmerides: nature and evolution of the western termination of Paleo-Tethys. In: Dixon, J.E. & Robertson, A.H.F. (eds). *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean*. Geological Society, London, Special Publications 17, pp. 77-112.
- Şentürk, K. ve Karaköse, C. 1979. Orta Sakarya dolaylarının temel jeolojisi. MTA Rap. No. 6642, (Yayınlanmamış).
- Şentürk, K. ve Karaköse, C. 1981a. Genesis and emplacement of the pre-liassic ophiolites and blueschists of the Middle Sakarya region. *TJK Bült.*, 24, 1-10.
- Şentürk, K. ve Karaköse, C. 1981b. Orta Sakarya bölgesinde Lias öncesi ofiyolitlerin ve mavi şistlerin oluşumu ve yerleşmesi. *T. Jeol. Kur. Bült.*, 24, 1-10.
- Tekeli, O. 1981. Subduction complex of pre-Jurassic age, northern Anatolia. *Geology*, 9, pp. 68-72.
- Thomas, R. 2000. Determination of water contents of granite melt inclusions by confocal laser Raman microprobe spectroscopy. *American Mineralogist*, Volume 85, pp.868-872.
- Touret, J.L.R. 2001. Fluids in metamorphic rocks. *Litos* 55, 1-25.
- Weingart, W. 1954. 56/2, 56/4 (Sivrihisar) ve 57/1, 57/3 (Ankara) paftalarının jeolojik haritası hak. Rapor., M.T.A. rap. No. 2248. (yayımlanmamış).
- Whitney, D.L. and Davis, P.B. 2006. Why is lawsonite eclogite so rare? Metamorphism and preservation of lawsonite eclogite, Sivrihisar, Turkey. *Geological Society of America, Geology*, vol. 34, no.6, pp.473-476.
- Yılmaz, Y. 1979. Söğüt-Bilecik dolayındaki polimetamorfizma ve bunun jeotektonik anlamı. *T. Jeol. Kur. Bült.*, 22, 85-101.
- Yılmaz, Y. 1981. Sakarya kıtası güney kenarının tektonik evrimi, *İstanbul Yerbilimleri*, s. 33-52.
- Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Gözübol, A. M. ve Yiğitbaş, E. 1981. Abant (Bolu)-Dokurcun(Sakarya) arasındaki Kuzey Anadolu fay zonunun kuzey ve güneyinde kalan tektonik birliklerin jeolojik evrimi: *İstanbul Yerbilimleri*, 2/3-4, s. 239-261.

- Yılmaz, H. 2003. Geochemical exploration for gold in weater Turkey: success and failure. *Journal of Geochemical Exploration*, 80, 117-135.
- Zoroğlu, O. and Kadioğlu, Y. K. 2004. Amphiboles as a petrogenetic indicator of granitiod enclaves: Oymaağaç, Turkey. *Goldschimidt 2004 Copenhagen*, 5. 5.55, A674.
- Zoroğlu, O. ve Kadioğlu, Y. K. 2006. Sivrihisar (Eskişehir) Adakitik İnrüzif Kayaçlarının Petrolojisi, 59. T. J. K. Bül. S 499.
- 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. *Second International Conference on Geo-Resources in The Middle East and North Africa (GRMENA-II), Proceedings*, 110-111, Cairo, Egypt.

EKLER

EK 1 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeyleyen kayaçların mineralojik-petrografik tanımlanması	109
EK 2 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeyleyen kayaçlardaki bazı minerallerden elde edilen Raman shift ölçüm değerleri	133
EK 3 Metamorfik ve volkanik kayaların ana (%) ve iz element (ppm) analiz sonuçları	139

EK 1 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayaların mineralojik-petrografik tanımlanması (Karadere metamorfik kayaları)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineralojik Bileşim	Doku	Metamorfik oluşumlar
Kar01/09	Na amf ka ep mus kl şist	Kl, mus, ep, ka, glok, se, plj, qzt, tit, op. min.	Lepidonematoblastik	Plj min kar
Kar02/09	Grt mus ep Na amf şist (Eklojit)	Na amf, ep, mus, grt, klz, zt, ka, tit, fe min.	Nematoblastik	Na amf ve grt min epdt
Kar03/09	Na amf kl ep musşist	Mus, ep, Na amf, kl, glok, alb, qzt, op. min., FeO min.	Lepidonematoblastik	
Mih04/09	N a amf ep şist	Ep, glok, mus, plj, tit, qzt, op. min.	Nematoblastik	Plj min epdt ve srst
MR/47	Ka mus Na amf ep kl şist	Kl, ep, klz, glok, mus, ka, tit, plj, qzt, op. min., FeO min.		Plj min kar
MR/48	Ka kl Na amf ep şist	Ep, Na amf, kl, klz, zt, ka, qzt, tit, op. min., FeO min.	Lepidonematoblastik	
MR/49	Ep mus ka kl Na amf şist	Na amf, kl, ka, mus, ep, qzt, alk fs, op. min., FeO min.	Lepidonematoblastik	Alk fs epdt
MR/50	Grt ep mus ka kl Na amf gnays (Eklojit)	Glok, kl, ka, mus, ep, klz, zt, grt, alk fs, qzt, tit, op. min., FeO min.	Lepidonematoblastik	Grt min epdt ve klrt
MR/51	Grt bt ep mus Na amf gnays (Eklojit)	Glok, Na amf, mus, ep, klz, bt, grt, ka, plj, qzt, kl, tit, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Bt min klrt, grt ve plj min epdt
MR/52	Grt(pirop) kl ep mus Na amf şist (Eklojit)	Glok, mus, ep, klz, kl, grt, qzt, alk fs, tit, tur, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Grt min klrt
MR/52a	Grt ep mus Na amf şist (eklojit)	Glok, mus, ep, zt, Na amf, kl, grt, qzt, alk fs, tit, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Grt min klrt
MR/53	Ka kl ep Na amf şist	Na amf, ep, kl, ka, klz, qzt, alk fs, tit, op. min.	Lepidonematoblastik	
MR/54	Grt Na amf kl mika qzt şist	Qzt, mus, bt, kl, glok, ep, grt(alm), alk fs, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Bt min klrt
MR/56	Grt klz Na amf qzt şist	Qzt, glok, grt(alm), klz, zr, tur, se, alk fs, op. min., FeO min.	Nematogranoblastik	

EK 1 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayaların mineralojik-petrografik tanımlanması (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineralojik Bileşim	Doku	Metamorfik oluşumlar
MR/56a	Na amf mika qzt şist	Qzt, mus, bt, glok, op. min.	Lepidonemato granoblastik	
MR/59	Grt ka kk ep mus Na amf gnays	Alb, glok, mus, ep, kk(mg-k), ka, grt, na amf, op. min., FeO min.	Lepidonematoblastik	Fs min epdt, grt min klrt
MR/67	Na amf epidozit	Ep, klz, Na amf, mus, kl, qzt, tit, op. min., FeO min.	Lepidonematoblastik	
MR/68	Na amf epidozit	Ep, klz, Na amf, qzt, tit, kl, op. min., FeO min.	Nematoblastik	
MR/69	Na amf epidozit	Ep, klz, Na amf, tit, op. min., FeO min.	Nematoblastik	
MR/70	Ka mus ep kl Na amf gnays	Na amf, kl, ep, klz, mus, ka, alk fs, qzt, tit, op. min., FeO min.	Lepidonematoblastik	
MR/72	Grt kl mus ep Na amf şist	Na amf, ep, klz, mus, kl, bt, alk fs, tit, FeO min.	Lepidonematoblastik	Bt min klrt
MR/75	Kl mus ep Na amf gnays	Na amf, ep, klz, mus, kl, ka, alki fs, qzt, FeO min., op. min.		
MR/75a	Ep mus Na amf kl gnays	Kl, Na amf, mus, ep, ka, klz, alk fs, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	
MR/79	Ka ep mus k Na amf şist	Na amf, kl, mus, ep, ka, plj, alk fs, tit, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Plj min kar
MR/80	Ep kl Na amf gnays	Alb, Na amf, kl, ep, klz, qzt, op. min.	Lepidonematoblastik	Fs min epdt
MR/81	Kl Na amf ep gnays	Alb, ep, Na amf, kl, klz, bt, qzt, FeO min.	Lepidonematoblastik	Fs min epdt, bt min. klrt
MR/82	Mus ep Na amf kl gnays	Alb, kl, Na amf, ep, mus, qzt, plj, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Fs min epdt
MR/83	Kl Na amf şist	Na amf, kl, alk fs, plj, se, qzt, op. min., FeO min.	Lepidonematoblastik	

EK 1 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayaların mineralojik-petrografik tanımlanması (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineralojik Bileşim	Doku	Metamorfik oluşumlar
MR/96	Mus ka kl Na amf gnays	Na amf, kl, ka, mus, alk fs, plj, qzt, klz, bt, tit, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Fs min epdt, ve klrt, bt min klrt
MR/97	Grt Na amf kl gnays	Kl, Na amf, grt, plj, alk fs, qzt, klz, tit, FeO min.	Lepidonematoblastik	Fs min epdt ve klrt
MR/99a	Grt ep Na amf kl gnays	Kl, Na amf, ep, klz, grt, alb, tit, FeO min.	Lepidonematoblastik	Fs min epdt ve kar
MR/113	Grt ep mus kl Na amf gnays (Eklojit)	Na amf, kl, mus, ep, klz, alb, qzt, grt, tit, FeO min., op. min.	Nematolepidoblastik	Alblş ve epdt
MR/114	Ep mus kl Na amf gnays	Na amf, kl, mus, ep, klz, alb, qzt, tit, FeO min., op. min.	Nematolepidoblastik	Alblş ve epdt
MR/115	Mus ep kl Na amf gnays	Na amf, kl, ep, klz, mus, alb, qzt, tit, FeO min., op. min.	Nematolepidoblastik	Alblş ve epdt
MR/116	Mus kl Na amf şist	Na amf, kl, mus, alb, FeO min., op. min.	Lepidonematoporfiroblastik	Alblş ve epdt
MR/120	Mus Na amf kl ep şist	Ep, kl, glok, Na amf, mus, klz, ka, qzt, alb, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/121	Na amf kl mus ep ka şist	Ka, ep, mus, kl, Na amf, qzt, alb, klz, op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/127	Ep Na amf mus klşist	Kl, mus, Na amf, ep, klz, alb, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/128	Grt Na amf kl mus qzt gnays	Qzt, alb, mus, kl, glok, Na amf, grt, na amf, op. min., FeO min.	Lepidoblastik	
MR/129	Mus kl grt ep ka Na amf şist (Eklojit)	Na amf, ka, ep, klz, grt, kl, mus, qzt, tit, op. min., FeO min.	Nematoblastik	Grt min epdt
MR/131	Na amf mus qzt şist	Qzt, mus, glok, alk fs, FeO min., op. min.	Lepidogranoblastik	
MR/133	Na amf grt kl mus qzt şist	Mus, kl, grt, glok, se, qzt, op. min.	Lepidoblastik	Grt min klrt

EK 1 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayaların mineralojik-petrografik tanımlanması (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineralojik Bileşim	Doku	Metamorfik oluşumlar
MR/134	Mus ep Na amf şist	Ka, Na amf, ep, mus, klz, tit, FeO min., op. min.	Lepidoblastik	
MR/135	Grt ka ep mus kl Na amf gnays	Na amf, kl, mus, ep, grt, ka, se, qzt, alb, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/136	Ep mus Na amf kl gnays	Alb, kl, Na amf, mus, ep, se, klz, glok, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/137	Na amf ka ep kl gnays	Alb, kl, ep, ka, glok, op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/139	Ka Na amf ep kl gnays	Alb, kl, ka, ep, Na amf, qzt, op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/140	Kl mus Na amf şist	Na amf, mus, kl, ep, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/141	Mus ka kl ep Na amf gnays	Ep, klz, Na amf, kl, ka, mus, alb, qzt, tit, op. min., FeO min.	Nematoblastik	Alblş ve epdt
MR/142	Glok mus ep Na amf kl gnays	Kl, Na amf, ep, ka, mus, glok, alb, op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/143	Grt ep ka Na amf kl gnays	Kl, Na amf, ka, ep, mus, alb, tit, FeO min.,	Lepidofibroblastik	Alblş ve epdt
MR/144	Grt ka mus Na amf ep şist (Eklojit)	Ep, klz, glok, Na amf, mus, qzt, ka, kl, grt, tur, FeO min., op. min.	Nematoblastik	
MR/145	Kl ep Na amf mus şist	Mus, Na amf, ep, glok, kl, klz, qzt, alb, tur, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/146	Ka kl ep Na amf mus gnays	Mus, Na amf, ep, klz, kl, glok, ka, plj, alb, qzt, op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/147	Grt mus kl ep Na amf gnays	Na amf, ep, klz, kl, mus, glok, grt, alb, tit, op. min., FeO min.	Nematoblastik	Alblş ve epdt
MR/148	Grt kl mus Na amf ep gnays	Alb, ep, glok, Na amf, mus, kl, klz, qzt, tit, FeO min., op. min.	Nematolepidoblastik	Alblş ve epdt

