

**GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KILIÇKAYA (BAYBURT) GRANİTOYİDİ'NİN PETROGRAFIK, JEOKİMYASAL  
VE PETROLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Mürşid ÖZTÜRK**

**MAYIS 2014**

**GÜMÜŞHANE**

**GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KILIÇKAYA (BAYBURT) GRANİTOYİDİ'NİN PETROGRAFIK, JEOKİMYASAL  
VE PETROLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Mürşid ÖZTÜRK**

**Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
“Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı”  
Yüksek Lisans Programında Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 02.05.2014**

**Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 27.05.2014**

**MAYIS 2014**



## KABUL ve ONAY



Doç. Dr. Abdullah KAYGUSUZ danışmanlığında **Mürşid ÖZTÜRK** tarafından hazırlanan **“KILIÇKAYA (BAYBURT) GRANİTOYİDİ’NİN PETROGRAFİK, JEOKİMYASAL VE PETROLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ”** isimli bu çalışma, jürimiz tarafından Gümüşhane Üniversitesi **Jeoloji Mühendisliği** Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak Oy Birliği ile kabul edilmiştir.

Başkan :

  
Doç. Dr. Nafiz MADEN

Üye (Danışman):

  
Doç. Dr. Abdullah KAYGUSUZ

Üye:

  
Doç. Dr. Ferkan SİPAHI

ONAY

Bu tez ..... / ..... / ..... tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. İbrahim TURAN  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu çalışma Gümüşhane Üniversitesi BAP Projesi kapsamında desteklenmiştir.

Proje No: 2013.F5114.02.1

**ÖZET**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KILIÇKAYA (BAYBURT) GRANİTOYİDİ'NİN PETROGRAFİK, JEOKİMYASAL  
VE PETROLOJİK ÖZELİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Mürşid ÖZTÜRK

Gümüşhane Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Abdullah KAYGUSUZ

2014, 106 sayfa

Bu çalışmada, Bayburt yöresinde yer alan Kılıçkaya Granitoyidi'nin mineralojik-petrografik bileşimi, mineral kimyası ve tüm kayaç jeokimyası ortaya konularak, kayaçların oluşum mekanizmaları ve kökenleri belirlenmeye çalışılmıştır. Doğu Pontid Kuzey Zonu'nda yer alan inceleme alanının tabanında Eosen yaşlı andezit ve piroklastları bulunmaktadır. Bu birim Eosen yaşlı Kılıçkaya Granitoyidi tarafından kesilmiş olup, Kuvaterner yaşlı alüvyonlar ile uyumsuz olarak örtülürler. Granitoyidi oluşturan kayaçlar orta-iri taneli olup, plajiyoklas, ortoklas, kuvars, hornblend, biyotit, apatit, zirkon ve opak mineralleri içerirler.

Kılıçkaya Granitoyidi elips şekilli olup, yaklaşık 18 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yüzeylenmiştir. Diyorit, granodiyorit ve tonalit bileşimli kayalardan oluşmuş olup, yan kayaç ksenolitleri ve diyorit bileşiminde mafik magmatik anklavlar (MMA) içerirler. Granitoyidi oluşturan kayalarda magma karışımını gösteren dengesizlik dokuları gözlenmiştir.

Kılıçkaya Granitoyidi'ni oluşturan kayalar genel olarak I-tipi, yüksek-K'lu kalk-alkalen karakterli olup, yüksek SiO<sub>2</sub> içeriklerine (58-67, wt%) sahiptirler. Örnekler metalümin karakterli olup, büyük iyon yarıçaplı litofil elementlerce zenginleşmişlerdir. Kondirite göre normalleştirilmiş nadir toprak element dağılımları yukarıya doğru konkav şekilli (La<sub>N</sub>/Yb<sub>N</sub>= 17.14–8.72) olup, çok hafif negatif Eu anomalisi (Eu<sub>N</sub>/Eu\*=0.64–0.91) gösterirler. Ana ve izolement değişimleri, granitoyidin gelişiminde plajiyoklas, hornblend ve Fe-Ti oksit fraksiyonlaşmasının etkili olduğunu göstermektedir.

Tüm bu özellikler, düşük (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)/(MgO+FeO<sup>T</sup>), K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O, ASI, (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)/(FeO<sup>T</sup>+MgO+TiO<sub>2</sub>), (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)/(FeO<sup>T</sup>+MgO+TiO<sub>2</sub>) ve yüksek (CaO+FeO<sup>T</sup>+MgO+TiO<sub>2</sub>), (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)/(FeO<sup>T</sup>+MgO+TiO<sub>2</sub>), (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+FeO<sup>T</sup>+MgO+TiO<sub>2</sub>) içerikleri, Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaların oluşumunda, amfibolitik alt kıtasal kabuk kaynak kayaların kısmı ergimesine ilaveten, litosferik manto katkısının da önemli bir rol oynadığına işaret eder.

**Anahtar Kelimeler:** Bayburt, Doğu Pontidler, Eosen, Kılıçkaya Granitoyidi, Mineral kimyası, Tüm kayaç jeokimyası,

**ABSTRACT  
MS THESIS**

**PETROGRAPHICAL, GEOCHEMICAL AND PETROLOGICAL  
INVESTIGATION OF THE KILIÇKAYA (BAYBURT)  
GRANITOID**

Mürşid ÖZTÜRK

Gümüşhane University

The Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Geological Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Abdullah KAYGUSUZ

2014, 106 pages

In this study, mineralogical-petrographical composition, mineral chemistry and whole-rock geochemical characteristics of Kılıçkaya Granitoid in the Kılıçkaya (Bayburt) area were determined, and the evolution and origin of plutonic rocks were investigated. The studied area located on the northern zone in the eastern Pontide. The basement is represented by Eocene aged andesite and pyroclastics. This unit are cut by the Eocene Kılıçkaya Granitoid and are overlies unconformably by Quaternary alluvium. The granitoid rocks are medium to coarse grained, and composed of plagioclase, orthoclase, quartz, hornblende, biotite, apatite, zircon and opaque minerals.

The Kılıçkaya Granitoid is ellipse shaped, and settled approximately in an area of 18 km<sup>2</sup>. It consists of diorite, granodiorite and tonalite, and includes abundant wall-rock xenoliths and dioritic mafic magmatic enclaves (MME). The Kılıçkaya Granitoid shows disequilibrium textures showing magma mixing.

The Kılıçkaya granitoid is generally I-type, high-K calc-alkaline character, and has high SiO<sub>2</sub> (58-67 wt.%) contents. The samples has metaluminous characters and enriched in large ion lithophile elements. Chondrite normalized REE patterns are concave shaped (La<sub>N</sub>/Yb<sub>N</sub>=17.14-8.72), and show slightly negative Eu-anomalies (Eu<sub>N</sub>/Eu\*=0.64–0.91). Major and trace element variations indicate significant role of plagioclase, hornblende and Fe-Ti oxide fractionation during the evolution of rocks.

All these properties, low (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)/(MgO+FeO<sup>T</sup>), K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O, ASI, (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)/(FeO<sup>T</sup>+MgO+TiO<sub>2</sub>), (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)/(FeO<sup>T</sup>+MgO+TiO<sub>2</sub>) and high (CaO+FeO<sup>T</sup>+MgO+TiO<sub>2</sub>), (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)/(FeO<sup>T</sup>+MgO+TiO<sub>2</sub>), (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+FeO<sup>T</sup>+MgO+TiO<sub>2</sub>) values indicate that magma generation by dehydration melting of an amphibolite-type lower crustal component with additional input of a subcontinental lithospheric mantle component.

**Keywords:** Bayburt, Eastern Pontides, Eocene, Kılıçkaya Granitoid, Mineral chemistry, Whole-rock geochemistry

## TEŞEKKÜR

Doğu Pontid Orojenik Kuşağı'nın Kuzey Zonu'nda, Kılıçkaya (Bayburt) yöresinde yer alan granitik kayaçların petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özelliklerinin incelenmesini amaçlayan bu çalışma, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalında, Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmış olup, Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (GÜBAP) birimi tarafından 2013.F5114.02.1 nolu proje ile desteklenmiştir.

Bu çalışmamın her aşamasında yardımını ve desteğini esirgemeyen tez hocam Doç. Dr. Abdullah KAYGUSUZ'a içtenlikle teşekkür ederim. Çalışmalarım sırasında bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım sayın hocam, Yrd. Doç. Dr. Emre AYDINÇAKIR'a, arazi çalışmalarım esnasında benden yardımlarını esirgemeyen Jeoloji Yüksek Mühendisi Gökhan ÇAKMAK ve Jeoloji Mühendisliği diplomamı almamda emeği geçen Jeoloji Bölümü'nün değerli hocaları ve personeline teşekkürlerimi sunarım.

Yaşamımın her aşamasında benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen değerli aileme şükranlarımı sunarım.

Mürşid ÖZTÜRK  
Gümüşhane, 2014



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa No

ÖZET .....	III
ABSTRACT .....	V
TEŞEKKÜR .....	VII
İÇİNDEKİLER.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XII
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	XIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş ve Amaç.....	1
1.2. Coğrafi Bilgiler.....	1
1.2.1. Coğrafi Konum.....	1
1.2.2. Topoğrafya .....	1
1.2.3. İklim ve Bitki Örtüsü.....	3
1.2.4. Ulaşım ve Yerleşim .....	3
1.3. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Genel Jeolojisi .....	3
1.4. Önceki Çalışmalar .....	6
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	11
2.1. Amaç ve Yöntemler.....	11
2.1.1. Arazi Çalışmaları.....	11
2.1.2. Laboratuvar Çalışmaları .....	11
2.1.2.1. İnce Kesitlerin Hazırlanması .....	11
2.1.2.2. Petrografik İncelemeler ve Mikro Fotoğrafların çekimi .....	12
2.1.2.3. Örneklerin Kimyasal Analiz İçin Hazırlanması .....	12
2.1.2.4. Kimyasal Analizler.....	13
2.1.2.5. Nem Kaybı ve Ateşte Su Kaybı (LOI) .....	13
2.1.2.6. Mineral Kimyası.....	13
2.1.3. Büro Çalışmaları.....	14
3. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	15
3.1. İnceleme Alanının Stratigrafi ve Petrografisi.....	15
3.1.1. Yazıurdu Formasyonu .....	18
3.1.1.1. Yaş.....	21
3.1.2. Kılıçkaya Granitoyidi .....	22
3.1.2.1. Yaş.....	22
3.1.3. Alüvyon .....	22
3.2. Kılıçkaya Granitoyidi'nin Petrografisi ve Petrolojisi.....	23
3.2.1. Saha Gözlemleri .....	23
3.2.2. Petrografik inceleme.....	26
3.2.2.1. Diyorit .....	28
3.2.2.2. Tonalit .....	30
3.2.2.3. Granodiyorit .....	32
3.2.3. Mineral Kimyası.....	34
3.2.3.1. Plajiyoklas .....	34
3.2.3.2. K-Feldispat .....	37
3.2.3.3. Biyotit.....	40
3.2.3.4. Hornblend.....	43

3.2.3.5. Fe-Ti Oksitler .....	47
3.2.6. Kılıçkaya Granitoyidi'nin Jeokimyasal Özellikleri.....	49
3.2.6.1. Ana ve İz Elementler .....	49
3.2.6.2. Uyumsuz Elementler .....	56
3.2.6.3. Nadir Toprak Elementler .....	56
3.2.6.4. Tektonik Konum.....	58
3.2.4. Jeotermometre Hesaplamaları .....	62
3.2.4.1. Hornblend-Plajiyoklas Jeotermometresi .....	62
3.2.4.2. Zirkon ve Apatit Jeotermometresi .....	63
4. TARTIŞMA.....	65
4.1. Plütonik Kayaçların Petrojenezi .....	65
4.1.1. Fraksiyonel kristallenme ve asimilasyon .....	65
4.1.2. Magma karışımı.....	67
4.1.3. Magmanın kaynağı .....	69
4.2. Doğu Pontidlerde Eosen Granitlerinin Yaş İlişkileri .....	74
5. SONUÇLAR .....	77
6. KAYNAKLAR.....	79
ÖZGEÇMİŞ	

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası. ....	2
Şekil 1.2. Doğu Pontidlerdeki Paleozoyik, Jura-Kratase-Paleosen ve Eosen Plütonların konumları ve bu Plütonlarda yapılmış izotop yaşları. ....	5
Şekil 3.1. İnceleme alanının stratigrafik kolon kesiti. ....	16
Şekil 3.2. Kılıçkaya yöresinin jeolojik haritası. ....	17
Şekil 3.3. Kılıçkaya yöresine ait enine jeolojik kesit. ....	17
Şekil 3.4. Yazyurdu Formasyonu'na ait aglomeraların makroskobik görünümü. ....	18
Şekil 3.5. Yazyurdu Formasyonu'na ait kayalarda gözlenen eksfoliasyon yapısı. ....	19
Şekil 3.6. Yazyurdu Formasyonu içinde andezitlerde gözlenen mikrolitik porfirik doku. .	20
Şekil 3.7. Yazyurdu Formasyonu içindeki litik-kristal andezitik tüflere ait ince kesit fotoğrafı. ....	21
Şekil 3.8. Kılıçkaya Granitoyidi ile yan kayaç dokanaklarında gözlenen malakit-azurit cevherleşmesi. ....	23
Şekil 3.9. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait çatlaklı yapılar. ....	24
Şekil 3.10. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayalarda gözlenen arenalaşma. ....	24
Şekil 3.11. Kılıçkaya Granitoyidi kayaları ve içindeki anklavlar. ....	25
Şekil 3.12. Kılıçkaya Granitoyidi'ni kesen aplit daykısı. ....	25
Şekil 3.13. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaların parlatılmış el örnekleri. a) Diyorit, b) Tonalit, c) Granadiyorit, d) MMA (mafik magmatik anklav). ....	26
Şekil 3.14. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait örneklerin modal analiz sonuçlarının QAP diyagramındaki dağılımları. ....	27
Şekil 3.15. Modal analizi yapılan örneklerin plütondaki konumları ve modal bileşimlerinden itibaren hazırlanan zonlanma haritası. ....	28
Şekil 3.16. Kılıçkaya Granitoyidi içindeki diyoritlere ait taneli doku. ....	30
Şekil 3.17. Kılıçkaya Granitoyidi içindeki tonalite ait taneli doku. ....	31
Şekil 3.18. Kılıçkaya Granitoyidi içindeki granodiyorite ait ince taneli doku. ....	33
Şekil 3.19. Kılıçkaya Granitoyidi'ni oluşturan kayalardaki plajiyoklasların An-Ab-Or sınıflama (Smith ve Brown, 1988) diyagramındaki yerleri. ....	36
Şekil 3.20. Zonlu plajiyoklaslarda gözlenen An değişimleri. ....	37
Şekil 3.21. İncelenen plütonlarda K-feldispatların; a) ana kayalarda ve b) MMA'larda bileşimlerinin An-Ab-Or sınıflama diyagramındaki yerleri. ....	39
Şekil 3.22. Biotitlerinin bileşimleri, a) $Si^{IV}-(Fe^{+2}/Fe^{+2}+Mg)$ diyagramı, b) $(Fe^{+2}/Fe^{+2}+Mg)-Al/(Al+Si)$ diyagramı. ....	41
Şekil 3.23. Biotitlerin, a) $Al_2O_3-FeO^{(T)}$ , b) $MgO-FeO^{(T)}$ , c) $Al_2O_3-MgO$ ve d) $MgO-FeO^{(T)}-Al_2O_3$ değişim diyagramları. ....	42
Şekil 3.24. Biotitlerin $MgO-FeO^{(T)}-Al_2O_3$ mineral birlikteliği ayırtman diyagramı. ....	43
Şekil 3.25. Hornblendlerin Leake ve diğ. (1997) sınıflama diyagramındaki yerleri. ....	46
Şekil 3.26. Hornblendlerin $Si^{IV}$ ye karşı $Al^{(VI)}$ diyagramdaki konumları. ....	47
Şekil 3.27. Magnetit kristallerinin $TiO_2-FeO-Fe_2O_3$ ayırtman diyagramları. ....	49
Şekil 3.28. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait örneklerin $SiO_2 - (Na_2O+K_2O)$ sınıflama diyagramı. ....	52
Şekil 3.29. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaç örneklerinin $K_2O-SiO_2$ diyagramı. ....	52
Şekil 3.30. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaç örneklerinin molar A/CNK' ya karşı molar A/NK değişimine bağlı olan alümino bazlı sınıflama diyagramı. ....	53
Şekil 3.31. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaç örneklerinin $SiO_2$ 'ye karşı ana element değişim diyagramları. ....	54

Şekil 3.32.Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaç örneklerinin SiO <sub>2</sub> 'ye karşı iz element değişim diyagramları. ....	55
Şekil 3.33.Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaçların primitif mantoya göre (Sun ve McDonough, 1989), normalize edilmiş iz element dağılım diyagramları. ....	56
Şekil 3.34.Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaçlarının kondirite (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları. ....	57
Şekil 3.35.Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait örneklerin SiO <sub>2</sub> 'ye karşı ASI değişimleri. ....	58
Şekil 3.36.Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaç örneklerinin Na <sub>2</sub> O-K <sub>2</sub> O (%) diyagramı ....	58
Şekil 3.37.FeO <sup>1</sup> /MgO <sup>0</sup> 'e karşı (Zr+Nb+Ce+Y) ve K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O'ya karşı 10000 Ga/Al sınıflama diyagramı .....	59
Şekil 3.38.Kılıçkaya Granitoyidi'nin R1-R2 diyagramına göre sınıflandırılması. ....	59
Şekil 3.39.Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait örneklerin (a) Rb-(Y+Nb), (b) Nb-Y, (c) Rb-(Yb+Ta) ve (d) Ta-Yb diyagramlarındaki (Pearce, 1996) konumları .....	60
Şekil 3.40.Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaç örneklerinin (a) Rb/10-Hf-Ta*3, (b) Rb/30-Hf-Ta*3 tektonik ortam ayırtman diyagramlarındaki konumları .....	61
Şekil 3.41.Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaç örneklerinin La/Yb'a karşı Th/Yb diyagramı (Condie, 1989). ....	61
Şekil 3.42.Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaç örneklerinin Sr/Y'a karşı Y diyagramı. ....	62
Şekil 3.43.İncelenen Eosen yaşlı Kılıçkaya Granitoyidi ve içlerindeki MMA'larda hornblendlerin Al <sup>(T)</sup> içerikleri ile hesaplanan sıcaklık değerleri (T <sup>O</sup> C) arasındaki ilişki. ....	63
Şekil 4.1.Kılıçkaya Granitoyidi'ni oluşturan kayaçların (a) Ba/Sr-Sr ve (b) Rb/Sr-Sr değişim diyagramları. ....	66
Şekil 4.2.Kılıçkaya Granitoyidi'nde gözlenen magma karışımını gösteren dokusal özellikler, a) Zonlu plajiyoklas, b) Poikilitik doku, c) İri plajiyoklas kristalleri içerisinde plajiyoklas kristallerinin bulunması d) İri hornblend içinde küçük Pl ve opak mineral .....	68
Şekil 4.3.Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait örneklerin (a) Rb/Sr-Ti/Zr, (b) Sr/Zr-Ti/Zr ve (c) Rb/Sr-Rb diyagramındaki konumları. ....	68
Şekil 4.4.İncelenen Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaçların bazı ana oksit ve molar oranlarına göre kökensel ayırım diyagramları. ....	71
Şekil 4.5.İncelenen örneklerin, (a) Nb/La'ya karşı La/Yb, (b) CePb'ye karşı Ce, (c) Nb/Th'a karşı Nb ve (d) La/Nb'a karşı Ti diyagramları .....	72
Şekil 4.6.İncelenen örneklerin, (a) Th/U'a karşı U ve Th/U'a karşı U diyagramındaki konumları. ....	73
Şekil 4.7.İncelenen örneklerin Nb-Y-Ga*3 diyagramındaki (Eby, 1992) konumları .....	73
Şekil 4.8.Doğu Pontidlerdeki plutonik ve çevre kayaçlarını gösteren Jeolojik Harita. ....	74
Şekil 4.9.Doğu Pontid'lerdeki plütönik kayaçların dağılımı ve Eosen yaşlı olanlardan elde edilen jeokronolojik yaşlar. ....	75

## TABLULAR DİZİNİ

### Sayfa No

Tablo 3.1. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaçların modal analizleri .....	27
Tablo 3.2. Kılıçkaya Granitoyidi'ni oluşturan kayaçlardaki plajiyoklaslara ait mikroprob analiz sonuçları. ....	34
Tablo 3.3. Kılıçkaya Granitoyidi içindeki kayaçlara ait K-feldispatların mikroprob analiz sonuçları. ....	38
Tablo 3.4. Kılıçkaya Granitoyidi içindeki kayaçlara ait biyotitlerin mikroprob analiz sonuçları. ....	40
Tablo 3.5. Kılıçkaya Granitoyidi'ndeki kayaçlara ait hornblendlerin mikroprob analiz sonuçları. ....	44
Tablo 3.6. Kılıçkaya Granitoyidi içindeki kayaçlara ait magnetitlerin mikroprob analiz sonuçları. ....	48
Tablo 3.7. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaçların ana (%) ve iz (ppm) element analizleri. ....	50
Tablo 3.8. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaçların nadir toprak element (ppm) analizleri. ....	51
Tablo 3.9. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaçlarda hesaplanan sıcaklık değerlerine ait minimum ve maksimum değerler. ....	63
Tablo 3.10. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait sıcaklık değerleri. ....	64
Tablo 4.1. Doğu Pontidlerdeki Eosen yaşlı plütonik kayaçların jeokronolojik yaşları. ....	76

## SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

A/CNK	: Molar olarak $Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O)$
AMP	: Amfibolitler
An	: Anortit
Bi	: Biyotit
cm	: Santimetre
COLG	: Çarpışma granitoidleri
Ç.N	: Çift Nikol
GMF	: Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi
Grd	: Granodiyorit
GÜBAP	: Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Hb	: Hornblend
HFSE	: Yüksek çekim alanlı elementler
HNTE	: Hafif nadir toprak elementleri
ICP	: Inductively coupled plasma
K	: Kuvars
km	: Kilometre
Kp	: Kayaç Parçası
LILE	: Büyük iyonlu litofil elementler
LOI	: (loss on ignition=ateşte kayıp) :Toplam uçucu içeriği
MA	: Meta-andezitler
MB	: Meta-bazaltlar
Mg#	: Mağnezium numarası [ $100*(MgO/MgO+\Sigma Fe_2O_3)$ ]
MGW	: Metagrovaklar
mm	: Milimetre
MMA	: Mafik mikrogranüler anklav
MORB	: Okyanus ortası sırtı bazaltı
MP	: Metapelitler
MS	: Mass Spectrometry
MTA	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
my	: Milyon yıl
n	: Nokta ağındaki toplam nokta sayısı
OIB	: Okyanus adası bazaltı
Op	: Opak mineral
ORG	: Okyanus ortası sırtı granitleri
Ort	: Ortoklas
ppm	: Milyonda bir
Pir	: Piroksen
Pl	: Plajiyoklas
s	: Sayma hatası
Syn-COLG	: Çarpışmayla eş yaşlı granitler
VAG	: Volkanik yay granitleri
Vi	: Kesitteki bileşenlerin % miktarı
WPG	: Levha içi granitler

## **1. GENEL BİLGİLER**

### **1.1.Giriş ve Amaç**

Çalışma alanı Türkiye'nin kuzeydoğusunda, Alp-Himalaya Dağ kuşağı üzerinde olup, Doğu Karadeniz Dağları'nın güney kesiminde yer almaktadır. Bayburt ili tektonik konumu ve genel jeolojisi yönünden pek çok araştırmacı (Ketin, 1950, 1951; İlker, 1965; Tokel, 1972; Ağar, 1975; Burşuk, 1975; Norman, 1976; Özer, 1984; Musaoğlu, 1987; Akdeniz, 1988; Keskin vd. 1990, 1991; Gürsoy vd. 1993; Yılmaz, 1993; Okay vd. 1997; Yılmaz, 2002; Arslan vd. 2005; Çakmak, 2013) tarafından incelenmiştir.

İnceleme alanı ve civarında bugüne kadar yapılan çalışmalar genel jeoloji ağırlıklı olup, Kılıçkaya Granitoyidi ile ilgili herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Bu nedenle, bu çalışmada Kılıçkaya Granitoyidi'nin petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

### **1.2.Coğrafik Bilgiler**

#### **1.2.1.Coğrafi Konum**

İnceleme alanı, 1/25.000 ölçekli Trabzon H44 a1-b1 ve G44 d3-d4 paftalarında, Bayburt ilinin 29 km kuzeydoğusunda Kılıçkaya ve yakın civarında,yaklaşık 20 km<sup>2</sup>'lik bir alandan oluşur (Şekil 1.1). Arazideki en büyük yerleşim merkezleri köylerdir. Başlıca mezzalar Kırtazor Yaylası ve Göloba Yaylası'ndan oluşur.

#### **1.2.2.Topoğrafya**

İnceleme alanında topografya oldukça sert olup, kuzeye doğru gidildikçe yükselti artmaktadır. Vadi tabanından hızla yükselen yamaçlar araziye oldukça sarp bir görünüm vermektedir. En önemli yükseltileri ise Komarlık Tepe (2800 m),Kureşkabanı Tepe (2468 m), Kale Tepe (2548 m) ve Akkaya Tepe (2424 m)'dir. İnceleme alanının en önemli

akarsuları Kale Deresi, Çayırbaşı Deresi, Yayla Deresi ve Bendazlı Deresi'dir. Ayrıca inceleme alanında Gölöba Gölü'nde bulunmaktadır.



Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası



### **1.2.3.İklim ve Bitki Örtüsü**

Kılıçkaya yöresinde, Doğu Karadeniz iklimi ile Doğu Anadolu iklimi arasında, karasal özellikleri ağır basan bir geçiş iklimi hüküm sürmektedir. Yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk ve yağışlı geçmektedir.

İnceleme alanı bitki örtüsü açısından çeşitlilik göstermesine rağmen, zengin değildir. Bitki örtüsü olarak yükseltinin fazla olmadığı kesimlerde çayırlıklar ve ormanlıklar gözlenmektedir. Ağaç türü olarak kavak ve meşe bulunmaktadır.

Yöre halkının geçim kaynağı esas olarak hayvancılık ve arıcılıktır. Bunların yanı sıra mısır, patates ve fasulye gibi sebzelerden de gelir elde edilmektedir.

### **1.2.4.Ulaşım ve Yerleşim**

İnceleme alanına ulaşım dar bir asfalt yol olan Bayburt - Çaykara karayoluyla sağlanmaktadır (Şekil 1.1). Çalışma alanının Bayburt iline en yakın yeri Kızılkaya Köyü olup 28 km uzaklıktadır. İnceleme alanında en büyük yerleşim yerleri köy merkezleri ve mezralardan oluşturmaktadır.

### **1.3.Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Genel Jeolojisi**

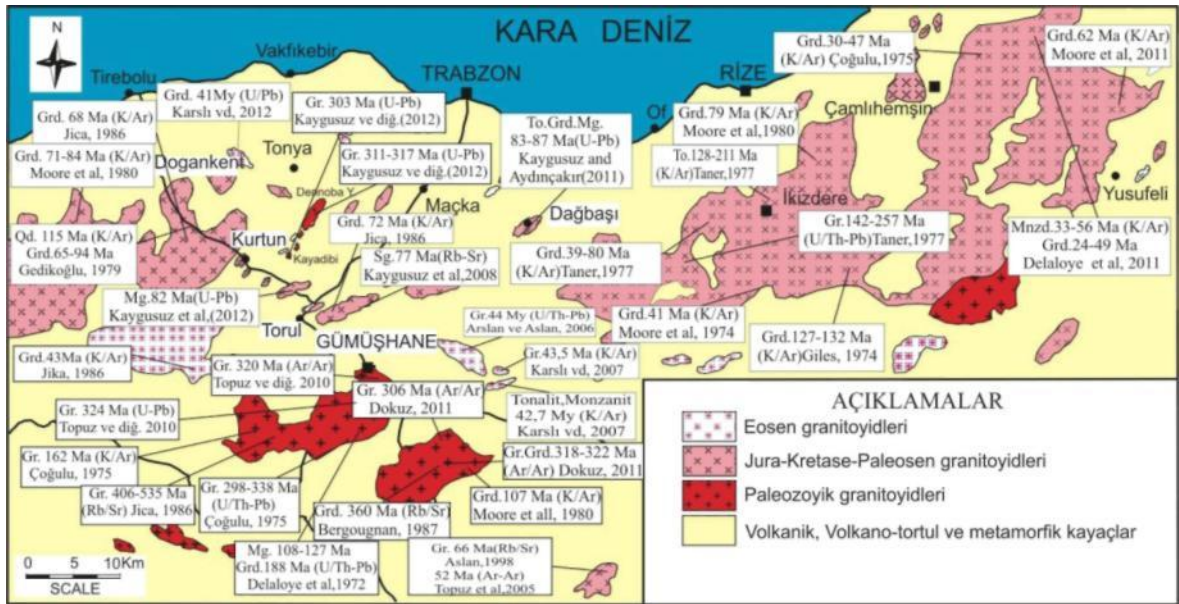
Çalışma alanını da içine alan Doğu Karadeniz Dağlarına tektonik bir birim olarak "Pontid" ismi ilk kez Hamilton (1842) tarafından verilmiştir. Ketin (1966) tektonik üniteleri kuzeyden güneye doğru Pontidler (Karadeniz Dağları), Anatolidler, Toridler ve Kenar Kıvrımları Kuşağı olarak dört ana tektonik birliğe ayırmıştır. Bu tektonik birliklerin Ketin ve Canitez (1972) yeniden düzenleyerek, Karadeniz Dağlarını (Pontidler) 'Doğu Karadeniz-Doğu Pontid' ve 'Batı Karadeniz-Batı Pontid' olmak üzere ikiye ayırmışlardır. Doğu Karadeniz Bölümü'nde Geç Kretase yaşlı kayalar, kuzey ve güney bölgelerinde farklılıklar gösterdikleri için güney ve kuzey bölümlere ayrılmıştır (Akın,1978; Gedikoğlu vd., 1979; Özsayar vd., 1981). Bektaş (1986) Doğu Karadeniz magmatik yayını farklı magmatik, tektonik ve sedimantolojik evrim aşamalarına göre kuzeyden güneye doğru kuzey zon, güney zon ve eksen zonu olmak üzere üç alt birliğe ayırmıştır.

Doğu Pontidlerde temel kayaları metamorfik kayalar ve Paleozoyik yaşlı granitlerden oluşur. Bu kayalar, Doğu Pontid magmatik yayının güneyinde Demirözü

(Pulur Masifi), Ağvanis (Ağvanis Masifi), Tokat-Amasya (Tokat Masifi), Gümüşhane (Gümüşhane-Köse Granitleri ve Kurtoğlu Metamorfitleri) ve Yusufeli (Karadağ Metamorfitleri) bölgelerinde, yayın kuzeyinde ise Dereli (Giresun), Tonya güneyi (Derinoba, Kayadibi, Şahmetlik ve Kızılağaç), Maçka güneyi (Soğuksu ve Meryemana) ve Özdil yöresinde yüzeyleme verirler. Temeli oluşturan metamorfik kayalar, Liyas öncesinde Paleozoyik yaşlı granitoidik kayalar tarafından kesilmişlerdir (Çoğulu, 1975). Granitoidik kayalar büyük kütleler halinde Gümüşhane bölgesinde ve Gümüşhane-Köse arasında (Tokel, 1972; Çoğulu, 1975; Yılmaz, 1976; Özdoğan, 1992; Topuz ve diğ. 2010; Dokuz, 2011), küçük mostralarda halinde Giresun güneyinde (Schultze-Wetstrum, 1961), Tonya güneyinde (Kaygusuz ve diğ. 2012, 2013), Özdil yöresinde (Kaygusuz ve diğ. 2013), Maçka yöresinde (Kaygusuz ve diğ. 2013) gözlenirler. Ayrıca Artvin civarında küçük yüzeylemeler halinde Paleozoyik yaşlı kayalar da mevcuttur. Liyas yaşlı volkanotortul kayalar, Gümüşhane bölgesinde Paleozoyik yaşlı Gümüşhane Plütunu üzerine aşınma uyumsuzluğu ile gelirler ve konglomera, kumtaşı, kalker, marn ve volkanitlerden oluşurlar. Schultz-Westrum (1961) Giresun-Aksu civarında Liyas'tan başlayarak Alt Kretase sonuna kadar devam eden bazik volkanizmayı "Alt Bazik Seri" olarak isimlendirmişlerdir. Malm-Alt Kretase yaşlı Berdiga kireçtaşları, Liyas yaşlı volkanik kayalar üzerine uyumlu olarak gelirler. Doğu Pontid Güney Zonun'da sürekli görülmesine rağmen, Kuzey Zon'da kesikli olarak ve mercekler halinde bulunurlar.

Plütonik kayalar Permo Karbonifer'den Eosen sonuna kadar geniş bir yaş aralığına sahiptirler. Bu kayalar başlıca gabrodan granit kadar değişen türdeki bazik ve asidik bileşimli kayalardan oluşurlar. Bu granitik kayalar Paleozoyik, Kretase ve Eosen olmak üzere başlıca 3 zaman periyodunda sokulum yapmışlardır (Şekil 1.2). Paleozoyik yaşlı Gümüşhane Granitoidi metamorfik kayaları keserek yerleşmiştir (Yılmaz, 1972; Çoğulu, 1975; Topuz, 2010). Jura-Kretase-Paleosen granitoidleri yitimle ilişkili volkanik ve/veya volkanoklastik kayalarla dokanak ilişkisindedir (Jica, 1985; Gedik ve diğ., 1992; Köprübaşı, 1993, Yılmaz ve Boztuğ, 1996; Güngör ve diğ., 1997; Köprübaşı ve diğ., 2000; Kaygusuz, 2000; Boztuğ ve diğ., 2002; Şahin ve diğ., 2004; Kaygusuz ve diğ. 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013; Kaygusuz ve Aydınçakır, 2009, 2011; Sipahi, 2011; Kaygusuz ve Şen, 2011). Daha az sayıdaki Eosen ve sonrası granitler ise dar alanlarda tüm serileri kesmiş olarak görülürler (Gedik ve diğ., 1992; Yılmaz ve Boztuğ, 1996; Aslan ve diğ., 1999; Boztuğ ve diğ., 2002; Topuz ve diğ., 2002; Karşlı ve diğ. 2007; Karşlı ve diğ. 2011; Çakmak, 2013).

Doğu Pontid Kuzey Zonu'nda Üst Kretase'nin tabanı tartışmalıdır. Schultz-Westrum (1961)'a göre Alt Kretase'de başlayan "Alt Bazik Seri" Üst Kretase'nin başında devam etmekte, Üst Kretase de "Alt Bazik Seri" ye "Hippuritli kalkerler" ve "tüffitik kalker-marn serisi" eşlik etmekte, bunun üzerinde dasit ve piroklastları ile İnoceramus'lu kırmızı kalkerler yer almakta ve bunların üzerine de bazik volkanikler gelmektedir. Bu bazik volkanik kayalar kısmen Eosen'de de devam ederek "Üst Bazik Seri"yi oluşturmuşlardır. Doğu Pontid Güney Zonu'nda Üst Kretase, Berdiga Formasyonu üzerine açılal uyumsuzlukla gelen kumlu kireçtaşları ile başlamakta, bu birimi şarap kırmızısı renkli kırmızı kireçtaşları uyumlu olarak üstlemektedir. Volcano-Tortul Seri'den oluşan birim kırmızı kireçtaşları üzerine uyumlu olarak gelmektedir (Tokel, 1972; Eren, 1983).



Şekil 1.2. Doğu Pontidlerdeki Paleozoyik, Jura-Kretase-Paleosen ve Eosen Plütönlüğün konumları ve bu Plütönlüklere yapılmış izotop yaşları (Kaygusuz ve diğ., 2008'den değiştirilerek).

Üst Kretase-Paleosen geçişi Doğu Pontidler'de yer yer gözlenmektedir. Tirebolu'nun güneydoğusunda Üst Kretase kalkerlerinin devamı olarak Paleosen yaşlı kayalar yer almaktadır (Şarman, 1975). Hopa-Cankurtaran yöresinde volkano-tortul seri, Üst Kretase'den Eosen'e kesintisiz geçmektedir (Özsayar ve diğ., 1981). Kale (Gümüşhane) yöresinde Üst Kretase yaşlı filişle başlayan istif, uyumsuz olarak konglomera ve mikritik kireçtaşlarından oluşan Paleosen yaşlı Kale Formasyonu'na geçmekte ve Eosen yaşlı Kabaköy Formasyonu ile örtülmektedir (Aliyazıcıoğlu,

1999).Eosen Pontid'lerde genellikle Kretase ve Paleosen yaşı birimler üzerine taban konglomerası ile gelmekte ve bunları andezitik ve piroklastlar ile filiş çökellerinden oluşan seriler üstlemektedir. Gedikoğlu (1970), Çambaşı ve Gököy yörelerinde Eosenin taban konglomerası ile başladığını belirtmiştir.Oligosen, Trabzon, Ünye ve Fatsa yörelerindeki sahil kesimlerinde görülmektedir (Schultz-Westrum, 1961; Özsayar, 1971). Neojene ait tortullar Trabzon-Akçaabat ve Rize-Pazar sahillerine yakın yerlerde mevcuttur (Yalçınlar, 1952; Özsayar, 1971). Kuvaterner yaşı oluşuklar traverten ve alüvyonlardan oluşmaktadır.

#### **1.4.Önceki Çalışmalar**

İnceleme alanı ve civarında yapılan çalışmalar genel jeoloji ağırlıklı olup, jeokimyasal amaçlı çalışmalar sınırlıdır. Bölgede yapılan genel jeoloji çalışmaları aşağıda özetlenmiştir;

Ketin (1950, 1951), Bayburt yöresinde yapmış olduğu çalışmada, bölgedeki temel kayaların metamorfik serilerden oluştuğunu, bu birimler üzerine Liyas yaşı birimlerin uyumsuz olarak geldiğini ve bunun Malm yaşı birimle örtüldüğünü, bu birimin üzerine gelen Erken Kretase yaşı birimlerin de Berriasiyen-Albiyen yaşında olduğunu saptamıştır. Orta Kretase yaşı olan ofiyolitik serinin üzerinde transgresif olarak Geç Kretase yaşı rudistli resifal kalkerlerin yer aldığını, Eosenin filiş fasiyesinde geliştiğini ve Erken-Orta Eosen (Lütesiyen-Auversiyen) yaşında olduğunu belirtmiştir.

İlker (1965), Bayburt bölgesinde yapmış olduğu çalışmada Jura-Kretase kalkerlerinin üzerine uyumsuz olarak sarımsı-gri renkli, detritik kalkerler geldiğini, *Nummulites*'li Alt ve Orta Eoseni temsil eden kalkerler üzerine kumtaşı-marn-konglomera, tuf ve spilitler ile killi kısımların geldiğini ve serinin kalkerlerle son bulunduğunu belirtmiştir.

