

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KAMAN (KIRŞEHİR) ÇEVRESİNDEKİ METAMORFİKLERİN JEOLojİSİ,
PETROGRAfİSİ VE MAGMATİK SOKULUMLARLA OLAN KÖKENSEL
İLİŞKİSİ**

Cumhur Özcan KILIÇ

JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2013

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KAMAN (KIRŞEHİR) ÇEVRESİNDEKİ METAMORFİKLERİN JEOLojİSİ, PETROGRAfİSİ VE MAGMATİK SOKULUMLARLA OLAN KÖKENSEL İLİŞKİSİ

Cumhur Özcan KILIÇ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU

Çalışmanın konusunu Kırşehir ili Kaman ilçesi civarında yüzlek veren granat biyotit amfibol gnays, amfibol gnays, amfibolit ara bantları içeren mermerler (Kalkanlıdağ formasyonu) ile birlikte gözlenen masif şeker dokulu mermerler (Tamadağ formasyonu) ile karakterize olan Kaman metamorfikleri ve bu metamorfikleri kesen, monzodiyorit, kuvars monzonit, biyotit granit bileşimli magmatik kayaların petrografisi, jeokimyası ve birbirleri ile olan ilişkileri oluşturmaktadır. Ayrıca Kaman civarındaki magmatik kayaları piroksen siyenit bileşimli kayalar keser konumunda bulunmaktadır. Ayrıca çalışma alanının bazı kesimlerinde kontak metamorfizma sonucu oluşmuş migmatitik kayalar da gözlenmektedir. Çalışma kapsamında, Kaman civarı ve Ebrişim civarı olarak adlandırılan iki farklı lokasyonun jeoloji haritaları yapılmıştır. Araziden toplanan örneklerden hazırlanan ince kesitlerin polarizan mikroskopta incelenmeleri sonucu bölgedeki kayaların mineralojik bileşimleri, dokusal özellikleri ve bozunma ürünleri belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan petrografik incelemeler sonucu, mermerlerin poligonal dokuda, ana olarak kalsit minerallerinden oluştukları belirlenmiştir. Granat biyotit amfibol gnayslar, ana mineral olarak kuvars, amfibol, alkali feldispat ve daha az oranda plajiolaz, biyotit ve granat mineralleri içerirler. Yapılan Raman çalışmaları sonucu, granatların almandin, plajiolazların labrador-bitovnit, amfibollerin ise aktinolit ve pargasit bileşiminde oldukları belirlenmiştir. Amfibolitler ise ana olarak amfibol ve daha az oranda kuvars minerallerinden oluşmaktadır. Raman çalışmaları sonucu amfibollerin aktinolit-tremolit bileşiminde oldukları saptanmıştır. Migmatitler ise tipik olarak migmatitik dokuda gözlenirler. Ana mineral olarak kuvars, alkali feldispat, amfibol ve daha az oranda plajiolaz ve piroksen minerallerinden oluşmaktadır. Raman çalışmalarına göre migmatitlerdeki alkali feldispatların türü mikroklin, plajiolazların türü bitovnit, amfibollerin türü pargasit ve piroksenlerin türü diyopsit olarak belirlenmiştir. Monzodiyoritlerde ortoklas fenokristalleri, amfibol, plajiolaz yaygındır. Kuvars monzonitlerde bu bileşime ek olarak kuvars miktarı artmaktadır. Biyotit granitlerde ana mineral olarak kuvars, ortoklas, biyotit gözlenir. Bu birimleri kesen piroksen siyenitlerde ise kuvars ve ortoklas mafik mineral olarak diyopsit türü piroksen gözlenir. Yapılan jeokimya çalışmaları sonucu magmatik birimlerin alkalen-subalkalen arası bir geçiş zonunda yer aldıkları ve A tipi granitoid alanına düştükleri görülmektedir. Metamorfik kayaların jeokimyasıda ise bu kayaların kökensel olarak pelitik malzemelerin metamorfizması ile oluştukları söylenebilir.

Mayıs 2013, 104 sayfa

Anahtar Kelimeler: Kırşehir, Kaman, metamorfik kayalar, kontak metamorfizma, petrografi

ABSTRACT

Master Thesis

GEOLOGY AND PETROGRAPHY OF KAMAN (KIRSEHIR) METAMORPHIC ROCKS AND THEIR NATURAL RELATIONS WITH THE IGNEOUS INTRUSIVES

Cumhur Ozcan KILIC

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

Supervisor: Prof. Dr. Yusuf Kağan KADIOGLU

The aim of this study is the relationship between Kaman metamorphics and the magmatic units which cut the metamorphic units in the vicinity of Kaman county of Kırsehir city in Central Anatolia, Turkey. Kaman metamorphics consist of marbles banded with garnet biotite amphibole gneisses, amphibole gneisses (Kalkanlıdağ formation) and sugar textured marbles (Tamadağ formation) and the magmatic rocks which cut the metamorphics, consist of monzodiorite, quartz monzonite, biotite granites. Also pyroxene bearing syenites cut the magmatic rocks. In some parts of the study area, migmatitic rocks which have formed under effect of contact metamorphism also occur. Within this study, geological maps around Kaman county and Ebrisim village located in south of Kaman was prepared. Thin sections of the samples collected from the study area was prepared and their mineralogical composition, textural properties and alteration types tried to be determined under polarizing microscope. Due to petrographical studies, marbles consist of polygonal textural calcite and lesser amounts of quartz and dolomite in thin section. Garnet biotite amphibole gneisses consist of almandine type garnets, labrador-bitownite type plagioclases and actinolite or pargasite type amphiboles due to petrological and confocal raman studies. Amphibolites consist of actinolite type amphibolites and lesser amount of quartz. Migmatites have characteristic migmatitic texture and consist of quartz, microcline as alkali feldspar, bytownite as plagioclase, pargasite as amphibole and diopside as pyroxene. Monzodiorites consist of orthoclase phenocrysts, amphiboles, plagioclase and lesser amounts of pyroxene and titanite. Quartz monzodiorites have quartz different from monzodiorites. Biotite granites consist of biotite, orthoclase, quartz and lesser amounts of plagioclase and titanite. Pyroxene syenites cut the magmatic units includes pyroxene as mafic mineral and type of the pyroxenes determined as diopside due to Raman studies. Prepared geochemical diagrams point that, magmatic units locate in a transition zone between alkaline and subalkaline areas and they plot in A type granitoid field. Metamorphic rock samples in geochemical diagrams show that they might be formed from metamorphism of either pelitic or metabasic protoliths.

May 2013, 104 pages

Key Words: Kırsehir, Kaman, metamorphic rocks, contact metamorphism, petrography

TEŞEKKÜR

2010-2013 tarihleri arasında Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışma boyunca, araştırmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyen, hem kişisel hem de mesleki gelişimime her türlü desteği veren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU'na (Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü) sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam sırasında hem saha, hem büro çalışmalarında yardım, öneri ve fikirleriyle beni yönlendiren hocam Yrd. Doç. Dr. Bahattin GÜLLÜ'ye (Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü), yardım istediğimde desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, zor zamanlarımda yanımda olan değerli arkadaşlarım Araş. Gör. Zeynep ERGUN, Araş. Gör. Kıymet DENİZ, Araş. Gör. Ceyda ÖZTÜRK, Uzman Başak ESER ve Araş. Gör. Uğur Erdem DOKUZ'a teşekkürlerimi borç bilirim. Yine saha ve laboratuvar aşamasında bana yardımcı olan, benimle birlikte terleyen Jeo. Müh. Rıdvan KUŞOĞLU'na, Metehan KELEŞ'e, Özgür YEDEK'e, Semih KAHRAMAN'a ve Çağrı TUNCA'ya teşekkür ederim. Laboratuvar çalışmaları sırasında desteklerini gördüğüm Ankara Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde görev alan tüm öğrenci arkadaşlara teşekkür ederim.

Son olarak bu zor süreçte her koşulda bana destek olan AİLEME ve Fatma GÜNGÖR'e en derin duygularıyla teşekkür ederim.

Cumhur Özcan KILIÇ

Ankara, Mayıs 2013

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışmanın Amacı.....	1
1.2 Çalışmanın Önemi.....	3
1.3 Çalışma Alanının Coğrafik Konum.....	3
1.4 Çalışma Alanının Türkiye Jeolojisi'ndeki Yeri.....	4
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	6
2.1 Literatür Taraması.....	6
2.2 Arazi Çalışmaları.....	6
2.3 Laboratuvar Çalışmaları.....	6
2.4 Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi.....	7
3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	8
4. BÖLGESEL JEOLojİ.....	18
4.1 Bölgenin Stratigrafisi.....	21
4.1.1 Metamorfik birimler.....	21
4.1.1.1 Kırşehir Masifi.....	21
4.1.1.2 Niğde Masifi.....	23
4.1.1.3 Akdağ Masifi.....	24
4.1.2 Ofiyolitik birimler.....	24
4.1.3 Magmatik birimler.....	25
4.1.3.1 Felsik kayalar.....	25
4.1.3.2 Mafik kayalar.....	27
4.1.4 Örtü birimleri.....	27
4.1.4.1 Volkanik birimler.....	27
4.1.4.2 Çökel birimler.....	28
5. ÇALIŞMA ALANININ JEOLojİSİ.....	30
6. MİNERALojİ VE PETROGRAFi.....	45
6.1 Metamorfik Kayalar.....	45
6.1.1 Kalkanlıdağ Formasyonu.....	46
6.1.1.1 Amfibol Gnays.....	47
6.1.1.2 Granat Biyotit Amfibol Gnays.....	48
6.1.1.3 Amfibolit.....	49
6.1.2 Tamadağ Formasyonu.....	50
6.1.2.1 Mermer.....	51
6.1.3 Migmatit.....	52
6.2 Magmatik Kayalar.....	53
6.2.1 Monzodiyorit.....	53
6.2.2 Kuvars Monzonit.....	55
6.2.3 Biyotit Granit.....	57
6.2.4 Piroksen Siyenit.....	58
7. RAMAN SPEKTROSKOPİSİ.....	60

8. JEOKİMYA.....	68
8.1 Metamorfik Kayaların Jeokimyası.....	68
8.2 Magmatik Kayaların Jeokimyası.....	74
8.2.1 Ana element jeokimyası.....	74
8.2.2 İz element jeokimyası.....	81
9. SONUÇLAR.....	86
KAYNAKLAR.....	89
EKLER.....	96
EK 1 Örneklerin ana (%) ve iz element (ppm) analiz sonuçları.....	96
EK 2 Magmatik kayaların kimyasal analiz sonuçları (% Ana oksit).....	97
EK 3 Magmatik kayaların kimyasal analiz sonuçları (ppm- İz element).....	99
EK 4 Kaman-Tamadağ civarı örnek alım yerlerini gösterir harita.....	101
EK 5 Ebrişim civarı örnek alım yerlerini gösterir harita.....	102
ÖZGEÇMİŞ.....	103

KISALTMALAR ve SİMGELER DİZİNİ

AİT	Ağaçören İntrüzif Takımı
B	Batı
D	Doğu
G	Güney
GB	Güneybatı
GD	Güneydoğu
GPS	Global Positioning System
HFSE	Kalıcılığı yüksek elementler
ICP	Inductively Coupled Plasma (İndüklenmiş çift plazma)
K	Kuzey
KB	Kuzeybatı
Kbar	kilobar
KD	Kuzeydoğu
KRS	Konfokal Raman Spektrometresi
LILE	Geniş iyon yarıçaplı litofil elementler
LOI	Loss on ignition
My	Milyon yıl
OAG	Orta Anadolu Granitoyidleri
OAKK	Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı
OAÖ	Orta Anadolu Ofiyolitleri
Ped-XRF	Polarized Energy Dispersive X-Ray Flourescence
Post-COLG	Çarpışma sonrası granitoyidler
Post-coll	Çarpışma sonrası
Pre-coll	Çarpışma öncesi
Syn-coll	Çarpışma ile eş yaşlı
TAP	Torid-Anatolid Platformu
WPG	Levha içi graniyotidleri
XRF	X-Ray Fluorescence
Amf	Amfibol
Bt	Biyotit
Grt	Granat
Kal	Kalsit
Kuv	Kuvars
Mkr	Mikroklin
Ort	Ortoklaz
Pir	Piroksen
Plj	Plajioklaz
Al	Aluminyum
Ar	Argon
Ba	Baryum
Ca	Kalsiyum
Ce	Seryum
Fe	Demir
Ga	Galyum
Hf	Hafniyum

K	Potasyum
Mn	Mangan
Na	Sodyum
Nb	Niyobyum
Pb	Kurşun
Rb	Rubidyum
Sr	Stronsiyum
Ta	Talyum
Th	Toryum
Ti	Titanyum
U	Uranyum
Y	Yitriyum
Zr	Zirkon

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1	Çalışma alanının yer bulduru haritası.....	2
Şekil 1.2	Türkiye'nin tektonik birlikleri (Ketin 1966'dan alınmıştır).....	4
Şekil 1.3	Türkiye'nin tektonik birlikleri (Okan ve Tüysüz 1999'den alınmıştır). ..	5
Şekil 4.1	Çalışma alanının Türkiye tektonik birlikleri içerisindeki yeri (CACC: Central Anatolia Crystalline Complex-Orta Anadolu Kristalen Kompleksi).....	18
Şekil 4.2	Orta Anadolu Kristalen Kompleksi'nin genelleştirilmiş jeoloji haritası (Kadioğlu vd. 2006'dan alınmıştır).....	19
Şekil 4.3	Orta Anadolu Kristalen Kompleksi'nin genelleştirilmiş kolon kesiti (Kadioğlu 2001'den alınmıştır).....	20
Şekil 5.1	Çalışma alanında haritalaması yapılan Tamadağ civarı ve Ebrişim civarının genel konumları.....	31
Şekil 5.2	Tamadağ civarının jeoloji haritası.....	32
Şekil 5.3	Ebrişim civarının jeoloji haritası.....	33
Şekil 5.4	Kaman-Tamadağ civarının A-A' enine jeolojik kesiti.....	34
Şekil 5.5	Ebrişim civarının A-A' enine jeolojik kesiti	34
Şekil 5.6	Çalışma alanında yüzlek veren metamorfik kayalar.....	35
Şekil 5.7	Çalışma alanında yüzlek veren metamorfik kayalar.....	35
Şekil 5.8	Çalışma alanında yüzlek veren metamorfik kayalar.....	36
Şekil 5.9	Çalışma alanında yüzlek veren metamorfik kayalar	37
Şekil 5.10	Çalışma alanında yüzlek veren metamorfik kayalar.....	38
Şekil 5.11	Migmatitlerin arazi ve el örneği görüntüleri.....	39
Şekil 5.12	Magmatik kayaların arazi görüntüleri.....	40
Şekil 5.13	Kuvars monzonitlerin görüntüleri.....	41
Şekil 5.14	Monzodiyoritlerin arazi görüntüleri.....	42
Şekil 5.15	Biyotit granitlerin görüntüleri.....	43
Şekil 5.16	Piroksen siyenitlerin görüntüleri.....	44
Şekil 6.1	Gnaysların genel görüntüsü ve içerisinde yer alan mikroklin minerallerinin fotomikrografi.....	47
Şekil 6.2	Granat biyotit amfibol gnaysların genel görüntüsü ve içerisinde yer alan almandin türü granatın fotomikrografi.....	48
Şekil 6.3	Amfibolitlerde gözlenen nematoblastik doku ve amfibol minerallerinin fotomikrografi.....	49
Şekil 6.4	Amfibolitlerin genel görüntüsünün fotomikrografi.....	49
Şekil 6.5	Mermerlerin genel görüntüsü ve kalsit minerallerinde gözlenen basınç ikizlerinin fotomikrografi.....	51
Şekil 6.6	Mermerlerin genel görüntüsü ve gözlenen basınç ikizlerinin çift nikol fotomikrografi.....	51
Şekil 6.7	Migmatitlerde gözlenen migmatitik doku ve lökosom ve melanosom aralanmasını gösteren fotomikrograf.....	52
Şekil 6.8	Migmatitlerin genel görüntüsü ve içerdiği kuvars damarının fotomikrografi.....	53
Şekil 6.9	Monzodiyoritlerin gözlenen holokristalin ve oseller dokuyu gösteren fotomikrograf.....	54

Şekil 6.10	Monzodiyoritlerde gözlenen mafik mineral segregasyonunu gösteren fotomikrografi.....	54
Şekil 6.11	Monzodiyoritlerde gözlenen ortoklas megakristalinin fotomikrografi..	55
Şekil 6.12	Kuvars monzonitlerin gözlenen holokristalin doku ve minerallerin fotomikrografi.....	56
Şekil 6.13	Kuvars monzonit içerisindeki diyoritik anklav ile olan dokanağın fotomikrografi.....	56
Şekil 6.14	Granitlerin genel dokusunun fotomikrografi.....	57
Şekil 6.15	Granitlerde gözlenen grafik dokunun fotomikrografi.....	58
Şekil 6.16	Piroksen siyenitlerin genel dokusunu ve gözlenen piroksen minerallerinin fotomikrografi	59
Şekil 6.17	Piroksen siyenit içerisindeki kalıntı piroksen mineralinin fotomikrografi.....	59
Şekil 7.1	Migmatitlerde yer alan pargasit türü amfibollerin a) Raman görüntüsü (50x), b) Raman görüntüsü (100x), c) Spektroskopik karakteristikleri.	61
Şekil 7.2	Migmatitlerde yer alan aktinolit türü amfibollerin a) Raman görüntüsü (50x), b) Raman görüntüsü (100x), c) Spektroskopik karakteristikleri.....	62
Şekil 7.3	Monzodiyoritlerde yer alan pargasit türü amfibollerin a) Raman görüntüsü (50x), b) Raman görüntüsü (100x), c) Spektroskopik karakteristikleri.....	63
Şekil 7.4	Gnayslarda yer alan almandin türü granatların a) Raman görüntüsü (50x), b) Raman görüntüsü (100x), c) Spektroskopik karakteristikleri.	64
Şekil 7.5	Migmatitlerde yer alan bitovnit türü plajiolazların a) Raman görüntüsü (50x), b) Raman görüntüsü (100x), c) Spektroskopik karakteristikleri.....	65
Şekil 7.6	Migmatitlerde yer alan mikroklin türü alkali feldispatların a) Raman görüntüsü(50x), b) Raman görüntüsü (100x), c) Spektroskopik karakteristikleri.....	66
Şekil 7.7	Piroksen siyenitlerde görülen diyopsit türü piroksenlerin a) Raman görüntüsü (50x), b) Raman görüntüsü (100x), c) Spektroskopik karakteristikleri.....	67
Şekil 8.1	Metamorfik kayaların toplam alkaliye karşı silika ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ vs. SiO_2) diyagramındaki konumları (Le Bas ve diğ. 1986).....	70
Şekil 8.2	Metamorfik kayaların AFM ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ (A)- Fe_2O_3 (F)- MgO (M)) diyagramındaki konumları (Irvine ve Baragar 1971).....	71
Şekil 8.3	Metamorfik kayalara ait ana oksit değerlerinin Harker diyagramında dağılımı (Harker 1909).....	72
Şekil 8.4	Metamorfik kayaların $\text{MnO} \cdot 11\text{-TiO}_2/10\text{-P}_2\text{O}_5 \cdot 10$ diyagramındaki konumları (Mullen 1983).....	73
Şekil 8.5	Metamorfik kayaların ACF (A = $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O}$, C = $\text{CaO} - 3.3 \text{ P}_2\text{O}_5$, F = $\text{FeO} + \text{MgO} + \text{MnO}$) diyagramındaki konumları (Ehlers ve Blatt 1982).....	73
Şekil 8.6	Magmatik kayaların toplam alkaliye karşı silika ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ vs. SiO_2) adlama diyagramındaki konumları (Cox vd. 1979).....	74
Şekil 8.7	Magmatik kayaların toplam alkaliye karşı silika ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ vs. SiO_2) diyagramındaki konumları (Irvine ve Baragar 1971).....	75

Şekil 8.8	Magmatik kayaların % $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}$ karşı % SiO_2 diyagramındaki konumları (Frost ve diğ. 2001).....	76
Şekil 8.9	Magmatik kayaların % $\text{FeO}/(\text{FeO}+\text{MgO})$ karşı % SiO_2 diyagramındaki konumları (Frost ve diğ. 2001).....	77
Şekil 8.10	Magmatik kayaların A- tipi granitoidlerin sınıflama diyagramındaki konumları (Whalen ve diğ. 1987a) sınıflama diyagramı.....	78
Şekil 8.11	Magmatik kayaların A/CNK'ye karşı A/NK diyagramında sınıflandırılması (Maniar ve Piccoli 1989).....	79
Şekil 8.12	Magmatik kayalara ait ana oksit değerlerinin Harker değişim diyagramlarındaki konumları (Harker 1909).....	80
Şekil 8.13	Magmatik kayalara ait iz element değerlerinin Harker değişim diyagramlarındaki konumları (Harker 1909).....	81
Şekil 8.14	Magmatik kayalara ait iz element değerlerinin MORB'a göre normalize edilerek çizilen spider diyagramlarındaki dağılımları (Pearce 1984).....	82
Şekil 8.15	Magmatik kayalara ait örneklerin Nb-SiO ₂ diyagramında dağılımı (Pearce 1984).....	83
Şekil 8.16	Magmatik kayalara ait örneklerin Hf-Rb/10-Ta*3 ve Hf-Rb/30-Ta*3 tektonik sınıflama diyagramlarındaki konumları (Harris 1986).....	84
Şekil 8.17	Magmatik kayalara ait örneklerin Y-Nb-Ce, Y-Nb-3Ga, Y-Nb-Zr/4 ve Y-Nb-3Th diyagramlarına göre konumları (Eby 1992).....	85

1. GİRİŞ

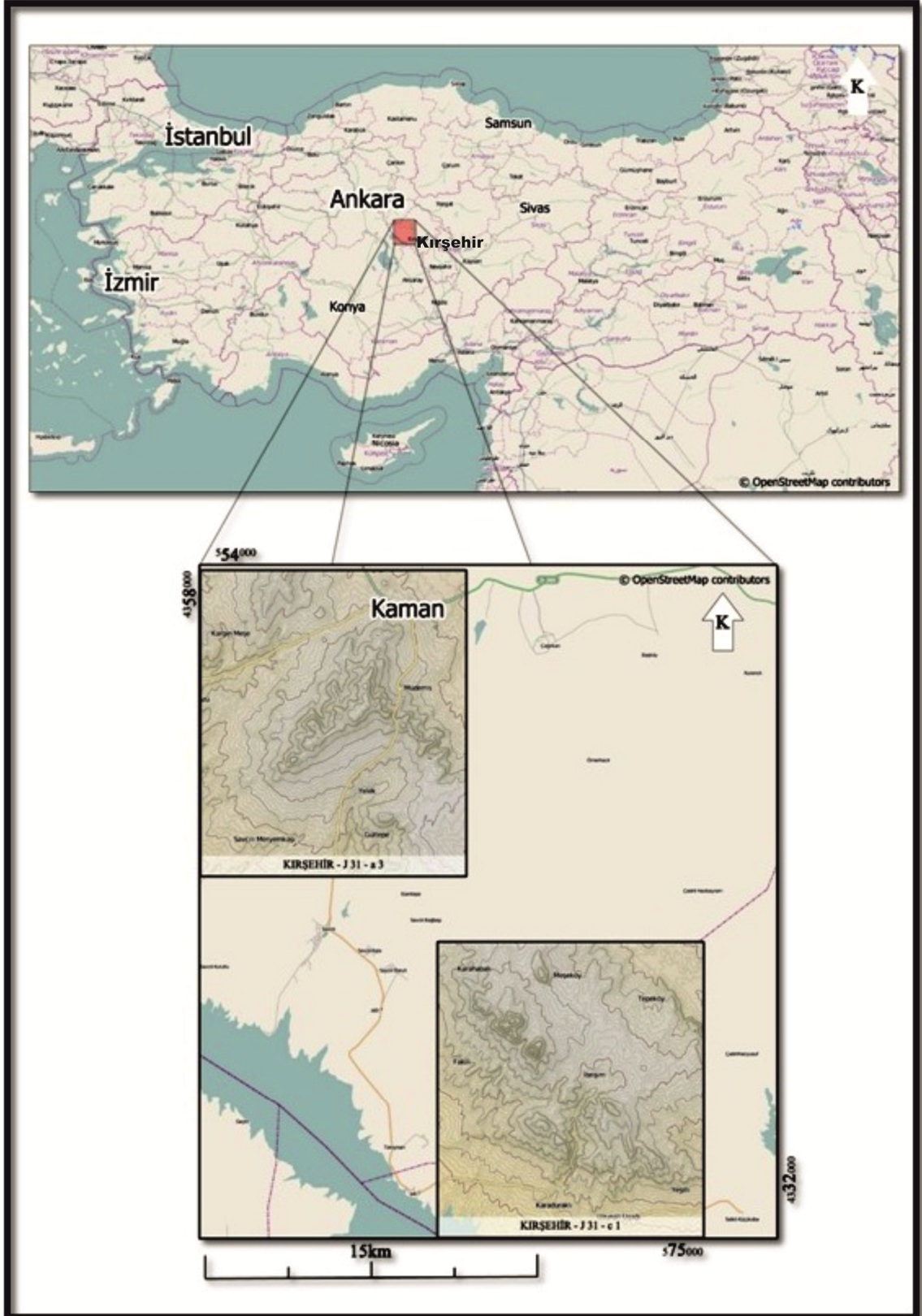
Bu tez çalışması, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışma alanı, Kırşehir ili, Kaman ilçesi civarını kapsamaktadır. Kaman ilçesi, Kırşehir ilinin 52 km kuzeybatısında, Ankara ilinin ise 138 km güneydoğusunda yer almaktadır (Şekil 1.1). Bu bölge, İç Anadolu'da köşeleri Ankara, Niğde ve Sivas illeri olacak şekilde kabaca bir üçgen biçiminde yer alan İç Anadolu Kristalen Karmaşığı (Göncüoğlu vd. 1991) içerisinde yer almaktadır.

Tez çalışması, Kaman civarında yüzlek veren metamorfik kayalar ve bu metamorfik kayaları kesen magmatik birimlerin birbirleri ile olan dokanak ilişkilerini konu almaktadır.

1.1 Çalışmanın Amacı

Bu tez çalışmasında, Kaman ilçesi ve civarında gözlenen birimlerin 1/25000'lik detay jeoloji haritalaması yapılmıştır. Haritalama ile beraber sahadan toplanan örneklerin petrografik incelemeleri, plajiolaz, granat, piroksen, amfibol gibi minerallerin Konfokal Raman Spektrometresi ile incelemeleri, ayrıca taze olan ve kayanın ana bileşimini temsil eden örneklerden jeokimyasal analizler yapılmıştır. Yapılan çalışmalar ile bölgedeki metamorfik ve magmatik kayaların adlandırmaları, yayılımları, bileşimleri ve birbirleri ile kontak ilişkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca Kaman civarında İç Anadolu Kristalen Kompleksi içerisindeki temele ait metamorfik kayaların kontak (termal) metamorfizmadan etkilenme derecesi anlaşılmaya çalışılmıştır.



Şekil 1.1 Çalışma alanının yer bulduru haritası (www.openstreetmap.org'den değiştirilmiştir)

1.2 Çalışmanın Önemi

Bu çalışma, daha önce çeşitli araştırmacılar tarafından farklı amaçlara yönelik olarak çalışılmış olan İç Anadolu Kristalen Kompleksi'ne ait metamorfik kayalarının magmatik sokulumlarla olan ilişkisi hakkında bilgi edinmek amacı ile hazırlanmıştır. Önceki çalışmalarda Kaman civarında yüzlek veren metamorfik kayaların bölgesel metamorfizma sonucu oluştuğu belirtilmiş, ancak bu metamorfik kayaları kesen magmatik birimlerin metamorfizmanın gelişimine katkısı konusunda çalışma yapılmamıştır. Bu tez çalışmasında, metamorfik ve magmatik birimlerin kontağından uzaklaştıkça alınan sistematik örneklerden yapılan kimyasal analizler ile kontakta uzaklaştıkça ne gibi elemental değişimlerin gözlemlendiği ve sıcaklığın metamorfizma gelişiminde ne derece etkili olduğu anlaşılmaya çalışılmıştır.

1.3 Çalışma Alanının Coğrafik Konum

Çalışma alanı, İç Anadolu bölgesinin güneyinde, Kırşehir ili, Kaman ilçesinin güneyi ile daha güneyde yer alan Yelek Kasabası civarını kapsamakta olup Kırşehir J 31-a3 ve Kırşehir J 31- c1 paftaları içerisinde yer almaktadır (Şekil 1.1).

Kaman ilçesi, Ankara ilinin 138 km güneydoğusunda, Kırşehir ilinin ise 55 km kuzeybatısında yer almaktadır. Çalışma alanına ulaşım Ankara-Konya E90 karayolu üzerinden Beynam-Bala-Kaman güzergâhı kullanılarak sağlanmaktadır (Şekil 1.1). Ayrıca çalışma alanındaki köylere giden stabilize ve asfalt yollar da bulunmaktadır.

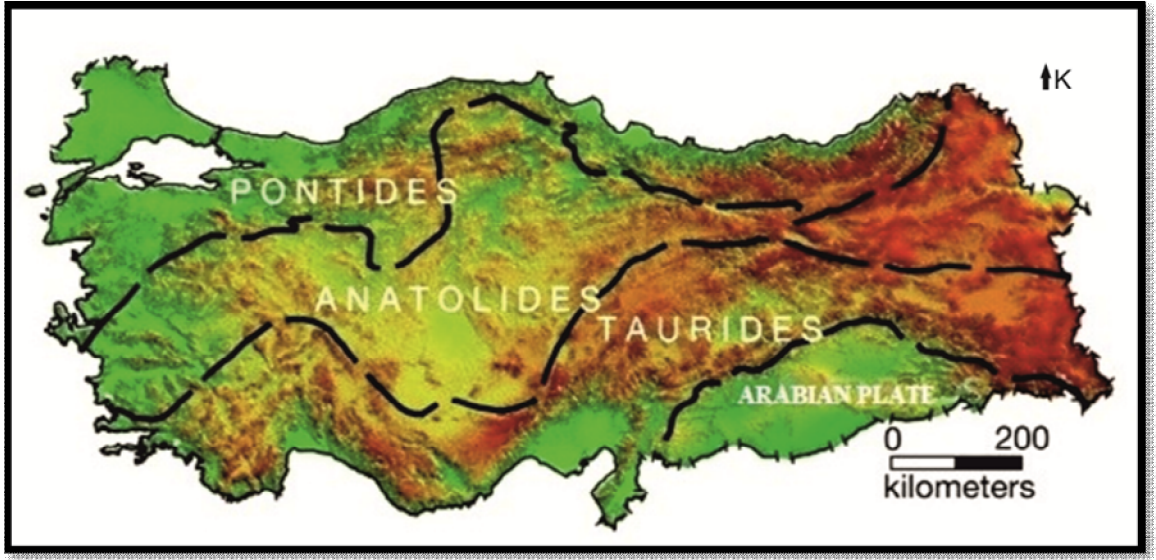
Çalışma alanında yerleşim yeri olarak Kaman, Müderris Mahallesi, Yelek Kasabası, Ebrişim, Karahabalı ve Fakılı köyleri yer almaktadır. Çalışma alanındaki başlıca yükseltiler, Kırşehir J 31-a3 paftasında kuzeyden güneye doğru Tama Dağı (1486 m), Cavharca Tepe (1466 m), Koç Tepe (1451 m) ve Kuş Tepe (1459 m) olarak sıralanır.

Kırşehir J 31-c1 paftasında ise yine kuzeyden güneye doğru (Gök Tepe 1316 m), Alçı Tepe (1206 m), Ala meşe Tepe (1377 m), Kör Dağ (1525 m), İnli Dağ (1466 m),

Aliöflez Dağı (1530 m), Kocakafa Tepe (1306 m) ve Çal Dağ (1262 m) olarak sıralanmaktadır.

1.4 Çalışma Alanının Türkiye Jeolojisi'ndeki Yeri

Çalışma alanı, Ketin (1966) tarafından Pontid, Anatolid, Torid ve kenar kıvrımları olarak sınıflandırılan Türkiye tektonik ünitelerinden Anatolid kuşağında yer alan Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı (OAKK) (Göncüoğlu vd. 1991,1992,1993) içerisinde yer almaktadır (Şekil 1.2).



Şekil 1.2 Türkiye'nin tektonik birlikleri (Ketin 1966'dan alınmıştır)

Türkiye'nin tektonik birlikleri, başka bir çalışmada (Okan ve Tüysüz 1999) tarafından Rodop-Istranca Zonu, İstanbul Zonu, Sakarya Zonu, Kırşehir Masifi, Torid-Anatolid Bloğu ve Arap Platformu olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma alanı bu sınıflamaya göre İzmir-Ankara-Erzincan kenet kuşağı ve Anatolid-Torid platformunun sınırladığı Kırşehir Masifi içerisinde yer almaktadır (Şekil 1.3).



Şekil 1.3 Türkiye'nin tektonik birlikleri (Okay ve Tüysüz 1999'den alınmıştır)

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez kapsamında yapılan çalışmalar, literatür taraması, arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve elde edilen verilerin değerlendirilerek tez yazımı sıralaması ile dört aşamada gerçekleştirilmiştir.

2.1 Literatür Taraması

Bu çalışma sırasında, özellikle inceleme alanı ve civarındaki metamorfik ve magmatik kayalarla ilgili daha önceden yapılmış çalışmalar derlenerek kaynak özetleri çıkarılmıştır. Bu çalışma sırasında çalışma konusu ile ilgili gerekli altyapı, önceki çalışmalardan yararlanılarak kurulmaya çalışılmıştır.

2.2 Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları kapsamında, J31-a3 ve J31-c1 paftaları içerisinde yer alan çalışma alanının gözlenen ve temeli oluşturan metamorfik, bunları kesen magmatik ve tümünü örten sedimanter birimlerin birbirleri ile olan dokanak ilişkileri çizilmiştir. Çalışma alanının jeoloji haritası hazırlanırken, tüm birimlerden örnek alınmaya çalışılmıştır. Toplanan 183 örneğin, petrografik ve jeokimyasal çalışmalarda kullanılması için taze örnekler olmasına dikkat edilmiştir. Örneklerin alındığı noktaların GPS (Global Positioning System) koordinatları kayıt edilerek haritanın üzerine örnek alım noktaları işaretlenmiştir.

2.3 Laboratuvar Çalışmaları

Tez aşamasında laboratuvar çalışmaları kapsamında toplanan örneklerin petrografi, jeokimya ve Konfokal Raman Spektroskopisi çalışmaları yapılmıştır. Arazi çalışması aşamasında toplanan örneklerden 138 adet ince kesit, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Laboratuvarında hazırlanmıştır. Hazırlanan ince kesitlerin petrografik inceleme ve tayinleri Ankara Üniversitesi

Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mikro Analiz-ICP Laboratuvarında yer alan Leica marka ahtapot araştırma mikroskobu ve Optik Mineraloji Laboratuvarında yer alan Leica marka polarizan mikroskopta yapılmıştır. Yapılan petrografik incelemelerde metamorfik kayalarda gözlenen indeks mineraller, dokular ve kaya türleri, magmatik kayalarda ise mineraller, genel ve özel dokular, bozunmalar ve kaya türleri belirlenmeye çalışılmıştır. İnce kesitlerde gözlenen minerallerin ve diğer önemli unsurların fotomikrograflarının çekimi, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Petrografi Uygulama ve Araştırma Laboratuvarında Leica marka polarizan mikroskopta yapılmıştır.

Laboratuvar çalışmaları sırasında araziden toplanan örneklerden taze olan 113 örnek, Mikro Analiz-ICP laboratuvarında önce Retsch marka otomatik taş kırıcıda ufaltılmış, daha sonra Fritsch marka otomatik öğütücüde öğütülerek toz haline getirilmiş ve jeokimyasal analiz için gerekli tane boyutuna indirilmiştir. Toz haline getirilen örnekler, hidrolik pres kullanılarak 4 gr. örneğe 0.9 gr. bağlayıcı (wachs) karıştırılacak şekilde preslenerek pres-pastil haline getirilmiştir. Hazırlanan pres pastiller, Petrografi Uygulama ve Araştırma Laboratuvarındaki Spectro X-Lab 2000 model Ped-XRF (Polarized Energy Dispersive X-raf fluoressans) cihazında analiz edilerek taze örneklerin ana oksit ve iz element değerleri, jeokimyasal çalışmalarda kullanılmak üzere belirlenmiştir. Aynı örnekler, laboratuvardaki fırında 12 saat 1350°C'ye ısıtılarak örneklerin ateşte kayıp (loss on ignition-LOI) değerleri belirlenmiştir. Yapılan petrografik incelemeler sırasında gerekli görülen minerallerin Mikro Analiz-ICP Laboratuvarında yer alan Thermo Scientific DXR Konfokal Raman Spektrometresi ile ayrıntılı incelemeleri yapılmıştır.

2.4 Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi

Yapılan tüm literatür taraması, arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen veriler toplu halde değerlendirilerek çalışma alanında yer alan birimlerin mineralojik ve petrografik özellikleri belirlenmeye çalışılmış, bu birimlerin birbirleri ile olan ilişkileri ve magmatik birimlerin metamorfik birimlerin metamorfizmasında ne derece etkin olduğu anlaşılmaya çalışılmıştır.

3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çalışma alanının içinde bulunduğu Kırşehir Bloğu (Görür vd. 1984, Poisson 1986) veya diğer bir adıyla Orta Anadolu Kristalen Kompleksi (Göncüoğlu vd. 1991), bir çok araştırmacı tarafından değişik amaçlar doğrultusunda çalışılmıştır. Bu çalışmalardan bölgesel jeoloji, metamorfik ve magmatik kayalarla ilgili olarak yapılan çalışmaların kısa özetleri tarihsel sıra ile aşağıda verilmeye çalışılmıştır.

Bailey ve McCallien (1950), Kırşehir masifinin Üst Kretase’de kuzeyden güneye doğru büyük ölçekli bir bindirme ile Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı birimler üzerine sürüklendiklerini savunmuşlardır.

Buchardt (1954), Kırşehir ve Kızılırmak arasındaki bölgenin ilk kapsamlı jeolojik haritasını yapmıştır ve bölgedeki Kretase yaşlı gabroların, doleritlerin ve granitlerin yaşının Kretase-Tersiyer sınırında olabileceğini söylemiştir.

Oktay (1954), Niğde ve Kırşehir masifindeki magmatik ve metamorfik kayaları “Orta Anadolu Masifi” olarak adlandırmıştır.

Ketin (1955), otokton bir kütleinin varlığından bahsederek Bailey ve McCallien (1950) tarafından masifin büyük bir şaryajla Kuzey Anadolu’dan sürüklenen bir nap parçası olduğu hipotezini kabul etmemiştir.

Ketin (1959, 1963, 1966), Anadolu sıradağlarını orojenik gelişme bakımından kuzeyden güneye, Pontidler, Anatolidler, Toroslar, Kenar kıvrımları bölgesi olmak üzere dört tektonik bölgeye ayırmış ve bunlardan özellikle Anatolidlerin, esas itibariyle Orta ve Batı Anadolu Kristalen Masiflerini / metamorfik serilerini oluşturmakta olduğunu ifade etmiştir. Araştırmacı çalışmada, Anadolu’daki orojenik gelişmelerin kuzeyden güneye doğru yavaş yavaş ilerlediği sonucuna varmıştır.

Ayan (1963), Kırşehir masifindeki asidik ve bazik plütonların jeoloji, mineraloji ve petrografisini çalışmıştır. Bu çalışmada, bölgedeki gabroları granitlerin kestiğini ve bunların ofiyolitlerin içerisine de sokulum yaptığını belirtmiştir. Ayrıca Baranadağ plütonundan aldığı zirkon minerali üzerinde toplam Pb yöntemi ile 54 my. yaş verisi elde etmiştir.

Ataman (1972), Kaman civarındaki Cefalıkdağ plütonunda radyometrik yaş tayini yapmış ve tüm kaya- biyotit çiftinden elde edilen $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izokronu ile kayacın yaşını 71 my. olarak belirlemiştir.

Bingöl (1974), bölgede yüzeyleyen metamorfizmlerin orta basınç-yeşilşist fasiyesinde metamorfize olduklarını ileri sürmüştür.