EK 1 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayaların mineralojik-petrografik tanımlanması (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineralojik Bileşim	Doku	Metamorfik oluşumlar
MR/149	Kl ep glob Na amf mus şist	Mus, Na amf, glob, ep, kl, ka, alb, tit, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/150	Kl mus ep Na amf şist	Na amf, ep, mus, kl, klz, alb, qzt, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/151	Kl ep mus Na amf gnays	Na amf, mus, ep, kl, alb, klz, qzt, tit, op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/153	Ep kl Na amf gnays	Na amf, kl, ep, mus, alb, klz, tit, op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/154	Grt mus ep Na amf kl gnays	Kl, Na amf, ep, mus, grt, alb, tit, qzt, op. min.	Lepidonematoblastik	Grt min klrt ve epdt
MR/155	Na amf ep kl mus gnays	Mus, kl, ep, glob, alb, bt, tit, mt, FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt, bt min klrt
MR/156	Mus Na amf kl ka ep qzt şist	Qzt, ep, klz, ka, kl, Na amf, glob, mus, plj, FeO min., opak min.	Nematogranoblastik	Plj min epdt ve kar
MR/159	Kl ka Na amf ep şist	Ep, klz, zt, Na amf, ka, kl, alb, qzt, tit, op. min.	Nematoblastik	Alblş ve epdt
MR/161	Ka kl mus ep Na amf gnays	Na amf, ep, klz, zt, mus, kl, glob, ka, alb, tit, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/163	Mus kl ep Na amf gnays	Na amf, ep, klz, kl, mus, alb, qzt, FeO min.	Nematolepidoblastik	Alblş ve epdt
MR/164	Grt mus kl ep bt Na amf gnays	Na amf, bt, ep, kl, mus, klz, grt, alb, FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt, grt min. klrt
MR/165	Mus ep kl Na amf gnays	Na amf, kl, ep, klz, mus, alb, tit	Fibroblastik	Alblş ve epdt
MR/166	Kl ep Na amf gnays	Na amf, ep, kl, mus, klz, tit, FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt

EK 1 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayaların mineralojik-petrografik tanımlanması (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineralojik Bileşim	Doku	Metamorfik oluşumlar
MR/167	Ep bt kl Na amf mus şist	Mus, glob, kl, bt, ep, grt, alb, qzt, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Bt min klrt
MR/167a	Ep kl bt Na amf mus qzt şist	Qzt, mus, glob, bt, kl, ep, alb, op. min.	Lepidonematoblastik	Bt min klrt
MR/168	Ep kl Na amf mus şist	Mus, glob, kl, ep, qzt, tur, op. min.	Lepidonematoblastik	Grt min klrt
MR/169	Kl Na amf ep gnays	Ep, Na amf, kl, klz, alb, plj, qzt, tit, FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/170	Bt kl ep Na amf gnays	Na amf, ep, kl, bt, alb, qzt, tit, glob, FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/171	Ep kl Na amf gnays (protomilonit)	Na amf, kl, ep, alb, FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/172	Ep Na amf kl gnays (protomilonit)	Kl, Na amf, ep, klz, mus, alb, plj, FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/173	Ka ep Na amf kl gnays	Kl, Na amf, ep, ka, bt, alb, plj, tit,	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/174	Kl ep Na amf gnays	Na amf, ep, klz, zt, kl, bt, alb, tit,	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/175	Na amf kl ep gnays	Ep, klz, zt, Na amf, glob, alb, tit, op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/175a	Mus kl ep Na amf gnays	Na amf, ep, kl, mus, klz, alb, tit, op. min.	Fibronematoblastik	Alblş ve epdt
MR/176	Grt Na amf mus kl ka gnays	Ka, kl, mus, glob, grt, alb, qzt, tur, op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/176a	Ep bt mus kl Na amf ka şist	Ka, glob, Na amf, kl, mus, bt, ep, alb, klz, tur, FeO min.	Lepidonematogranoblastik	Alblş ve epdt
MR/176b	Ep mus Na amf kl ka gnays	Ka, kl, glob, mus, ep, alb, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt

EK 1 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayaların mineralojik-petrografik tanımlanması (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineralojik Bileşim	Doku	Metamorfik oluşumlar
MR/177	Ka mus ep kl Na amf gnays (Proto milonit)	Na amf, kl, ep, klz, mus, ka, alb, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/189	Kl ep Na amf gnays	Na amf, ep, klz, kl, mus, alb, FeO min.	Lepidonematoblastik	
MR/190	Ep Na amf klgnays (Milonit)	Kl, Na amf, ep, mus, alb	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/191	Grt ep kl musNa amf qzt şist	Qzt, glok, mus, kl, ep, klz, grt, alb, op. min. (mt)	Lepidonematogranoblastik	Alblş ve epdt
MR/192	Grt bt Na amf mus gnays	Alb, mus, glok, bt, grt, ep, kl, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Bt min klrt
MR/181	Meta diyabaz	Na amf, kl, qzt, FeO min.		
MR/197a	Kl Na amf ep gnays	Ep, klz, Na amf, kl, mus, qzt, alb, tit, FeO min.	Nematolepidoblastik	Alblş ve epdt
MR/198	Kl Na amf ep gnays	Ep, klz, Na amf, kl, mus, qzt, alb, FeO min.	Nematolepidoblastik	Alblş ve epdt
MR/198a	Grt glok Na amf ep kl gnays	Alb, qzt, kl, ep, klz, zt, Na amf, glok, grt, tit	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/199	Grt kl Na amf ep gnays	Ep, Na amf, kl, grt, mus, alb, FeO min.	Nematolepidoblastik	Alblş ve epdt
MR/199a	Mus kl Na amf ep gnays	Alb, ep, Na amf, kl, mus, FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/200	Na amf kl ep şist	Ep, kl, glok, Na amf, zt, qzt, alb, op. min.	Nematolepidoblastik	Alblş ve epdt
MR/201	Na amf kl ep gnays	Ep, kl, Na amf, mus, klz, alb, qzt, FeO min., op. min.	Nematolepidoblastik	Alblş ve epdt
MR/202b	Kl ep mus Na amf şist	Glok, mus, ep, kl, alb, qzt, ka, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/203	Na amf ka mus kl ep qzt şist	Qzt, ep, klz, kl, mus, ka, glok, Na amf, alb, FeO min.(hmt), op. min.	Lepidonematogranoblastik	Alblş ve epdt

EK 1 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayaların mineralojik-petrografik tanımlanması (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineralojik Bileşim	Doku	Metamorfik oluşumlar
MR/206a	Kl Na amf ep qzt şist	Qzt, ep, Na amf, kl, klz, alb, FeO min.	Nematogranoblastik	Alblş ve epdt
MR/207	Ka kl mus ep Na amfşist	Qzt, Na amf, ep, mus, kl, se, ka, plj, FeO min., op. min.	Fibrogranoblastik	Alblş ve epdt
MR/208	Na amf kl epşist	Qzt, ep, kl, Na amf, alb, plj, FeO min., op. min.	Nematogranoblastik	Alblş, epdt ve klrt
MR/210	Na amf ep kl gnays	Plj, qzt, kl, ep, Na amf, mus, tit, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Plj min epdt ve klrt
MR/210a	Mus Na amf ep kl qzt gnays	Plj, qzt, kl, ep, Na amf, mus, tit, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Plj min epdt ve klrt
MR/220	Na amf mus kl ep gnays	Alb, ep, kl, mus, Na amf, glok, plj, tit, op. min.	Lepidonematogranoblastik	Alblş ve epdt
MR/220a	Mus Na amf kl ep gnays	Alb, ep, kl, Na amf, mus, klz, qzt, FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/223	Na amf mus kl ep gnays	Alb, kl, ep, mus, Na amf, glok, zt, tit, FeO min., op. min.	Lepidogranoblastik	Alblş ve epdt
MR/223a	Na amf mus ep kl gnays	Alb, kl, ep, mus, glok, zt, qzt, tit, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/224	Ka mus kl ep Na amf şist (Epidot amfibolit)	Glok, ep, kl, mus, ka, klz, qzt, FeO min., op. min.	Nematolepidoblastik	
MR/224a	Kl ep Na amf mus şist (Epidot amfibolit)	Mus, glok, ep, kl, klz, qzt, plj, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	
MR/224b	Ka kl mus ep Na amf şist	Glok, ep, mus, kl, klz, zt, Na amf, ka, qzt, plj, tit, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	
MR/225	Mus kl ka klz Na amf şist (Epidot amfibolit)	Glok, klz, zt, ka, kl, mus, qzt, plj, tit, FeO min., op. min.	Nematolepidoblastik	Plj min kar ve klrt, ep klrt

EK 1 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayaların mineralojik-petrografik tanımlanması (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineralojik Bileşim	Doku	Metamorfik oluşumlar
MR/226	Kl ep Na amf mus şist	Mus, glok, ep, kl, zt, klz, qzt, tit, FeO min., op. min.	Lepidoblastik	
MR/226a	Na amf ep kl gnays	Kl, ep, Na amf, mus, glok, alb, klz, plj, tit, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/226b	Ep kl mus Na amf şist	Na amf, mus, kl, ep, se, qzt, alb, FeO min	Nematolepidoblastik	Na amf min klrt
MR/227	Na amf kl ep gnays	Ep, kl, Na amf, glok, alb, qzt, klz, tit, FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/228	Kl mus ep ka Na amf şist	Glok, ka, ep, mus, kl, klz, alb, FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/230a	Grt kl ep Na amf mus qzt gnays	Alb, qzt, mus, Na amf, ep, kl, grt, klz, ka, bt, tit, FeO min.	Lepidogranoblastik	Alblş ve epdt
MR/230b	Grt ka kl mus Na amf gnays	Alb, Na amf, mus, kl, grt, ep, ka, bt, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Grt min ve bt min klrt
MR/231	Ep kl Na amf gnays (Protomilonit)	Alb, Na amf, kl, ep, mus, bt, FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/231a	Ep kl Na amf gnays (Milonit)	Alb, Na amf, kl, ep, tit, FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/234a	Grt Na amf ep kl mus ka şist	Ka, mus, kl, ep, Na amf, grt, alb, glok, tit, FeO min.	Lepidogranoblastik	Alblş ve epdt
MR/246	Glok Na amf mus stp kl ka gnays	Plj, ka, kl, stp, mus, Na amf, glok, qzt, tit, op. min.	Lepidogranoblastik	Plj min kar ve srst
MR/251	Grt glok Na amf ep mus gnays	Alb, mus, ep, Na amf, glok, grt, qzt, tit, FeO min., op. min.	Lepidonematogranoblastik	Alb ve grt min epdt
MR/251a	Kl glok Na amf ep mus gnays	Alb, mus, ep, Na amf, glok, kl, tit, FeO min., op. min.	Lepidogranoblastik	Alblş ve epdt

EK 1 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayaların mineralojik-petrografik tanımlanması (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineralojik Bileşim	Doku	Metamorfik oluşumlar
MR/252	Mus grt ep kl Na amf gnays (Proto milonit)	Na amf, kl, ep, grt, mus, alb, qzt, tit, FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt, grt min klrt
MR/253	Kl mus ep Na amf gnays	Na amf, ep, mus, kl, klz, alb, tit, FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/254	Grt Na amf ka mus gnays	Mus, ka, Na amf, kl, ep, grt, klz, alb, FeO min.	Lepidoblastik	Alblş ve epdt
MR/255	Na amf kl ep gnays	Alb, ep, klz, kl, Na amf, glok, mus, qzt, rt, op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/273	Ep Na amf kl ka qzt gnays	Plj, qzt, ka, kl, Na amf, epidot, opak min.	Lepidogranoblastik	
MR/282	Mus Na amf ep kl gnays	Alb, qzt, kl, ep, Na amf (glok), mus, klz, FeO min. (hematit)	Lepidogranoblastik	Alblş, epdt ve srst
MR/284	Na amf kl qzt gnays	Alb, qzt, kl, Na amf, ep, zt, mus, FeO min., op. min.	Lepidogranoblastik	Alblş, epdt, srst ve klrt
MR/285	Grt mus kl zt Na amf gnays	Na amf, zt, kl, mus, grt, alb, qzt, tit, FeO min.	Lepidonematogranoblastik	Alblş ve grt min epdt ve klrt
MR/286	Grt Na amf ep mus kl gnays	Alb, kl, mus, ep, Na amf, glok, grt, tit, op. min.	Lepidonematogranoblastik	Alblş ve epdt
MR/287	Na amf kl mus ep gnays	Alb, ep, mus, kl, Na amf, FeO min., op. min.	Lepidonematogranoblastik	Alblş ve epdt
MR/288	Grt kl Na amf ep mus şist	Mus, ep, klz, Na amf, glok, kl, grt, tit, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	
MR/289	Kl Na amf ep gnays	Alb, ep, Na amf, kl, mus, klz, tit, FeO min., op.min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/290	Na amf kl ep ka gnays	Alb, ka, ep, kl, Na amf, op. min.	Lepidonematogranoblastik	Alblş ve epdt
MR/291	Kl ep Na amfgnays	Alb, Na amf, ep, kl, mus, klz, tit, FeO min.	Lepidofibronematoblastik	Alblş ve epdt