Ağar (1975), Demirözü (Bayburt) ve Köse (Kelkit) yöresinde yaptığı çalışmasında, temelde bulunan Dolama Gnaysının üzerine açısız uyumsuzlukla Üst Karbonifer yaşı Çatalçeşme Formasyonu'nun geldiğini belirtmiştir. Triyas yaşı Karakaya Formasyonu, Alt Sinemuriyen yaşı Çaltepe Kireçtaşı, Üst Sinemuriyen yaşı Hamurkesen Formasyonu, Kimmericiyen-Berriyasiyen yaşı Hozbirikyayla Formasyonu, Alt Eosen yaşı Sıraşlar Formasyonu ve orta Eosenyaşı Kızılyar Formasyonu'nu adlandırmış, Pliyosen yaşı Karaçayır Formasyonu ile istifin son bulunduğunu belirtmiştir.

Burşuk (1975), Bayburt yöresinde yapmış olduğu doktora çalışmasında, Mesozoyik yaşlı birimlerin Liyas, Dogger, Malm, Erken ve Geç Kretase yaşlı birimlerle; Senozoyik'in ise Eosen ile temsil edildiğini, pelmikrit ve biyomikritlerle temsil edilen Eosen'in transgresif olduğunu belirtmiştir.

Norman (1976), Bayburt yöresinde yaptığı çalışmasında miltaşlarından aldığı örneklerdeki *Nummulites*, *Assilina* türlerine göre istifin yaşının İpresiyen-Erken Lütesiyen olduğunu belirtmiştir.

Özer (1984), Bayburt yöresinde yapmış olduğu çalışmasında, Tekçamtepe Formasyonu olarak tanımladığı birimin tabanda kumlu, spartik kireçtaşlarıyla yanal geçişli polijenik heterojen taban konglomerasından, üstünde bej renkli, kumlu, spartik kireçtaşlarından, onun üstünde de kumtaşı, marn, kireçtaşı, tuf ve tufit ardalanmasından oluştuğunu belirtmiştir. Yazar birimin yaşını içerdiği faunaya göre İpresiyen-Lütesiyen olarak saptamıştır.

Musaoğlu (1987), Gümüşhane ve Bayburt yörelerinde yaptığı çalışmaya ait MTA raporunda, Pulur metamorfitlelerinin düşük dereceli metamorfik kayalardan oluştuğunu belirtmiştir. Hozbirikyayla Formasyonu'nun Malm-Erken Kretase yaşlı olmadığını, Senomaniyen (Geç Kretase) yaşında olduğunu, Paleozoik yaşlı olarak gösterilen granitik kayaların geç Kretase ve sonrası oluştuğunu, çalışma alanında Liyas'da başlayan çökellerin Turoniyen'e kadar kesintisiz devam ettiğini belirtmiştir. Eosen tortulları içinde bulunan Danişment volkano-tortul üyesinin yaşını, İpresiyen-Lütesiyen yaşı verilen *Nummulites*'li kireçtaşları (Ketin 1950) üzerine geldiğinden dolayı Orta-Geç Eosen olarak kabul etmiştir.

Akdeniz (1988), Bayburt yöresindeki çalışmasında Sırataşlar Formasyonu (Ağar 1975) olarak adlandırılan ve İpresiyen-Lütesiyen yaşı verilen Formasyonun, Eosen öncesi çökeller üzerinde transgresif olarak yer aldığı belirtilmiştir. Bu çökellerin litofasiyes, yapı ve dokularının güneyde Maden-Karakulak arasında ve kuzeyde Kitre dolayında gözlenen diğer Eosen çökellerinden farklı olduğunu belirtmiştir.

Keskin ve diğ. (1990), Bayburt yöresinde yaptıkları çalışmalarında Bayburt batısında dar bir sahada yüzeylenen Paleosen yaşlı Tepetarla Formasyonu'nu tanımlamışlar ve Erken-Orta Paleosen yaşını vermişlerdir. Eosen'deki Sığırcı Formasyonu'nun Lütesiyen yaşlı olduğunu ve Sırataşlar Formasyonu'nun Erken-Orta Eosen (Lütesiyen) yaşında olduğunu belirtmişlerdir. Yazyurdu Formasyonu'nun andezit, aglomera, tuf, dasitik tuf, dasit ve volkano tortullarla ardalanmalı kumtaşı, silttaşı, marn seviyeleri ile kumlu

kireçtaşı ve fosilli kireçtaşından oluştuğunu, üst kesimlerde bantlar şeklinde bulunan kireçtaşlarının (Nişantaşı üyesi) yaşını Erken-Orta Eosen (Geç Lütésiyen) olarak belirtmişlerdir.

Keskin ve diğ. (1991), Gümüşhane ve Bayburt yörelerinde yapmış oldukları çalışmalarında; Eosen'de Sırataşlar Formasyonu'nun yaşını Erken-Orta Eosen (İpresiyen-Lütésiyen) olarak saptamışlardır. Kızılyar Formasyonu (Ağar 1975)'nin altta bulunan Sırataşlar Formasyonu üzerinde uyumlu olduğunu belirtmişlerdir. Kızılburun Kireçtaşı Üyesini Kızılyar Formasyonu içinde merccek şeklinde görüldüğünü ve Kızılyar Formasyonu'nun yaşının Lütésiyen olduğunu belirtmişlerdir.

Gürsoy ve diğ. (1993), Kelkit (Gümüşhane) ve çevresinde yaptıkları çalışmalarda Eosende Tütenli Sedimanter Karışığı, Gümüşgözdere Formasyonu, Özen Formasyonu, Sırataştepe Formasyonu, Kızılca Formasyonu ve Azizbaba Volkanitlerini tanımlamışlardır.

Yılmaz (1993), Doğu Pontid Güney Zonu'nundayaptığı çalışmasında, yörede kalın istif ve yaygın yüzeylemeler sunan çökel kayaçların farklı fasiyes koşullarında biriktiğini, bu oluşumun Liyas sürecindeki riftleşme, Dogger-Kretase ve Erken Eosen transgresyonları ile geliştiğini ve istiflerin son şeklini Geç Kretase ve Miyosen'de gelişen orojenik hareketlerle kazandığını belirtmiştir.

Okay ve diğ. (1997), Bayburt bölgesinde yaptıkları çalışmalarında Alt Eosen tektoniği sonrası oluşmuş kayaçları, kireçtaşı, kumtaşı ve konglomeradan oluşan Eosen yaşta Sırataşlar Formasyonu olarak isimlendirmişlerdir. Doğu Pontid'lerde Orta Eosen kayalarının genellikle tektonizma sonrası çökeldiğini ve daha yaşlı kayaları uyumsuzlukla örttüğünü belirtmişlerdir.

Yılmaz (2002), Gümüşhane ve Bayburt yörelerindeki çalışmasında Alibaba Formasyonu'nun geniş yayılıma sahip olduğunu, Kermutdere Formasyonu üzerine uyumsuz olarak geldiğini, derin erozyona uğramış bölgelerde ise Liyas yaşlı Zimonköy Formasyonu üzerine aşınmalı uyumsuzlukla geldiğini belirtmişlerdir. Birimin yaşının içerdiği *Nummulites*'lere dayanarak Eosen olduğunu ve birimin küçük çökeltme ortamlarında, yoğun bir volkanik etkinliğin de eşlik etmesiyle sığ denizel ve karasal ortamlarda birikmiş olduğunu belirtmişlerdir.

Arslan ve diğ. (2005), Bayburt yöresinde yapmış oldukları çalışmada Eosen yaşlı birimlerin uyumsuz olarak Liyas-Dogger yaşlı volkanoklastikler ve Malm-Alt Kretase yaşlı resifal karbonatlar üzerine geldiğini ve Tekçam Tepe Formasyonu olarak tanımlanan

Eosen istifinin *Nummulites*'li kireçtaşları ile başlayıp kiltası ve marnla devam ederek birimin dereceli olarak tüflere geçiş gösterdiğini belirtmişlerdir.

Mercan (2009) yapmış olduğu Yüksek Lisans Tezinde, tabanda Devoniyen-Karbonifer yaşlı Akşar Graniti'nin bulunduğunu, Liyas yaşlı Hamurkesen Formasyonu'nun Akşar Graniti üzerine uyumsuz olarak geldiğini; Dogger-Malm-Alt Kretase yaşlı Hozbirikyayla Formasyonu'nun Hamurkesen Formasyonu üzerine uyumlu olarak geldiğini; Eosen yaşlı Sırataşlar Formasyonu'nun, Hozbirikyayla Formasyonu üzerine uyumsuz olarak geldiğini ve İprasiyen-Lütesiye yaşlı Yazyurdu Formasyonu'nun Sırataşlar Formasyonu üzerinde uyumsuzlukla bulunduğunu belirtmiştir. Granodiyorit, kuvars diyorit ve kuvars monzodiyorit'ten oluşan Rize Granitlerinin ise Yazyurdu Formasyonu'nu kestiğini belirtmiştir.

Danacı (2009) yapmış olduğu Yüksek Lisans Tezinde, Yazyurdu Formasyonu'nun tuf, tüfit, marn, kumtaşı aralanmasından oluştuğunu, tabanda Dogger-Malm-Alt Kretase yaşlı Hozbirikyayla Formasyonu'nun üzerine açısız uyumsuzlukla geldiği belirtilmiştir.

Bölgede Eosen yaşlı granitik kayalar üzerinde yapılan çalışmalar ise aşağıda özetlenmiştir:

Karslı (2002), yapmış olduğu Doktora Tezinde Dölek ve Sarıçiçek Pülütonları'nın  $42.7 \pm 2.2$  ila  $44.1 \pm 1.1$  milyon yıl (K-Ar yöntemi) yaşlı olduklarını belirlemiştir. Ayrıca Pülütonları oluşturan kayaların I-tipinde olduğunu ve genellikle kalk-alkalin bileşimden yüksek K'lu kalk-alkalin bileşime doğru değişim gösterdiklerini belirtmiştir.

Topuz ve diğ. (2005), Saraycık Granitoyidi'nde yapmış olduğu çalışmada granitoyidin yaşının 52 milyon yıl (Ar-Ar yöntemi) olduğunu ve adakitlere benzer özellik gösterdiğini belirtmiştir.

Arslan ve Aslan (2006), Dölek Granodiyoriti'nin yaşını  $44.0 \pm 0.2$  milyon yıl (U-Pb yöntemi) olarak bulmuşlardır.

Karslı ve diğ. (2007), Dölek ve Sarıçiçek Pülütonları'nın kökeninde litosferik manto ve alt kıtasal kabuk karışımının olduğunu belirtmişlerdir.

Eyüboğlu (2011), Aydıntepe (Bayburt) Graniti'nin  $42.06 \pm 0.67$  milyon yıl (U-Pb yöntemi), Saraycık (Pulur) Granodioriti'nin  $55.21 \pm 0.45$  milyon yıl (U-Pb yöntemi) ve Sarıhan (Pulur) Granitinin de  $53.03 \pm 0.77$  milyon yıl (U-Pb yöntemi) yaşında olduklarını belirtmiştir.

Karslı (2012), Sıdacağı Pülütunu'nun  $41.55 \pm 0.31$  milyon yıl (U-Pb yöntemi) yaşında olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Pülütunda yüzeyleyen kayaçların I-tipi özellikte olduğunu ve şoşonitik seride yer aldıklarını belirtmiştir.

Çakmak (2013), yapmış olduğu Yüksek Lisans çalışmasında, Eosen yaşlı Pelitli Granitoyidi'nin genel olarak I-tipi, düşük-yüksek K'lu kalk-alkali ve genellikle metalümin az oranda da peralümin karakterli olduğunu belirtmiştir. Ana ve iz elementlerde gözlenen değişimlerden, granitoyidin gelişiminde plajiyoklas, piroksen, hornblend ve Fe-Ti oksit fraksiyonlaşmasının etkili olduğunu ifade etmiştir.



## **2. YAPILANÇALIŞMALAR**

### **2.1.Amaç ve Yöntemler**

Bu çalışmanın amacını, Kılıçkaya ve çevresinde yüzeylenen granitik kayaçların petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özelliklerinin incelenmesi oluşturmaktadır.

Yürütülen bu çalışma, kaynak taraması, arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilmiştir.

#### **2.1.1.Arazi Çalışmaları**

Arazi çalışmaları ile bölgede yüzeylenen birimlerin tanınması, dokanak ilişkilerinin ve yapısal unsurların belirlenmesisağlanmıştır. İnceleme alanında yüzeylenen birimler önceden yapılan çalışmalar da dikkate alınarak kontrol edilmiş, Kılıçkaya Granitoyidi ile Eosen yaşlı volkanitlerin sınırları ve stratigrafisi belirlenmiş ve gerekli düzeltmeler yapılarak yaklaşık 20 km<sup>2</sup> lik bir alanın jeolojik haritası hazırlanmıştır. Çalışmanın amacına uygun olarak granitik kayaçlardan ve yan kayaçlardan sistematik örnekler alınarak, Kılıçkaya Granitoyidi'nden yaklaşık 30 örnek, volkanik kayaçlardan ise yaklaşık 10 örnek toplanmıştır.

#### **2.1.2.Laboratuvar Çalışmaları**

##### **2.1.2.1.İnce Kesitlerin Hazırlanması**

İnceleme alanından derlenen kayaç örneklerinin mineralojik ve petrografik özelliklerinin belirlenmesine yönelik, Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait 30, Kılıçkaya Granitoyidi içindeki anklavlara ait 5, volkanik kayaçlara ait 10 olmak üzere toplam 45 adet örneğin ince kesitleri hazırlanmıştır. Bunun için kayaçlardan alınan 0.5x2x4 cm boyutunda plakacıklar, bir yüzeylerinin pürüzlülükleri giderildikten sonra 1mm kalınlığındaki 2.5x5 cm boyutundaki cam üzerine kanada balzamu kullanılarak yapıştırılmıştır. Cam üzerine yapışmış olan kayaç, aşındırıcılar yardımıyla 0,025 mm kalınlığına kadar

inceltirilerek petrografik tayin için hazır hale getirilmiştir. İnce kesit örnekleri Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit laboratuvarında yapılmıştır.

### **2.1.2.2. Petrografik İncelemeler ve Mikro Fotoğrafların Çekimi**

Kılıçkaya Granitoidi'ne ait 15 adet (anklavlar dahil) ince kesit örneğinin modal analizleri yapılmıştır. Modal analizler Swift model F marka nokta sayıcı ile yapılmıştır.

Tane büyüklüğüne göre, tane boyutu 0.5-0.8 mm arasında olan örneklerde 1000-1300 nokta; tane boyutu 1.0-1.5 mm olan örneklerde ise 1300-1700 nokta sayılmıştır. Sayımı yapılan örneklerde sayım hatası;

$$s = \sqrt{V_i (100 - V_i) / n}$$

formülüyle hesaplanmış ve 3 adet örneğin sayımı tekrar yapılmıştır.

Granitik ve volkanik kayalara ait yaklaşık 30 adet ince kesit Leica marka Polarizan Mikroskop yardımıyla incelenmiştir.

Seçilen örneklerin mikroskop görüntüleri GMF Jeoloji Mühendisliği Araştırma Mikroskobu Odası'nda Leica marka Polarize Mikroskoba bağlı aynı marka düzenekte bulunan Fotoğraf Ünitesi ile çekilmiştir.

### **2.1.2.3. Örneklerin Kimyasal Analiz İçin Hazırlanması**

Ana, iz ve nadir toprak element analizleri için mikroskop incelemeleri sonucunda ayrışmamış örnekler seçilmiş ve örnekler GMF Jeoloji Mühendisliği Bölümü Örnek Hazırlama Laboratuvarı'nda hazırlanmıştır.

Kimyasal analizler için seçilen, her biri yaklaşık 250-300 gr'lık kayaç örnekleri çeneli kırıcıda 1-2 cm boyutuna indirildikten sonra, halkalı öğütücülerde 200 mesh boyutuna kadar öğütülmüş ve çeyrekleme yöntemi uygulanarak, yaklaşık 30 gr'lık toz örnekleri, kimyasal analizlerde kullanılmak üzere hazırlanmıştır.

#### **2.1.2.4.Kimyasal Analizler**

Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait 18 adet örneğin ana, iz ve nadir toprak element analizleri yapılmıştır.

Ana, iz ve nadir toprak element analizleri Kanada da ACME Analiz Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Ana ve iz elementler ICP yöntemiyle, nadir toprak elementler ise ICP-MS yöntemi ile analiz edilmiştir. Ana ve iz element analizleri için 0,2 gr toz örnek 1,5 gr LiBO<sub>2</sub> ile karıştırılarak, % 5 HNO<sub>3</sub> içeren bir sıvı içinde çözündürülmesinden itibaren analiz edilirken; nadir toprak element analizleri, 0,250 gr toz örneğin dört farklı asit içinde çözündürülmesi ile yapılmıştır. Ana elementler % ağırlık, iz elementler ve nadir toprak elementler ppm olarak ölçülmüştür. Ateşte kayıp (LOI), örnekler 1000 °C'de yakıldıktan sonra ağırlık farkından hesaplanmıştır. Toplam Fe içeriği, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> cinsinden ifade edilmiştir. Dedeksiyon limitleri, ana oksitler için % ağırlık olarak 0.002 ilâ 0.04, iz elementler için 0.1 ilâ 8 ppm ve NTE için 0.01 ilâ 0.3 ppm arasındadır.

#### **2.1.2.5.Nem Kaybı ve Ateşte Su Kaybı (LOI)**

XRF'de kimyasal analizleri yapılan örnekler için öğütülen örneklerden 10 gr alınarak 105°C deki etüvde 24 saat bekletilmiş ve daha sonra yeniden tartılmıştır. Aradaki fark nem kaybı olarak bulunmuştur.

Ateşte su kaybı için yine 10 gr halinde hazırlanan örnekler 24 saat 25°C de bekletildikten sonra platin kaplara konularak 950°C deki etüvde 2 saat bekletilmiştir. 2 saat sonra örnekler tek tek alınarak tartılmış ve aradaki yüzde oranı ile ateşte su kaybı tespit edilmiştir. Örnekler, etüvden çıkarılır çıkarılmaz tartılarak az nem alması sağlanmıştır.

#### **2.1.2.6.Mineral Kimyası**

3 adet plütonik kayaç ve 1 adet MMA örneğinin mineral kimyası analizleri New Mexico Tech Üniversitesi (New Mexico, Amerika)'deki Jeoloji ve Mineral Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

Örnekler CAMECA-SX-100 marka bir elektron mikroprob aleti ile analiz edilmiştir. Aletin çalışma şartları 15 kV voltaj ve 20 nA gerçekleştirilmiştir. Analizler 10 µm'lik bir ışın çapında yapılmış ve Si, Al, Ti, Fe, Mn, Mg, Ca, Na ve K elementleri için

sayılma zamanı 10 sn'olarak belirlenmiştir. 1 µm'lik bir nokta ışını amfibol, piroksen, epidot, Fe-Ti oksit ve zirkon analizleri için kullanılmıştır. Feldispat, mika ve klorit analizlerinde sodyum buharlaşması (Nielsen ve Sigurdsson, 1981) nedeniyle oluşacak kayıpları önlemek için çok hafif bir defokuslanmış (10 µm) ışın kullanılmıştır. Ölçümler sırasında kaersutit (UCB), diyopsit (UCB), ortoklas (UCB), albit (UCB), anortit (UCB), biyotit ve magnetit (UCB) standartları kullanılmıştır.

### **2.1.3.Büro Çalışmaları**

Arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen veriler, amaca yönelik olarak Grapher programı kullanılarak ikili, üçlü ve örümcek diyagramları; Corel Draw çizim programı kullanılarak bilgisayarda jeolojik harita, dikme kesit ve enine jeolojik kesitleri hazırlanmıştır. Tüm bunların sonunda, bu Yüksek Lisans Tezi hazırlanmıştır.

### **3. BULGULAR VE TARTIŞMA**

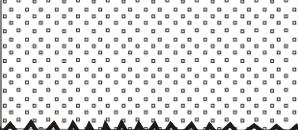
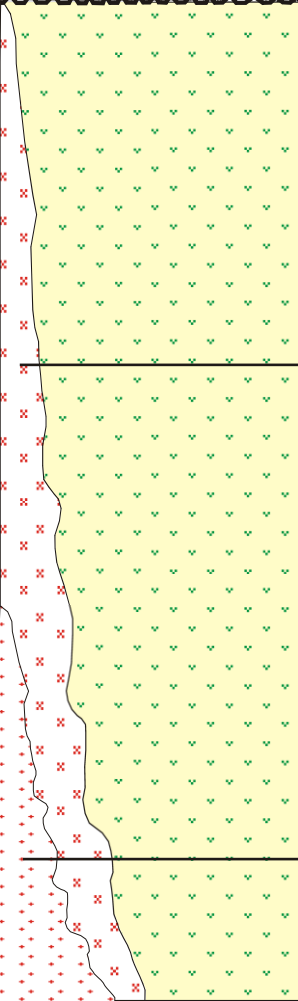
#### **3.1.İnceleme Alanının Stratigrafi ve Petrografisi**

İnceleme alanı Kılıçkaya Köyü ve yakın civarında, volkanik ve plütonik kayaçların egemen olduğu, yaklaşık 20 km<sup>2</sup>'lik bir alandan oluşur. Bu alanda yüzeylenen kayaçlar Tersiyer-Kuvaterner yaş aralığında gelişmişlerdir.

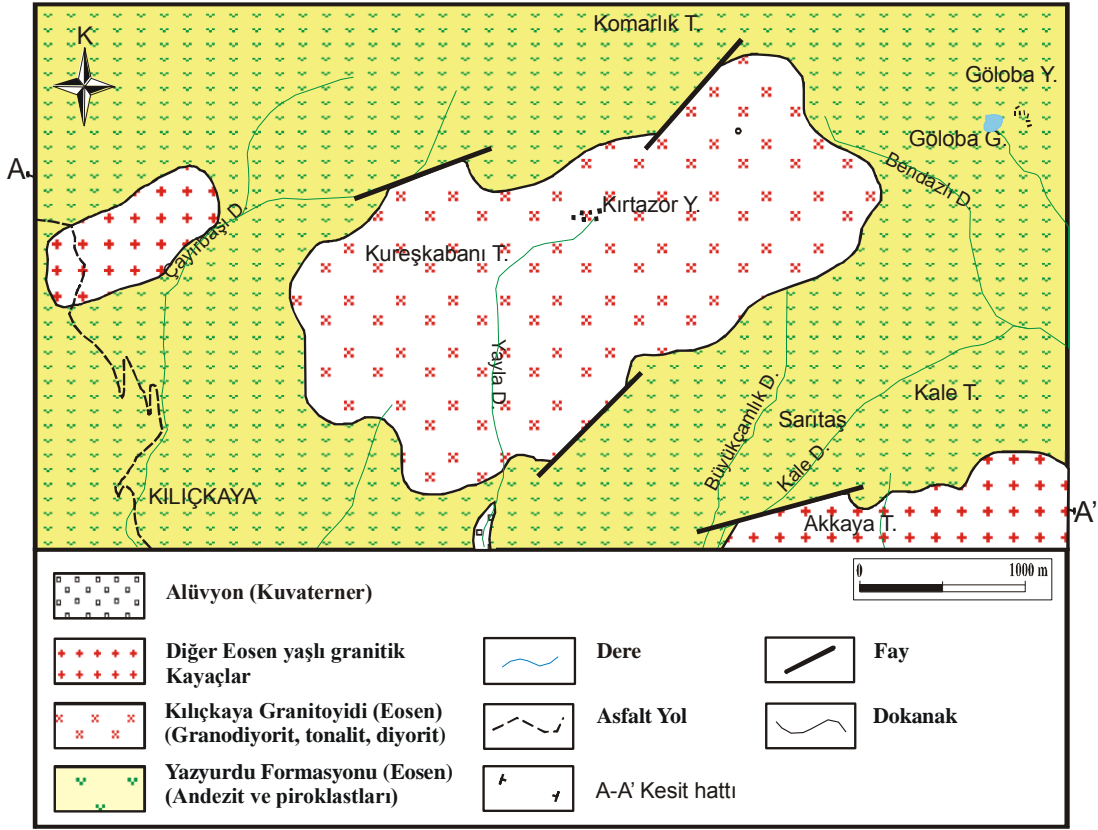
İnceleme alanında yüzeyleme veren kayaçların yaşlıdan gence doğru stratigrafik dizilimi ve litolojisi şu şekildedir (Şekil 3.1, 3.2 ve 3.3)

3. Alüvyon (Kuvaterner)
2. Kılıçkaya Granitoyidi (Eosen)
1. Yazyurdu Formasyonu (Eosen)

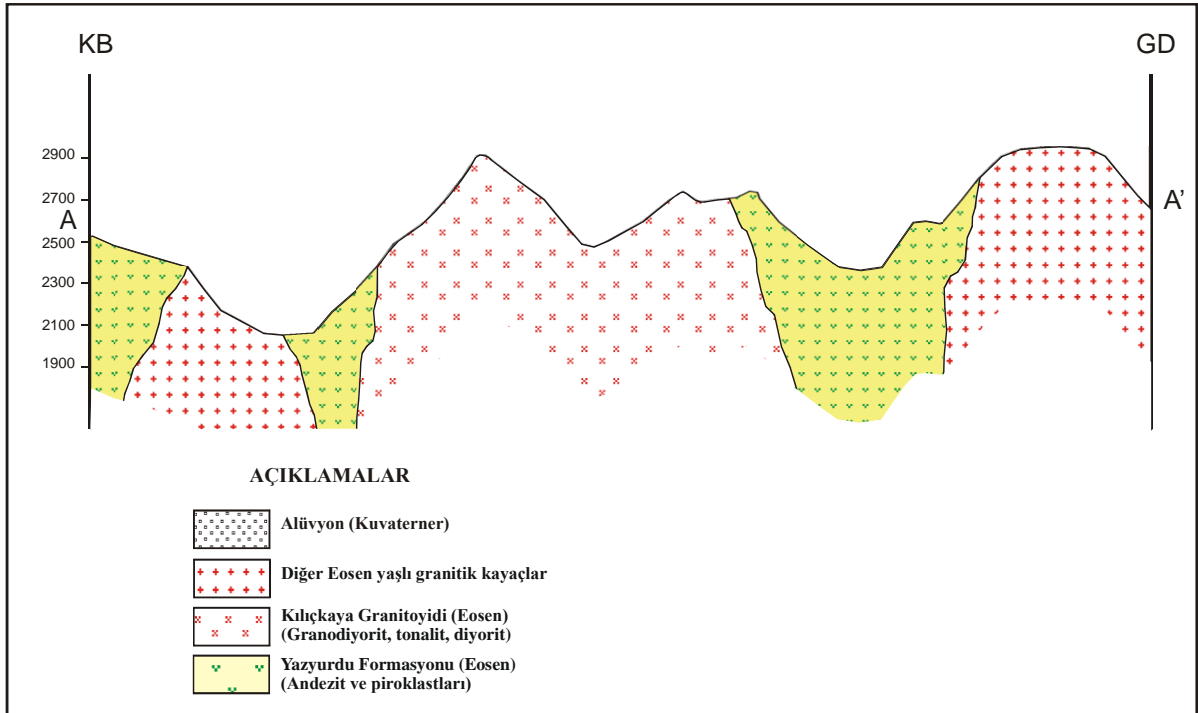
Çalışmanın amacında da belirtildiği gibi, Kılıçkaya Granitoyidi çalışmamızın temelini oluşturmaktadır. Bu nedenle “İnceleme Alanının Stratigrafi ve Petrografisi” nin yer aldığı bölümde Kılıçkaya Granitoyidi'nin stratigrafi ve genel özellikleri verilmiş, ayrıntılı olarak “Kılıçkaya Granitoyidi'nin Petrografisi ve Petrolojisi” başlığı altında sonraki bölümde incelenmiştir.

<b>SENOZOYİK</b>					<b>ÜST SİSTEM</b>	<b>AÇIKLAMALAR</b>
<b>TERSİYER</b>	<b>KUVA. SİSTEM</b>	<b>SERİ</b>	<b>KAT</b>	<b>KALINLIK(m)</b>	<b>LİTOLOJİ</b>	
<b>EOSEN</b>				<b>~ 3-10</b>		<b>ALÜVYON</b> (Çakıl, kum)  Uyumsuzluk
<b>İPRESİYEN-LÜTESİYEN</b>				<b>~ 800-1000</b>		<b>KILIÇKAYA GRANİTOYİDİ</b> (Granodiorit, tonalit, diyorit)  <b>YAZIURDU FORMASYONU</b> (Andezit ve piroklastları)  <b>DİĞER GRANİTİK KAYAÇLAR</b>
						<b>ÖLÇEKSİZDİR</b>

Şekil 3.1. İnceleme alanının stratigrafik kolon kesiti



Şekil 3.2. Kılıçkaya yöresinin jeolojik haritası



Şekil 3.3. Kılıçkaya yöresine ait enine jeolojik kesit

### 3.1.1.Yazyurdu Formasyonu

Birim adını en iyi mostra verdiği Yazyurdu Köyü'nden almaktadır. Andezit, dasit, aglomera, tuf ile kumtaşı, silttaşı, marn, kumlu kireçtaşı, fosilli kireçtaşlarından oluşan litolojilerle ara seviyeli olarak gelişen volkanik istiften oluşan birimi ilk olarak Keskin ve diğ., (1990) “Yazyurdu Formasyonu” olarak adlandırmıştır. Bu çalışmada da “Yazyurdu Formasyonu“ terimi kullanılmıştır.

İnceleme alanını büyük bir bölümünde yüzeyleme veren birim (Şekil 3.2), başlıca andezit ve bunların piroklastitlerinden oluşmaktadır.

Andezitler inceleme alanında Kılıçkaya, Kale Tepe, Göloba Yaylası ve Kamarlık Tepe civarlarında görülürler. Genellikle yeşilimsi gri, ayrılmış kesimlerde sarımsı gri ve kahverengi renkte olup, makroskobik olarak plajiyoklas ve hornblend mineralleri tanınabilmektedir.

Aglomeralar makroskobik olarak koyu gri, yeşil renkte olup, andezit çakılları bir matriks ile bağlanmışlardır. Andezit çakıllarının boyutları 5-45 cm arasında değişmekte olup, yuvarlak veya oval şekildedirler(Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Yazyurdu Formasyonu'na ait aglomeraların makroskobik görünümü (Yer: Kılıçkaya kuzeyi)

Tüfler genelde ayrılmış, gri, yeşil renkte ve boşluklu yapıdadır. Boşluklar yer yer ikincil kalsit ve kuvars mineralleri ile dolmuştur.

Çalışma alanında birimin tabanı görülmemektedir. Jeolojik kesitlerden yararlanarak birimin yaklaşık kalınlığı 900 m olarak hesaplanmıştır.



Bu birim inceleme alanında, yer yer Kılıçkaya Granitoyidi tarafından kesilmiş olup kısmen metamorfizmaya uğramıştır. Bundan dolayı granitoyide yakın kısımlarda bol miktarda epidotlaşma, kloritleşme ve silişleşme görülmektedir. Birim altere olduğu kısımlarda yer yer eksfoliasyon yapıları gözlenmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Yazıyurdu Formasyonu'na ait kayalarda gözlenen eksfoliasyon yapısı (Yer: Kılıçkaya kuzeyi)

Andezitlerin petrografik incelemesinde, porfirik, mikrolitik porfirik, kümülofirik ve camsı dokular gözlenmiştir. Açık renkli mineralleri plajiyoklas oluştururken, koyu renkli mineraller bolluk sırasına göre ojit, hornblend ve biyotitden oluşur.

Plajiyoklas: Öz ve yarı öz şekilli iri levhamsı prizmatik kristaller, hamurda da küçük kristaller halinde bulunur. İri kristaller hem albit, hem de polisentetik ikizlenme gösterirler. Plajiyoklaslar oligoklas bileşiminde olup anortit içerikleri % 22-26 arasında (010'a dik kesitlerde) değişmektedir. En yaygın bozuşma türleri serizitleşme, kalsitleşme ve epidotlaşmadır.

Ojit: Genellikle yarı öz şekilli ve öz şekilsiz küçük, bazı kesitlerde de iri kristaller halinde bulunurlar. Diğer ferromagnezyen minerallere oranla daha fazla bulunur. Kloritleşme ve kalsitleşme yaygın olarak izlenmiştir. (010) yüzeyine paralel kesitlerde maksimum sönme açıları 42-45 derece arasındadır.

Hornblend: İri, öz ve yarı öz şekilli prizmatik kristaller halinde, hamurda da küçük çubuğumsu kristaller halinde bulunur. (010) yüzeyine paralel kesitlerde maksimum sönme açıları yaklaşık 14-16 derecedir. Pleokroizma renkleri; z: kahverengimsi yeşil, y: yeşil, x: açık sarı yeşildir. Çoğunlukla kloritleşme ve kalsitleşme türünde ayrışma ürünleri gösterir.

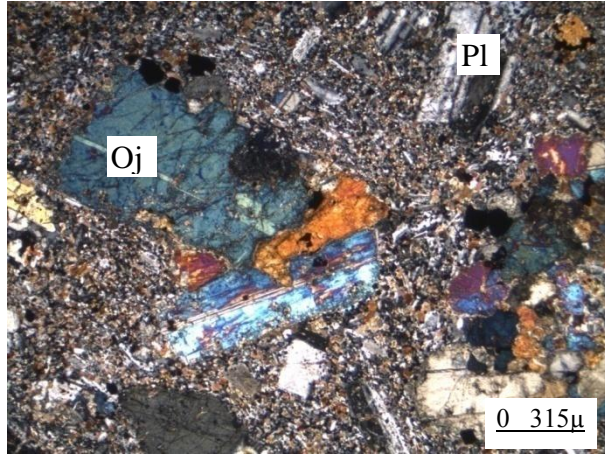
Biyotit: Genellikle öz ve yarı öz şekilli küçük prizmatik kristaller halindedir. (001) yüzeyine paralel dilinim belirgin ve bu dilinime göre dik sönmelidir. Dilinim ve kenarları boyunca klorit ve opak minerallere dönüşmüş olarak görülür.

Opak mineraller: İrili ufaklı düzensiz şekillerde ve genellikle mafik minerallerin etrafında bulunurlar.

İkincil mineraller: Ayrışma ürünü olarak serizitleşme, kloritleşme, silisleşme, kalsitleşme ve epidotlaşma yaygındır.

Hamur: Plajiyoklas, ojit, hornblend, biyotit ve opak minerallerin çok küçük kristallerinden oluşmaktadır.

Kayaç adı: Andezit (Şekil 3.6)



Şekil 3.6. Yazyurdu Formasyonu içindeki andezitlerde gözlenen mikrolitik porfirik doku (Ç.N., Pl: Plajiyoklas, Oj: Ojit)

Tüfler kristal ve litik-kristal tuf niteliğindedir (Şekil 3.7). Açık renkli mineralleri plajiyoklaslar, koyu renkli mineralleri ise bolluk sırasına göre ojit, hornblend ve biyotit oluşturur.

Plajiyoklas: İri kristaller, hamurda da küçük kristaller halinde bulunurlar. İri kristaller yarı öz şekilli ve öz şekilsiz olup, bazı mineraller polisentetik ikizlenme, bazı minerallerde albit ikizlenmesi görülür. Bazı minerallerin kenarları kırıklı ve parçalı yapıdadır. Yapılan cins tayininde (010'a dik kesit) cinsinin andezin ( $An_{34}$ ) olduğu belirlenmiştir. Kalsitleşme ve serizitleşme yaygındır.

Ojit: Yarı öz şekilli ve öz şekilsiz küçük kristaller, bazı kesitlerde de iri kristaller halinde bulunurlar. İri kristallerin kenarları parçalı ve kırıklı yapıdadır. Diğer

ferromagnezyen minerallere oranla daha fazla bulunurlar. Kloritleşme ve kalsitleşme yaygın olarak izlenmiştir. (010) yüzeyine paralel kesitlerde maksimum sönme açıları 43-45 derece arasındadır.

Hornblend: Yarı öz şekilli ve öz şekilsiz prizmatik kristaller, hamurda küçük kristaller halinde görülür. Tek nikolde açık yeşil-koyu yeşil pleokroizma belirgindir. Bazı minerallerde birbirleri ile  $56^{\circ}$  'lık açılar yapan dilinimler, bazılarında da tek yönde dilinimler belirgindir.

Klorit: Hamurda alterasyon ürünü ve boşluk dolgusu olarak bulunurlar. Tek nikolde açık yeşil renkte olup, çift kırıcılığı düşüktür.

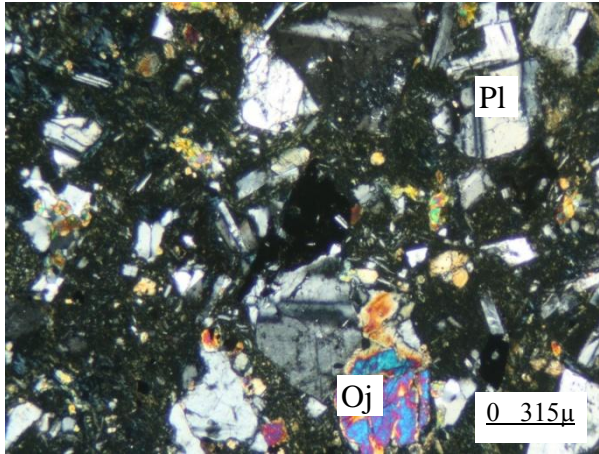
Kalsit: Çatlak ve boşluklarda ikincil olarak gözlenir. Tek nikolde röliyef pleokroizması belirgindir.

Opak mineraller: Genellikle düzensiz şekilli küçük taneler halindedir.

İkincil mineraller: Serizit, klorit, kalsit ve zeolit minerallerinden oluşur.

Kayaç parçası: Bazik karakterli kayaç parçacıkları içermektedir. Plajiyoklas mineralleri tanınmaktadır.

Kayaç Adı: Andezitik litik kristal tuf (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Yazıyurdu Formasyonu içindeki litik-kristal andezitik tüflere ait ince kesit fotoğrafı (Ç.N.: Pl: Plajiyoklas, Oj: Ojit, Kp: Kayaç Parçası)

### 3.1.1.1.Yaş

Bu birimden alınan örneklerde yaş verebilecek herhangi bir fosile rastlanılmamıştır.

Keskin ve diğ., (1990), inceleme alanının güneyinde, kireçtaşlarından almış oldukları örneklerde Nummulites fosilleri bulmuştur. Yazıyurdu Formasyonu altında ve

içerisinde ara seviye olarak yer alan kireçtaşı seviyelerden derlenen örneklerin tümünün paleontolojik incelemelerinden Alt-Orta Eosen yaşı bulunmuştur (Keskin ve diğ., 1990).

Önceki çalışmalar da dikkate alınarak bu birimin yaşı Alt-Orta Eosen olarak kabul edilmiştir.