Erkan (1975, 1976a, 1976b, 1977, 1978a, 1981), Orta Anadolu Masifinde Kırşehir'in yakın çevresi ile Sivas Akdağmadeni dolaylarında yüzeyleyen metamorfik ve magmatik serilerde petrografi ve petroloji ağırlıklı ayrıntılı çalışmalar yapmıştır. Araştırmacı, Kırşehir'in yakın çevresinde yer alan metamorfik serilerde metamorfizma niteliğini ve metamorfizmanın hangi koşullar altında geliştiğini tipik mineral isogradlarına dayanarak açıklamıştır. Bölgede başlıca mermer, kalkşist, kalksilikatik gnays ve daha az ölçüde kuvarsit, mikaşist, gnays ve amfibolitlerle temsil edilen metamorfik seriye ait örneklerde incelemelerde bulunmuştur. İnceleme alanında ana kaya türünü teşkil eden saf ve saf olmayan karbonatlı kayalarda metamorfizma mertebesine bağlı olarak bölgede üç metamorfizma zonu ayırt etmiş ve metamorfizma mertebesinin kuzey ve kuzeydoğuya doğru yükseldiğini ortaya çıkarmıştır. Araştırmacı I. metamorfizma zonunun yeşilşist fasiyesi koşullarına, II. ve III. metamorfizma zonlarının ise Amfibolit fasiyesi koşullarına tekabül ettiğini belirtmiştir. Yine araştırmacı, bu üç metamorfizma zonundan aldığı metapelit ve mika-kuvarsitlerden alınan örneklerin incelenmesi ile granat minerallerinin % MnO içeriğinin kuzey ve kuzeydoğuya doğru azaldığını saptamıştır. Araştırmacı ayrıca bölgede bulunan metasedimanter birlikteliği oluşturan kaya grupları arasında ince bant ve mercekler şeklinde bulunan Kırşehir bölgesi amfibolitlerinin, sedimanter kökene sahip olduğunu ileri sürmüştür. Orta Anadolu Masifinin kuzeydoğusunda (Akdağmadeni Yozgat) yapmış olduğu çalışmalarda ise, 1500 m

kalınlığa sahip yer yer pelitik seviyeler de içeren karbonatlı bir serinin orta basınç-yüksek sıcaklık metamorfizmasına uğradığını belirtmiş, ama bölgede Kırşehir bölgesindeki gibi bir zonlanmanın ayırt edilemeyeceğini belirtmiştir.

Göncüoğlu (1977), Niğde masifinin batı kesiminde yapmış olduğu çalışmada, gnayslar, amfibolitler, kuvarsitler ve mermerlerden oluşan Gümüşler, Kaleboynu ve Aşıgediği formasyonlarını tanımlamıştır. Ayrıca Sineksizyayla metagabrosunun Niğde metamorfikleri ile birlikte kıvrımlanarak metamorfizmaya uğradığını, Üçkapılı granitinin ise Niğde civarındaki kayaların tamamını kestiğini belirtmiştir. Niğde grubu metamorfizmasının ilk aşamalarında orta basınç-yüksek sıcaklık derecelerine ulaştığını ve yer yer kısmi ergime oluşturacak sıcaklığa bile eriştiğini belirtmiştir.

Seymen (1981a, 1981b, 1982), Kaman (Kırşehir) çevresinde masifin stratigrafisi ve metamorfizması üzerinde yaptığı çalışmada, masifin en yaşlı kayalarının metamorfik birimler olduğunu ve ofiyolit dilimleri ve ofiyolitik melanj tarafından üzerlendiğini ve bu birimleri de granitoid ve siyenitoidlerin kestiğini belirtmiştir. Ayrıca temeldeki metamorfikleri Kalkanlıdağ, Tamadağ ve Bozçaldağ formasyonları olarak üç farklı birim olarak ayırtlamış, bölgedeki felsik kayaları ise Kötüdağ volkanitleri, Baranadağ ve Buzlukdağ plütonları olarak sınıflandırıp Kaman grubu olarak adlandırmıştır.

Seymen (1983), Tamadağ (Kaman-Kırşehir) çevresinde Kaman grubunun önce ilerleyen, daha sonra gerileyen metamorfizmasına eşlik eden deformasyon evrelerini saptamıştır. Yüksek dereceli metamorfiklerin dört plastik deformasyon evresi geçirdiği ve ardından Mesozoyikten önce yükselerek kırıklandığı ve bugünkü yapısını kazandığını belirtmiştir. Ayrıca Seymen, Kaman grubu, Ankara karışığı, Baranadağ plütonu ve Geç Maestrihtiyen yaşlı örtü birimlerinin aynı tektonik rejim altında bugünkü durumlarını kazandığını savunmaktadır.

Şengör ve Yılmaz (1983), Üst Paleosen-Alt Eosen'de Anadolu ve Toros levhalarının çarpıştıklarını ve bu çarpışma sırasında Mesozoyik yaşlı kayaların deformasyona uğradıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca Anadolu levhasındaki çökellerin Bozkır napları

altında metamorfizma geçirdiklerini ve bu metamorfiklerin Alt-Orta Eosen flişleri tarafından örtüldüklerini ileri sürmüşlerdir.

Seymen (1984), Kaman grubu ve çevresindeki metamorfik serilerde progresif olarak gelişen ve güneydoğudan kuzeybatıya doğru A zonu (yeşilist fasiyesi), B zonu (düşük amfibolit fasiyesi), C zonu (yüksek amfibolit fasiyesi) ve D Zonu (Amfibolit-Granulit geçiş fasiyesi) olmak üzere 4 farklı metamorfik zonun ayırtlanabileceğini ifade etmiştir.

Görür vd. (1984), Toros okyanusuna ait kabuğun Orta Anadolu bloğunun altına dalması sonucu gelişen magmatizma sürecinden Tuz Gölü doğusunda bulunan granitoidlerin oluştuğunu söylemişlerdir.

Lünel (1985), Kırşehir civarında yer alan granitik kayaları “Kırşehir İntrüzif Takımı” olarak adlandırmış ve bu takım içerisinde yer alan Baranadağ plütonunun alkalen karaktere sahip olduğunu söylemiştir.

Bayhan (1986), Çelebi granitoidinin granit, granodiyorit, kuvars monzodiyorit ve kuvars monzonit bileşimine sahip kalkalkalen karakterli kayalardan oluştuğunu belirtmiştir. Ayrıca jeokimyasal değerlendirmeler sonucu Çelebi granitoidinin I-tipi granitoid olduğunu ve çarpışma sonrası (post-COLG) granitoidler olduğunu, kökensel olarak kıtasal kabuk ve manto malzemesinin kısmi ergimesi sonucu oluştuğunu söylemiştir.

Göncüoğlu (1986), Orta Anadolu Metamorfiklerinin güneyinde, Niğde civarındaki metamorfik ve granitoidlerde yaptığı yaş tayinlerine bağlı olarak Üçkapılı granitinin Rb/Sr izokronuna göre $95 \pm$ my. , Rb/Sr izokron ve K-Ar yöntemine göre gnaysların 77.8 ± 1.2 my. ve granitoidlerin ise 76.5 ± 1.1 my yaşında olduğunu belirlemiştir.

Tolluoğlu (1986, 1987a, 1987b, 1988, 1993a, 1993b), Tolluoğlu ve Erkan (1989), Erkan ve Tolluoğlu (1986, 1990), Orta Anadolu Masifinin güneybatısında (Kırşehir yöresinde) yüzeyleyen metamorfik ve magmatik serilerde petrografi, petroloji, stratigrafi, metamorfizma ve yapısal jeolojiye ilişkin yaptıkları çalışmalar sonucunda, bölgede Tersiyer yaşlı seriler altında gözlenen Kırşehir metamorfitlerini, litostratigrafik olarak alttan üste Kalkanlıdağ Formasyonu, Kargasekmeztepe kuvarsit üyesi, Naldökendağ Formasyonu, Bozçaldağ Formasyonu şeklinde adlandırmışlardır. Araştırmacılar, istifin inceleme alanı batı ve kuzeybatısında Baranadağ plütunu ve kuzeydoğusunda Çayağzı siyenitoyidi tarafından sıcak dokanaklarla kesilmekte olduğunu ve kuzeyde ise Karakaya Ultramafiti tarafından tektonik dokanakla üzerlendiğini belirtmişlerdir. Tüm bu birimleri Kızılırmak Formasyonunun transgresif olarak örttüğünü ve bölgedeki ana kaya türlerinin mermerler, kuvarsitler, şistler, gnayslar, amfibolitler ve felslerin oluşturduğunu ifade etmişlerdir. Kökensel olarak pelitik, yarı pelitik, psammitik, kuvarsitik, yarı karbonatlı, karbonatlı ve bazik litolojilerin metamorfik türevlerinden oluştuğu belirtilmiştir.

Bayhan (1987), Cefalıkdağ ve Baranadağ plütonlarında petrografik, kimyasal ve mineralojik bileşim farklılıklarına göre iki farklı kaya grubu ayırtlamıştır. Bu kayaların kimyasal bileşimlerine göre subalkalen ve alkalen bileşimli olup, metalümina özelliklikte ve kafemik topluluğa ait olduğunu söylemiştir. Ayrıca bu iki grup kayalardan monzonitik bileşimli olanların minimum melt I-tipi, siyenitik bileşimde ve alkalen olanların ise A-tipi granitoyidlerle benzerlik gösterdiğini söylemiştir. Her iki grubun da aynı kaynak malzemesinin (manto+kabuk) iki farklı evrede bölümsel ergime sonucu iki farklı ergiyikten türediğini söylemiştir.

Tarhan (1987), Orta Anadolu'nun tabanını Paleozoyik yaşlı Aksaray metaofiyolitinin oluşturduğunu, bu temelin üzerine Kampaniyen yaşlı, ada yayı kökenli Orta Anadolu metamorfiklerinin geldiğini söylemiştir. Aşağıdaki bu birimleri ise Orta Anadolu granitleri kesmiş ve tüm bu birimleri Maestrihtiyen-Pliyosen yaş aralığında çökellerin örttüğünü söylemiştir.

Bayhan (1988), Akpınar-Kırşehir civarında Kırşehir masifini kesen siyenitoidlerin alkalen karaktere sahip, kuvars siyenit ve feldispatoidli siyenit bileşiminde olduğunu söylemiştir. Bu birimlerin volkanik karşılıklarının fonolit ve tefritik fonolit bileşiminde olduğunu belirtmiştir. Ayrıca siyenitoidlerin tek bir magmanın fraksiyonundan değil de, farklı kaynaklardan beslenen bir magmadan oluştuklarını söylemiştir.

Önen ve Unan (1988), Kaman-Kırşehir kuzeydoğusunda bulunan gabroları genellikle “hornblend gabro” ya da ince taneli gabro olarak tanımlamışlardır. Yaptıkları analizler sonucunda gabroların subalkali-toleyitik magmadan türedikleri ve bunların ofiyolitik dizinin bir üyesi olabileceklerini söylemişlerdir.

Bayhan (1989), İç Anadolu’daki Keskin civarındaki magmatik birimler iki farklı kaya grubuna ayırmış ve bu kayaların kökensel olarak manto ve kabuksal malzemenin bölümsel ergimesi ile oluştuğunu söylemiştir.

Erler vd. (1991), Orta Anadolu masifine ait magmatik birimler üzerinde yaptıkları petrolojik ve jeokimyasal çalışmalara göre Kaman civarındaki granitoidlerin I-tipi, Yozgat civarındaki granitoidlerin ise S-tipi granitoidler olduklarını belirlemişlerdir. Ayrıca Kaman civarında bir yitim zonunda kıtasal kabuk malzemesi ile kirlenmiş okyanusal kabuğun farklı evrelerde ergimesi ile oluşmuş kayalar, Yozgat civarında ise Pontid ve Torid platformları arasında gelişen çarpışma sırasında metamorfiklerin kısmi ergimesi ile oluşmuş kayalar tanımlamışlardır.

Güleç ve Kadioğlu (1991), Aksaray civarındaki Ağaçören granitoidinin kabuk kökenli bir magmadan, Çokumkaya gabrosunun ise mantodan beslenen bir kaynaktan oluştuğunu söylemişlerdir.

Geven vd. (1992), Orta Anadolu Granitoidleri’ne ait olan Cefalıkdağ granitoidinin Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı içerisine sokulum yaptığını söylemiş ve Cefalıkdağ granitoidini kökenleri birbirleriyle ilişkili olacak şekilde Küçükçürtepe graniti, Savcılıbeyit hornblend graniti ve Kaletepe mikrograniti olmak üzere 3 ana kaya grubuna

ayırmıştır. Ayrıca bu granitoidlerin ofiyolitlerin üzerlemesine bağı olarak artan kabuk kalınlığı ve kısmi ergime sonucu oluştuklarını ve granitik magma yükselirken kirlenmeye uğraması ile kökenleri aslen aynı, ancak farklı bileşimde magma tiplerinin oluştuğunu söylemiştir.

Boztuğ vd. (1993), İç Anadolu'dan batıdan doğuya doğru Kortundağ, Baranadağ, Buzlukdağ, Çayağzı, Yozgat, Karaçayır, Köseadağ, Hasaңcelebi, Dumlucu, Murmano, Karakeban plütonlarının bulunduğunu belirtmiştir.

Göncüoğlu ve Türeli (1993), Ekecikdağ granitoidinin kıtasal kabuğun kısmi ergimesi ile oluştuğunu ve Neotetis'in Üst Kretase'de kapanması ile ilişkili çarpışma sonucu oluştuğunu söylemişlerdir.

Kadioğlu ve Güleç (1993), İç Anadolu granitoidlerindeki anklavları kökensel açıdan magma karışımı, magma segregasyonu, restit ve ksenolit olarak 4 farklı gruba ayırmışlardır.

Akıman vd. (1993), Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın batı kenarında yer alan granitoidlerin jeokimyasal karakteristiklerini inceleyerek granitoidlerin granitten monzonite kadar farklı bileşimde oluğunu söylemişlerdir. Bu kayaların alümino-kafemik ve kafemik metalümino ya da peralümino karakterli olduklarını söylemişler ve granitoidlerin hepsinin S ya da I-tipi olduklarını söylemişlerdir. Ayrıca granitoidlerin çarpışmayla eş zamanlı (syn-COLG) ve çarpışma sonrası (post-COLG) granitoidler olduklarını ve kıtasal kabuk kökenli olduklarını söylemişlerdir.

Göncüoğlu vd. (1993), Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı içerisinde yaygın yüzlekler veren ofiyolitik kayaları "Orta Anadolu Ofiyoliti" olarak adlandırmışlardır. Ofiyolitik kayaların tektonik bir dokanakla "Orta Anadolu Metamorfikleri" üzerinde yer aldıklarını ve metamorfikler ile birlikte Geç Kretase yaşlı "Orta Anadolu Granitoidleri" tarafından kesildiklerini söylemişlerdir. Ayrıca bölgedeki dalma batma

zonunda bir ensimatik bir ada yayı ile ilişkili olarak meydana geldiklerini savunmaktadırlar.

Tolluoğlu (1993b), Kırşehir masifini kesen felsik intrüzifleri “İç Anadolu Magmatik Kuşağı” olarak adlandırmış, masifi batıda yay biçiminde kuşattıklarını ve masifi yer yer keskin dokanaklarla kestiğini söylemiştir. İç Anadolu Magmatik Kuşağına tipik örnek olarak ise Kötüdağ volkaniti ve Buzlukdağ siyenitoidini vermiştir. Ayrıca İç Anadolu Magmatik Kuşağı’na ait intrüzif serilerin dış zonda kalk-alkalen, iç zonda ise alkalen karaktere sahip olduğunu söylemiştir.

Erler ve Bayhan (1995), granitoidleri batı, kuzey ve doğu kenar olmak üzere 3 gruba ayırmışlardır. Ayrıca bu 3 gruba ait jeokimyasal karakterleri de belirlemişlerdir.

Geven (1995), Kaman güneyindeki Cefalıkdağ granitoidinin kuvars monzonit, kuvars monzodiyorit ve granit bileşiminde kayalardan oluştuğunu belirtmiş ve plütону üç alt gruba ayırmıştır. Ayrıca Cefalıkdağ granitoidinin kalkalkalen karaktere sahip olduğunu ve sialik malzeme katkısının daha fazla olduğu hibrid bir malzemedен türediğini söylemiştir.

Erler ve Göncüoğlu (1996), daha önce Yozgat civarında kuzey kenarı olarak belirlenen kesimdeki granitoidlerin kıtasal kabuğun kalınlaşması ve buna bağlı olarak gelişen kısmi ergime sonucu oluştuklarını belirlemişlerdir.

Kadıoğlu ve Güleç (1996), Ağaçören intrüzif kütlelerinin Çokumkaya gabrosu, Ağaçören granitoidi ve bu birimleri kesen dayklardan oluştuğunu belirtmişlerdir.

Kadıoğlu ve Güleç (1997), mineral kimyasından yararlanarak Ağaçören granitoidindeki mafik mikrogranüler anklavların Çokumkaya gabrosunu üreten magmadan türemiş olabileceğini söylemişlerdir.

Boztuğ (1998), Orta Anadolu'daki ofiyolitik birimlerin, metasedimentlerin ve intrüzif birimlerin radyometrik yaş tayinlerine göre eş zamanlı olduklarını belirtmiştir. Ayrıca Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı içerisinde çarpışma sonucu oluşan magmatik birimlerin birbirlerinden farklı olduklarını söylemiştir.

Otlu ve Boztuğ (1998), İç Anadolu'da çarpışma sonrası oluşmuş olan Kortundağ ve Baranadağ plütonlarındaki kaya birlikteliklerini incelemişlerdir. Bu plütonlardan Kortundağ plütonunun dört, Baranadağ plütonunun ise bir alt birimden oluştuğunu söylemişlerdir. Ayrıca bu alt birimlerin mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri ile metamorfik birimlerle olan dokanak ilişkilerini açıklamışlardır.

Yılmaz ve Boztuğ (1998), Neotetis'in kuzey kolunun Pontidlerin altına dalması sonucu gelişen olayları metamorfizma terslenmesi, ofiyolit dilimleri, çarpışmayla ilişkili magmatizma ve çarpışma ve kapanma sırasında gelişen Orta Anadolu basenleri olarak sıralamışlardır.

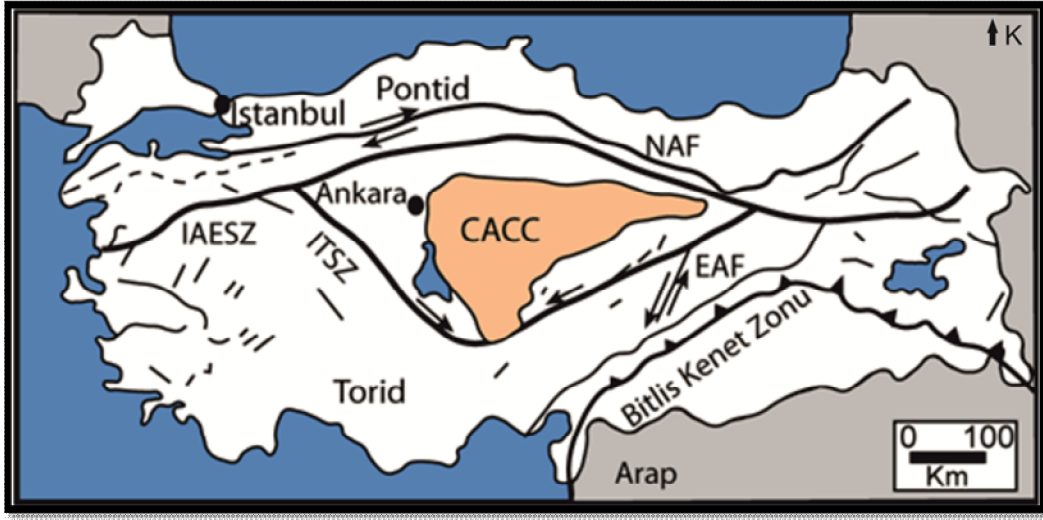
Aydın ve Önen (1999), İç Anadolu'da yer alan Baranadağ plütonunun Anatolid-Torid platformunun pasif kıta kenarını temsil ettiğini, plütonun orta-iri taneli olduğunu, mafik anklav ve K-feldispat megakristalleri içerdiğini belirtmiştir. Ayrıca Baranadağ plütonunun daha genç aplitik dayklarla kesildiğini söylemişlerdir.

Whitney vd. (2001), Alp Himalaya Orojenezi esnasında metamorfizmaya uğrayan Orta Anadolu Kristalen Kompleksinin, kuzeybatıda Kırşehir, kuzeydoğuda Akdağ, güneyde Niğde, batıda Aksaray masifleri olmak üzere, farklı P-T özellikleri sergileyen en az dört tektonik bloktan oluştuğunu belirtmiştir. Araştırmacı bunlardan özellikle kompleksin kuzeybatı kesiminde yer alan Kırşehir Blokunun, metapelitik/psammitik, şist, amfibolit, ve kuvarsit ara katkılı kalsitik mermer ve kalsilikatik kayalardan oluştuğunu belirtmiş ve bu metamorfik kayaların orta basınç – orta sıcaklık ve yersel düşük basınç – yüksek sıcaklık ile karakteristik olduğunu ifade etmiştir.

Whitney ve Hamilton (2004), Anadolu birlikteliğinin Orta Anadolu Kompleksi Kırşehir Masifinden granat-sillimanit gnayslardan zenginleştirilen monazit örneklerinde, U-Pb yöntemi ile yapmış olduğu jeokronolojik çalışmasında, Geç Kretase yaşlı yüksek sıcaklıklı bir metamorfizmanın varlığından söz etmiştir.

4. BÖLGESEL JEOLojİ

İnceleme alanı, İç Anadolu Bölgesi'nin güneyinde yer alan Kırşehir ilinin kuzeybatısındaki Kaman ilçesi civarında, Ankara, Sivas ve Niğde il merkezleri arasında kalan, kabaca bir üçgen biçimindeki Orta Anadolu Kristalen Kompleksi'nin (Göncüoğlu vd. 1991, 1992, 1993; Akıman vd. 1993) kuzeybatı bölümünde yer alır (Şekil 4.1).

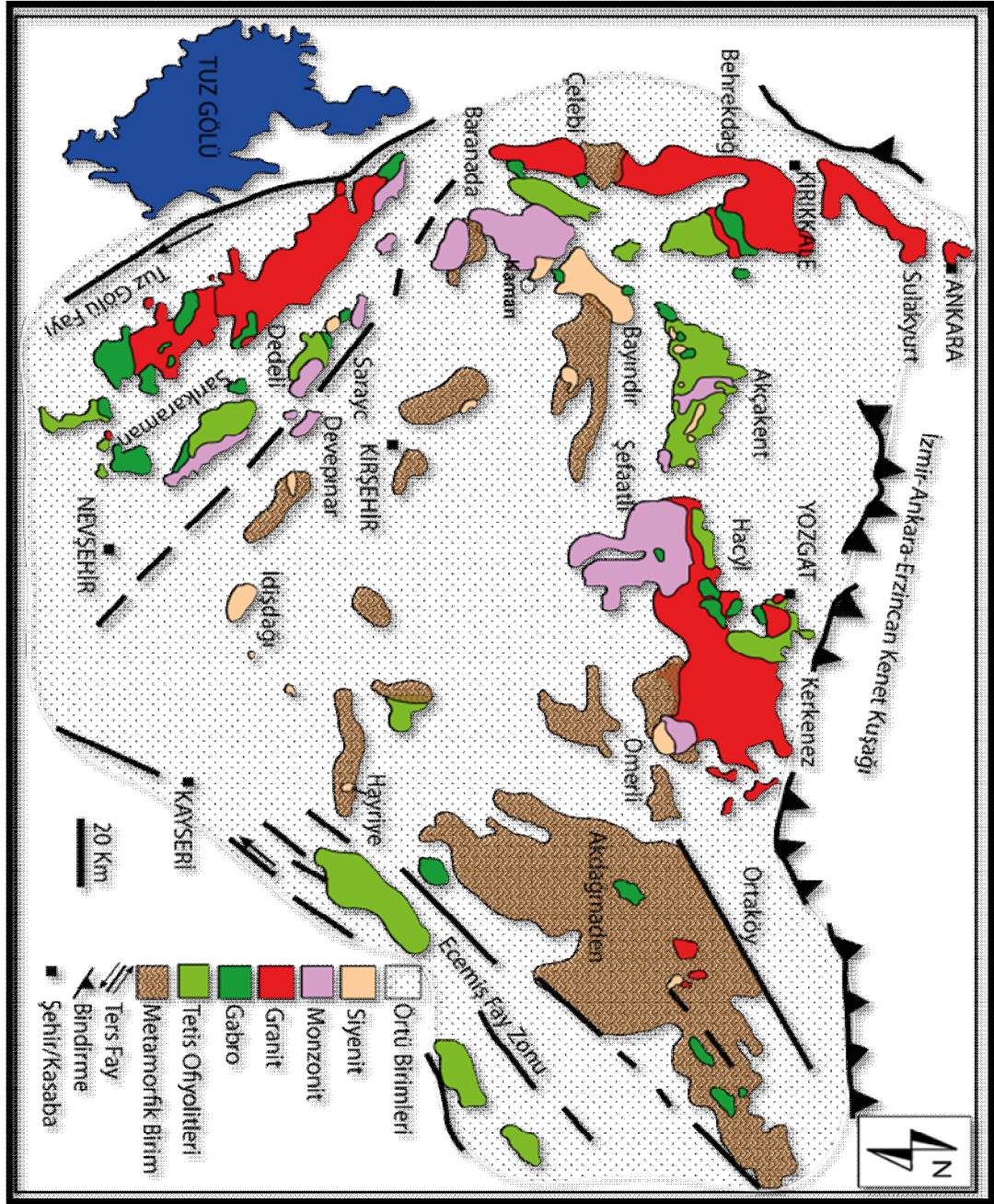


Şekil 4.1 Çalışma alanının Türkiye tektonik birlikleri içerisindeki yeri (CACC: Central Anatolia Crystalline Complex-Orta Anadolu Kristalen Kompleksi)

Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı (Göncüoğlu vd. 1991, 1992, 1993), Orta Anadolu'da Ankara-Sivas-Ulukışla arasında bir üçgen biçiminde bir alanda yer alır ve kuzeyde İzmir-Ankara-Erzincan Suture Zonu, batıda Tuz Gölü fayı ve doğuda Ecemiş fayı ile sınırlanmaktadır (Şekil 4.2). Bu karmaşık, değişik çalışmacılar tarafından Kırşehir Masifi, Çiçekdağ Masifi, Kızılırmak Masifi, Niğde Masifi, Akdağmadeni Masifi ve Orta Anadolu masifi gibi farklı isimlerle de anılmaktadır.

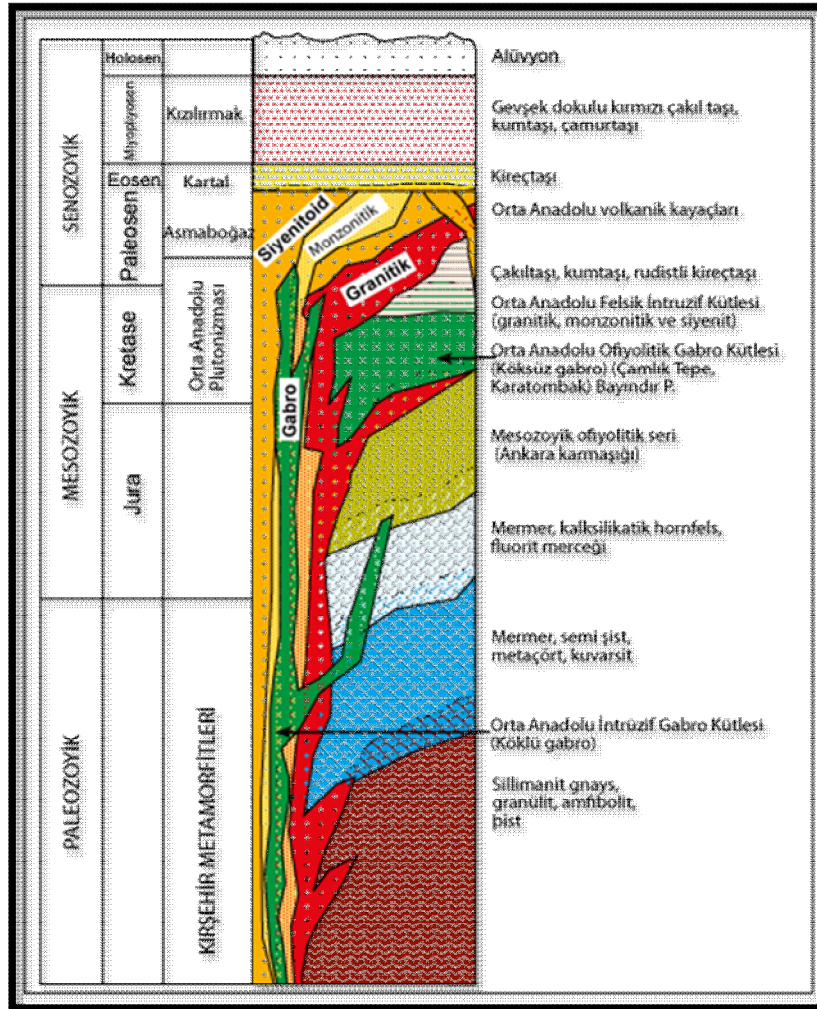
Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı, orta ve yüksek dereceli metamorfik kaya topluluğundan oluşan ve ana hatlarıyla stratigrafik olarak dört farklı birimden oluşmaktadır. Temelde düzenli bir istif sunan Orta Anadolu metamorfikleri yer alır. Orta Anadolu metamorfiklerini okyanusal kabuğa ait ofiyolitler tektonik olarak üzerler ve bu ofiyolitler Orta Anadolu ofiyolitleri olarak adlandırılmıştır. Bu birimleri farklı

kaya türleri ve kimyasal karakterlere sahip felsik intrüzif kaya türleri içeren Orta Anadolu granitoidleri sıcak dokanak ile keser. Ayrıca masifi kesen manto kökenli mafik kayalar da bulunmaktadır (Kadioğlu ve Güleç 1996; Kadioğlu ve Özsan 1998; Kadioğlu vd. 2003).



Şekil 4.2 Orta Anadolu Kristalen Kompleksi'nin genelleştirilmiş jeoloji haritası (Kadioğlu vd. 2006'dan alınmıştır).

Çalışma alanının yer aldığı Kırşehir-Kaman çevresinde ise stratigrafik olarak en altta yer alan ve Kaman grubu olarak adlandırılan metamorfik birimler yer almaktadır. Temeldeki metamorfikleri, Kaman batısında K25°D, kuzeydoğusunda ise D-B gidişli bir tektonik dokanak boyunca ofiyolitik birimlerden oluşan Ankara karmaşığı ve ultramafik birimlerden oluşan Karakaya ultramafiti üzerler. Stratigrafik olarak alttaki bu birimleri ise Orta Anadolu granitoidlerinden kuvars monzonit, kuvars monzodiyorit, diyorit, granit bileşimli Baranadağ plütünü ve nefelin siyenit, pseudolösit siyenit bileşimli Buzlukdağ plütünü ve bu birimlerin damar ve yüzey karışıkları sıcak dokanakla kesmektedir. Tüm bu birimleri ise aşıl uyumsuzlukla Üst Maestrihtiyen yaşlı Kartal ve Asmaboğazı formasyonları örtmektedir (Görür 1981), (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Orta Anadolu Kristalen Kompleksi'nin genelleştirilmiş kolon kesiti (Kadıoğlu 2001'den alınmıştır)

4.1 Bölgenin Stratigrafisi

4.1.1 Metamorfik birimler

Çalışma alanının içinde bulunduğu Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı içerisinde düzenli bir istif sunan metamorfikler, Orta Anadolu Metamorfikleri olarak adlandırılmışlardır. Bu metamorfikler, güneyde Niğde masifi, kuzeydoğuda Akdağ masifi ve kuzeybatı ve orta kısımlarda ise Kırşehir masifi olarak adlandırılmıştır.

4.1.1.1 Kırşehir Masifi

Kırşehir masifi, Orta Anadolu metamorfiklerinin orta ve kuzeybatı kısımlarında, özellikle Kırşehir ili ve civarında yüzlekler verir. Kırşehir masifine ait metamorfik kayalar, ilk kez Seymen (1981) tarafından Kaman grubu olarak adlandırılmıştır. Kaman grubu, Kırşehir masifinin en yaşlı kayalarında oluşmaktadır. Kaman grubu, stratigrafik olarak üç ayrı birime ayırtlanmıştır. Bu birimler alttan üste doğru Kalkanlıdağ formasyonu, Tamadağ formasyonu ve Bozçaldağ formasyonu olarak sıralanmaktadır. Bu birimler birbirleri ile düzenli düşey ve yanal geçişlere sahiptirler ve uyumlu bir istif oluştururlar. Kırşehir masifi içerisinde Kaman grubunun en alt seviyeleri gözlenmemektedir, ancak Vache (1963) ve Ketin (1963), Orta Anadolu metamorfiklerinin kuzeydoğu ucu olan Akdağ masifindeki şist-gneys topluluğu ile bunların üzerindeki meta tortul istif arasındaki bir uyumsuzluktan bahsetmişlerdir. Fakat Erkan (1980), aynı yöredeki bölgesel metamorfizmada herhangi bir kesikliliğin bulunmayışından hareketle bu görüşün gerçek olamayacağını, metamorfik istif içinde bir uyumsuzluğun bu kesimde söz konusu olamayacağını belirtmiştir.

Kalkanlıdağ formasyonu, Kaman grubunun en alt seviyelerini oluşturur ve genel olarak kıvrımlanmış antiformal yapılarının çekirdeklerinde yüzlekler verir.

Kalkanlıdağ formasyonu başlıca gneyslar, biyotit şistler, amfibol şistler, mermer bantları ve bunlara eşlik eden vollastonitli diyopsit kalk şistlerden oluşmaktadır.

Kalkanlıdağ formasyonunun Tamadağ formasyonuna geçişinde ise kalk silikatik şistler, metakuvarsit ve kuvars şistlerden gözlenmektedir (Seymen 1981).

Kaman grubunda, Kalkanlıdağ formasyonunun üzerinde Tamadağ formasyonu yer alır. Kalkanlıdağ formasyonunun üst seviyelerinde mermer, kalk şist, vollastonit şist ve meta kuvarsitlerin sıkça gözlenmesi ile Tamadağ formasyonuna geçilir. Bu birim en iyi Kaman civarında, Tamadağ formasyonu olarak adlandırılmışlardır (Seymen 1981). Tamadağ formasyonu, Kaman güneyinde bir izoklinal kıvrımın kanatlarında yer alır ve Bozçaldağ metamorfizmaları tarafından uyumlu olarak örtülüdür. Birimin görünür kalınlığı 1250-1750 m arasındadır. Tamadağ formasyonu, batıdan bir tektonik dokanak ile Ankara karmaşığı tarafından üzerlenmekte, doğudan ise Barandağ plütону tarafından sıcak bir dokanakla kesilmektedir.

Tamadağ formasyonunun en yaygın litolojisini oluşturan metakarbonatlar, önem sırasına göre mermerler, kalk şistler ve vollastonit şistler olarak sıralanmaktadır. Kökensel olarak Tamadağ formasyonunun değişik derecede kirli ve temiz kireçtaşı ara tabakalı pelitik, yarı pelitik ve psammitik çökellerin metamorfizması ile oluştuğu söylenebilir. Kökensel olarak sayılan litolojilerden oluşan Tamadağ formasyonunun prototipi olan tortul istifin, önce düşük basınç-yüksek sıcaklık koşullarında progresif (ilerleyen) metamorfizma geçirdiği, ilerleyen metamorfizmayı takiben regresif (gerileyen) metamorfizmaya uğradığı söylenebilir. Bu süreçler sonucu mermer ve şistik kayalardan oluşan karmaşık bir iç yapıya sahip bir birim ortaya çıkmıştır.

Tamadağ formasyonunda gözlenen şist ara bantlarının giderek azalması ve sonunda tamamen yok olması sonucu, ana litoloji olarak mermerlerden oluşan ve Tamadağ formasyonunu uyumlu olarak örten Bozçaldağ formasyonuna geçilir.

Kaman-Tamadağ civarında doğuya devrik izoklinal bir sinform yapısı içerisinde izlenen Bozçaldağ Formasyonu, orta-kalın tabakalı, gri veya boz renkli iri kristalli mermerlerden oluşmaktadır. Bozçaldağ formasyonu ilk kez Seymen (1981) tarafından adlandırılmıştır.

Bozçaldağ formasyonunda mermerlerin yanı sıra daha az sıklıkta amfibol şist ara bantları da gözlenmektedir. Litolojik özelliklerine bağlı olarak zengin mineral parajenezi sergilemezler.

4.1.1.2 Niğde Masifi

Orta Anadolu metamorfiklerinin güney kısmını oluşturan metamorfik birimleri ilk kez Göncüoğlu (1977), Niğde masifi olarak isimlendirmiş ve istif özelliklerini belirlemeye çalışmıştır. Niğde metamorfiklerine ait birimler genel olarak Ecemiş fayı batısında yüzlekler vermektedirler ve genellikle Miyo-Pliyosen yaşlı örtü birimlerinin altında, çoğunluğu fay kontrollü horst tipi yapılarda gözlenir. Bu metamorfikler alttan üste doğru Gümüşler, Kaleboynu ve Aşığediği formasyonları olarak sıralanırlar. Gümüşler formasyonu, ana olarak sillimanit biyotit muskovit gnays, biyotit gnays gibi kayalardan oluşur ve yer yer amfibolit ve mermer bantlarına da rastlanmaktadır.

Kaleboynu formasyonu ise tabandaki Gümüşler formasyonunun üzerinde yer alır ve ana olarak mermer, biyotit gnays, muskovit gnays, amfibol şist ve kuvarsit bantlarından oluşmaktadır.

Niğde metamorfiklerinin en üstünde ise Aşığediği formasyonu yer alır. Aşığediği formasyonu ana olarak mermerler ve dolomitik mermerlerden oluşmaktadır. Alt seviyelerde mermerlere muskovit gnays ve kuvarsit bantları eşlik ederken, üst kesimlere doğru gidildikçe mermerler içerisinde amfibolit, şist, metagabro, serpantinit ve piroksenitten oluşan bir karmaşık ile birlikte viridin gnayslar gözlenmektedir. Tüm bu birimleri Üçkapılı graniti sıcak dokanakla keser konumda bulunmaktadır.

Bazı ayrıntılar dışında Kaman grubu ile Niğde grubu, birbirlerinin eşleniği olarak düşünülebileceği bazı çalışmalarda belirtilmiştir (Göncüoğlu 1977, 1981).

4.1.1.3 Akdağ Masifi

Orta Anadolu Kristalen Kompleksinin kuzeydoğu ucunda yer alan metamorfik birimler, Akdağ Masifi olarak adlandırılmaktadır. Akdağ masifi, litolojik özelliklerine göre dört farklı birime ayrılmıştır. Bunlar alttan üste doğru Aşılık metamorfiti, Fındıcak metamorfiti, Pelitlikaya kuvarsiti ve Kadıköy metakarbonatı olarak sıralanmaktadır (Alparslan vd. 1996).

Akdağ masifinin en alt seviyelerinde gözlenen Aşılık metamorfiti genel olarak pelitik ve migmatitik kayalardan oluşur. Aşılık metamorfiti üzerine pelitik ve kalk silikatik kayalardan oluşan Fındıcak metamorfiti gelmektedir. Fındıcak metamorfiti kuvarsit ve kuvars şistlerden oluşan Pelitlikaya kuvarsiti örter. En üstte ise karbonatlı birimlerin metamorfizması sonucu oluşmuş olan Kadıköy metakarbonatı bulunmaktadır.

4.1.2 Ofiyolitik birimler

Orta Anadolu metamorfiklerinin üzerinde tektonik dokanakla yer alan (Göncüoğlu vd. 1991); metamorfiklerden farklı olarak düşük dereceli metamorfizmaya uğramış ofiyolitik kayalar, Orta Anadolu ofiyolitleri (OAO) olarak adlandırılmışlardır (Göncüoğlu vd. 1994).

Orta Anadolu ofiyolitlerine ait ofiyolitik birimler, yer yer granitoidler tarafından kesilmişler, çoğunlukla da granitoidler içerisinde mega anklavlar şeklinde kalmışlardır. Ofiyolitler, dış etkenlere daha dayanıklı olduklarından OAKK içerisinde daha yüksek kotlarda gözlenirler.