EK 1 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayaların mineralojik-petrografik tanımlanması (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineralojik Bileşim	Doku	Metamorfik oluşumlar
MR/292	Ep kl Na amfgnays	Na amf, kl, ep, mus, klz, alb, tit, op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/294	Grt Na amf kl ep mus qzt gnays	Alb, qzt, mus, ep, kl, glok, grt, klz, se, op. min.	Lepidogranoblastik	Alblş ve epdt
MR/307	Bt Na amf kl qztgnays	Qzt, kl, Na amf, bt, plj, tit, op. min.	Lepidogranoblastik	
MR/308	Kl Na amf qztşist	Qzt, Na amf, kl, FeO min.	Nematoblastik	
MR/311	Ep Na amf kl gnays	Kl, Na amf, ep, alb, plj, bt, tit, FeO min.	Lepidonematoblastik	
MR/329	Grt bt ka kl Na amf şist (Eklojit)	Na amf, kl, ka, bt, grt, alk fs, tit, op. min.	Lepidonematoblastik	
MR/331	Grt ka mus kl ep Na amf gnays (Eklojit)	Na amf, kl, ep, mus, ka, grt, alb, klz, zt, qzt, tit, op. min.	Lepidofibroblastik	Grt min klrt ve epdt
MR/332	Na amf mus kl ep ka qzt şist	Qzt, ka, ep, kl, mus, glok, alk fs, FeO min., op. min.	Lepidogranoblastik	Ka min FO
MR/333	Grt ka kl ep Na amf mus gnays (Eklojit)	Mus, glok, Na amf, ep, kl, ka, grt, alb, qzt, zt, plj, alk fs, tit, op. min.	Lepidonematogranoblastik	Plj min epdt
MR/334	Ka ep kl Na amf şist (Eklojit)	Na amf, kl, ep, ka, klz, plj, alk fs, tit	Nematolepidoblastik	
MR/335	Ka kl mus ep Na amf şist	Na amf, glok, ep, mus, kl, ka, alb, qzt, klz, zt, tit, FeO min., op. min.	Fibronematoblastik	Ka min FO
MR/336	Bt ka kl ep Na amf şist (Eklojit)	Na amf, ep, kl, ka, bt, zt, klz, alb, tit, FeO min.	Nematoblastik	Alblş ve epdt
YM-2	Mus kl Na amf ka şist	Ka, glok, kl, mus, qzt, alk fs, tit	Lepidofibroblastik	
YM-3	Na amf mus kl ka şist	Ka, kl, mus, glok, qzt, plj, tit	Heteroblastik	
YM-5	Grt ka ep kl mus Na amf gnays	Alb, glok, mus, kl, ep, ka, grt, zt, tit.	Lepidonematogranoblastik	Alblş ve epdt
YM-7	Ep mus ka kl Na amf gnays	Alb, glok, kl, ka, mus, ep, qzt, tit, op. min.	Lepidonematogranoblastik	Alblş ve epdt

EK 1 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayaların mineralojik-petrografik tanımlanması (Bozdağ metamorfik kayaları)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineralojik Bileşim	Doku	Metamorfik oluşumlar
Kar04/09	Ep bt gnays	Bt, ep, zt, alk fs, qzt	Lepidonematoblastik	
Kar05/09	Kl ep ka şist	Ka, ep, kl, qzt, plj, op. min., FeO min.	Lepidonematoblastik	
Mih02/09	Ka kl ep şist	Ep, kl, ka, mus, tit, plj, alk fs	Nematolepidoblastik	Alk fs ve plj min srst
MR/01	Ka qzt kl şist	Kl, qzt, ka, alk fs, op. min., FeO min.	Lepidoblastik	Alk fs min srst
MR/02	Bt kl qzt şist	Qzt, kl, bt, plj, mus, alk fs, FeO min., op. min.	Lepidogranoblastik	Bt min klrt
MR/03	Bt kl mus qzt şist	Qzt, mus, se, kl, bt, alk fs, FeO min., op. min.	Lepidogranoblastik	
MR/04	Qzt fillit	Se, qzt, alk fs, min., FeO, grf (?)	Lepidoblastik	
MR/05	Qzt fillit	Se, qzt, alk fs, kl, grf (?), FeO min.	Lepidoblastik	
MR/06	Se qzt şist	Qzt, se, alk fs, plj, mus, FeO min., op. min.	Lepidogranoblastik	Plj ve alk fs min srst
MR/07	Kl ka qzt şist	Qzt, kl, ka, plj, alk fs, op. min., FeO min.	Lepidogranoblastik	Alk fs ve plj min srst
MR/08	Mus ka kl qzt şist	Qzt, kl, ka, mus, FeO min.	Lepidoblastik	
MR/09	Se ka qzt şist	Qzt, ka, se, mus, alk fs, tur, grf(?), FeO min.	Heteroblastik	Alk fs min srst
MR/10	Se qzt şist	Qzt, se, plj, alk fs, kl, tur, FeO min., op. min.	Lepidogranoblastik	Plj min srst
MR/11	Kl ep ka şist	Ka, ep, klz, kl, qzt, FeO min.	Nematogranoblastik	
MR/12	Radyolaryalı çört	Qzt, FeO min.		
MR/13	Altere Gabro	Akt, plj, qzt	Holokristalin tanesel	Plj min rdjt

EK 1 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayaların mineralojik-petrografik tanımlanması (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineralojik Bileşim	Doku	Metamorfik oluşumlar
MR/16	Serpantinit	Srp gr. min. (ant., krz), oprx, ka, op. min.	Elek dokusu	
MR/17	Listvenit	Ka, qzt, FeO min., op. min.		
MR/18	Serpantinit	Srp gr min. (ant, krz), ka, op. min.	Elek dokusu	
MR/19	Qzt fillit	Qzt, se, mus, plj, FeO min., op. min.	Lepidogranoblastik	
MR/20	Qzt fillit	Qzt, se, mus, FeO min.	Lepidogranoblastik	
MR/21	Grt kl mika gnays	Bt, mus, kl, grt, plj, FeO min., op. min.	Lepidoblastik	Bt min klrt
MR/23	Mus mermer	Ka, qzt, mus, op. min.	Granoblastik (Yönlü doku)	
MR/24	Diyabaz	Plj, qzt, kl, ka, FeO min., op. min.		
MR/25	Dasit	Qzt, ka, plj, bt, op. min.	Holokristalin porfirik	
MR/26	Dasit	Qzt, bt, plj, op. min.	Holokristalin porfirik	
MR/26a	Dasit	Qzt, bt, plj, op. min., FeO min.	Holokristalin porfirik	
MR/27	Meta kumtaşı	Qzt, mus, se, plj, alk fs, kpç, ka, feO min.	Blastopsamitik	Plj ve alk fs min srst
MR/28	Fillit	Se, qzt, mus, FeO min.	Lepidoblastik	
MR/29	Fillit	Se, qzt, alk fs, FeO min.	Lepidoblastik	
MR/30	Kuarsit	Qzt, ka, se	Granoblastik	
MR/32	Grt kl mus qzt ka şist	Ka, qzt, mus, bt, kl, grt, FeO min.	Lepidogranoblastik	Bt min klrt
MR/33	Fillit-çamurtaşı	Se, kl, qzt, FeO min.	Lepidoblastik	
MR/34	Fillit-çamurtaşı	Se, kl, qzt, FeO min.	Lepidoblastik	
MR/35	Radyolaryalı çört	Qzt, radyolarya kavrıkları		
MR/36	Kuarsit	Qzt, FeO min.	Granoblastik	
MR/37	Kuarsit	Qzt, FeO min.	Granoblastik	
MR/38	Kalkşist	Ka, qzt, se, kl, plj, FeO min.	Yönlü	
MR/39	Gabro	Akt, plj, kl, pzt, FeO min.	Holokristalin tanesel	Plj min srst
MR/40	Gabro	Akt, plj, qzt, op. min., FeO min.	Holokristalin tanesel	Plj min srst
MR/41	Dasit	Qzt, alk fs, se, plj, op. min., FeO min.	Hipokristalin porfirik	Alk fs ve plj min srst

EK 1 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayaların mineralojik-petrografik tanımlanması (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineralojik Bileşim	Doku	Metamorfik oluşumlar
MR/42	Çamurtaşı	Qzt, se, FeO min.		
MR/43	Dasit	Qzt, snd, plj, FeO min., op min.	Hipokristalin porfirik	
MR/45	Dasit	Qzt, ka, op min., FeO min.	Holokristalin tanesel	
MR/46	Listvenit	Qzt, plj, se, FeO min.	Holokristalin porfirik	
MR/46a	Bazalt	Plj, se, kl, FeO min.		Plj min srst
MR/55	Grt kl mika qzt şist	Qzt, mus, bt, kl, grt, ep, alk fs, op. min., FeO min.	Lepidoblastik	Bt min klrt
MR/57	Ep kl akt gnays	Alb, akt, kl, ep, klz, mus, tit, FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/58	Mika ep kk gnays	Alb, kk(mg-kl), ep, mus, bt, FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt, bt klrt
MR/60	Grt kk (mg-kl) mus akt ep gnays	Ep, klz, akt, mus, kk, grt(alm-sps), alk fs(alb), tit, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Grt min epdt ve klrt, fs epdt
MR/61	Mus grt ep kl akt gnays	Akt, kl, ep, klz, grt, mus, qzt, alk fs(alb), plj, tit, FeO min.	Lepidonematoblastik	Grt min klrt, fs min epdt
MR/62	Grt ep kl akt gnays	Akt, kl, ep, klz, grt (alm), mus, qzt, alk fs (alb), tit, FeO min.	Lepidonematoblastik	Grt min epdt ve klrt, fs min epdt
MR/63	Grt(pirop-spessartin) akt ep kl gnays	Kl, ep, akt, grt, alk fs (alb), qzt, tit, FeO min.	Lepidonematoblastik	Grt min epdt ve klrt, fs min epdt
MR/64	Akt grt ep kl gnays	Kl, ep, zt, grt (prp), akt, qzt, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Grt min epdt ve klrt, fs min epdt
MR/65	Grt ep akt kl gnays	Kl, akt, ep, klz, grt (alm), qzt, alk fs (alb), tit, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Grt min epdt ve klrt
MR/66	Mus grt kl akt ep gnays	Ep, klz, akt, kl, grt, mus, qzt, alk fs	Lepidonematoblastik	Grt min epdt ve klrt

EK 1 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayaların mineralojik-petrografik tanımlanması (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineralojik Bileşim	Doku	Metamorfik oluşumlar
MR/71	Ka ep mus akt kl gnays	Kl, akt, mus, ep, klz, ka, grt, plj, qzt, alk fs (alb), tur, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Fs min klrt ve epdt
MR/73	Mermer	Ka, qzt, mus, kl, op. min.	Granoblastik	
MR/74	Mermer	Ka, qzt, mus, op. min., FeO min.	Granoblastik (Yönlü)	
MR/76	Kl ka stp qzt şist	Qzt, stp, ka, kl, op. min., FeO min.	Lepidoblastik	
MR/76a	Kl kalsit stp qzt şist	Qzt, stp, ka, kl, op. min., FeO min.	Lepidoblastik	
MR/77	Meta Gabro	Plj, stp, ka, kl, mus, tit, op. min.	Holokristalin tanesel	Plj min rdjt
MR/77a	Meta Gabro	Plj, stp, ka, kl, mus, qzt, op. min.	Holokristalin tanesel	Plj min rdjt
MR/77b	Meta Gabro	Plj, stp, ka, kl, mus, qzt, op. min.	Holokristalin tanesel	Plj min rdjt
MR/78	Kl mus ep ka akt şist	Akt, ka, ep, klz, mus, kl, qzt, plj, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Akt min kar
MR/84	Grt qzt kl mus gnays	Alb, mus, kl, qzt, grt, grf (?), FeO min., op.min.	Lepidogranoblastik	Alb min srst, grt min klrt
MR/85	Mus kl gnays	Alb, kl, mus, plj, qzt, FeO min.	Lepidogranoblastik	
MR/86	Grt mus kl albt şist	Alb, kl, mus, qzt, grt, FeO min.	Lepidogranoblastik	Bt min klrt
MR/87	Bt kl mus qzt şist	Qzt, mus, kl, bt, plj, op. min., FeO min.	Lepidogranoblastik	Bt min klrt
MR/88	Grt mika kl kaşist (Kalkşist)	Ka, kl, mus, bt, grt, qzt, alb, FeO min., op. min.	Lepidoblastik	Bt ve grt min klrt, alb min ve klrt
MR/89	Grt kl mus qzt gnays	Qzt, mus, kl, grt, alk fs(alb), grf (?), FeO min.	Lepidoblastik	Alb min klrt ve srst
MR/90	Kuarsit	Ka, qzt, plj, alk fs, FeO demiroksit min.	Yönlü doku	Plj min klrt
MR/91	Kl mus gnays	Qzt, mus, kl, bt, alk fs, FeO min., grf	Lepidoblastik	Alk fs min srst
MR/92	Kl mika qzt gnays	Qzt, bt, mus, kl, plj, alk fs, tur, zir, tit, grf (?), FeO min.	Lepidoblastik	Bt min klrt, fs min. srst
MR/93	Kl mika qzt şist	Qzt, mus, bt, kl, alk fs, tit, grf (?), FeO min.	Lepidoblastik	Bt min klrt

EK 1 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayaların mineralojik-petrografik tanımlanması (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineralojik Bileşim	Doku	Metamorfik oluşumlar
MR/94	Grt kl mika qzt gnays	Qzt, bt, mus, kl, grt, alk fs(alb), tit, tur, grf (?), FeO min.	Lepidoblastik	Bt min klrt
MR/95	Mika qzt şist	Qzt, bt, mus, kl, ka, alk fs, tit, op. min.	Lepidogranoblastik	Bt min klrt
MR/98	Kuarsit	Qzt, mus	Granoblastik	
MR/99	Ep ka akt kl gnays	Kl, akt, ka, ep, klz, qzt, alb, mus, tit, FeO min.	Lepidonematoblastik	Fs min epdt ve kar
MR/100	Kl mus qzt gnays	Qzt, mus, kl, alk fs, se, tur, tit, grf (?), FeO min.	Lepidoblastik	Fs min klrt
MR/101	Grt akt mus kl gnays	Kl, mus, akt, grt, se, alk fs, tit, op. min., FeO min.	Lepidoblastik	
MR/102	Ep qzt mus gnays	Alb, mus, qzt, ep, zt, plj, FeO min., op. Min.	Lepidoblastik	Fs min epdt
MR/103	Qzt ep mus gnays	Alb, mus, ep, qzt, plj, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Fs min epdt
MR/104	Qzt ep mus gnays	Alb, mus, ep, plj, qzt, mk, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Fs min epdt
MR/105	Grt qzt ep mus gnays	Alb, mus, ep, plj, qzt, mk, grt FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Fs min epdt
MR/105a	Qzt ep mus gnays	Alb, mus, ep, plj, qzt, mk, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Fs min epdt
MR/106	Qzt ep mus gnays	Alb, mus, ep, plj, qzt, mk, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Fs min epdt
MR/107	Qzt ep mus gnays	Alb, mus, ep, qzt, op. min., FeO min.	Lepidoblastik	Alblş ve epdt
MR/108	Grt ep mus gnays	Alb, mus, ep, grt, qzt, op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/109	Grt ep mus gnays	Alb, mus, ep, klz, grt, qzt, op. min., FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/110	Ep mus gnays	Alb, mus, ep, klz, se, plj, op. min., FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/110a	Grt mus ep ka kl şist	Kl, ka, ep, mus, grt, alb, qzt, plj, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Grt ve alb min epdt
MR/111	Grt qzt ep mus gnays	Alb, mus, ep, qzt, plj, mk, grt, op. min.	Lepidonematogranoblastik	Alblş ve epdt
MR/112	Kl grt mus qzt gnays	Alb, qzt, mus, grt, kl, tit, grf (?), FeO min.	Lepidoblastik	Grt min klrt