### **3.1.2. Kılıçkaya Granitoyidi**

İnceleme alanında içinde yer aldığı Doğu Pontid Kuşağı'nda volkano-tortul istif içerisine sokulmuş intrüzif kayalar, çeşitli araştırmacılar (Çoğullu, 1970, Taner, 1977, Yılmaz, 1984, Keskin ve diğerleri, 1990) tarafından "Rize Plütunu" adı altında incelenmiştir. Güven (1993) ise, granitten gabroya kadar değişik litolojilerle temsil olunan bu intrüzif kayaları, intrüzyon yaşını baz almaksızın "Kaçkar Granitoyidleri" olarak adlandırmıştır. İnceleme alanında geniş yayılım sunan birim, en iyi gözlemlendiği Kılıçkaya Köyü'ne atfen ilk olarak tarafımızdan "Kılıçkaya Granitoyidi" olarak adlandırılmıştır.

Makroskobik olarak plajiyoklas, ortoklas, kuvars, hornblend ve biyotit mineralleri tanınabilmektedir.

#### **3.1.2.1. Yaş**

İnceleme alanında Kılıçkaya Granitoyidi Alt-Orta Eosen yaşlı Yazıyurdu Formasyonu'nu kesmiştir.

Kaygusuz ve Öztürk (2014) tarafından yapılan proje çalışması ile ilk olarak Kılıçkaya Granitoyidi'nin yaşı 46 milyon yıl (U-Pb zirkon) olarak bulunmuş olup, Eosen karşılık gelmektedir.

### **3.1.3. Alüvyon**

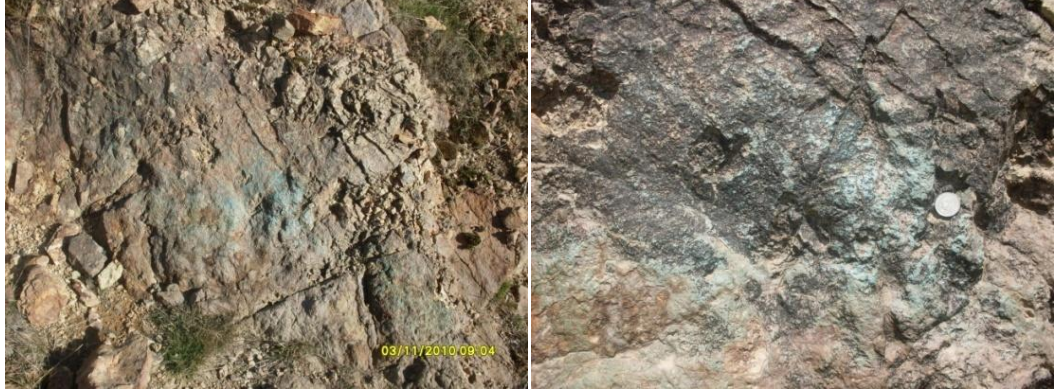
İnceleme alanında az oranda gözlenen alüvyonlar, çevre kayaların blok boyutundan kil boyutuna kadar değişen boyutlarda malzemelerini içerirler.

### 3.2.Kılıçkaya Granitoyidi'nin Petrografisi ve Petrolojisi

Bu bölümde, çalışma alanının büyük bir kısmında yüzeyleme veren ve çalışmanın ana konusunu oluşturan Kılıçkaya Granitoyidi'nin mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri incelenmiştir.

#### 3.2.1.Saha Gözlemleri

Kılıçkaya Granitoyidi, uzun eksenli kuzeydoğu-güneybatı istikametinde uzanım gösteren, elips şekilli yüzeylemeye sahip bir sokulumdan oluşur (Şekil 3.2). Kılıçkaya Granitoyidi yaklaşık 6 km<sup>2</sup> lik bir alanda yüzeyleme vermekte olup, 3-4 km uzunluğunda ve 1-2 km genişliğindedir. Kılıçkaya Granitoyidi, Trabzon H44 a1-b1 ve G44 d3-d4 paftalarında, Kılıçkaya Köyü'nün kuzeydoğusunda yer alır.Kılıçkaya Granitoyidi, Eosen yaşlı volkanitleri kesmiş olup, kireçtaşları ile olan dokanaklarında skarn zonları gelişmiştir (Şekil3.8). Granitoyidin andezitler ile dokanaklarında metaandezitler gelişmiştir.



Şekil 3.8. Kılıçkaya Granitoyidi ile yan kayaç dokanaklarında gözlenen malakit-azurit cevherleşmesi (Yer: Komarlık Tepe civarı)

Kılıçkaya Granitoyidi'nde soğuma çatlakları mevcuttur. Bazı kısımlarda çatlak sistemleri seyrek olarak gelişmiş ve iyi derecede bloklar vermişlerdir. Bazı mevkilerde, özellikle de yan kayaç dokanaklarında, çok çatlaklı ve kırıklı yapılar gelişmiş olup, kayalar iyi blok vermezler (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait çatlaklı yapılar (Yer: Kureşkabanı Tepe güneyi)

Kılıçkaya Granitoyidi genelde sağlam bir görünüme sahiptir. Arenalaşma az olarak Kılıçkaya Köyü kuzeyi ve Kırtazor Yayla batısında görülür. Arenalaşmış kesimlerde kayaç kolayca parçalanmakta olup, toprağımsı bir yapı kazanmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaçlarda gözlenen arenalaşma (Yer: Kırtazor Yayla kuzeyi)

Kılıçkaya Granitoyidi mafik mikrogranüler anklav ve yan kayaç ksenoliti içermektedir. Anklavların tümü içinde buldukları kayaçlara göre daha ince taneli ve daha koyu renktedir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Kılıçkaya Granitoyidi kayaçları ve içindeki anklavlar (Yer: Kureşkabanı Tepe güneyi)

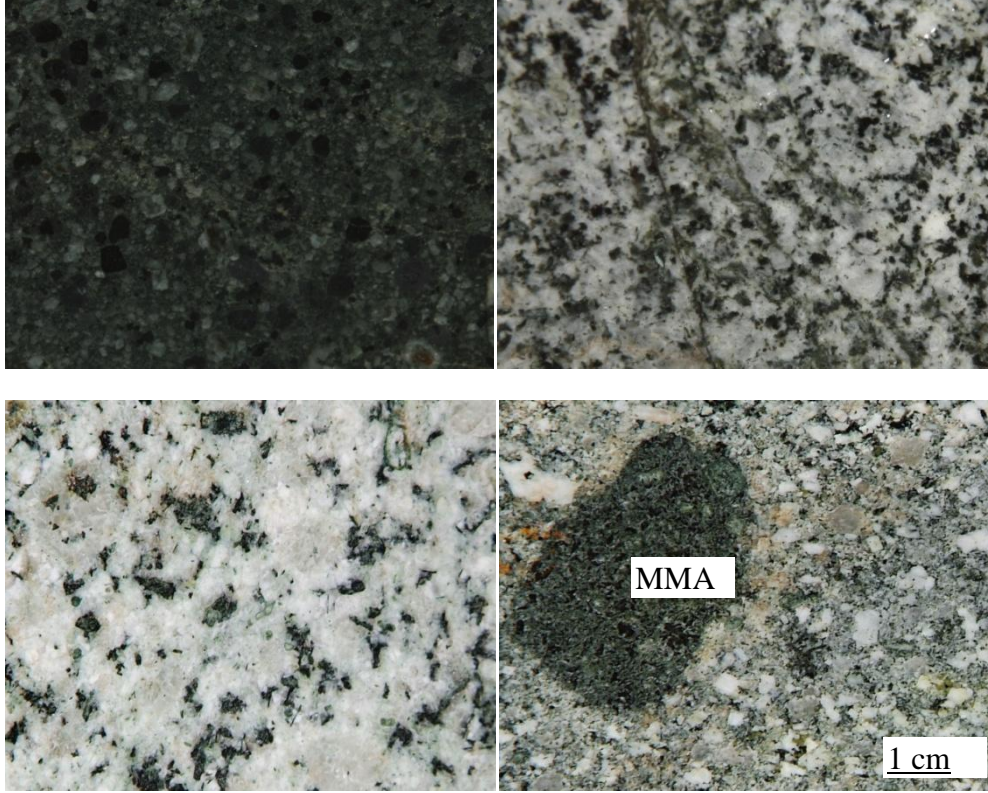
Kılıçkaya Granitoyidi yaklaşık 2-35 cm enindeki aplit daykları tarafından kesilmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Kılıçkaya Granitoyidi'ni kesen aplit daykı (Yer: Kureşkabanı Tepe güneyi)

Kılıçkaya Granitoyidi'ni oluşturan diyorit, granodiyorit ve tonalit bileşimindeki kayaçlar, makroskobik olarak renk farklılıkları, dokuları, ayrışma dereceleri, mineral

içerikleri, mafik mineral oranları, anklav içerikleri ve birbirleri ile olan dokanak ilişkileri gibi özelliklerine bağlı olarak birbirlerinden ayrılabilmişlerdir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaçların parlatılmış el örnekleri. a) Diyorit, b) Tonalit, c) Granodiyorit, d) MMA (mafik magmatik anklav)

Makroskobik olarak ayırt edilemeyen kayaç türleri, mikroskop yardımıyla ayrılmışlardır.

### 3.2.2.Petrografik inceleme

Kılıçkaya Granitoyidi'nden sistematik olarak alınan 15 adet örneğin modal analiz sonuçları ve modal analiz değerleri Tablo 3.1'de verilmiştir.

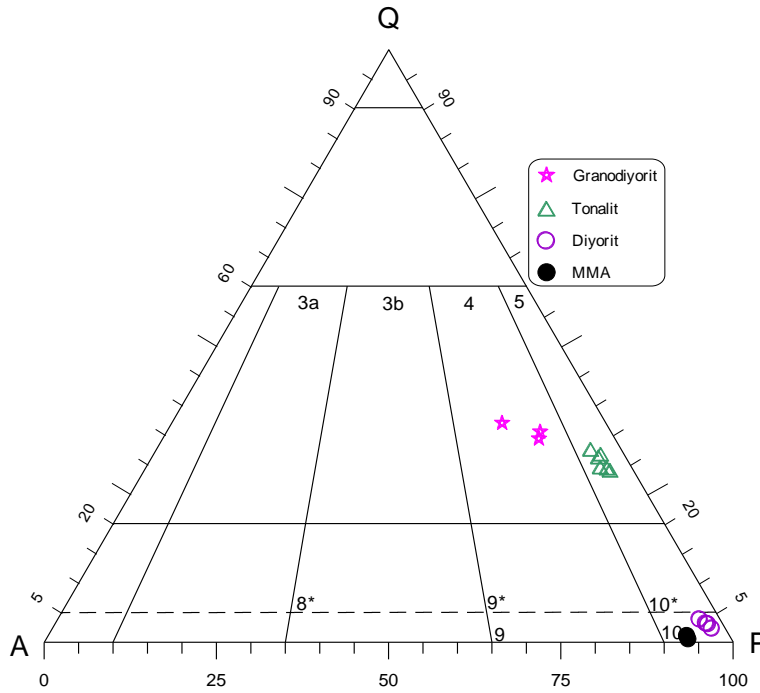


Tablo 3.1. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaçların modal analizleri

Örnek	Kayaç Adı	Pl	Q	Ort	Horn	Bi	Pr	Opak Mineral	Epidot	Klorit	Kalsit	TOPLAM
K24	diyorit	80.3	2.1	1.7	9.3	1.2		2.6	1.3	1.2	0.8	100.5
K21	diyorit	81.4	2.8	1.9	8.6	1.7		2.4		1.7		100.5
K3	diyorit	81.5	2.9	2.1	8.3	1.9		2.3		1.5		100.5
K16	diyorit	80.5	3.5	2.6	9.5	1.3		2.2		0.9		100.5
K7	granodiyorit	47.3	29.9	9.6	4.5	1.3		2.7	2.1	1.4	1.6	100.4
K13	granodiyorit	46.8	30.8	8.9	6.1	3.2		2.3		0.6	1.3	100.0
K11	granodiyorit	45.4	35.2	14.3	1.9	1.5		1.5		0.2		100.0
K10	tonalit	62.3	28.1	4.3	2.6	1.3		1.2	0.3	0.6		100.7
K8	tonalit	63.9	28.2	3.5	1.8	0.8		0.9	0.6	0.5		100.2
K12	tonalit	65.5	28.3	3.3	1.5	0.7		0.8			0.6	100.7
K44	tonalit	60.5	29.3	3.7	3.8	1.9		1.1	0.5			100.8
K4	tonalit	61.2	30.1	3.2	2.3	2.1		1.3		0.6		100.8
K15	tonalit	59.3	30.8	4.2	3.4	1.7		0.7		0.4	0.4	100.9
K3A	anklav	79.4	0.6	5.4	8.2	1.4	1.3	2.6		1.3		100.2
K12A	anklav	78.6	1.1	5.3	9.2	1.1	1.1	2.3		1.4		100.1

Pl: Plajiyoklas, Q: Kuvars, Ort: Ortoklas, Horn: Hornblend, Bi: Biyotit, Pr: Piroksen

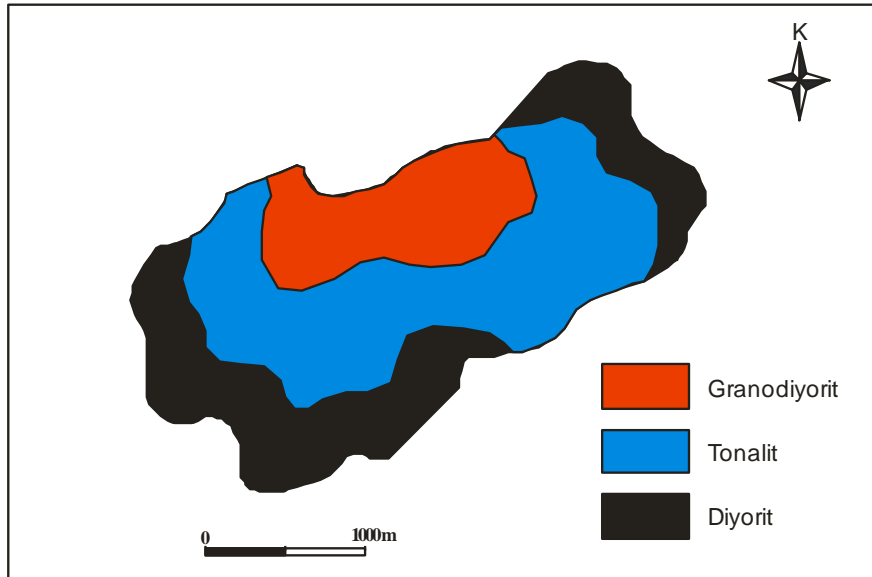
Kılıçkaya Granitoyidi kayaç örnekleri modal analize dayalı QAP diyagramına (Streickeisen, 1976) aktarıldığında (Şekil 3.14), diyorit, tonalit ve granodiyorit bileşimli kayaçlardan oluştuğu görülmektedir. Modal analizi yapılan örneklerin plütondaki konumları ve modal bileşimlerinden itibaren hazırlanan zonlanma haritası Şekil 3.15'de verilmiştir.



Şekil 3.14. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait örneklerin modal analiz sonuçlarının QAP diyagramındaki dağılımları (Streickeisen, 1976).

Kılıçkaya Granitoyidi'ni oluşturan kayaların modal mineralojilerinin özeti şu şekildedir:

Diyoritlerde modal plajiyoklas içerikleri 80.3-81.5, kuvars içerikleri 2.1-3.5 ve ortoklas içerikleri de 1.7-2.6 arasında değişmektedir (Tablo 3.1). Tonalitlerin modal plajiyoklas içerikleri 59.3-65.5, kuvars 28.1-30.8 ve ortoklas 3.2-4.3 arasında değişmektedir (Tablo 3.1). Granodiyoritlerin modal plajiyoklas içerikleri 45.4-47.3, kuvars 29.9-35.2 ve ortoklas içerikleri de 8.9-14.3 arasında değişmektedir (Tablo 3.1). Buna göre, diyoritler en yüksek modal plajiyoklas, granodiyoritler ise en yüksek modal kuvars ve ortoklas içeriklerine sahiptirler.



Şekil 3.15. Modal analizi yapılan örneklerin plütondaki konumları ve modal bileşimlerinden itibaren hazırlanan zonlanma haritası

### 3.2.2.1. Diyorit

İnceleme alanında, Kılıçkaya Granitoyidi'ni oluşturan diyoritler genelde plütunun kenar kısımlarında, yaklaşık 2 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yayılım gösterirler (Şekil 3.15). Koyu renkli minerallerin bol olarak bulunması nedeni ile genellikle gri ve koyu gri renklerde görülürler. Plütunu oluşturan diğer granitik kayalara nazaran mafik mineral içeriklerinin daha fazla olması, daha koyu renkte görülmeleri ve çok az orandaki kuvars içerikleri ile onlardan kolaylıkla ayırt edilirler. Makroskopik olarak plajiyoklas ve hornblend mineralleri tanınabilmektedir.

Bu birimden alınan örneklerin mikroskobik incelenmesinde aşağıdaki özellikler belirlenmiştir:

**Doku:** Tüm kristalli ince-orta taneli (Şekil 3.16).

**Mineraller:** açık renkli mineraller bolluk sırasına göre plajiyoklas, kuvars ve ortoklasdan oluşurken, koyu renkli mineraller hornblend ve biyotitten oluşur.

**Plajiyoklas:** Kesitlerde en bol bulunan mineral olup, öz ve yarı öz şekilli iri kristaller halindedir. 010'a dik kesitlerde yapılan cins tayininde, cinsinin andezin ( $An_{32-36}$ ) olduğu belirlenmiştir. Yaygın olarak albit, az oranda da polisentetik albit-karlsbad ikizlenmesi gösterirler. Zonlanma gösteren kristallerde yaygın olarak halkalı zonlanma görülür. En yaygın ayrışma türü serizitleşme, kalsitleşme ve killeşme şeklindedir. Kayaçta % 80.3-81.5 oranında bulunur (Tablo 3.1).

**Kuvars:** Plajiyoklaslara nazaran daha az oranda ve küçük taneler halinde görülür. Öz şekilsiz olarak, ortoklasla birlikte diğer minerallerin arasını doldurmaktadır. Gelişi güzel yönlere sahip kırık ve çatlaklar içerir. Tüm kuvars kristalleri dalgalı sönme gösterirler. Kayaçta % 2.1-3.5 oranında bulunur (Tablo 3.1).

**Ortoklas:** Bazı kesitlerde ve az oranda,öz şekilsiz küçük kristaller halinde görülür. Mikropertitik yapıdadırlar. En yaygın ayrışma türü killeşmedir. Kayaçta % 1.7-2.6 oranında bulunur (Tablo 3.1).

**Hornblend:** Kayaç içerisinde en bol bulunan koyu renkli mineraldir. Öz ve yarı öz şekilli levhamsı prizmatik kristaller halindedir. Pleokroizma renkleri yönlere göre x: açık sarı, y: yeşil, z: mavimsi yeşildir. (010) yüzeyine paralel kesitlerde maksimum sönme açıları 12-15 derece arasındadır. Bazılarında ideal  $56^\circ$  lik dilimler, bazılarında da tek yönde dilinimler görülür. Bir kısım minerallerde de ikizlenme görülür. Bazı kesitlerde dilinim ve kenarlar boyunca yer yer kloritleşmiş olarak gözükmektedir. Kayaçta % 8.3-9.5 oranında bulunur (Tablo 3.1).

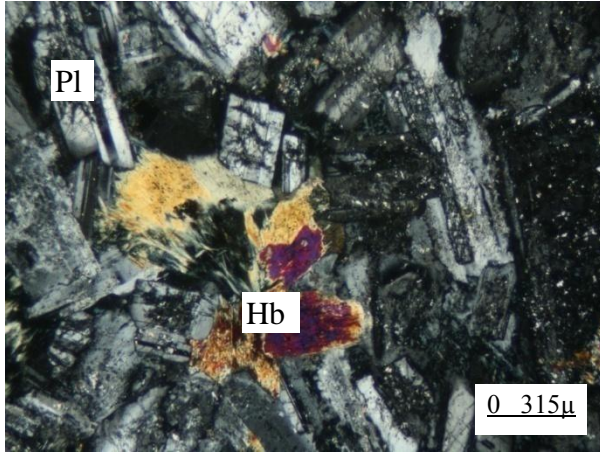
**Biyotit:** Hornblendde nazaran daha az oranda bulunur. Tek nikelde açık sarı-koyu kahverengi pleokroizma gösterir. (001) yüzeyine paralel dilinime göre dik sönme göstermektedir. Kayaçta % 1.2-1.9 oranında bulunur (Tablo 3.1).

**Apatit:** Küçük iğnemsî ve öz şekilli kristaller halinde olup, genellikle plajiyoklaslar üzerinde görülürler.

**Opak mineral:** Öz şekilsiz irili ufaklı daneler şeklinde bulunurlar. Kayaçta % 2.2-2.6 oranında bulunur (Tablo 3.1).

Ayrışma Mineralleri: En yaygın ayrışma ürünleri serizitleşme, kloritleşme ve kalsitleşmedir.

Kayaç adı: Diyorit (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Kılıçkaya Granitoidi içindeki diyoritlere ait taneli doku (Ç.N., Pl: Plajiyoklas, Hb: Hornblend)

### 3.2.2.2. Tonalit

Kılıçkaya Granitoidi içinde yayılımı en fazla olan kayaçlar olup, yaklaşık 2 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yüzeyleme gösterirler (Şekil 3.15). Çalışma alanında genellikle Kureşkabanı Tepe ve civarında yüzeyleme verirler. Bu birim, arazide açık gri-pembe renktedir. Genellikle sert yapıda olup, sarp engebeler oluşturur. Genellikle koyu renkli mafik anklavlar içerirler. Kayaçta makroskobik olarak plajiyoklas, kuvars ve hornblend mineralleri görülmektedir.

Doku: Tüm kristalli ince-orta taneli (Şekil 3.17).

Plajiyoklas: İncelenen kayaçlarda en bol bulunan açık renkli mineraldir. Genelde iri kristaller halinde olup, bazı örneklerde küçük tanelere geçiş gösterirler. Öz ve yarı öz şekilli kristaller halinde olup, bazıları zonlu yapı gösterir. Sönme açıları tayininde cinsinin andezin (An<sub>33-36</sub>) olduğu belirlenmiştir. Genelde ayrılmış olup, epidotlaşma, kalsitleşme ve serizitleşme gösterirler. Kayaçta % 59.3-65.5 oranında bulunur (Tablo 3.1).

Kuvars: İrili ufaklı öz şekilsiz kristaller şeklinde diğer minerallerin arasını doldururlar. Bazı kesitlerde dalgalı sönme gösterirler. Hem iri hem de küçük kristaller halinde olup, gelişi güzel yönlere sahip kırık ve çatlaklar içerirler. Kayaçta % 28.1-30.8 oranında bulunur (Tablo 3.1).

Ortoklas: Az oranda ve öz şekilsiz küçük taneler halinde görülür. Mikropertitik yapıdadır. En yaygın ayrışma türü killeşmedir. Kayaçta % 3.2-4.3 oranında bulunur (Tablo 3.1).

Hornblend: Öz ve yarı öz şekilli levhamsı prizmatik kristaller halindedir. Pleokroizma renkleri yönlerine göre x: açık sarı, y: yeşil, z: mavimsi yeşildir. Genellikle uzanım istikametine paralel tek yönde dilinimler, seyrek olarak birbirleriyle yaklaşık 56 derecelik açılar yapan dilinimler görülür. (010) yüzeyine paralel kesitlerde maksimum sönme açıları 12-17 derece arasındadır. Kayaçta % 1.9-6.1 oranında bulunur (Tablo 3.1).

Biyotit: Hornblende nazaran daha az oranda, genellikle yarı öz şekilli ve öz şekilsiz kristaller halinde olup, kısmen kloritleşmiştir. (001) yüzeyine paralel dilinime göre dik sönme göstermektedir. Kayaçta % 0.7-2.1 oranında bulunur (Tablo 3.1).

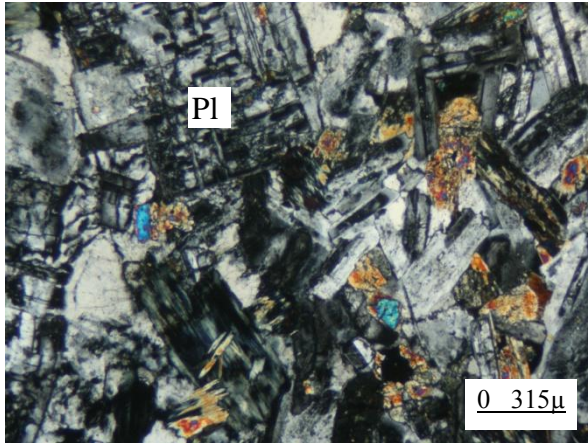
Apatit: Öz şekilli ince çubuğumsu kristaller halinde olup, az olarak bulunur. Genellikle kuvarsların içinde kapanımlar halindedir.

Zirkon: Öz şekilli küçük prizmatik kristaller halinde görülür. Çok yüksek rölyeflidir ve uzantıya paralel kesitlerde dik sönmelidir.

Opak Mineral: İrili ufaklı öz şekilsiz daneler şeklinde, % 0.7-1.3 oranında bulunur.

Ayrışma Mineralleri: En yaygın ayrışma ürünleri serizitleşme, epidotlaşma ve kloritleşmedir.

Kayaç adı: Tonalit (Şekil 3.17).



Şekil 3.17. Kılıçkaya Granitoyidi içindeki tonalite ait taneli doku (Ç.N., Pl: Plajiyoklas, K: Kuvars, Hb: Hornblend)

### 3.2.2.3. Granodiyorit

Kılıçkaya Granitoyidi'nde yayılımı en az olan kayaçları oluştururlar (yaklaşık 1 km<sup>2</sup>). Genellikle tonalitlerin iç kısmında ve onları çevreleyen zon boyunca yer alır (Şekil 3.15). İnceleme alanında özellikle Kırtasor Yayla ve civarında yüzeyleme verirler. Genelde rengi açık gri ve yer yer pembemsi olan bu birim yer yer kaolinleşmiştir. Bol çatlaklı olan kayaçlar gözle görülebilecek büyüklükte kuvars, feldispat ve koyu renkli minerallerden oluşmaktadır. Genellikle koyu renkli mafik anklavlar içerirler.

Doku: Tüm kristalli ince-orta taneli, yer yer de mirmekitik ve poikilitik (Şekil 3.18).

Plajiyoklas: Öz ve yarı öz şekilli dikdörtgenimsi kristaller halinde bulunur. İncelenen kayaçlarda en bol bulunan açık renkli minerallerdir. Cinsinin oligoklas (An<sub>22-24</sub>) ve andezin (An<sub>32-35</sub>) olduğu belirlenmiştir (010'a dik kesit). İri plajiyoklas kristalleri, küçük hornblend ve opak mineral enklüzyonları içerirler. Zonlanma gösteren kristallerde halkalı zonlanma görülür. İri kristallerden bazılarının kenar kısımları kaybolmuş, yerlerine veya üstlerine, duruşu, ikizlenmesi ve zonlanması farklı olan başka küçük plajiyoklas kristalleri yerleşmiştir. İri kristallerin bazıları kırıklı ve çatlaklı yapıdadır. En yaygın ayrışma türü serizitleşme, kalsitleşme ve killeşmedir. Kayaçta % 45.4-47.3 oranında bulunur (Tablo 3.1).

Kuvars: Öz şekilsiz irili ufaklı kristaller halinde diğer minerallerin arasındaki boşlukları doldurmuştur. Kayaçta plajiyoklasdan sonra en bol bulunan açık renkli mineraldir. Bazı kesitlerde dalgalı sönmeli, bazı kesitlerde de çatlaklı ve kırıklı yapıdadır. Kayaçta % 29.9-35.2 oranında bulunur (Tablo 3.1).

Ortoklas: Öz şekilsiz kristaller halinde olup, kuvarsla birlikte diğer minerallerin arasını doldurur. Yer yer karlsbad ikizi gösterir, ancak çoğunlukla pertitik özelliktedir. İri ortoklas kristalleri küçük daneli kuvars, plajiyoklas, biyotit ve opak mineralleri enklüzyon olarak içerir. En yaygın ayrışma türü killeşmedir. Kayaçta % 8.9-14.3 oranında bulunur (Tablo 3.1).

Hornblend: Genelde kayaçta en bol bulunan koyu renkli mineral olmasına rağmen, bazı kesitlerde bazan biyotit daha fazladır. Öz ve yarıözşekilli levhamsı kristaller halinde görülür. Bazal kesitlerinde altıgen şekli ve 56-124° açı yapan iki dilinimi nettir. Yönlere göre pleokroizması z: mavimsi-kahverengimsi yeşil, y: yeşil, x: açık sarı-yeşildir. (010) yüzeyine paralel kesitlerde maksimum sönme açıları 12-14 derecedir. Hornblend

mineralleri genellikle biyotit mineralleri ile iç içe bulunurlar ve kümülofirik dokuyu oluştururlar. Bazı mineraller ayrışarak kalsit ve klorite dönüşmüşlerdir. İri kristaller, plajiyoklas ve opak mineral kapanımları içerirler. Kayaçta % 1.9-6.1 oranında bulunur (Tablo 3.1).

Biyotit: Öz ve yarı öz şekilli çubuğumsu prizmatik kristaller halindedir. (001) yüzeyine paralel dilinimi belirgindir ve bu dilinime göre dik sönmelidir. Ayrışmamış minerallerde pleokroizma yönlerine göre z ve y: açık-kırmızı kahverengi x: açık sarıdır. Bazı kesitlerde kısmen ayrışarak klorite dönüşmüştür ve dilinimler boyunca epidot ve opak mineral yığışlımları gözlenir. Bazan apatit, zirkon ve opak mineral inklüzyonları içerir. Kayaçta % 1.3-3.2 oranında bulunur (Tablo 3.1).

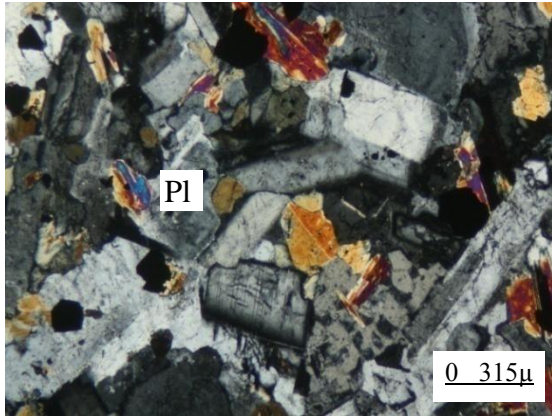
Apatit: Öz şekilli iğnemsî kristaller halinde olup, kuvarsın ve feldispatların içinde kapanımlar halinde bulunurlar.

Zirkon: Bazı kesitlerde gözlenmiş olup, öz şekilli küçük prizmatik kristaller halindedir. Çok yüksek rölyefli olup, uzantıya paralel kesitlerde dik sönmeye gösterir.

Opak Mineral: İrili ufaklı öz şekilsiz daneler şeklinde bulunurlar. Kayaç içerisinde %1.5-2.7 oranında bulunur.

Ayrışma Mineralleri: En önemli ayrışma mineralleri killeşme, kalsitleşme ve serizitleşmedir.

Kayaç adı: Granodiyorit (Şekil 3.18)



Şekil 3.18. Kılıçkaya Granitoidi içindeki granodiyorite ait ince taneli doku (Ç.N., Pl: Plajiyoklas, K: Kuvars, Ort: Ortoklas, Hb: Hornblend)

### 3.2.3.Mineral Kimyası

Kılıçkaya Granitoyidi'ni oluşturan kayalardaki plajiyoklas, K-feldispat, biyotit, hornblend ve Fe-Ti oksit minerallerine ait mikrokimyasal özellikler aşağıda verilmiştir.

#### 3.2.3.1.Plajiyoklas

İncelenen Eosen yaşlı KılıçkayaGranitoyidi'ni oluşturan kayalar ve içlerindeki MMA'ların tümünde plajiyoklas mineralleri gözlenmiştir. Analizi yapılan plütonik kayaç ve içlerinde bulunan MMA örnekleri içindeki plajiyoklas minerallerine ait mikroprob analiz sonuçları Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2. KılıçkayaGranitoyidi'ni oluşturan kayalardaki plajiyoklaslara ait mikroprob analiz sonuçları

diyorit															
Örnek No. Analiz #	K3- 19c	K3- 22c	K3- 32rc	K3- 33rc	K3- 34rc	K3- 35rc	K3- 36rc	K3- 41c	K16- 43	K16- 23r	K16- 02r	K16- 03rc	K16- 04rc	K16- 05rc	K16- 06rc
SiO <sub>2</sub>	54.21	53.97	53.54	54.73	54.33	53.84	53.40	52.55	57.98	54.35	54.10	52.30	53.21	53.85	52.23
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27.45	27.85	27.74	26.84	27.02	27.37	27.35	27.84	24.58	28.09	27.05	28.11	27.44	27.26	28.47
FeO <sup>†</sup>	0.47	0.46	0.43	0.41	0.51	0.47	0.48	0.53	0.32	0.45	0.49	0.49	0.50	0.50	0.54
CaO	10.67	11.19	10.48	9.46	10.19	10.44	10.57	10.98	7.25	9.98	10.33	11.59	10.89	10.20	11.60
Na <sub>2</sub> O	4.91	4.81	5.17	5.46	5.18	5.14	5.04	4.60	6.83	5.38	5.27	4.53	4.71	5.09	4.40
K <sub>2</sub> O	0.41	0.30	0.30	0.49	0.48	0.47	0.38	0.36	0.56	0.29	0.48	0.39	0.48	0.50	0.33
BaO	0.01	0.00	0.04	0.07	0.05	0.07	0.08	0.03	0.08	0.00	0.05	0.07	0.03	0.05	0.08
SrO	0.09	0.14	0.08	0.07	0.12	0.13	0.09	0.14	0.13	0.09	0.10	0.15	0.12	0.11	0.11
Toplam	98.22	98.72	97.77	97.52	97.86	97.93	97.37	97.02	97.72	98.62	97.87	97.63	97.38	97.56	97.76
Formül 8 oksijen üzerinden hesaplanmıştır															
Si	2.49	2.47	2.48	2.53	2.51	2.49	2.48	2.45	2.66	2.49	2.50	2.43	2.48	2.50	2.43
Al	1.49	1.50	1.51	1.46	1.47	1.49	1.50	1.53	1.33	1.51	1.47	1.54	1.50	1.49	1.56
Fe <sup>+2</sup>	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Ca	0.53	0.55	0.52	0.47	0.50	0.52	0.53	0.55	0.36	0.49	0.51	0.58	0.54	0.51	0.58
Na	0.44	0.43	0.46	0.49	0.46	0.46	0.45	0.42	0.61	0.48	0.47	0.41	0.42	0.46	0.40
K	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.99	5.00	5.01	5.00	5.00	5.01	5.01	5.00	5.00	5.00	5.01	5.01	5.00	5.00	5.00
An	53.22	55.24	51.90	47.49	50.62	51.42	52.50	55.65	35.73	49.76	50.52	57.21	54.50	50.99	58.13
Ab	44.32	43.00	46.34	49.59	46.54	45.85	45.25	42.17	60.96	48.54	46.69	40.49	42.67	46.02	39.93
Or	2.46	1.77	1.76	2.92	2.84	2.73	2.25	2.18	3.31	1.70	2.78	2.30	2.83	2.99	1.95



Tablo 3.2' devam ediyor

Örnek No. Analiz #	diyorit				granodiyorit								
	K16-07rc	K16-08cr	K16-09cr	K16-38cr	K7-37r	K7-17rc	K7-21r	K7-02rc	K13-39r	K13-16c	K13-29r	K13-09r	K13-12r
SiO <sub>2</sub>	51.07	53.68	53.70	54.85	53.85	54.09	64.44	62.71	57.15	62.92	54.07	62.85	62.44
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28.75	27.31	27.32	26.84	27.55	27.40	20.50	21.40	25.46	22.44	27.46	18.58	22.72
FeO <sup>T</sup>	0.53	0.47	0.50	0.48	0.48	0.53	0.20	0.26	0.34	0.18	0.71	1.58	0.19
CaO	12.23	10.52	10.33	9.45	10.44	10.70	2.29	3.17	7.76	3.42	9.47	3.18	3.73
Na <sub>2</sub> O	4.08	5.14	5.17	5.32	5.04	4.95	9.97	9.21	6.67	9.27	5.56	9.17	8.82
K <sub>2</sub> O	0.21	0.37	0.34	0.56	0.55	0.35	0.49	0.48	0.41	0.64	0.31	0.23	0.51
BaO	0.17	0.04	0.03	0.02	0.08	0.07	0.06	0.00	0.07	0.00	0.00	0.10	0.10
SrO	0.12	0.12	0.12	0.06	0.13	0.08	0.05	0.00	0.12	0.05	0.16	0.05	0.01
<b>Toplam</b>	<b>97.16</b>	<b>97.63</b>	<b>97.51</b>	<b>97.58</b>	<b>98.10</b>	<b>98.16</b>	<b>97.98</b>	<b>97.24</b>	<b>97.98</b>	<b>98.91</b>	<b>97.74</b>	<b>95.74</b>	<b>98.52</b>
Formül 8 oksijen üzerinden hesaplanmıştır													
Si	2.39	2.49	2.49	2.53	2.49	2.49	2.90	2.85	2.62	2.82	2.50	2.92	2.80
Al	1.59	1.49	1.49	1.46	1.50	1.49	1.09	1.15	1.37	1.18	1.50	1.02	1.20
Fe <sup>+2</sup>	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.06	0.01
Ca	0.61	0.52	0.51	0.47	0.52	0.53	0.11	0.15	0.38	0.16	0.47	0.16	0.18
Na	0.37	0.46	0.47	0.48	0.45	0.44	0.87	0.81	0.59	0.80	0.50	0.83	0.77
K	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.04	0.02	0.01	0.03
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Toplam</b>	<b>5.00</b>	<b>5.01</b>	<b>5.01</b>	<b>4.99</b>	<b>5.01</b>	<b>4.99</b>	<b>5.01</b>	<b>5.00</b>	<b>5.00</b>	<b>5.01</b>	<b>5.01</b>	<b>4.99</b>	<b>4.99</b>
An	61.57	51.91	51.39	47.89	51.67	53.33	10.93	15.55	38.18	16.30	47.58	15.85	18.38
Ab	37.16	45.92	46.59	48.76	45.11	44.61	86.29	81.65	59.40	80.09	50.54	82.77	78.61
Or	1.26	2.17	2.03	3.35	3.22	2.07	2.77	2.81	2.42	3.61	1.88	1.37	3.01