OAKK içerisindeki OAO ait mafik kayalar, genellikle felsik kayaların üzerinde köksüz bloklar şeklinde gözlenmektedirler (Erler vd. 1989). Ayrıca Kaman civarında da metamorfiklerin üzerinde de mafik birimler gözlenmektedir. Bu mafik birimler, allohton olarak metamorfikler üzerinde yerleşen Ankara karmaşığının kalıntılarıdır (Seymen 1982).

Yapılan çalışmalarda, OAKK içerisindeki mafik kayaların genel olarak gabro bileşiminde oldukları belirlenmiştir (Önen ve Unan 1988). Ancak Keskin-Kaman arasında gabrolardan başka ultramafik kayalar da az miktarda da olsa bulunmaktadır (Ketin 1955).

OAÖ'ya ait allohton gabrolar genellikle hornblend gabro bileşimindedir. Gabroların ana oksit ve iz element trendleri incelendiğinde, toleyitik trendle büyük benzerlik gösterdikleri ve tipik okyanusal kabuk özelliği sundukları görülmektedir (Türel 1991). Bu trende sahip kayalar, ofiyolitik birimler kabul edilerek granitoidlerin aksine köksüz bloklar olarak yorumlanmışlardır (Göncüoğlu 1991, 1992; Akıman vd. 1993).

4.1.3 Magmatik birimler

İç Anadolu'da OAKK ait OAM ve OAÖ'ya sokulum yapan, Geç Mesozoyik yaşlı kalkalkalen ve alkalin karakterde, farklı bileşimlere sahip felsik ve mafik kaya grupları bulunmaktadır.

4.1.3.1 Felsik kayalar

OAKK'da yer alan felsik kayalar, ana olarak granitoid, siyenit ve monzonitik kayalardan oluşmaktadır. Granitoidler, OAKK'nın dış zonunda, siyenitoidler ise daha çok iç zonlarda gözlenmektedir.

OAKK'ya ait granitik, monzonitik ve siyenitik kütleler, kendi içlerinde gösterdikleri benzer kimyasal özellik, mineralojik bileşim ve yayılımlarına göre daha detaylı olması için alt takımlara ayrılmışlardır. Bu alt takımlar dış zondan içe doğru granit, monzonit ve siyenit üst takımları olarak ayrılabilirler.

Granit üst takımı OAKK'nın dış zonunda yer alır ve genel olarak granit ve granitoid bileşiminde kayalardan oluşmaktadır. Bu bileşimdeki kayalar, dış zonda Ağaören, Çelebi, Behrekdağ, Sulakyurt, Hacılı, Kerkenez, Akdağmadeni ve Karakeban Plütonları

olarak sıralanmışlardır. Monzonit üst takımı ise monzonit, kuvars monzonit, kuvars monzodiyorit bileşiminde olup OAKK'nın granit üst takımına nazaran daha iç kısmında, granitlere paralellik gösterecek şekilde sıralanmıştır. Bu iki üst takım arasında dereceli geçiş gözlenmektedir. Monzonit üst takımı, batıdan doğuya doğru Terlemez, Saraycık, Cefalıkdağ, Baranadağ, Akçakent, Cankılı ve Murmano Plütonları olarak sıralanmaktadır. Siyenit üst takımı ise genel olarak siyenit, foid siyenit ve pseudolösit siyenitlerden oluşmaktadır ve daha çok OAKK'nın iç kısımlarında, diğer alt takımlara nazaran daha küçük boyutlardaki plütonlarda gözlenir. Siyenit üst takımı ise İdişdağı, Devedamı, Hayriye, Bayındır, Buzlukdağ, Akçakent ve Ömerli plütonlarından oluşmaktadır.

OAKK içerisindeki granit üst takımı kalkalkalen, monzonit üst takımı şošonitik, siyenit üst takımı ise alkali karakterdedir. Granit ve monzonit üst takımları, jeokimyasal açıdan LIL elementlerce zenginleşme ve HFS elementlerce kısmen fakirleşme göstermekte, siyenit üst takımı ise diğer iki üst takımdan farklı olarak LIL elementlerce daha fazla zenginleşme, HFS elementlerce ise daha az zenginleşme göstermektedir. Granit ve monzonit üst takımları adakitik karakterdedir ve dalma batma ürünleri olarak manto metasomatizmasının etkisiyle oluşan ürünlerdir. Siyenit üst takımı ise daha çok kabuk incelmeye bağlı manto kökenli bir üründür ancak kabuksal kirlenmeye maruz kalmıştır.

OAKK içerisindeki üst takımlarda yapılan $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yaşlandırma sonuçlarına göre granit üst takımı 77.7 ± 0.3 my. monzonit üst takımı 70.0 ± 1.0 my., siyenit üst takımının ise 69.8 ± 0.3 my. yaşında olduğu belirlenmiştir. Bu verilere göre OAKK içerisindeki felsik magmatik kayalar, zaman içerisinde geniş bir magma evrimi sonucu oluşmuşlardır. OAKK içerisindeki üst takımlarının, İç Toros okyanusunun dalması ve sıkışma rejimine bağlı gelişen kalkalkalen magmatizma sonucu oluşan granit ve monzonit üst takımlarının oluşumundan sonra, dalan levhaya ait dilimin kopması ile gelişen genişleme rejimine bağlı olarak gelişen alkali magmatizma sonucu da siyenit üst takımının oluştuğu söylenebilir (Kadioğlu vd. 2006).

4.1.3.2 Mafik kayalar

OAKK'da felsik kayaların yanında mafik kayalar da yüzlekler vermektedir. Mafik kayalar başlıca gabro ve daha az olarak diyabaz ve bazaltlardan oluşmaktadır. Genel olarak metamorfiklerin üzerine gelen gabroların Neo-Tetis'in kapanmasına bağlı olarak kıta üzerine itilen allokton kütleler oldukları bir çok araştırmacı tarafından kabul edilmiştir. Ancak yapılan çalışmalarla OAKK'da yüzeyleyen tüm mafik kayaların okyanus kapanımı ile ilişkili olmadığı kanıtlanmıştır. Okyanusal kabuktan arta kalan gabroların dışında, kabuğa sokulum yapan mafik kütlelerin varlığı belirlenmiştir (Kadioğlu ve Güleç 1997, 1993; Kadioğlu ve Özsan 1998; Kadioğlu vd. 2006).

OAKK içerisinde farklı jeokimyasal ve petrografik özelliklere sahip gabrolar iki kısma ayrılmıştır. Bu gabrolardan bir kısmı, granitoidlerle sinusoidal dokanaklı olarak gözlenen, petrografik incelemelerde subofitik doku gösteren ve ana mafik mineral olarak amfibol içeren gabrolardır. Jeokimyasal çalışmalarda kalkalkalenden toleyitik karaktere doğru geçiş gösterirler. Diğer gabrolar ise granitoidlerle keskin dokanaklı olarak gözlenen, petrografik incelemelerde holokristalin doku gösteren ve ana mafik mineral olarak piroksen içeren gabrolardır. İkinci grup gabrolar, birinci gruptan farklı olarak sadece toleyitik karakterlidir.

OAKK içerisinde yüzeyleyen gabrolarda yapılan yaş tayinlerinde, granitoidlerle sinusoidal dokanaklı olarak gözlenen gabroların yaşları $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yöntemiyle 78 ± 0.3 - 78.8 ± 1.0 my. bulunmuştur. Bu yaşlandırma sonuçlarına göre, sinusoidal dokanaklı gabroların, 77.6 ± 0.3 my. yaşlı granitoidlerle birlikte sokulum yaptıkları anlaşılmıştır.

4.1.4 Örtü birimleri

4.1.4.1 Volkanik birimler

OAKK'ni kesen volkanik kayalar başlıca Saraykent ve Kötüdağ volkanitleri olarak sıralanabilirler. Kötüdağ volkaniti genel olarak riolit, dasit, andezit ve trakiandezit bileşimindedir. Riolit ve dasitler sarı, bej, soluk gri renkte gözlenirken, trakiandezit ve

andezit kayaları koyu gri ve kahve rengi tonuna sahiptir. Andezitlerde açık ve koyu renkli bol fenokristal bulunmaktadır. Hipokristalin porfirik dokuludurlar, volkanik hamurun bileşimi kriptokristalen mineraller, mikrolitler ve az miktarda volkan camından oluşmaktadır (Tolluoğlu 1993b).

4.1.4.2 Çökel birimler

OAKK'nin tabanına ait birimleri Baraklı, Çevirme, Deliceırmak ve Kızılırmak formasyonları örtmektedir.

Baraklı formasyonu, Kırşehir'in güneybatısı ve güneydoğusunda, küçük alanlarda yüzlekler verir. Baraklı formasyonu kırmızı-kahve renkli, içerisinde magmatik-metamorfik birimlerden çakıllar içeren kumtaşı ve çamurtaşı bileşimindedir. Kalınlığı 100-700 m arasında değişen birim, Tersiyer öncesi temel üzerine uyumsuzlukla yerleşmiştir. Formasyonun üst seviyelerinde linyitli ve ince kumtaşı ara katkılı siyah-kahve renkli çamurtaşları bulunabilmektedir (Kara 1991).

Genellikle kuzey kesimlerde yüzeylenen Çevirme formasyonu, alt seviyelerinde paralel katmanlı kumtaşı ve silttaşı, üst seviyelerde ise beyaz, bej, krem renkli, orta-kalın katmanlı/masif kireçtaşı ara seviyeleri bulunan masif çamurtaşından oluşmaktadır. Yer yer tabanında kalınlığı 2m'yi bulabilen bloklu taban çakıltası seviyeleri bulunabilir. Formasyonun kalınlığı 250m'dir. Baraklı formasyonu ile yanal ve düşey yönde geçişli olan birimin üzerinde regresif özellikli Deliceırmak formasyonu uyumlu olarak yer almaktadır (Kara 1991).

Deliceırmak formasyonu, regressif özellikli, evaporitli, kırmızı-kahve, gri renkli, paralel-çapraz katmanlı, az köşeli- köşesiz taneli, gevşek karasal çakıltası, kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmasından meydana gelmiştir. Birimin alt seviyelerini orta-iyi tutturulmuş ince-orta-kalın paralel katmanlı kumtaşları ile ardalanmalı jips-anhidrit ve kaya tuzu içeren çamurtaşları, orta-üst seviyelerini ise çamurtaşıyla ardalanmalı ve üste doğru artan oranda alt düzeyleri erozyonal çapraz katmanlı çakıltası ve kumtaşından

oluşur. Formasyonun kalınlığı 1100-2000 m arasındadır ve Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Kızılırmak formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülür (Kara 1991).

İç Anadolu'nun büyük bir kısmında yüzeyleyen Kızılırmak formasyonu, kırmızı-kahve renkli, katmansız, bloklu, çakıllı, kumlu, gevşek karasal çamurtaşlarından oluşmaktadır. Tüf, jips, anhidrit, killi kireçtaşı, çakıltası, kumtaşı bant ve mercekleri içermektedir. Üst Miyosen öncesi temelin üzerinde uyumsuzlukla yer almaktadır. Kalınlığı 2-100m arasında değişen formasyon yatay konumludur. Birimin yaşı Üst Miyosen-Pliyosendir (Kara 1991).

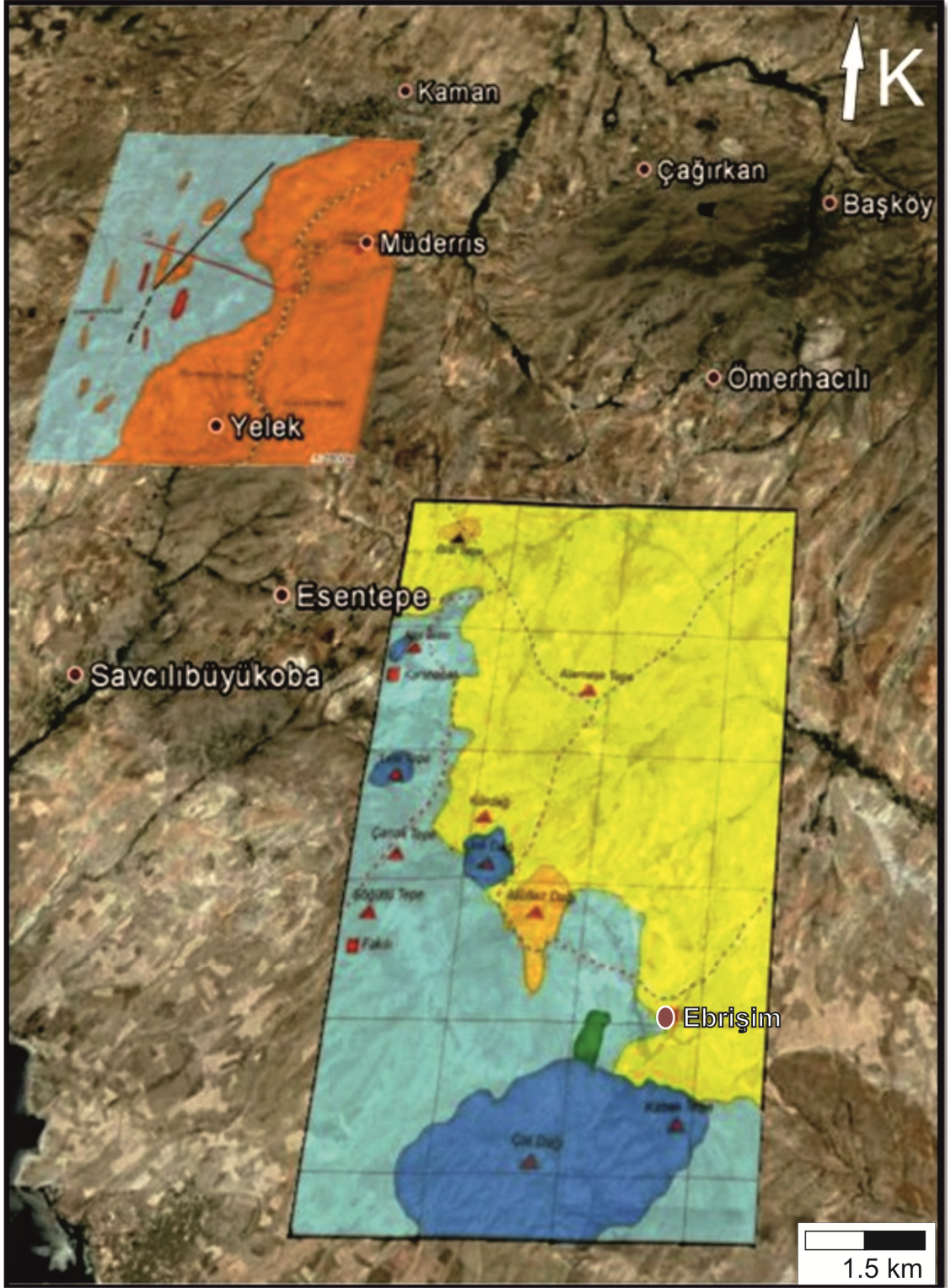
Bölgenin en genç oluşumları vadi, akarsu yataklarında, ova ve düzlüklerdeki çakıl, kum, kil depolanmalarıdır (Kara 1991).

5. ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ

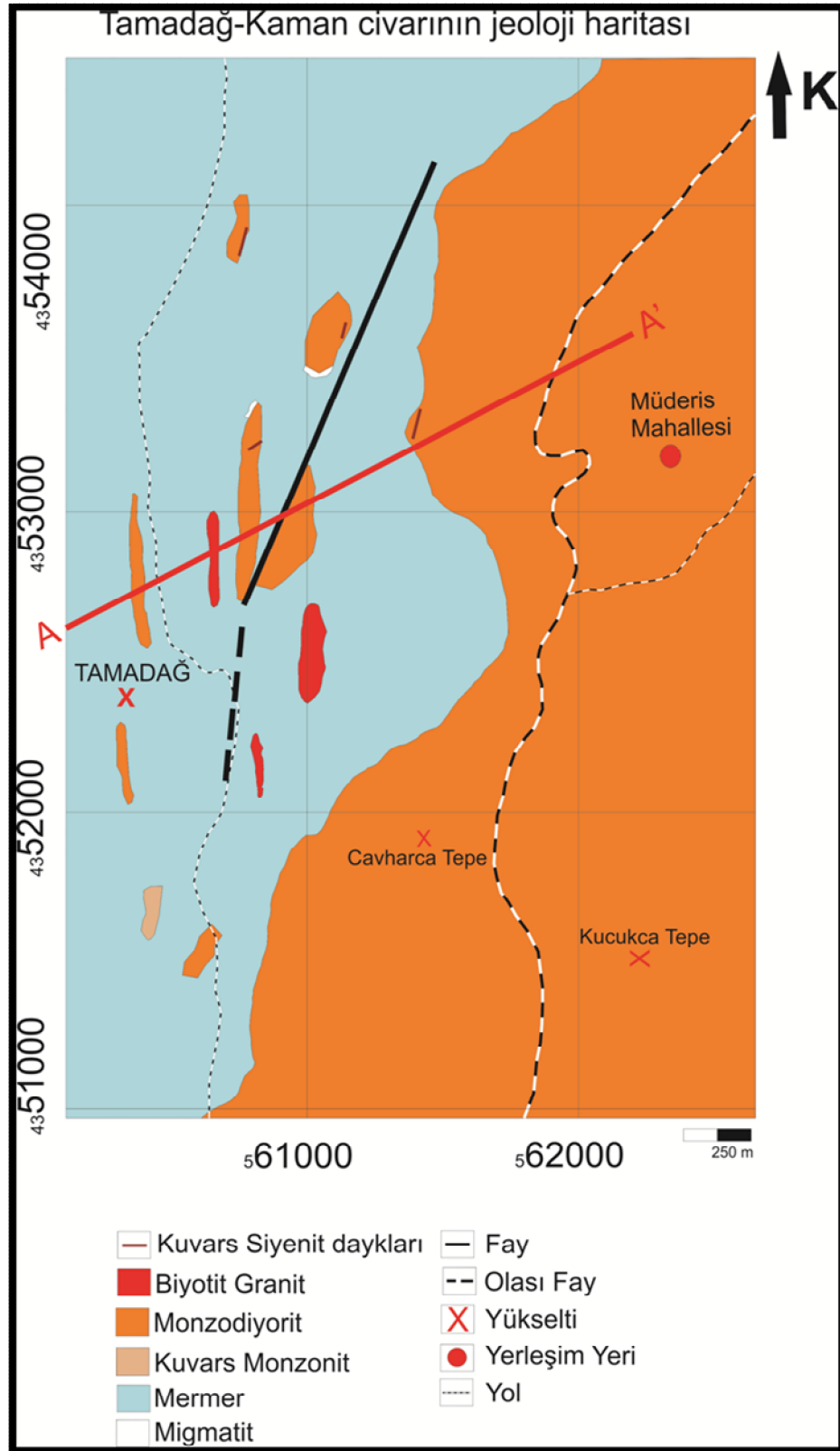
Çalışma alanı OAKK içerisinde yer alır. OAKK temelini oluşturan metamorfik kayalar, çalışma alanının içerisinde yer aldığı Kaman civarında Kaman grubu olarak adlandırılmıştır (Seymen 1981). Çalışma alanının temelini ise Kaman grubuna ait Kalkanlıdağ ve Tamadağ formasyonları oluşturmaktadır.

Bu tez kapsamında yapılan arazi çalışmaları sonucu iki farklı bölgede haritalama ve örnekleme işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 5.1). Bu bölgelerden biri, J31-a3 paftasında yer alan Kaman ilçesi ve civarı (Şekil 5.2-5.4), diğer bölge ise daha güneyde yer alan J31-c1 paftasındaki Ebrişim köyü ve civarıdır (Şekil 5.3-5.5).

Kaman civarında temeli, Kaman grubu metamorfiklerinden Kalkanlıdağ formasyonuna ait mermerler (Şekil 5.6.a) ve bu mermerler içerisinde bant şeklinde yer alan amfibol gnays, granat amfibol gnays, amfibolit (Şekil 5.7.a) ve kuvarsit damarları oluşturmaktadır (Şekil 5.6.b). Kuvarsit damarları, hem amfibol gnaysları, hem de granat biyotit amfibol gnaysları keser durumda da gözlenmektedir. Kalkanlıdağ formasyonuna ait mermerler, krem-bej renkli, foliyasyonsuz dokuya sahiptirler ve daha düşük kotlarda gözlenirler. Mermerler ile ara bantlı olarak gözlenen amfibol gnays ve granat amfibol gnayslar, foliyasyonlu dokuya sahiptirler ve yeşilimsi siyah renktedirler. Kalınlıkları 10-30 cm aralığında değişmektedir. Kuvarsitler ise süt beyazı renkte olup foliyasyonsuz doku gösterirler. Kuvarsit damarlarının kalınlıkları 5-30 cm arasında değişirler (Şekil 5.6.b-Şekil 5.7.b).

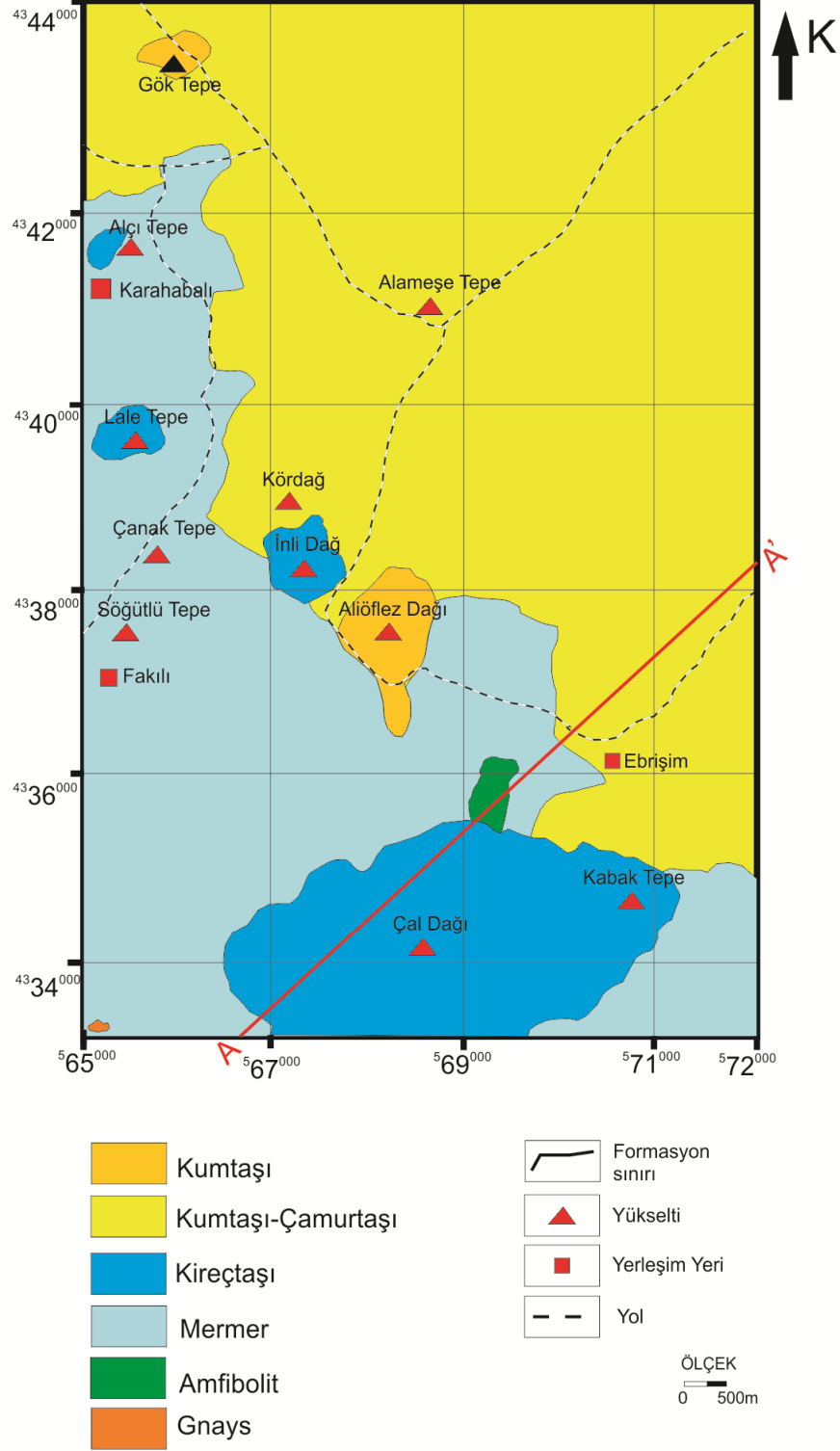


Şekil 5.1 Çalışma kapsamında haritalaması yapılan Tamadağ civarı ve Ebrişim civarının konumları

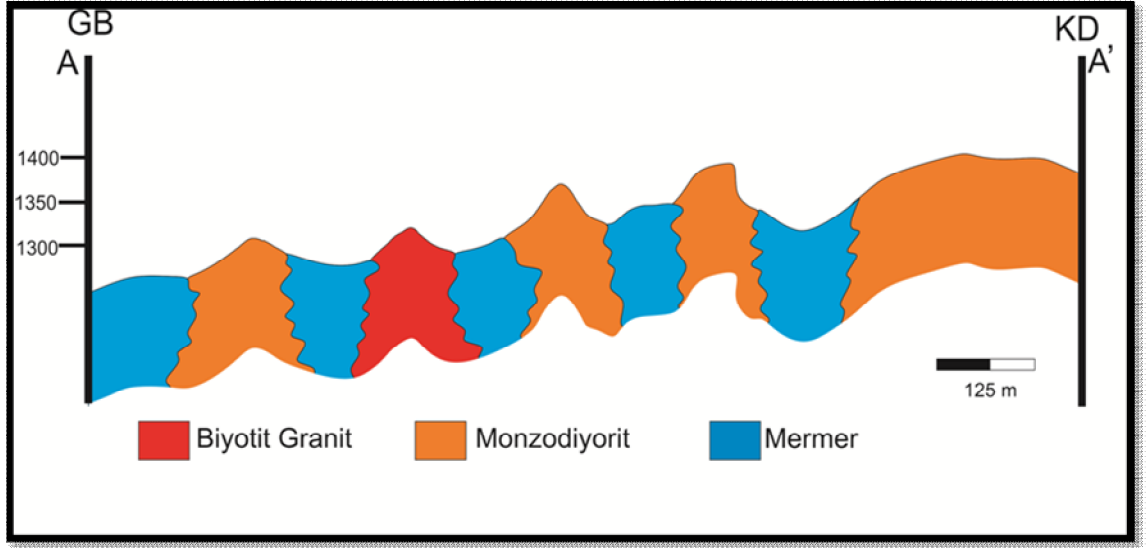


Şekil 5.2 Tamadağ civarının jeoloji haritası

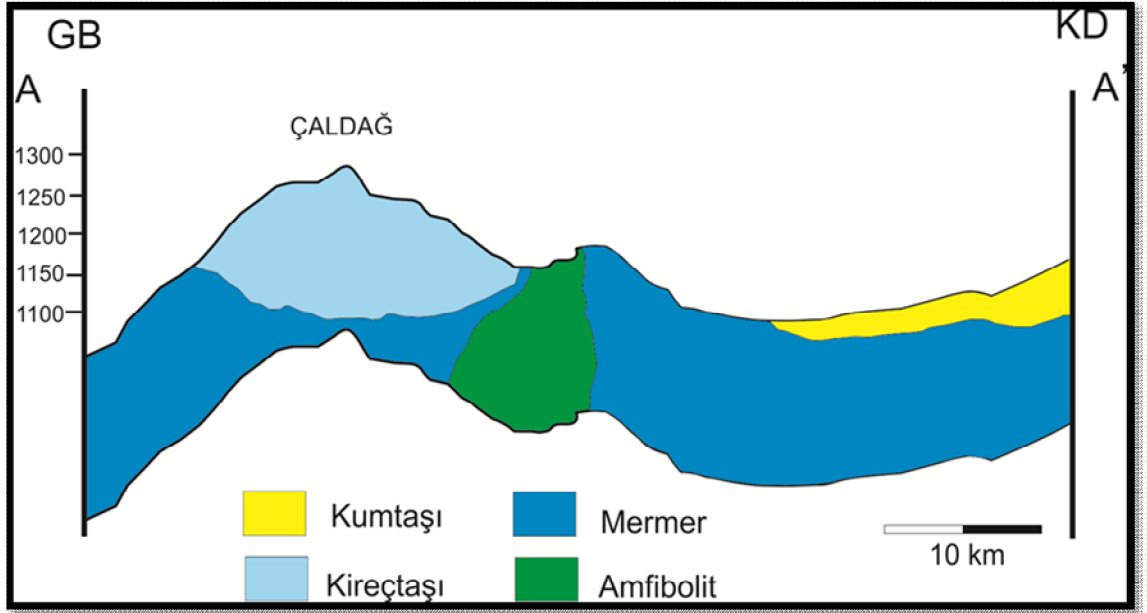
Ebrişim civarının jeoloji haritası



Şekil 5.3 Ebrişim civarının jeoloji haritası



Şekil 5.4 Kaman-Tamadağ civarının A-A' enine jeolojik kesiti

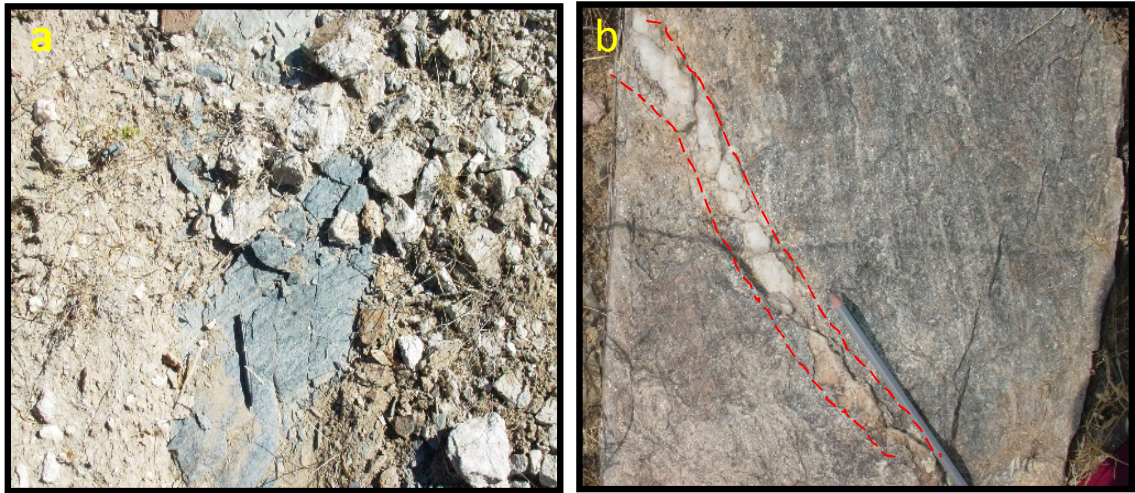


Şekil 5.5 Ebrişim civarının A-A' enine jeolojik kesiti



Şekil 5.6 Çalışma alanında yüzlek veren metamorfik kayalar;

a. Kalkanlıdağ grubuna ait mermerlerin arazi görüntüsü, b. Metamorfikleri kesen kuvarsit bantlarının arazi görüntüsü

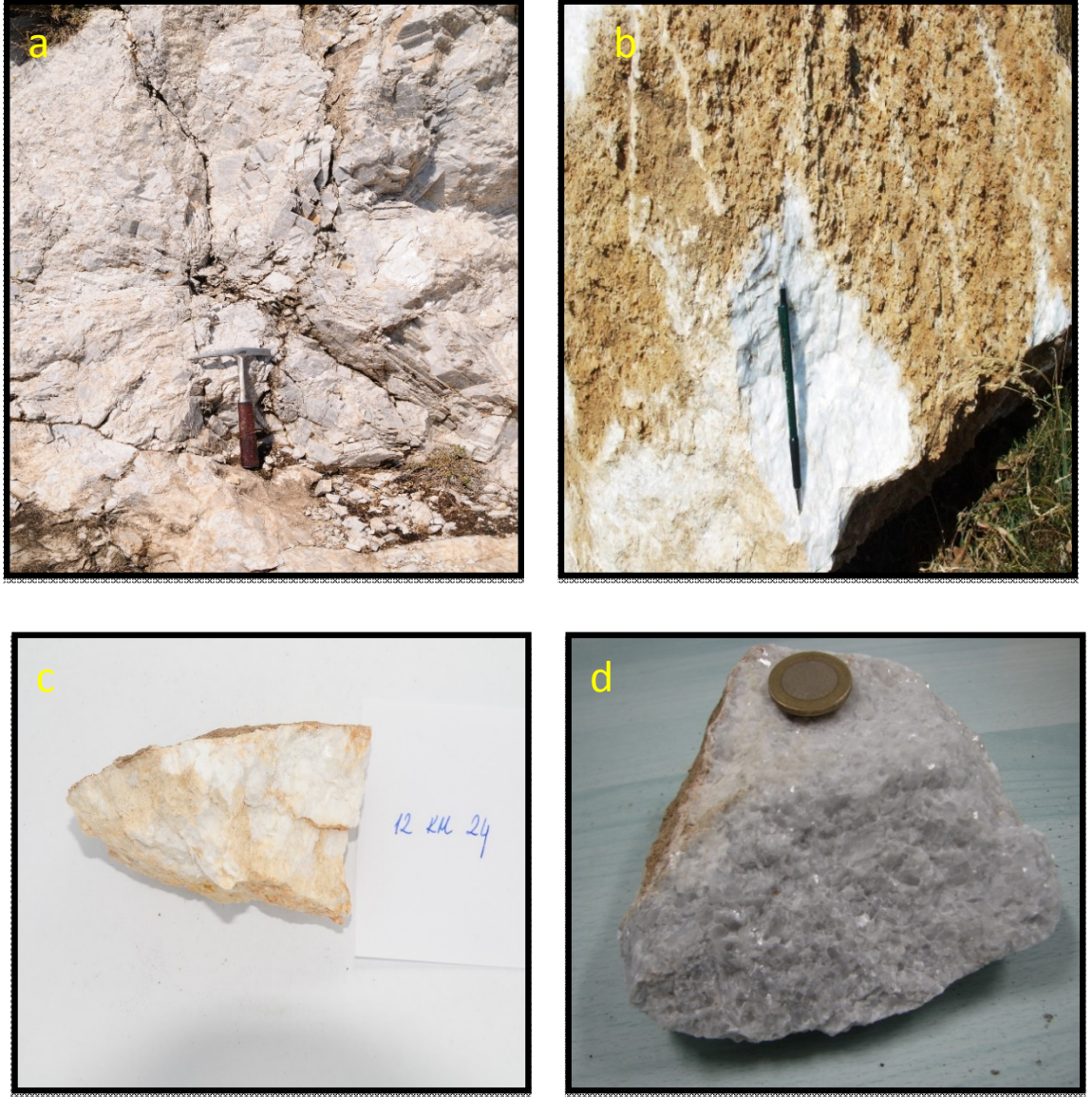


Şekil 5.7 Çalışma alanında yüzlek veren metamorfik kayalar

a. Metamorfik kayalar içerisinde bantlar şeklinde gözlenen amfibolitlerin arazi görüntüsü, b. Gnayslar ve bu birimi kesen kuvars damarlarının arazi görüntüsü

Gnayslar, Tamadağ civarında daha düşük kotlarda ve vadi içlerinde gözlenirler (Şekil 5.9.a). Gnayslar, el örneğinde mineral kompozisyonuna bağlı olarak farklı renklerde gözlenirler. Granat biyotit amfibol gnayslar, foliyasyonlu dokuya sahiptirler ve siyah-beyaz bantlaşma gösterirler (Şekil 5.9). El örneğinde amfibol ve kuvars mineralleri gözlenir. Amfibol gnayslar ise, foliyasyonlu dokuya sahiptirler ve siyah-beyaz-yeşil renkte gözlenirler (Şekil 5.10).

Kalkanlıdağ formasyonu üzerinde ise uyumlu olarak Tamadağ formasyonu gelmektedir.



Şekil 5.8 Çalışma alanında yüzlek veren metamorfik kayalar

a. Tamadağ formasyonuna ait mermerlerin genel görüntüsü, b. Tamadağ formasyonuna ait mermerlerin yakından görüntüsü, c. Mermerlerin el örneğindeki görüntüsü d. Mermerlerde gözlenen şeker doku ve el örneğinin yakından görüntüsü

Kaman civarında en fazla yüzlek veren birim olan Tamadağ formasyonu, Kalkanlıdağ formasyonunu oluşturan birimlere nazaran mermerlerin daha yoğunlukta olması ile ayrılır (Şekil 5.8.a-d). Tamadağ formasyonuna ait mermerler, iri kristalli şeker dokuya sahiptirler (Şekil 5.8.d). Yer yer dolomitik mermer kompozisyonunda gözlenirler. El

örneğinde öz şekilli kalsit mega kristalleri gözlenmektedir. Çalışma alanında Tamadağ civarında en üst kotlarda gözlenirler.



Şekil 5.9 Çalışma alanında yüzlek veren metamorfik kayalar

a. Gnays ara bantlarının arazi görüntüsü, a.b. Gnaysların yakından görüntüleri, c. Gnayslarda gözlenen kıvrımlar d. Gnayslarda gözlenen kıvrım yapılarının görüntüleri

Tamadağ civarında amfibolit merccek ve bantları, diğer birimlerin arasında, özellikle de mermerlerin arasında bantlar şeklinde gözlenir (Şekil 5.10.a). Bantların kalınlığı 10 cmden 30 cm'ye kadar değişmektedir (Şekil 5.10.b). Sadece Tamadağ güneyinde bir lokasyonda haritalanabilecek düzeyde gözlenmişlerdir. Amfibolitler, el örneğinde bazen foliyasyonlu doku, bazen foliyasyonsuz doku özelliği gösterirler. Foliyasyonlu doku özelliği gösterenlerde, yeşil-siyah bir bantlaşma gözlenirken (Şekil 5.10.c), foliyasyonsuz olanlarda yeşilimsi siyah bir renk gözlenir (Şekil 5.10.d).



Şekil 5.10 Çalışma alanında yüzlek veren metamorfik kayalar

a. Mermerler arasında gözlenen amfibolit bantlarının görüntüsü, b. Amfibolitlerin yakından görünüşü, c.d. Amfibolitlerin el örneğinde görüntüleri

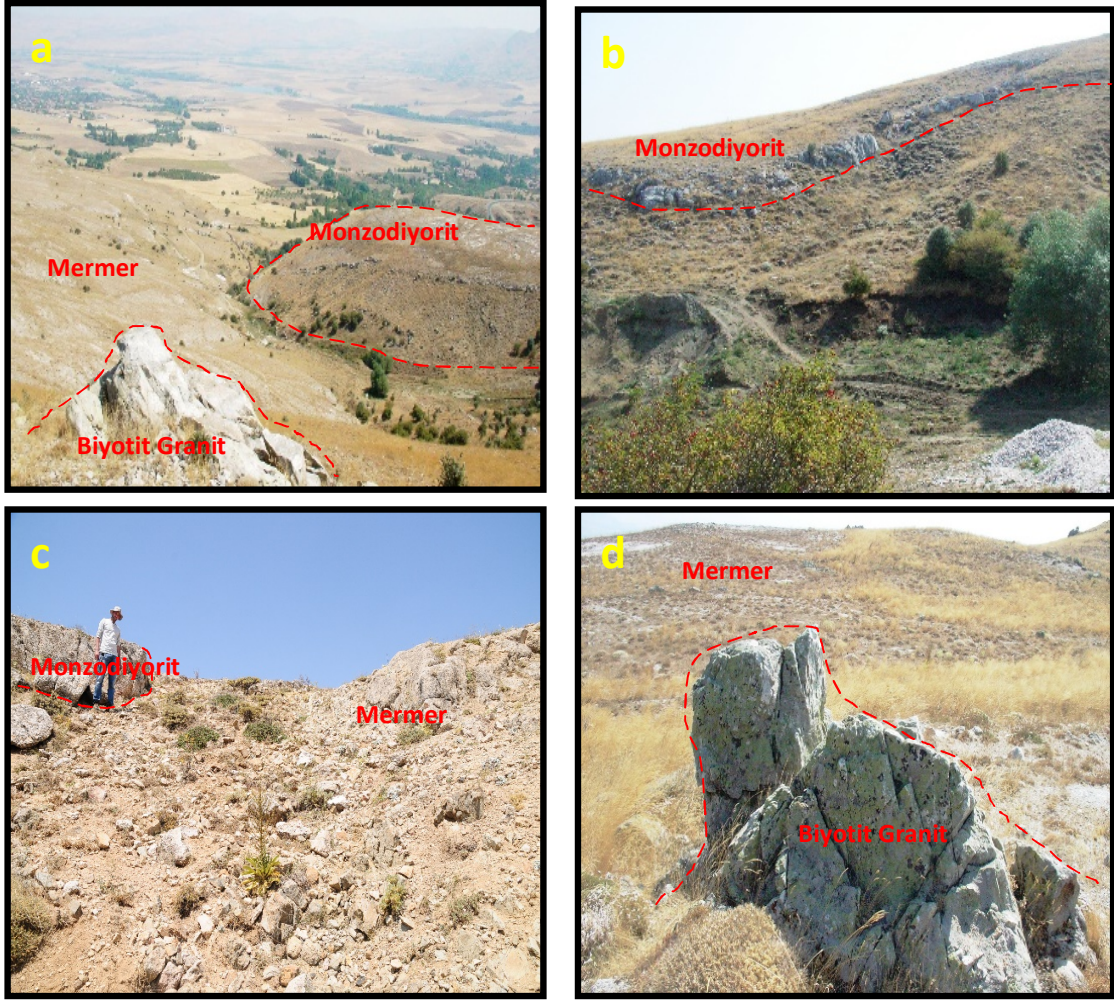
Migmatitler, Kaman civarında magmatik birimlerin çeperinde çok küçük ölçekte gözlenirler. Mermerlere sokulum yapan magmatik birimlerin kontak zonlarında yer alırlar. Migmatitler, el örneğinde gnayslara benzer özellik sunarlar (Şekil 5.11). Foliyasyonlu dokuya sahiptirler ve beyaz-siyah renkte gözlenirler.