EK 1 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayaların mineralojik-petrografik tanımlanması (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineralojik Bileşim	Doku	Metamorfik oluşumlar
MR/117	Grt Kalkşist	Ka, mus, qzt, grt, tit, FeO min.	Lepidogranoblastik	Alblş ve epdt
MR/118	Mermer	Ka, mus, qzt, FeO min., op. min.	Granoblastik (Yönlü doku)	Alblş ve epdt
MR/119	Grt ep qzt mus gnays	Alb, mus, qzt, ep, klz, grt, plj, FeO min., op. min.	Lepidoblastik	Alblş ve epdt
MR/122	Akt kl mus ep kaşist	Ka, ep, klz, mus, kl, akt, alb, plj, qzt, op. min., FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş, epdt ve kar
MR/123	Qzt mermer	Ka, qzt, mus, plj, op. min., FeO min.	Granoblastik	
MR/124	Muşşist-Mermer	Ka, qzt, mus, alb, se, FeO min, op. min.	Lepidoblastik	
MR/125	Grt kl akt mus ep şist	Ep, mus, akt, kl, grt, klz, qzt, ka, op. min.	Lepidonematoblastik	
MR/126	Ep akt kl gnays	Kl, akt, ep, mus, klz, alb, qzt, FeO min., opak min.	Lepidoblastik	Alblş ve epdt
MR/130	Grt bt akt gnays	Alb, akt, bt, qzt, grt (alm), kl, tit, FeO min.	Lepidogranoblastik	Grt min byt
MR/132	Grt klz akt şist	Akt, klz, grt, kl, tit, qzt, FeO min., op. min.	Nematoblastik	Grt min klrt ve epdt
MR/135a	Mermer	Ka, mus, FeO min., op. min.	Granoblastik	Alblş ve epdt
MR/138	Grt bt kl ka ep mus şist	Qzt, mus, ep, ka, kl, bt, grt, klz, alb, op. min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/157	Mermer	Ka, mus, qzt, FeO min.	Granoblastik	
MR/157a	Mermer	Ka, mus, qzt, alk fs, grt, FeO min.	Granaoblastik	
MR/160	Mermer	Ka, qzt, FeO min., op. min.	Granoblastik	
MR/162	Ep grt ka mus kl qzt şist	Qzt, kl, mus, ka, grt, ep, bt, tit, FeO min., op. min.	Lepidoblastik	Grt min byt ve klrt, bt min. klrt

EK 1 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayaların mineralojik-petrografik tanımlanması (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineralojik Bileşim	Doku	Metamorfik oluşumlar
MR/178	Se kl ep qzt şist	Qzt, ep, klz, kl, mus, alb, plj, FeO min.	Nematogranoblastik	
MR/178a	Se kl akt ka ep qzt şist	Qzt, ep, klz, zt, ka, akt, kl, se, plj, FeO min.	Fibronematoblastik	
MR/178b	Kl akt ep qzt şist	Qzt, ep, klz, zt, akt, kl, FeO min.	Nematogranoblastik	
MR/178c	Kl akt ep qzt şist	Qzt, ep, klz, zt, akt, alb, plj, kl, FeO min.	Nematoblastik	Alblş ve epdt
MR/179	Radyolaryalı çört	Qzt, radyolarya, FeO min.		
MR/180	Altere Gabro	Akt, plj, ka, klz, tit, FeO min., op. min.	Holokristalin tanesel	Plj min rdjt
MR/182	Serpantinit	Srp grb min. (ant, krz), oprx, op. min.	Elek	
MR/182a	Serpantinit	Srp grb min. (ant, krz), oprx, op. min.	Elek	
MR/182b	Serpantinit	Srp grb min. (ant, krz), oprx, op. min.	Elek	
MR/183	Mermer	Ka, op. min.	Granoblastik	
MR/184	Meta kumtaşı	Qzt, plj, mus, kl, se, ka, ort, bt, kayaç parçaçıkları (kuvarsit), op. min.	Blastopsamitik	Plj min srst
MR/185	Serpantinit	Srp grb min. (ant, krz), ka, op. min.	Elek	
MR/185a	Serpantinit	Srp grb min. (ant, krz), ka, op. min.	Elek	
MR/186	Mus ep kl gnays	Kl, ep, se, mus, klz, alb, plj, qzt, FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
M/1	Arduvaz (Altere kayaç)	Qzt, se, FeO min.		
M/2	Kl akt ep şist	Ep, akt, kl, mus, qzt, ka, plj, alk fs, op. min.	Lepidonematoblastik	
M/3	Kl ep akt ka şist	Ka, akt, ep, kl, kprx, qzt, plj, FeO min.	Lepidonematoblastik	
M/3a	Se kl şist	Kl, se, ka, alb, qzt, FeO min., op. min.	Lepidoblastik	
M/4	Kalkşist	Ka, qzt, mus, grf (?)	Granoblastik	
MR/187	Kuvarsit	Qzt, mus	Granoblastik	
MR/188	Mus kl qzt gnays	Alb, qzt, kl, mus, tit, FeO min.	Lepidogranoblastik	
MR/193	Kl ep akt gnays	Alb, akt, ep, kl, klz, mus, FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/194	Kl mus ep akt gnays	Alb, akt, ep, mus, klz, qzt, tit, FeO min.	Nematoblastik	Alblş ve epdt
MR/194a	Mus akt kl ep şist	Ep, klz, kl, akt, mus, qzt, alk fs, FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/195	Kl akt ep gnays	Klz, ep, akt, kl, mus, alb, qzt, plj, tit, FeO min.	Nematolepidoblastik	Alblş ve epdt

EK 1 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayaların mineralojik-petrografik tanımlanması (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineralojik Bileşim	Doku	Metamorfik oluşumlar
MR/196	Kl akt ep gnays	Alb, ep, klz, akt, kl, qzt, FeO min.	Nematolepidoblastik	Alblş ve epdt
MR/197	Mus kl akt ep gnays	Ep, klz, akt, kl, mus, qzt, alb	Nematolepidoblastik	Alblş ve epdt
MR/200a	Kl ep şist	Ep, kl, klz, zt, alb, qzt, tit, FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/201a	Akt ep mus kl gnays	Kl, mus, ep, akt, alb, tit, FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/202	Kuarsit	Kuars, muskovit	Granoblastik	Alblş ve epdt
MR/202a	Epidozit	Ep, klz, mus, ka, qzt, FeO min., op. min.	Nematoblastik	Alblş ve epdt
MR/204	Fillit	Se, qzt, grf(?), FeO min.	Lepidoblastik	
MR/204a	Kuarsit	Qzt	Granaoblastik (Yönlü)	
MR/205	Akt se kl ep gnays	Alb, ep, kl, se, akt, qzt, FeO min., op. min.	Nematolepidoblastik	Alblş ve epdt
MR/205-2	Akt kl ep qzt gnays	Alb, ep, klz, kl, akt, qzt, plj, FeO min., op. min.	Nematolepidoblastik	Alb min klrt
MR/205a	Akt ep qzt gnays	Alb, qzt, ep, akt, mus, se, kl, klz, plj, FeO min.	Nematogranoblastik	Alblş ve epdt ve klrt
MR/206	Akt kl ep qzt şist	Qzt, ep, kl, akt, klz, alb, mus, FeO min.	Nematogranoblastik	Alblş ve epdt
MR/209	Kuarsit	Qzt	Granoblastik	
MR/209a	Mus kl ep akt qzt şist	Qzt, akt, ep, kl, mus, plj, FeO min., op. min.	Lepidonematoblastik	Plj min epdt
MR/211	Mika kl qzt ka gnays	Alb, plj, qzt, ka, kl, mus, bt, se, FeO min, op. min., rt	Lepidogranoblastik	Bt min klrt
MR/211a	Mika kl ka qzt gnays	Alb, plj, qzt, ka, kl, mus, bt, se, FeO min, op.min.	Lepidogranoblastik	Bt min klrt
MR/212	Mus kl akt ep gnays	Plj, ep, akt, kl, mus, se, qzt, tit, FeO min.	Lepidonematoblastik	Plj min epdt
MR/212a	Mus kl akt gnays	Plj, akt, kl, mus, zt, FeO min.	Fibrolepidoblastik	Plj min epdt
MR/212b	Mus akt kl ep gnays	Ep, kl, akt, mus, alb, qzt, FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/213	Kuarsit	Qzt, alb, se, ep, kl, FeO min.	Yönlü	Alblş ve epdt
MR/213a	Mus qzt grf şist	Qzt, mus, grf (?), alb, FeO m	Lepidoblastik	Alblş ve epdt
MR/214	Kl mus akt ep gnays	Alb, ep, klz, zt, akt, mus, kl, qzt, FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/215	Kl ep akt gnays (Proto milonit)	Alb, akt, ep, klz, zt, kl, mus, qzt, FeO min.	Fibrolepidoblastik	Alblş ve epdt
MR/215a	Ep akt gnays	Alb, akt, ep, kl, klz, FeO min.	Fibrolepidoblastik	Alblş ve epdt

EK 1 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayaların mineralojik-petrografik tanımlanması (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineralojik Bileşim	Doku	Metamorfik oluşumlar
MR/215b	Kuvarsit	Qzt	Yönlü	Alblş ve epdt
MR/216	Kl ep akt gnays	Alb, akt, ep, kl, qzt, FeO min.	Fibrolepidoblastik	Alblş ve epdt
MR/217	Mus kl klz akt gnays	Alb, akt, klz, kl, mus, tit, FeO min.	Fibrolepidoblastik	Alblş, epdt ve klrt
MR/218	Mus qzt grf şist	Mus, qzt, grf (?), alk fs, FeO min.(hmt), op. min.	Lepidogranoblastik	
MR/219	Kalkşist	Ka, qzt, plj, mus, kl, FeO min., op. min.	Granoblastik	Plj min kar
MR/220b	Ka mus kk gnays	Plj, kk (mg-kl), mus, ka, alb, qzt, FeO min., op. min.	Lepidogranoblastik	
MR/221	Ep mus akt kl gnays	Alb, kl, akt, mus, ep, zt, qzt, tit, FeO min., op. min.	Lepidogranoblastik	Alblş ve epdt
MR/222	Mus ep akt kl gnays	Alb, kl, akt, ep, mus, klz, zt, qzt, FeO min.	Lepidogranoblastik	Alblş ve epdt
MR/222a	Akt ep kl gnays	Alb, kl, ep, akt, qzt, tit, FeO min., op. min.	Lepidogranoblastik	Alblş ve epdt
MR/228a	Mus mermer	Ka, mus, se, qzt, alk fs, FeO min., op. min.	Lepidogranoblastik	
MR/228b	Grt k mus qzt gnays	Alb, qzt, mus, kl, grt(alm), plj, FeO min.	Lepidogranoblastik	Alb min srst, grt min klrt
MR/229	Kl mika qzt gnays	Alb, qzt, mus, bt, kl, se, plj, tur, tit, FeO min.	Lepidogranoblastik	Bt min klrt
MR/230	Mus mermer	Ka, mus, se, qzt, alk fs, FeO min., op. min.	Lepidogranoblastik	
MR/231b	Kl mus qzt gnays	Alb, qzt, mus, kl, tit, FeO min.	Lepidogranoblastik	
MR/232	Klz kl mus qzt gnays	Alb, qzt, mus, kl, klz, tit, FeO min., grf (?)	Lepidogranoblastik	
MR/232a	Kuvarsit	Qzt	Yönlü doku	
MR/233	Klz akt şist	Akt, ep, kl, mus, klz, zt, qzt, plj, FeO min.	Fibronematoblastik	
MR/233a	Ep kl akt qzt şist	Qzt, akt, kl, ep, klz, FeO min.	Fibronematoblastik	
MR/234	Ka kl ep akt qzt şist	Qzt, akt, ep, kl, ka, plj, mus, FeO min.	Lepidonematoblastik	
MR/235	Klz kl mus ka şist	Ka, mus, kl, klz, alb, qzt, FeO min.	Lepidogranoblastik	
MR/235a	Kl ka qzt şist	Qzt, ka, alk fs, kl, plj.	Granoblastik	
MR/236	Mus kl ka qzt şist	Qzt, ka, kl, mus, albit, bt, FeO min.	Lepidogranoblastik	
MR/237	Kl mus ka gnays	Ka, mus, kl, alb, se, FeO min.	Lepidogranoblastik	
MR/238	Akt kl ep gnays	Ep, kl, akt, qzt, plj, FeO min.	Nematogranoblastik	