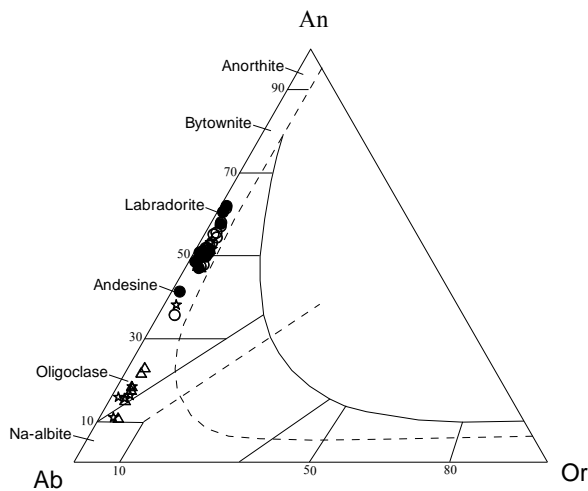
Örnek No. Analiz #	tonalit										
	K12-11c	K12-13c	K12-14r	K12-23c	K12-42c	K12-10rc	K4-42r	K4-12	K4-18r	K4-21r	K4-24r
SiO <sub>2</sub>	54.08	52.26	61.55	53.14	53.74	62.73	62.70	64.84	63.52	61.66	61.55
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26.76	27.90	22.40	27.40	27.13	21.83	22.70	21.88	22.01	23.63	23.24
FeO <sup>T</sup>	0.48	0.57	0.19	0.53	0.47	0.27	0.17	0.00	0.18	0.22	0.16
CaO	9.84	11.20	4.39	10.80	10.50	3.83	3.67	2.32	3.18	4.79	4.54
Na <sub>2</sub> O	5.28	4.76	8.72	4.89	5.12	8.95	9.08	10.00	9.45	8.41	8.62
K <sub>2</sub> O	0.46	0.31	0.44	0.49	0.30	0.49	0.55	0.68	0.55	0.57	0.56
BaO	0.05	0.06	0.00	0.09	0.05	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00
SrO	0.10	0.12	0.04	0.10	0.12	0.00	0.03	0.08	0.00	0.05	0.01
<b>Toplam</b>	<b>97.05</b>	<b>97.18</b>	<b>97.72</b>	<b>97.43</b>	<b>97.42</b>	<b>98.09</b>	<b>99.00</b>	<b>99.79</b>	<b>98.98</b>	<b>99.33</b>	<b>98.67</b>
Formül 8 oksijen üzerinden hesaplanmıştır											
Si	2.52	2.44	2.79	2.47	2.49	2.83	2.81	2.87	2.84	2.76	2.77
Al	1.47	1.54	1.20	1.50	1.48	1.16	1.20	1.14	1.16	1.24	1.23
Fe <sup>+2</sup>	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
Ca	0.49	0.56	0.21	0.54	0.52	0.19	0.18	0.11	0.15	0.23	0.22
Na	0.48	0.43	0.77	0.44	0.46	0.78	0.79	0.86	0.82	0.73	0.75
K	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Toplam</b>	<b>5.00</b>	<b>5.01</b>	<b>5.00</b>	<b>5.01</b>	<b>5.00</b>	<b>5.00</b>	<b>5.01</b>	<b>5.01</b>	<b>5.01</b>	<b>5.00</b>	<b>5.01</b>
An	49.35	55.51	21.21	53.38	52.21	18.58	17.68	10.93	15.18	23.14	21.83
Ab	47.91	42.67	76.29	43.76	46.02	78.59	79.17	85.28	81.70	73.56	74.99
Or	2.75	1.82	2.50	2.87	1.77	2.82	3.15	3.79	3.12	3.30	3.18

Tablo 3.2' devam ediyor

anklav													
Örnek No.	K3A-11r	K3A-12c	K3A-14c	K3A-15	K3A-18r	K3A-20c	K12A-03r	K12A-04rc	K12A-05rc	K12A-06c	K12A-08c	K12A-11c	K12A-13c
SiO <sub>2</sub>	50.79	53.89	51.37	54.16	56.26	54.29	53.80	53.59	52.06	54.94	53.31	53.89	53.66
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28.90	27.52	29.24	27.06	25.76	27.05	27.01	27.00	28.05	26.29	27.24	26.72	26.83
FeO <sup>T</sup>	0.58	0.52	0.50	0.45	0.43	0.52	0.43	0.52	0.49	0.50	0.62	0.53	0.56
CaO	12.32	10.27	11.89	9.86	8.34	9.65	9.98	10.02	11.61	9.46	10.13	9.98	10.02
Na <sub>2</sub> O	4.03	5.25	4.15	5.62	6.35	5.49	5.30	5.22	4.46	5.57	5.30	5.23	5.05
K <sub>2</sub> O	0.18	0.25	0.17	0.20	0.26	0.26	0.29	0.36	0.33	0.45	0.16	0.47	0.46
BaO	0.00	0.14	0.00	0.00	0.03	0.05	0.10	0.11	0.21	0.07	0.04	0.00	0.04
SrO	0.12	0.06	0.14	0.09	0.05	0.09	0.11	0.13	0.11	0.07	0.11	0.14	0.10
<b>Toplam</b>	<b>96.91</b>	<b>97.89</b>	<b>97.46</b>	<b>97.44</b>	<b>97.48</b>	<b>97.40</b>	<b>97.02</b>	<b>96.94</b>	<b>97.32</b>	<b>97.34</b>	<b>96.92</b>	<b>96.96</b>	<b>96.71</b>
Formül 8 oksijen üzerinden hesaplanmıştır													
Si	2.38	2.49	2.39	2.51	2.59	2.51	2.50	2.50	2.43	2.55	2.49	2.51	2.51
Al	1.60	1.50	1.60	1.48	1.40	1.48	1.48	1.48	1.54	1.44	1.50	1.47	1.48
Fe <sup>+2</sup>	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Ca	0.62	0.51	0.59	0.49	0.41	0.48	0.50	0.50	0.58	0.47	0.51	0.50	0.50
Na	0.37	0.47	0.37	0.50	0.57	0.49	0.48	0.47	0.40	0.50	0.48	0.47	0.46
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.03	0.03
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Toplam</b>	<b>5.01</b>	<b>5.00</b>	<b>5.00</b>	<b>5.01</b>	<b>5.00</b>	<b>5.00</b>	<b>5.00</b>	<b>5.00</b>	<b>5.01</b>	<b>5.00</b>	<b>5.01</b>	<b>5.00</b>	<b>5.00</b>
An	62.14	51.18	60.67	48.66	41.42	48.50	50.10	50.39	57.83	47.12	50.87	49.89	50.84
Ab	36.80	47.35	38.30	50.15	57.06	49.93	48.14	47.48	40.22	50.20	48.15	47.32	46.41
Or	1.06	1.47	1.03	1.19	1.52	1.57	1.75	2.13	1.96	2.68	0.97	2.80	2.76

FeO<sup>T</sup> toplam Fe olarak ölçülmüştür. r: mineralin kenarı, c: mineralin merkezi r-c: mineralin kenarından merkezine doğru

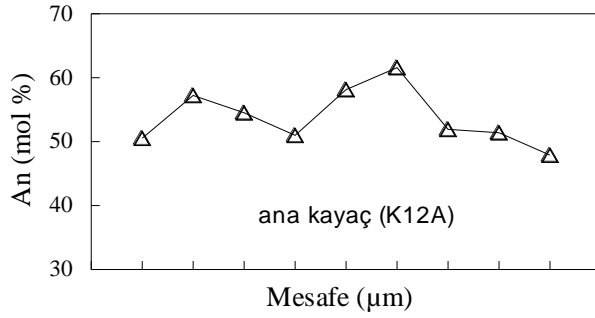
Kılıçkaya Granitoyidi'ni oluşturan kayalardaki plajiyoklasların SiO<sub>2</sub> içerikleri % 51.07-64.84, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>% 18.58-38.75, FeO<sup>T</sup>% 0.00-1.58 ve K<sub>2</sub>O % 0.21-0.68 arasında değişmektedir (Tablo 3.2). Plütonik kayaç içindeki MMA'lardaki plajiyoklasların ise SiO<sub>2</sub> % 50.79-56.26, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % 25.76-29.24, FeO<sup>T</sup> % 0.43-0.62 ve K<sub>2</sub>O % 0.16-0.47 arasındadır (Tablo 3.2, Şekil 3.19).



Şekil 3.19. Kılıçkaya Granitoyidi'ni oluşturan kayalardaki plajiyoklasların An-Ab-Or sınıflama (Smith ve Brown, 1988) diyagramındaki yerleri (semboller için Şekil 3.14'e bakınız).

Kılıçkaya Granitoyidi'ni oluşturan kayalarda gözlenen plajiyoklasların bileşimleri  $An_{55-03}$  arasında değişirken, plüton içindeki MMA'larda  $An_{62-41}$  arasında değişmektedir (Şekil 3.19). Diyoritler en yüksek anortit içeriğine ( $An_{62-36}$ ), granodiyoritler ise en düşük  $An$  içeriğine ( $An_{53-11}$ ) sahiptirler (Tablo 3.2; Şekil 3.19).

KılıçkayaGranitoyidi'ni oluşturan kayalardaki plajiyoklaslarda gözlenen halkalı (oscillatory) zonlu kristallerde  $An$  içeriğindeki dalgalanma  $An_{62}$ 'den  $An_{48}$ 'e kadar değişmektedir (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Zonlu plajiyoklaslarda gözlenen  $An$  değişimleri

### 3.2.3.2.K-Feldispat

İncelenen KılıçkayaGranitoyidi'ndeki kayaların büyük bir kısmında gözlenmiş olup, K-feldispat kristallerine ait mikroprob analizleri Tablo 3.3'de verilmiştir.

KılıçkayaGranitoyidi'ni oluşturan kayalardaki ortoklasların %  $SiO_2$ , %  $Al_2O_3$  ve % BaO içerikleri sırasıyla, % 62.15-63.54, % 18.36-18.87 ve % 0.0-1.16 aralığında değişirken, plütonlardaki MMA'larda bu içerikler sırasıyla % 62.95-63.79, % 18.41-18.59 ve % 0.00-0.46 aralıklarındadır.

Tablo 3.3. KılıçkayaGranitoyidi içindeki kayalara ait K-feldispatların mikroprob analiz sonuçları

Örnek No. Analiz #	diyorit						granodiyorit							
	K16-64r	K16-60r	K3-09r	K16-16c	K16-33c	K16-34r	K3-26	K3-43c	K13-59c	K13-61c	K13-62r	K13-63c	K13-40c	K13-41r
SiO <sub>2</sub>	62.70	62.15	63.53	63.54	62.20	62.91	63.57	63.46	62.55	62.69	62.84	63.05	63.31	63.35
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.48	18.58	18.79	18.79	18.87	18.57	18.78	18.47	18.26	18.42	18.41	18.45	18.64	18.45
FeO	0.09	0.12	0.20	0.00	0.03	0.04	0.05	0.00	0.09	0.05	0.10	0.02	0.14	0.21
CaO	0.04	0.70	0.11	0.02	0.12	0.05	0.03	0.01	0.04	0.03	0.05	0.01	0.03	0.01
Na <sub>2</sub> O	1.26	1.19	1.63	1.27	1.65	0.90	0.77	0.83	0.98	0.73	0.88	0.63	1.26	0.90
K <sub>2</sub> O	14.84	14.46	14.07	14.94	13.92	15.29	15.73	15.33	15.17	15.43	15.37	15.76	14.88	15.46
BaO	0.10	0.17	0.46	0.55	1.16	0.19	0.14	0.34	0.53	0.58	0.34	0.46	0.29	0.14
SrO	0.02	0.03	0.06	0.06	0.10	0.01	0.08	0.04	0.00	0.00	0.01	0.07	0.03	0.02
Total	97.51	97.40	98.83	99.17	98.03	97.97	99.15	98.47	97.61	97.92	98.00	98.45	98.59	98.53
Formül 8 oksijen üzerinden hesaplanmıştır														
Si	2.97	2.95	2.97	2.97	2.95	2.97	2.97	2.98	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.98
Al	1.03	1.04	1.03	1.03	1.05	1.03	1.03	1.02	1.02	1.03	1.03	1.03	1.03	1.02
Fe <sup>+2</sup>	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
Ca	0.00	0.04	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.12	0.11	0.15	0.11	0.15	0.08	0.07	0.08	0.09	0.07	0.08	0.06	0.11	0.08
K	0.90	0.88	0.84	0.89	0.84	0.92	0.94	0.92	0.92	0.93	0.93	0.95	0.89	0.93
Ba	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	5.02	5.02	5.01	5.02	5.02	5.01	5.02	5.01	5.02	5.01	5.02	5.02	5.02	5.02
An	0.19	3.49	0.55	0.11	0.61	0.26	0.15	0.04	0.20	0.13	0.24	0.07	0.16	0.07
Ab	11.39	10.74	14.88	11.41	15.18	8.18	6.89	7.62	8.95	6.70	7.96	5.74	11.35	8.08
Or	88.43	85.77	84.57	88.49	84.21	91.56	92.96	92.34	90.85	93.17	91.80	94.19	88.48	91.85

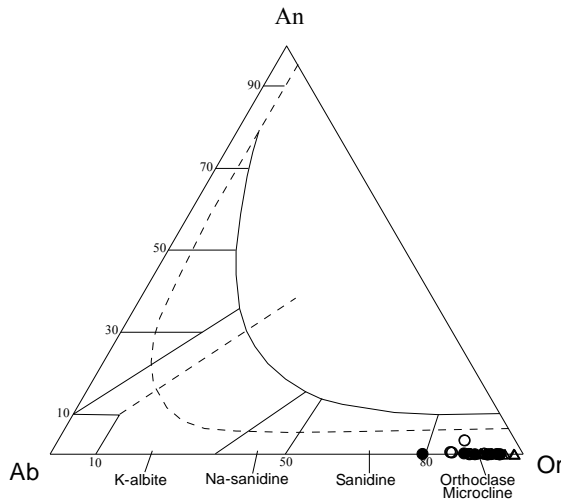
Örnek No. Analiz #	tonalit											
	K4-08c	K4-10	K4-11r	K4-45c	K4-46r	K12-17c	K12-18r	K12-19c	K12-20r	K15-44r	K15-27r	K15-28c
SiO <sub>2</sub>	63.09	63.15	62.72	63.40	63.51	62.91	63.54	62.88	63.33	63.24	63.18	63.32
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.72	18.31	18.40	18.58	18.56	18.82	18.67	18.76	18.52	18.48	18.29	18.26
FeO	0.35	0.04	0.08	0.06	0.02	0.05	0.05	0.04	0.13	0.04	0.19	0.29
CaO	0.04	0.03	0.03	0.05	0.05	0.02	0.04	0.05	0.03	0.03	0.04	0.02
Na <sub>2</sub> O	0.57	0.42	0.72	0.79	0.84	1.17	0.96	0.99	0.83	0.48	0.21	0.20
K <sub>2</sub> O	15.80	15.96	15.72	15.43	15.41	14.90	15.34	15.05	15.44	15.81	16.13	16.24
BaO	0.31	0.22	0.46	0.26	0.34	0.62	0.75	0.77	0.00	0.43	0.10	0.00
SrO	0.04	0.05	0.05	0.04	0.07	0.07	0.01	0.04	0.02	0.06	0.03	0.04
Total	98.92	98.18	98.18	98.61	98.79	98.55	99.36	98.58	98.30	98.56	98.17	98.37
Formül 8 oksijen üzerinden hesaplanmıştır												
Si	2.96	2.98	2.97	2.98	2.98	2.96	2.97	2.96	2.98	2.98	2.98	2.98
Al	1.04	1.02	1.03	1.03	1.03	1.04	1.03	1.04	1.03	1.03	1.02	1.01
Fe <sup>+2</sup>	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.05	0.04	0.07	0.07	0.08	0.11	0.09	0.09	0.08	0.04	0.02	0.02
K	0.95	0.96	0.95	0.92	0.92	0.89	0.91	0.90	0.93	0.95	0.97	0.98
Ba	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	5.02	5.01	5.03	5.01	5.01	5.02	5.02	5.02	5.01	5.01	5.00	5.01
An	0.18	0.13	0.17	0.24	0.24	0.10	0.20	0.23	0.13	0.15	0.18	0.08
Ab	5.17	3.87	6.50	7.24	7.64	10.63	8.67	9.05	7.50	4.38	1.95	1.86
Or	94.65	96.00	93.33	92.53	92.12	89.28	91.12	90.72	92.37	95.47	97.86	98.06

Tablo 3.3'devam ediyor

anklav						
Örnek No. Analiz #	K12A- 26c	K12A- 30c	K3A- 06c	K3A- 07r	K3A- 08c	K3A- 09r
SiO <sub>2</sub>	63.00	63.75	63.42	63.21	63.79	62.95
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.41	18.49	18.59	18.48	18.54	18.44
FeO	0.15	0.33	0.12	0.07	0.03	0.15
CaO	0.02	0.02	0.07	0.02	0.04	0.04
Na <sub>2</sub> O	0.56	0.54	1.37	1.13	2.36	0.61
K <sub>2</sub> O	15.64	15.75	14.55	14.97	13.24	15.69
BaO	0.00	0.19	0.12	0.22	0.10	0.46
SrO	0.07	0.05	0.01	0.03	0.05	0.06
Total	97.84	99.11	98.25	98.13	98.14	98.39
Formül 8 oksijen üzerinden hesaplanmıştır						
Si	2.98	2.98	2.98	2.98	2.98	2.97
Al	1.03	1.02	1.03	1.03	1.02	1.03
Fe <sup>+2</sup>	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.05	0.05	0.12	0.10	0.21	0.06
K	0.94	0.94	0.87	0.90	0.79	0.94
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	5.01	5.00	5.01	5.01	5.01	5.02
An	0.10	0.11	0.33	0.12	0.19	0.19
Ab	5.12	4.92	12.45	10.26	21.29	5.57
Or	94.78	94.97	87.22	89.62	78.51	94.24

FeO<sup>I</sup> toplam Fe olarak ölçülmüştür. r: mineralin kenarı, c: mineralin merkezi r-c: mineralin kenarından merkezine doğru

İncelenen plütonlardaki K-feldispatlar ortoklas bileşiminde olup (Şekil 3.21), kristaller kimyasal zonlanma göstermezler. Kılıçkaya Plütonu'nda bileşim Or<sub>98-84</sub> arasında değişirken, içerdikleri MMA'larda Or<sub>95-79</sub> arasında değişmektedir.



Şekil 3.21. İncelenen plütonlarda K-feldispatların; a) ana kayalarda ve b) MMA'larda bileşimlerinin An-Ab-Or sınıflama diyagramındaki yerleri (semboller için Şekil 3.14'e bakınız)

İncelenen K-feldispatların Or içeriklerine bakıldığında, diyoritler en düşük (Or<sub>93-84</sub>), tonalitlerde ise en yüksek Or içeriklerine (Or<sub>98-89</sub>) sahiptirler. KılıçkayaGranitoyidi içindeki MMA'lar ana kayalara nazaran daha düşük Or içeriklerine (Or<sub>95-79</sub>) sahiptirler (Tablo3.3).

### 3.2.3.3.Biyotit

İncelenen bir kısım kayalar ve içlerindeki bazı MMA'larda gözlenirler. Biyotitlere ait mikroprob analiz sonuçları Tablo 3.4'de verilmiştir.

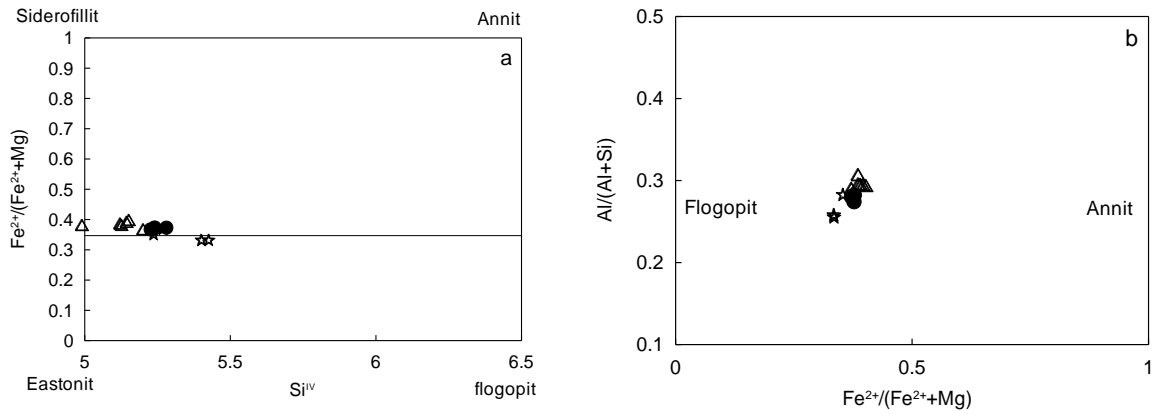
Eosen yaşlı plütonik kayalardaki biyotitlerin TiO<sub>2</sub> içerikleri % 3.68-6.01, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri % 11.42-13.18 ve MgO içerikleri % 13.10-15.89 arasında iken, bu değerler MMA'larda sırasıyla % 4.32-4.91, % 12.10-12.51 ve % 14.37-14.44 arasındadır (Tablo 3.4).

Tablo 3.4. KılıçkayaGranitoyidi içindeki kayalara ait biyotitlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek No. Analiz #	granodiyorit				tonalit					anklav			
	K13- 49c	K13- 50r	K13- 38r	K13- 32r	K12-53c	K12- 54r	K12- 66	K12- 35	K12- 37	K12- 38	K3A- 05	K3A- 31c	K3A- 37c
SiO <sub>2</sub>	39.15	38.75	37.74	37.82	36.15	36.27	34.88	35.62	35.10	36.33	37.30	37.57	37.48
TiO <sub>2</sub>	3.68	3.68	4.65	4.41	5.23	5.21	6.01	4.88	4.78	4.80	4.37	4.32	4.91
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.42	11.46	12.66	12.38	12.92	12.92	13.18	12.64	12.58	12.67	12.51	12.10	12.43
FeO	14.15	14.13	14.51	15.24	15.53	15.63	14.96	15.63	15.01	14.46	15.46	15.44	15.11
MnO	0.10	0.10	0.12	0.17	0.18	0.21	0.23	0.29	0.29	0.21	0.11	0.14	0.14
MgO	15.89	15.88	14.96	14.54	13.67	13.43	13.44	13.10	13.48	13.81	14.37	14.40	14.44
CaO	0.01	0.06	0.00	0.02	0.04	0.06	2.20	0.06	0.06	0.04	0.08	0.01	0.01
Na <sub>2</sub> O	0.25	0.24	0.24	0.31	0.33	0.30	0.18	0.16	0.12	0.20	0.26	0.28	0.32
K <sub>2</sub> O	9.13	8.98	9.27	9.21	8.79	8.61	5.83	8.75	8.69	8.83	8.87	9.24	9.19
F	0.68	0.73	0.88	0.61	0.47	0.42	0.46	0.32	0.51	0.46	0.64	0.84	0.63
Cl	0.41	0.43	0.17	0.22	0.10	0.12	0.09	0.13	0.12	0.09	0.21	0.39	0.15
H <sub>2</sub> O	3.50	3.45	3.46	3.58	3.61	3.63	3.58	3.61	3.47	3.58	3.53	3.37	3.58
Toplam	98.38	97.89	98.66	98.51	97.02	96.81	95.06	95.19	94.21	95.48	97.71	98.11	98.39
Formül 22 oksijen üzerinden hesaplanmıştır													
Si	5.42	5.40	5.23	5.27	5.12	5.14	4.99	5.15	5.12	5.20	5.24	5.28	5.22
Ti	0.38	0.39	0.49	0.46	0.56	0.56	0.65	0.53	0.52	0.52	0.46	0.46	0.51
Al	1.86	1.88	2.07	2.03	2.16	2.16	2.22	2.15	2.16	2.14	2.07	2.00	2.04
Fe <sup>+2</sup>	1.64	1.65	1.68	1.77	1.84	1.85	1.79	1.89	1.83	1.73	1.81	1.81	1.76
Mn	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.01	0.02	0.02
Mg	3.28	3.30	3.09	3.02	2.88	2.84	2.87	2.82	2.93	2.95	3.01	3.02	3.00
Ca	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.34	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
Na	0.07	0.07	0.06	0.08	0.09	0.08	0.05	0.04	0.03	0.06	0.07	0.08	0.09
K	1.61	1.60	1.64	1.64	1.59	1.56	1.06	1.61	1.62	1.61	1.59	1.65	1.63
F-	0.30	0.32	0.39	0.27	0.21	0.19	0.21	0.14	0.23	0.21	0.28	0.37	0.28
Cl-	0.10	0.10	0.04	0.05	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.05	0.09	0.04
OH	1.62	1.60	1.60	1.66	1.71	1.72	1.71	1.74	1.69	1.71	1.65	1.58	1.66
Toplam	14.28	14.29	14.28	14.30	14.26	14.22	13.99	14.25	14.27	14.23	14.28	14.32	14.28
Mg/(Mg+Fe <sup>+2</sup> )	0.67	0.67	0.65	0.63	0.61	0.61	0.62	0.60	0.62	0.63	0.62	0.62	0.63
Fe <sup>+2</sup> /(Fe <sup>+2</sup> +Mg)	0.33	0.33	0.35	0.37	0.39	0.39	0.38	0.40	0.38	0.37	0.38	0.38	0.37

Biyotitlerinin  $Fe^{+2}/(Fe^{+2}+Mg)$  ve  $Mg/(Mg+Fe^{+2})$  oranları sırasıyla 0.33-0.40 ve 0.60-0.67 arasında iken, MMA'larda bu oranlar sırasıyla 0.37-0.38 ve 0.62-0.63 arasındadır.

Biyotitler, flogopit ve annit uç üyeleri arasındaki katı ergiyiğin ürünü olup, daha ziyade magnezyumca zengin flogopit ucuna yakındırlar (Şekil 3.22). Ana kayaç ve MMA'lar içindeki biyotitler, kimyasal bakımdan belirgin farklılıklar sunmazlar.

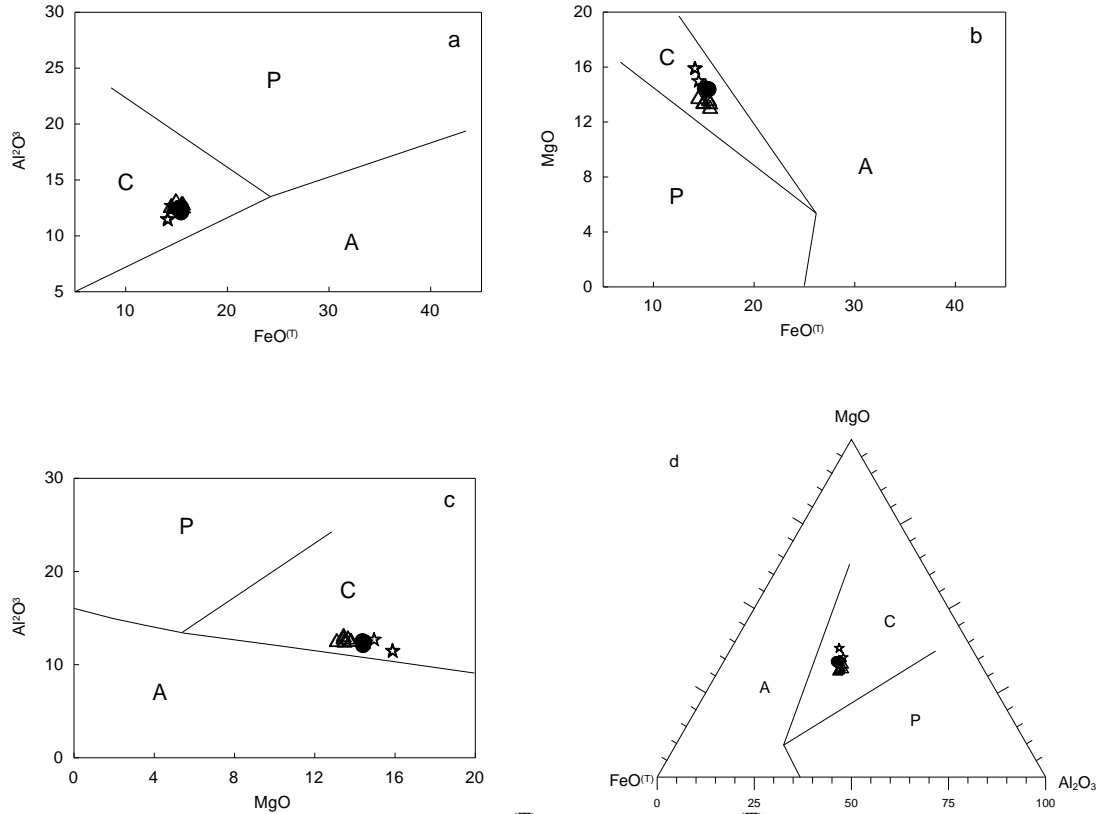


Şekil 3.22. Biyotitlerinin bileşimleri, a)  $Si^{IV}$ -( $Fe^{+2}/Fe^{+2}+Mg$ ) diyagramı, b) ( $Fe^{+2}/Fe^{+2}+Mg$ )- $Al/(Al+Si)$  diyagramı (Parsons ve diğ., 1991; semboller için Şekil 3.14'e bakınız)

Biyotitler, içinde kristallendikleri magmanın tektonik ortamları hakkında önemli bilgiler verirler ve kalk-alkali, alkali ve peralümin granitoid magmalarda kristallenen biyotitler,  $Al_2O_3$ ,  $FeO^{(T)}$  ve  $MgO$  içerikleri bakımında önemli farklılıklar gösterirler (Abdel-Rahman, 1994). Bu içerikleri göz önüne alarak Abdel-Rahman(1994) dünyada bileşimleri ve geliştikleri tektonik ortamları çok iyi bilinen biyotitleri  $Al_2O_3$ - $FeO^{(T)}$ ,  $MgO$ - $FeO^{(T)}$ ,  $Al_2O_3$ - $MgO$  ve  $MgO$ - $FeO^{(T)}$ - $Al_2O_3$  ayırtman diyagramlarına aktardığında farklı tektonik ve magmatik şartlarda kristallenmiş biyotitlerin, farklı yönsemeler gösterdiğini belirlemiştir. Anorojenik-alkali magmalarda kristallenen biyotitlerde (A-tipi granitleri oluşturan magmalar),  $FeO^{(T)}/MgO$  oranı ortalama 7.04 iken, peralümin magmalara ait biyotitlerde (S tipi granitleri oluşturan magmalar) 3.48 ve kalk-alkalin orojenik kuşaklara ait magma biyotitlerinde (I-tipi granitleri oluşturan magmalar) ise bu oran biyotit bileşimindeki Mg'ca zenginleşme ile 1.76'ya kadar düşmektedir. Bu üç farklı oksit değerine göre yapılan biyotit ayırım diyagramlarında, biyotitler, yitim magmatizmasına bağlı olarak kalk-alkali magma biyotitleri (C), anorojenik bölgelerde oluşan alkali magmatizma biyotitleri (A), kıtasal

çarpışma sonrası peralümin karakterli magmatizma biyotitleri (P) şeklinde üç farklı alana ayrılmışlardır (Şekil 3.23). İncelenen biyotitler yitim kökenli kalk-alkali ve I tipi granitoyid magmalarda gelişen biyotit bileşimlerini temsil etmektedirler (Şekil 3.23).

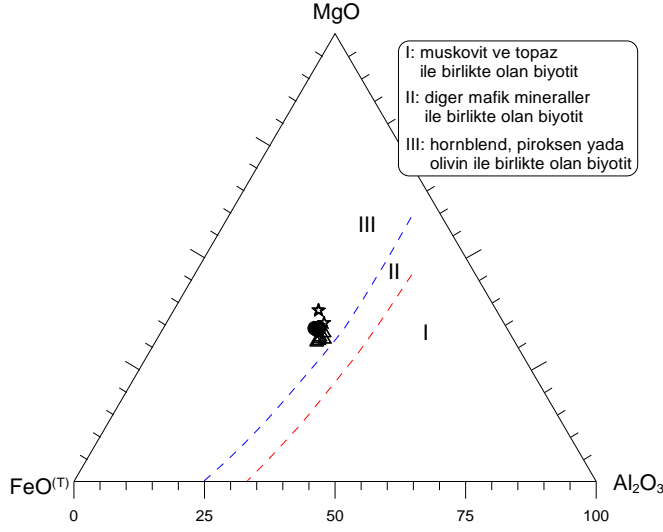
Speer (1984) farklı parametreleri baz alarak biyotitlere ait aşağıdaki sınıflama diyagramını önermiştir (Şekil 3.24). MgO-FeO<sup>(T)</sup>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> üçgen diyagramında, inceleme



Şekil 3.23. Biyotitlerin, a) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-FeO<sup>(T)</sup>, b) MgO-FeO<sup>(T)</sup>, c) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-MgO ve d) MgO-FeO<sup>(T)</sup>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> değişim diyagramları (Abdel-Rahman, 1994) A: Anorojenik bölgelerde oluşan biyotitler, P: Kıtasaal çarpışma sonrası biyotitler, C: Yitim ile ilişkili biyotitler (semboller için Şekil 3.14'e bakınız).

alanındaki biyotitlerin bileşimleri III. bölgeye düşmekte olup “hornblend, piroksen ya da olivin ile birlikte olan biyotit” olarak sınıflandırılırlar (Şekil 3.24).





Şekil 3.24. Biyotitlerin MgO-FeO<sup>(T)</sup>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mineral birlikteliği ayırtman diyagramı (Speer, 1987; semboller için Şekil 3.14'e bakınız).

### 3.2.3.4.Hornblend

İncelenen plütonik kayaçlar ve içlerindeki mafik magmatik anklavların önemli bir kısmında gözlenirler. Hornblendlere ait mikroprob analiz değerleri Tablo 3.5'de verilmiştir.

Eosen yaşlı Kılıçkaya Granitoyidi kayaçları içindeki hornblendlerin Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri % 1.33-4.08, SiO<sub>2</sub> içerikleri % 49.29-53.22 ve Mg/(Mg+Fe<sup>+2</sup>) oranları 0.45-0.91 arasında olup, bu plütonlar içindeki MMA'larda bu değerler sırasıyla % 1.97-8.44, % 44.50-52.09 ve 0.71-0.87 arasında değişmektedir.