Şekil 5.11 Migmatitlerin arazi ve el örneği görüntüleri

a.Migmatitlerin arazi görüntüleri, b.c.d. Migmatitlerin el örneğindeki görüntüleri

Kaman civarında bu formasyonları Baranadağ plütünü ait kuvars monzonit, monzodiyorit, biyotit granit ve piroksen siyenit bileşimli kayalar kesmektedir (Şekil 5.12). Metamorfikleri kesen birimlerden kuvars monzonit, monzodiyorit ve biyotit granitler farklı büyüklükte kütleler halinde keserken, piroksen siyenitler bu magmatik kütleleri dayklar şeklinde keserler (Şekil 5.16.a). Baranadağ plütönüne ait kayaçların, temelde yer alan metamorfikleri kestiği bölgelerde yer yer migmatitik kayalar gözlenmektedir. Baranadağ plütönü, metamorfik birimleri sıcak dokanakla keser ve yer yer diyorit bileşiminde anklavlar içermektedir (Şekil 5.14.e).



Şekil 5.12 Magmatik kayaların arazi görüntüleri

a. Metamorfikleri kesen granitlerin görüntüleri, b. Monzodiyorit ve mermerlerin arasında gözlenen dokanak, c. Mermerleri kesen kuvars monzodiyoritlerin arazi görüntüleri, d. Granitlerin arazi görüntüleri

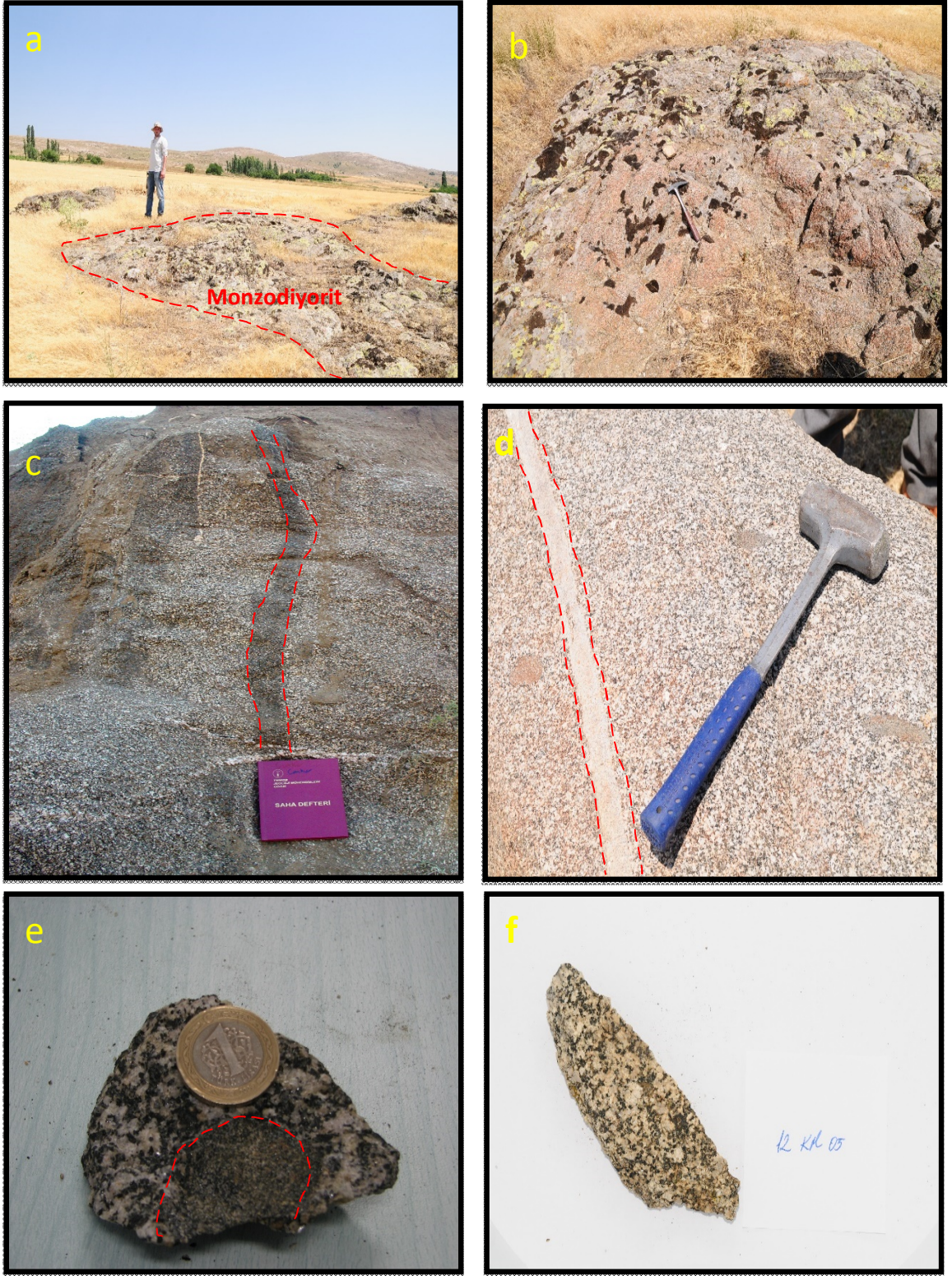
Kuvars monzonitler, el örneğinde cm boyutunda ortoklaz fenokristalleri, plajiolaz ve amfibol içerirler. Porfirofaneritik dokuya sahip kuvars monzonitler, pembemsi ve siyah renkte gözlenirler. Kaman civarında ufak mostralar şeklinde gözlenirler (Şekil 5.13).



Şekil 5.13 Kuvars monzonitlerin görüntüleri

a. el örneğindeki görüntüleri, b. Arazi görüntüleri

Monzodiyoritler, el örneğinde kuvars monzonitler ile benzer özelliklere sahiptirler. Porfirofaneritik dokuludurlar ve ortoklaz fenokristallerinin yanında, amfibol mineralleri içerirler (Şekil 5.14.f). Kaman civarında, kuvars monzonitlere nazaran daha büyük mostralar halinde gözlenirler ve bölgede kuvars monzonitlerden daha yaygındır. Monzodiyoritler, yer yer diyoritik anklavlar içerirler (Şekil 5.14.e) ve granitik veya siyenitik dayklar tarafından kesilirler (Şekil 5.14.d).



Şekil 5.14 Monzodiyoritlerin arazi görüntüleri

a. Monzodiyoritlerin arazi görüntüleri, b. Monzodiyoritlerin yakından görünüşü, c. Monzodiyoritlerde gözlenen şiliren yapısındaki anklavlar, d. Monzodiyoritleri kesen felsik daykların görüntüsü, e. Monzodiyoritlerin el örneği ve içerdikleri diyoritik anklavların görüntüsü, f. Monzodiyoritlerin el örneği görüntüsü

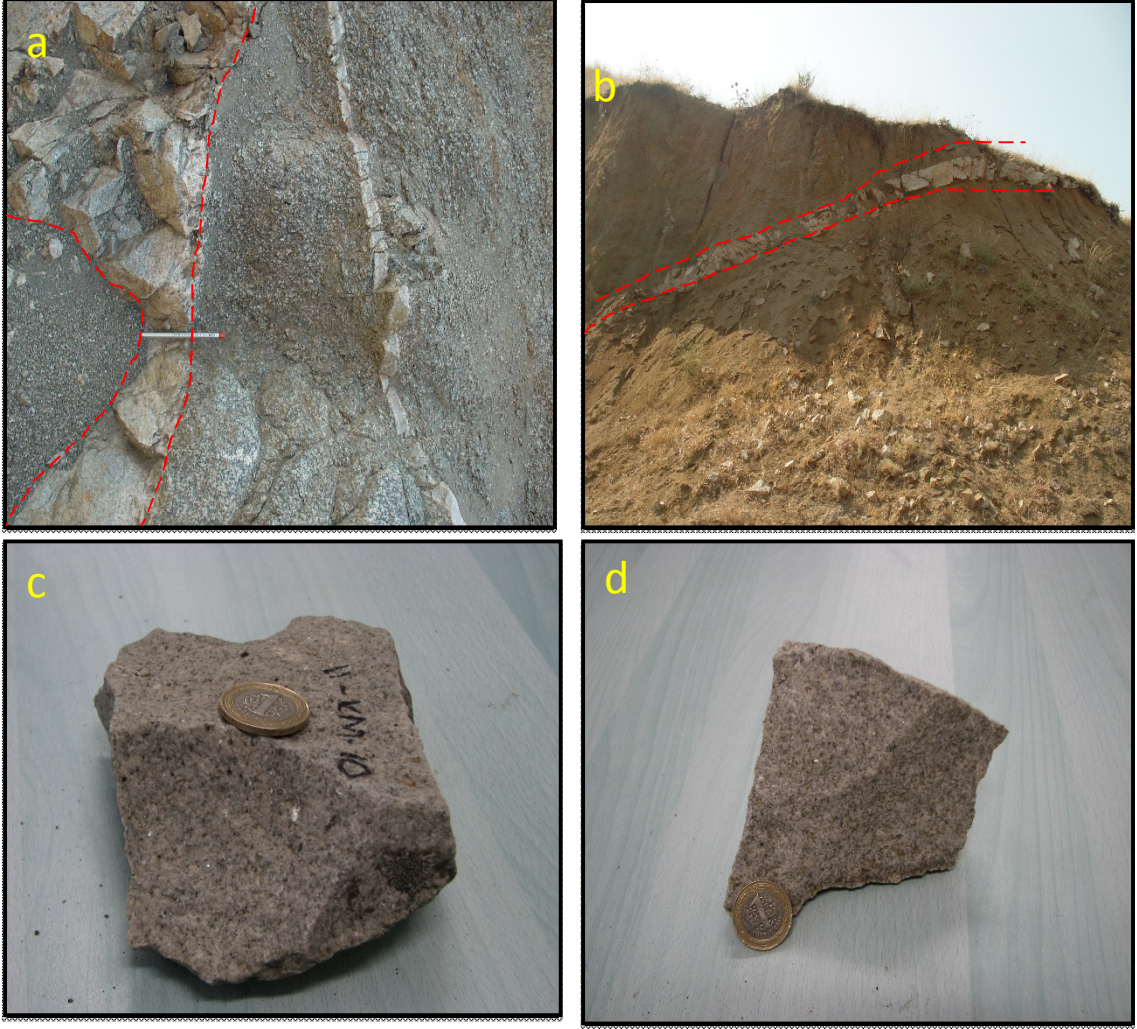
Biyotit granitler, Tamadağ civarında keskin topoğrafya sergileyen bir şekilde yer alırlar (Şekil 5.15.a). Biyotit granitler, el örneğinde gri renkli, faneritik dokuya sahiptirler ve kuvars, ortoklaz, plajyoklaz ve biyotit mineralleri içerirler (Şekil 5.15). Kaman civarında bazı yerlerde mostralar halinde, bazı yerlerde ise monzodiyoritleri keser biçimde gözlenirler. Yer yer diyorit anklavları içerirler (Şekil 5.15.d).



Şekil 5.15 Biyotit granitlerin görüntüleri

a. Biyotit granitlerin mostra görüntüleri, b. Biyotit granitlerin el örneğinde görüntüleri, c. Biyotit granit ve monzodiyoritler arasındaki dokanak, d. Biyotit granitlerin el örneği ve içeridikleri monzodiyorit anklavının görüntüleri

Piroksen siyenitler, diğ er magmatik birimleri keskin dokanakla keser konumda gözlenirler ( ekil 5.16). Piroksen siyenitlerde, el örneğinde mafik mineraller belirgin değillerdir. Piroksen siyenitler, gri-beyaz renklidirler ve tüm birimleri dayklar şeklinde keserler.



Şekil 5.16 Piroksen siyenitlerin görüntüleri

a.b. monzodiyoritleri kesen piroksen siyenit dayklarının mostra görüntüleri, c.d. piroksen siyenitlerin el  rneğ  görüntüleri

Bölgede daha yüksek kotlarda ise fosilli kireçtaşı, kumtaşı, çakıltaşı gibi sedimanter birimler, temel birimleri uyumsuz olarak örter konumda bulunmaktadır.

6. MINERALOJİ VE PETROGRAFİ

Çalışma alanında yüzlek veren magmatik ve metamorfik kayaların mineralojik ve petrografik özelliklerinin belirlemek amacıyla hazırlanan ince kesitler incelenmiştir. Metamorfik kayalarda gerçekleştirilen petrografi çalışmalarında mineral bileşimi yardımıyla kayaların metamorfizma dereceleri ve türleri belirlenmeye çalışılmıştır. Magmatik kayaların ise ince kesitteki mineral bileşimleri ve petrografik özellikleri ile birlikte, yapılan jeokimyasal çalışmalarda elde edilen veriler bir bütün halinde değerlendirilerek adlandırılma ve kökene yönelik çalışmalar yapılmıştır.

Yapılan ince kesit incelemelerinden sonra, bazı magmatik ve metamorfik kesitlerden seçilen mineraller üzerinde Konfokal Spektrometre çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Raman Spektrometresi, temel olarak mineralleri oluşturan moleküller üzerine gönderilen lazer ışınlarının, molekülleri oluşturan bağları titreştirmesi ve bu titreşimin bir dedektör yardımı ile toplanarak minerallere ait piklerin elde edilmesi olayı olarak tanımlanmaktadır. Raman çalışmaları, bir sonraki bölümde daha detaylı olarak ele alınmıştır.

6.1 Metamorfik Kayalar

Çalışma alanının Kaman civarında yer alan kısmında, metamorfik kaya olarak en yaygın litoloji, mermerler olarak belirlenmiştir. Mermerlerin içerisinde yer yer kuvarsit, biyotit şist, amfibol şist, biyotit gnays, amfibol gnays, piroksen amfibol gnays ve amfibolit gibi kayaların ara bantlar şeklinde gözlemlendiği görülmüştür. Ancak Kaman civarında ara bantlar şeklinde gözlenen kayaların hiç biri haritalanabilecek ölçekte değildir. Kaman civarındaki magmatik kütlelerin çevresinde küçük ölçekli migmatit yüzlekleri gözlenmektedir.

Bölgede yer alan metamorfik kayaların devamlılığı, daha güneyde Ebrişim civarında yapılan çalışmalarda da gözlenmiştir. Ebrişim civarında, Kaman civarında, mermerler içerisinde ara bantlar şeklinde gözlenen birimlerin daha geniş yüzlekler verdiği

gözlenmiştir. Özellikle Ebrişim köyünün güneybatısında granat biyotit amfibol gnays, amfibol gnays, amfibolit bileşimindeki kayalar haritalanabilir ölçekte yüzlekler vermektedirler. Ebrişim civarında bu birimlerle beraber, migmatitler de yoğun olarak gözlenmektedir.

Yapılan petrografik çalışmalarda, haritalanan alanlardan alınan örneklerden hazırlanan ince kesitlere göre, metamorfik kayalar farklı birimlere ayırtlanmışlardır.

6.1.1 Kalkanlıdağ Formasyonu

Çalışma alanında en yaşlı birim olarak, Kaman grubunun en alt seviyelerini oluşturan Kalkanlıdağ formasyonu olarak adlandırılmıştır. Kalkanlıdağ formasyonu olarak adlandırılan meta-tortul istif, başlıca gnayslar, granülitler, amfibolit, amfibol şistler ve piroksen şistlerden oluşmaktadır. Bu birimlerin yanında, daha az yayılım gösteren ince mermer bantları ve diyopsitli kalkıştılar da gözlenmektedir (Seymen 1982).

Kalkanlıdağ formasyonu, en yaygın olarak Başköy-Kurancalı-Demirli-Kurtbeli Yeniyapan köylerinin güneyindeki Kalkanlıdağ'da gözlenir. Bu nedenle birimin adı literatürde Kalkanlıdağ formasyonu olarak adlandırılmıştır (Seymen 1982).

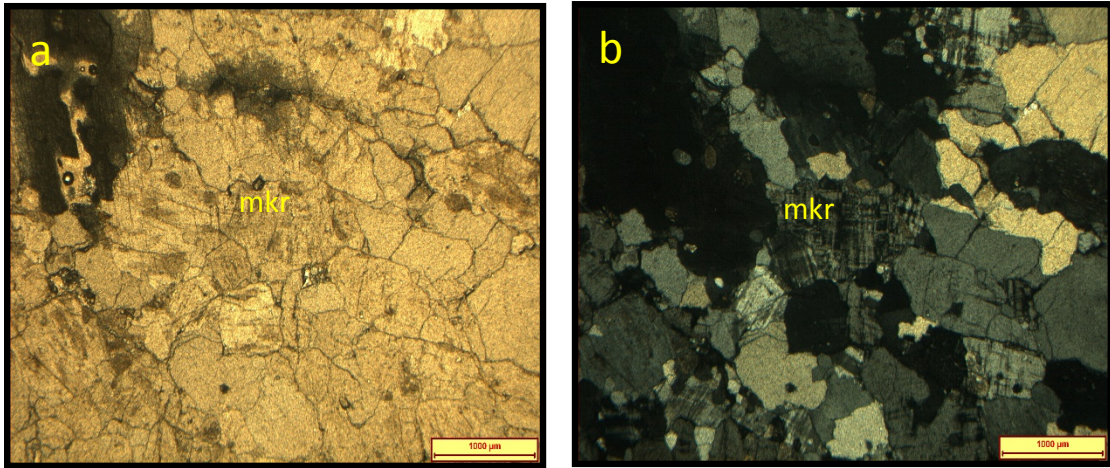
Çalışma alanında Kalkanlıdağ formasyonu, Ebrişim civarında iki farklı lokasyonda yüzlekler vermektedir. Bunlardan biri, Ebrişim köyü güneybatısında, Kapak Tepe civarındır. Burada Kalkanlıdağ formasyonu, biyotit amfibol gnays ve piroksen amfibol gnays litolojileri ile karakteristiktir. Ebrişim civarında bu birimler ile beraber migmatitler de gözlenir. Bir diğer lokasyon ise Çal Dağı güneybatısında bir vadi içerisinde yer almaktadır. Bu iki lokasyonda, Kalkanlıdağ formasyonuna ait bu birimler, birbirleri ile iç içe, geçişli bir durumda gözlenmektedirler. Yine bu lokasyonda da metamorfik birimlerle birlikte migmatitler gözlenmektedir. Gnayslar ve migmatitler, el örneğinde birbirlerine benzer özellik sunsalar da, mikroskop altında migmatitik doku varlığı ile birbirlerinden ayrılırlar.

Kalkanlıdağ formasyonu, çalışma alanında gözlenen litolojilere göre aşağıdaki birimlere ayrılmıştır.

6.1.1.1 Amfibol Gnays

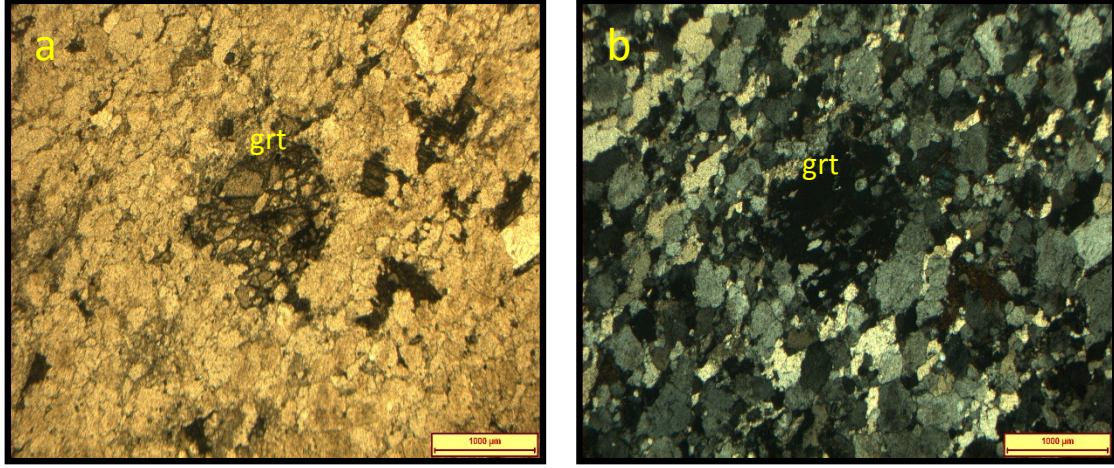
Amfibol gnayslar, ana bileşen olarak amfibol, kuvars, plajiolaz ve daha az oranda biyotit, piroksen ve ortoklaz ve mikroklin minerallerinden oluşmaktadır. Biyotit gnays ve biyotit amfibol gnaystan amfibol miktarının diğer mafik minerallere göre oldukça fazla olmasıyla ayrılmışlardır. Tali mineral olarak epidot ve titanit gözlenmektedir. Amfibollerde karakteristik olan kuvvetli pleokroizma ve çift yönde dilinim özelliği belirgin bir biçimde gözlenmektedir. Tek nikolde koyu yeşilimsi renge sahip amfiboller, çift nikolde 2. dizi girişim renklerine sahiptirler (Şekil 6.1).

Kuvarslar yarı özşekillidir ve belirgin dalgalı sönme gözlenmektedir. Bazı kuvars mineralleri, kenarlarından itibaren çatlaklanması ile oluşmuş kataklastik doku gözlenir. Feldispat mineralleri, küçük kristaller halinde gözlenirler. Killeşme, diğer tüm kayalarda olduğu gibi yaygındır. Amfibollerde opasitleşme, opaklaşma ve yer yer kloritleşme gözlenmektedir.



Şekil 6.1 Gnaysların genel görüntüsü ve içerisinde yer alan mikroklin minerallerinin fotomikrografi

a. tek nikol, b. çift nikol, 4x



Şekil 6.2 Granat biyotit amfibol gnaysların genel görüntüsü ve içerisinde yer alan almandin türü granatın fotomikrografi

a. tek nikol, b. çift nikol, 4x

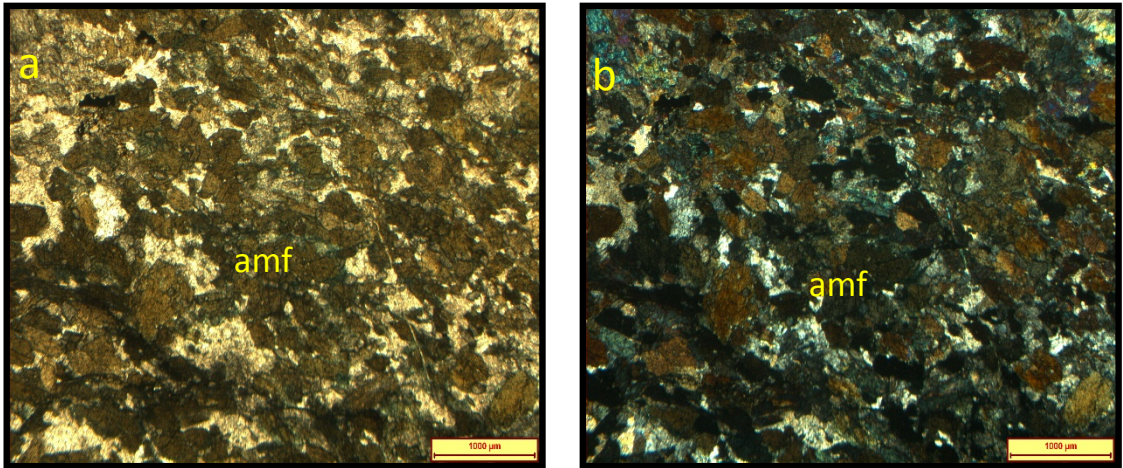
6.1.1.2 Granat Biyotit Amfibol Gnays

Biyotit amfibol gnayslar, el örneğinde belirgin foliasyon ve lineasyona sahiplerdir. Ana felsik mineral olarak kuvars, plajiolaz ve az oranda ortoklaz içerirler (Şekil 6.2). Mafik mineral olarak ise, başlıca amfibol, biyotit ve granat mineralleri içerirler. Yapılan raman çalışmalarına göre, plajiolazların türleri bitovnit, alkali feldispatların türleri mikroklin, granatlar almandin ve amfiboller tremolit-aktinolit bileşimindedir.

Lepidonematogranoblastik dokuya sahip olan bu kayalarda, kuvarslarda kataklazma izleri ve yer yer mörter doku gözlenmektedir. Kuvarslarda dalgalı sönme yaygındır. Amfiboller yarı özşekilli ve prizmatik şekle sahiplerdir. Amfibollerde opasitleşme ve biyotitleşmeler gözlenmektedir. Mikroskop altında amfibollere özgü dilinim gözlenmekte ve bu dilinimlere paralel şekilde 10° - 18° civarı eğik sönme gözlenmektedir. Biyotitler paralel sönme gösterirler ve opasitleşme ile birlikte kloritleşme de az da olsa gözlenmektedir. Plajiolazlarda polisentetik ikizlenme gözlenir. Feldispatlarda yoğun killeşme gözlenir. Granatlar, tek nikolde bol kırık çatlaklıdır ve bozunmaya uğramışlardır. Bu nedenle çift nikolde bazı kısımları anizotrop davranış göstermektedirler.

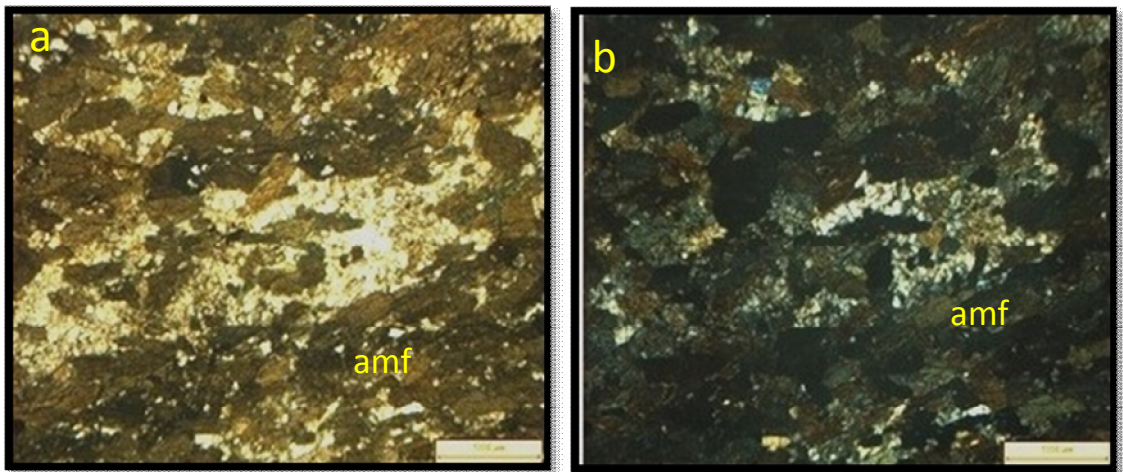
6.1.1.3 Amfibolit

Amfibolitler, el örneğinde yeşil renkli ve siyah mineral lineasyonuna sahiplerdir. Ana mineral olarak amfibol ve daha az oranda kuvars ve feldispat içerirler. Amfibollerde dilinim ve kuvvetli pleokroizma belirgindir. Bazı kesitlerde tipik çift yönlü amfibol dilinimi gösteren amfiboller, bazı kesitlerde tek yönde dilinim gösterirler. Amfibol minerallerinde opasitleşme ve opaklaşma gözlenmektedir.



Şekil 6.3 Amfibolitlerde gözlenen nematoblastik doku ve amfibol minerallerinin fotomikrografi

a. tek nikol, b. çift nikol, 4x



Şekil 6.4 Amfibolitlerin genel görüntüsünün fotomikrografi

a. tek nikol, b. çift nikol, 4x

Raman çalışmalarında amfibollerin tipi aktinolit olarak belirlenmiştir. Kuvarslar özşekilsiz, dalgalı sönme gösterecek şekilde bulunurlar. Tali mineral olarak apatit ve titanit mineralleri gözlenmektedir. Opaklaşma yer yer gözlenmektedir.

6.1.2 Tamadağ Formasyonu

Kaman grubu içerisinde, Kalkanlıdağ formasyonunda gözlenen gnaysik seviyelerin azalarak egemen litoloji olarak mermerlerin gözlenmeye başlaması ile Tamadağ formasyonuna geçilir. Tamadağ formasyonu başlıca mermer ve vollastonit mermerler ile içerisinde yer alan kuvarsit ve gnays ardalanmalarından oluşmuştur.

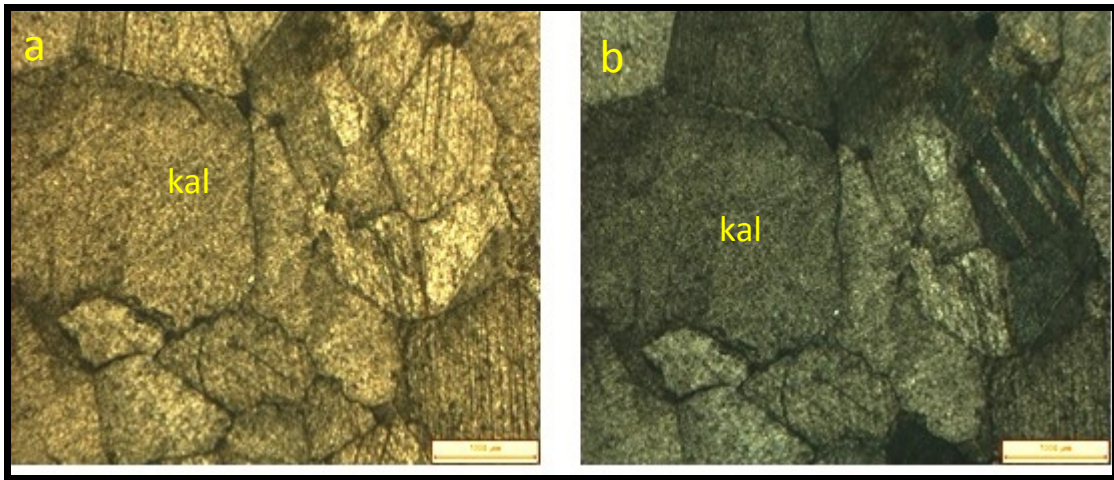
Tamadağ formasyonunda ara bantlar şeklinde gözlenen gnays ve kuvarsit bantları, Kalkanlıdağ formasyonunda gözlenen birimler benzer özellikler sergilerler. Bu nedenle Tamadağ formasyonu altında, aynı birimlerin özellikleri tekrar yazılmamıştır.

Tamadağ formasyonunu oluşturan birimlerin birbirleri ile olan ilişkileri en iyi Kaman güneyindeki Tamadağ civarında gözlendiğinden bu formasyona Tamadağ formasyonu adı verilmiştir. Tamadağ formasyonu, Kaman grubunu oluşturan kayalar içerisinde en fazla yayılım gösteren formasyondur. Özellikle Kaman'ın güneyinde, Kalkanlıdağ formasyonunun üzerinde, kıvrım yapılarının kanatlarında gözlenmektedir.

Birimin alt düzeylerinde, Kalkanlıdağ formasyonuna ait gnays topluluğ u ile geçişlerde, genişliğı yer yer metre boyutuna varan kuvarsitler gözlenmektedir. Kuvarsitler, Ebrişim köyü güneyinde en kalın oldukları durumda gözlenirler. Kuvarsitler, genellikle süt beyazı renklerde dir ancak bazı yerlerde gri, kırmızımsı gri gibi renklerde de gözlenmektedir.

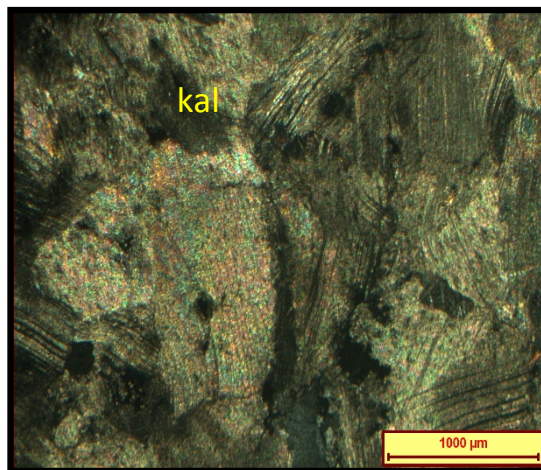
6.1.2.1 Mermer

Mermerler, tek nikolde genel olarak poligonal dokulu kalsit minerallerinden oluşmaktadır. Bazı örneklerde kuvars minerallerine rastlanılır. Çift nikolde girişim renkleri ve basınç etkisi sonucu gelişmiş basınç ikizleri ile tanınırlar. Demiroksitleşme, bazı kesitlerde gözlenmektedir. Bazı kesitlerde, kalsit minerallerine dolomit mineralleri eşlik ederler (Şekil 6.5-6.6).



Şekil 6.5 Mermerlerin genel görüntüsü ve kalsit minerallerinde gözlenen basınç ikizlerinin fotomikrografı

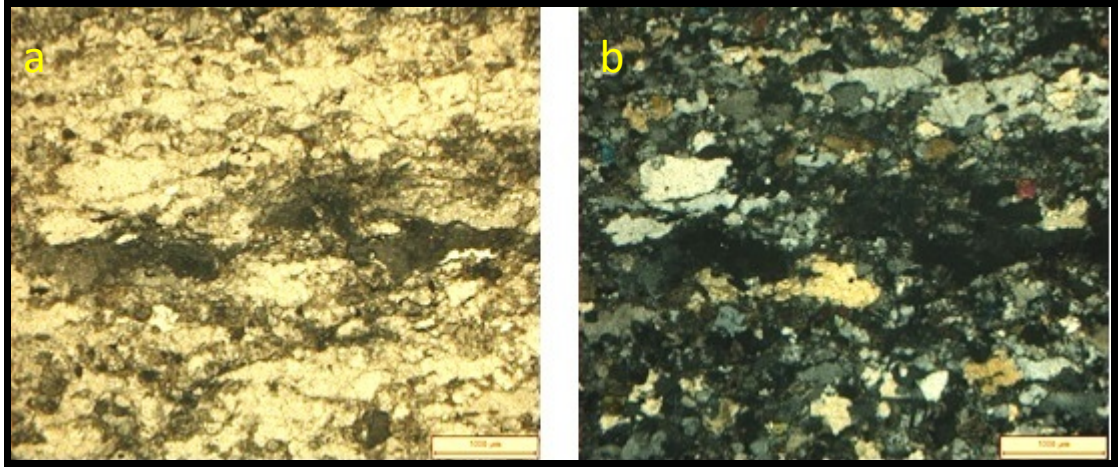
a. tek nikol, b. çift nikol, 4x



Şekil 6.6 Mermerlerin genel görüntüsü ve gözlenen basınç ikizlerinin çift nikol fotomikrografı

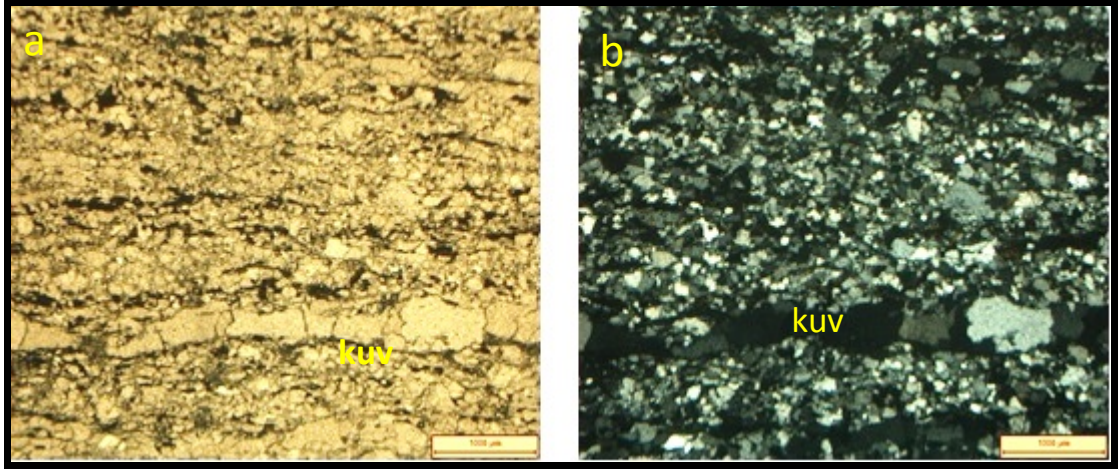
6.1.3 Migmatit

Migmatitik kayalar, ince kesit altındaki mineral lineasyonu ve karakteristik olan migmatitik dokunun varlığı ile ayrılırlar. Migmatitlerde, ana mineral olarak dalgalı sönme gösteren kuvars mineralleri yaygındır (Şekil 6.7-6.8). Kuvars, plajiolaz ve alkali feldispatlar, amfibol, piroksen ve biyotit gibi mafik minerallerle birlikte migmatitik dokuyu oluştururlar. Yapılan Raman çalışmalarında, alkali feldispatların mikroklin ve plajiolazların türü ise bitovnit-labrador, amfibollerin türü pargasit ve tremolit ve aktinolit, piroksenlerin ise diyopsit bileşiminde olduğu görülmüştür. Pargasit, özellikle kontak metamorfik kayalarda yaygın olarak gözlenen bir mineraldir. Aktinolit, bozunma sonucu oluşmuştur.



Şekil 6.7 Migmatitlerde gözlenen migmatitik doku ve lökosom ve melanosom araldanmasını gösteren fotomikrograf

a. tek nikol, b. çift nikol, 4x



Şekil 6.8 Migmatitlerin genel görüntüsü ve içerdği kuvars damarının fotomikrografi

a. tek nikol, b. çift nikol, 4x

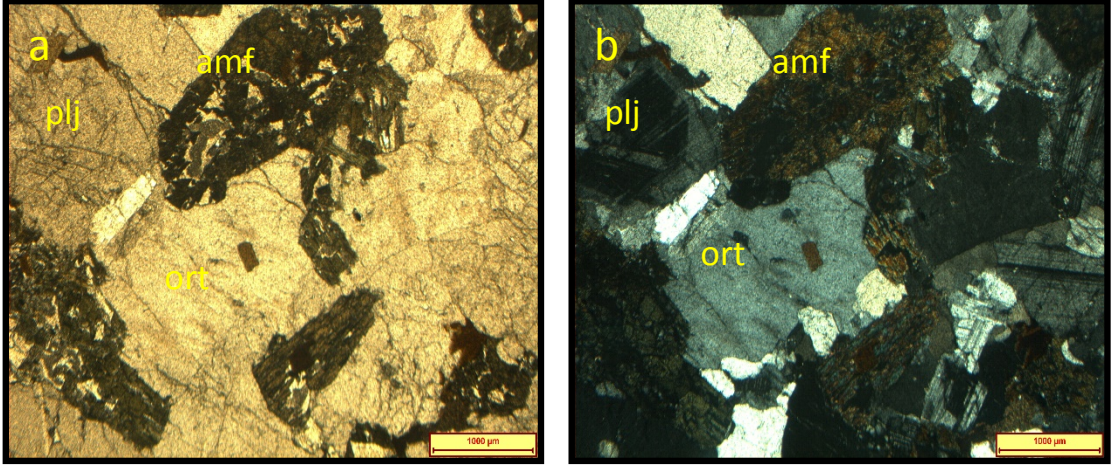
6.2 Magmatik Kayalar

Çalışma alanının Kaman civarında Kaman grubuna ait metamorfik kayaları, farklı bileşimdeki magmatik birimler keser konumunda gözlenmektedir. Kaman civarındaki magmatik birimler, kuvars monzonit, monzodiyorit, biyotit granit ve dayklar şeklindeki piroksen siyenitlerden oluşmaktadırlar.