EK 1 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayaların mineralojik-petrografik tanımlanması (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineralojik Bileşim	Doku	Metamorfik oluşumlar
MR/239	Ka akt ep kl gnays	Alb, kl, ep, akt, ka, qzt, plj, FeO min.	Lepidogranoblastik	
MR/239a	Mus kl ka gnays	Alb, ka, kl, mus, plj, qzt, tit, op. min.	Lepidogranoblastik	
MR/240	Grt kl mus qzt gnays	Alb, qzt, mus, kl, grt (alm), qzt, se, grf (?), FeO min.	Lepidogranoblastik	Alblş, epdt ve srst
MR/240a	Kuarsit	Qzt, mus, bt, alk fs, FeO min.	Yönlü	
MR/240b	Grt klz akt mika kl gnays	Alb, kl, mus, bt, akt, klz, grt, zt, se, tit, FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş, epdt, srst ve bt min klrt
MR/240c	Ep mus kl ka gnays	Alb, ka, kl, mus, ep, zt, qzt, tit, op. min.	Lepidonematogranoblastik	Alblş ve epdt,
MR/241	Ep mus gnays (protomilonit)	Alb, qzt, mus, ep, plj, mk	Lepidoporfiroblastik	Alblş ve epdt
MR/242	Ep mus kl gnays	Alb, qzt, kl, mus, ep, FeO min.	Lepidogranoblastik	Alblş ve epdt
MR/243	Kl akt klz şist	Klz, akt, kl, alb, qzt, mus, tit, FeO min.	Nematoporfiroblastik	Alblş ve epdt
MR/244	Mus kl ka gnays	Alb, ka, kl, mus, FeO min., op. min.	Lepidogranoblastik	
MR/245	Akt kl ep stp gnays	Alb, stp, ep, klz, kl, akt, qzt, FeO min.	Lepidonematoblastik	Alblş ve epdt
MR/245a	Stp akt kl ep şist	Ep, klz, kl, akt, stp, qzt, FeO min.	Nematoblastik	
MR/247	Grt klz mus kl qzt şist	Qzt, kl, mus, klz, grt, plj, FeO min.	Lepidogranoblastik	
MR/248	Se kl şist	Alb, kl, se, FeO min.	Lepidogranoblastik	Alb min srst
MR/249	Grt kl mus qzt gnays	Alb, qzt, mus, kl, grt, se, FeO min., op. min.	Lepidogranoblastik	Alb min srst
MR/249a	Grt kl qzt mus gnays	Alb, mus, qzt, kl, grt, qzt, tit, FeO min.	Lepidogranoblastik	Alb min srst ve klrt
MR/249b	Grt mus kl gnays	Alb, kl, mus, grt, tit, qzt, FeO min.	Lepidogranoblastik	Alb min klrt
MR/250	Mus akt kl ep şist	Alb, qzt, ep, kl, akt, mus, tit, FeO min.	Nematogranoblastik	Alblş ve epdt
MR/253a	Kuarsit	Qzt	Yönlü	
MR/254a	Mus mermer	Ka, mus, qzt, alk fs, alb, grt(?), FeO min., op. min.	Lepidogranoblastik (Yönlü doku)	Alb min kar

EK 1 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayaların mineralojik-petrografik tanımlanması (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineralojik Bileşim	Doku	Metamorfik oluşumlar
MR/256	Mermer	Ka, mus, qzt, alk fs, FeO min., op. min.	Yönlü	
MR/257	Bt kl ka ep akt gnays	Alb, akt, ep, ka, kl, bt, klz, plj, op. min.	Fibronematoblastik	Bt min klrt
MR/258	Bt kl ka ep akt gnays	Alb, akt, ep, ka, kl, bt, qzt, op. min.	Fibronematoblastik	Bt min klrt
MR/259	Ka kl akt qzt şist	Qzt, akt, kl, ka, plj, op. min.	Fibrogranoblastik	
MR/260	Ka kl akt gnays	Alb, akt, kl, ka, bt, ep, plj, tit, op. min.	Fibrogranoblastik	
MR/261	Kl akt qzt şist	Qzt, akt, kl, FeO min.	Fibrogranoblastik	
MR/261-2	Bt ep kl akt gnays	Alb, akt, kl, ep, bt, qzt, FeO min., opak min.	Fibronematoblastik	Bt min klrt
MR/262	Kuvarsit	Qzt	Granoblastik	
MR/263	Bt mus ka kl gnays	Alb, kl, ka, mus, bt, plj, FeO min.	Lepidogranoblastik	Plj min srst
MR/264	Kl mus stp gnays	Stp, mus, kl, alb, plj, qzt, FeO min.	Lepidogranoblastik	Plj min srst
MR/265	Se qztş ist	Qzt, se, mus, alb, kl, FeO min.	Lepidogranoblastik	Alb srst
MR/266	Kuvarsit	Qzt	Granoblastik	
MR/267	Mus ka şist	Ka, mus, alk fs, qzt, FeO min.	Lepidogranoblastik	Alk fs min kar
MR/268	Mus stp gnays	Stp, mus, ep, alb, plj, qzt, FeO min.	Lepidogranoblastik	Alblş ve epdt
MR/269	Mus kalkşist	Ka, mus, qzt, alk fs, FeO min.	Lepidogranoblastik	
MR/270	Mus mermer	Ka, qzt, mus, FeO min.	Granoblastik (Mozaik)	
MR/271	Ep şist	Ep, qzt, alb, zt, FeO min.	Nematoblastik	
MR/272	Mus kl akt ep şist	Ep, akt, kl, mus, qzt, ka, alb, plj, op. min.	Lepidonematogranoblastik	Alblş ve epdt
MR/274	Ep ka kl gnays	Alb, kl, ka, ep, se, plj, qzt, FeO min., op. min.	Lepidogranoblastik	
MR/275	Ep ka kl qzt gnays	Qzt, kl, ka, plj, ep, FeO min.	Lepidogranoblastik	
MR/276	Mus akt kl ep qzt şist	Qzt, ep, kl, akt, mus, plj, FeO min.	Lepidogranoblastik	Plj min epdt
MR/277	Akt şist	Akt, ep, mus, FeO min.	Fibroblastik	
MR/278	Se kl qzt gnays	Alb, qzt, kl, se, plj, FeO min.	Lepidogranoblastik	
MR/279	Mus kl akt ep şist	Akt, ep, kl, mus, qzt, plj, tit, op. min.	Fibronematoblastik	Plj min epdt ve srst
MR/280	Kalkşist	Ka, qzt, mus, alk fs, FeO min.	Yönlü	

EK 1 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayaların mineralojik-petrografik tanımlanması (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineralojik Bileşim	Doku	Metamorfik oluşumlar
MR/283	Kalkşist	Ka, mus, qzt, alk fs, FeO min.	Lepidogranoblastik	Alk fs min kar
MR/284a	Kuvarsit	Qzt	Yönlü	
MR/295	Kuvarsit	Qzt, mus, alb	Granoblastik	
MR/296	Ep kl qzt gnays (milonit)	Alb, qzt, kl, ep, mus, tit, FeO min.	Lepidoporfiroblastik	Alblş ve epdt
MR/297	Qzt kl mus şist	Alb, mus, kl, qzt, tit, grf (?), FeO min.	Lepidoblastik	Alb min srst
MR/298	Mus şist	Qzt, mus, tit, FeO min.	Lepidoblastik	
MR/299	Mus kuvarsit	Qzt, mus, kl, op. min.	Lepidoblastik	
MR/300	Ep grt kl mus qzt şist	Qzt, mus, kl, grt, ep, alb, FeO min., op. min.	Lepidogranoblastik	Alblş ve epdt
MR/301	Kuvarsit	Qzt, mus, FeO min.	Yönlü	
MR/302	Ep kl akt gnays	Alb, akt, kl, ep, mus, zt, qzt, tit, FeO min.	Lepidofibroblastik	Alblş ve epdt
MR/303	Ep akt kl gnays	Alb, kl, akt, ep, klz	Lepidonematogranoblastik	Alblş, epdt, klrt
MR/304	Kl ep akt gnays	Alb, akt, ep, kl, mus, zt, klz, qzt, tit.	Lepidonematogranoblastik	Alblş ve epdt
MR/305	Kl mus qzt şist	Qzt, mus, kl, plj, tit, tur, op. min.	Lepidogranoblastik	
MR/306	Kuvarsit	Qzt	Yönlü	
MR/309	Ep kl stp qztgnays	Qzt, stp, kl, ep, plj, alb, FeO min., op. min.	Lepidogranoblastik	Alblş ve epdt
MR/310	Mus ep kl qztşist	Qzt, kl, ep, mus, alb, tit, FeO min., op. min.	Lepidogranoblastik	Alblş ve epdt
MR/312	Fillit	Se, qzt, grf (?), mus, alk fs, FeO min.	Lepidoblastik	
MR/313	Qzt fillit	Se, qzt, bt, kl, mus, plj, alk fs, FeO min.	Lepidogranoblastik	Alk fs min srst ve klrt
MR/314	Arduvaz	Se, grf(?), kl, FeO min., op. min.	Lepidoblastik	
MR/315	Kl mus qzt şist	Qzt, mus, kl, plj, alk fs, FeO min.	Lepidogranoblastik	Alk fs min srst
MR/316	Kuvarsit	Qzt, op. min.	Yönlü	
MR/317	Qzt fillit	Se, qzt, grf, mus, alk fs, plj, FeO min.	Lepidogranoblastik	Alk fs min srst
MR/318	Fillit	Se, qzt, alk fs, FeO min.	Lepidoblastik	Alk fs min srst

EK 1 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayaların mineralojik-petrografik tanımlanması (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineralojik Bileşim	Doku	Metamorfik oluşumlar
MR/319	Qzt fillit	Se, qzt, alk fs, plj, grf (?), FeO min.	Lepidogranoblastik	Fs min srst
MR/320	Se qzt şist	Qzt, se, plj, alk fs	Lepidogranoblastik	Fs min srst
MR/321	Qzt fillit	Qzt, se, bt, grf(?), plj, kl, mus, tur, FeO min.	Lepidogranoblastik	
MR/322	Mus qzt mermer	Ka, qzt, mus, alk fs, FeO min.	Lepidogranoblastik (yönlü)	
MR/322a	Mermer	Ka, qzt, mus, alk fs, FeO min.	Granoblastik (Yönlü)	
MR/323	Radyolaryalı çört	Qzt, radyolarya, FeO min., op. min.		FO
MR/324	Dasit	Qzt, bt, plj, op. min., FeO min.	Hipokristalin porfirik	
MR/325	Mermer	Ka, mus, alk fs, FeO min., op. min.	Granoblastik	Fs min kar
MR/326	Radyolaryalı çört	Qzt, radyolarya, FeO min.		FO
MR/327	Listvenit	Ka, qzt, srp gr min., FeO min., op. min.		
MR/327a	Listvenit	Ka, qzt, srp gr min., FeO min., op. min.		
MR/328	Listvenit	Ka, qzt, FeO min., op. min.		
MR/337	Grt mika gnays	Alb, mus, bt, kl, qzt, grt, grf (?), ep, FeO min.	Lepidogranoblastik	
MR/340	Serpantinit	Srp gr min. (ant, krz), ka, op. min.	Elek	
MR/342	Mus kl gnays	Alb, kl, mus, qzt, tit, FeO min.	Lepidogranoblastik	Alb min srst ve klrt
MR/343	Kl mus qzt şist	Qzt, mus, kl, se, plj, alk fs, grf (?), FeO min.	Lepidogranoblastik	
MR/349	Dasit	Qzt, plj, ka, bt, op. min.	Hipokristalinporfirik	Plj min kar
YM-1	Plajiyogranit	Qzt, alk fs, mus, tit	Holokristalin tanesel	Fs min srst
YM-4	Plajiyogranit	Plj, ort, qzt, kl, ep, op. min.	Holokristalin tanesel	Plj min kil ve srst
YM-6	Plajiyogranit	Plj, ort, mk, qzt, kl, ep, op. min.	Holokristalin tanesel	Plj min kil ve srst, ort min kil

EK 2 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayalardaki bazı minerallerden elde edilen Raman shift ölçüm değerleri

Kesit No	Kayaç Adı	Mineral Adı	Karakteristik Raman Pikleri
MR/48	Ka kl Na amf ep şist	Epidot	1096.417-926.926-898.181
MR/49	Ep mus ka kl Na amf şist	Klinoklor Muskovit Albit	791.983-689.891-559.056 1034.244-712.108-276.001 1110.961-647.687-516.739
MR/50	Grt ep mus ka kl glok gnays (Altere eklojit)	Klinoklor Epidot Glokofan Albit Muskovit	788.018-684.747-556.887 1030.474-926.116-898.604 679.606-553.797-382.698 516.966-488.972-301.323 712.524-511.891-274.675
MR/51	Grt bt ep mus Na amf glok gnays (Altere eklojit)	Glokofan Granat Albit Epidot Muskovit Biyotit	1596.110-1334.457-1055.503 1589.668-1341.806-1035.357 517.303-489.419-426.993 1096.325-992.520-922.011 1091.527-712.191-567.537 689.347-556.766-358.981
MR/52	Grt (pirop) kl ep mus glok şist (Altere eklojit)	Granat Glokofan	913.553-560.056-363.393 675.786-498.145-395.885
MR/52a	Grt ep mus glok şist (Altere eklojit)	Klinoklor Glokofan Muskovit Hematit	779.683-681.148-555.550 1332.259-1055.062-677.602 710.609-272.839-199.477 587.724-397.938-283.412
MR/53	Ka kl ep Na amf şist	Epidot Albit	1097.740-992.167-927.863 773.362-517.201-489.343