Tablo 3.5. KılıçkayaGranitoyidi'ndeki kayaçlara ait hornblendlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek Analiz #	No.	diyorit					granodiyorit								
		K16-25c	K3-47c	K3-48	K16-50	K3-28	K16-49c	K13-06c	K13-07	K13-27c	K13-49c	K13-50	K7-21c	K7-22	K7-43
SiO <sub>2</sub>		51.67	51.07	50.18	49.29	52.02	52.34	52.40	52.32	52.06	52.33	52.39	52.54	52.92	50.86
TiO <sub>2</sub>		0.78	0.61	0.74	0.07	0.50	0.35	0.42	0.46	0.53	0.53	0.43	0.23	0.20	0.22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		2.46	3.34	4.08	3.31	2.76	1.86	2.12	2.46	2.55	2.52	2.37	1.42	1.33	2.22
FeO		12.56	12.68	12.81	18.62	11.30	12.66	12.88	11.83	12.05	11.69	12.87	13.75	14.00	19.89
MnO		0.47	0.49	0.42	1.33	0.45	0.57	0.57	0.43	0.44	0.45	0.48	0.67	0.80	0.54
MgO		15.15	15.58	15.25	9.91	16.84	16.05	16.23	16.47	16.18	16.46	15.69	15.16	15.36	10.26
CaO		11.21	10.52	10.94	12.10	11.06	11.00	10.28	10.74	10.94	10.93	10.90	11.02	10.41	11.60
Na <sub>2</sub> O		0.82	1.06	1.23	0.28	0.97	0.70	0.88	0.85	0.90	0.89	0.70	0.31	0.39	0.36
K <sub>2</sub> O		0.29	0.32	0.39	0.17	0.28	0.15	0.20	0.18	0.21	0.23	0.18	0.12	0.11	0.14
F		0.34	0.59	0.42	0.18	0.55	0.23	0.36	0.39	0.43	0.40	0.33	0.13	0.07	0.13
Cl		0.12	0.13	0.20	0.00	0.09	0.08	0.14	0.07	0.11	0.12	0.12	0.07	0.06	0.05
H <sub>2</sub> O		1.83	1.70	1.77	3.98	1.76	4.12	1.83	1.83	1.80	1.82	1.85	1.94	1.98	1.90
Toplam		97.68	98.10	98.43	99.23	98.57	100.10	98.28	98.04	98.18	98.37	98.30	97.36	97.61	98.17
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır															
Si		7.58	7.40	7.30	7.56	7.47	7.58	7.51	7.53	7.52	7.53	7.56	7.67	7.65	7.69
Ti		0.09	0.07	0.08	0.01	0.05	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06	0.05	0.03	0.02	0.02
Al <sup>4</sup>		0.42	0.57	0.70	0.44	0.47	0.32	0.36	0.42	0.43	0.43	0.40	0.24	0.23	0.31
Al <sup>6</sup>		0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
Fe <sup>+2</sup>		1.13	0.69	0.91	2.23	0.60	0.74	0.49	0.59	0.74	0.69	0.80	0.89	0.64	2.23
Fe <sup>+3</sup>		0.41	0.84	0.65	0.16	0.75	0.79	1.05	0.83	0.72	0.72	0.75	0.79	1.06	0.28
Mn		0.06	0.06	0.05	0.17	0.05	0.07	0.07	0.05	0.05	0.06	0.06	0.08	0.10	0.07
Mg		3.31	3.37	3.31	2.27	3.60	3.46	3.47	3.53	3.48	3.53	3.38	3.30	3.31	2.31
Ca		1.76	1.63	1.71	1.99	1.70	1.71	1.58	1.65	1.69	1.68	1.69	1.72	1.61	1.88
Na		0.23	0.30	0.35	0.08	0.27	0.20	0.25	0.24	0.25	0.25	0.20	0.09	0.11	0.10
K		0.05	0.06	0.07	0.03	0.05	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.03
F-		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cl-		0.06	0.07	0.10	0.00	0.04	0.04	0.07	0.03	0.05	0.06	0.06	0.03	0.03	0.03
OH		1.80	1.67	1.74	4.08	1.71	4.04	1.79	1.79	1.76	1.78	1.81	1.92	1.95	1.92
Toplam		15.05	14.99	15.13	15.10	15.02	14.93	14.86	14.93	14.98	14.97	14.91	14.83	14.74	15.01
Mg/(Mg+Fe <sup>+2</sup> )		0.75	0.83	0.79	0.50	0.86	0.82	0.88	0.86	0.82	0.84	0.81	0.79	0.84	0.51

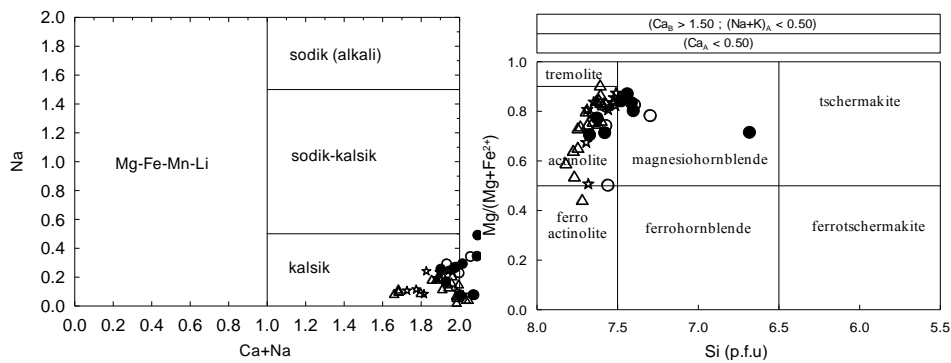
Tablo 3.5' devam ediyor

Örnek Analiz #	No.	granodiyorit		tonalit												
		K7-31c	K7-21c	K12-26	K12-27c	K12-28	K12-29c	K12-30	K12-31c	K12-32	K12-35c	K12-56	K12-45c	K12-46	K12-47c	K12-48
SiO <sub>2</sub>		52.96	52.00	52.24	52.56	52.73	52.26	52.87	53.20	52.85	52.76	52.93	52.38	52.30	52.47	52.21
TiO <sub>2</sub>		0.49	0.15	0.67	0.40	0.25	0.56	0.29	0.33	0.31	0.24	0.31	0.35	0.29	0.30	0.17
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		1.43	2.71	2.26	1.77	1.59	2.27	2.06	1.54	1.46	1.52	1.51	1.72	1.78	1.75	1.63
FeO		12.95	12.89	12.29	12.10	14.24	12.46	12.85	12.82	12.88	13.88	14.35	12.90	12.65	12.30	14.28
MnO		0.67	1.19	0.42	0.37	0.86	0.43	0.51	0.44	0.68	0.86	1.01	0.60	0.60	0.59	0.45
MgO		15.49	13.89	15.60	15.74	15.00	15.39	15.47	15.35	15.49	15.47	15.10	16.00	16.00	16.17	13.87
CaO		10.62	12.19	11.19	11.70	10.03	11.41	11.49	11.55	10.88	10.18	10.19	10.72	10.87	10.85	12.40
Na <sub>2</sub> O		0.42	0.29	0.76	0.56	0.44	0.60	0.44	0.49	0.35	0.38	0.39	0.68	0.71	0.68	0.18
K <sub>2</sub> O		0.19	0.07	0.31	0.21	0.11	0.22	0.16	0.21	0.13	0.11	0.10	0.12	0.14	0.14	0.10
F		0.16	0.22	0.29	0.28	0.08	0.24	0.14	0.11	0.12	0.16	0.17	0.18	0.23	0.27	0.04
Cl		0.09	0.02	0.11	0.08	0.07	0.11	0.15	0.07	0.07	0.07	0.06	0.09	0.07	0.07	0.01
H <sub>2</sub> O		1.93	1.90	1.87	1.87	1.96	1.89	1.94	1.97	1.95	1.93	1.93	4.13	4.10	4.09	4.18
Toplam		97.40	97.54	97.99	97.64	97.35	97.84	98.38	98.07	97.15	97.55	98.05	99.84	99.74	99.68	99.51
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır																
Si		7.69	7.70	7.61	7.69	7.63	7.63	7.66	7.75	7.70	7.61	7.62	7.58	7.59	7.61	7.78
Ti		0.05	0.02	0.07	0.04	0.03	0.06	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.02
Al <sup>4</sup>		0.25	0.30	0.39	0.31	0.27	0.37	0.34	0.25	0.25	0.26	0.26	0.29	0.30	0.30	0.22
Al <sup>6</sup>		0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
Fe <sup>+2</sup>		0.79	1.47	1.03	1.14	0.59	1.09	1.04	1.20	0.82	0.49	0.57	0.65	0.71	0.68	1.69
Fe <sup>+3</sup>		0.78	0.13	0.47	0.34	1.14	0.43	0.51	0.37	0.75	1.18	1.15	0.91	0.82	0.82	0.09
Mn		0.08	0.15	0.05	0.05	0.11	0.05	0.06	0.05	0.08	0.11	0.12	0.07	0.07	0.07	0.06
Mg		3.35	3.07	3.39	3.43	3.24	3.35	3.34	3.33	3.36	3.33	3.24	3.45	3.46	3.50	3.08
Ca		1.65	1.93	1.75	1.83	1.56	1.78	1.78	1.80	1.70	1.57	1.57	1.66	1.69	1.69	1.98
Na		0.12	0.08	0.21	0.16	0.12	0.17	0.12	0.14	0.10	0.11	0.11	0.19	0.20	0.19	0.05
K		0.04	0.01	0.06	0.04	0.02	0.04	0.03	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02
F-		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cl-		0.04	0.01	0.05	0.04	0.03	0.06	0.07	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.01
OH		1.90	1.88	1.83	1.84	1.94	1.85	1.89	1.93	1.92	1.90	1.90	4.07	4.04	4.02	4.16
Toplam		14.81	15.03	15.02	15.03	14.70	14.99	14.94	14.98	14.82	14.70	14.70	14.87	14.92	14.90	15.05
Mg/(Mg+Fe <sup>+2</sup> )		0.81	0.68	0.77	0.75	0.85	0.75	0.76	0.74	0.80	0.87	0.85	0.84	0.83	0.84	0.65

Tablo 3.5' devam ediyor

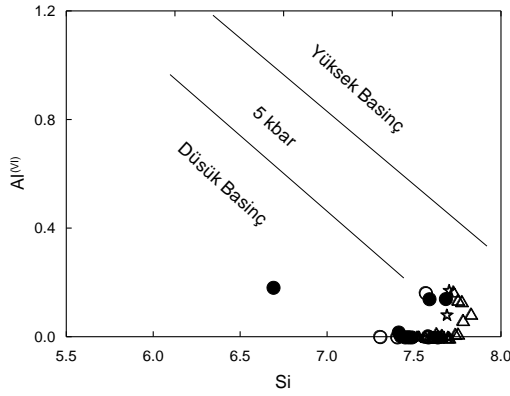
Örnek Analiz #	No.	tonalit				anklav									
		K12-51c	K4-29c	K4-44	K4-30	K12-22	K12-24c	K3A-01c	K3A-39	K3A-41	K3A-46	K12A-25	K12A-32	K12A-33c	K12A-34r
SiO <sub>2</sub>		53.22	53.20	51.80	50.82	51.71	52.23	51.70	51.20	51.58	51.99	51.22	52.09	44.50	51.74
TiO <sub>2</sub>		0.21	0.30	0.18	0.06	0.09	0.16	0.58	0.84	0.71	0.66	0.09	0.63	1.28	0.19
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		1.35	1.63	2.05	2.49	1.47	2.23	2.76	3.58	3.45	2.76	3.19	1.97	8.44	2.64
FeO		13.29	12.98	17.49	21.28	15.39	13.70	11.73	10.87	10.84	11.07	11.93	12.17	13.63	12.27
MnO		0.78	0.35	0.46	0.60	2.15	1.46	0.41	0.35	0.36	0.42	0.74	0.51	0.23	0.57
MgO		16.20	15.38	11.60	9.02	11.88	13.39	16.59	16.37	16.65	16.75	14.85	15.59	13.08	14.66
CaO		10.22	11.41	12.40	11.67	12.04	12.07	10.61	11.20	11.11	11.03	12.49	11.15	11.08	12.10
Na <sub>2</sub> O		0.33	0.56	0.17	0.27	0.10	0.22	0.94	1.25	1.07	0.98	0.29	0.61	1.70	0.26
K <sub>2</sub> O		0.12	0.17	0.08	0.12	0.06	0.07	0.25	0.38	0.33	0.24	0.12	0.27	0.49	0.09
F		0.23	0.09	0.17	0.10	0.10	0.12	0.56	0.75	0.61	0.29	0.05	0.58	0.18	0.15
Cl		0.06	0.06	0.01	0.05	0.01	0.01	0.16	0.15	0.11	0.13	0.02	0.11	0.48	0.04
H <sub>2</sub> O		4.13	1.98	1.91	1.90	1.92	1.95	1.72	1.64	1.72	1.87	1.99	1.71	1.75	1.93
Toplam		100.13	98.11	98.31	98.37	96.92	97.60	97.99	98.58	98.54	98.18	96.97	97.37	96.85	96.64
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır															
Si		7.61	7.73	7.77	7.72	7.82	7.75	7.45	7.41	7.42	7.48	7.58	7.63	6.69	7.68
Ti		0.02	0.03	0.02	0.01	0.01	0.02	0.06	0.09	0.08	0.07	0.01	0.07	0.14	0.02
Al <sup>4</sup>		0.23	0.27	0.23	0.28	0.18	0.25	0.47	0.59	0.58	0.47	0.42	0.34	1.31	0.32
Al <sup>6</sup>		0.00	0.01	0.13	0.17	0.09	0.14	0.00	0.02	0.00	0.00	0.14	0.00	0.18	0.14
Fe <sup>-2</sup>		0.35	1.15	2.19	2.52	1.82	1.54	0.52	0.85	0.69	0.66	1.30	0.98	1.15	1.34
Fe <sup>+3</sup>		1.24	0.43	0.00	0.18	0.12	0.16	0.90	0.46	0.61	0.67	0.18	0.51	0.56	0.19
Mn		0.09	0.04	0.06	0.08	0.28	0.18	0.05	0.04	0.04	0.05	0.09	0.06	0.03	0.07
Mg		3.45	3.33	2.59	2.04	2.68	2.96	3.56	3.53	3.57	3.60	3.28	3.40	2.93	3.24
Ca		1.57	1.78	1.99	1.90	1.95	1.92	1.64	1.74	1.71	1.70	1.98	1.75	1.78	1.92
Na		0.09	0.16	0.05	0.08	0.03	0.06	0.26	0.35	0.30	0.27	0.08	0.17	0.50	0.08
K		0.02	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	0.05	0.07	0.06	0.04	0.02	0.05	0.09	0.02
F-		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cl-		0.03	0.03	0.00	0.02	0.00	0.01	0.08	0.07	0.06	0.06	0.01	0.05	0.25	0.02
OH		4.05	1.94	1.91	1.94	1.95	1.94	1.68	1.60	1.67	1.83	1.97	1.69	1.77	1.91
Toplam		14.68	14.97	15.06	15.00	14.99	14.99	14.94	15.16	15.07	15.02	15.09	14.97	15.37	15.02
Mg/(Mg+Fe <sup>+2</sup> )		0.91	0.74	0.54	0.45	0.59	0.66	0.87	0.81	0.84	0.84	0.72	0.78	0.72	0.71

Ana kayaç ve MMA'lara ait hornblendler, kalsik hornblendler olup, kimyasal bileşimleri benzerlik sunarlar. Ana kayalarındaki hornblendler, Leake ve diğ. (1997) tarafından yapılan sınıflama diyagramında, aktinolit ve az oranda da ferroaktinolit ve magnezyumlu hornblend bileşimindedirler. MMA hornblendleri ise magnezyumlu hornblend ve aktinolit bileşimindedirler (Şekil 3.25).



Şekil 3.25. Hornblendlerin Leake ve diğ. (1997) sınıflama diyagramındaki yerleri (semboller için Şekil 3.14'e bakınız)

İncelenen örnekler, Si'ye karşı  $Al^{(vi)}$  diyagramında, düşük basınç alanında yer alırlar (Şekil 3.26).



Şekil 3.26. Hornblendlerin Si'ye karşı  $Al^{(vi)}$  diyagramdaki konumları (semboller için Şekil 3.14'e bakınız)

### 3.2.3.5. Fe-Ti Oksitler

İncelenen bir kısım plütonik kayalar ve içlerindeki MMA'larda gözlenmekte olup, magnetit kristalleri halinde bulunurlar. Magnetitlere ait mikroprob analiz sonuçları Tablo 3.6'da verilmiştir.

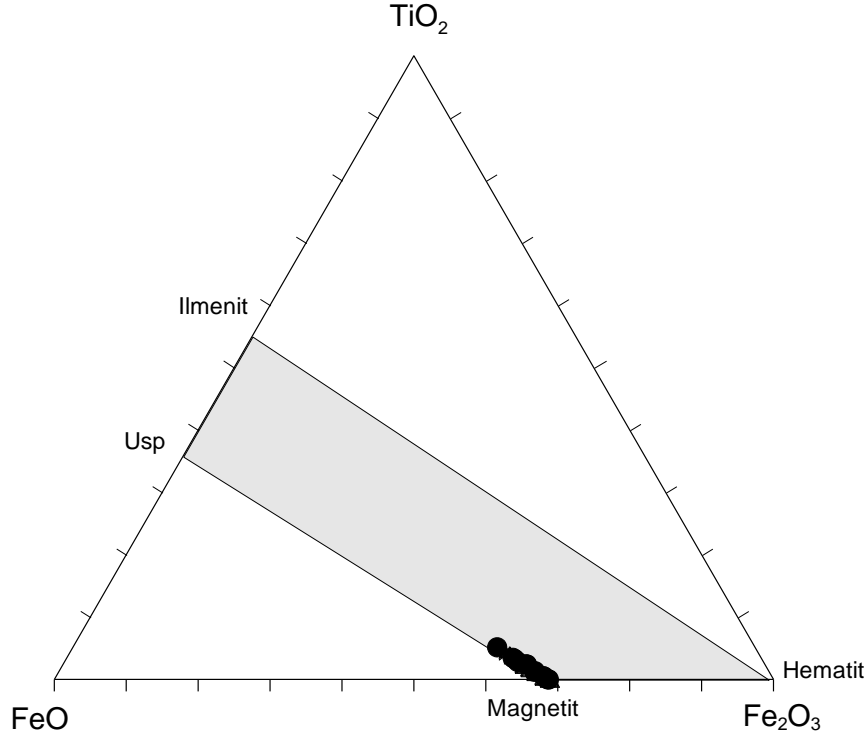
Üst Kretase yaşlı plütonik kayalar içindeki magnetitlerin  $TiO_2$  ve FeO değerleri % 0.18-4.23 ve % 29.84-33.40 arasında olup, plütonik kayalar içindeki MMA'larda bu değerler sırasıyla % 0.12-3.38 ve % 29.71-32.47 arasında değişmektedir (Tablo 3.6).

Kayaçalarda gözlenen Fe-Ti oksitler, kimyasal bileşimleri bakımından benzerlik sunarlar. Kayaçalardaki magnetit kristalleri, ulvospinel-magnetit katı ergiyiğinin ürünü olup, magnetit ucuna yakın bileşimler gösterirler (Şekil 3.27).

Tablo 3.6. KılıçkayaGranitoyidi içindeki kayalara ait magnetitlerin mikroprob analiz sonuçları

Örnek No. Analiz #	diyorit				granodiyorit						
	K3-17	K3-26c	K16-29c	K16-13c	K13-14r	K13-29c	K13-30r	K7-36c	K7-37r	K7-38c	K7-39r
SiO <sub>2</sub>	0.16	0.13	0.11	0.70	0.10	0.09	0.10	0.10	0.09	0.10	0.09
TiO <sub>2</sub>	0.41	0.60	2.44	3.13	2.10	4.23	3.61	0.53	0.31	0.30	0.33
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.23	0.11	0.24	0.09	0.14	0.61	0.64	0.15	0.13	0.15	0.14
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.14	0.02	0.09	0.12	0.19	0.10	0.14	0.15	0.17	0.11	0.10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	67.37	66.91	63.07	57.88	61.46	57.19	57.93	65.58	65.96	66.32	65.98
FeO	31.41	31.40	32.52	31.98	31.57	33.40	32.90	30.66	30.43	30.63	30.38
MnO	0.06	0.09	0.61	0.19	0.03	0.56	0.33	0.15	0.08	0.04	0.05
MgO	0.08	0.01	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.01	0.05	0.03	0.02
CaO	0.04	0.05	0.04	1.01	0.21	0.03	0.06	0.03	0.02	0.04	0.14
<b>Toplam</b>	<b>99.90</b>	<b>99.31</b>	<b>99.15</b>	<b>95.10</b>	<b>95.80</b>	<b>96.23</b>	<b>95.73</b>	<b>97.35</b>	<b>97.23</b>	<b>97.71</b>	<b>97.22</b>
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır											
Si	0.05	0.04	0.03	0.22	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Ti	0.09	0.14	0.57	0.76	0.51	1.01	0.87	0.12	0.07	0.07	0.08
Al	0.08	0.04	0.09	0.03	0.05	0.23	0.24	0.06	0.05	0.05	0.05
Cr	0.03	0.01	0.02	0.03	0.05	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02
Fe <sup>+3</sup>	15.59	15.60	14.69	13.98	14.82	13.67	13.92	15.59	15.70	15.71	15.71
Fe <sup>+2</sup>	8.08	8.13	8.41	8.58	8.46	8.87	8.79	8.10	8.05	8.06	8.04
Mn	0.02	0.02	0.16	0.05	0.01	0.15	0.09	0.04	0.02	0.01	0.01
Mg	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01
Ca	0.01	0.02	0.01	0.35	0.07	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.05
<b>Toplam</b>	<b>24.00</b>	<b>24.00</b>	<b>24.00</b>	<b>24.00</b>	<b>24.00</b>	<b>24.00</b>	<b>24.00</b>	<b>24.00</b>	<b>24.00</b>	<b>24.00</b>	<b>24.00</b>

Örnek No. Analiz #	tonalit					anklav							
	K15-16r	K15-17c	K15-27c	K12-15c	K12-16r	K3A-23c	K3A-24r	K3A-25c	K3A-26r	K3A-33c	K3A-34r	K12A-19c	K12A-20r
SiO <sub>2</sub>	0.09	0.08	0.06	0.08	0.08	0.09	0.16	0.09	0.11	0.23	0.18	0.16	0.13
TiO <sub>2</sub>	1.25	2.40	1.86	0.50	0.18	2.36	0.12	4.97	1.37	2.75	3.38	1.30	0.13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.58	0.34	0.34	0.15	0.12	0.10	0.04	0.61	0.23	0.62	0.56	0.27	0.17
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.05	0.03	0.08	0.14	0.10	0.07	0.12	0.11	0.11	0.11	0.10	0.54	0.56
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	65.14	63.49	64.60	65.04	65.90	60.44	65.14	55.44	62.74	59.02	58.00	62.71	65.04
FeO	31.88	33.17	32.69	30.40	29.84	31.11	29.71	33.84	30.93	32.12	32.47	31.10	29.87
MnO	0.22	0.11	0.12	0.08	0.07	0.53	0.06	0.68	0.21	0.38	0.46	0.09	0.06
MgO	0.00	0.00	0.00	0.03	0.17	0.00	0.08	0.04	0.02	0.01	0.03	0.08	0.04
CaO	0.08	0.02	0.01	0.00	0.06	0.09	0.07	0.00	0.01	0.02	0.05	0.03	0.14
<b>Toplam</b>	<b>99.28</b>	<b>99.63</b>	<b>99.78</b>	<b>96.41</b>	<b>96.52</b>	<b>94.79</b>	<b>95.49</b>	<b>95.78</b>	<b>95.73</b>	<b>95.25</b>	<b>95.21</b>	<b>96.25</b>	<b>96.13</b>
Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır													
Si	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03	0.04	0.07	0.06	0.05	0.04
Ti	0.29	0.56	0.43	0.12	0.04	0.58	0.03	1.19	0.33	0.66	0.82	0.31	0.03
Al	0.21	0.12	0.12	0.06	0.04	0.04	0.01	0.23	0.09	0.24	0.21	0.10	0.06
Cr	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.14	0.14
Fe <sup>+3</sup>	15.14	14.71	14.96	15.62	15.79	14.74	15.79	13.30	15.15	14.26	14.02	15.04	15.65
Fe <sup>+2</sup>	8.23	8.54	8.41	8.11	7.95	8.43	8.01	9.02	8.30	8.63	8.72	8.29	7.99
Mn	0.06	0.03	0.03	0.02	0.02	0.15	0.02	0.18	0.06	0.10	0.12	0.02	0.02
Mg	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.00	0.04	0.02	0.01	0.00	0.01	0.04	0.02
Ca	0.03	0.01	0.00	0.00	0.02	0.03	0.02	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.05
<b>Toplam</b>	<b>24.00</b>	<b>24.00</b>	<b>24.00</b>	<b>24.00</b>	<b>24.00</b>	<b>24.00</b>	<b>24.00</b>	<b>24.00</b>	<b>24.00</b>	<b>24.00</b>	<b>24.00</b>	<b>24.00</b>	<b>24.00</b>



Şekil 3.27. Magnetit kristallerinin  $\text{TiO}_2\text{-FeO-Fe}_2\text{O}_3$  ayırtman diyagramları (Bacon ve Hirschmann, 1988; semboller için Şekil 3.14'e bakınız)

### 3.2.6. Kılıçkaya Granitoyidi'nin Jeokimyasal Özellikleri

İnceleme alanında geniş yayılım gösteren Kılıçkaya Granitoyidi'nden alınan örneklerin bazılarında ana, iz ve nadir toprak element analizleri yapılmıştır. Bu analizlerden yararlanarak granitoyidi oluşturan kayaç türlerinin, jeotektonik ortamlarının ve jeokimyasal özelliklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

#### 3.2.6.1. Ana ve İz Elementler

Kılıçkaya Granitoyidi'ni oluşturan kayaçlar ve içlerindeki MMA'lara ait 14 adet örneğin ana ve iz element analizleri Tablo 3.7'de, nadir toprak element analizleri de Tablo 3.8'de verilmiştir.

Tablo 3.7. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaların ana (%) ve iz (ppm) element analizleri

Kayaç Adı	diyorit			Tonalit				Granodiyorit				Dioritic MME		
	Örnek. No	K24	K21	K3	K16	K10	K8	K12	K44	K4	K15	K7	K13	K3A
SiO <sub>2</sub>	58.27	58.86	59.91	60.67	61.63	61.86	61.86	64.40	64.57	64.60	66.53	67.22	57.19	57.29
TiO <sub>2</sub>	0.75	0.69	0.67	0.65	0.67	0.71	0.63	0.56	0.53	0.52	0.47	0.39	0.77	0.76
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.43	16.64	16.37	16.32	15.85	15.56	15.98	15.40	15.30	15.25	14.86	14.89	17.03	16.59
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.02	6.24	6.40	5.74	6.01	6.09	5.49	4.96	4.95	4.76	4.33	3.62	7.19	6.96
MnO	0.17	0.17	0.12	0.10	0.12	0.11	0.14	0.13	0.14	0.11	0.09	0.09	0.14	0.20
MgO	3.39	3.00	3.05	2.72	2.70	2.80	2.72	2.08	2.06	2.04	1.80	1.59	3.77	3.99
CaO	6.51	5.47	5.96	5.50	5.23	5.13	5.19	4.38	4.35	4.29	3.63	3.39	7.34	6.05
Na <sub>2</sub> O	2.81	2.94	3.01	2.88	2.89	2.89	3.08	3.06	3.08	2.94	2.86	3.14	2.95	3.53
K <sub>2</sub> O	2.59	3.31	2.86	3.42	3.46	3.62	3.50	3.61	3.58	3.79	3.90	3.93	2.28	2.15
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.22	0.19	0.21	0.17	0.19	0.18	0.17	0.15	0.16	0.14	0.14	0.11	0.23	0.24
LOI	1.60	1.90	1.10	1.50	1.00	0.80	1.00	1.00	1.00	1.30	1.10	1.10	1.10	1.70
toplam	99.76	99.41	99.66	99.67	99.75	99.75	99.76	99.73	99.72	99.74	99.71	99.47	99.99	99.46
Co	16.70	15.70	16.50	14.70	15.50	16.80	12.20	11.80	13.10	11.00	10.00	6.10	19.60	18.40
Ni	8.70	8.30	9.10	7.10	6.20	9.90	8.20	8.30	8.40	5.70	6.00	6.00	10.60	11.00
V	150.00	173.00	176.00	164.00	167.00	172.00	158.00	130.00	135.00	125.00	119.00	68.00	200.00	192.00
Cu	39.10	57.90	16.50	11.20	80.40	87.90	60.20	30.60	31.90	36.40	178.20	6.40	35.50	24.10
Pb	16.60	8.90	10.90	6.50	11.50	13.40	7.80	16.80	17.10	11.20	11.70	25.10	11.80	7.30
Zn	37.00	47.00	60.00	29.00	30.00	50.00	32.00	53.00	54.00	33.00	34.00	30.00	37.00	28.00
W	0.60	1.00	0.90	0.60	0.70	1.70	0.80	1.30	1.70	1.50	1.10	0.50	1.20	0.50
Rb	52.70	85.90	90.60	94.00	95.10	120.10	102.10	104.40	109.80	108.60	137.90	157.00	49.90	78.90
Ba	667.00	898.00	788.00	873.00	808.00	779.00	890.00	946.00	927.00	955.00	1022.00	1034.00	613.00	673.00
Sr	448.60	485.70	444.70	446.80	393.50	368.50	423.40	399.80	404.60	391.30	332.20	308.80	487.50	420.40
Ta	0.60	0.50	0.70	0.90	0.60	0.70	0.90	0.80	0.90	0.90	0.90	0.90	0.70	0.60
Nb	8.70	10.00	10.70	10.60	11.10	12.50	11.40	11.60	12.00	10.70	11.50	12.20	11.40	11.10
Hf	4.50	3.50	7.30	5.90	3.90	4.60	4.60	4.20	4.70	4.50	4.80	4.10	2.20	3.60
Zr	159.40	122.70	225.30	226.40	172.40	179.70	170.80	159.90	164.00	162.40	153.00	135.70	56.80	153.50
Y	20.30	19.60	19.40	20.90	21.60	22.50	18.60	17.70	19.50	18.20	16.70	15.10	23.20	23.30
Th	10.90	10.10	11.00	12.20	13.00	13.10	11.80	13.50	13.70	13.50	12.80	14.40	8.80	7.90
U	2.50	2.70	2.00	2.40	1.90	2.70	2.90	3.10	3.10	2.80	3.50	3.40	1.60	2.10
Ga	15.80	16.00	18.10	16.90	15.40	16.30	16.10	16.30	16.10	17.10	14.80	13.10	16.90	17.10
La	30.60	25.30	33.70	31.80	32.40	33.80	30.40	34.00	32.70	42.60	32.60	31.50	37.30	25.40
Ce	58.20	45.40	62.80	59.90	62.00	62.20	55.20	58.40	60.40	68.40	57.20	51.90	69.80	50.80
Pr	6.38	5.06	6.65	6.01	6.38	6.58	5.84	6.02	6.15	6.47	5.47	5.07	7.12	5.68
Nd	24.80	21.50	25.20	22.90	24.40	24.50	20.80	20.00	22.80	21.50	18.40	18.40	27.60	22.30
Sm	4.91	3.84	4.52	4.40	4.60	4.62	4.03	4.02	4.19	3.90	3.63	3.01	4.92	4.53
Eu	1.18	1.15	1.02	1.08	1.03	0.97	0.96	0.93	0.85	0.83	0.82	0.79	1.05	1.10
Gd	4.51	3.82	4.24	4.05	4.12	4.62	4.05	3.79	3.60	3.41	3.32	2.82	4.50	4.68
Tb	0.62	0.61	0.66	0.64	0.68	0.69	0.61	0.58	0.55	0.53	0.53	0.40	0.72	0.76
Dy	4.08	3.99	4.18	3.47	4.03	3.93	3.49	2.81	3.18	2.93	2.56	2.47	4.08	4.98
Ho	0.78	0.71	0.85	0.76	0.81	0.81	0.69	0.70	0.71	0.67	0.61	0.45	0.92	0.83
Er	2.25	2.02	2.37	2.03	2.42	2.21	2.05	1.98	1.94	1.84	1.75	1.50	2.42	2.64
Tm	0.35	0.34	0.41	0.34	0.37	0.40	0.36	0.28	0.31	0.30	0.26	0.24	0.39	0.37
Yb	2.37	1.72	2.41	2.12	2.34	2.48	1.90	1.95	2.05	1.68	1.93	1.37	2.29	2.30
Lu	0.37	0.31	0.39	0.38	0.35	0.42	0.34	0.35	0.29	0.30	0.29	0.27	0.39	0.41
Mg #	32.56	32.47	32.28	32.15	31.00	31.50	33.13	29.55	29.39	30.00	29.36	30.52	34.40	36.44
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	0.92	1.13	0.95	1.19	1.20	1.25	1.14	1.18	1.16	1.29	1.36	1.25	0.77	0.61
Sr/Y	22.10	24.78	22.92	21.38	18.22	16.38	22.76	22.59	20.75	21.50	19.89	20.45	21.01	18.04
A/CNK	0.85	0.91	0.87	0.89	0.88	0.86	0.87	0.91	0.91	0.91	0.96	0.96	0.82	0.87

LOI (loss on ignition=ateşte kayıp) :Toplam uçucu içeriği. Mg# = 100xMgO/(MgO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: Toplam demir A/CNK= Mol Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/(CaO+NaO+K<sub>2</sub>O).



Tablo 3.8. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaçların nadir toprak element (ppm) analizleri

MÜRŞİT	diyorit			Tonalit				Granodiyorit				Dioritic MME		
	K24	K21	K3	K16	K10	K8	K12	K44	K4	K15	K7	K13	K3A	K12A
La	30.60	25.30	33.70	31.80	32.40	33.80	30.40	34.00	32.70	42.60	32.60	31.50	37.30	25.40
Ce	58.20	45.40	62.80	59.90	62.00	62.20	55.20	58.40	60.40	68.40	57.20	51.90	69.80	50.80
Pr	6.38	5.06	6.65	6.01	6.38	6.58	5.84	6.02	6.15	6.47	5.47	5.07	7.12	5.68
Nd	24.80	21.50	25.20	22.90	24.40	24.50	20.80	20.00	22.80	21.50	18.40	18.40	27.60	22.30
Sm	4.91	3.84	4.52	4.40	4.60	4.62	4.03	4.02	4.19	3.90	3.63	3.01	4.92	4.53
Eu	1.18	1.15	1.02	1.08	1.03	0.97	0.96	0.93	0.85	0.83	0.82	0.79	1.05	1.10
Gd	4.51	3.82	4.24	4.05	4.12	4.62	4.05	3.79	3.60	3.41	3.32	2.82	4.50	4.68
Tb	0.62	0.61	0.66	0.64	0.68	0.69	0.61	0.58	0.55	0.53	0.53	0.40	0.72	0.76
Dy	4.08	3.99	4.18	3.47	4.03	3.93	3.49	2.81	3.18	2.93	2.56	2.47	4.08	4.98
Ho	0.78	0.71	0.85	0.76	0.81	0.81	0.69	0.70	0.71	0.67	0.61	0.45	0.92	0.83
Er	2.25	2.02	2.37	2.03	2.42	2.21	2.05	1.98	1.94	1.84	1.75	1.50	2.42	2.64
Tm	0.35	0.34	0.41	0.34	0.37	0.40	0.36	0.28	0.31	0.30	0.26	0.24	0.39	0.37
Yb	2.37	1.72	2.41	2.12	2.34	2.48	1.90	1.95	2.05	1.68	1.93	1.37	2.29	2.30
Lu	0.37	0.31	0.39	0.38	0.35	0.42	0.34	0.35	0.29	0.30	0.29	0.27	0.39	0.41
(La/Lu) <sub>N</sub>	8.56	8.45	8.95	8.66	9.59	8.33	9.26	10.06	11.68	14.70	11.64	12.08	9.90	6.41
(La/Sm) <sub>N</sub>	3.92	4.15	4.69	4.55	4.43	4.60	4.75	5.32	4.91	6.88	5.65	6.59	4.77	3.53
(Gd/Lu) <sub>N</sub>	1.51	1.53	1.35	1.32	1.46	1.37	1.48	1.34	1.54	1.41	1.42	1.30	1.43	1.42
(La/Yb) <sub>N</sub>	8.72	9.94	9.45	10.14	9.36	9.21	10.81	11.78	10.78	17.14	11.41	15.54	11.01	7.46
(Tb/Yb) <sub>N</sub>	1.12	1.52	1.17	1.29	1.24	1.19	1.37	1.27	1.15	1.35	1.17	1.25	1.34	1.41
Eu=Eu/Eu*	0.75	0.91	0.70	0.77	0.71	0.64	0.72	0.72	0.65	0.68	0.71	0.82	0.67	0.72

$$Eu^*=(Sm+Gd)_N / 2$$

Ana elementlerin kimyası göz önüne alınırsa plütону oluşturan kayaçların şu genel özellikleri ortaya konulabilir:

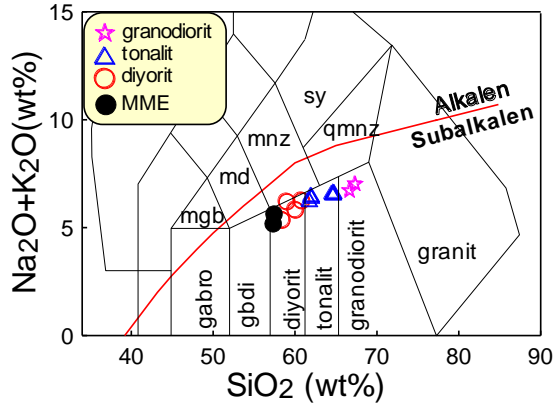
Diyoritlerin SiO<sub>2</sub> değerleri % 58.27-60.67 arasında değişirken, Na<sub>2</sub>O % 2.81-3.01 ve CaO % 5.47-6.51 arasında değişmektedir. K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O oranları 0.92-1.19 arasındadır. A/CNK (molar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/CaO+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) değerleri 1 den küçük olup 0.85-0.91arasındadır. Magnezyum numaraları [100\*(MgO/MgO+ΣFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)] ise 32.15-32.56 arasındadır (Tablo 3.8).

Tonalitlerin SiO<sub>2</sub> değerleri % 61.63-64.60 arasında değişirken, Na<sub>2</sub>O % 2.89-3.08 ve CaO % 4.29-5.23 arasında değişmektedir. K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O oranı 1.14-1.29 arasındadır. A/CNK değerleri 0.86-0.91, magnezyum numaraları ise 29.39-32.13 arasındadır.

Granodiyoritlerin SiO<sub>2</sub> değerleri % 66.53-67.22 arasında değişirken, Na<sub>2</sub>O % 2.86-3.14 ve CaO % 3.39-3.63 arasında değişmektedir. K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O oranı genel olarak 1 den büyük olup 1.25-1.36 arasındadır. A/CNK değerleri 0.96 olup, magnezyum numaraları 29.36-30.52 arasındadır.

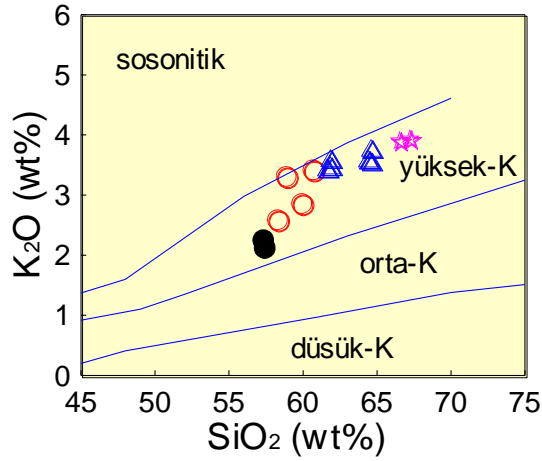
MMA'ların SiO<sub>2</sub> değerleri % 57.19-57.29 arasında değişirken, Na<sub>2</sub>O % 2.95-3.53 ve CaO % 6.05-7.34 arasında değişmektedir. K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O oranı 0.61-0.77 arasındadır. A/CNK değerleri 0.82-0.87 arasında olup, magnezyum numaraları 34.40-36.44 arasındadır.

Jeokimyasal analizler toplam alkaliler (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)'e karşı SiO<sub>2</sub> diyagramına düşürüldüğünde, Kılıçkaya Granitoyidi'nin subalkalen karakterli diyorit, tonalit ve granodiyorit bileşimli kayaçlardan oluştuğu görülmektedir (Şekil 3.28).



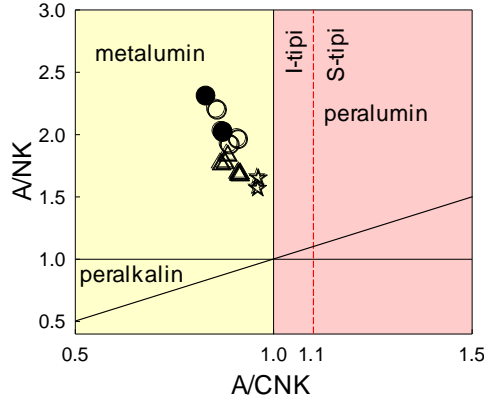
Şekil 3.28. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait örneklerin SiO<sub>2</sub>- (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) sınıflama (Middlemost,1994) diyagramı.

Kılıçkaya Granitoyidi'ni oluşturan kalk-alkalen karakterli kayaçlar K<sub>2</sub>O-SiO<sub>2</sub> diyagramında yüksek potasyum içeriğine sahiptirler (Şekil 3.29).



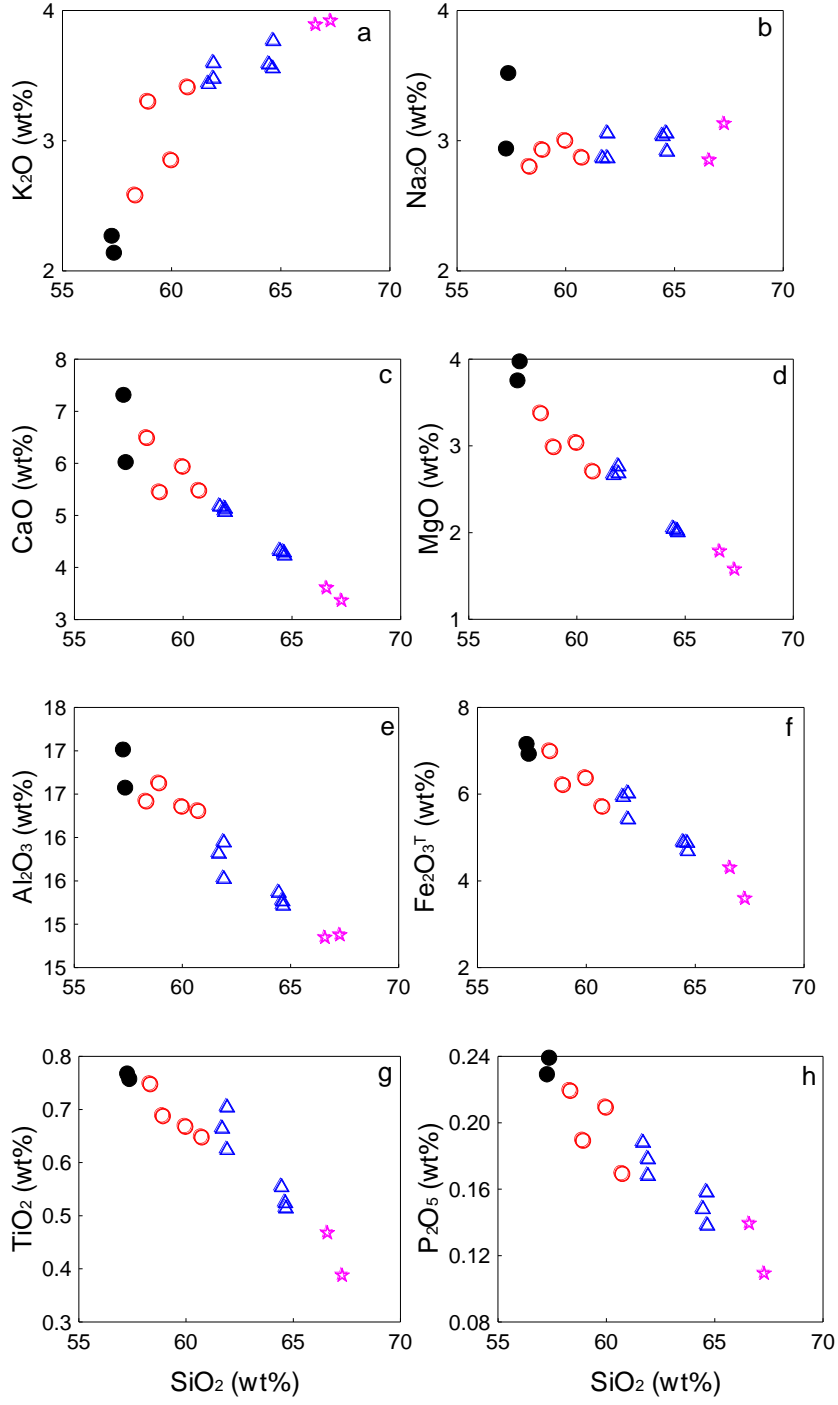
Şekil 3.29. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaç örneklerinin K<sub>2</sub>O-SiO<sub>2</sub> diyagramı (Le Maitre ve diğ., 1989).