6.2.1 Monzodiyorit

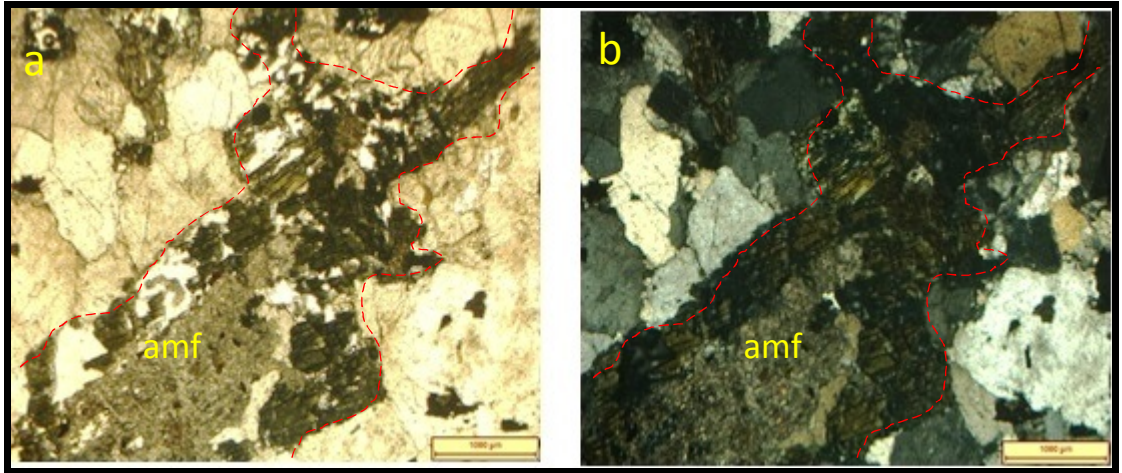
Monzodiyoritler, ana mineral bileşimi olarak ortoklaz, plajiolaz, amfibol, daha az oranlarda piroksen, biyotit ve kuvars içerirler. Kayanın ana dokusu holokristalin hipidiyomorf tanesal dokudur. Yer yer plajiolaz ve amfibollerde poiklitik doku, ortoklazlarda ise monzonitik doku gözlenir. Ayrıca ince kesitin bazı kesimlerinde subofitik dokunun varlığı da söz konusudur (Şekil 6.9). Plajiolazlarda zonlu doku gözlenir ve yer yer plajiolazların etrafını amfibol ve daha az oranda piroksenlerin sarması ile oluşan ve magma karışımını ifade eden oseller dokunun varlığı da söz konusudur. Klorit ve serisit mineralleri alterasyon ürünleri olarak gözlenirler. Ortoklazlar, yoğun killeşme nedeniyle bulanık, toprağımsı bir görünüme sahiptirler ve yer yer serisitleşme gösterirler. Bazı plajiolazlarda sossoritleşme gözlenmektedir. Amfibollerde kloritleşme yaygındır ve kısmen biyotitleşme de gözlenebilmektedir. Mafik minerallerin çoğunda opasitleşme ve opaklaşma gözlenebilmektedir.

Amfibollerde çift yönlü gelişen karakteristik amfibol dilinimi, çoğu amfibol mineralinde gözlenebilmektedir (Şekil 6.10-6.11).



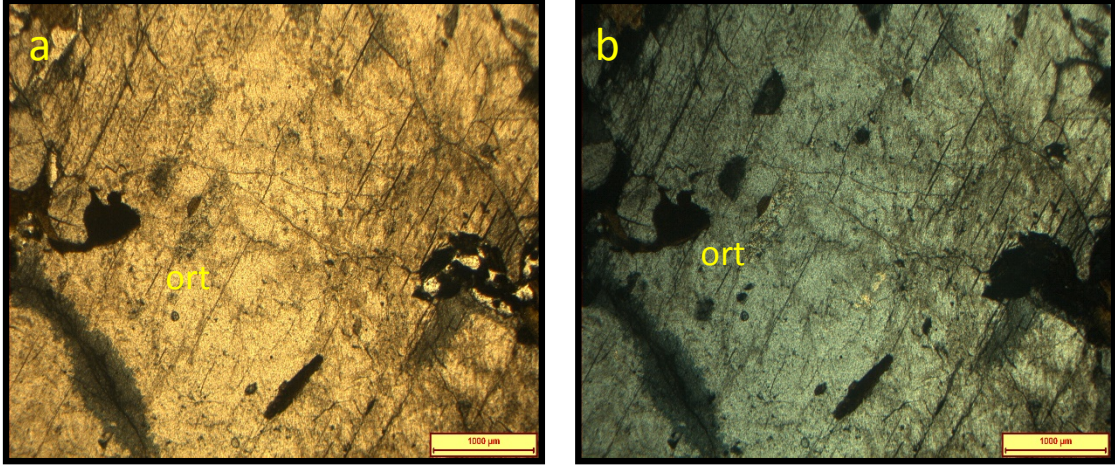
Şekil 6.9 Monzodiyoritlerin gözlenen holokristalin ve oseller dokuyu gösteren fotomikrograf

a. tek nikol, b. çift nikol, 4x



Şekil 6.10 Monzodiyoritlerde gözlenen mafik mineral segregasyonunu gösteren fotomikrograf

a. tek nikol, b. çift nikol, 4x



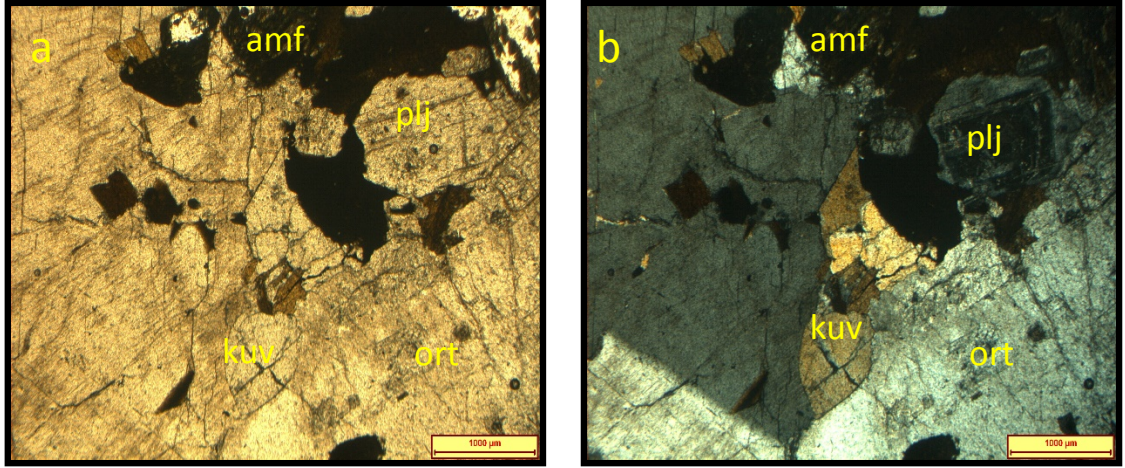
Şekil 6.11 Monzodiyoritlerde gözlenen ortoklaz megakristalinin fotomikrografı

a. tek nikol, b. çift nikol, 4x

Yapılan Raman çalışmaları sonucu, amfibollerin türleri pargasit ve altinolit, plajiolazların türleri bitovnit ve labrador olarak belirlenmiştir.

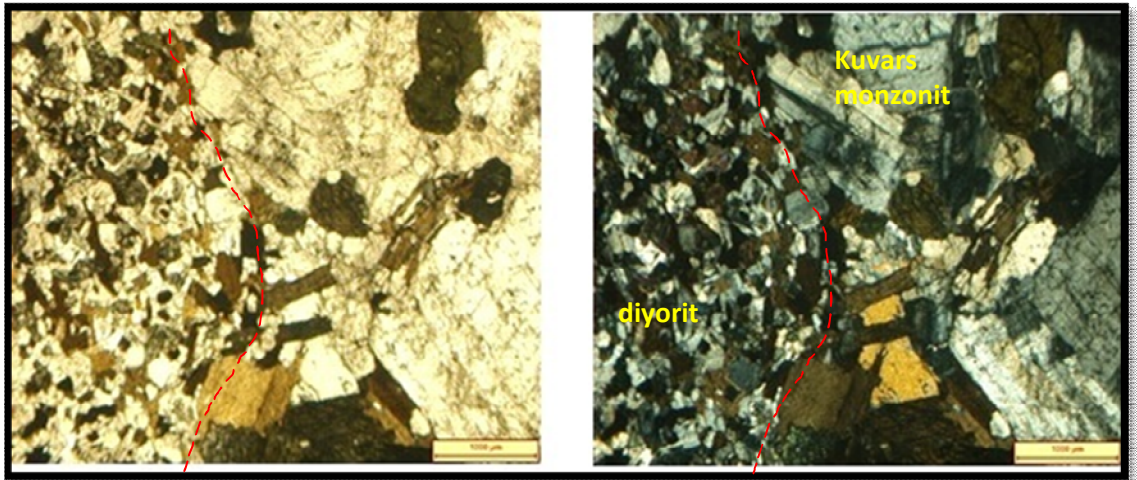
6.2.2 Kuvars Monzonit

Kuvars monzonitler, ana mineral bileşimi olarak ortoklaz, plajiolaz, amfibol, kuvars daha az oranlarda piroksen ve biyotit içerirler. Kayanın ana dokusu holokristalin hipidiyomorf taneseli dokudur (Şekil 6.12). Plajiolazlarda zonlu doku ve poiklitik doku gözlenir. Ortoklazlarda ise monzonitik doku yaygındır. Zonlu plajiolazları amfibollerin sarması ile kısmen oseller doku da gözlenebilmektedir. Feldispat minerallerinde killeşme yoğun olarak gözlenir (Şekil 6.13). Benzer bir şekilde, amfibol minerallerinde de yaygın olarak opaklaşma, opasitleşme ve kloritleşme gözlenir.



Şekil 6.12 Kuvars monzonitlerin gözlenen holokristalin doku ve minerallerin fotomikrografı

a. tek nikol, b. çift nikol, 4x



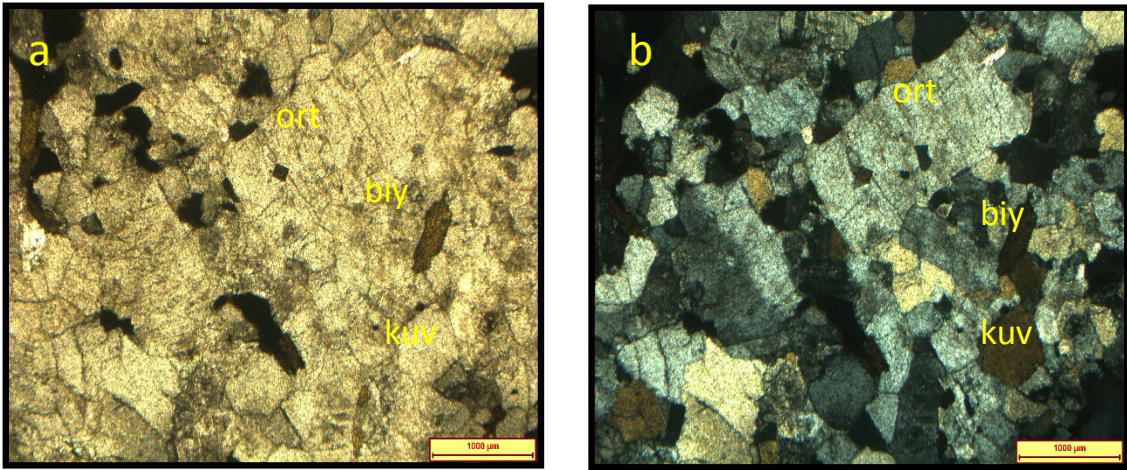
Şekil 6.13 Kuvars monzonit içerisindeki diyoritik anklav ile olan dokanağın fotomikrografı

a. tek nikol, b. çift nikol, 4x

Yapılan Raman çalışmalarında, plajioklazların türleri bitovnit, amfibollerin türleri pargasit ve aktinolit olarak belirlenmiştir.

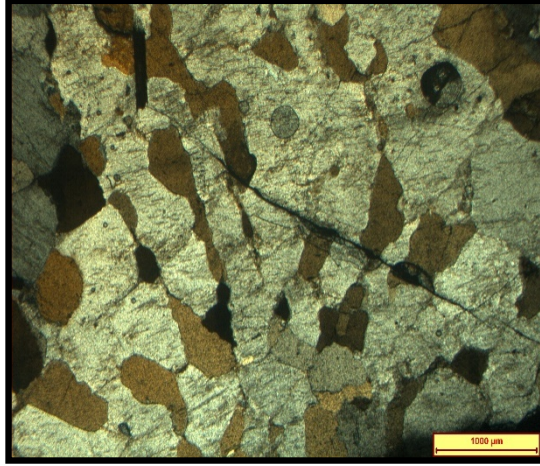
6.2.3 Biyotit Granit

Biyotit granitler, çalışma alanında bazen mostralar şeklinde, bazen de diğer birimleri keser şekilde gözlenmektedir. Ana mineral bileşimi olarak kuvars, ortoklaz ve daha az oranda biyotit ve plajyoklaz içerirler (Şekil 6.14). Kayanın ana dokusu holokristalin hipidiyomorf tanesal dokudur. Ortoklazlarda poiklitik doku yaygındır. Ortoklazlar, killeşme sonucu toprağımsı, bulanık bir görüntüye sahiptirler. Kuvarslar, genellikle temiz yüzeyli olup bazı örneklerde kataklazma izleri taşırlar. Biyotitler levhamsı şekilde olup değişken kristal büyüklüklerine sahiptirler. Bazı biyotitlerde kloritleşme veya hidrobiyotitleşme gözlenmektedir (Şekil 6.14). Tali mineral olarak sfen ve apatitler gözlenmektedir. Bazı örneklerde, ortoklazlar içerisinde grafik dokunun varlığına da rastlanmıştır (Şekil 6.15).



Şekil 6.14 Granitlerin genel dokusunun fotomikrografı

a-tek nikol, b-çift nikol, 4x



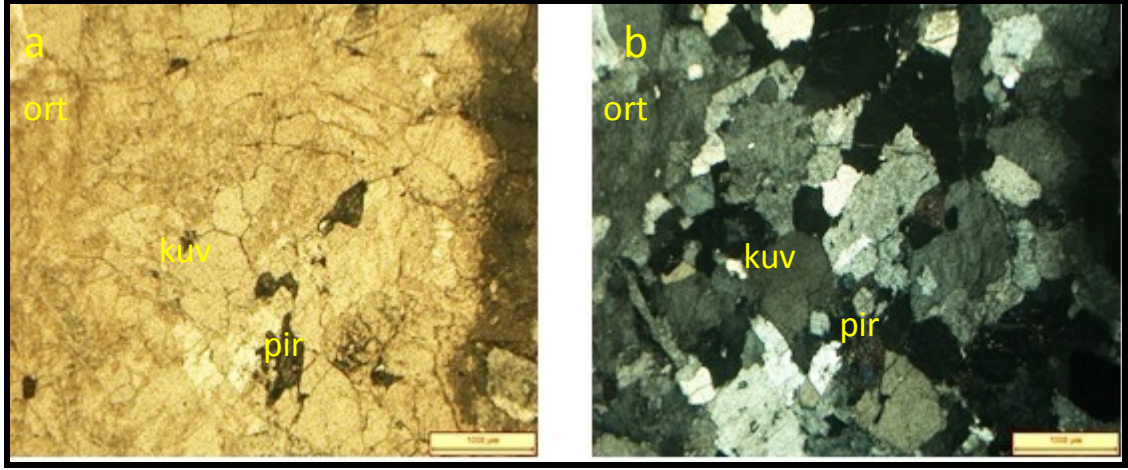
Şekil 6.15 Granitlerde gözlenen grafik dokunun fotomikrografi

a. tek nikol, b. çift nikol, 4x

6.2.4 Piroksen Siyenit

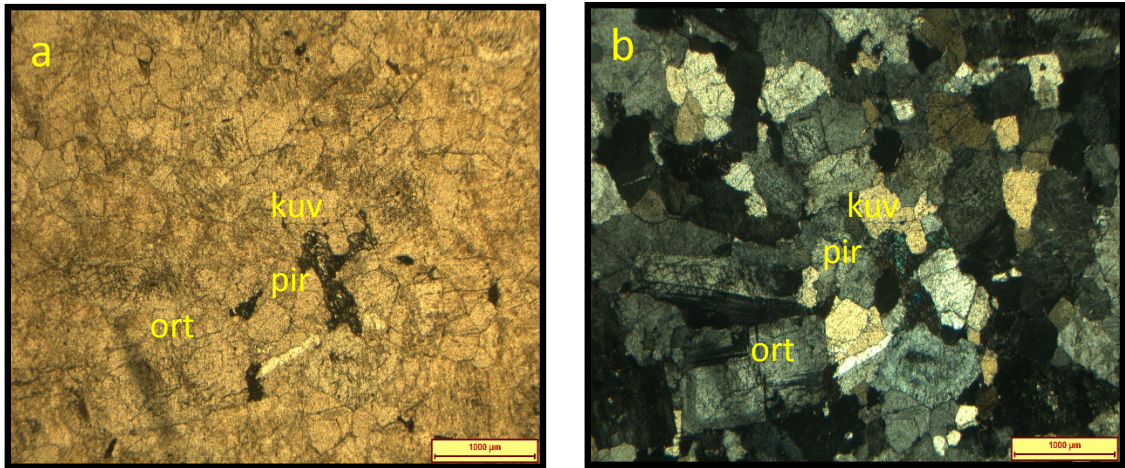
Kaman civarındaki magmatik birimleri dayklar halinde keser konumda bulunan piroksen siyenitler, ana mineral olarak ortoklaz, kuvars ve çok az kalıntı piroksen içerirler. Kayanın ana dokusu holokristalin hipidiyomorf taneseli doku özelliğindedir (Şekil 6.16). Ortoklazlarda poiklitik doku gözlenir. Mikroskop altında ortoklazlar, diğer magmatik birimlere nazaran daha az killeşmişlerdir. Mafik mineral olarak, piroksenden başka mafik mineral görülmemektedir. Piroksenler, kalıntı şeklinde, yüksek girişim renkleri ve rölyefleri ile kolayca ayrılabilirler. Piroksenlerde de kısmen opaklaşma, opasitleşme ve demiroksitleşme gözlenmektedir, ancak yine de girişim renklerinin yüksekliği ile kolayca ayrılabilirler (Şekil 6.17).

Yapılan raman çalışmalarında, piroksenlerin türleri diyopsit olarak belirlenmiştir.



Şekil 6.16 Piroksen siyenitlerin genel dokusunu ve gözlenen piroksen minerallerinin fotomikrografı

a. tek nikol, b. çift nikol, 4x



Şekil 6.17 Piroksen siyenit içerisindeki kalıntı piroksen mineralinin fotomikrografı

a. tek nikol, b. çift nikol, 4x

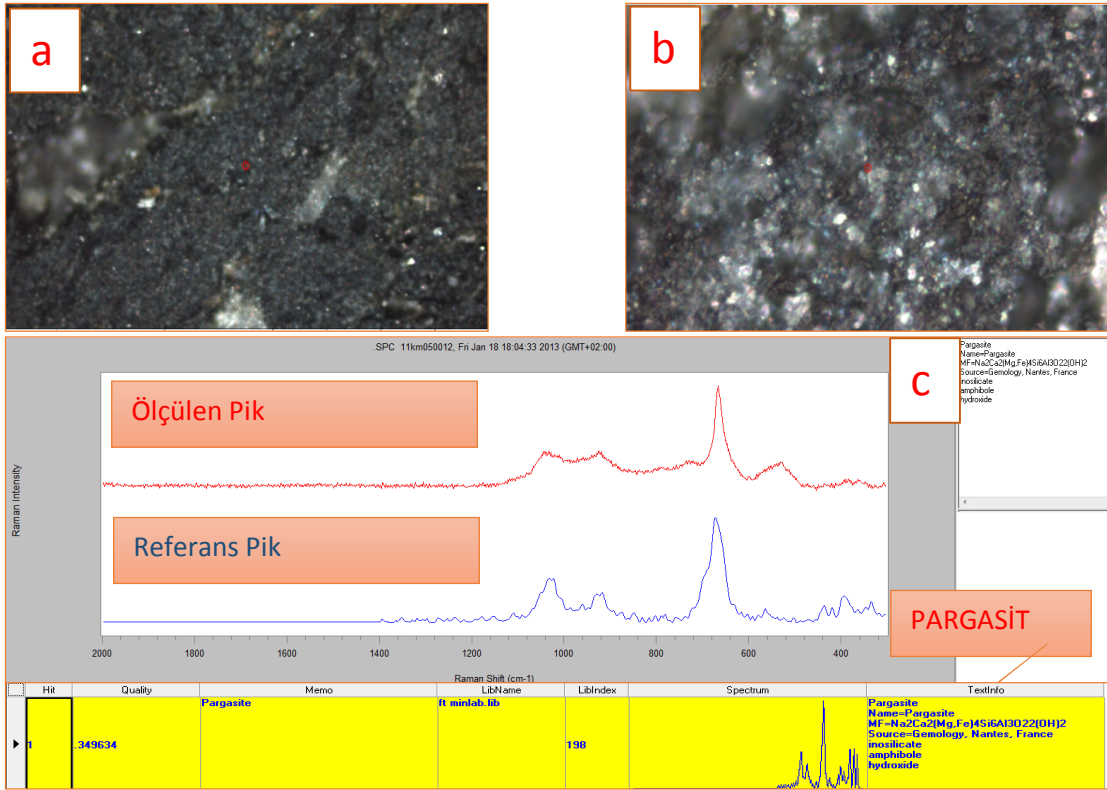
7. RAMAN SPEKTROSKOPİSİ

Çalışma alanından toplanan örnekler üzerinde gerçekleştirilen mineraloji ve petrografi çalışmalarından sonra, gerekli görülen kesitlerden seçilen minerallerin tayini için konfokal raman spektrometre yöntemi kullanılmıştır. Analizler için Ankara Üniversitesi Mikro Analiz-ICP Laboratuvarında bulunan Thermo Scientific DXR Raman cihazı kullanılmıştır. Elde edilen spektrogramlar ise, SpectralID programı ile karşılaştırılarak analiz edilen mineral yatın edilmiştir.

Konfokal Raman spektrometresinin çalışma prensipleri teorik olarak daha önceki çalışmalarda (Zoroğlu (2009), Deniz (2010) ve Akçe (2010)) ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Raman spektroskopisi yöntemi, jeolojide minerallerin adlandırılmaları ve bağ yapılarının ortaya konması amacı ile kullanılmakta ve oldukça başarılı sonuçlar elde edilmektedir. Yöntem asıl olarak minerallere gönderilen değişik dalga boylarındaki lazer ışınlarının titreştirdiği moleküllerin bağ yapılarından saçılan ışınların dedektör yardımı ile toplanması olayına dayanır.

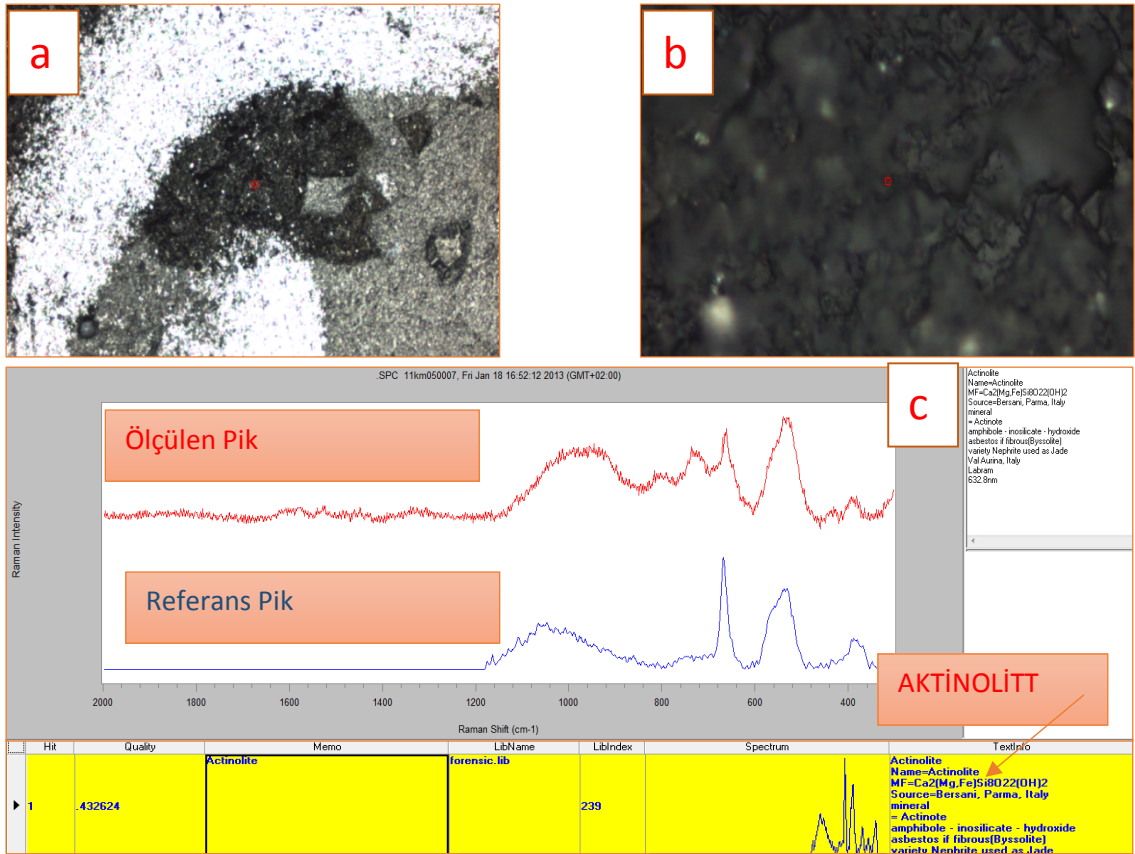
Bu tez çalışması kapsamında, çalışma alanından toplanan metamorfik ve magmatik örneklerin bazılarında yer alan mineraller üzerinde Raman çalışmaları yapılmıştır.

Migmatitlerde yer alan amfibollerde yapılan ölçümlerde elde edilen piklerin referans pikler ile karşılaştırılması sonucu, migmatitlerde gözlenen amfibollerin pargasit bileşiminde oldukları saptanmıştır (Şekil 7.1). Aynı şekilde monzodiyorit ve kuvars monzonitlerde yer alan amfibollerde yapılan ölçümlerde de amfiboller pargasit bileşimindedir (Şekil 7.3). Pargasit türü amfiboller, özellikle yüksek sıcaklık bölgesel metamorfik kayalarda ve intrüzyonların kontağında yer alan kayalar ve skarn zonlarında gözlenmektedir. Yine bazı migmatit, şist ve monzodiyoritlerde aktinolit türü amfiboller tayin edilmiştir (Şekil 7.2). Aktinolit varlığı da pargasitin varlığını destekler şekildedir. Aktinolit minerali özellikle magmatik sokulumların kontağında ve magnezyumca zengin dolomitik kireçtaşlarının metamorfizması sonucu bu tür kayalarda bulunabilmektedir.



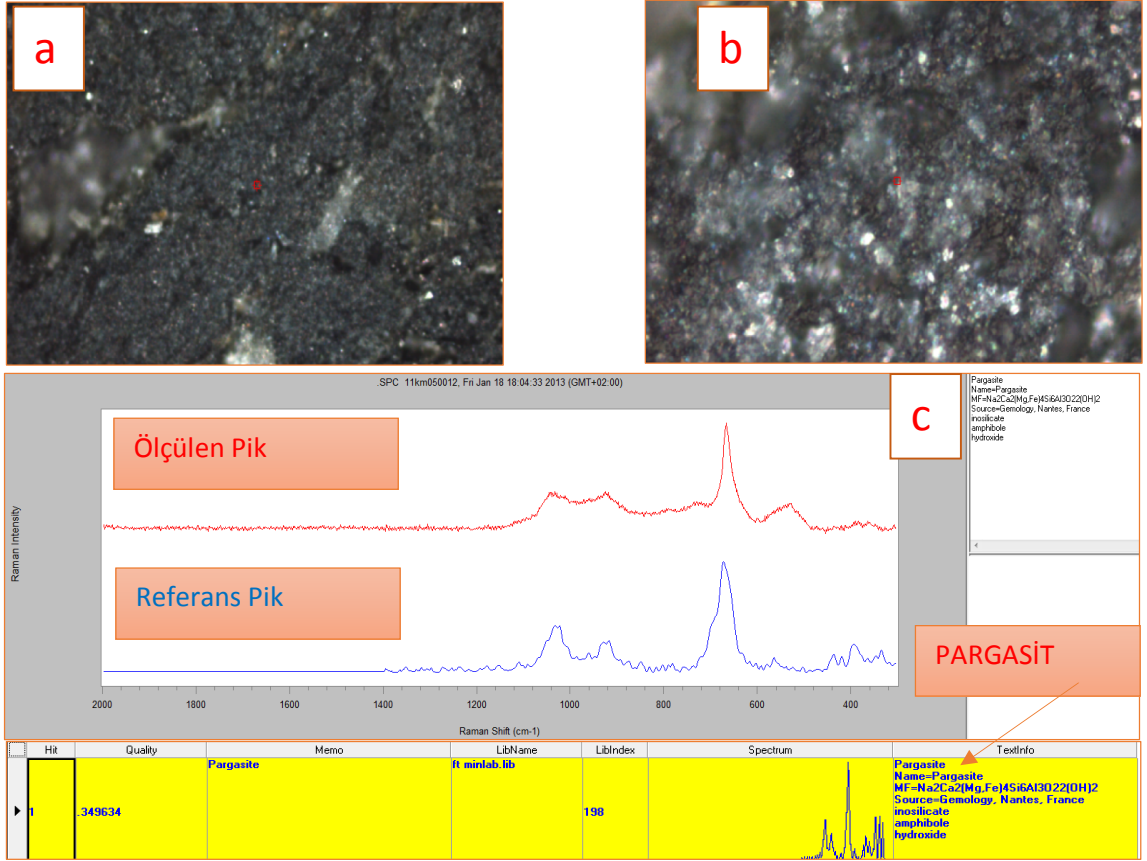
Şekil 7.1 Migmatitlerde yer alan pargasit türü amfibollerin

a. Raman görüntüsü (50x), b. Raman görüntüsü (100x), c. Spektroskopik karakteristikleri



Şekil 7.2 Migmatitlerde yer alan aktinolit türü amfibollerin

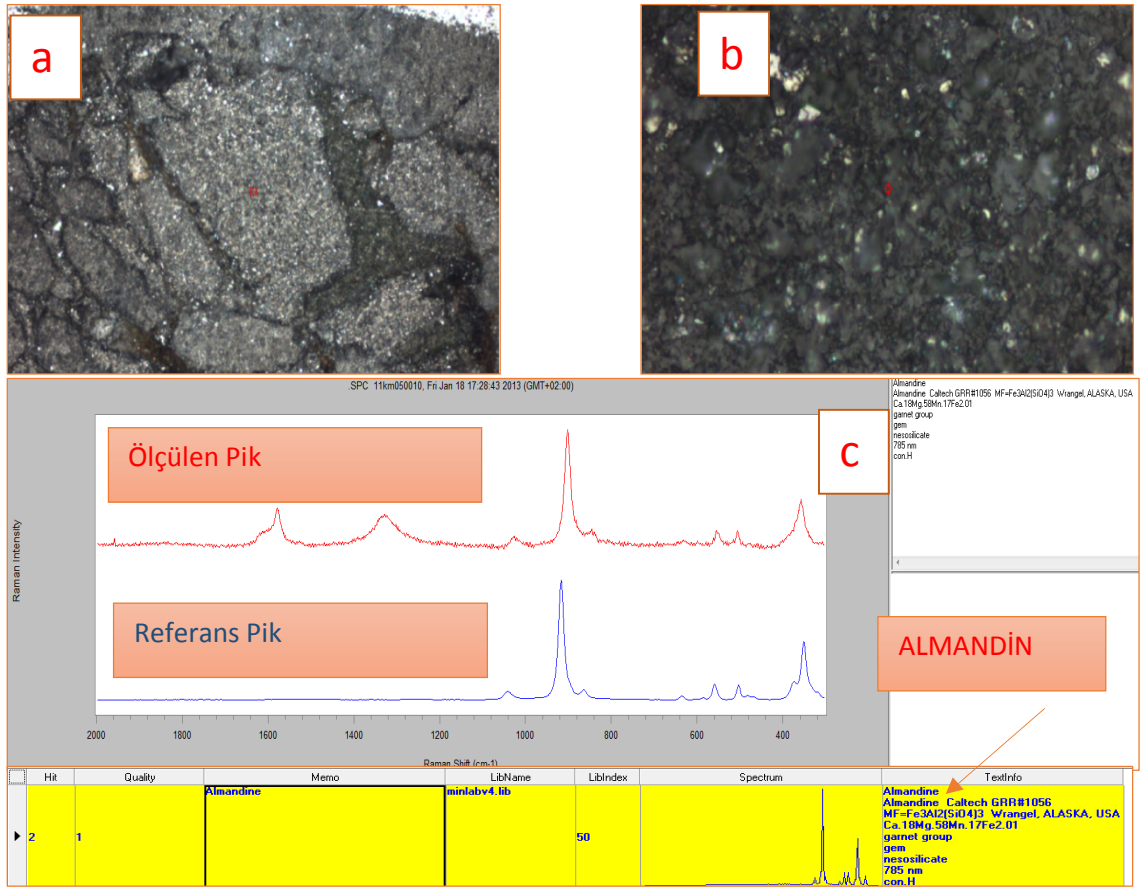
a. Raman görüntüsü (50x), b. Raman görüntüsü (100x), c. Spektroskopik karakteristikleri



Şekil 7.3 Monzodiyoritlerde yer alan pargasit türü amfibollerin

a. Raman görüntüsü (50x), b. Raman görüntüsü (100x), c. Spektroskopik karakteristikleri

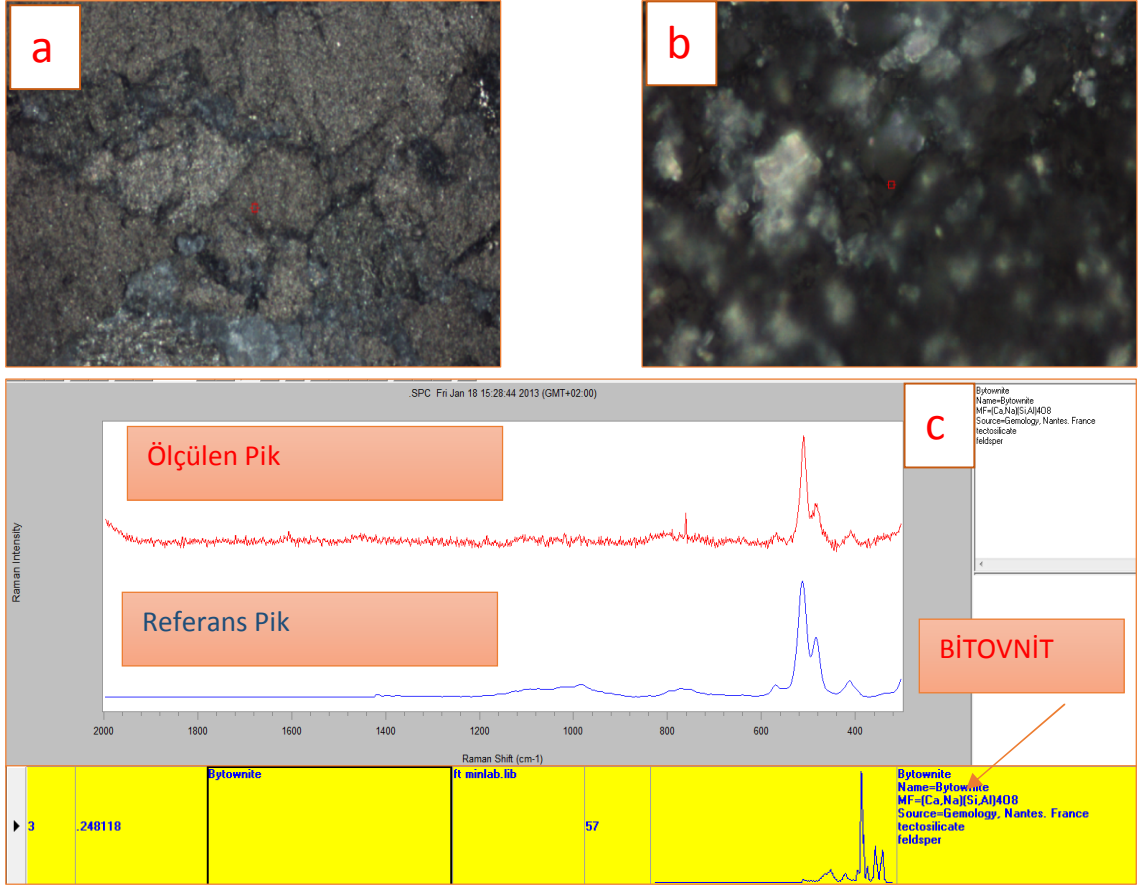
Çalışma alanında yer alan gnayslarda yer alan granatlarda yapılan raman tayinine göre granat türü almandin olarak belirlenmiştir (Şekil 7.4). Almandin, genel olarak şist, gnays ve bazende kontak metamorfik kayalarda gözlenebilmektedir.