EK 2 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayalardaki bazı minerallerden elde edilen Raman shift ölçüm değerleri (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineral Adı	Karakteristik Raman Pikleri
MR/54	Grt glok kl mika qzt şist	Granat (Almandin) Muskovit Glokofan	912.968-559.037-379.453 713.434-436.482-272.363 678.015-595.690-393.045
MR/55	Grt k mika qzt şist	Kuvars	474.467-274.699-220.432
MR/56	Grt klz glok qzt şist	Glokofan Granat (Almandin) Glokofan	1051.935-990.256-787.155 912.471-562.741-362.120 1108.316-1049.861-999.756
MR/56a	Glok mika qzt şist	Glokofan Muskovit	988.674-894.226-677.196 711.844-433.037-272.551
MR/57	Ep kl akt gnays	Albit	517.137-488.724-301.109
MR/58	Mika ep kk gnays	Albit Muskovit Klinoklor	773.458-516.781-489.375 711.564-433.748-275.221 681.828-558.154.208.094
MR/59	Grt ka kk ep mus glok gnays	Muskovit Klinoklor Epidot	710.499-432.714-273.692 788.792-679.788-520.547 988.649-895.145-610.345
MR/60	Grt kk (mg-kl) mus akt ep gnays	Granat (Almandin-spessartin) Klinozoizit Albit klinoklor	914.941-560.663-362.615 995.197-927.318-613.377 517.566-488.743-302.422 684.929-558.123-526.605
MR/61	Mus grt ep kl akt gnays	Albit Epidot Klinozoizit	824.978-772.421-587.258 997.347-922.334-897.979 1099.999-993.135-927.829
MR/62	Grt ep kl akt gnays	Granat (Almandin) Albit Aktinolit	1035.497-914.835-563.642 824.354-772.149-516.843 1072.643-679.409-543.845

EK 2 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayalardaki bazı minerallerden elde edilen Raman shift ölçüm değerleri (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineral Adı	Karakteristik Raman Pikleri
MR/63	Grt (pirop-spessartin) akt ep kl gnays	Epidot Albit Pirop-spessartin aktinolit	1101.765-991.609-924.729 1110.090-824.138-774.194 915.854-607.876-563.371 679.245-381.227-227.121
MR/64	Akt grt ep kl gnays	Granat (Pirop)	1040.503-914.653-563.359
MR/65	Grt ep akt kl gnays	Granat (Almandin) Albit Epidot	1039.787-916.771-564.372 1109.997-825.241-774.026 992.457-919.502-904.303
MR/68	Na amf epidozit	Epidot Aktinolit	918.964-893.161-614.323 1616-511-1537.808-1021.865
MR/71	Ka ep mus Na amf kl gnays	Albit Aktinolit Muskovit	516.909-488.881-419.660 679.538-557.785-387.132 710.211-434.546-323.411
MR/72	Grt kl mus ep Na amf şist	Muskovit Epidot Epidot (çeperi)	712.484-429.736-273.787 924.034-888.942-610.605 1098.238-992.737-891.256
MR/81	Kl Na amf ep gnays	Albit Epidot	517.203-489.567-362.823 1589.711-1537.845-1096.986
MR/86	Grt mus kl albt şist	Muskovit	1114.944-1033.025-711.904
MR/89	Grt kl mus qzt gnays	Muskovit Albit	711.409-423.616-272.794 985.831-823.519-771.528
MR/94	Grt kl mika qzt gnays	Muskovit Biyotit Albit	1010.006-711.579-273.544 1032.021-767.787-711.254 1587.023-1334.089-1113.741

EK 2 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayalardaki bazı minerallerden elde edilen Raman shift ölçüm değerleri (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineral Adı	Karakteristik Raman Pikleri
MR/99	Ep ka Na amf kl gnays	Albit Aktinolit	1111.544-1043.114-983.238 1065.189-679.645-229.083
MR/122	Akt kl mus ep ka şist	Epidot	922.360-887.932-694.611
MR/130	Grt bt Na amf gnays	Aktinolit Granat (Almandin) Albit	1090.462-679.212-555.837 935.551-918.170-562.948 1110.420-783.920-771.896
MR/131	Glok mus qzt şist	Muskovit Aktinolit	1127.728-710.709-442.204 1056.738-993.448-679.482
MR/197	Mus kl akt ep gnays	Epidot Albit	1103.241-994.958-899.764 1113.316-894.116-705.547
MR/202b	Kl ep mus glob şist	Glokofan Muskovit	1059.195-987.835-693.007 1353.425-1120.040-713.499
MR/203	Na amf glob ka mus kl ep qzt şist	Hematit Epidot	1800.523-1473.277-822.383 1100.519-992.455-926.326
MR/211	Mika kl qzt ka gnays	Rutil Biyotit Muskovit	619.608-455.583-345.248 709.519-271.684-206.885 1592.425-708.607-270.956
MR/213	Kuvars damarı (Metamorfik kuvars)	Kuvars Götit	475.657-365.431-225.591 560.480-492.147-407.054
MR/218	Mus qzt grf şist	Hematit Muskovit	410.362-297.179-287.823 711.447-423.657-274.742
MR/220a	Mus Na amf kl ep gnays	Albit Epidot	1114.147-907.488-827.335 995.367-893.285-617.063

EK 2 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayalardaki bazı minerallerden elde edilen Raman shift ölçüm değerleri (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineral Adı	Karakteristik Raman Pikleri
MR/220b	Ka mus kk gnays	Klinoklor Muskovit Oligoklaz Albit	782.752-677.019-557.375 715.807-434.766-276.617 826.694-775.386-591.408 519.107-490.772-427.116
MR/221	Ep mus Na amf kl gnays	Albit Aktinolit Epidot Muskovit	1108.079-825.051-775.497 684.023-492.871-413.943 1107.847-997.475-935.940 713.163-275.307
MR/223a	Glok mus ep kl gnays	Albit Muskovit Epidot Glokofan	1113.655-519.202-491.385 1113.383-713.290-429.065 1098.309-991.124-929.069 1054.290-988.564-680.534
MR/224a	Kl ep glok mus şist (Epidot amfibolit)	Glokofan Muskovit Epidot	1054.651-991.324-679.638 712.665-273.807-203.351 892.976-614.019-578.153
MR/225	Mus kl ka klz glok şist (Epidot amfibolit)	Glokofan Epidot	1125.110-1055.832-994.397 1099.937-994.649-928.070
MR/226	Kl ep glok mus şist	Muskovit	709.473-277.662
MR/226b	Ep kl mus Na amf şist	Aktinolit	679.921-529.598-385.411
MR/228	Kl mus ep ka glok şist	Glokofan	1056.778-988.504-678.797
MR/228b	Grt k mus qzt gnays	Granat (Almandin) Muskovit	1123.324-919.088-560.429 1117.762-712.240-275.754
MR/240	Grt kl mus qzt gnays	Granat(Almandin) Muskovit Albit	1588.172-911.523-364.306 713.989-273.435-208.803 824.218-773.611-517.478
MR/241	Ep mus gnays (proto milonit)	Albit	516.970-489.054-338.899

EK 2 Eskişehir kuzeyi Hekimdağ çevresinde yüzeylenen kayalardaki bazı minerallerden elde edilen Raman shift ölçüm değerleri (devam)

Kesit No	Kayaç Adı	Mineral Adı	Karakteristik Raman Pikleri
MR/242	Ep mus kl gnays	Albit	825.117-773.392-516.838
MR/253	Kl mus ep Na amf gnays	Albit Klinozoizit	516.781-489.706-301.357 930.408-890.220-616.696
MR/263	Bt mus ka kl gnays	Oligoklaz Muskovit Klorit Albit	824.252-772.791-516.894 710.785-443.224-272.035 679.442-677.119-556.171 824.796-517.566-489.564
MR/265	Se qzt şist	Muskovit	1134.761-1037.078-714.542
MR/268	Mus stp gnays	Albit	517.656-489.458-302.223
MR/282	Mus Na amf ep kl gnays	Hematit Glokofan	1149.155 -560.079 -287.752 1057.302 - 989.028 -694.163
MR/295	Kuvarsit (Metamorfik kuvars)	Kuvars Muskovit	474.520-273.721-220.391 711.990-431.484-274.231

EK 3 Eklojit'in ana (%) ve iz element (ppm)analiz sonuçları

Örnek No	KAR02	113	50	51	52	52c	52a
SiO2	39,23	47,33	44,07	42,33	48,27	48,79	58,81
TiO2	4,63	2,62	3,84	1,36	3,37	3,40	1,62
Al2O3	11,46	12,42	11,55	12,31	16,50	16,64	17,26
Fe2O3	19,51	14,72	13,33	9,18	14,85	15,06	9,76
MnO	0,19	0,17	0,09	0,15	0,14	0,14	0,08
MgO	7,73	8,11	6,48	2,18	4,38	4,52	3,81
CaO	11,94	7,26	9,21	12,27	4,55	4,55	2,08
Na2O	1,50	2,46	2,05	4,19	1,65	1,43	1,97
K2O	0,81	1,77	2,62	1,10	4,50	4,54	3,97
P2O5	0,50	0,33	0,50	0,61	0,36	0,34	0,16
LOI	2,62	2,85	5,75	12,54	1,73	0,54	0,43
Toplam	100,10	100,04	99,49	98,22	100,31	99,96	99,97
Rb	12	16,3	40,9	14,3	49,3	49,1	73,3
Ba	64,1	172,5	360,3	286,7	547,5	555,4	429,1
Th	0,8	0,8	1,8	7,4	3	2,5	6,9
Ta	17	7,2	8,9	7,4	8,6	8,6	5,5
Nb	30,8	28,5	54,7	76,6	67,6	68,3	34,7
Ce	51,8	49,1	57,3	113	121,7	119,1	72,1
Hf	7,5	5,2	5,7	7,6	4	4,5	5,2
Zr	178,1	183,6	217,9	320,5	306,6	307,9	237,4
Y	23,9	22,5	19,9	24,3	20,4	20	18
Sr	514	170,7	121,2	1369	213,9	215,6	88,4
Ga	22,7	17,2	19,6	17,5	23,1	23,6	18,3
La	26,8	21,2	19,8	56,9	56,9	56	36,5
Nd	15,2	23,6	30,4	37,1	47,9	44,8	20,6
U	0,9	1,5	1,5	2,3	1,7	1,7	2,5
Co	68,1	54	69,4	14,1	60,1	49,3	34,1
Tl	1	0,8	0,8	0,7	0,9	0,8	0,5
Pb	8,1	1,7	1,8	4,1	1,8	2,4	3,9

EK 3 Mavişistlerin ana (%)ve iz element (ppm)analiz sonuçları (devam)

Örnek No	KAR01	KAR03	114	115	121	127	134	135	139	146	147	151	154	164
SiO2	47,76	41,96	47,40	45,64	38,99	45,31	20,16	38,34	31,38	44,70	45,69	46,33	45,58	44,27
TiO2	1,82	2,43	2,20	2,24	1,00	1,09	2,53	3,35	4,01	2,02	3,55	3,64	2,31	3,69
Al2O3	18,63	13,41	13,48	12,61	11,54	16,08	5,66	14,18	13,75	14,83	11,16	12,01	12,88	12,94
Fe2O3	11,25	13,75	14,80	15,15	9,29	11,00	9,05	16,43	15,18	15,25	14,96	14,60	16,00	15,92
MnO	0,17	0,22	0,18	0,20	0,19	0,15	0,18	0,19	0,17	0,12	0,17	0,16	0,18	0,32
MgO	4,55	6,41	8,86	9,27	10,10	16,00	5,00	12,00	10,21	8,96	7,50	7,40	9,33	5,82
CaO	7,87	14,94	7,53	8,10	16,49	6,43	27,58	10,77	11,31	6,88	10,98	11,31	8,65	8,47
Na2O	1,12	0,75	2,30	2,41	0,07	0,40	0,08	0,81	0,15	1,84	2,44	0,74	1,81	1,55
K2O	4,59	2,71	1,96	1,42	0,67	1,49	0,63	1,26	0,02	1,94	0,72	1,57	0,47	3,28
P2O5	0,70	0,33	0,33	0,45	0,17	0,15	0,46	0,42	0,62	0,30	0,52	0,40	0,25	1,05
LOI	1,83	2,56	0,89	2,15	10,82	1,73	28,72	1,99	12,89	2,83	2,09	1,63	2,17	2,38
Toplam	100,28	99,48	99,92	99,65	99,34	99,84	100,05	99,73	99,70	99,66	99,77	99,78	99,64	99,70
Rb	82,7	62	21,1	13,8	6,5	16,4	12,4	22	1	24,8	8,9	22,7	5,3	59,3
Ba	1363	416,3	249,9	158,4	45,8	187,5	247,3	363,6	18,5	156,4	108	267,6	68,1	602,4
Th	11,2	4,6	1,5	1,5	1,5	1,5	3,4	1,5	5,3	1,2	1,4	1,7	1,5	1,5
Ta	17,2	7,7	6,7	8,6	10	5,8	6,7	7,7	9,2	5,9	8,1	8,5	7,4	9,4
Nb	104,2	56,1	27,7	24,5	8,1	19,9	50,9	50,7	82,5	30,3	38,4	36,4	19,8	45,8
Ce	209	81,8	51,4	55,4	16,6	33,1	65,6	74,1	128,4	52,1	70,4	73,9	35,5	86,6
Hf	13,3	6	5,5	4,2	4,3	4,6	3,5	7,2	7,1	5,5	7,6	6,8	6,4	5,4
Zr	608,7	231	187,3	166,9	66,2	94,1	164,3	202,1	283,4	181,4	234,8	263,2	155,3	177,7
Y	45,5	21	24,1	22,2	22,9	20,1	16,9	22,8	28,4	25,3	25,1	28,3	25	27,1
Sr	1204	260,5	245,3	326,3	432	238,3	347,2	289,5	1229	163,5	390,4	621,2	259,9	576,4
Ga	28,6	17,1	18,7	19	13,1	15,2	14,7	21,3	23,2	20,6	19,4	21,2	19,1	19,6
La	104,1	36,5	21,6	23,6	8,8	15,1	28,3	34,2	62,7	24,9	31,8	28,2	15,6	38,9
Nd	89,8	31,1	27,5	16,7	10	10	24,8	26,6	40,1	17,9	35,9	35,3	13,2	46,4
U	3	1,5	1,5	1,5	1,5	1,7	1,7	1,5	2	1,5	1,5	1,2	1,5	2
Co	20,2	40,3	48,4	64,9	32,5	37	43	45	31,6	64,5	44,1	49,9	44,2	27,9
Tl	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,9	0,9	1	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9
Pb	8,2	3,8	3,6	3,2	2,1	1,2	1,6	1,8	4,5	1	1,9	3,3	1,7	9,7