Alüminyum doygunluklarını dikkate alan molar A/CNK-A/NK diyagramında tüm örnekler metalümin karakterlidir (Şekil 3.30).

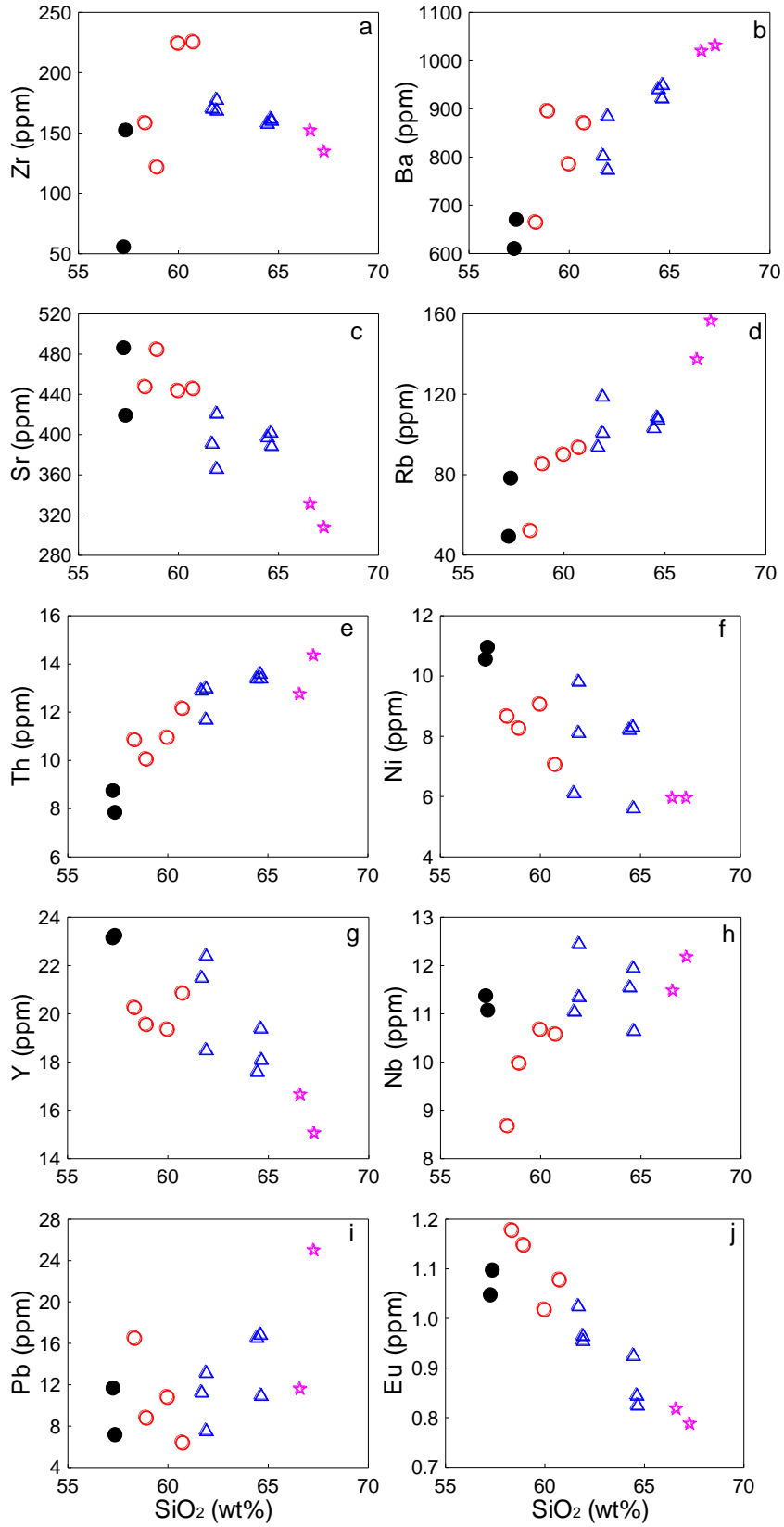


Şekil 3.30. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaç örneklerinin molar A/CNK'ya karşı molar A/NK değişimine bağlı olan alümino bazlı sınıflama (Mainar ve Piccoli, 1989) diyagramları (Semboller Şekil 3.28'deki gibidir).

SiO<sub>2</sub>'ye karşı ana ve iz element değişim diyagramları (Harker diyagramları) Şekil 3.31 ve 3.32'de verilmiştir. Genel olarak incelenen Kılıçkaya Granitoyidi'ni oluşturan kayaçların ana ve iz elementlerindeki değişimler kayaçların içerisinde gözlenen fenokristal fazlarının fraksiyonlaşmasıyla ilişkilidir. Harker diyagramlarında ana ve iz elementlerin büyük bir çoğunluğu SiO<sub>2</sub> ile çok iyi korelasyon göstermektedir. Ana element değişim diyagramlarında SiO<sub>2</sub>'ye karşı TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>T</sup>, MgO, CaO ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> arasında iyi derecede negatif bir korelasyon görülmektedir. Buna karşın Na<sub>2</sub>O değerleri ise herhangi bir değişiklik göstermeden sabit kalmaktadır (Şekil 3.31). Aynı zamanda, SiO<sub>2</sub> değerleri arttıkça K<sub>2</sub>O değeri de artmaktadır (Şekil 3.31). İz element değişim diyagramlarında ise SiO<sub>2</sub>'ye karşı Ba, Rb, Th, Pb ve Nb pozitif bir korelasyon gösterirken Sr, Ni, Y ve Eu da ise negatif bir korelasyon mevcuttur (Şekil 3.32). Zr içeriklerinde ise düzensiz bir değişim gözlenir.



Şekil 3.31. Kılıçkaya Granitoidi'ne ait kayaç örneklerinin  $\text{SiO}_2$ 'ye karşı ana element değişim diyagramları (Semboller Şekil 3.28'deki gibidir)

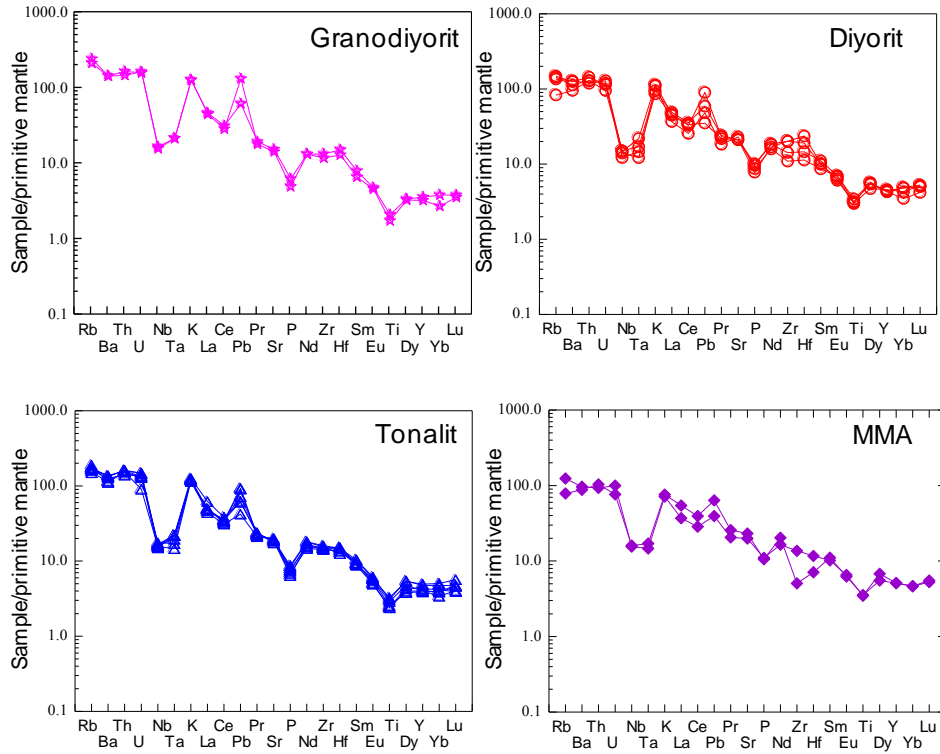


Şekil 3.32. Kılıçkaya Granitoidi'ne ait kayaç örneklerinin SiO<sub>2</sub>'ye karşı iz element değişim diyagramları (Semboller Şekil 3.28'deki gibidir)

### 3.2.6.2.Uyumsuz Elementler

Kılıçkaya Granitoyidi'nin ilksel mantoya göre normalize edilmiş iz element dağılım diyagramları Şekil 3.33' de verilmiştir.

Örneklerin ilksel mantoya göre normalleştirilmiş iz element dağılım diyagramında (Şekil 3.33) genel olarak zenginleşme görülmektedir. Zenginleşme özellikle büyük iyon yarıçaplı elementlerde (LIL) (Rb, Ba, Th, U) oldukça fazladır. Nb, Ta, Ti, P'da oldukça belirgin olan negatif bir anomali gözlenmektedir. Özellikle Th, Rb gibi elementlerdeki zenginleşme kabuk etkisini yansıtmaktadır. Negatif Nb anomalisi, kayaçların ana magmasının gelişiminde, yitim bileşeninin etken bir rol oynadığını göstermektedir.



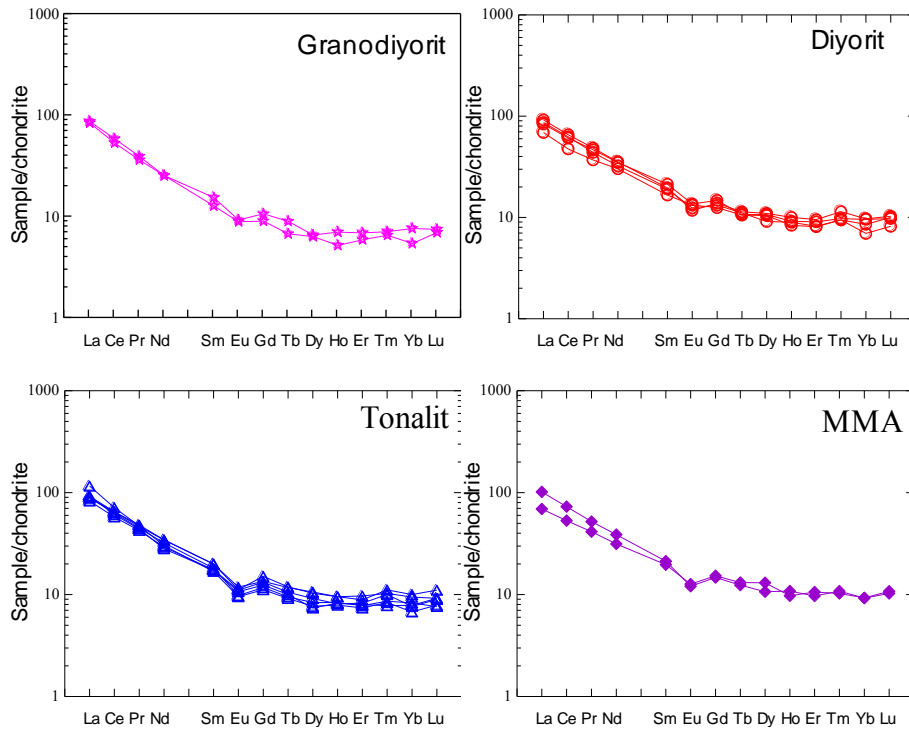
Şekil 3.33. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaçların primitif mantoya göre (Sun ve McDonough, 1989), normalize edilmiş iz element dağılım diyagramları.

### 3.2.6.3.Nadir Toprak Elementler

Kılıçkaya Granitoyidi'nden alınan örneklerin kondirite göre normalleştirilmiş nadir toprak element (NTE) diyagramları Şekil 3.34'de verilmiştir. Örneklerin  $(La/Lu)_N$  değerleri 8.33-14.70 arasındadır. Örneklerde negatif Eu anomalisi gözlenmekte olup,

$(Eu/Eu^*)_N$  değerleri 0.64-0.91 arasında değişmektedir. MMA'ların  $(La/Lu)_N$  oranı 6.41-9.90 arasında olup, negatif Eu anomalisi ( $Eu/Eu^* = 0.67-0.72$ ) gösterirler.

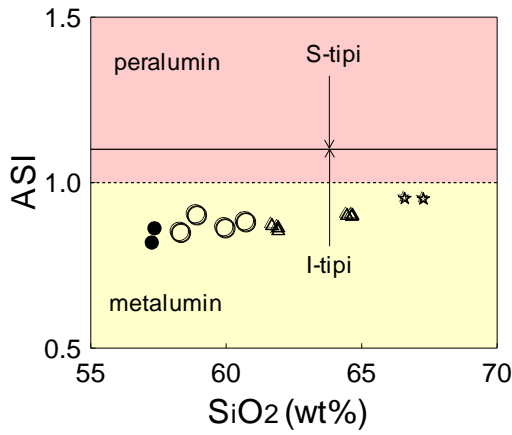
Kayaçların kondirite göre normalize edilmiş nadir toprak element dağılım diyagramında tüm örnekler birbirlerine çok iyi paralellik gösterirler (Şekil 3.34). Bu, granitoyidi oluşturan kayaçların aynı kökenden türemiş olabileceklerini göstermektedir. Kayaçlardaki hafif nadir toprak element zenginleşmesi (HNTE), orta ve ağır nadir toprak element (ANTE) zenginleşmesine göre daha fazladır. Negatif Eu anomalisi feldspat fraksiyonlaşmasını ya da kısmi ergime sırasında feldspatın kaynak kayaçta tutulmasına işaret eder. İncelenen örneklerdeki negatif Eu anomalisi yapması, kayaçların gelişiminde plajiyoklas ayrımlaşmasının önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Dağılımların orta kısmının çukur olması ve hafif nadir toprak elementlere gidildikçe yukarıya doğru konkav bir yapı sunması, granitik kayaçların gelişiminde hornblend fraksiyonlaşmasının etkili bir rol oynadığını göstermektedir. Ağır nadir toprak element (ANTE) değerlerinin yataya yakın olması, manto kaynağında granat mineralinin olmadığını göstergesidir. MMA'lar ana kayaçlara benzer trendler sunarlar.



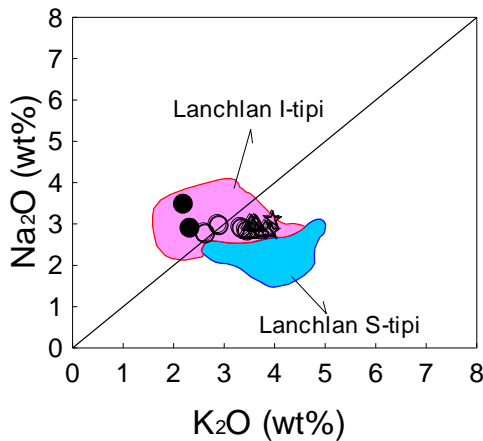
Şekil 3.34. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaçlarının kondirite (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları.

### 3.2.6.4. Tektonik Konum

$\text{SiO}_2$ 'ye karşı molar A/CNK diyagramında (Chappel ve White, 1974) örneklerin tümü volkanik yayların tipik granitoidleri olan I tipi granitoidler alanında yer alırlar (Şekil 3.35). Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait örnekler Lachlan Kuşağı'nın I- ve S-tipi granitler (Chappel ve White, 1974) ile karşılaştırılmış olup, örneklerin tümü Lachlan Kıvrım Kuşağı'ndaki I-tipi granitler ile aynı alana düşerler (Şekil 3.36). Whalen ve diğ., (1987)'nin geliştirdiği ayırım diyagramında örneklerin tümü normal granit alanında yer alırlar (Şekil 3.37).

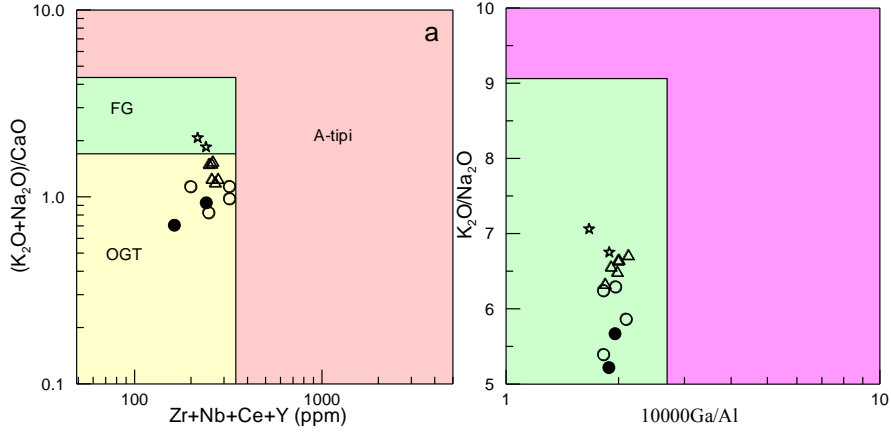


Şekil 3.35. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait örneklerin  $\text{SiO}_2$ 'ye karşı ASI değişimleri (Chappel ve White, 1974) (Semboller Şekil 3.28'deki gibidir).



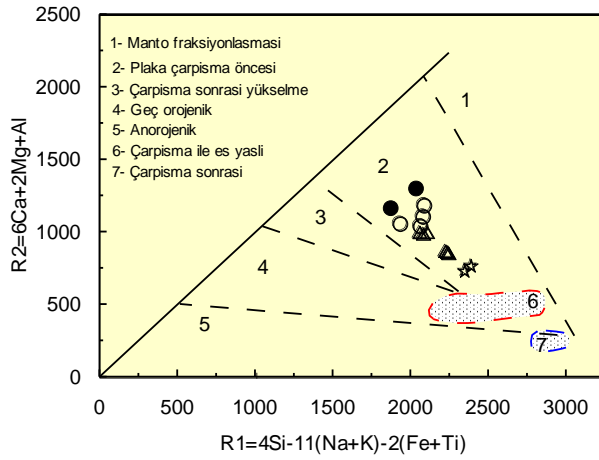
Şekil 3.36. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaç örneklerinin  $\text{Na}_2\text{O}$ - $\text{K}_2\text{O}$  (%) diyagramı. Lachlan Kıvrım Kusağı'nın I-tipi (kırmızı) ve S-tipi (mavi) granitoidleri karşılaştırma için gösterilmiştir (Chappel ve White, 1974) (Semboller Şekil 3.28'deki gibidir).





Şekil 3.37.  $Fe^{0I}/Mg^{0I}$ 'e karşı  $(Zr+Nb+Ce+Y)$  ve  $K_2O/Na_2O$ 'ya karşı  $10000 Ga/Al$  sınıflama diyagramı (Whalen ve diğ., 1987) (Semboller Şekil 3.28'deki gibidir).

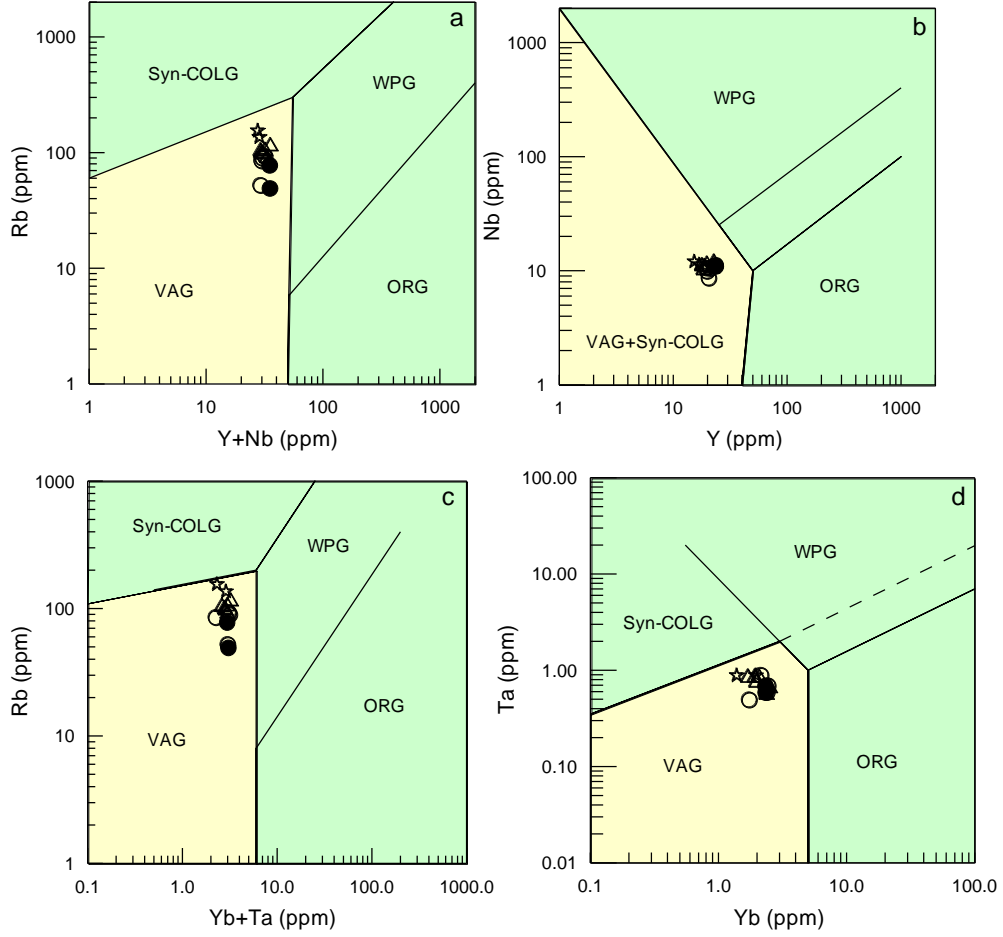
Batchelor ve Bowden (1985)'in multikatyonik diyagramında, Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait örneklerin büyük ölçüde kalk-alkalen ve plaka çarpışma öncesi kayaçları temsil eden 2 nolu alana düştüğü görülür (Şekil 3.38).



Şekil 3.38. Kılıçkaya Granitoyidi'nin R1-R2 diyagramına göre sınıflandırılması (Batchelor ve Bowden,1985)  $R1=4Si-11(Na+K)-2(Fe+Ti)$ ;  $R2=6Ca+2Mg+Al$  (Semboller Şekil 3.28'deki gibidir).

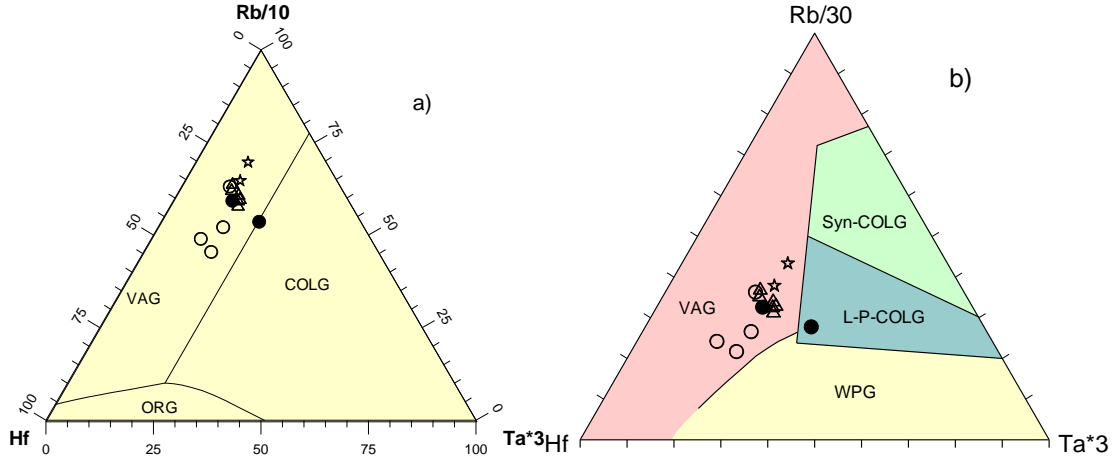
İz element konsantrasyonlarını ele alan Nb-Y diyagramında (Pearce ve diğ., 1984) Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait örnekler volkanik yay granitoyidleri (VAG) ve eş zamanlı çarpışma granitoyidleri (Syn+COLG) alanında yer alır (Şekil 3.39a). Volkanik yay granitlerini, çarpışmayla eş yaşlı granitlerden ayırt eden  $Rb-(Y+Nb)$ ,  $Rb-(Yb+Ta)$  ve  $Ta-$

Yb diyagramlarında (Pearce ve diğ., 1984) tüm örnekler volkanik yay granitoidleri alanında yer alırlar (Şekil 41b).



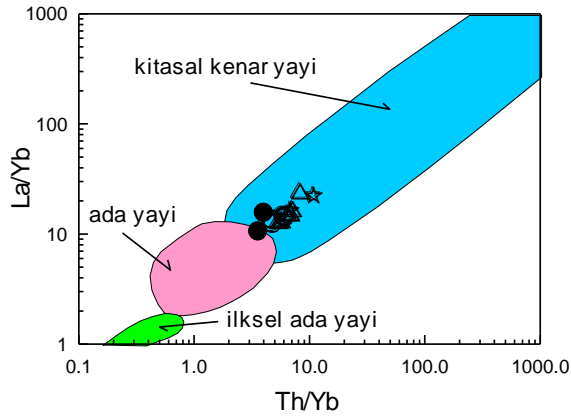
Şekil 3.39. Kılıçkaya Granitoidi'ne ait örneklerin (a) Rb-(Y+Nb), (b) Nb-Y, (c) Rb-(Yb+Ta) ve (d) Ta-Yb diyagramlarındaki (Pearce, 1996) konumları. WPG: levha içi granitler, Syn-COLG: çarpışmayla eş zamanlı granitler, VAG: volkanik yay granitoidleri, ORG: okyanus ortası sırtı granitleri (Semboller Şekil3.28'deki gibidir).

Harris ve diğ., (1986) tarafından önerilen  $Rb/10-Hf-Ta*3$  ve  $Rb/30-Hf-Ta*3$  diyagramlarında örnekler aynı şekilde volkanik yay granitoidleri alanında yer alırlar (Şekil 3.40).



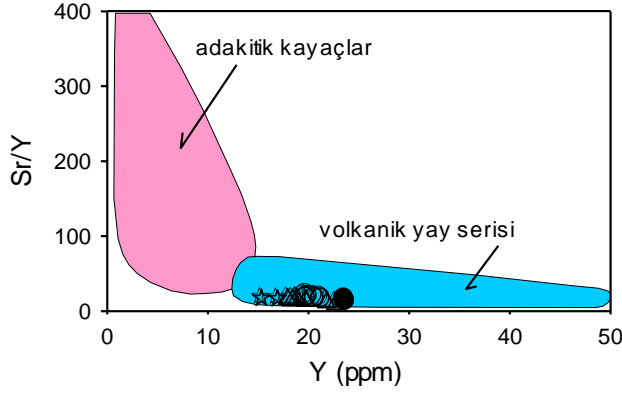
Şekil 3.40. Kılıçkaya Granitoidi'ne ait kayaç örneklerinin (a) Rb/10-Hf-Ta\*3, (b) Rb/30-Hf-Ta\*3 tektonik ortam ayırtma diyagramlarındaki (Haris ve diğ., 1986) konumları. ORG: Okyanus ortası sırtı granitoidleri, VAG: Volkanik yay granitoidleri, COLG: Çarpışma granitoidleri, WPG: Plaka ortası granitoidleri(Semboller Şekil3.28'deki gibidir).

Condie (1989) tarafından önerilen La/Yb - Th/Yb diyagramında örnekler kıtasal kenar yayı alanına düşerler (Şekil 3.41).



Şekil 3.41. Kılıçkaya Granitoidi'ne ait kayaç örneklerinin La/Yb'a karşı Th/Yb diyagramı (Condie, 1989)(Semboller Şekil 3.28'deki gibidir).

Sr/Y-Y diyagramında (Defant ve Drummond, 1990) tüm örnekler normal volkanik yay serisi alanında toplanırlar (Şekil 3.42).



Şekil 3.42. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaç örneklerinin Sr/Y'a karşı Y diyagramı (Defant, Drummond, 1990)(Semboller Şekil 3.28'deki gibidir).

### 3.2.4. Jeotermometre Hesaplamaları

#### 3.2.4.1. Hornblend-Plajiyoklas Jeotermometresi

Bu çalışmada magmalarının kristalizasyon sıcaklıklarının tahmin edilebilmesi için Blundy ve Holland (1990) tarafından önerilen hornblend-plajiyoklas termometresi kullanılmıştır. Bu termometrede sıcaklık;

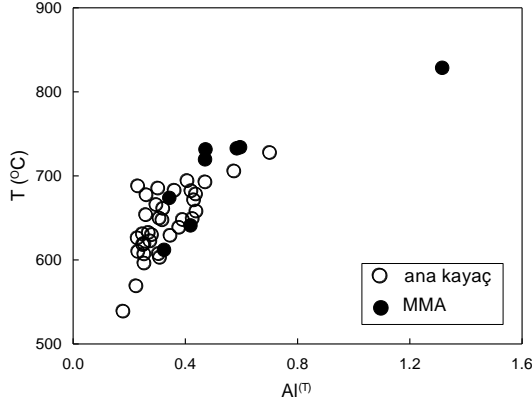
$$T = 0.667 P - 48.98 + Y / - 0.0429 - 0.008314 \ln K$$

formülüyle hesaplanmıştır.

Burada basınç (P), denge kristalizasyonunda dokanak halde birlikte gelişmiş olduğu amfibol minerallerinden hesaplanmaktadır.  $X_{ab} > 0.5$  için  $Y = 0$  alınır. Eğer  $X_{ab} < 0.5$  ise  $Y = -8.06 + 25.5 (1 - X_{ab})^2$  şeklinde kullanılır. K değeri özel bir sayı olup,  $(Si - 4/8 - Si) X_{ab}$  olarak kullanılır.

Bu termometrenin kullanımında öncelikli olarak amfibol-plajiyoklas denge kristalizasyonuna, biyotit, kuvars, K-feldispat, piroksen, Fe-Ti oksit ± sfen minerallerinin eşlik etmesi gerekir. Termometre tepkimelerinin ise,  $Edenit + 4Kuars = Tremolit + Albit$  ve  $Pargasit + 4Kuars = Hornblend + Albit$  olması tercih edilir. Plajiyoklasların  $An_{92}$ 'den daha az kalsik karakterde olması ve birlikte olduğu dokanak haldeki hornblendin katyonik Si içeriğinin de 7.8'den daha küçük olması istenir. Ayrıca, bu tür termometreler 500-1100 °C arasındaki sıcaklıklarda hassastır.

Plütonlanndaki ana kayaç ve kayaç kapanımlarında, sıcaklık tahminleri için yukarıdaki kalibrasyon kullanılmış ve elde edilen sıcaklık değerlerinin birbirleri ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 3.43).



Şekil 3.43. İncelenen Eosen yaşlı Kılıçkaya Granitoyidi ve içlerindeki MMA’larda hornlendlerin  $Al^{(T)}$  içerikleri ile hesaplanan sıcaklık değerleri ( $T^{°C}$ ) arasındaki ilişki

Ana kayaçlardan yapılan hesaplamalarda sıcaklıklar 540-729 °C arasında değişirken, MMA’lardaki kristallenme sıcaklıkları 613-830 °C arasındadır (Tablo 3.9).

Tablo 3.9. Kılıçkaya Granitoyidi’ne ait kayaçlarda hesaplanan sıcaklık değerlerine ait minimum ve maksimum değerler

Kayaç	Diyorit (n=6)		Granodiyorit (n=10)		Tonalit (n=19)		ANKLAV (n=8)	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
$T^{°C}$	650	729	608	695	540	689	613	830

### 3.2.4.2. Zirkon ve Apatit Jeotermometresi

Apatit ve zirkon doygunluk sıcaklığı (Watson ve Harrison, 1983; Hanchar ve Watson, 2003; Miller ve diğ., 2003), kayaç örneklerinin tüm kayaç jeokimyasal analizlerinden hesaplanır. Sıcaklık değerleri, sokulum yapan magmanın maksimum ya da minimum sıcaklığına ve ergiyiğin bu bileşenlerce doymuş yada doymamış olmasına bağlı olarak değişim gösterirler.

Ana kayaçlardan zirkonlardan yapılan hesaplamalarda sıcaklıklar 729-768 °C arasında değişirken, MMA’larda kristallenme sıcaklıkları 656-736°C arasındadır (Tablo 3.10).

Ana kayaçlardan apatitlerden yapılan hesaplamalarda sıcaklıklar 846-903 °C arasında, MMA’lardaki kristallenme sıcaklıkları ise 846-853 °C arasındadır (Tablo 3.10).

Tablo 3.10. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait sıcaklık değerleri

Kayaç	Örnek no	Apatit	
		T °C (ZİRKON)	T(AP)HW (APATİT)
diyorit	K24	739	856
	K21	729	846
	K3	773	871
	K16	779	856
Tonalit	K10	757	881
	K8	758	877
	K12	755	871
	K44	761	887
	K4	763	896
Granodiyorit	K15	763	881
	K7	768	903
Dioritic MME	K13	759	885
	K3A	656	846
	K12A	736	853

## 4. TARTIŞMA

Bu bölümde önce Kılıçkaya Granitoyidi'nin petrolojik özellikleri ve kökenleri irdelenmiş, daha sonra bölgedeki Eosen yaşlı plütonik kayaların yaş ilişkileri tartışılmıştır.

### 4.1.Plütonik Kayaların Petrojenezi

Yüksek K'lu kalk-alkalen granitoidlerin kökenlerine ilişkin pek çok araştırma yapılmış olup, başlıca iki ana model öne sürülmüştür:

(1) Mafik alt kıtasal kabuk kayalarının nisbeten yüksek basınçlarda kısmi ergimesiyle (Roberts ve Clemens, 1993),

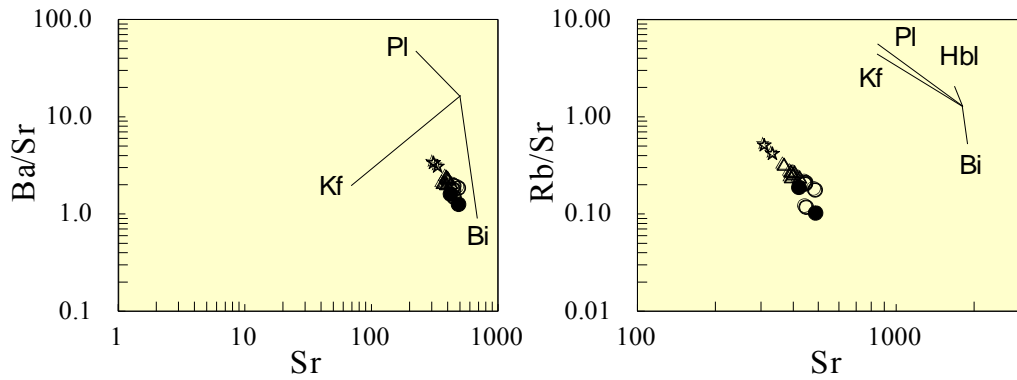
(2) Kabuk ve manto kayalarının kısmi ergimeye uğramaları sonucu oluşan magmaların karışımıyla (Barbarin, 1999; Yang et al., 2007),

Çalışılan Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayalar zayıf REE fraksiyonlaşması ((La/Yb)<sub>N</sub> =8.7-17.1) göstermekte olup, düşük Sr/Y oranları (16.4-24.8) ve yüksek Y (15-23 ppm) ve Yb (1.4-2.5 ppm) içeriklerine sahiptirler. Kayalar yüksek-K'lu, I-tipi özelliğe sahip olup, düşük Ni içeriği (5.7-9.9 ppm), nisbeten düşük Mg# (29ila33) ve geniş bir aralıkta değişim gösteren silis içeriği (SiO<sub>2</sub> = 58–67 wt%) sunarlar. Ayrıca, kayalar negative Nb ve Ta ile pozitif Pb anomalilerine sahip olup, LILE ve LREE elementlerce zenginleşmişlerdir. Nb ve diğer HFSE elementlerinde gözlenen negatif anomaliler, yitim ile ilgili magmaların karakteristik özelliklerinden olup, genellikle yiten dilimin suyunu kaybetmesi (dehidratasyonu) sonucu açığa çıkan LILE elementlerin mantoya akışı ile manto kaynağının nisbeten zenginleşmesinin sonucudur (McCulloch ve Gamble, 1991). Tüm bu özellikler, Kılıçkaya Granitoyidi'ni oluşturan kayaların mafik meta-magmatik alt kabuksal kayalar (amfibolitik) ile litosferik manto bileşenlerinin kısmi ergimeye uğrayarak etkileşimi sonucu oluştuklarına işaret eder. Önerilen modele ait veriler aşağıda verilmiştir.