Şekil 7.4 Gnayslarda yer alan almandin türü granatların

a. Raman görüntüsü (50x), b. Raman görüntüsü (100x), c. Spektroskopik karakteristikleri

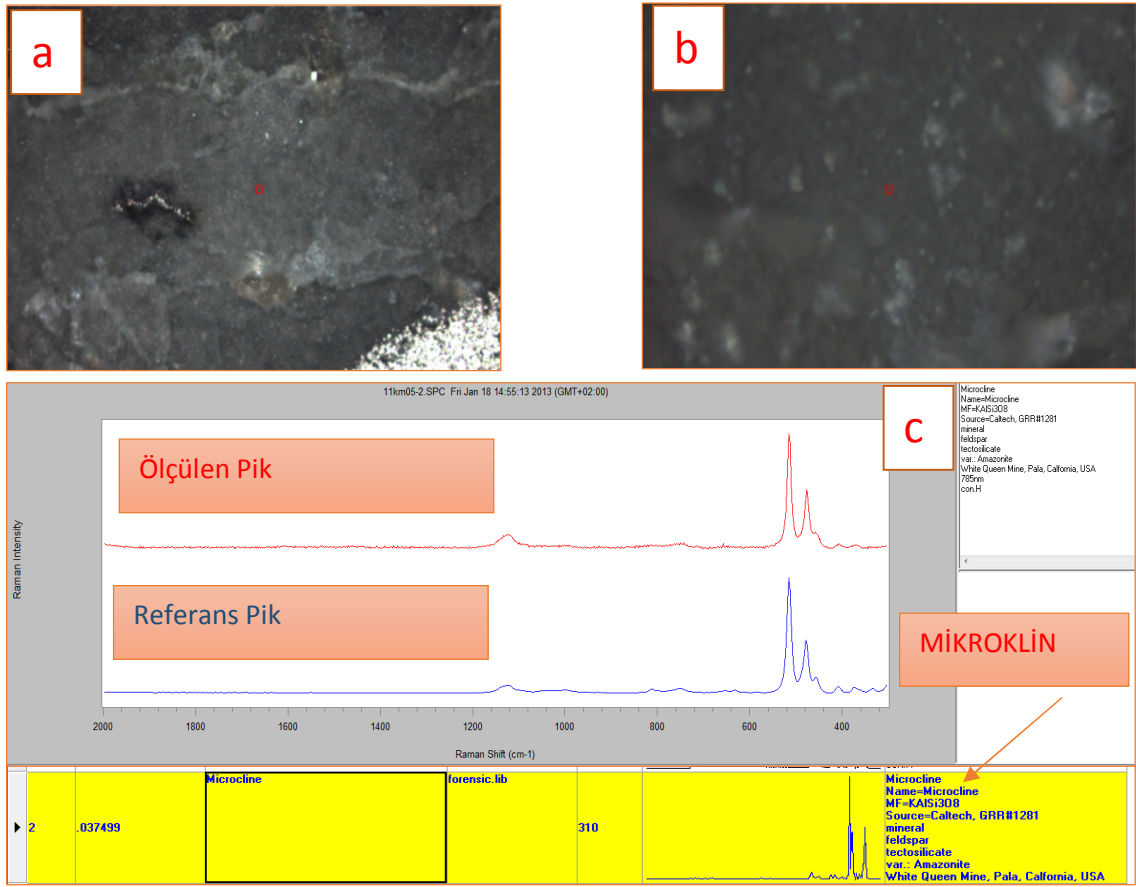
Migmatitlere ait ince kesitlerde düşük oranlarda yer alan plajiolazların türü, yapılan raman tayinlerine göre bitovnit olarak belirlenmiştir (Şekil 7.5). Bitovnit, metamorfik kayalarda çok fazla bulunabilen bir mineral değildir. Ancak yine de kontak metamorfizma sonucu oluşan kayalarda bitovnit mineraline rastlanabilmektedir.



Şekil 7.5 Migmatitlerde yer alan bitovnit türü plajioکلazların

a. Raman görüntüsü (50x), b. Raman görüntüsü (100x), c. Spektroskopik karakteristikleri

Yine migmatit ve gnayslarda yapılan raman çalışmalarına göre, her iki kaya grubunda da mikroklin varlığı gözlenmektedir (Şekil 7.6). Mikroklin, yüksek dereceli gnays metamorfik kayalarda gözlenebilmektedir.



Şekil 7.6 Migmatitlerde yer alan mikroklin türü alkali feldispatların

a. Raman görüntüsü (50x), b. Raman görüntüsü (100x), c. Spektroskopik karakteristikleri

Piroksen siyenitlerde mafik mineraller üzerinde yapılan raman çalışmalarında, piroksenlerin diyopsit bileşiminde oldukları saptanmıştır (Şekil 7.7).

8. JEOKİMYA

Çalışma alanından toplanan örnekler üzerinde yapılan mineraloji-petrografi çalışmalarından sonra, kaya gruplarının jeokimyasal karakterlerini ortaya koyma amacıyla, örneklerden kayayı temsil eden taze olanlar seçilmiş ve bu örneklerden tüm kaya jeokimya analizleri yapılmıştır. Çalışma alanından toplanan 183 örnek içerisinde taze olan 117 örnek seçilmiş ve bu örneklerden tüm kaya ana oksit ve iz element analizleri yapılmıştır.

Örneklerin analizleri, Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Petrografi Uygulama ve Araştırma Laboratuvarı'nda, Spectro X-Lab 2000 model PedXrf cihazı kullanılarak yapılmıştır. XRF analizleri Geo-7220 yöntemiyle yapılmış olup USGS'in plütonik kayalar için oluşturduğu K02-GSR-09 ve G01-GS-N-Granite standartları kullanılarak cihazın kalibrasyonu yapılmıştır.

Çalışma alanında gözlenen metamorfik ve magmatik kayalara ait analiz sonuçları, ayrı ayrı diyagramlarda kullanılarak kayalar için farklı yorumlamalara gidilmiştir. Bu birimler, metamorfik kayalar altında migmatit, amfibol gnays, piroksen amfibol gnays, amfibolit ve mermer, magmatik kayalar altında ise granit, monzonit, monzodiyorit ve kuvars siyenit olarak gruplandırılmışlardır.

8.1 Metamorfik Kayaların Jeokimyası

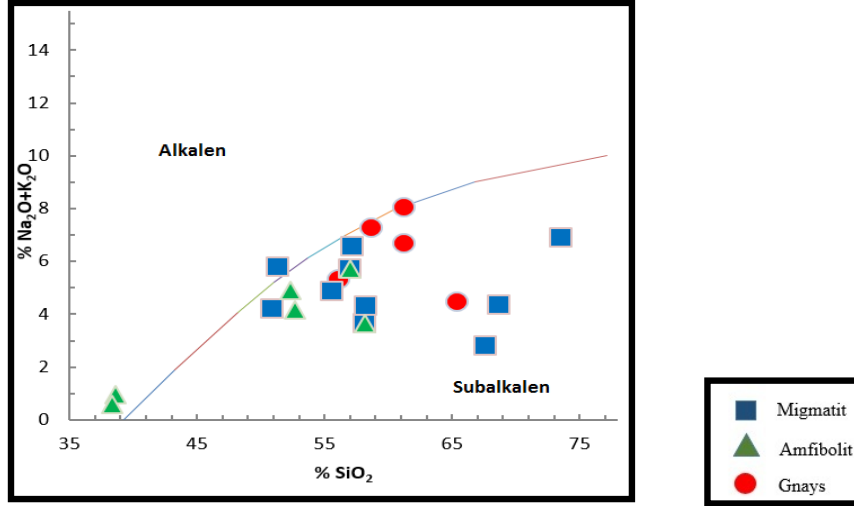
Çalışma alanından toplanan metamorfik kayaların kimyasal bileşimi ve köken kaya özelliklerini ortaya koyabilmek için çeşitli kimyasal diyagramlar kullanılarak kayaların özellikleri irdelenmiştir.

Kimyasal analiz sonuçlarına göre mikroskop altında amfibol gnays ve piroksen amfibol gnayslar olarak isimlendirilen kayaların ana oksit değerleri, % 56,09-65,42 SiO₂, % 0,766-2,13 Na₂O, % 0,385-3,5 MgO, % 11,88-13,3 Al₂O₃, % 0,0546-0,2235 P₂O₅, % 2,317-7,133 K₂O, % 0,238-1,611 CaO, % 0,041-0,440 TiO₂, % 0,012-0,041 MnO, % 1,612-3,22 Fe₂O₃ aralığında değişmektedir.

Örneklerden ince kesit altında migmatit olarak isimlendirilen kayaların ana oksit değerleri, %50,91-73,6 SiO₂, % 1,07-5,46 Na₂O, % 0,235-4,261 MgO, % 7,043-13,35 Al₂O₃, % 0,093-0,2413 P₂O₅, % 0,709-4,342 K₂O, % 0,573-8,179 CaO, % 0,7242-0,3719 TiO₂, % 0,010-0,1549 MnO ve % 2,32-10,55 Fe₂O₃ aralığında değişmektedir.

Amfibolitlerin ana oksit değerleri ise %34,41-58,19 SiO₂, % 0,07-3,5 Na₂O, % 1,893-4,93 MgO, % 9,029-13,35 Al₂O₃, % 0,1441-0,5565 P₂O₅, % 0,5637-3,25 K₂O, % 6,222-16,30 CaO, % 0,379-2,452 TiO₂, % 0,1321-0,2102 MnO ve % 5,711-12,05 Fe₂O₃ aralığında değişmektedir.

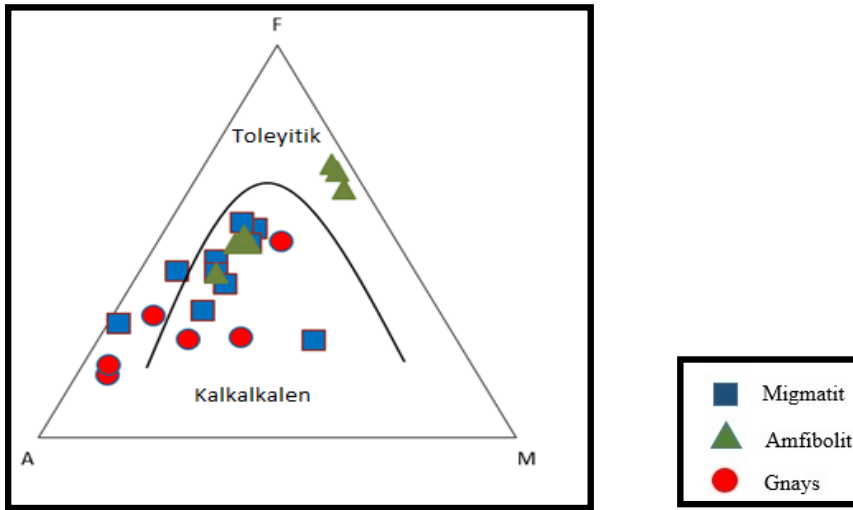
Çalışma alanındaki metamorfik kayaların, kimyasal bileşimlerine dayanarak çeşitli diyagramlar kullanılarak kökenlerine yönelik yorum yapılmaya çalışılmıştır. Kimyasal bileşimlerine göre toplam alkaliye karşı silika (TAS) diyagramında tüm kayalar subalkalen alana düşmüşlerdir (Şekil 8.1). Bu kayaların tümü düşük alkali (Na₂O+K₂O) değerlerine sahiptirler. Diyagramda sadece iki amfibolit örneği alkalen alana düşmüştür. Bu iki örnek, alkali değerlerinin fazlalığına kıyasla silika içeriklerinin az olmasından dolayı diğer örneklerden farklı noktalarda görülmektedir. Özellikle migmatitler, yüksek silika içeriklerinden dolayı diğer gruplardan farklı alanlara düşmüşlerdir. Migmatitler, kuvars, biyotit ve amfibol minerallerinin fazlalığından dolayı subalkali alanda yer alırlar. Amfibolitlerde ise alkali değeri migmatitlere yakın olmasına rağmen, silika değerlerinin düşmesi ile alkalen trende yakın, ancak subalkalen karakter gösterirler. Gnayslar, diğer gruplardan daha fazla alkali bileşime sahiptirler, ancak karakter olarak subalkalen alan düşmektedirler.



Şekil 8.1 Metamorfik kayaların toplam alkaliye karşı silika ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ vs. SiO_2) diyagramındaki konumları (Le Bas vd. 1986)

Subalkalen alana düşen örnekler için çizilen AFM diyagramında, özellikle gnays, amfibolit ve migmatitlerin toleyitik-kalkalkalen arasındaki geçiş zonunda yer aldıkları gözlenmiştir (Şekil 8.2). Amfibolitler ise toleyitik alana düşmektedirler. Yine de bazı amfibolit örneklerinin geçiş zonuna yakın bir alana düştükleri görülmektedir. Bazı amfibolit örneklerinde amfibol oranının diğer örneklerle nazaran daha fazla olması, buna bağlı olarak Fe ve Mg oranının artması ile bu farklılık açıklanabilir. Bu farklı özelliğe bağlı olarak amfibolitlerin iki farklı köken kayanın metamorfizması ile oluşmuş olabilecekleri söylenebilir.

Özellikle biyotit, kuvars ve feldispat oranının yüksek olduğu gnays grubu, subalkali alana düşmektedir. Bu kayalar, feldispat içermelerinden dolayı artan alkali oranına bağlı olarak amfibolitlerden farklı bir trend sergilerler. AFM diyagramındaki konumlarına bakarak, sıcaklık etkisinin basınç etkisinden fazla olduğu migmatitlerin, basınç etkisinin sıcaklık etkisine nazaran daha fazla olduğu gnayslar artan kuvars miktarına bağlı olarak farklı konumlarda bulunduğu görülebilir. Ancak iki grubun kökensel olarak aynı kaynaktan oluştuğu söylenebilir.

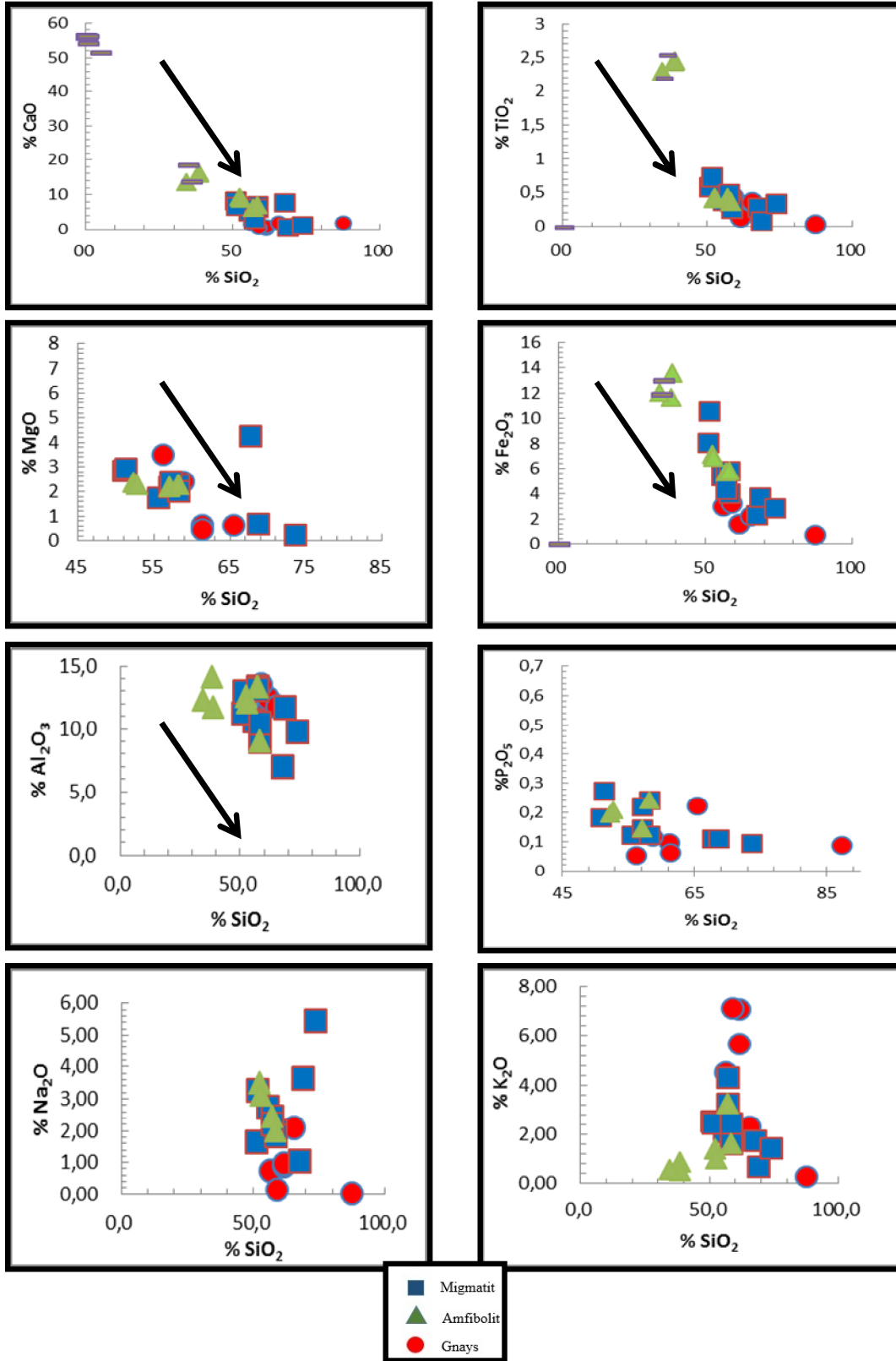


Şekil 8.2 Metamorfik kayaların AFM ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ vs. SiO_2) diyagramındaki konumları (Irvine ve Baragar 1971)

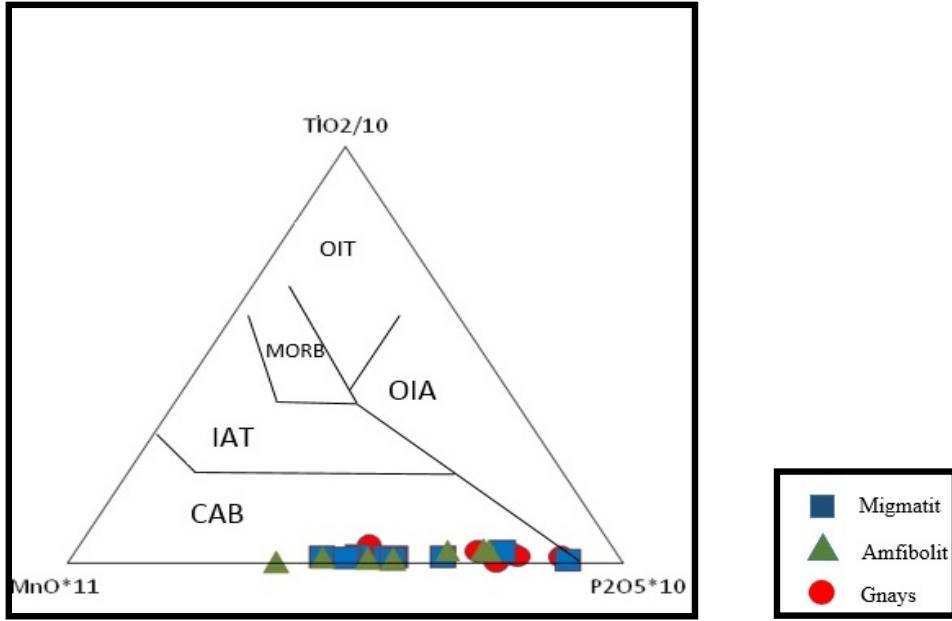
Metamorfik kayaların birbirleri ile olan element dağılım ilişkileri ve değişim özelliklerini belirlemek amacıyla bazı ana oksit değerlerini kullanılarak çizilen diyagramlarda (Harker 1909), genel anlamda Fe_2O_3 , CaO , MgO , Al_2O_3 ve TiO_2 değerlerinde kısmen negatif korelasyon gözlenmektedir. Diğer elementlerde bakıldığında zaman belirgin bir korelasyon gözlenmemektedir.

Bölgedeki metamorfik kayaların levha tektonizması açısından konumlarını belirlemek için $\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 10\text{-MnO} \cdot 10\text{-TiO}_2 / 10$ (Mullen 1983) diyagramı çizilmiştir. Bu diyagrama göre, metamorfik kayaların daha çok kalkalkali bazalt (CAB) alanına düştükleri görülmektedir (Şekil 8.4).

Metamorfik kayaların kökensel özelliklerini belirlemek için ACF (Ehlers ve Blatt 1982) diyagramı çizilmiştir. Bu diyagrama göre kayaların genel olarak pelitik ve kuvarso-feldispatik köken alanlarında yoğunlaştıkları görülmektedir. Özellikle amfibolitler, kuvarso-feldispatik alanda yer alırken, migmatitler hem kuvarso-feldispatik alanda, hem de pelitik köken alanında yer almaktadırlar. Gnayslar ise yine hem kuvarso-feldispatik, hem de pelitik köken alanında yer almaktadırlar (Şekil 8.5). Bu durum metamorfik kayaların daha çok felsik minerallerce zengin detritik kayalardan türedikleri sonucunu ortaya koymaktadır.

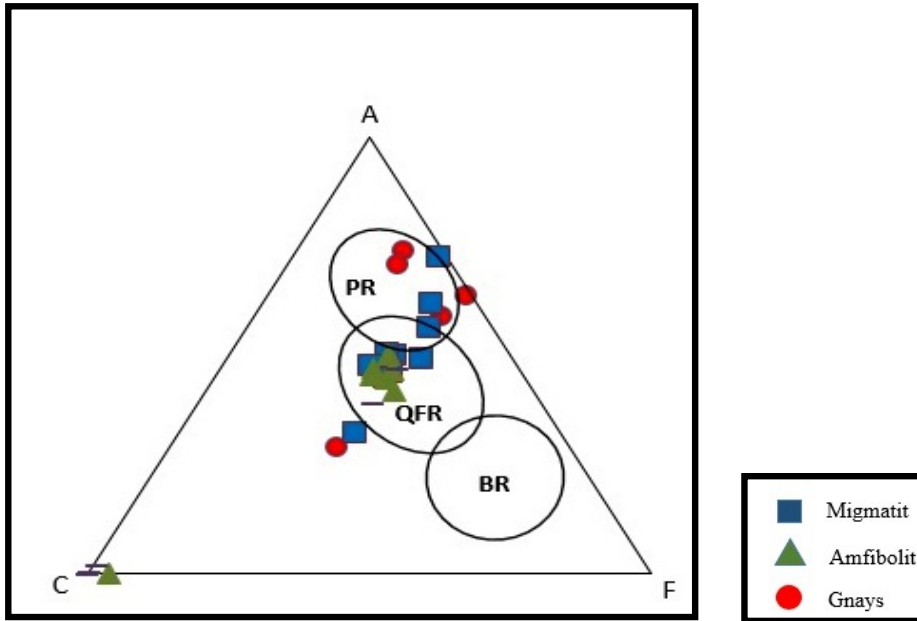


Şekil 8.3 Metamorfik kayalara ait ana oksit değerlerinin Harker diyagramında dağılımı (Harker 1909)



Şekil 8.4 Metamorfik kayaların $\text{MnO} \cdot 11\text{-TiO}_2/10\text{-P}_2\text{O}_5 \cdot 10$ diyagramındaki konumları (Mullen 1983)

OIT: okyanus adası toleyitleri, OIA: Okyanus adası alkali bazaltları, MORB: okyanus ortası sırt bazaltları, IAT: ada yayı toleyitleri, CAB: kalkalkali bazaltlar



Şekil 8.5 Metamorfik kayaların ACF ($A = \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O}$, $C = \text{CaO} - 3.3 \text{P}_2\text{O}_5$, $F = \text{FeO} + \text{MgO} + \text{MnO}$) diyagramındaki konumları (Ehlers ve Blatt 1982)

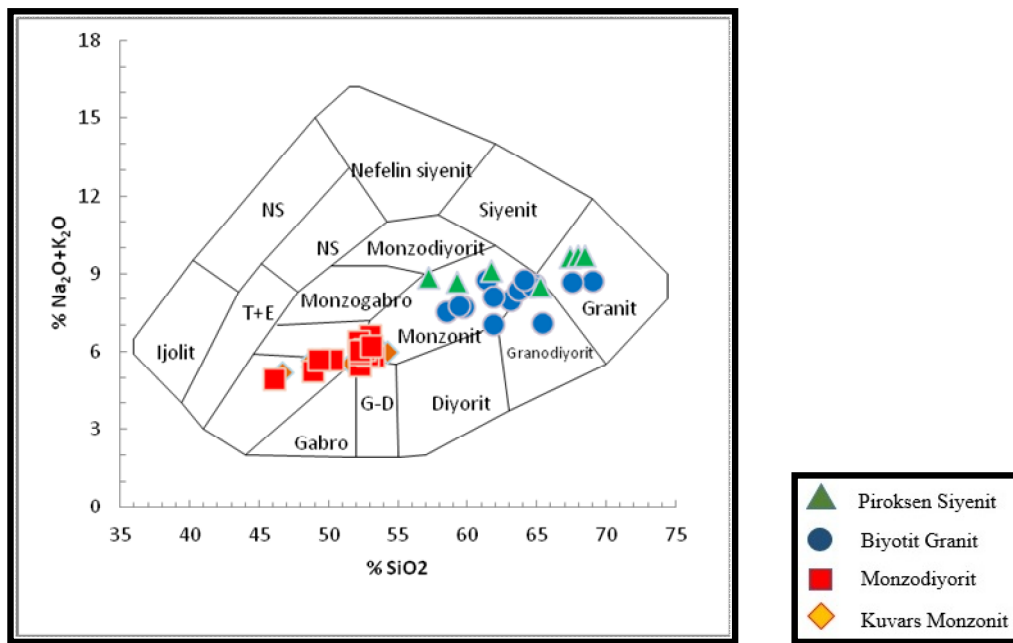
PR: Pelitik kayalar, QFR: Kuvarso-feldispatik kayalar, BR: Bazik kayalar

8.2 Magmatik Kayaların Jeokimyası

Kaman civarındaki metamorfik birimleri kesen magmatik birimler, mineralojik bileşimlerine göre dört farklı gruba ayrılmışlardır. Bu gruplardan derlenen örneklerin kimyasal analiz sonuçlarından yararlanılarak yorumlamaya gidilmiştir.

8.2.1 Ana Element Jeokimyası

Örneklerin kimyasal analiz sonuçlarına bağlı olarak hazırlanan adlandırma diyagramında (% $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ vs. % SiO_2) kayaların mineralojik bileşimlerindeki farklılıkların diyagramlarda da gözlemlendiği görülebilmektedir (Şekil 8.6).



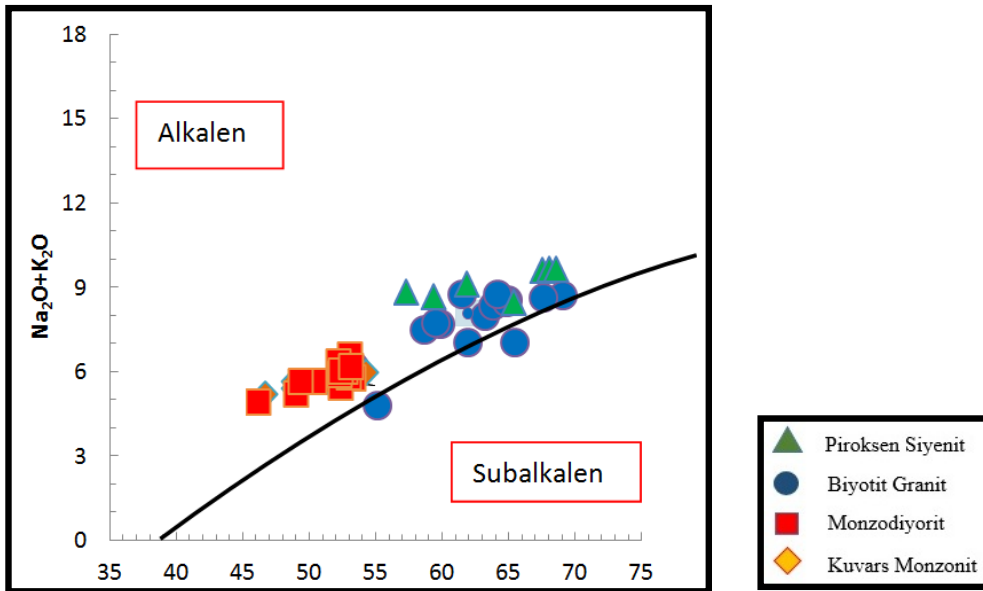
Şekil 8.6 Magmatik kayaların toplam alkaliye karşı silika ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ vs. SiO_2) adlama diyagramındaki konumları (Cox vd. 1979)

Mikroskop altında ana mafik mineral olarak amfibol, daha az piroksen ve felsik mineral olarak ortoklaz ve anortitçe zengin plajiolklaz içeren kayalar, monzodiyorit olarak adlandırılmışlardır. Ancak adlama diyagramında alkali içeriklerine bağlı olarak monzogabro aralığına daha yakın olarak konumlanmışlardır. Bunun nedeni olarak, magma karışımı sonucu gözlenen zonlu dokunun varlığı ve Na-plajiolklazların

sossoritleşme sonucu Ca-plajiolklazlara dönüşmesi söylenebilir. Bu nedenle el örneği ve ince kesitte monzodiyorit olarak adlandırılan kayalar, adlandırma diyagramında tam olarak beklenen alana düşmemişlerdir.

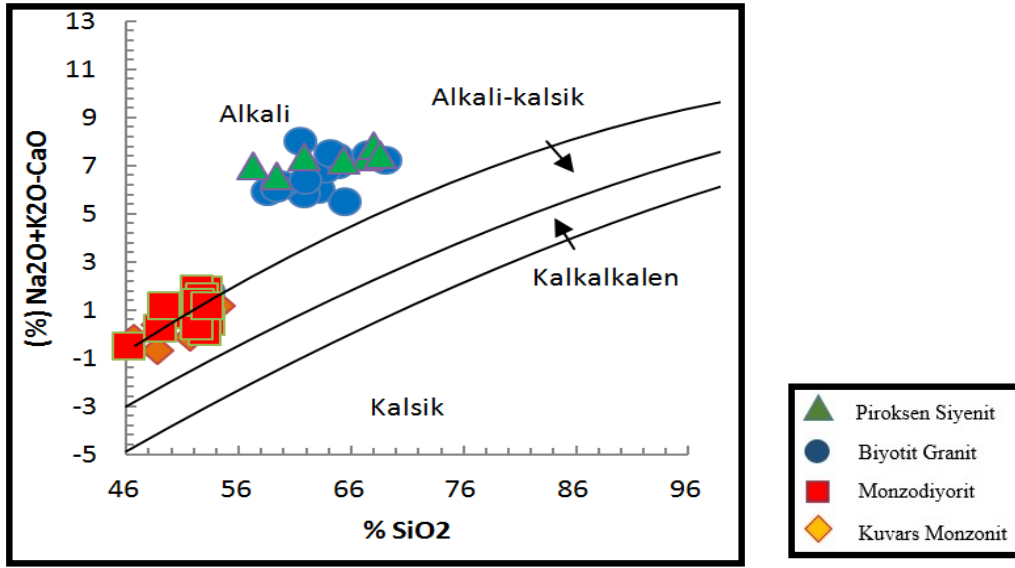
Piroksen siyenitler, mikroskop altında ana felsik mineral olarak ortoklaz, daha az oranda kuvars ve mafik mineral olarak ise piroksen içerirler ancak adlandırma diyagramlarında siyenit alanına düşmemişlerdir. Bunun nedeni, granitlerden daha genç yaşta olan ve onları keser konumda bulunan siyenitlerin, yükselirken tabandan içine aldıkları piroksen minerallerine bağlı olarak beklenen tipik siyenit kimyasal bileşimini göstermemeleridir.

Çalışma alanında gözlenen magmatik birimlerin magma karakterlerinin belirlenmesi için % SiO_2 'ye karşı % toplam alkali (% $\text{Na}_2\text{O} + \% \text{K}_2\text{O}$) diyagramı çizilmiştir (Şekil 8.7). Bu diyagrama göre, granit ve siyenit grupları ile monzonit ve monzodiyorit grupları, alkali subalkali ayırdım çizgisine yakın bir konumda yer almaktadırlar. Kuvars monzonit, alkali subalkali ayırdım çizgisine yakın bir konumda yer alırken, sadece granit grubu alkali ve kalkalkali arasında bir geçiş zonunda yer alırlar.



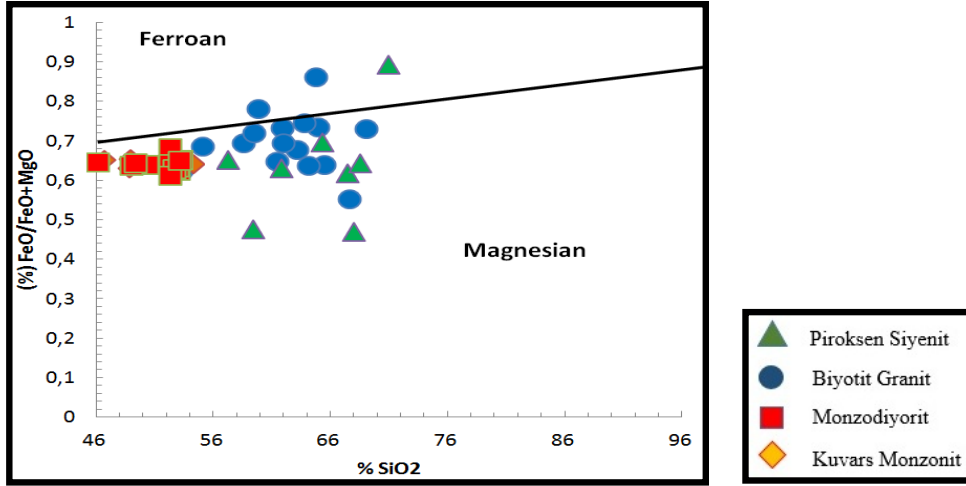
Şekil 8.7 Magmatik kayaların toplam alkaliye karşı silika ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ vs. SiO_2) diyagramındaki konumları (Irvine ve Baragar 1971)

Çalışma alanındaki magmatik kaya grupları, alkali, alkali-kalsik, kalk-alkali ve kalsik kayaların ayrımı için kullanılan % Na₂O+K₂O-CaO karşı % SiO₂ diyagramında (Frost vd. 2001), farklı alanlara düşmüşlerdir (Şekil 8.8). Monzonit ve monzodiyorit grupları alkali-kalsik ve alkali bölge arasında geçiş gösterirken, granit ve siyenit grupları ise alkali alana daha yakın bir konum sergilemektedirler. Bu farklı kaya gruplarının her iki diyagramda da birbirine benzer, ancak kabuksal kirlenme oranının farklı olduğu bir kaynaktan türedikleri söylenebilir.



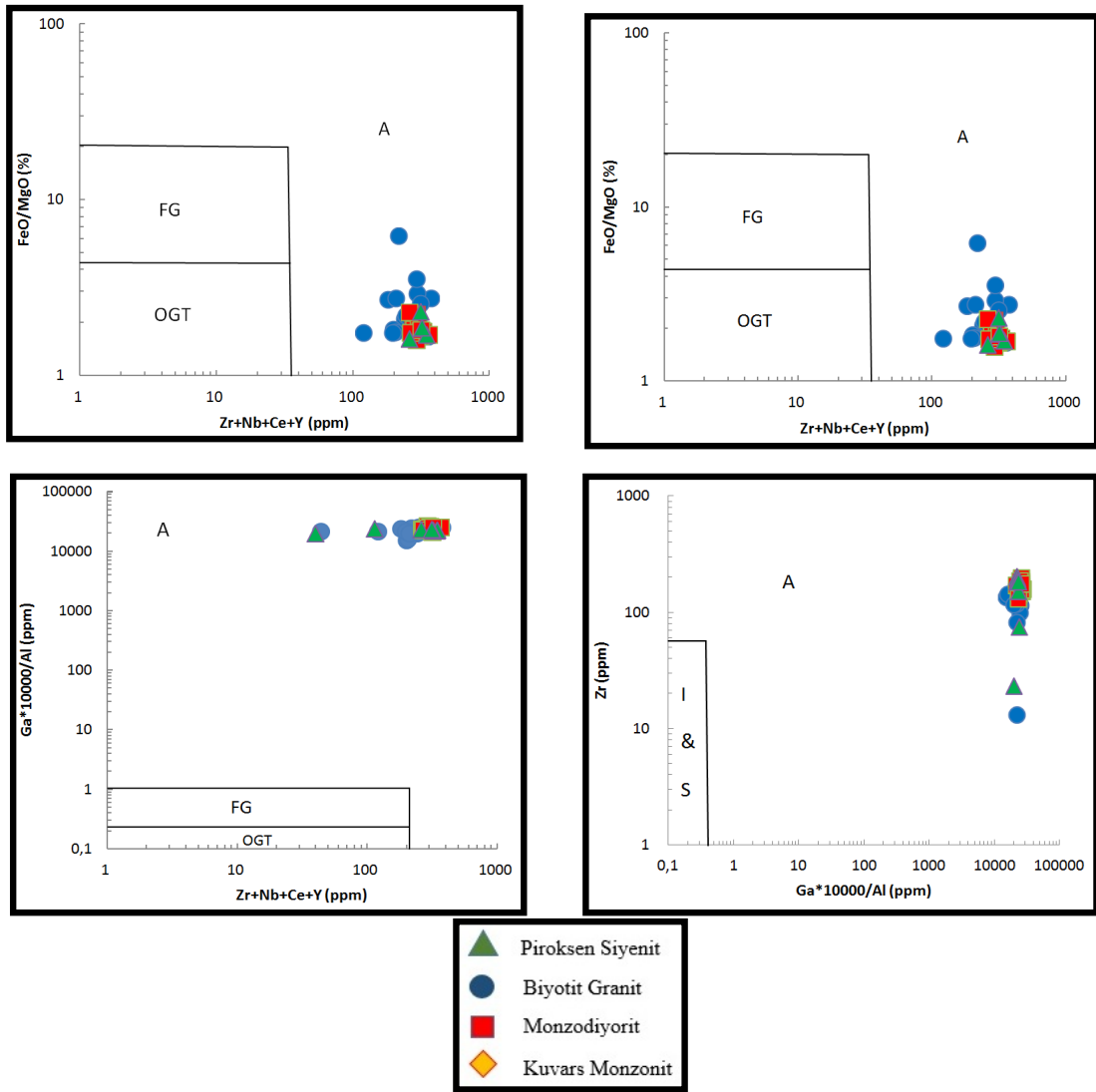
Şekil 8.8 Magmatik kayaların % Na₂O+K₂O-CaO karşı % SiO₂ diyagramındaki konumları (Frost vd. 2001)

Frost vd. (2001) hazırladıkları % FeO/(FeO+MgO) karşı % SiO₂, ferroan-magnesian ayırım diyagramında, monzonit ve monzodiyorit grupları magnesian alanda yer alırken, granit ve siyenit grupları az da olsa ferroan-magnesian arası bir geçiş gösterirler (Şekil 8.9). Alkali-subalkali konumlarına bakıldığında, alkali alana yakın grupların (granit ve siyenit grupları), beklenene uygun olarak ferroan alanda, alkali alandan daha uzak alanda yer alan grupların (monzonit ve monzodiyorit grupları) ise magnesian alanda konumlandıkları görülmektedir. Sadece siyenit grubunda piroksen oranına bağlı olarak düzgün bir trend gözlenememiştir.



Şekil 8.9 Magmatik kayaların % FeO/(FeO+MgO) karşı % SiO₂ diyagramındaki konumları (Frost vd. 2001)

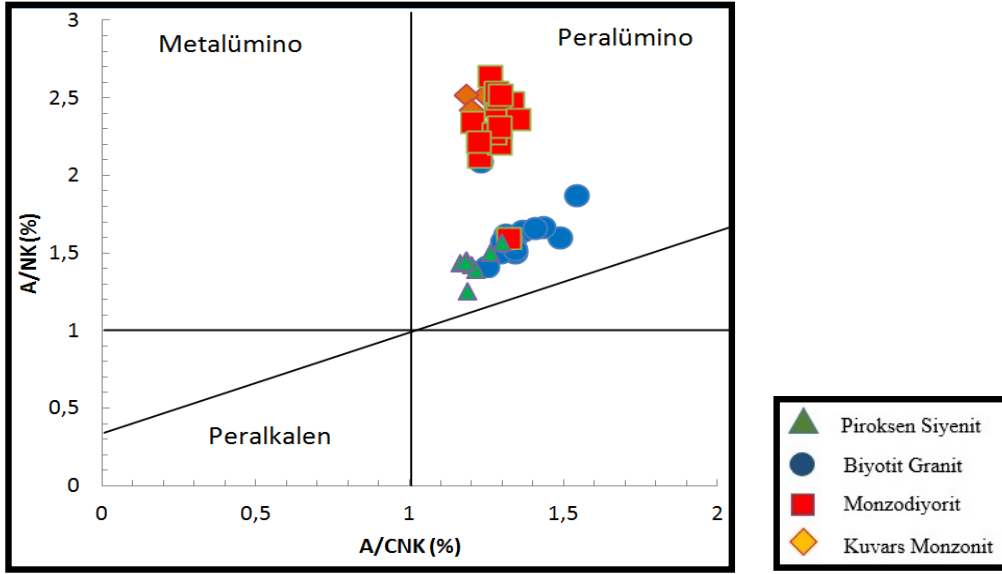
Çalışma alanından alınan magmatik kayalara ait örneklerin, Whalen vd. (1987a) tarafından hazırlanan ve A-tipi granitoidleri I, S ve M-tipi granitoidlerden ayırt etmek için kullanılan diyagramlarda A tipi granitoid alanına düştükleri görülmektedir (Şekil 8.10). Bu kayaların A tip alanına düşmeleri, bölgede sıkışmaya bağlı oluşan magmatik kütleleri oluşturmadıkları, daha çok genleşme ve genleşme başlangıcı olan şoşonitik karakterli magmatik kaya topluluklarına karşılık gelebileceklerini gösterebilir. Bu durum kayaların daha önce Kadioğlu vd. (2006) tarafından yapılan çalışmadaki monzonit üst takımına karşılık gelen ve genleşme başlangıcı granitleri oldukları söylenebilir.