EK 3 Mavişistlerin ana (%)ve iz element (ppm)analiz sonuçları (devam)

Örnek No	165	166	167	169	170	197a	199	199a	208	230b	273	289	47	48
SiO2	38,05	44,10	49,61	42,20	42,70	52,18	49,53	46,29	47,18	44,30	44,65	49,02	40,25	37,87
TiO2	3,13	3,07	3,99	3,65	3,84	0,96	1,05	0,99	2,50	2,37	2,46	0,91	2,99	3,84
Al2O3	13,27	13,18	20,02	13,93	11,84	10,88	11,93	13,92	13,00	13,08	13,52	12,55	11,97	10,02
Fe2O3	20,19	14,67	13,47	16,78	16,62	9,95	10,57	11,88	13,66	14,81	14,54	11,02	13,73	14,17
MnO	0,29	0,24	0,03	0,25	0,19	0,19	0,45	0,17	0,16	0,14	0,21	0,15	0,14	0,19
MgO	14,38	8,06	3,03	8,50	8,04	10,12	10,35	12,95	8,52	6,19	13,88	11,27	8,24	15,80
CaO	7,26	11,25	0,40	10,64	11,00	12,57	13,77	10,60	10,45	12,07	5,50	10,80	11,57	11,43
Na2O	0,17	1,28	0,25	1,47	1,87	1,13	1,25	0,25	1,21	1,96	2,03	1,56	0,76	0,08
K2O	0,26	1,58	8,07	0,40	0,62	0,18	0,12	0,34	0,54	1,60	0,06	0,30	0,95	0,16
P2O5	0,49	0,37	0,11	0,56	0,45	0,26	0,18	0,10	0,32	0,27	0,28	0,11	0,39	0,41
LOI	2,16	1,98	0,94	1,36	2,54	1,43	0,76	2,18	2,19	2,69	2,55	2,10	8,34	5,67
Toplam	99,65	99,79	99,92	99,75	99,71	99,86	99,96	99,68	99,74	99,48	99,69	99,80	99,32	99,65
Rb	3,6	24,5	206,8	2,6	16,5	1,7	1,5	4,1	4	31,8	1,2	2,8	20	1,3
Ba	53,2	304,6	508,3	38,8	64,5	16,5	13,4	48,3	129,5	190,9	11,8	14,2	317,4	10,1
Th	1,5	0,9	5,2	3,3	1,5	1,5	1,5	1,5	0,8	1	1,5	1,5	1,6	1,5
Ta	9	7,7	20	5,3	8,1	6,5	5,8	8,1	6,8	7,7	5,6	6,3	6	11
Nb	32,4	29,3	82,5	43,1	36,4	7,5	8,1	4,6	19,2	30,7	16,3	7,2	35,9	58,9
Ce	61,2	48,1	186,8	72,5	62,5	12,8	14	6,7	34,7	59,6	30,2	10,6	61,2	89,5
Hf	3,3	5,2	8,3	6,7	4	3,8	3,5	3,7	6,2	6,1	5,7	2,3	5,2	6
Zr	136,2	137,6	353,4	199	168,3	44,7	53,9	52,9	166,2	190,6	154,6	48,1	182,1	240,7
Y	21,4	19,8	17,1	25,5	22,7	17,2	18,5	20,6	26,9	23,3	25,4	19,3	18,3	19,7
Sr	340,6	712,9	94,6	416,4	1290	246,8	162,5	143,1	370,7	293,5	72,3	173,8	643,8	911,3
Ga	19,8	17,3	29,4	20,6	20,3	16,4	14,7	13,5	19,8	19,5	20,6	14,2	17,4	15,7
La	30,5	22,5	86,7	36,1	31,6	8,5	8,1	4,5	18,1	25,7	15,6	6,9	26,5	42,9
Nd	21	20,2	59,5	23	18,9	10	11,7	10	20,5	23,4	9,9	10	28,3	37,5
U	1,2	1	3,1	1,3	1,5	1,5	1,5	1,5	1,3	1,2	1,5	1	1,3	1,7
Co	68,1	53,2	68,1	22,4	38,2	45,4	50,4	48,1	43	53,4	46,8	54,5	29,9	61,6
Tl	1	0,9	0,9	0,9	1	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9
Pb	3,1	2,1	4,5	2,5	2,7	1,2	0,8	0,8	1,9	12,1	2,4	0,8	2,2	3,6

EK 3 Mavişistlerin ana (%)ve iz element (ppm)analiz sonuçları (devam)

Örnek No	49	53	59	67	68	69	70	71	72	75	75	75a
SiO ₂	40,15	40,84	46,33	39,66	42,61	41,45	44,15	37,14	41,69	47,14	48,09	49,61
TiO ₂	3,63	3,87	1,49	1,60	1,24	1,17	3,28	2,75	3,29	1,18	1,15	0,99
Al ₂ O ₃	9,69	9,88	15,97	11,87	9,58	9,20	12,27	11,65	9,67	15,57	15,87	13,89
Fe ₂ O ₃	14,26	14,33	11,55	13,00	14,15	12,16	13,89	13,58	12,78	11,93	11,94	10,35
MnO	0,15	0,19	0,32	0,18	0,24	0,18	0,16	0,22	0,18	0,12	0,12	0,12
MgO	8,46	14,48	3,27	6,73	6,70	8,21	7,79	9,70	13,00	7,97	7,95	11,49
CaO	12,73	10,98	9,89	15,78	14,34	15,37	8,92	12,89	12,02	7,58	7,59	8,45
Na ₂ O	0,91	1,02	3,94	0,07	0,19	0,16	2,72	2,43	0,66	2,50	2,46	2,95
K ₂ O	2,11	0,17	2,26	0,37	0,11	0,10	1,29	0,61	0,26	3,06	3,07	1,20
P ₂ O ₅	0,41	0,51	0,99	0,49	0,19	0,31	0,89	0,86	0,50	0,22	0,23	0,12
LOI	7,88	3,45	3,54	9,88	10,49	11,84	4,38	7,48	5,38	2,48	1,40	0,74
Toplam	100,37	99,71	99,55	99,64	99,84	100,15	99,73	99,32	99,44	99,75	99,85	99,91
Rb	31,3	0,9	38,7	2,6	1,1	0,7	21,9	11,4	1,5	33,7	34,1	12,3
Ba	369,4	13,3	357,6	30,9	14,9	8,1	1013	307,2	17,6	116,4	117,6	39
Th	1,2	2,4	7,3	1,5	1,5	1,5	6,1	4,1	4,1	1,5	1,5	1,5
Ta	9,3	9,6	4,7	6,1	8,8	5,6	6,9	11,8	8,3	6,1	5,2	4,4
Nb	51,3	59,4	72,6	14,3	10,6	9,6	90,2	80,3	53,2	11,4	11,1	10,7
Ce	72,8	93,9	142,3	24,3	29,3	15,2	139,7	132,6	87,6	20,1	22,5	21,5
Hf	5,8	6,5	11,5	4,3	4,1	3,8	6,2	8	7,5	4,2	3,8	4,3
Zr	216,1	244,4	374,4	98,9	87,7	76,8	298,4	282,6	204,5	93,3	93,4	79,8
Y	17,8	21	36,5	36,4	26,6	36	28,7	26	19,9	26,3	26	14,7
Sr	231,3	668,2	638,2	589,4	730	486,2	674,1	563,2	588,5	60,2	59,7	77,1
Ga	16,3	16,7	20,1	15,5	14	13,6	18,8	17,4	17,7	15,4	15,8	10,7
La	29,9	44,4	71,7	17,3	23,4	13,3	70,7	66,9	43,5	9,1	10,9	10,9
Nd	31,2	43	57,1	9,4	11,3	10,5	52,3	59,3	32,5	10	10,2	10
U	1,5	1	1,5	3	1,6	2,5	1,4	1	1,8	1,5	1	1,7
Co	71,4	70,8	14	66,2	63,2	68,9	35,2	36,1	60,4	52,7	51,4	51,2
Tl	0,9	0,9	0,5	0,9	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6
Pb	2,2	2,7	6,2	13,3	15	7,9	3,9	2,6	3,2	0,8	0,8	0,8

EK 3 Mavişistlerin ana (%)ve iz element (ppm)analiz sonuçları (devam)

Örnek No	81	82	99a	137	99
SiO2	40,94	46,59	38,64	41,67	36,51
TiO2	3,26	2,56	2,19	3,92	2,59
Al2O3	13,11	15,02	13,47	13,85	13,65
Fe2O3	14,96	13,37	17,50	13,71	18,72
MnO	0,21	0,19	0,24	0,15	0,20
MgO	7,47	9,21	12,85	8,51	11,74
CaO	10,05	6,87	5,43	11,49	6,19
Na2O	2,28	2,65	0,57	3,21	0,94
K2O	0,39	0,90	0,07	0,07	0,15
P2O5	0,50	0,64	0,37	0,56	0,57
LOI	6,54	1,76	8,54	2,43	8,48
Toplam	99,70	99,77	99,88	99,60	99,72
Rb	8,7	13,2	0,8	1,3	2,5
Ba	73,7	261	26,4	34,4	37,5
Th	1,5	2,4	1,5	3,2	1,5
Ta	6,9	8,1	9,1	7,3	6,8
Nb	43,6	40,1	45,5	55,9	36,9
Ce	68,1	69,5	75,2	89	78,5
Hf	5,5	5	4,5	7,1	3,9
Zr	198,3	202,7	192,4	256,6	150,3
Y	25,3	22,1	27	21,8	23,9
Sr	685	404,4	219,7	503,8	171,3
Ga	21,6	18,7	18	19,1	16,9
La	33,5	30,3	39,1	43,3	38,5
Nd	20,3	32,7	33,7	37,3	27,9
U	1,1	0,9	1,6	1,5	1,5
Co	23,7	35	45,2	50,6	46,4
Tl	1	0,8	0,8	0,8	0,9
Pb	4,1	7,4	2,1	1,5	2

EK 3 Yeşilistlerin ana (%)ve iz element (ppm)analiz sonuçları (devam)

Örnek No	KAR05	KAR04	100	101	102	103	105	105a	107	112	122	125	126
SiO2	41,46	60,59	60,79	44,72	64,27	63,05	60,60	63,45	57,28	57,66	29,94	48,58	44,27
TiO2	1,82	0,29	0,56	1,69	0,25	0,25	0,21	0,18	0,78	0,65	0,71	0,90	1,25
Al2O3	14,59	17,91	18,56	14,12	16,27	15,84	16,10	16,04	17,66	23,01	11,62	15,16	15,48
Fe2O3	11,45	6,85	6,71	14,89	5,88	6,18	6,56	6,89	8,37	7,19	8,45	8,77	12,86
MnO	0,16	0,20	0,18	0,16	0,10	0,09	0,19	0,09	0,21	0,15	0,20	0,14	0,19
MgO	9,34	1,33	3,61	15,98	1,87	1,45	1,29	0,64	1,63	3,33	8,66	12,28	17,48
CaO	15,11	0,20	0,93	5,59	0,16	0,18	0,22	0,46	1,32	1,00	18,07	9,51	6,16
Na2O	1,47	2,82	1,41	0,19	5,17	5,03	3,99	6,44	5,13	2,79	0,07	1,74	0,55
K2O	0,06	6,58	4,16	1,50	4,86	5,03	7,22	4,75	4,86	3,13	0,97	0,85	0,20
P2O5	0,31	0,21	0,22	0,28	0,12	0,12	0,35	0,13	0,37	0,16	0,06	0,10	0,14
LOI	3,94	2,67	2,45	0,82	0,98	2,73	2,86	0,87	2,14	0,87	21,83	1,83	1,28
Toplam	99,71	99,67	99,59	99,95	99,93	99,94	99,59	99,94	99,76	99,93	100,58	99,84	99,86
Rb	0,4	100	81,1	30,6	91,6	76,1	107,8	67,9	59,7	87,7	10,6	8,8	1,9
Ba	7,3	1194	354,1	325,6	88,6	95,7	212	134,2	791,2	452,1	76	157,7	39,6
Th	1,5	16	8,3	1,4	51,6	47,7	44,1	52,1	7,7	13,4	1,5	1,5	1,5
Ta	6,2	14	4,6	11	41,4	30,2	45,3	47,4	11,3	5,9	5	6,5	7,3
Nb	9,9	278	11,8	40,3	495,2	391,5	398	404,8	132,3	14,9	3,2	7,2	19,7
Ce	20,4	238,1	55,5	56,3	611,4	707,8	503,6	560,8	147,5	43,8	7,7	14	30,2
Hf	4,6	22,7	5,9	5	73,8	65,1	56,6	60,2	13	5,8	2,2	2,7	3,4
Zr	90	1064	148,7	171,6	3956	3746	1986	2221	534,8	213,8	41,9	65,1	105,5
Y	21	59,8	20,1	23,1	232,2	198,9	106,6	109,1	45,6	23	19,4	18,6	20,4
Sr	184,1	65,9	46,9	45,7	26,5	39,4	51,2	86,4	99,6	161	220,7	245,4	164,1
Ga	13,8	45,9	16,3	18,9	63,5	62,1	60,6	62,4	26,8	19,4	12,9	13,5	13,2
La	11,9	157,7	34,9	29,7	333,8	373,7	283,6	210,5	86,8	20,7	6	8,5	16,5
Nd	11,4	116,9	24,2	29,7	247,3	273,1	201,6	150,2	63,2	17,5	10	9,6	12,1
U	1,5	1,5	2	1,2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	4	1,5	1,2	0,8
Co	22,8	11,7	16,5	48,7	28,9	28,2	20,6	25,4	9,9	15,3	43,4	39,6	55,4
Tl	0,5	0,8	0,6	0,8	0,9	1	0,4	0,9	0,7	0,4	0,8	0,7	0,7
Pb	0,9	7,3	14,9	0,6	10,5	16,4	23	34,1	2	22	3,7	0,8	0,7