#### 4.1.1.Fraksiyonel kristallenmeveassimilasyon

Ana ve iz elementlerin birçoğunda gözlenen SiO<sub>2</sub> artışına karşı pozitif ve negative anomaliler, Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaların gelişiminde fraksiyonel kristallenmenin

önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Ana kayalar ve onların MME'lerinde gözlenen yüksek CaO ve Sr içerikleri ve hafif negatif Ba, Sr ve Eu anomalileri, plajiyoklas fraksiyonlaşmasına işaret eder. Ba/Sr'a karşı Sr ve Rb/Sr'a karşı Sr diagramlarında gözlenen yönelimler, granitoyidi oluşturan kayaların oluşumunda plajiyoklas fraksiyonlaşmasının önemli rol oynayabileceğini gösterir (Şekil 4.1). SiO<sub>2</sub>'ye karşı Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>T</sup> oranlarında ve La içeriklerinde gözlenen düşüş ve ASI, K<sub>2</sub>O oranlarında ve Ba içeriklerinde artış, amfibol ve kalsik plajiyoklas fraksiyonlaşmasına işaret eder. SiO<sub>2</sub> artışına karşı negative CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>T</sup> ve MgO korelasyonları, klinopiroksen fraksiyonlaşmasına işaret eder. SiO<sub>2</sub> artışına paralel olarak K<sub>2</sub>O ve Rb artışı, K-feldispat ve biyotitin erken fraksiyonlaşma ürünleri olmadığını gösterir. SiO<sub>2</sub> artışına karşı TiO<sub>2</sub> ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> içeriklerinde gözlenen azalma, titanit ve apatit fraksiyonlaşması ile ilgilidir. Zr ve Y tüketilmesi, zirkon, allanit ve titanit gibi aksesuar fazların fraksiyonlaşmasını gösterir. Örneklerin orta ve ağır NTE'lerinde belirgin fraksiyonlaşmanın olmaması ve Sr/Y oranlarının düşük olması (16-25), granatın magma kökeninde olmadığını gösterir.



Şekil 4.1. Kılıçkaya Granitoidi'ni oluşturan kayaların (a) Ba/Sr-Sr ve (b) Rb/Sr-Sr değişim diyagramları (Semboller Şekil 3.28'deki gibidir)

Granitoyidi oluşturan kayalar belirgin negatif Nb-Ta ve pozitif Pb anomalileri göstermekte olup, yitim ve/veya kabuksal kirlenmeye işaret eder. LILE elementlere nazaran Nb ve diğer HFSE elementlerde gözlenen negatif anomaliler, kabuksal kirlenme ile ilişkili olmalarına rağmen, yitimle ilişkili magmaların karakteristik özelliğini de gösterirler ve yiten dilimdeki LILE elementlerin mantoya ilavesi ile manto kaynağında zenginleşmeye neden olurlar (McCulloch ve Gamble, 1991; Borg ve diğ, 1997). Kabuksal bileşenler Th



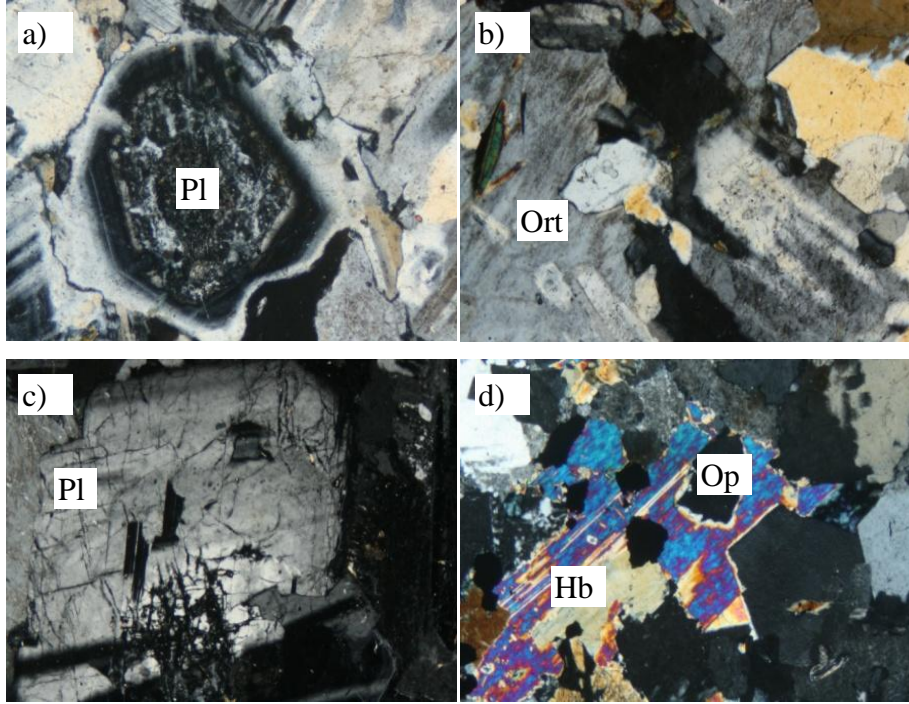
(3.5 ppm) ve Pb (8 ppm)'ce zengin olup (Taylor ve McLennan, 1985), Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayalarda gözlenen yüksek Th (10-14 ppm) ve Pb (7-25 ppm) değerleri, kayalarda kabuksal kirlenmenin etkisini gösterir.

#### **4.1.2.Magma karışımı**

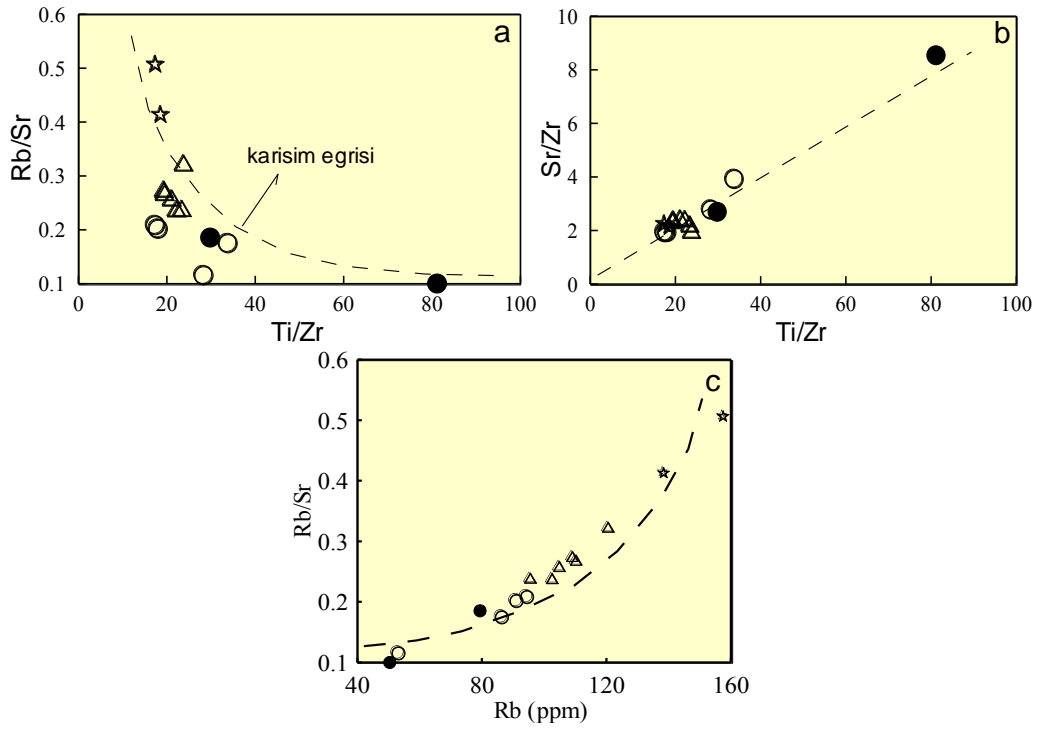
Aktif kıta kenarlarındaki granitik plütonların birçoğu, farklı bileşimdeki kayaktan farklı derecelerde kısmi ergime yoluyla oluşan magmaların değişik oranlarda karışımı ürünü olabilirler. Bununla birlikte, I-tipi granitoidler genellikle bazaltik ana magma ile daha silisce zengin kıtasal kabuktan türeyen bileşenlerin etkileşimi sonucu ya magma karışımı (mixing) yada asimilasyonu takiben fraksiyonel kristallenme (AFC) yoluyla oluştuğu kabul edilir (e.g., Grove ve Donnelly-Nolan, 1986; Hildreth ve Moorbath, 1988). Ancak, nisbeten yüksek silis içerikli magmaların, bazı durumlarda alt kıtasal kabuktaki kayalarının suyunu kaybederek ergimesi ve takriben fraksiyonel kristallenmeye uğraması sonucu oluştuğu kabul edilir (Chappell ve White, 1992; Holtz ve Johannes, 1991; Rapela ve Pankhurst, 1996).

Çalışılan kayalarda gözlenen bazı dengesizlik dokuları (prizmatik-hücremsi plajiyoklas büyümesi, poikilitik dokulu K-feldispatlar), Kılıçkaya Granitoyidi'nin gelişiminde farklı kimyasal bileşimdeki magmaların etkileşiminin olduğunu belirtir (Şekil 4.2). Üstelik, yaygın MME'lerin varlığı, gelişimlerinde karışım (mixing) proseslerinin etkili olabileceğine işaret eder.

Jeokimyasal olarak, bazı iz elementler ile SiO<sub>2</sub> arasında gözlenen çizgisel korelasyonlar, magma mixing için delil olabilir (Perugini ve Poli, 2004). İncelenen örneklerin Rb/Sr'a karşı Ti/Zr ve Rb/Sr'a karşı Rb diyagramlarında (Şekil 4.3) gösterdikleri hiperbolik dağılım ve Sr/Zr'a karşı Ti/Zr diyagramında gözlenen çizgisel korelasyonlar, jeokimyasal olarak iki farklı son ürünler (uç bileşenler) arasında karışımın delilidir.



Şekil 4.2. Kılıçkaya Granitoyidi'nde gözlenen magma karışımını gösteren dokusal özellikler, a) Zonlu plajiyoklas, b) Poikilitik doku, c) İri plajiyoklas kristalleri içerisinde küçük plajiyoklas kristallerinin bulunması d) İri hornblend içinde küçük Pl ve opak mineral (Ç.N., Pl: Plajiyoklas, Ort: Ortoklas, Hb: Hornblend, Op: Opak mineral)



Şekil 4.3. Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait örneklerin (a) Rb/Sr-Ti/Zr, (b) Sr/Zr-Ti/Zr ve(c) Rb/Sr-Rb diyagramındaki konumları (semboller için Şekil 3.28'e bakınız)

### 4.1.3. Magmanın kaynağı

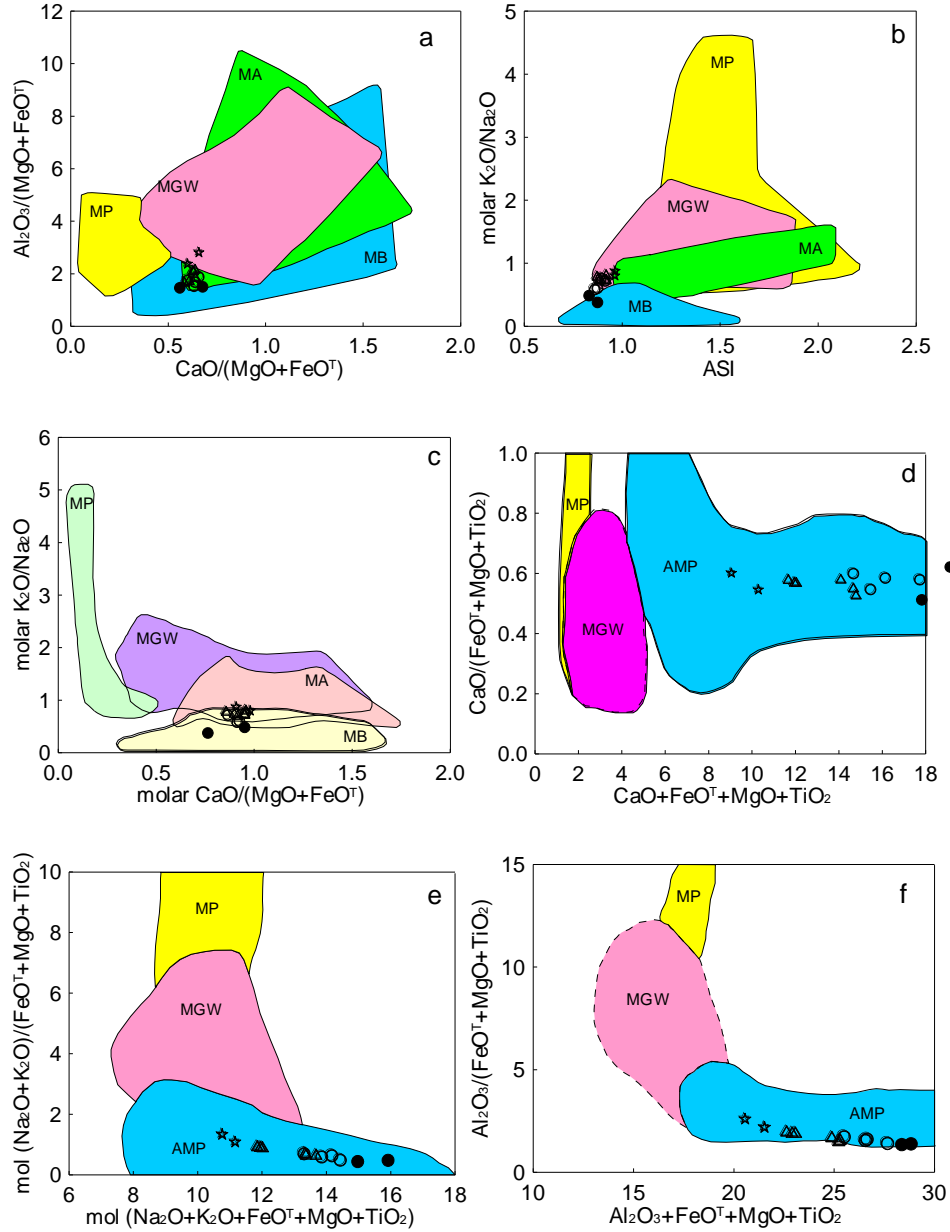
Yüksek-K'lu I-tipi granitoyidik magmalar genellikle alt/orta kabuktaki meta-magmatik kayalar yadaryı kıtasal (subcontinental) litosferik manto kaynağı ürünü olarak yorumlanırlar (Chappell ve White, 1992; Roberts ve Clemens, 1993). Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait örnekler, yüksek-K'lu ve I-tipi bileşimde olup, geniş bir silis içeriğine ( $\text{SiO}_2 = 58-67 \text{ wt}\%$ ), nisbeten düşük Mg# (29-33) ve Ni içeriğine (5.7-9.9 ppm) sahip olup, alt kabuk ve mantodan türeyen magmaların karışımını takiben fraksiyonel kristallenme ve/veya kabuksal kirlenme ile oluşmuşlardır.

Kılıçkaya Granitoyidi'ndeki MMA'ların varlığı, eş yaşlı mafik ve felsik magmaların karışımını (mixing/mingling) ifade eder (Vernon, 1990; Barbarin ve Didier, 1992). MME ve ana kayaların tüm kayaç jeokimiyalarında gözlenen benzerlikler, anklavların aynı kökenli olduklarını ve farklı magma kütlelerinden türemediklerini gösterir. MME ve evsahibi granitoyid kayaların ana ve iz element içeriklerinde farklılıklar olmasına rağmen, mineral birliktelikleri ve mineral bileşimlerinde benzerlikler, major ve iz elementler arasında da kuvvetli korelasyonlar görülür. MME'lerde gözlenen magmatik tekstür ve ana kayalara (0.85–0.96) nazaran daha düşük ASI değerleri (0.82–0.87) magmatik kökene işaret eder. Bu nedenle, kökenlerini açıklamak için en azından iki farklı magma gereklidir. MME'ler nisbeten düşük silis (57 %) ve nisbeten yüksek Mg# (34-36) içeriklerine sahip olup, mantodan türeyen magma katkısını gösterir.

Kondirite ve ilksel mantoya göre normalleştirilmiş örümcek diyagramlarında, Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait örnekler negatif Nb, Ta, Ti ve pozitif Rb, Th, K, Pb anomalileri göstermekte olup, LILE ve LREE elementlerce zenginleşmişlerdir. Bu özellikler genelde kabuksal kayalara özgüdür. Roberts ve Clemens (1993) yapmış olduğu deneysel çalışmalarda, I-tipi yüksek-K'lu granitoyidlerin, kabukta kalk-alkalen mafik-ortaç bileşimli metamorfik kayalardan sulu ortamlarda kısmı ergime ile türeyebileceğini göstermiştir. Wyllie (1984)'e göre bazaltın sulu ergimesi, tonalitik ve trondjemitik magmalar üretebilir. Bu magmalar fraksiyonel kristallenme (FC) ve/veya kabuksal kirlenme yoluyla granitik bileşimde (asidik) kayalar üretebilir. Deneysel çalışmalar göstermiştir ki, kısmı ergime derecesine bakılmaksızın, mafik alt kabuğun kısmı ergimesi ile metalümin bileşimde granitik ergime oluşabilir (Roberts ve Clemens, 1993; Wolf ve Wyllie, 1994; Rapp ve Watson, 1995).

Eby (1992)'ye göre, Y/Nb oranları ile kabuk ( $Y/Nb > 1.2$ ) ve manto ( $Y/Nb < 1.2$ ) kökenli granitoidler birbirlerinden ayırd edebilirler. Kılıçkaya Granitoid örnekleri geniş bir Y/Nb oranına (1.2-2.3) sahip olup, hem kabuk hem de manto kökeni işaret eder. Ortalama Nb/Ta oranları mantodan türeyen magma için 17.5 ve kabuktan türeyen magmalar için de 11-12 arasındadır (Green, 1995). Kılıçkaya Granitoidi'ne ait örneklerin Nb/Ta oranları 11.8-20 arasında olup, manto ve kabuktan türeyen magmalara işaret eder. MME'lerin Nb/Ta oranları (16.3-18.5) evsahibi kayalara benzerdir.

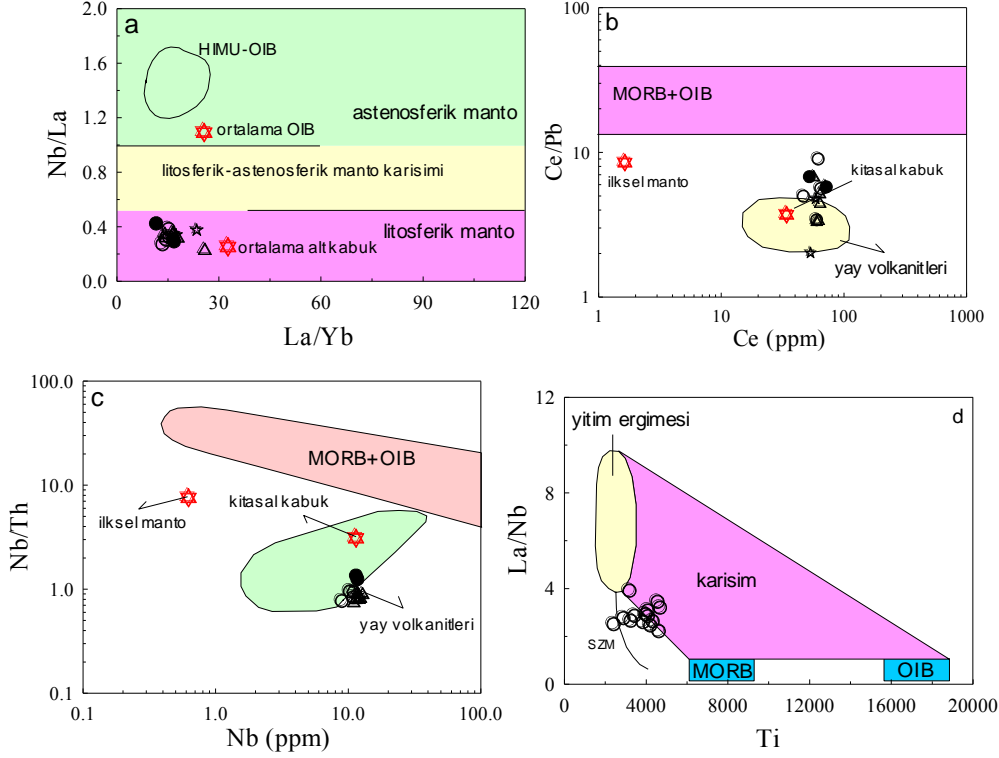
Kılıçkaya Granitoidi'nin en felsik örneği olan K13 (granodiyorit) yüksek silis (% 67) ve düşük Mg# (31) ile karakteristik olup, kabuksal kayalardan türeyen magmalara işaret eder. Aksine, en pirimitif örnek olan K24 (diyorit), düşük  $SiO_2$  (% 58) ve düşük Mg# (33)'a sahiptir. Eğer kaynak magma doğrudan alt kabuktaki mafik kayaların kısmi ergimesi ile oluşsaydı, Kılıçkaya Granitoidi örnekleri daha düşük Mg#'na sahip olacak idi. Ancak durum bu şekilde değildir. Yüksek-K'lu kalk alkaleen granitoid kayalar üzerine yapılan deneysel çalışmalar, bu kayaların farklı kabuksal kayaların kısmi ergimesinden türeyebileceğini göstermiştir (Roberts ve Clemens 1993). Farklı türde kıtasal kabuk kayalarının değişik ergime koşulları altında kısmi ergimeler ile meydana gelmiş olan magmaların bileşimsel farklılıkları, ana oksit yada molar oranları (Şekil 4.4) esas alınarak açıklanabilmektedir (Patino Douce, 1999). Kılıçkaya Granitoidi örnekleri düşük  $(Al_2O_3)/(MgO+FeO^T)$ ,  $K_2O/Na_2O$ , ASI,  $(Na_2O+K_2O)/(FeO^T+MgO+TiO_2)$ ,  $(Al_2O_3)/(FeO^T+MgO+TiO_2)$  ve yüksek  $(CaO+FeO^T+MgO+TiO_2)$ ,  $(Na_2O+K_2O)/(FeO^T+MgO+TiO_2)$ ,  $(Al_2O_3+FeO^T+MgO+TiO_2)$  değerlerine sahip olup, meta-bazaltlardan (amfibolitlerden) türeyen ergime alanında yer alırlar (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. İncelenen Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaçların bazı ana oksit ve molar oranlarına göre kökensel ayırım diyagramları. MB, metabazalt; MA, metaandezit; MGW, metagrovak; MP, metapelit; FP, felsikpelit; AMP, amfibolit. Veri kaynakları: Patiño Douce (1999) (semboller için Şekil 3.28'e bakınız).

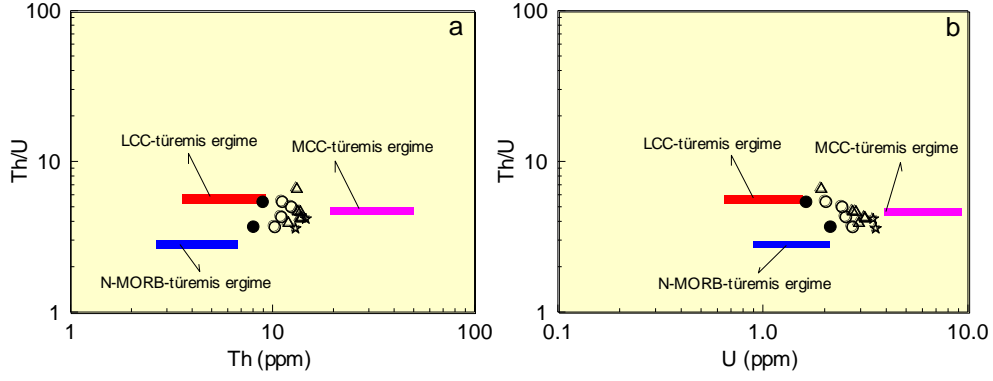
Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait örnekler Nb/La'ya karşı La/Yb diyagramında (Şekil 4.5a) litosferik manto alanında yer almakta olup, ortalama kıtasal kabuk değerlerine yakın alanlarda toplanmışlardır. Benzer şekilde Ce/Pb'ye karşı Ce ve Nb/Th'a karşı Nb

diyagramlarında (Şekil 4.5b ve c), kıtasal kabuk alanına yakın bölgelerde yer alırlar. La/Nb'ye karşı Ti diyagramında (Şekil 4.5d) ise magma karışım alanında yer alırlar.



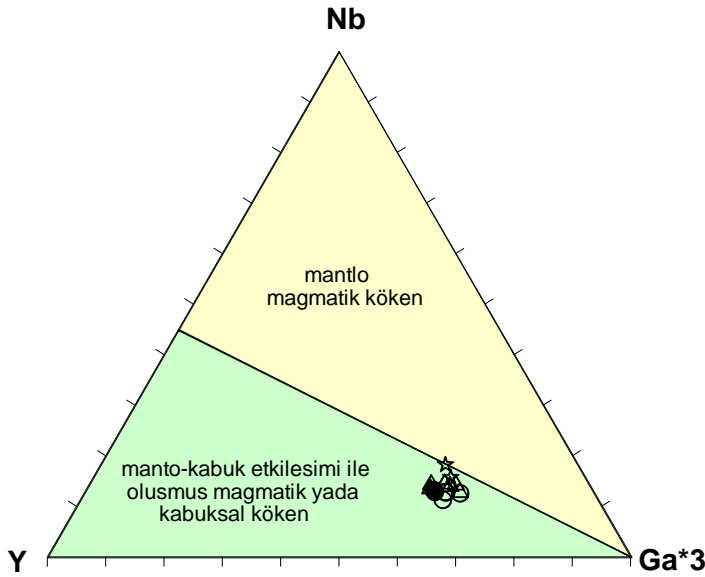
Şekil 4.5. İncelenen örneklerin, (a) Nb/La'ya karşı La/Yb, (b) Ce/Pb'ye karşı Ce, (c) Nb/Th'a karşı Nb ve (d) La/Nb'a karşı Ti diyagramları. Primitive manto değerleri Hofmann (1988), kıtasal kabuk, okyanus sırtı bazaltları (MORB), okyanus adası bazaltları (OIB) ve yay volkaniklerine ait değerler Schmidberger ve Hegner (1999), MORB ve OIB değerleri Harms ve diğ. (1997) (semboller için Şekil 3.28'e bakınız).

Kılıçkaya örneklerinin Th/U değerleri 3.7-6.8 arasında olup, N-MORB'dan türeyen magmalara nazaran, kıtasal kabuktan türeyen magmalara ait alanda alanda yer alırlar (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. İncelenen örneklerin, (a) Th/U'a karşı U ve Th/U'a karşı U diyagramındaki konumları. LCC, alt kıtasal kabuk; MCC, orta kıtasal kabuk. Alt, orta kıtasal kabuk değerleri Rudnick ve Gao (2003), Primitive manto değerleri Hofmann (1988)(semboller için Şekil 3.28'e bakınız).

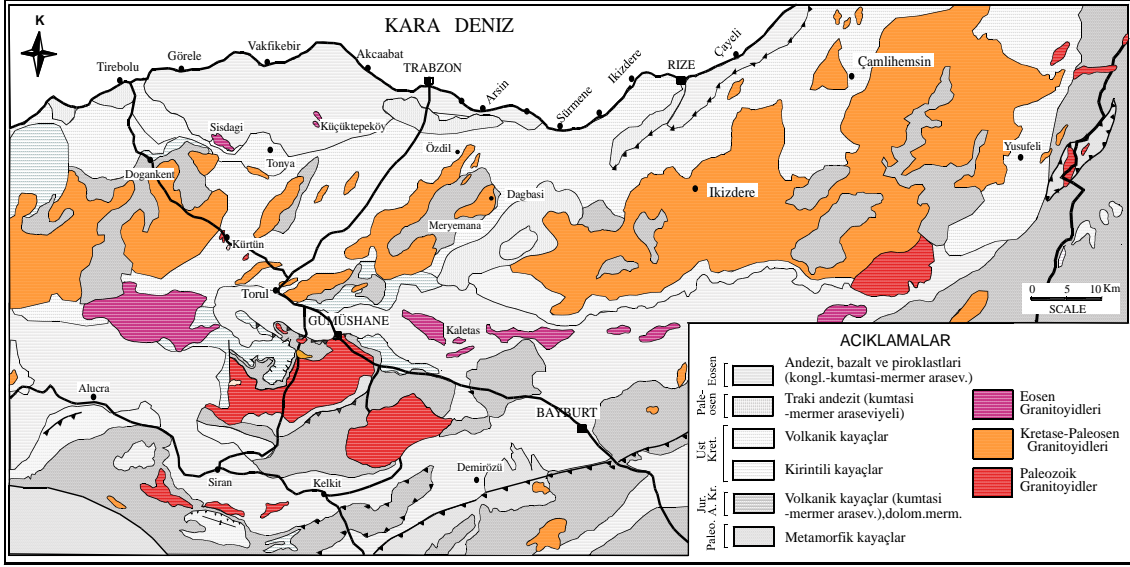
Nb-Y-Ga\*3 üçgen diyagramında (Eby, 1992; Şekil 4.7) ise, örneklerin gösterdikleri trendler, magmanın manto-kabuk etkileşimi sonucu oluştuğunu gösterir.



Şekil 4.7. İncelenen örneklerin Nb-Y-Ga\*3 diyagramındaki (Eby, 1992) konumları(semboller için Şekil 3.28'e bakınız).

## 4.2.Doğu Pontidlerde Eosen Granitlerinin Yaş İlişkileri

Doğu Pontid’lerde Permo-Karbonifer’den Eosen sonrasına kadar geniş bir yaş aralığında oluşmuş irili ufaklı onlarca granitik sokulum bulunmaktadır (Şekil 4.8).

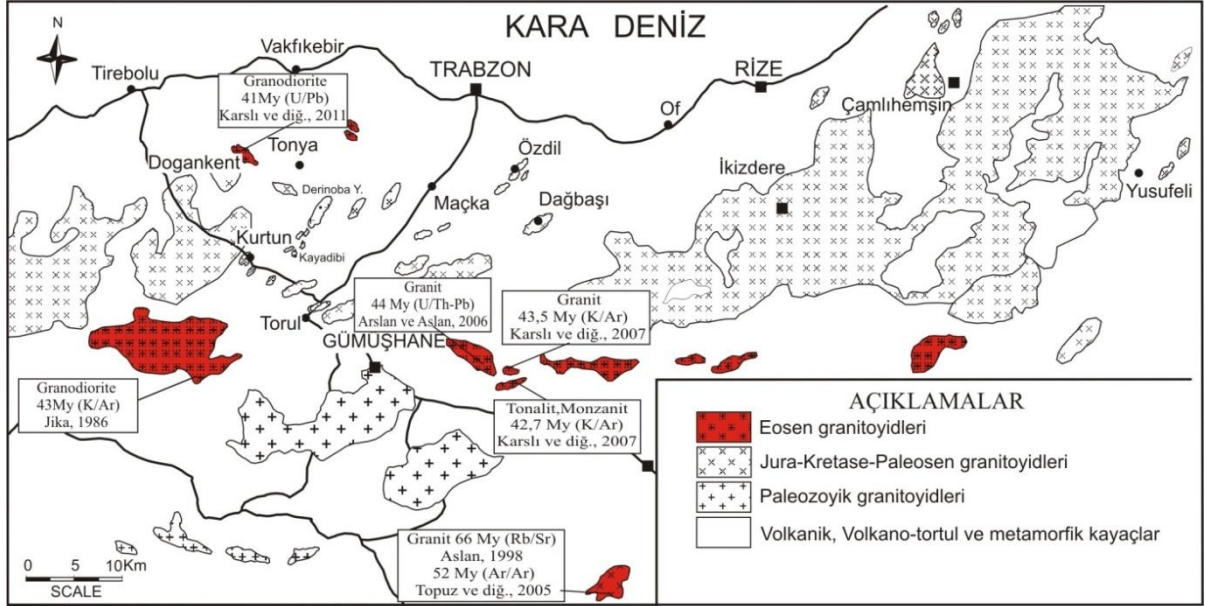


Şekil 4.8. Doğu Pontidlerdeki plutonik ve çevre kayaçlarını gösteren Jeolojik Harita

Paleozoik granitoidleri (örneğin, Gümüşhane Granitoidi, Köse Granitoidi) metamorfik kayaçları keserek yerleşmiştir (Çoğulu, 1975; Topuz ve diğ., 2011; Dokuz, 2011). Geniş yüzeylemeler veren ve Doğu Pontid’lerde yüzeylenen plütonların çoğunu oluşturan Jura-Kretase-Paleosen granitoidleri, yitimle ilişkili volkanik ve/veya volkanoklastik serilerle dokanak ilişkisindedir (Delaloye ve diğ., 1972; Giles 1974; Taner 1977; Gedikoğlu ve diğ. 1979; Moore ve diğ., 1980; Jica 1986; Şen 1987; Van 1990; Yalçınalp 1992, Yılmaz ve Boztuğ, 1996; Okay ve Şahintürk 1997; Yılmaz ve diğ., 1997; Yılmaz ve diğ., 2000; Kaygusuz 2000; Köprübaşı ve diğ., 2000; Yeğencil ve diğ., 2002; Boztuğ ve diğ., 2003, 2004, 2006, 2007; Yılmaz-Şahin, ve diğ., 2004; Yılmaz-Şahin, 2005; Dokuz ve diğ., 2006, Kaygusuz ve diğ., 2008, 2009, 2010, 2011; İlbeyli, 2008; Boztuğ ve Harvalan, 2008; Boztuğ, 2008; Kaygusuz ve Şen 2011; Kaygusuz ve Aydınçakır, 2011). Tersiyer granitler ise daha dar alanlarda tüm serileri kesmiş olarak görülürler (Arslan ve diğ., 2004; Karlı ve diğ., 2004; Arslan ve Aslan, 2006; Boztuğ ve diğ., 2003, 2004, 2006; Yılmaz-Şahin 2005; Topuz ve diğ., 2005; Karlı ve diğ., 2007; Boztuğ ve Harvalan, 2008; Eyüboğlu ve diğ. 2010, Çakmak, 2013).



Doğu Pontid’lerdeki Eosen yaşlı plütonik kayaçların yaşları ile ilgili yapılan radyometrik çalışmalar sınırlı olup (Şekil 4.9), pek çok plütunun yaşı dokanak ilişkileri ve stratigrafik ilişkilerle göreceli olarak saptanmaya çalışılmıştır.



Şekil 4.9. Doğu Pontid’lerdeki plütonik kayaçların dağılımı ve Eosen yaşlı olanlardan elde edilen jeokronolojik yaşlar

Doğu Pontid’lerdeki Eosen ve sonrası yaşlı plütonik kayaçların yaşları (U-Pb, U/Th-Pb, Rb-Sr, K-Ar, Fission-track, Pb-Pb gibi radyometrik yöntemlerle belirlenmiş olanlar) 29 ile 55 My arasında değişmektedir (Table 4.1). İncelenen Kılıçkaya Granitoyidi 46 My (U-Pb zirkon, Kaygusuz ve Öztürk, 2014) yaşında olup, bu yaş Pontidlerdeki Eosen yaşlı kayaçlarda gözlenen ana magmatik aktivite aralığında yer alırlar.

Tablo 4.1. Doğu Pontidlerdeki Eosen yaşlı plütönik kayaların jeokronolojik yaşları (Kaygusuz ve diğ., 2010'dan değiştirilerek).

Kayaç tipi	Yaş (My)	Metod	Referanslar
	50.7±1.9–57.4±2.4	FT (apatit)*	Boztuğ ve diğ. 2004
	47.8±2.4–49.4±1.9	FT (apatit)*	Boztuğ ve diğ. 2004
	36.7±2.0–64.6±2.3	FT (apatit)*	Boztuğ ve diğ. 2004
grd	39.9±0.3	K/Ar	Taner (1977)
grd	44.6±0.3	K/Ar	Taner (1977)
grd	30	K/Ar	Çoğulu (1975)
grd	32	K/Ar	Çoğulu (1975)
grd	47	K/Ar	Çoğulu (1975)
md	33	U/(Th–Pb)	Delaloye ve diğ. (1972)
md	56	U/(Th–Pb)	Delaloye ve diğ. (1972)
grd	29	U/(Th–Pb)	Delaloye ve diğ. (1972)
grd	49	U/(Th–Pb)	Delaloye ve diğ. (1972)
grd	41	K/Ar	Moore ve diğ. (1980)
mg	42.4±0.87	K/Ar	Yılmaz-Şahin ve diğ. (2004)
mg	41.2±0.89	K/Ar	Yılmaz-Şahin ve diğ. (2004)
mnz	42.9±1.81	K/Ar	Karşlı ve diğ. (2007)
gr	43.5±1.82	K/Ar	Karşlı ve diğ. (2007)
to	44.1±2.22	K/Ar	Karşlı ve diğ. (2007)
mnz	42.7±2.21	K/Ar	Karşlı ve diğ. (2007)
grd	52.8±0.7	Ar-Ar	Topuz ve diğ. (2005)
grd	52.2±0.4	Ar-Ar	Topuz ve diğ. (2005)
grd	44.4±0.3	U-Pb (zirkon)	Arslan ve Aslan (2006)
grd	43.1±2.2	K/Ar	JICA (1986)
sy	37±2.6	Rb/Sr	Kalkancı (1974)
sy	42±4	Rb/Sr	Kalkancı (1974)
sy	52.1±6.4	Pb-Pb	Boztuğ (2008)
kdi	55.83±0.04	U-Pb (zirkon)	Eyüboğlu ve diğ. (2010)
grd	53.98±0.59–55.21±0.45	U-Pb (zirkon)	Eyüboğlu ve diğ. (2010)
gr	53.03±0.77	U-Pb (zirkon)	Eyüboğlu ve diğ. (2010)
grd	53.16±0.45	U-Pb (zirkon)	Eyüboğlu ve diğ. (2010)
gr-grd	45.8±1.3–46.1±1	U-Pb (zirkon)	Eyüboğlu ve diğ. (2010)
gr	42.06±0.67	U-Pb (zirkon)	Eyüboğlu ve diğ. (2010)
grd	46.75±0.79	U-Pb (zirkon)	Kaygusuz ve Öztürk (2014)

grd: granodiyorit, mg: Monzogranit, mnz: Monzonit, gr: Granit, to: Tonalit, sy: Siyenogranit, kdi: Kuvarslı diyorit,

## 5. SONUÇLAR

İlk olarak bu çalışma ile Kılıçkaya Granitoyidi'nin mineral kimyası, mineralojik-petrografik ve tüm kayaç jeokimyasal özellikleri ortaya konularak, kayaçların oluşum mekanizmaları ve kökenleri belirlenmeye çalışılmış ve aşağıdaki şekilde sonuçlar özetlenmiştir:

1- İnceleme alanında andezit ve piroklastları (Eosen), Kılıçkaya Granitoyidi (Eosen) vealüvyon (Kuvaterner) olmak üzere üç birim ayırt edilmiştir.

2- Eosen volkanitleri genellikle andezit ve bunların piroklastitlerinden oluşmaktadır. Volkanitlerde porfirik, mikrolitik porfirik, kümilofirik ve camsı dokular gözlenmekte olup plajiyoklas, ojit, hornblend ve biyotit ana mineralleri oluştururlar.

3- İncelenen Kılıçkaya Granitoyidiyaklaşık elips şekilli olup, Eosen yaşlı volkanik kayaçları kesmiştir.

4- Kılıçkaya Granitoyidi diyorit, granodiyorit ve tonalit bileşimlikayaçlardan oluşmakta olup, plajiyoklas, kuvars, ortoklas, hornblend ve biyotit gibi ana minerallerden; apatit ve zirkon gibi tali minerallerinden oluşurlar.