Şekil 8.10 Magmatik kayaların A- tipi granitoidlerin sınıflama diyagramındaki konumları (Whalen vd. 1987a)

OGT: I-S-M tipi granitoidler, A: A tipi granitoidler, FG: Fraksiyonlanmış I tipi granitoidler, a)Zr+Nb+Ce+Y'ye karşı (%) FeO/MgO sınıflama diyagramı, b)Zr+Nb+Ce+Y'ye karşı (%)Na₂O+K₂O+CaO sınıflama diyagramı, c)Zr+Nb+Ce+Y'ye karşı 10000*Ga/Al sınıflama diyagramı, d)10000*Ga/Al'ye karşı Zr sınıflama diyagramı

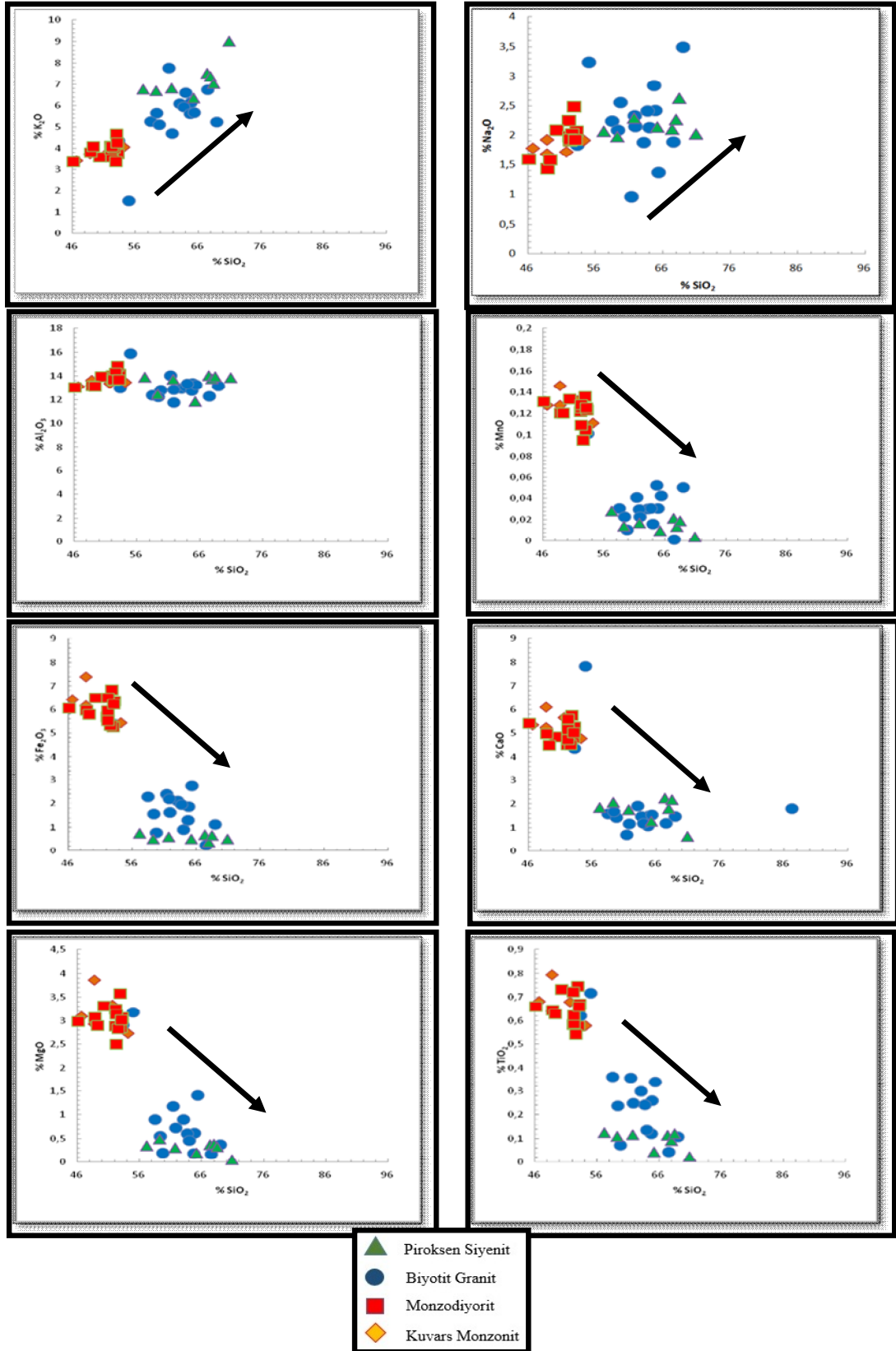
Magmatik kayalara ait kimyasal analiz sonuçları, Maniar ve Piccoli (1989)'nin Al₂O₃/(Na₂O+K₂O)-Al₂O₃/(CaO+Na₂O+K₂O) parametrelerini kullanarak hazırladıkları ANK/ACNK diyagramında peralümino özellik sergilemektedirler (Şekil 8.11).



Şekil 8.11 Magmatik kayaların A/CNK'ye karşı A/NK diyagramında sınıflandırılması (Maniar ve Piccoli 1989)

Ana element oksit bileşenlerinin %SiO₂ içeriği ile olan ilişkilerine göre çizilen Harker değişim diyagramlarında (Harker 1909), Kaman civarındaki metamorfikleri kesen magmatik birimlerin bir kristalizasyon diferansiyasyon süreci sonucu oluştukları görülmektedir.

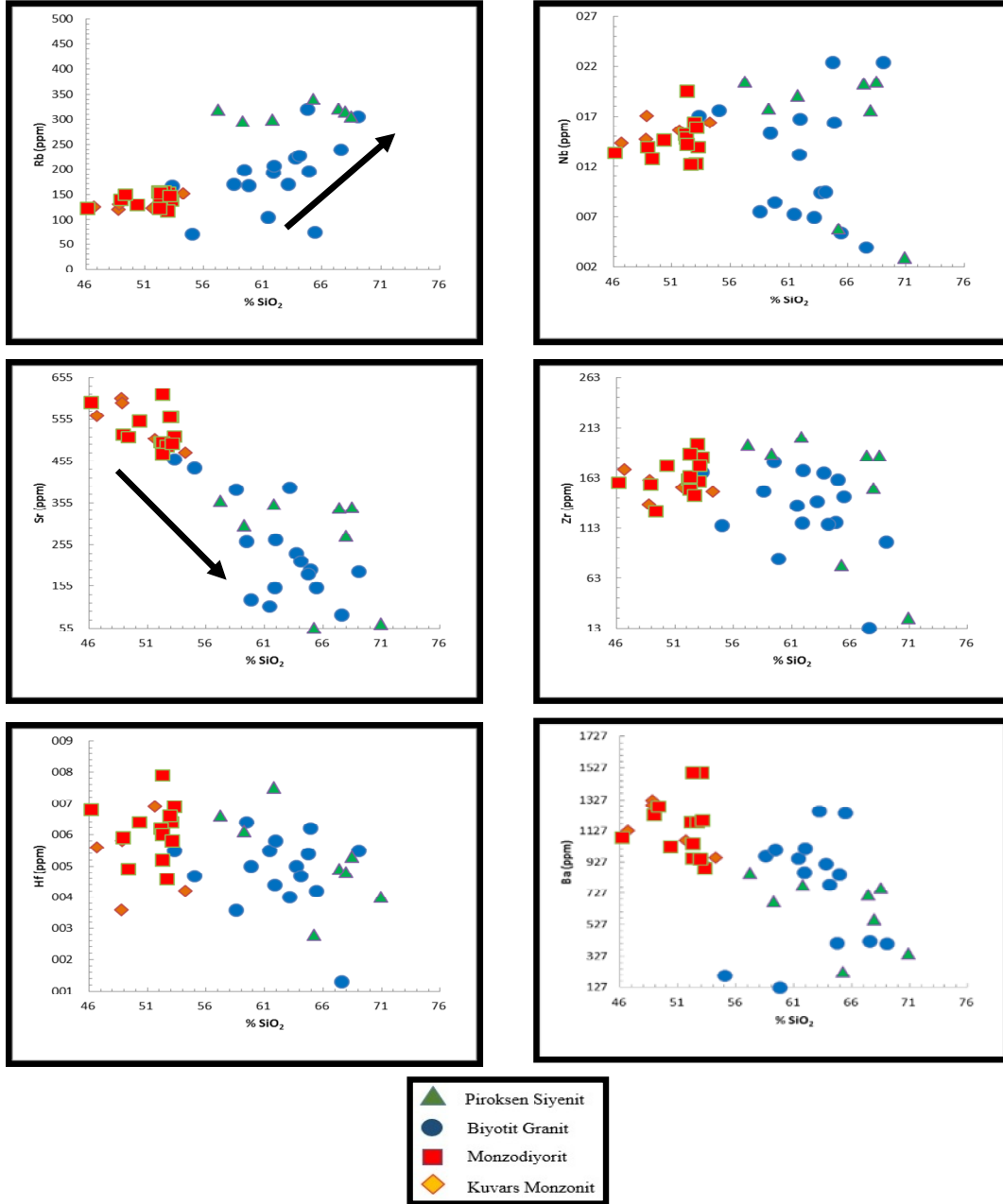
Magmatik birimlerin ana oksit değerlerinin % SiO₂'ye karşı çizilen diyagramlarında, Na₂O ve K₂O değerlerinde kısmen bir pozitif ilişki görülürken, MgO, CaO, MnO, Fe₂O₃ ve TiO₂ değerlerinde kısmen bir negatif ilişki görülmektedir (Şekil 8.12).



Şekil 8.12 Magmatik kayalara ait ana oksit değerlerinin Harker değişim diyagramlarındaki konumları (Harker 1909)

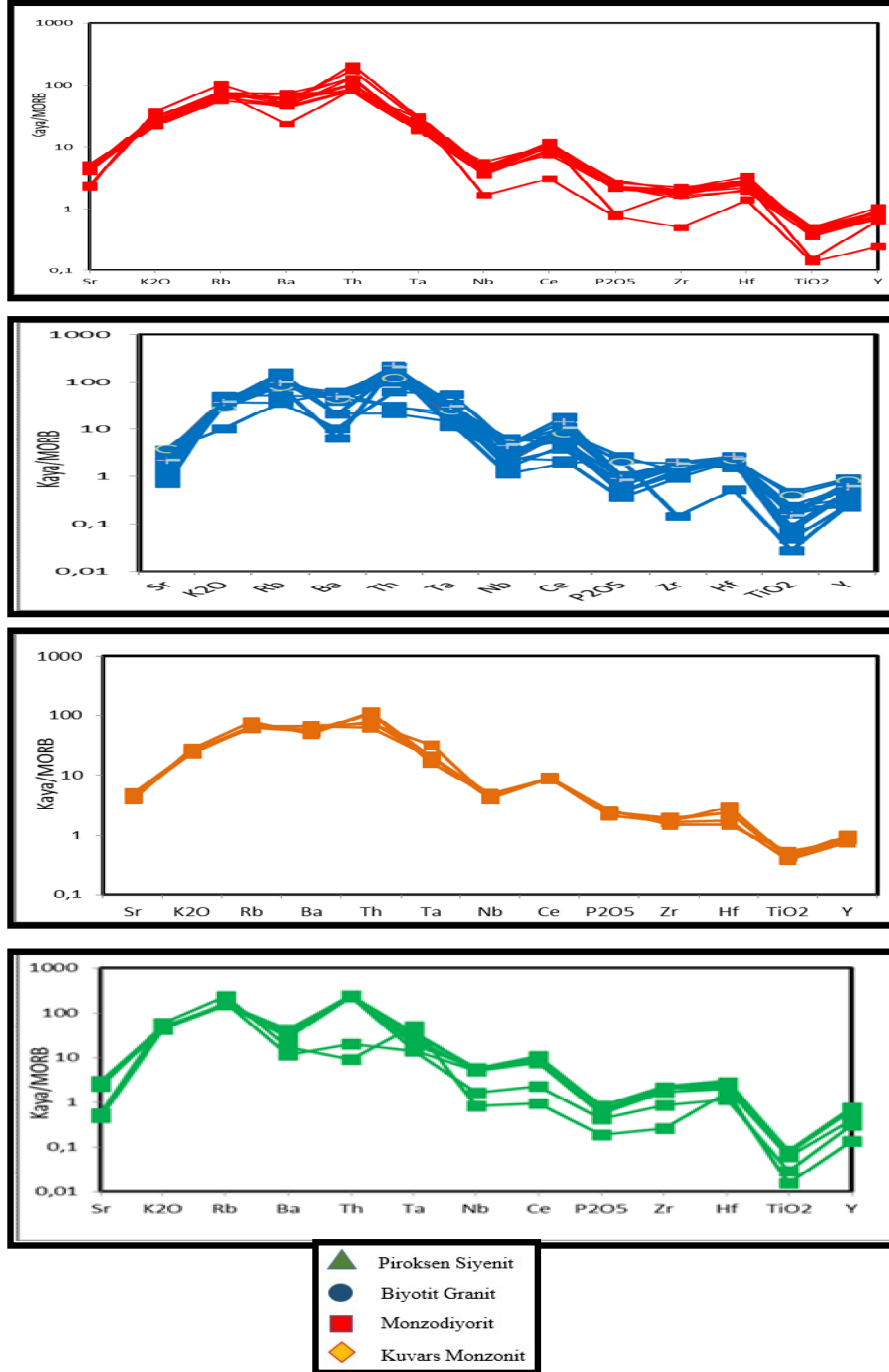
8.2.2 İz element jeokimyası

Magmatik kayalara ait iz element diyagramlarının % SiO₂'ye karşı çizilen Harker diyagramlarında, alterasyona bağlı olarak düzenli bir değişim ve karşılaştırma yapılamamıştır. Sadece Rb elementinde pozitif ilişki görülürken, Sr elementinde negatif ilişki görülmektedir (Şekil 8.13).



Şekil 8.13 Magmatik kayalara ait iz element değerlerinin Harker değişim diyagramlarındaki konumları (Harker 1909)

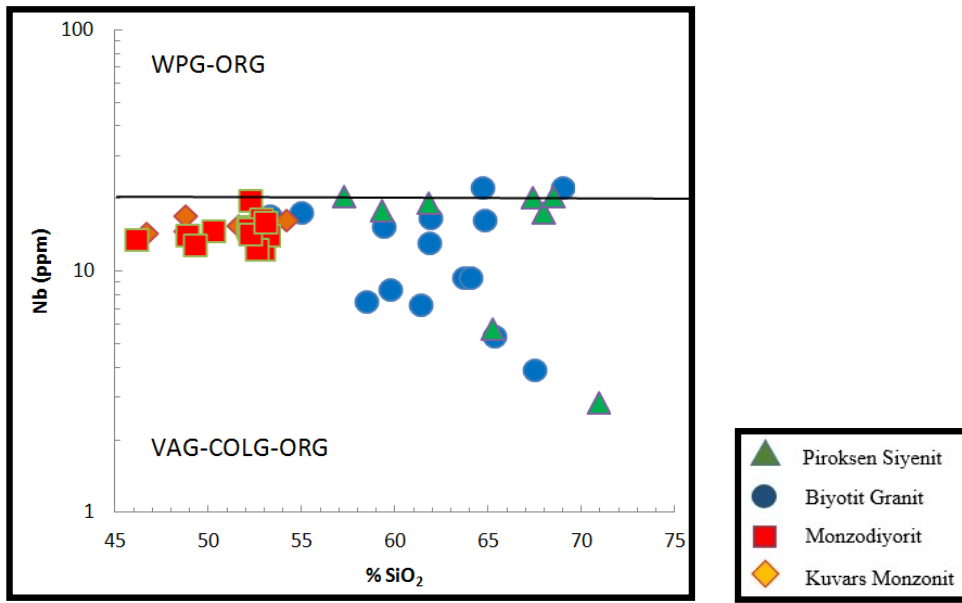
Kaman civarındaki magmatik kütlelere ait iz element değerlerinin MORB'a (Pearce vd. 1984) göre normalize edilerek hazırlanan spider diyagramında, magmatik birimlerin tümünde geniş iyon yarıçaplı litofil elementlerde (LILE), kalıcılığı yüksek elementlere (HFSE) ve MORB'a göre kısmen bir zenginleşme söz konusudur (Şekil 8.14).



Şekil 8.14 Magmatik kayalara ait iz element değerlerinin MORB'a göre normalize edilerek çizilen spider diyagramlarındaki dağılımları (Pearce 1984)

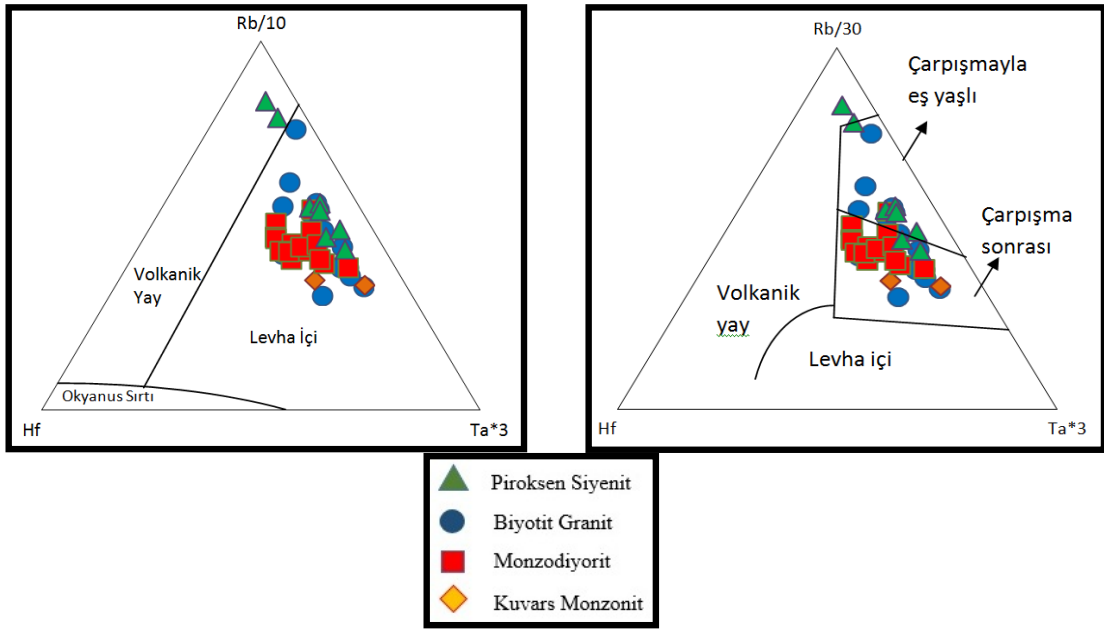
Biyotit granitlerde LIL elementlerde MORB değerlerine göre bir zenginleşme, HFS elementlere göre ise bir fakirleşme söz konusudur. Özellikle Th ve Rb elementlerinde MORB değerlerinin 100 katı bir zenginleşme söz konusudur. TiO_2 değerinde ise MORB'a göre 10 kat bir fakirleşme söz konusudur (Şekil 8.14).

Magmatik birimlerin $\%SiO_2$ 'ye karşı Nb (ppm) değerlerine göre çizilen tektonik yerleşim diyagramında örneklerin genel olarak volkanik yay graniti, çarpışma graniti ve okyanus sırtı graniti alanına düşmektedirler (Şekil 8.15).



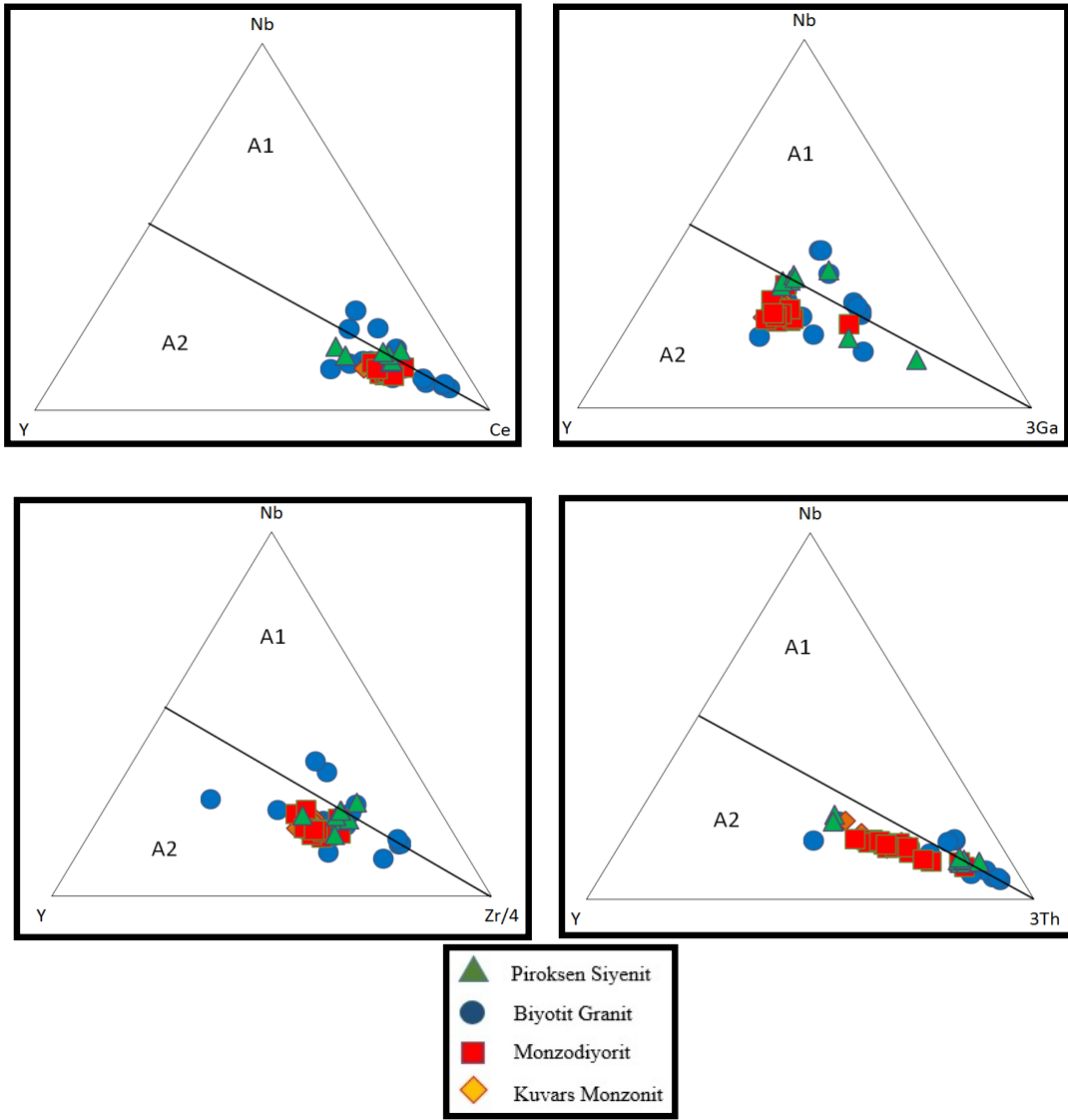
Şekil 8.15 Magmatik kayalara ait örneklerin Nb-SiO₂ diyagramında dağılımı (Pearce 1984)

Magmatik birimler, $Hf-Rb/10-Ta*3$ (Harris vd. 1986) diyagramında genellikle levha içi granitoid alanına düşmektedirler. Yine $Hf-Rb/30-Ta*3$ (Harris vd. 1986) diyagramında örneklerin genellikle çarpışma sonrası granitoid alanına düştükleri söylenebilir (Şekil 8.16).



Şekil 8.16 Magmatik kayalara ait örneklerin Hf-Rb/10-Ta*3 ve Hf-Rb/30-Ta*3 tektonik sınıflama diyagramlarındaki konumları (Harris 1986)

A-tipi granitoidlerin tektonik oluşum ortamlarını yorumlamak amacıyla kullanılan Nb-Y-Ce, Nb-Y-3Ga, Nb-Y-Zr ve Nb-Y-3Th iz element üçgen diyagramlarına (Eby 1992) göre örneklerin diyagramlarda daha çok A2 (ada yayı bazaltlarından türeyen magmatizma) alanına düştükleri fakat bazı biyotit granit ve piroksen siyenit örneklerinin A1 (okyanusal ada bazaltları) ve A2 (ada yayı bazaltlarından türeyen magmatizma) alanları arasında bir geçiş oluşturacak şekilde konumlandıkları görülmektedir (Şekil 8.17).



Şekil 8.17 Magmatik kayalara ait örneklerin Y-Nb-Ce, Y-Nb-3Ga, Y-Nb-Zr/4 ve Y-Nb-3Th diyagramlarına göre konumları (Eby 1992)

9. SONUÇLAR

Kaman (Kırşehir) çevresindeki metamorfiklerin jeolojisi, petrografisi ve magmatik sokulumlarla olan ilişkisi konulu bu tez çalışması, 1/25000 ölçekli Kırşehir J31-a3 ve Kırşehir J31-c1 paftalarında olup yaklaşık 90 km²'lik bir alanda gerçekleştirilmiştir.

Tez kapsamında çalışmanın konusunu oluşturan magmatik ve metamorfik kayaların yüzlek verebileceği lokasyonlarda jeolojik haritalama işlemi gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanında temeli Kaman grubuna ait metamorfik kayalar oluşturmaktadır. Bu kayalar, en altta Kalkanlıdağ formasyonuna (Seymen 1982) ait mermerler ve bu mermerlerle ara bantlı olacak şekilde bulunan amfibolit ve kuvarsit damarları olarak yer alırlar. Bu kayaların üzerinde farklı mineral içeriklerine sahip gnayslar ve Tamadağ formasyonuna ait mermerler yer almaktadır. Tabandaki bu metamorfik birimleri, monzodiyorit, kuvars monzonit ve biyotit granit bileşiminde magmatik kayalar kesmektedir. Magmatik kayaların metamorfik kayalarla, özellikle mermerlerle olan kontak zonlarında migmatitik dokuya sahip migmatitler gelişmiştir. Metamorfikleri kesen magmatik birimleri, piroksen siyenit bileşimli dayklar kesmektedir.

Mineralojik ve petrografik incelemelere göre, mermerler poligonal dokuya sahip kalsit mineralleri ve yer yer kuvars damarlarından oluşmaktadır. Gnayslar ise bazı kesitlerde piroksen amfibol gnays, bazı kesitlerde ise granat amfibol gnays olarak tayin edilmiştir. Gnayslarda kuvars porfiroblastları gözlenmektedir. Migmatitler tipik olarak migmatitik doku gösterirler ve pargasit, kuvars, ortoklaz ve mikroklin içermektedirler. Bu mineral birliktelikleri, metamorfik kayaların granitoyid sokulumlarına bağlı olarak yüksek sıcaklık etkisiyle oluşan detritik kökenli kayalar oldukları söylenebilir.

Magmatik kayalar ise incekesit altında monzodiyorit, kuvars monzonit, biyotit granit ve piroksen siyenit olarak sınıflandırılmışlardır. Monzodiyoritlerde diyopsit, pargasit, labrador ve ortoklaz ana mineral bileşimini oluşturur. Kuvars monzonitlerde, monzodiyoritlere nazaran kuvars oranı daha fazladır. Biyotit granitler ise ana mineral bileşimi olarak kuvars, ortoklaz, biyotit ve az miktarda plajioklaz içerirler. Bu birimleri

keser durumda gözlenen piroksen siyenitler, diyopsit türü kalıntı piroksen içerirler. Buna ek olarak ortoklaz ve kuvars mineralleri gözlenir.

Kayalardaki amfibol, piroksen, granat ve plajiolazların türünün belirlenmesi için konfokal Raman spektrometresi çalışmaları yapılmıştır. Yapılan çalışmalara göre, granatların türü almandin, amfibollerin türleri ise aktinolit ve pargasit olarak belirlenmiştir. Metamorfik kayalarda almandin türü granat, pargasit türü amfibol ve mikroklin varlığı, kayaların kontak metamorfizmadan etkilendikleri Raman çalışmalarından elde edilen minerallere dayanılarak anlaşılmaktadır. Gnays ve migmatitlerde ise plajiolazların türü bitovnit olarak belirlenmiştir. Bitovnit minerali de sıcaklık etkisi sonucu kontak zonlarda görülebilmektedir.

Jeokimyasal analiz sonuçlarına göre yapılan çalışmalarda, metamorfik kayaların TAS (toplam alkaliye karşı silika) diyagramında subalkalen alana düştükleri görülmektedir. AFM diyagramında ise kayaların genelini kalkalkalen-toleyitik arasında bir geçiş zonunda toplandıkları görülmektedir. Metamorfik kayaların kökenine yönelik olarak hazırlanan ACF diyagramında, gnaysların pelitik kökenden, migmatitlerin ise hem pelitik hem de kuvarso-feldispatik kökenden geldikleri görülmektedir. Amfibolitler ise, mafik mineral fazlalığına rağmen kuvarso-feldispatik alana düşmektedirler.

Magmatik kayalar ise, TAS diyagramında genellikle alkalen-subalkalen arası bir geçiş zonunda toplandıkları görülmektedir. Ancak monzodiyorit ve kuvars monzonit grupları, alkalen alana daha yakındır, buna karşılık, biyotit granit ve piroksen siyenit grupları geçiş zonunda yer almaktadırlar. Genel olarak magmatik kayaların alkalen kökenli oldukları söylenebilir.

Magmatik kayalar, granitoid sınıflama diyagramında A tipi granitoid alanına düşmektedirler ve peralümino özelliktedirler. İz element değerlerinin MORB'a göre normalize edilerek çizilen diyagramlarında, tüm magmatik kaya gruplarına LIL elementlerde zenginleşme, HFS elementlerde ise kısmen bir fakirleşme gözlenmektedir. Tektonik yerleşim diyagramlarında ise magmatik kayaların çarpışmayla alakalı levha içi granitoid alanına düştükleri görülmektedir. Eby (1991) tarafından hazırlanan

granitoyid yerleşim diyagramlarında ise magmatik kaya gruplarının okyanusal ada bazaltlarından türeyen magmatizma alanına düştükleri görülmektedir.

Yapılan çalışmalar sonucunda, Kaman civarında yer alan metamorfik kayaların genellikle pelitik kökene sahip oldukları ve çarpışma ile alakalı gelişen levha içi magmatizma sonucu oluşan magmatik kayalar tarafından kontak metamorfizmaya uğratıldıkları, migmatitlerin varlığı ve metamorfik kayalarda gözlenen ve kontak metamorfik zonlarda görülen pargasit, almandin ve mikroklin minerallerinin varlığına bağlı olarak etkileşime uğradıkları söylenebilir. Böylece literatürde her ne kadar bölgedeki metamorfikleri Kırşehir temel kaya metamorfikleri şeklinde anlatılsa da, yapılan saha, mineraloji petrografi ve jeokimyasal çalışmalara göre, bu metamorfik kayalar bölgenin temel metamorfik kayalarını oluşturamayacaklarını düşündürmektedir. Bu metamorfik kayalar, sıg oluşumlu pelitik kaya kökenli, bölgedeki magmatizma sokulumuna bağlı olarak oluşan kontak metasomatik metamorfik kayalardır. Metamorfik kayalardaki mineral bileşim farklılığı ise, ilksel kayalardaki sedimanter oluşukların mineral bileşimine bağlı olarak değiştiği sonucunu belirtebilmektedir.

KAYNAKLAR

Ayan, M. 1963, Contribution A L'etude Petrographie Et Geologique De La Region Situee An Nort-Est De Kaman. M.T.A. Yayını, No 15, s. 332 s.

Akıman, O., Erler, A., Göncüoğlu, M.C., Güleç, N., Güven, A., Türel, T.K. ve Kadioğlu, Y.K. 1993. Geochemical Characteristics of Granitoids Along the Western Margin of the Central Anatolian Crystalline Complex and Their Implication ,Geol J., Vol. 28, pp. 371-283.

Akçe, M. A. 2012. Yozgat İntrüzif Kompleksinin Jeolojisi, Petrolojisi ve Orta Anadolu Kristalen Karmaşığındaki Zamansal ve Mekansal Konumu, Ankara Üni., Fen Bil. Enst., Doktora tezi, 255 s., Ankara.

Alpaslan, M., Guzeou, J.C., Bonhomme, M. ve Boztuğ, D. 1996. Yıldızeli Metasedimanter Grubu İçerisindeki Fındıcak Metamorfizminin Metamorfizması ve Yaşı, Türkiye Jeoloji Bültesi, Cilt: 39, 1, s. 17-27.

Ataman, G. 1972. Ankara'nın Güneydoğusundaki Granitik-Granodiyoritik Kütlelerden Cefalıkdağ'ın Radyometrik Yaşı Hakkında Ön Çalışma. Hacettepe Üni. Fen ve Müh. Bil. Dergisi, Cilt: 2, 44-49.

Aydın, N. S. and Önen, A.P. 1999. Field, Petrographic and Geochemical Features of the Baranadağ Quartz Monzonite of the Central Anatolian Granitoids, Turkey. Turkish J. of Earth Sciences, Vol. 8, pp. 113-124.

Bailey, E. B. and Mccallien, W. J. 1950. Ankara Melanjı ve Anadolu Şaryajı: MTA Enst. Mec., Cilt: 40, s. 12-22.

Bayhan, H. 1986. İç Anadolu Granitoid Kuşağındaki Çelebi Sokulumunun Jeokimyası ve Kökenselel Yorumu, Jeoloji Mühendisliği, Cilt: 29, s. 27-26.

Bayhan, H. 1987. Cefalık Ve Baranadağ Plütonlarının (Kaman) Petrografik ve Kimyasal-Mineralojik Özellikleri. Jeoloji Mühendisliği, Cilt: 29, s. 27-36.

Bayhan, H. 1988. Bayındır, Akpınar (Kaman) Yöresindeki Alkali Kayaların Jeokimyası ve Kökenselel Yorumu. Türkiye Jeol. Kur. Bült., Cilt: 31, s. 59-70.

Bayhan, H. 1989. Keskin Sokulumunun (Ankara) Petrografik ve Kimyasal-Mineralojik Özellikleri. Yerbilimleri, Cilt: 15, s. 29-30.

Bingöl, E. 1974. 1/2.500.000 Ölçekli Türkiye Metamorfizma Haritası ve Bazı Metamorfik Kuşakların Jeotektonik Evrimi Üzerinde Tartışmalar: M.T.A Enst. Derg., Cilt: 83, s. 178-184.

- Boztuğ, D. 1998. Orta Anadolu'da Metamorfizma-Magmatizma Sinkrinizasyonu ve S-I-A Tipi Magmatik Kaya Birlikteliklerinin Jeodinamik Önemi. 51. Türkiye Jeoloji Kurultayı bildiri özleri, s. 31-33.
- Boztuğ, D., Yılmaz, S. ve Kesgin, Y. 1993. İç-Doğu Anadolu Alkalın Provensindeki Köseadağ Plütunu (Suşehri-KD Sivas) Doğu Kesiminin Petrografisi, Petrokimyası ve Petrojenezi, 46. Türkiye Jeoloji Kurultayı, s. 87.
- Buchardt, W.S. 1954. Orta Anadolu'da Yapılan 1/100000 Ölçekli Jeolojik Harita Çalışmaları Hakkında Rapor. MTA Enstitü Der. Rap. No 1275, yayınlanmamış.
- Cox, K. G., Bell, J. D. And Pankhurst, R. J. 1979. The Interpretation of Igneous Rocks. George Allen And Unwin, London.
- Deniz, K. 2010. Buzlukdağı (Kırşehir) Alkali Magmatik Kayaların Jeolojisi, Petrolojisi ve Konfokal Raman Spektrometresi ile İncelenmesi, Ankara Üni., Fen Bil. Enst., Yüksek lisans tezi, 151 s., Ankara.
- Eby, G. N. 1992. Chemical Subdivision Of The A-Type Granitoids: Petrogenetic and Tectonic Implications. Geology, Vol. 20, pp. 641-644.
- Ehlers, E. G. And Blatt H. 1982. Petrology, Igneous, Sedimentary and Metamorphic. Freeman, San Francisco, 732 p.
- Erkan, Y. 1975. Orta Anadolu Masifinin Güneybatısında (Kırşehir Bölgesinde) Etkili Rejyonel Metamorfizmanın Petrolojik İncelenmesi: H.Ü. Yerbilimleri Enst., Doçentlik Tezi, Ankara, 147s. (yayınlanmamış).
- Erkan, Y. 1976a. Kırşehir Çevresindeki Rejyonel Metamorfik Bölgede Saptanan İsoogradlar ve Bunların Petrolojik Yorumlanmaları", 23-54. Yerbilimleri, Cilt: 2-1, s. 23-54.
- Erkan, Y. 1976b. Orta Anadolu Masifindeki Karbonatlı Kayalarda Plajiyoklaz Bileşimi ile Metamorfizma Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi: Yerbilimleri, Cilt: 2-1, s. 107-111.
- Erkan, Y. 1977. Orta Anadolu Masifinin Güneybatısında, Kırşehir Bölgesinde Etkili Rejyonel Metamorfizma ile Amfibol Minerallerinin Arasındaki İlişkiler Yerbilimleri, Cilt: 3-1, s. 41-46.
- Erkan, Y. 1978a. Kırşehir Masifinde Granat Minerallerin Kimyasal Bileşimi ile Rejyonel Metamorfizma Arasındaki İlişkiler: T.J.K Bült., Cilt: 21, s. 43-50.
- Erkan, Y. 1980. Amfibolit Sorunu ve Orta Anadolu Amfibolitlerinin Oluşum ve Kökenlerinin İncelenmesi: Yerbilimleri, Cilt: 5-6, s. 61-76.
- Erkan, Y. 1981. Orta Anadolu Masifinin Metamorfizması Üzerine Yapılmış Çalışmalarda Varılan Sonuçlar: T.J K. 35, Bilimsel ve Teknik Kurultayı 'İç Anadolu'nun Jeolojisi Sempozyumu', s. 9-11 .

Erkan, Y. ve Tolluoğlu, A. Ü. 1986. Orta Anadolu Masifinin Güneybatısında (Kırşehir Yöresinde) Petrografik ve Petrotektonik İncelemeler: TÜBİTAK Projesi, TBAG-614, Ankara, 237s.

Erkan, Y. ve Tolluoğlu, A. Ü. 1990. Ulusal Birinci Türkiye Jeotravers Alanı İçinde Yer Alan Kırşehir Metamorfitlerinin (Kırşehir Kuzey ve Kuzeydoğusu) Petrografik, Stratigrafik, Tektonik ve Metamorfizma Özelliklerinin İncelenmesi, TUBİTAK Projesi, TBAG-2, Ankara, 206 s.

Erler, A., Akıman, O., Unan, C., Dalkılıç, F., Dalkılıç, B., Geven, A. ve Önen, P. 1989. Kaman (Kırşehir) ve Yozgat Yörelerinde Kırşehir Masifi Magmatik Kayalarının Petrolojisi ve Jeokimyası, Tübitak, Proje no. Tbag-6747, 119 s., (yayınlanmamış).

Erler, A., Akıman, O., Unan, C., Dalkılıç, B., Geven, A. ve Önen, P. 1991. Kaman (Kırşehir) ve Yozgat Yörelerinde Kırşehir Masifi Magmatik Kayalarının Petrolojisi ve Jeokimyası. Doğa-Tr J. Of Engineering And Environmental Sciences, Cilt: 15, s. 76-100.

Erler, A. ve Bayhan, H. 1995. Orta Anadolu Granitoidlerinin Genel Değerlendirilmesi ve Sorunları. Yerbilimleri, Cilt: 17, s. 49-67.

Erler, A. ve Göncüoğlu, M. C. 1996. Geologic and Tectonic Setting of the Yozgat Batholith, Northern Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey, International Geology Review, Vol. 38-8, pp. 714-726.

Frost, B. R., Barnes, C. G., Collins, W. J., Arculus, R. J., Ellis, D. J. and Frost, C. D. 2001. A Geochemical Classification For Granitic Rocks, Journal Of Petrology, Vol. 42, pp. 2033-2048.

Geven, A. 1992. Mineralogy, Petrography And Geochemistry of Cefalıkdağ Plutonic Rocks (Kaman Region, Central Anatolia), Ph. D. Thesis, METU, Ankara, 165 p.