EK 3 Yeşilistlerin ana (%)ve iz element (ppm)analiz sonuçları (devam)

Örnek No	162	178b	193	194	194a	196	212	214	222a	233a	238	239	259
SiO2	43,77	47,65	47,24	46,28	46,61	48,41	46,17	55,02	46,99	46,16	44,78	41,49	44,09
TiO2	1,61	2,63	0,82	0,54	0,84	0,79	1,23	0,81	1,12	2,15	2,14	2,28	1,68
Al2O3	15,80	14,43	12,81	15,85	13,25	12,30	15,09	9,28	14,61	13,14	11,25	11,69	10,27
Fe2O3	10,05	13,41	10,71	9,12	9,91	9,43	10,85	8,20	11,62	14,60	14,53	14,58	14,61
MnO	0,10	0,15	0,16	0,17	0,15	0,15	0,17	0,14	0,20	0,19	0,19	0,19	0,19
MgO	4,96	8,41	17,40	14,66	15,33	15,09	14,10	13,99	17,41	9,22	15,49	15,16	20,58
CaO	12,61	8,80	8,42	10,41	11,28	11,53	9,46	11,42	6,41	10,53	7,69	11,63	7,32
Na2O	0,88	2,21	0,54	0,12	0,06	0,07	0,64	0,16	0,99	1,07	0,68	0,31	0,07
K2O	2,47	0,12	0,05	1,26	0,28	0,12	0,85	0,09	0,06	0,31	0,06	0,05	0,10
P2O5	0,25	0,36	0,09	0,07	0,09	0,07	0,17	0,09	0,10	0,29	0,21	0,21	0,16
LOI	7,38	1,65	1,56	1,45	2,11	1,95	1,18	0,76	0,46	2,16	2,71	2,06	0,85
Toplam	99,88	99,83	99,79	99,92	99,90	99,89	99,90	99,96	99,96	99,81	99,73	99,64	99,92
Rb	60,1	1,4	0,2	5,7	3,8	0,6	11,6	1,2	0,4	3,2	1,2	0,3	0,8
Ba	348,7	31,4	6,1	122	23,2	6,1	79,2	7,9	9,6	58,8	24,2	10	33,6
Th	9,3	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Ta	6,3	8,7	6,6	7	6,7	6,6	7,4	6,2	7,3	9,7	10	8,6	10
Nb	36,3	17,5	5,7	2,4	4	2,4	10,5	7,1	10,7	14,9	14,5	15,5	16,6
Ce	66,6	33,6	11,7	6	9,4	6,2	19,5	14,8	17,2	28,7	27,6	31,4	34,5
Hf	6,5	3,8	2,7	3,1	3,8	3,3	3,7	3,5	3,6	5,4	4,4	5,5	4,1
Zr	211	160,9	45,7	39,6	45	37,5	78,6	47,8	70,7	134,5	133,7	137,3	117,6
Y	21,8	28	15,2	15,5	18,1	16,8	21,1	15,7	19,3	24,5	23,6	21,7	17,7
Sr	402,9	313,2	37,5	65,5	63,2	111,5	199,2	57,4	92,8	307	335,9	218,3	86,8
Ga	18,2	18	9,2	12,4	12,7	13,4	16,2	9,8	14,1	18,3	18,3	15,6	15,2
La	36,3	15,3	7,2	4,9	6,1	4,5	9,2	9,3	9,9	13,6	14,3	14,3	16,6
Nd	20,9	16,6	10,9	10	10	10	10	11,4	10,2	9,1	10	11,6	10,2
U	1,7	1,5	1,5	0,8	1,5	1,5	1,5	1,2	1,7	1,5	1,5	1,5	1,5
Co	24	37,5	38,2	51,9	39,2	41,8	55,5	36,1	52,9	51,6	60,5	48,5	76
Tl	0,8	0,9	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,7	0,9	0,8	0,8	0,8
Pb	9,9	1,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,7	1,8	1,4	2,9	1,2	2,1

EK 3 Yeşilistlerin ana (%)ve iz element (ppm)analiz sonuçları (devam)

Örnek No	261	261a	277	300	305	342	55	57	58	60	61	62	63	64
SiO2	45,62	45,36	42,04	79,74	63,23	53,20	83,00	44,51	44,20	48,42	46,28	44,83	43,78	40,74
TiO2	1,63	1,58	1,52	0,31	0,55	0,90	0,23	2,54	3,21	1,07	1,06	0,94	1,04	0,96
Al2O3	9,94	10,78	8,93	9,78	16,52	19,22	7,66	15,00	16,22	12,45	14,19	13,16	14,68	14,71
Fe2O3	14,37	14,07	17,44	3,02	6,54	11,05	2,70	15,86	15,65	10,33	12,79	14,67	20,24	23,28
MnO	0,19	0,19	0,26	0,30	0,09	0,16	0,24	0,25	0,23	0,28	0,37	0,35	0,38	0,55
MgO	19,07	19,61	19,31	2,93	5,17	7,72	2,85	12,60	8,51	11,01	13,42	12,98	13,26	14,07
CaO	7,94	7,28	7,52	0,43	0,81	1,28	0,38	5,58	6,79	10,45	6,08	7,22	4,63	4,55
Na2O	0,08	0,08	0,07	0,25	3,04	2,25	0,28	1,92	2,53	1,24	2,56	1,19	0,37	0,09
K2O	0,24	0,16	0,08	2,33	1,95	1,40	1,76	0,27	0,43	0,88	0,08	0,07	0,09	0,05
P2O5	0,25	0,12	0,15	0,07	0,17	0,19	0,06	0,41	0,51	0,17	0,14	0,22	0,22	0,16
LOI	0,59	0,71	2,43	0,76	1,72	2,18	0,76	0,87	1,49	3,45	2,74	3,74	1,09	0,74
Toplam	99,94	99,94	99,75	99,93	99,79	99,55	99,91	99,81	99,76	99,74	99,71	99,38	99,79	99,89
Rb	4,8	2	1,3	43,1	45,1	29,4	34,8	3,9	6,3	8,4	0,6	0,3	3,4	1,3
Ba	34,3	26,2	29,7	167	254,9	221,1	116,7	89,4	129,7	436,4	29,5	23,4	17,9	14,3
Th	1,5	1,5	1,5	3,2	9,7	4,7	2,5	3,3	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Ta	10	10	7,3	4	3,6	4,3	8,1	6,8	8	9,3	16	11	12	25
Nb	14,9	18,2	18,3	6,3	10,9	11,9	3,8	45,5	56,9	8,5	11,3	9	9,8	8,5
Ce	26,5	33,8	26,8	41,5	22,9	32,6	57,5	69,5	83,2	14,1	21,8	22	21,5	13,5
Hf	4,1	4,4	3,1	2,3	5	4,8	3,3	5,9	7,7	4,2	6,9	5,1	5,5	12
Zr	113,4	114,1	131,4	41,5	174,6	143,3	29,9	201,2	219,8	64,8	93,3	81,4	85,4	70
Y	18,7	18,8	20	7,9	16,4	27,1	6,6	24,6	28,4	18,8	23,7	21,8	19,1	18,6
Sr	158,5	63,4	13	47	56,6	65,8	40,9	267,6	1138	182,6	100,7	122	97,1	76,2
Ga	14,4	14,1	13,6	6,2	15,1	17,8	5,2	16,4	19,8	12,9	16,8	14,7	12,8	7,6
La	11,5	18,4	15	18,4	7	30,9	28	32,6	39,9	5,8	11,6	10,9	12,8	8,6
Nd	10	16,8	10	12,6	10	20,8	32,5	28,3	35,2	10	10	10	9,7	10
U	1,1	1,5	1,6	1,2	2,1	3,2	1,5	1,5	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	0,9
Co	83,5	85,5	78,8	14,6	9,8	31,5	15,1	38	24,8	45,7	45	34,9	47,2	65,4
Tl	0,8	0,8	0,8	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9
Pb	1,2	0,6	0,7	7,6	11,6	14,2	4,6	1,6	6,1	1,3	0,8	0,9	1,4	1,4

EK 3 Yeşilistlerin ana (%) ve iz element (ppm)analiz sonuçları (devam)

Örnek No	65	66	76a	78	86	87	241	257	258	76
SiO2	41,18	47,60	45,91	48,74	58,37	72,95	65,59	45,44	43,83	49,11
TiO2	1,11	0,97	1,84	1,27	1,04	0,41	0,13	1,61	1,49	1,13
Al2O3	13,96	12,72	13,38	14,20	17,90	14,59	16,16	10,52	10,15	14,26
Fe2O3	23,83	11,76	19,22	11,08	8,59	3,21	4,29	12,55	14,98	11,92
MnO	0,56	0,32	0,22	0,16	0,13	0,05	0,11	0,19	0,24	0,29
MgO	13,46	10,32	8,96	8,55	5,10	1,98	0,80	16,24	18,23	12,75
CaO	4,65	9,25	5,95	7,25	2,52	0,58	0,22	10,36	8,36	6,60
Na2O	0,10	1,81	2,68	3,57	2,42	3,39	6,62	0,43	0,08	2,92
K2O	0,06	0,28	0,38	1,01	2,50	2,37	5,11	0,18	0,08	0,08
P2O5	0,18	0,16	0,41	0,39	0,36	0,12	0,15	0,16	0,13	0,12
LOI	0,76	4,38	0,87	3,48	0,95	0,32	0,78	2,11	2,19	0,74
Toplam	99,84	99,57	99,81	99,71	99,88	99,97	99,96	99,79	99,78	99,92
Rb	1,3	2,7	10,2	17,6	57,1	50,2	81,6	2,6	1	0,9
Ba	15,4	127,7	723,9	147,7	328,5	311,2	147,5	33,2	19,9	29,9
Th	1,5	1,5	1,5	1,5	8,1	8,4	52,2	1,5	1,5	1,5
Ta	11	9,7	8,3	7,5	4,8	5,8	48,2	8,2	7,8	11
Nb	9,7	8,9	26,4	18,6	12,6	9,1	516,3	13,7	12,2	11
Ce	19,4	20	45,2	40,1	45,8	67,2	629,8	23,5	23,7	24,4
Hf	5,4	5,1	4,4	4,1	5,8	4,8	71,2	5,1	2,5	4,7
Zr	77,7	71,5	211,4	161,7	162,3	156,4	3186	101,6	92,8	92,8
Y	17,7	19,5	25,7	19,3	24,6	13,4	235,7	18,2	17,3	23,2
Sr	29,2	193,6	144	229,9	123	60,2	89,1	268	99,4	123,6
Ga	10,5	15,2	22,2	19,6	16,2	10,8	55,4	14,7	13,6	20
La	11,1	9,4	19,9	20	21,9	44,1	339,4	11,8	11,8	14,4
Nd	10	10	13,4	17,6	11,4	31,9	265,4	10	10,6	10
U	1,5	1,5	0,8	1,6	1,6	1,8	1,5	1,5	1,4	1,5
Co	52,4	35,4	27,3	28,7	20,5	12,1	32,3	55,8	82,2	35,5
Tl	0,8	0,7	0,9	0,8	0,7	0,8	0,6	0,8	0,8	0,8
Pb	1,4	1	1,7	1,4	10,3	12,3	43,8	1	0,5	0,7

EK 3 Dasit'in ana (%)ve iz element (ppm)analiz sonuçları (devam)

Örnek No	25	26	26a	349
SiO2	66,43	69,10	61,85	67,57
TiO2	0,37	0,30	0,31	0,29
Al2O3	19,15	17,59	17,07	17,81
Fe2O3	2,21	2,72	2,54	1,94
MnO	0,09	0,15	0,01	0,11
MgO	0,74	0,70	0,71	0,66
CaO	6,29	2,15	1,92	4,61
Na2O	0,21	3,93	3,09	3,57
K2O	2,47	2,48	2,35	2,42
P2O5	0,14	0,14	0,13	0,13
LOI	1,60	0,73	9,67	0,82
Toplam	99,71	99,97	99,64	99,94
Rb	74,7	75,8	78,3	73,7
Ba	408,6	512,8	517,7	490,1
Th	9,4	9	8,6	9,7
Ta	1,9	2	2,5	4,1
Nb	10	10,8	10,4	10,4
Ce	79	70,8	69,8	60,1
Hf	5,2	4,9	4,5	6
Zr	115,7	120,8	122,3	121,7
Y	39,7	26,7	22,5	23,6
Sr	123,3	165,6	140,4	186,4
Ga	15,9	16,6	16,8	16
La	52,8	45,5	44	36,1
Nd	55,1	49,7	44	24,3
U	2,8	2,4	3,4	2,5
Co	4,7	7,1	6,7	4,5
Tl	0,7	0,7	0,6	0,9
Pb	10,3	12,2	12,3	12

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Meral GÜREL

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 1974

Yabancı Dili : İngilizce

Medeni Hali : Bekar

Eğitim Durumu:

Lise : Ankara Lisesi, (1992)

Lisans : Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği
Bölümü, (1998)

Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği
Anabilim Dalı (Şubat 2009-Nisan 2012)

Çalıştığım Kurum ve Yıl:

M.T.A Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 2006 -