Geven, A. 1995. Cefalıkdağ Granitoidinin Petrografi ve Jeokimyası (Orta Anadolu Kristalen Kütlesi Batısı). Yerbilimleri, Cilt: 17, s. 1-16.

Göncüoğlu, M. C. 1977. Geologie Des Westlichen Massivs, Bonn Uni., Ph. D. Thesis, 181 p., Yayınlanmamış.

Göncüoğlu, M. C. 1981. Niğde Masifinde Viridin Gnaysın Kökeni, TJK Bülteni, Cilt: 24/1, s. 45-51.

Göncüoğlu, M.C. 1986. Orta Anadolu Masifinin Güney Ucunda Jeokronolojik Yaş Bulguları. MTA Dergisi, Cilt: 105-106, s. 16-19.

Göncüoğlu, M. C., Toprak, V., Kuşçu, İ., Erler, A. ve Olgun, E. 1991. Orta Anadolu Masifinin Batı Bölümünün Jeolojisi, Bölüm 1-Güney Kesim: TPAO Rapor No. 2909, 140 s., Yayınlanmamış.

- Göncüoğlu, M. C., Toprak, V., Kuşcu, İ., Erler, A., Olgun, E. ve Rojay, B. 1992. Orta Anadolu Masifinin Batı Bölümünün Jeolojisi, Bölüm 2-Orta Kesim: TPAO Rapor No. 3155, 76 s.
- Göncüoğlu, M. C., Erler, A., Toprak, V., Olgun, E., Yalınız, K., Kuşcu, İ., Köksal, S. ve Dirik, K. 1993. Orta Anadolu Masifinin Orta Bölümünün Jeolojisi, Bölüm 3-Orta Kızılırmak Tersiyer Baseni'nin Jeolojik Evrimi: TPAO Rapor No. 3313, 104 s.
- Göncüoğlu, M.C. ve Türeli, T.K. 1993. Orta Anadolu Plajigranitlerinin Petrolojisi Ve Jeodinamik Yorumu (Aksaray-Türkiye). Doğa Türk Yer Bilimleri Dergisi, Cilt: 2, s. 195-203.
- Görür, N. 1981, Tuzgölü-Haymana Havzasının Stratigrafik Analizi, Türkiye Jeol. Kur, İç Anadolu'nun Jeolojisi Sempozyumu, Ankara, s. 60-69.
- Görür, N., Oktay, F.Y., Seymen, İ. and Şengör, A.M.C. 1984. Paleotectonic Evolution of Tuzgölü Basin Complex, Central Turkey, The Geological Evolution of The Eastern Mediterranean, J.E. Dixon And A.H.F. Robertson (Eds). Special Publication Of The Geological Society. Vol. 17, pp. 81-96.
- Güleç, N. ve Kadioğlu, Y.K. 1991. Ağaçören (Aksaray) Magmatik Kayalarının Jeokimyası Ve Kökenleri Hakkında Tartışma, Suat Erk Jeoloji Sempozyumu, s. 94-95.
- Harker, A. 1909. The Natural History Of Igneous Rocks, Macmillan Publ.
- Harris, N. B. W., Pearce, J. A. and Tindle, A. G. 1986. Geochemical Characteristics of Collision Zone Magmatism. In Coward M. P. Ve Riesi A. C., (Eds), Collision Tectonics, Geological Soc. Of London Spec. Publ. No. 19, pp. 67-68.
- Irvine, T. N. And Baragar, W. R. A. 1971. A Guide To The Chemical Classification Of The Common Volcanic Rocks. Canadian J. Of Earth Sciences, Vol. 8, pp. 523-548.
- Kadioğlu, Y. K. 2001. Yozgat-Kırşehir-Kırıkkale Çevresinin Jeoloji ve Kırıklarının Genel Özellikleri, Yukarı Orta Anadolu Jeofizik Toplantısı, Yozgat, s. 89-103.
- Kadioğlu, Y.K. ve Güleç, N. 1993. Granitoidler İçinde Anklavların Kökeni ve Türkiye'den Örnekler. Türkiye Jeol. Bült, Cilt: 8, s. 113-118
- Kadioğlu, Y.K. ve Güleç, N. 1996. Ağaçören Granitoidinde Yer Alan Gabro Kütlelerinin Yapısal Konumu. Jeoloji Jeofizik (Özdirenc) Verilerinin Yorumu. Tr. Jour. Of Earth Sciences, Cilt: 5, s. 153-159.
- Kadioğlu, Y.K. ve Özsan, A. 1998. Sulakyurt Granitoidindeki Gabroların Derin Yapısının Sondajlarla Belirlenmesi, Türkiye Jeol. Bült., Cilt: 41, No 2, s. 177-185.
- Kadioğlu, Y. K., Dilek, Y., Güleç, N. and Foland, K. A. 2003. Tectonomagmatic Evolution of Bimodal Plutons in The Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey, The Journal Of Geology, Vol. 111, pp. 671-690.

- Kadıoğlu, Y.K., Dilek, Y. and Foland, K.A. 2006. Slab Break-Off and Syncollisional Origin Of The Late Cretaceous Magmatism in The Central Anatolian Crystalline Complex, Geological Society Of America, Special Paper Vol. 409, pp. 381-415.
- Kara, H. 1991, Mta Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Kırşehir G-18 Paftası. Jeoloji Etüdleri Dairesi, No.37, s. 1-12.
- Ketin, İ. 1955. Yozgat Bölgesinin Jeolojisi ve Orta Anadolu Masifinin Tektonik Durumu. Türkiye Jeol. Bült., Cilt: 6, s. 1-40.
- Ketin, İ. 1959. Türkiye'nin Orojenik Gelişmesi, MTA Enst. Derg., Cilt: 53, s. 78-88.
- Ketin, İ. 1963, 1/500000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası "Kayseri" Paftası, MTA Enst. Yayınları, Ankara, s. 83.
- Ketin, İ. 1966. Anadolu'nun Tektonik Birlikleri, MTA Bülteni, Cilt: 66, s. 20-34.
- Le Bas, M. J., Le Maitre, R. W., Streckeisen, A. and Zanettin, B. 1986. A Chemical Classification Of Volcanic Rocks Based On The Total Alkali-Silica Diagram, Journal Of Petrology, Vol. 27, pp. 745-820
- Lünel, A. T. 1985. An Approach To The Naming, Origin And Age of Baranadağ Monzonite Of Kırşehir Intrusive Suite. M.E.T.U. Jl. Pure Appl. Sc., Vol. 18 (3), pp. 385-404.
- Maniar, P. D. and Piccoli, P. M. 1989. Tectonic Discrimination Of Granitoids, Geo. Soc. American. Bul., Vol. 101, pp. 635-643.
- 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., Vol. 62, pp. 53-62.
- Okay, A. I. and Tüysüz, O. 1999. Tethyan Sutures Of Northern Turkey. In The Mediterranean Basins: Tertiary Extension Within The Alpine Orogen (Eds B. Durand, L. Jolivet, F. Hovarth And M. Seranne), Geological Society Of London, Special Publication, Vol. 156, pp. 475-515.
- Otlu, N. and Boztuğ, D. 1998. The Coexistence Of The Silica Oversaturated (ALKOS) And Undersaturated (ALKUS) Rocks in The Kortundağ And Baranadağ Plutons From Central Anatolian Alkaline Plutonism, E Kaman/NW Kırşehir, Turkey, Turkish J. Of Earth Sci., Vol. 7, pp. 241-257
- Önen, P.A. ve Unan, C. 1988. Kaman (Kırşehir) Kuzeydoğusunda Bulunan Gabroların Mineralojisi, Petrografisi. T.J.K. Bülteni, Cilt: 31, s. 23-28.
- 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.

- Poisson, A. 1986. Anatolian Micro-Continents in The Eastern Mediterranean Context. The Neo-Tethysian Oceanic Throughs, Sci. De La Terre, Mem., Vol. 47, pp. 311-328.
- Seymen, İ. 1981a. Kaman (Kırşehir) Dolayında Kırşehir Masifi'nin Metamorfizması. Türkiye Jeoloji Kurumu 35. Bilimsel Ve Teknik Kurultayı. İç Anadolu'nun Jeolojisi Sempozyumu. T.J.K. Yayını, s. 12-15 .
- Seymen, İ. 1981b. Kaman (Kırşehir) Dolayında Kırşehir Masifi'nin Stratigrafisi Ve Metamorfizması. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, Cilt: 24, s. 101-108.
- Seymen, İ., 1982. Kaman Dolayında Kırşehir Masifi'nin Jeolojisi, İTÜ Maden Fak., Doktora Tezi, 164 S., İstanbul .
- Seymen, İ. 1983. Tamadağ (Kaman-Kırşehir) Çevresinde Kaman Grubunun Ve Onunla Sınırdış Oluşukların Karşılaştırmalı Tektonik Özellikleri. T.J.K Bült., Cilt:26-2, s. 89-97.
- Seymen, İ. 1984. Kırşehir Masifi Metamorfitlerinin Jeolojisi Evrimi. T.J.K. Ketin Sempozyumu, s. 133-148.
- Şengör, A. M. C. ve Yılmaz, Y. 1983. Türkiye'de Tetis'in Evrimi: Levha Tektoniği Açısından Yeni Bir Yaklaşım, Türkiye Jeoloji Kur., Yerbilimleri Özel Dizisi, Cilt: 1, s. 75.
- Tarhan, N. 1987. Orta Anadolu Metamorfik Ve Granitik Kayalarının Kökeni Ve Evrimi, İstanbul Üni. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, Cilt: 6 (1-2), s.57-68.
- Tolluoğlu, A. Ü. 1986. Orta Anadolu Masifi'nin Güneybatısında (Kırşehir Yöresinde) Petrografik Ve Petrotektonik İncelemeler. H.Ü. Fen Bilimleri Enst., Doktora Tezi, 237s. Yayınlanmamış.
- Tolluoğlu, A. Ü. 1987a. Orta Anadolu Masifi Kırşehir Metamorfitlerinin (Kırşehir Kuzeybatısı) Petrografik Özellikleri. Doğa Bilim Derg. TU Müh. Ve Çevre D., Cilt: 11/3, s. 344-361.
- Tolluoğlu, A. Ü. 1987b. Kırşehir Metamorfitlerinin (Kırşehir Kuzeybatısı)Stratigrafik Ve Tektonik Özellikleri. 41. T.J.K. Bildiri Özetleri, s. 16-17.
- Tolluoğlu, A. Ü. 1988. Orta Anadolu Masifi Kırşehir Metamorfitlerinin Mezoskopik Tektonik Özellikleri, Kırşehir Kuzeybatısı. H.Ü. Yerbilimlerinin 20.Yılı Sempozyumu Bildiri Özleri, s. 33.
- Tolluoğlu, A. Ü. 1993a. Kırşehir Masifini Kesen Kırşehir Metamorfitlerinin (Kırşehir Kuzeybatısı) Petrografik Özellikleri. Doğa Bilim Derg. TU Müh. Ve Çevre D. Cilt: 11/3, s. 344-361.

- Tolluoğlu, A. Ü. 1993b. Kırşehir Masifini Kesen Felsik İntrüziflerin (Kötüdağ Ve Buzlukdağ) Petrografik Ve Jeokimyasal Karakterleri. Yer Bilimleri Dergisi, Cilt: 16, s. 19-43.
- Türel, T. K. 1991. Geology, Petrography and Geochemistry Of Ekecikdağ Plutonic Rocks (Aksaray Region, Central Anatolia), Ph. D. Thesis, METU, 194 p.
- Whalen, J. B., Currie, K. L. And Chappell, B. W. 1987a. A-Type Granites: Geochemical Characteristics, Discrimination and Petrogenesis. Contrib. Mineral. Petrol., Vol. 95, pp. 407-419.
- Whitney, D., Teyssier, C., Dilek, Y. and Fayon, K. 2001. Metamorphism Of The Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey: Influence Of Orogen-Normal Collision vs. Wrench-Dominated Tectonics On P-T-t Paths. J. Metamorphic Geol, Vol. 19, pp. 411-432.
- Whitney, D., Hamilton, M. 2004. Timing Of High-Grade Metamorphism in Central Turkey and The Assembly of Anatolia. J. Of Geol. Soc. London, Vol. 161, pp. 823-828.
- Vache, R. 1963. Akdağmadeni Kontak Yataklarını ve Bunların Orta Anadolu Kristallenşne Karşı Jeolojik Çerçevesi. Mta Dergisi, Cilt: 60, s. 22-36.
- Yılmaz, S. ve Boztuğ, D. 1998. Çiçekdağ Magmatik Kompleksi'nin (KB Kırşehir) Petrojenezi, 51. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, s. 33-35.
- Zoroğlu, O. 2009. Sivrihisar-Günyüzü (Eskişehir) Granitoidlerin Jeolojisi, Petrolojisi ve Anklavlarının Kökeni, Ankara Üni., Fen Bil. Enst., Doktora Tezi, 266 S., Ankara.

EK 1 Metamorfik Kayaların Kimyasal Analiz Sonuçları (% Ana Oksit)

Amfibolit	Na₂O	MgO	Al₂O₃	SiO₂	P₂O₅	K₂O	CaO	TiO₂	MnO	Fe₂O₃
11-KM-108	2,45	2,209	13,35	57,06	0,1441	3,25	6,222	0,4295	0,1549	5,711
11-KM-80	2,01	2,274	9,029	58,19	0,2413	1,632	6,906	0,3719	0,1549	5,818
11-KM-96	3,5	2,37	12,58	52,29	0,1944	1,405	9,378	0,4117	0,1494	7,107
12-KM-20	0,073	6,948	11,77	38,61	0,5122	0,8896	16,04	2,452	0,2102	13,61
12-KM-21	0,07	4,933	14,1	38,32	0,5567	0,5143	16,3	2,446	0,1624	11,65
12-KM-27	0,071	4,591	12,35	34,41	0,5565	0,5637	13,48	2,3	0,1552	12,05
Mermer	Na₂O	MgO	Al₂O₃	SiO₂	P₂O₅	K₂O	CaO	TiO₂	MnO	Fe₂O₃
11-KM-113	0,079	0,027	0,757	5,082	0,0041	0,102	51,38	0,00943	0,02318	0,3365
11-KM-40	0,082	0,03	0,0767	0,5977	0,0041	0,0286	55,58	0,00051	0,00568	0,03841
12-KM-23	0,082	0,03	0,0698	0,4303	0,0041	0,0408	55,59	0,0004	0,01112	0,1486
12-KM-25	0,083	0,029	0,1796	0,821	0,004	0,0465	53,92	0,00025	0,00702	0,0805
12-KM-39	0,078	0,026	0,0154	0,2831	0,004	0,0198	55,6	0,00056	0,00269	0,00102
12-KM-41	0,082	0,027	0,0083	0,1901	0,004	0,0193	56,35	0,00067	0,00337	0,00199
12-KM-42	0,092	0,028	0,1208	0,8384	0,0041	0,0357	56,04	0,00039	0,00263	0,03524
12-KM-48	0,076	0,028	0,1502	0,5926	0,0039	0,0296	54,87	0,00047	0,0062	0,03799
12-KM-50	0,077	1,279	0,1763	0,8672	0,004	0,034	53,93	0,00031	0,112	0,1297
Migmatit	Na₂O	MgO	Al₂O₃	SiO₂	P₂O₅	K₂O	CaO	TiO₂	MnO	Fe₂O₃
11-KM-05	1,07	4,261	7,043	67,63	0,1115	1,746	7,708	0,2771	0,06987	2,32
11-KM-105	2,75	1,757	10,71	55,56	0,1245	2,109	4,984	0,3891	0,1026	5,446
11-KM-106	3,65	0,68	11,75	68,7	0,1109	0,7096	0,5734	0,08024	0,01069	3,714
11-KM-108	2,45	2,209	13,35	57,06	0,1441	3,25	6,222	0,4295	0,1549	5,711
11-KM-72	1,66	2,844	11,22	50,91	0,1842	2,556	8,179	0,5793	0,1634	8,053
11-KM-73	3,3	2,958	12,96	51,33	0,2732	2,488	6,803	0,7242	0,1837	10,55
11-KM-78	5,46	0,235	9,852	73,6	0,0934	1,433	1,066	0,3465	0,02226	2,907
11-KM-80	2,01	2,274	9,029	58,19	0,2413	1,632	6,906	0,3719	0,1549	5,818
11-KM-81	1,85	2,017	10,53	58,22	0,1221	2,456	6,08	0,2695	0,1098	4,049
12-KM-31	2,24	2,414	13,17	57,15	0,2214	4,324	2,925	0,4878	0,09452	4,309
Gnays										
11-KM-100	0,766	3,508	13,3	56,09	0,0546	4,544	1,611	0,4402	0,04159	3,01
11-KM-101	0,92	0,674	12	61,22	0,0989	7,11	0,2338	0,2444	0,02102	1,657
11-KM-103	0,99	0,483	12,48	61,25	0,0619	5,683	0,9086	0,141	0,01263	1,612
11-KM-104	2,13	0,633	11,88	65,42	0,2235	2,317	2,04	0,3718	0,02394	2,278
11-KM-27	0,144	2,43	13,6	58,73	0,118	7,133	0,532	0,4459	0,03671	3,22
11-KM-93	0,048	0,385	0,6593	87,25	0,0897	0,3122	1,801	0,04186	0,02395	0,7458

EK 2 Magmatik Kayaların Kimyasal Analiz Sonuçları (% Ana Oksit)

Piroksen Siyenit	Na₂O	MgO	Al₂O₃	SiO₂	P₂O₅	K₂O	CaO	TiO₂	MnO	Fe₂O₃
11-KM-10	1,98	0,487	12,45	59,28	0,0652	6,682	2,063	0,1095	0,01387	0,4928
11-KM-11	2,3	0,307	13,72	61,76	0,0977	6,819	1,751	0,1155	0,0168	0,5838
11-KM-12	2,07	0,354	13,89	57,22	0,0981	6,779	1,844	0,1247	0,0281	0,7391
11-KM-13	2,11	0,373	14,02	67,39	0,0811	7,513	2,229	0,1139	0,02135	0,67
11-KM-14	2,27	0,377	13,75	67,95	0,0673	7,386	1,807	0,09147	0,01378	0,3727
11-KM-18	2,03	0,053	13,86	70,9	0,0224	9,01	0,6413	0,02344	0,00393	0,4944
11-KM-19	2,14	0,193	11,84	65,23	0,0515	6,348	1,263	0,04353	0,00981	0,4949
11-KM-20	2,63	0,323	13,93	68,48	0,0717	7,024	2,166	0,1203	0,01873	0,6491
Biyotit Granit	Na₂O	MgO	Al₂O₃	SiO₂	P₂O₅	K₂O	CaO	TiO₂	MnO	Fe₂O₃
11-KM-01	1,89	0,902	12,92	63,14	0,1212	6,072	1,914	0,2982	0,03015	2,1
11-KM-02	2,25	0,9	12,36	58,52	0,1115	5,251	1,575	0,3601	0,03093	2,276
11-KM-03	2,43	0,612	13,38	64,87	0,1165	6,122	1,497	0,2584	0,03085	1,874
11-KM-04	3,25	3,179	15,87	55,02	0,3197	1,539	7,839	0,7174	0,173	7,727
11-KM-06	2,42	0,605	13,08	63,72	0,1247	5,937	1,46	0,2421	0,03063	1,961
11-KM-07	2,85	0,187	12,77	64,72	0,0589	5,613	1,065	0,1201	0,05224	1,291
11-KM-08	3,5	0,372	13,16	69,01	0,0563	5,224	1,471	0,1076	0,05033	1,119
11-KM-15	1,9	0,171	12,26	67,55	0,2695	6,744	1,178	0,04242	0,00152	0,2347
11-KM-24	1,38	1,403	13,24	65,39	0,0888	5,674	1,541	0,3389	0,04251	2,752
12-KM-06	2,34	0,723	11,72	61,86	0,1108	4,683	1,167	0,2478	0,02974	2,206
12-KM-11	2,14	0,464	13,32	64,08	0,0569	6,602	1,193	0,1353	0,01591	0,9065
12-KM-13	2,56	0,195	12,78	59,79	0,0435	5,115	1,43	0,0728	0,01082	0,7677
12-KM-16	2,1	0,546	12,21	59,41	0,1076	5,641	1,664	0,2362	0,02271	1,554
12-KM-18	2,16	0,646	12,85	61,93	0,1015	5,906	1,654	0,232	0,02278	1,632
Kuv. Monzonit	Na₂O	MgO	Al₂O₃	SiO₂	P₂O₅	K₂O	CaO	TiO₂	MnO	Fe₂O₃
12-KM-14	1,79	3,084	13,09	46,67	0,2871	3,402	5,339	0,6824	0,1275	6,424
12-KM-17b	1,69	3,86	13,62	48,79	0,3103	3,722	6,094	0,7941	0,1459	7,384
12-KM-52	1,72	3,334	13,38	51,66	0,2966	3,808	5,644	0,6799	0,1317	6,484
12-KM-53	1,92	2,726	13,46	54,22	0,2519	4,059	4,778	0,5777	0,1109	5,431
12-KM-55	1,93	2,922	13,21	48,82	0,2968	3,734	5,233	0,6392	0,1275	6,163

EK 2 Magmatik Kayaların Kimyasal Analiz Sonuçları (% Ana Oksit) (devamı)

Monzodiyorit	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃
12-KM-01	1,6	2,976	13,03	46,15	0,2727	3,332	5,417	0,6597	0,1309	6,037
12-KM-02	1,93	2,842	13,99	53,01	0,243	4,672	4,793	0,5752	0,1045	5,256
12-KM-03	2,26	2,88	14,03	52,16	0,2773	4,113	4,501	0,5824	0,1216	5,666
12-KM-04	2,09	3,304	13,96	50,33	0,3406	3,562	4,843	0,7327	0,1332	6,488
12-KM-05	2,08	3,067	14,14	53,26	0,2721	3,706	5,251	0,671	0,1233	6,364
12-KM-08	1,91	2,497	13,65	52,27	0,2773	3,558	5,137	0,5862	0,1251	5,938
12-KM-09	2,19	0,948	11,74	59,74	0,0909	4,78	2,317	0,2102	0,04177	1,782
12-KM-12	2,49	3,577	14,82	52,89	0,3132	3,353	5,73	0,7453	0,1357	6,835
12-KM-18	2,16	0,646	12,85	61,93	0,1015	5,906	1,654	0,232	0,02278	1,632
12-KM-32	2,03	2,827	14,26	52,62	0,2582	4,015	4,502	0,5416	0,09473	5,325
12-KM-33	1,94	3,138	13,67	52,27	0,2544	4,088	4,72	0,6217	0,1088	5,516
12-KM-34	1,44	3,062	13,17	48,93	0,2651	3,786	4,965	0,6438	0,1201	5,955
12-KM-35	1,59	2,889	13,1	49,32	0,2717	4,073	4,494	0,6299	0,1201	5,787
12-KM-37	1,93	3,008	13,69	53,11	0,2612	4,246	5,018	0,6596	0,1251	6,226

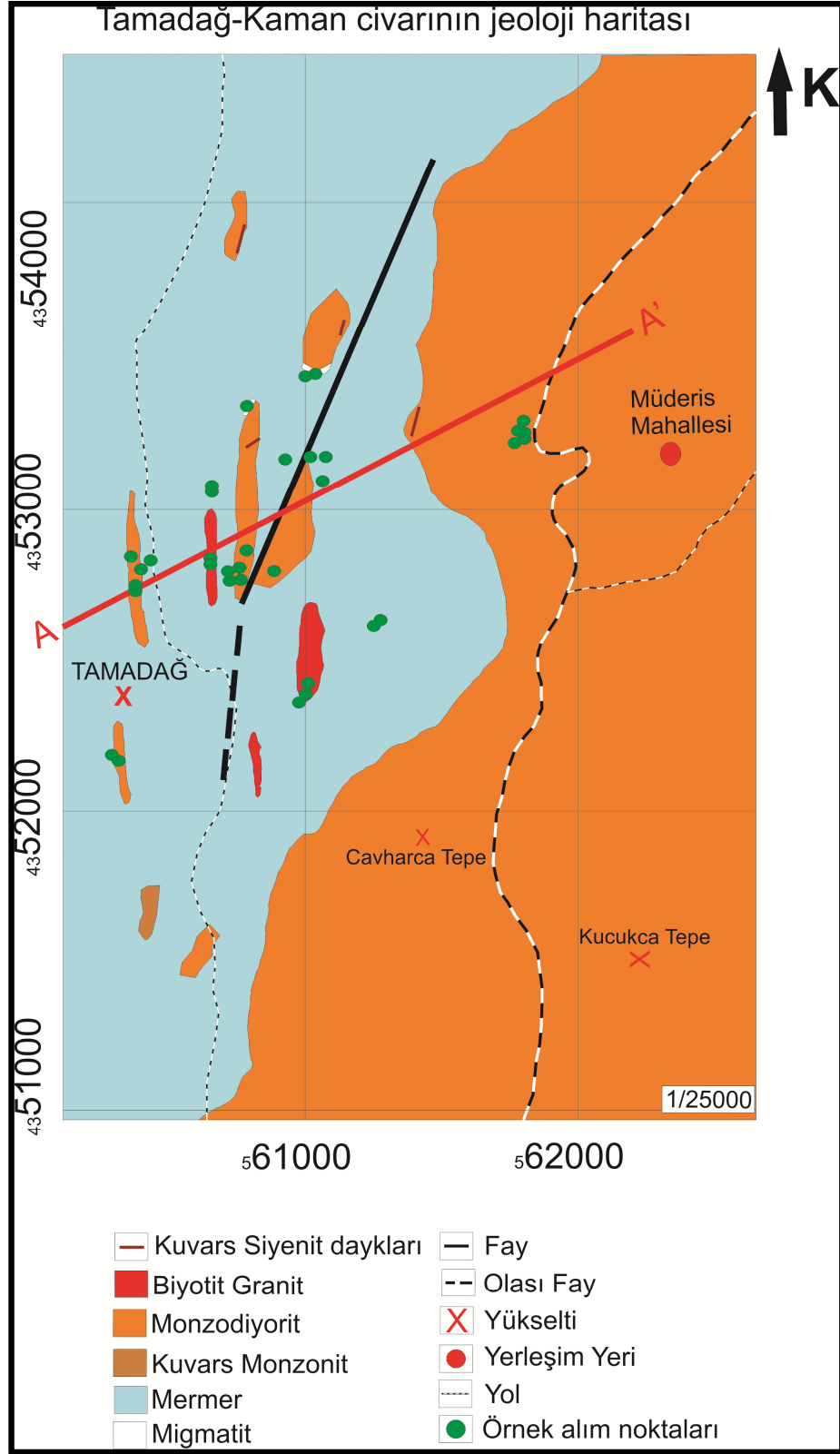
EK 3 Magmatik Kayaların Kimyasal Analiz Sonuçları (ppm- İz Element)

Piroksen Siyenit	Ba	Rb	Sr	Zr	Nb	La	Ce	Pr	Nd	Ta	Hf	U	Th	Y	Ga
11-KM-10	675,5	295,6	301,3	186,8	17,8	62,1	96,4	29,4	18,1	4,7	6,1	13	46	20,7	15,1
11-KM-11	777,7	298,6	351,7	204,1	19,2	64,4	96	26,8	29,7	4,1	7,5	10,7	50,5	19,8	16,1
11-KM-12	858,8	318,3	359,7	196,2	20,5	64,2	108,1	28,5	24,8	6,6	6,6	7,9	48,8	22,4	16,5
11-KM-13	716,4	320,9	341,5	185,3	20,4	60,5	93,7	18,3	22,7	5,9	4,9	8,2	48,6	19,4	16,5
11-KM-14	560,9	315,5	276,5	152,7	17,6	51,2	77,7	39,7	30,8	2,6	4,8	11,4	46,3	12,2	17,1
11-KM-18	344,2	482,8	66,5	23,5	2,8	5,9	9,4	7,4	10	9,1	4	3,5	1,8	4,1	14,7
11-KM-19	226,9	340,5	55,6	75,7	5,8	13,8	23,3	16,4	10	2,6	2,8	1,5	4	9,3	15
11-KM-20	758	304,9	344,3	185,5	20,5	54,9	87,4	22,2	20,5	3,5	5,3	8,3	45,9	19,8	17,3
Biyotit Granit	Ba	Rb	Sr	Zr	Nb	La	Ce	Pr	Nd	Ta	Hf	U	Th	Y	Ga
11-KM-01	1254	169,1	392,7	139,6	7	56,2	85,4	42,9	21,9	3,2	4	5,6	32,4	6,8	13,5
11-KM-02	967,7	169,1	387,3	149,5	7,5	69,3	106,1	49,3	21,2	4,4	3,6	7,2	41,2	7	14
11-KM-03	849,3	195	196,1	161,5	16,4	99,9	174,7	49,8	63	6,1	6,2	3,9	30,3	22,1	17,6
11-KM-04	204,6	71	439,4	115,4	17,6	45,5	84,3	8	28,9	10,1	4,7	4,5	12,5	27,2	20,9
11-KM-06	917,3	222,5	234,9	167,8	9,5	57,8	109,5	35,8	32	2,3	5	5,9	33,3	8,1	15,1
11-KM-07	409,9	319,9	185,1	118,3	22,4	41,6	63,4	28,7	21,9	5,2	5,4	8	34,2	13,3	16,5
11-KM-08	405,9	305,2	191,3	99,3	22,4	29,6	46,4	14,3	12,2	5,1	5,5	8,2	33,3	13	16,7
11-KM-15	421,7	239,7	86,5	13,3	3,9	12,6	19	25,5	10	2,6	1,3	2,5	4,2	7,4	13,9
11-KM-24	1241	74	150,9	144,1	5,4	26,3	44,2	44,9	10,2	4	4,2	2,4	6	10,1	11,1
12-KM-06	860,3	192,4	151,7	117,8	13,2	29	55	33,1	10	5	4,4	5,1	20,1	9,5	13,3
12-KM-11	782,1	227,7	216,4	117	9,5	30,3	67,1	26,2	11,6	2	4,7	3,8	37	14,5	13,9
12-KM-13	127,1	166,8	123	82,5	8,5	19,8	21,8	14,9	9,6	6,2	5	11,5	41,9	7,5	14,5
12-KM-16	1008	197,6	262,5	178,8	15,4	88,5	142,2	52,9	29,1	5,4	6,4	11,5	44,3	18,3	14,4
12-KM-18	955,5	118,5	514,5	163,4	14,2	48	87,4	27,1	21,1	7,6	7,5	4,2	42,3	19	14,5
Kuv. Monzonit	Ba	Rb	Sr	Zr	Nb	La	Ce	Pr	Nd	Ta	Hf	U	Th	Y	Ga
12-KM-14	1128	124,3	564,1	171,4	14,3994	47,6	88,5	34,4	26,3	3,6	5,6	4,4	15,3	26,4	18,5
12-KM-17b	1325	120	604,7	136,2	14,7489	51,8	92,1	49,3	26,3	5,7	3,6	3,9	14,1	24	18
12-KM-52	1065	121,8895	509,0512	153,6123	15,5877	46,7	88,6	35,5	23,4	5,0778	6,9	6,2	22,4	29,3	17,8
12-KM-53	954	151,3332	475,3963	149,1705	16,4265	52,7	90,8	39,4	18,7	8,3538	4,2	10,2	21,6	22,7	17,8
12-KM-55	1290	129,0218	594,2031	161,0153	17,0556	47,3	88,2	42,7	30,1	3,6036	5,8	4,4	12,4	24,9	19,3

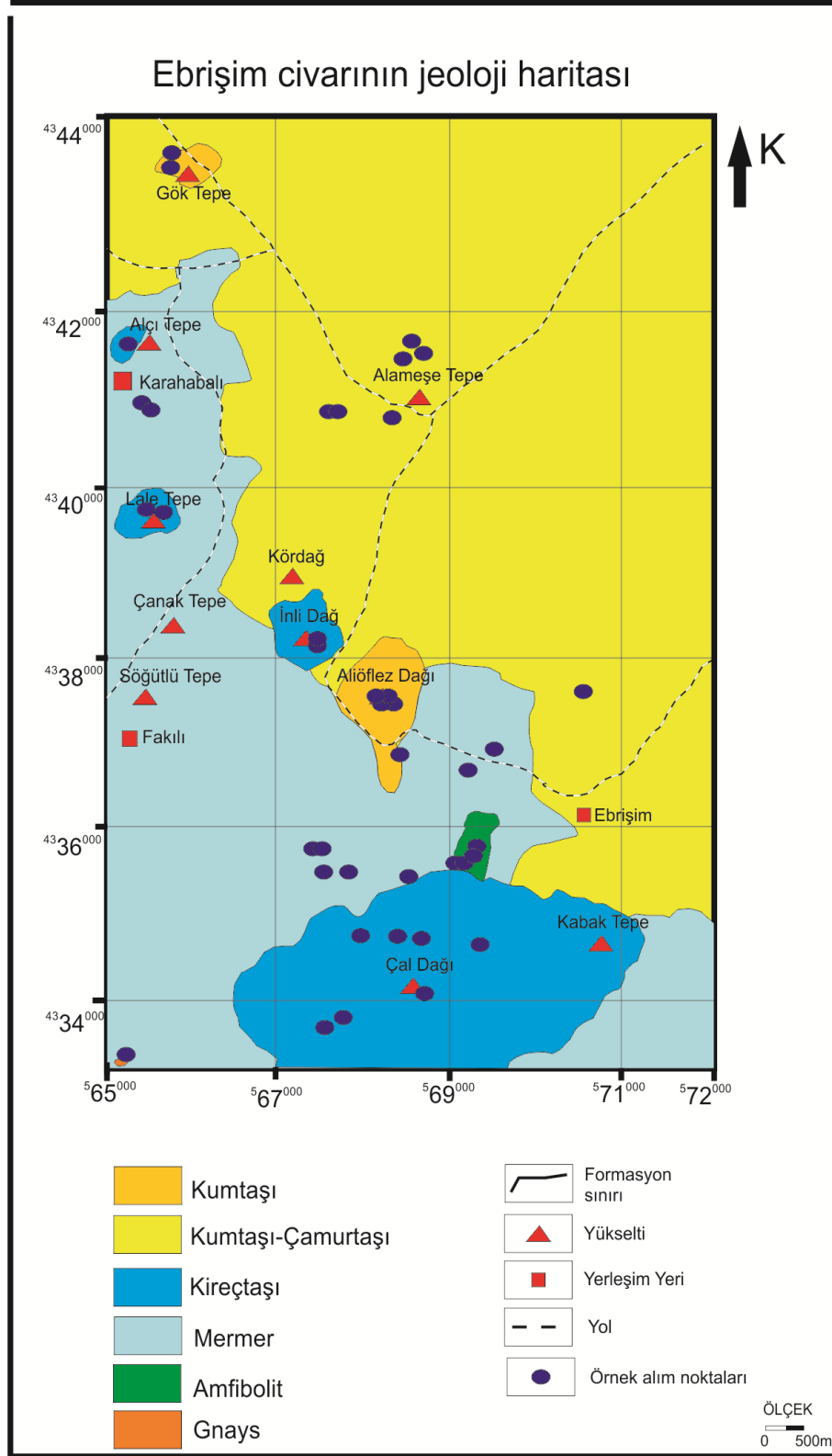
EK 3 Magmatik Kayaların Kimyasal Analiz Sonuçları (ppm- İz Element) (devamı)

Monzodiyorit	Ba	Rb	Sr	Zr	Nb	La	Ce	Pr	Nd	Ta	Hf	U	Th	Y	Ga
12-KM-01	1085	122,4	595,4	158,6	13,4	52,2	92,4	51,5	19,9	5,2	6,8	4,4	15,2	23,1	18,5
12-KM-02	1500	152,5	561,6	159,8	12,3	50,6	87,8	57,9	28,8	3,3	6,4	3,4	16,1	21,5	17,9
12-KM-03	1184	154,6	502,4	161,6	15,3	67,2	112,1	46,7	32,1	5,3	6,2	7	34,8	26,3	17,8
12-KM-04	1025	128,7	552,2	175,3	14,7	54,6	102,3	33,1	36,5	4,4	6,4	3,3	20,8	27	18,3
12-KM-05	888,5	137,8	516	183,5	14	58,7	104,2	34,7	39,5	4,6	6,9	3,6	16,5	26,5	18,9
12-KM-08	951,4	132,3	501,6	151,8	19,6	56,8	103,7	33,9	34	3,4	6	4,1	26,2	28,7	18,7
12-KM-09	482,9	160,7	286	44,8	5,8	19,6	30,3	20,4	10	5,4	3,3	4,1	17,4	7,4	12,3
12-KM-12	946	117,3	562,8	197	16,5	61,5	116,5	32,5	39,8	4	6,6	3,6	17,1	31,7	19,9
12-KM-18	1014	205,9	267,6	170,7	16,8	65,4	107,6	29,3	25,8	5,8	5,8	10,9	42,3	19	14,5
12-KM-32	1181	155,3	491,9	145,8	12,2	46	82,3	27,8	18,5	3,7	4,6	4,8	17,5	20,4	17,6
12-KM-33	1228	138,7	520	156,5	14	57,5	98,6	35,1	29,4	4,2	5,9	4,7	16,7	23,3	17,5
12-KM-34	1285	149,3	513,8	129,8	12,8	62,1	100,8	34,7	32,8	3,7	4,9	5,4	26,9	22,7	16
12-KM-35	1193	146,6	498,3	175,4	15,9	53,4	98,6	43,7	27,8	3,5	5,8	6,2	20,9	27,3	18,4
12-KM-37	1085	122,4	595,4	158,6	13,4	52,2	92,4	51,5	19,9	5,2	6,8	4,4	15,2	23,1	18,5

EK 4 Kaman-Tamadağ Civarı Örnek Alım Yerlerini Gösterir Harita



EK 5 Ebrişim Civarı Örnek Alım Yerlerini Gösterir Harita



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Cumhur Özcan KILIÇ

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 01/01/1985

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Ankara Atatürk Anadolu Lisesi

Lisans : Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi,
Jeoloji Mühendisliği Bölümü (2004-2009)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği
Anabilim Dalı (2010-2013)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

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

Ulusal/Uluslararası Sempozyum/Konferanslarda Sunulan Bildiriler

Kılıç, C. Ö., Kadioğlu, Y. K. 2102. Petrochemical Characteristics of the Felsic Veins within the Kaman Metamorphic Rocks: Central Anatolia, Türkiye, EGU General Assembly 2012.

Kılıç, C. Ö. ve Kadioğlu, Y. K. 2102. Kaman-Kırşehir metamorfiklerinin intrüzif kütlelerle olan ilişkisi: Kaman, Kırşehir, Türkiye, V. Ulusal Jeokimya Sempozyumu, Bildiri Özleri, s. 230-231.

Kabakcı, B., Deniz, K., Kılıç, C. Ö ve Güllü, B. 2012, Fluorit Oluşumunda Alkali Magmatik Kayaların Önemi: İç Anadolu'dan Örnekler, V. Ulusal Jeokimya Sempozyumu, Bildiri Özleri, s. 234-345.

Görev Aldığı Projeler

Ankara Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projesi (BAP), 10B5751001, Ortaköy Şapınuva (Çorum) Arkeolojik Alanı, Ağılönü Bölgesi'ne Ait Malzemelerin Arkeometrik Yönden Araştırılması, I. Aşama

Ankara Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projesi (BAP), 09B4343016, Topkaya Ve Karakaya (Eskişehir) Granitoidlerinin Zamansal Mekansal Konumu Ve İçermiş Oldukları Amfibollerin LIBS ve CRS Yöntemleri İle Sınıflandırılması

Ankara Üniversitesi, Yerbilimleri Araştırma Ve Uygulama Merkezi (YEBİM), Sivas-Divriği-Ulucami'nin Restorasyonu Ve Bina Yapımında Kullanılan Yapıtaşlarının Petrografik Özellikleri, (Kültür Bakanlığı-Sivas İl Özel İdare Müdürlüğü tarafından desteklenmiştir).

Ankara Üniversitesi, Yerbilimleri Araştırma Ve Uygulama Merkezi (YEBİM), Ankara-Konya Hızlı Tren Hattı Boyunca Kayaçların Petrografisi Ve Yeraltındaki Boşlukların Ve Süreksizliklerin GPR Yöntemi ile Belirlenmesi (TCDD tarafından desteklenmiştir).

Yabancı Dil Bilgisi

İngilizce : KPDS (86/100)

Almanca : Almanca (Başlangıç)