5- İncelenen kayaçlardaki plajiyoklasların An içerikleri 62-11 arasında, MMA'larda ise62-41 arasında değişmektedir.

6- Kılıçkaya Granitoyidi, diyorit bileşiminde MMA'lar içermekte olup, magma karışımını gösteren dengesizlik dokuları gözlenmiştir.

7- Mafik magmatik anklavlar (MMA) ana kayaçlarla benzer jeokimyasal özelliklere sahip olup, ana kayaç içerisinde soğumuş mafik magmanın küçük kütlelerini temsil eden magma mixing/mingling ürünleridir.

8- Kılıçkaya Granitoyidi, genel olarak I-tipi, yüksek-K içeriğine sahip, metalümin karakterli ve kalkalkali özellik göstermektedir.

9- Ana ve iz element değişimleri, granitoyidin gelişiminde plajiyoklas, hornblend ve Fe-Ti oksit fraksiyonlaşmasının etkili olduğunu göstermektedir.

10- Tektonik yerleşim diyagramlarına göre, plüton volkanik yay granitoyidi özelliği göstermektedir.

11- İncelenen kayaçlara ait apatit-zirkon ve plajiyoklas-hornblendjeotermometresi göre, plütonlarda hesaplanan kristalizasyon sıcaklıkları 540-768 °C arasında değişmektedir.

12- Eosen yaşlı Kılıçkaya Granitoyidi'ne ait kayaçların jeokimyasal ve petrolojik özellikleri dikkate alındığında, kayaçların oluşumunda alt kıtasal kabuk kayaçlarının (amfibolitik) kısmı ergimesine ilaveten, litosferik manto bileşenlerinin de önemli rol oynadığı anlaşılmaktadır.

## 6. KAYNAKLAR

- Abdel-Rahman, A.F.M.,(1994).Nature of Biotites from Alkaline, Calc-Alkaline and Peraluminous Magma, *Journal of Petrology*, 35 (2); 525–541.
- Ağar, Ü.,(1975). Demirözü (Bayburt) ve Köse (Kelkit) bölgesinin jeolojisi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Fak. 59 s, İstanbul.
- Akdeniz, N.,(1988). Demirözü (Bayburt) Permo-Karboniferi ve Bölgesel Yapı İçindeki Yeri; *Türkiye Jeoloji Bülteni*, C. 31; 71–80.
- Akın, H.,(1978). Geologie, Magmatismus und Lager-Staettenbidung im Ostpontischen Gebirge-Turkei aus der Sicht der Plattentektonik. *Geologische Rundschau* 68; 253–283.
- Aliyazıcıoğlu, İ.,(1999). Kale (Gümüşhane) Yöresi Volkanik Kayaçlarının Petrografik, Jeokimyasal ve Petrolojik İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 96 s, Trabzon.
- Andersen, T., (2002).Correction of Common Lead in U-Pb Analyses that do not Report <sup>204</sup>Pb, *Chemical Geology*, 192; 59–79.
- Arslan, M. ve Aslan, Z.,(2006). Mineralogy, Petrography and Wholerock Geochemistry of the Tertiary Granitic Intrusions in the Eastern Pontides, Turkey. *J Asian Earth Sci* 27; 177–193.
- Arslan, M., Arslan, Z. ve Dokuz, A., (2005). Bayburt Tüflerinin Petrografik, Petro Kimyasal ve Petrolojik Özellikleri: Doğu Pontid Güney Zonu'nda Eosen Kalkalkalen Felsik Volkanizması, *S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Derg.*, C.20, S.1; 49–67.
- Arslan, M., Kolaylı, H. ve Temizel, İ.,(2004). Petrographical, Geochemical and Petrological Characteristics of the Güre (Giresun, NE Turkey) Granitoid. - *Yer bilimleri (Earth Sci.)* 30; 1–21.
- Aslan, Z., Arslan, M. ve Şen, C., (1999). Doğu Pontidlerin Kuzey ve Güney Zonlarında Yüzeyleyen Eosen Yaşlı Granitik Sokulumların Karşılaştırılmalı Jeolojik, Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri, 52. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı, 223–230.
- Bacon, C.R, Hirschmann, M.M.,(1988). Mg/Mn partirioning as a test for equilibrium between coexisting Fe-Ti oxides *American Mineralogist*, 13; 57–61.
- Bacon, C.R., Druitt, T.H.,(1988).Compositional Evolution of the Zoned Calc-Alkaline Magma Chamber of Mount Mazama, Crater Lake, Oregon, *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 98; 224–256.

- Barbarin, B.,(1999). A review of the relationships between granitoid types, their origins and their geodynamic environments. *Lithos* 46; 605–626.
- Barbarin, B., Didier, J., (1992). Genesis and evolution of mafic microgranular enclaves through various types of interaction between coexisting felsic and mafic magmas. *Transition of the Royal Society Edinburgh Earth Science* 83; 145–153.
- Batchelor, R. A. ve Bowden, P.,(1985). Petrogenetic Interpretation of Granitoid Rock Series Using Multicationic Parameters, *Chem. Geol.*, 48; 43–55.
- Bektaş, O.,(1986). Paleostress Trajectories and Polyphase Rifting in Arc-Back Arc of Eastern Pontides, *MTA Bulletin*, 103, 104; 1–15.
- Black, L.P., Kamo, S.L., Allen, C.M., Aleinikoff, J.N., Davis, D.W., Korsch, R.J., Foudoulis, C., (2003). TEMORA 1: A New Zircon Standard for Phanerozoic U–Pb Geochronology, *Chemical Geology*, 200; 155–170.
- Blundy, J.D., Holland, T.J.B., (1990). Calcic Amphibole Equilibria and a New Amphibole-Plagioclase Geothermometer, *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 104; 208–224.
- Borg, L.E., Nyquist, L.E., Wiesmann, H., Shih, C.Y., (1997). Constraints on Martian differentiation processes from Rb–Sr and Sm–Nd isotopic analyses of the basaltic shergottite QUE94201. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 61; 4915–4931, (1997).
- Boztuğ, D.,(2008). Petrogenesis of the Köseadağ Plüton, Suşehri- NE Sivas, East-Central Pontides, Turkey. - *Turkish J. Earth Sci.* 17; 241–262.
- Boztuğ, D. ve Harlavan, Y.,(2008). K-Ar Ages of Granitoids Unravel the Stages of Neo-Tethyan Convergence in the Eastern Pontides and Central Anatolia, Turkey. *Int. J. Earth Sci.* 97; 585–599.
- Boztuğ, D., Erçin, A. I., Kuruçelik, M., Göç, D., Kömür, I. ve İskenderoğlu, A., (2006). Geochemical Characteristics of the Composite Kaçkar Batholith Generated in A Neo-Tethyan Convergence System, Eastern Pontides, Turkey. *J. Asian Earth Sci.* 27; 286–302.
- Boztuğ, D., Jonckheere, R., Wagner, G. A. ve Yeğingil, Z. (2004). Slow Senonian and Fast Palaeocene-Early Eocene Uplift of Granitoids in the Central Eastern Pontides Turkey: Apatite Fission-Track Results. *Tectonophysics* 382 (3-4); 213–228.
- Boztuğ, D., Jonckheere, R., Wagner, G. A., Erçin, A. I. ve Yeğingil, Z., (2007). Titanite and Zircon Fission-Track Dating Resolves Successive Igneous Episodes in the Formation of the Composite Kaçkar Batholith in the Turkish Eastern Pontides. - *Int. J. Earth Sci.* 96; 875–886.

- Boztuğ, D., Kuşçu, İ., Erçin, A. İ., Avcı, N. ve Şahin, S. Y., (2003). Mineral Deposits Associated With the Pre-, Syn- and Post-Collisional Granitoids of the Neo-Tethyan Convergence System Between the Eurasian and Anatolian Plates in NE and Central Turkey. In: Eliopoulos, D. (Ed.), Mineral Exploration and Sustainable Development. Millpress, Rotterdam, pp. 1141–1144.
- Boztuğ, D., Wagner, G.A., Erçin, A.İ., Göç, D., Yeğingil, Z., İskenderoğlu, A., Kuruçelik, M.K., Kömür, İ. ve Güngör, Y., (2002), Sphene and Zircon Fission-Track Geochronology Unravelling Subduction- and Collision-Related Magma Surges in the Composite Kaçkar Batholith, Eastern Black Sea Region, Turkey. International Symposium of the Faculty of Mines (İTÜ) on Earth Sciences and Engineering, İstanbul, Turkey, Abstracts, p.121.
- Burşuk, A.,(1975). Bayburt Yöresinin Mikro Paleontolojik ve Stratigrafik İrdemesi, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tasnif No: 00185, İstanbul.
- Chappell, B. W. ve White, A. J. R.,(1974). Two Contrasting Granite Types, Pasific Geol., 8; 173–204.
- Chappell, B.W.,(1992). White, A.J.R. I- and S-type granites in the Lachlan Fold Belt. Transition of the Royal Society Edinburgh Earth Science 83; 1–26.
- Condie, K.C.,(1989). Plate Tectonics and Crustal Evolution: Pergamon Press, Oxford, 3 th Edi., 476 s.
- Çakmak, G., (2013). Pelitli (Bayburt) Granitoyidi'nin Petrografik, Jeokimyasal ve Petrolojik Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane, (Yayınlanmamış), 88s.
- Çoğulu, E.,(1975). Gümüşhane ve Rize bölgelerinde Petrolojik ve Jeokronometrik Araştırmalar: İ.T.Ü. Yayım, 1034, İstanbul, 112 s.
- Çoğulu, E.,(1970).Gümüşhane ve Rize Granitik Pülütönlarnının Mukayeseli Petrojeolojik ve Jeokronometrik Etüdü, Doçentlik Tezi, İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul.
- Danacı, F., (2009). Bayburt Yöresi Eosen Nannoplakton Biyostratigrafisi (Doğu Pontidler), Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, s. 226.
- Delaloye, M.,Çoğulu, E. ve Chessex, R., (1972). Etude Geochronometrique des Massifs Cristallins de Rize et de Gümüşhane, Pontides Orientales (Turguie): C.R. des Seances, SPHN, Ceneve, NS, 7/2-3; 43–52.
- Dokuz, A.,(2011). A Slab Detachment and Delamination Model for the Generation of Carboniferous High-Potassium I-Type Magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: Köse Composite Pluton. Gondwana Research 19; 926–944.

- Dokuz, A., Tanyolu, E. ve Genc, S., (2006). A Mantle- and A Lower Crust-Derived Bimodal Suite in the Yusufeli (Artvin) Area, NE Turkey: Trace Element and REE Evidence For Subduction-Related Rift Origin of Early Jurassic Demirkent Intrusive Complex. *International Journal of Earth Sciences* 95; 370–394.
- Drummond, M. S. ve Defant, M. J.,(1990). A Model for Trondjemite-Tonalite-Dacite Genesis and Crustal Growth Via Slabmelting: Archean to Modern Comparisons. *J. Geophys. Res.*95; 21503–21521.
- Eby, G.N.,(1992). Chemical subdivision of the A-type granitoids: Petrogenetic and tectonic implications. *Geology* 20; 641–644.
- Eren, M.,(1983). Gümüşhane-Kale Arasının Jeolojisi ve Mikrofasiyes İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Eyüboğlu, Y., Dilek, Y., Bozkurt, E., Bektaş, O., Rojay, B. ve Şen, C., (2010). Structure and Geochemistry of an Alaskan-Type Ultramafic-Mafic Complex in the Eastern Pontides, NE Turkey. In: Santosh, M.,Maruyama, S. (Eds.), *A Tribute to Akiho Miyashiro: Gondwana Research, Vol. 18; 230–252.*
- Eyüboğlu, Y., Santosh, M., Dudas, F.O., Chung, S.L. ve Akaryali, E., (2011). Migrating Magmatism in A Continental Arc: Geodynamics of the Eastern Mediterranean Revisited. *Journal of Geodynamics* 52; 2–15,
- Faure, G., Mensing, T.M.,(2005). *Isotopes: Principles and Applications*, 3rd ed. John Wiley and Sons, USA, pp:897.
- Faure, G., (2001). *Origin of Igneous Rocks: The Isotopic Evidence*, Springer-Verlag, Heidelberg, Germany, pp:496.
- Gedik, A., Ercan, T., Korkmaz, S., ve Karataş, S., (1992). Rize-Fındıklı Çamlıhemşin Arasında (Doğu Karadeniz) Yer Alan Magmatik Kayaçların Petrolojisi ve Doğu Pontidlerdeki Bölgesel Yayılımları, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 35; 15–38.
- Gedikoğlu, A.,(1970).Etude Geologique de la Region de Gököy (Province D’Ordu-Turquie), Phd Thesis, Faculte des Sciences DE l’Universite de Grenoble.
- Gedikoğlu, A., Pelin, S. ve Özsayar, T., (1979). The Main Lines of Geotectonic Development in the East Pontids in the Mesozoic era, *Geotectonics*; 555–580.
- Giles, D. L.,(1974). *Geology and Mineralization of the Ulutaş Copper-Molybdenum Prospect; Mineral Exploration in two Areas: UNDP Technical Report No: 6, MTA, Ankara.*
- Grove, T.L.,(1986). Donnelly-Nolan, J.M., The Evolution of Young Silicic Lavas at Medicine Lake Volcano, California: Implications for the Origin of Compositional Gaps in Calc-Alkaline Series Lavas, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 92; 281–302.



- Güngör, Y., Boztuğ, D. ve Yılmaz, O., (1997). Kaçkar Batoliti Altıparmak Dağı- Soğanlı Dağı Arası (GD Çamlıhemşin-Rize) Kesiminin Petrografik, Jeokimyasal ve Petrojenetik İncelenmesi. Çukurova Üniversitesinde Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20. Yılı Sempozyumu, 30 Nisan - 3 Mayıs 1997, Adana, Bildiri Özetleri, s. 223–224.
- Gürsoy, H., Öztürk, A. ve İnan, S., (1993). Kelkit (Gümüşhane) ve Yakın Dolayının Tektono-Stratigrafik Gelişimi, A. Suat Erk Sempozyumu Bildirileri, Ankara, s. 53–64.
- Güven, İ. H.,(1993). Doğu Pontidlerin Jeolojisi ve 1/250000 Ölçekli Kompilasyonu. MTA, Ankara.
- Hamilton, W. J.,(1842). Researches in Asia Minör, Pontus and Armenia, Londra.
- Hanchar, J.M., Watson, E.B.,(2003). Zircon Saturation Thermometry. In: Hanchar, J.M., Hoskin, P.W.O. (Eds.), Zircon. Rev in Mineralogy and Geochemistry, 53, Mineralogical Society of America, Geochemical Society of America, pp. 89–112.
- Harms, U., Cameron, K.L., Simon, K., Bratz, H.,(1997). Geochemistry and Petrogenesis of Metabasites from the KTB Ultradeep Borehole, Germany. Geologische Rundschau 86; 155–166.
- Harris, N.B.W.,(1986). A. Pearce ve A.G. Tindle. Geochemical Characteristics of Collisionzone Magmatism, In Collision Tectonics, M. P., Coward and A.C., Ries (eds), 67–81.Geol. Soc. Sp. Publ, 19.
- Hart, S.R.,(1984). A Large Scale Isotope Anomaly in the Southern Hemisphere Mantle, Science, 309, 753–757.
- Hildreth, W. Moorbath, S., (1988). Crustal contributions to arc magmatism in the Andes of Central Chile. Contributions to Mineralogy and Petrology 98; 455–489.
- Hofmann, A. W.,(1988). Chemical Differentiation of the Earth: The Relationship between Mantle, Continental crust, and Oceanic Crust, Earth Planet.Sci. Lett.,90; 297–314.
- Holtz, F., Johannes, W., (1991). Genesis of peraluminous granites I. Experimental investigation of melt compositions at 3 and 5 kbars and various H<sub>2</sub>O activities. Journal of Petrology 32; 935–958.
- İlbeçli, N.,(2008). Geochemical Characteristics of the Şebinkarahisar Granitoids in the Eastern Pontides, Northeast Turkey: Petrogenesis and Tectonic Implications. Int. Geol. Rev. 50: 563–582.
- İlker, S.,(1965). Bayburt (Gümüşhane) Bölgesinde Trabzon H 44-b4 Paftasının Detay Petrol Etüdü Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüt Dairesi Başkanlığı, Derleme No:4453, Ankara.

- Jica.,(1985). The Republic of Turkey Report on the Cooperative Mineral Exploration of Gümüşhane Area, Phase 1. Japan International Cooperation Agency Metal Mining Agency of Japan.
- Jica.,(1986). The republic of Turkey Report on the Cooperative Mineral Exploration of Gümüşhane Area, Consolidated Report: Japon International Cooperation Agency, Metal Mining Agency of Japon.
- Kalkancı, S.,(1974), Etude Geologique et Petrochimique du sud de la Region de Suşehri: Geochronologie du Massif Syenitique de Kösedag (NE de Sivas-Turquie). These de Doctorat de 3eme cycle, Universitede Grenoble, pp 135.
- Karşlı, O.,(2002). Granitoyid Kayaçlarda Magma Etkileşimleri için Petrografik, Mineralojik ve Kimyasal Bulgular: Dölek ve Sarıçiçek Plütonları, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 228, Trabzon.
- Karşlı, O., Aydın, F. ve Sadıklar, M. B., (2004). The Morphology and Chemistry of K feldspar Megacrysts From İkizdere Pluton: Evidence for Acid and Basic Magma Interactions in Granitoid Rocks, NE Turkey. *Chemie der Erde-Geochemistry* 64; 155–170.
- Karşlı, O., Chen, B., Aydın, F. ve Şen, C., (2007). Geochemical and Sr-Nd-Pb Isotopic Compositions of the Eocene Dölek and Sarıçiçek Plutons, Eastern Turkey: Implications for Magma Interaction in the Genesis of High-K Calc-Alkaline Granitoids in a Postcollision Extensional Setting. *Lithos* 98; 67–96.
- Karşlı, O., Dokuz, A., Uysal, İ., Aydın, F., Chen, B., Kandemir, R., Wijbrans, J.,(2010a).Relative Contributions of Crust and Mantle to Generation of Campanian High-K Calc-Alkaline I-type Granitoids in a Subduction Setting, with Special Reference to the Harşit Pluton, Eastern Turkey, *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 160; 467–487.
- Karşlı, O., Dokuz, A., Uysal, İ., Aydın, F., Kandemir, R., Wijbrans, R.J., (2010b). Generation of the early Cenozoic adakitic volcanism by partial melting of mafic lower crust, Eastern Turkey: implications for crustal thickening to delamination. *Lithos* 114; 109–120.
- Karşlı, O., Uysal, İ., Ketenci, M., Dokuz, A., Aydın, F., Chen, B., Kandemir, R. ve Wijbrans, J., (2011). Adakite-like Granitoid Porphyries in Eastern Pontides, NE Turkey: Potential Parental Melts and Geodynamic Implications. *Lithos* 127; 354–372.
- Kaygusuz, A.,(2000). Torul ve Çevresinde Yüzeyleyen Kayaçların Petrografik ve Jeokimyasal İncelenmesi, Doktora Tezi, KTÜ, Fen. Bil. Enst., 235 s, Trabzon.
- Kaygusuz, A. ve Aydınçakır, E.,(2009). Mineralogy, Whole-Rock and Sr-Nd Isotope Geochemistry of Mafic Microgranular Enclaves in Cretaceous Dağbaşı Granitoids, Eastern Pontides, NE Turkey: Evidence of Magma Mixing, Mingling and Chemical Equilibration. *Chem. Erde* 69; 247–277.

- Kaygusuz A. ve Aydınçakır, E.,(2011). U-Pb Zircon SHRIMP Ages, Geochemical and Sr-Nd Isotopic Compositions of Cretaceous Plutons in the Eastern Pontides (NE Turkey): the Dağbaşı Pluton. *Neues Jahrbuch Für Mineralogie*, 188; 211–233.
- Kaygusuz A.,Öztürk., M., (2014).Kılıçkaya (Bayburt) ve civarındaki granitik kayaçların petrografisi, jeokimyası ve petrolojisi, GÜ Araştırma Fonu (GÜ BAP) Proje No: 2013.F5114.02.1, Proje Sonuç Raporu.
- Kaygusuz, A., Sipahi, F., İlbeyli, N., Arslan, M., Chen, B., Aydınçakır, A.,(2013).Petrogenesis of the Late Cretaceous Turnagöl Intrusion in the Eastern Pontides: Implications for Magma Genesis in the Arc Setting. *Geoscience Frontiers*, 4; 423–438.
- Kaygusuz, A. ve Şen, C.,(2010). Calc-Alkaline I-Type Plutons in the Eastern Pontides, NE Turkey: U-Pb Zircon Ages, Geochemical and Sr-Nd Isotopic Compositions. *Chem. Erde*. 71; 59–75.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., İlbeyli, N., Sipahi, F. ve Aydınçakır, E., (2012b). Doğu Pontid Kuizey Zonu ve Petrokimyası, Sr-Nd-Pb-O İzotop Jeokimyası, Jeokronolojisi ve Jeodinamik Gelişimi, (TÜBİTAK PROJESİ) Proje No: 109Y052.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Siebel, W. ve Şen, C., (2011). Geochemical and Sr–Nd Isotopic Characteristics of Post-Collisional Calc-Alkaline Volcanics in the Eastern Pontides (NE Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences* 20; 137–159.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Wolfgang, S., Sipahi, F. ve İlbeyli, N., (2012a). Geochronological Evidence and Tectonic Significance of Carboniferous Magmatism in The Southwest Trabzon Area, Eastern Pontides, Turkey. *International Geology Rew* 54 (15); 1776–1800.
- Kaygusuz, A., Chen, B., Aslan, Z., Siebel, W. ve Şen, C., (2009). U-Pb Zircon SHRIMP Ages, Geochemical and Sr-Nd Isotopic Compositions of the Early Cretaceous I-Type Sariosman Pluton, Eastern Pontides, NE Turkey. *Turkish J. Earth Sci.* 18; 549–581.
- Kaygusuz, A., Siebel, W., İlbeyli, N., Arslan, M., Satır, M. ve Şen, C., (2010). Insight Into Magma Genesis at Convergent Plate Margins - A Case Study From the Eastern Pontides (NE Turkey). *N. Jb. Miner. Abh.* 187/3; 265–287.
- Kaygusuz, A., Siebel, W., Şen, C. ve Satır, M., (2008). Petrochemistry and Petrology of I-Type Granitoids in an Arc Setting: The Composite Torul Pluton, Eastern Pontides, NE Turkey. *Int. J. Earth Sci.* 97; 739–764.
- Kempton, P.D.,(1997). Downes, H., Embey-Istzin, A. Mafic granulite xenoliths in Neogene alkali basalts from the western Pannonian basin: insights into the lower crust of a collapsed orogen. *Journal of Petrology* 38; 941–970.
- Keskin, İ., Korkmaz, S., Gedik, İ., Ateş, M., Gök, L., Küçümen, Ö. ve Erkal, T., (1990). Bayburt Dolayının Jeolojisi, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüt Dairesi Başkanlığı, Derleme No: 8995, 129 s, Ankara.

- Keskin, İ., Özbek, T., Dönmez, M. ve Küçümen, Ö., (1991). Köse-Gökçedere (Gümüşhane), Demirözü (Bayburt) Dolayının Jeolojisi, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüt Dairesi, Derleme No: 9450.
- Ketin, İ.,(1966). Anadolu'nun Tektonik Birlikleri, MTA Dergisi, Ankara, No: 66, 20–34.
- Ketin, İ.,(1950).Bayburt Bölgesinin Jeolojisi Hakkında, İstanbul Üniversitesi Jeoloji Enstitüsü. İstanbul.
- Ketin, İ.,(1951).Bayburt Bölgesinin Jeolojisi, İstanbul Üniversitesi Fen Fak. Mecm., Ser. B.16; 113–127, İstanbul.
- Ketin, İ. ve Canitez, N.,(1972). Yapısal Jeoloji, İTÜ Kütüphanesi, 520, İstanbul.
- Köprübaşı, N.,(1993). Tirebolu-Harşit (Giresun) Arası Jura-Kretase Yaşlı Magmatik Kayaçların Petrolojisi ve Jeokimyası, Türkiye Jeoloji Bülteni, 36; 139-150.
- Köprübaşı, N., Şen, C. ve Kaygusuz, A., (2000). Doğu Pontid Ada Yayı Granitoidlerin Karşılaştırılmalı Petrografik ve Kimyasal Özellikleri, Uygulamalı Yerbilimleri, 1; 111–120.
- Le Maitre, R. W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre Le Bas, M. J., Sabine, P. A., Schmid, R., Sorenson, H., Streckeisen, A., Woolley, A. R. ve Zanettin, B., (1989). A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms Blackwell, Oxford.
- Leake, E.B., Wooley, A.R., Arps, C.E.S., Birch, W.D., Gilbert, M.C., Grice, J.D., Hawthorne, F.C., Kato, A, Kisch, H.J., Krivovichev, V.G., Linthout, K., Laird, J., Mandarino, J., Maresch, W.V., Nickhel, E.H., Rock, N.M.S., Schumacher, J.C., Smith, D.C., Stephenson, N.C.N., Ungaretti, L., Whittaker, E.J.W., Youzhi, G.,(1997). Nomenclature of Amphiboles Report of the Subcommittee on Amphiboles of the International Mineralogical Association Commission on New Minerals and Mineral Names, European Journal of Mineralogy, 9; 623–651.
- Ludwig, K.R.,(2003). User's Manual for Isoplot 3.0: a Geochronological Toolkit for Microsoft Excel: Berkeley Geochronology Center, Special publication, 4; 1–71.
- Lustrino, M., Dallai, L.,(2003). On the Origin of EM-I End-Member, N. Jb. Miner. Abh.,179; 85–100.
- Maniar P. D. ve Piccoli P. M.,(1989). Tectonic Discrimination of Granitoids, Geological Society of America bull., v:101. pp. 635-643.
- McCulloch, M.T., Gamble, J.A., (1991). Geochemical and geodynamical constraints on subduction zone magmatism. Earth and Planetary Science Letters 102; 358–374.
- Mercan, M.,(2009). Dağçatı-Gökler (Gümüşhane-Bayburt) Civarının Jeoloji Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 49, Adana.

- Middlemost, E.A.K.,(1994). Naming Minerals in the Magma/Igneous Rock System.Earth Sci. Rev., 37; 215–224.
- Miller, C.F., Meschter McDowell, S., Mapes, R.W.,(2003). Hot and Cold Granites? Implications of Zircon Saturation Temperatures and Preservation of Inheritance, Geology, 31; 529–532.
- Moore, M.J., Me Kee, E.H. ve Akıncı, Ö., (1980). Chemistry and Chronology of Plutonic Rocks, in the Pontid Mountains, Northern Turkey: European Cooper Deposits, 209–216, Belgrade.
- Musaoğlu, A.,(1987). Bayburt-Maden-Kop (Gümüşhane) Yöresi Jeoloji ve Maden Prospeksiyonu Raporu, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü. Derleme no: 8642, Ankara.
- Nielsen, S.,(1981). Quantitative Methods for Electron Microprobe Analysis of Sodium in Natural and Synthetic Glasses, American Mineralogist, 66; 547–552.
- Norman, T.,(1976).Bayburt Güneyindeki Alt Tersiyer Havzasında Paleo-Akıntı Yönleri, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, c.19; 23–30.
- Okay, A. İ., Şahintürk, Ö. ve Yakar, H., (1997). Pulur Bölgesinin Stratigrafisi ve Tektoniği (Bayburt, Doğu Pontitler), MTA Dergisi Sayı 119; 1–22.
- Okay, A., Şahintürk, Ö., (1997). Geology of the eastern Pontides. In: Robinson, A.G. (Ed.), Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region. American Association of Petroleum Geologists (AAPG) Memoir, 68; 291–311.
- Özdoğan, K.,(1992). Karadağ (Torul-Gümüşhane) ve Yakın Çevresinin Jeolojisi-Mineralojisi-Petrografisi ve Maden Zuhurlarının Jenetik İncelenmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üni. Fen Bil. Enstitüsü, Konya.
- Özer, E.,(1984). Bayburt (Gümüşhane) Yöresinin Jeolojisi, Karadeniz Üniversitesi Dergisi, 3; 1–2, 77-89.
- Özsayar, T.,(1971). Paläontologie und Geologie des Gebietes Östlich Trabzon (Anatolien), Gieben, Geol. Schrift., Gieben, 1.
- Özsayar, T., Pelin, S., ve Gedikoğlu, A., (1981). Doğu Pontidler`de Kretase, K.T.Ü. Yerbilimleri Dergisi, Cilt 1, S.2; 65–114, Trabzon.
- Parsons, I., Mason, R.A., Becker, S.M., Finch, A.A.,(1991). Biotite Equilibra and Fluid Circulation in the Klukken Intrusion, Journal of Petrology, 32; 1299-1333.
- Patiño Douce, A.E.,(1999). What do Experiments Tell Us about the Relative Contributions of Crust and Mantle to the Origin of Granitic Magmas?, Understanding Granites: Intergrating New and Classical Techniques, eds: Castro A., Fernandez C., Vigneresse J.L., Geological Society of London, Special Publication, 168; 55–75.

- Pearce, J. A.,(1996). Sources and Settings of Granitic Rocks. *Episodes*. 19 (2): 120-125.
- Pupin, J.P.,(1980).Zircon and Granite Petrology, *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 73; 207–220.
- Rapela, C.W., Pankhurst, R.J., (1996). Monzonite suites: the innermost Cordilleran plutonism of Patagonia. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences* 87; 193–203.
- Rapp, R.P., Watson, E.B.,(1995). Dehydration Melting of Metabasalt at 8–32 kbar: Implications for Continental Growth and Crust-Mantle Recycling, *J. Petrology*, 36;891–931.
- Roberts, M.P., Clemens, J.D.,(1993). Origin of High-Potassium, Calcalkaline, I-Type Granitoids, *Geology*, 21; 825–828.
- Rudnick, R.L.,Gao, S.,(2003). The Composition of the Continental Crust, pp. 1-64. In the *Crust* (ed. R.L. Rudnick) Vol. 3, *Treatise on Geochemistry* (eds. H.D. Holland and K.K. Turekian), Elsevier-Pergamon, Oxford.
- Schmidberger, S.S., Hegner, E.,(1999). Geochemistry and Isotope Systematics of Calcalkaline Volcanic Rocks from the Saar-Nahe Basin (SW Germany)-Implications for Late-Variscan Orogenic Development. *Contributions to Mineralogy and Petrology*135; 373–385.
- Schultze-Westrum, H. H.,(1961). Kuzeydoğu Anadolu da Doğu Pontus Mineral Bölgesinin Jeolojisi ve Maden Yatakları ile İlgili Mütalaalar, *MTA Dergisi*, sayı 57; 63–71.
- Sipahi, F.,(2011).Formation of Skarns at Gümüşhane (Northeastern Turkey). *Neues Jahrbuch für Mineralogy-Abhandlungen*, 188, 2, 169-190.
- Smith, J.V., Brown, W.L., (1988).Feldspar Minerals, 2nd Rev. and Extended Edition Book (ISBN: 0387176926), Springer-Verlag, Berlin.
- Speer J.A.,(1984). Micas in igneous rocks. In *Micas* (S.W. Bailey, ed). *Revised Mineralogy* 13, 299-356 Piedmont, U.S.A. *Can. Miner.*, 19; 35–46.
- Speer, J.A.,(1984).Micas in Igneous Rocks, *Micas, Reviews in Mineralogy*, ed: Bailey S.W., vol. 13; 299–35.
- Streckeisen, A.,(1976). To Each Plutonic Rock its Proper Name, *Earth Sci. Rev.*, 12; 1–33.
- Sun, S.S. ve McDonough, W.F.,(1989). Chemical and Isotope Systematicsof Oceanic Basalts; Implication for Mantle Compositionsand Processes. In: Saunders, A. D., and Nory, M. J, (Eds.): *Magmatism in the Ocean Basins*. *Geol. Soc. London, Spec. Pub.* 42; 313 – 345.
- Şahin, S. Y., Güngör, Y. ve Boztuğ, D., (2004). Comparative Petrogenetic Investigation of Composite Kaçar Batholith Granitoids in Eastern Pontide Magmatic Arc, Northern Turkey. *Earth Planets Space*, 56; 429–446.

- Şarman, E.,(1975). İsrail ve Eseli güneyindeki G41b1, b2, b3, b4, G42 a1, a4 Paftalarına ait sahanın 1/10000 Ölçekli Jeolojik Etüd Raporu, MTA Maden etüd rap. no: 1259, Ankara.
- Şen, C., (1987). Dağbaşı (Trabzon) Bölgesinde Yüzeyleyen Alt Bazik (Jura) - Granitoyid (Üst Kretase) Formasyonlarının Petrografik - Kimyasal Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 80 s.
- Taner, M.R.,(1977). Etüde Geologique et Petrographique dela Region de Güney Dere - İkiz Dere, Situe au Sud de Rize (Pontides Orientales, Turquie): Doktora Tezi, Cenevre Univ.,İsviçre, 130 s.
- Taylor, H.P.,(1978). Oxygen and Hydrogen Isotope Studies of Plutonic Granitic Rocks, Earth and Planet. Sci. Lett.,38; 177–210.
- Taylor, H.P.,(1977). Water/Rock Interactions and the Origin of H<sub>2</sub>O in Granite Batholiths, Journal of the Geological Society, London, 133; 509–558.
- Taylor, S. R. ve McLennan, S. M.,(1985). The Continental Crust; Its Composition and Evolution Geoscience Text, Blackwell Scientific Publication.
- Taylor, S.R., McLennan, S.M., (1985). The Continental Crust: Its Composition and Evolution, Oxford, Blackwell Pub, pp:312.
- Topuz, G., Alther, R., Schwarz, W.H., Siebel, W., Satır, M., Dokuz, A., (2005). Post-collisional plutonism with adakite-like signatures: the Eocene Saraycık granodiorite (eastern Pontides, Turkey). Contributions to Mineralogy and Petrology 150; 441–455.
- Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W.H., Siebel, W., Satır, M. ve Dokuz, A., (2005). Post-Collisional Plutonism with Adakite-like Signatures: the Eocene Saraycık Granodiorite (Eastern Pontides, Turkey). Contributions to Mineralogy and Petrology 150; 441–455.
- Topuz, G., Altherr, R., Siebel, W., Schwarz, W. H., Zack, T., Hasözbek, A., Barth, M., Satır, M. ve Şen, C., (2010). Carboniferous High-Potassium I-type Granitoid Magmatism in the Eastern Pontides: the Gümüşhane pluton (NE Turkey). Lithos 116; 92–110.
- Topuz, G., Altherr, R., Siebel, W., Schwarz, W.H., Zack, T., Hasözbek, A., Barth, M., Satır, M., Şen, C.,(2010). Carboniferous High-Potassium I-Type Granitoid Magmatism in the Eastern Pontides: The Gümüşhane Pluton (NE Turkey), Lithos, 116; 92–110.
- Topuz, G., Eyüboğlu, Y. ve Dokuz, A., (2002). Petrology and Age of the Saraycık Granodiorite, Pulur Massif, Eastern Pontides, NE Turkey: Preliminary Results, ist International Symposium of Istanbul Technical University the Faculty of Mines on Earth Sciences and Engineering, İstanbul- Turkey, 120.

- Topuz, G., Okay, A. I., Altherr, R., Schwarz, W. H., Siebel, W., Zack, T., Satir, M. ve Şen, C., (2011). Post-Collisional Adakite-Like Magmatism in the Ağvanis Massif and Implications for the Evolution of the Eocene Magmatism in the Eastern Pontides (NE Turkey). *Lithos* 125; 131–150.
- Van, A.,(1990). Pontid Kusağında Artvin Bölgesinin Jeokimyası, Petrojenezi ve Masif Sülfür Mineralizasyonları, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Vernon, R.H.,(1990). Crystallization and hybridism in microgranitoid enclave magmas: microstructural evidence. *Journal of Geophysical Research* 95; 17849–17859.
- Watson, E.B., Harrison, T.M.,(1983). Zircon Saturation Revisited: Temperature and Composition effects in a Variety of Crustal Magma Types, *Earth and Planetary Science Letters* 64; 295–304.
- Whalen, J. B., Currie, K. L. ve Chappell, B. W., (1987). A-Type Granites, Chemical Characteristics, Discrimination and Petrogenesis, *Cont. Min. Pet.*, 95; 407–419.
- Wiedenbeck, M., Alle, P., Corfu, F., Griffin, W.L., Meier, M., Oberli, F., Vonquadt, A., Roddick, J.C., Speigel, W.,(1995). Three Natural Zircon Standards for U–Th–Pb, Lu–Hf, Trace-Element and REE Analyses, *Geostandard Newsletter*, 19; 1–23.
- Wolf, M.,Wyllie, P., (1994). Dehydration melting of solid amphibolite at 10 kb. The effect of temperature and time. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 115; 369–383.
- Wu, Y., Zheng, Y.,(2004). Genesis of Zircon and its Constraints on Interpretation of U-Pb Age, *Chinese Science Bulletin*, 49, 15; 1554–1569.
- Wyllie, P.J.,(1984). Constraints imposed by experimental petrology on possible and impossible magma sources and products. *Transition Royal of the Society London* A310, 439–456.
- Yalçınalp, B.,(1992). Güzelyayla (Maçka-Trabzon) Porfiri Cu-Mo Cevherleşmesinin Jeolojik Yerleşimi ve Jeokimyası, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yalçınlar, İ.,(1952).İspir-Pazar-Arhavi ve Yusufeli Arasındaki Bölgenin Jeolojisi, MTA: Rap. No. 2022, Ankara.
- Yang, J.H., Fu, Y.,Wu, F.Y.,Wilde, S.A., Xie, L.W., Yang, Y.H., Liu, X.M., (2007). Tracing magma mixing in granite genesis: in situ U–Pb dating and Hf-isotope analysis of zircons. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 153; 177–190.
- Yeğingil, Z., Boztuğ, D., Er, M., Oddone, M. ve Bigazzi, G.,(2002). Timing of Neotectonic Fracturing by Fission-Track Dating of Obsidian in-Filling Faults in the İkizdere-Rize Area, NE Black Sea Region Turkey. *Terra Nova* 14, 3; 169–174.



- Yılmaz, A., Adamia, S., Chabukiani, A., Chkhotua, T., Erdoğan, K., Tuzcu, S. ve Karabıyıköglü, M., (2000). Structural Correlation of the Southern Transcaucasus (Georgia), Eastern Pontides (Turkey). The Geological Society London Special Publications 173; 171–182.
- Yılmaz, C.,(1993). Doğu Pontid Güney Zonu'nun Stratigrafik Deneşirmesi ve Paleo Coğrafik Evrimi, Akdeniz Üniversitesi Isparta Mühendislik Fakültesi Dergisi, Sayı 7; 199–214.
- Yılmaz, C.,(2002). Gümüşhane-Bayburt Yöresindeki Mesozoyik Havzalarının Tektono-Sedimentolojik Kayıtları ve Kontrol Etmenleri Türkiye Jeoloji Bülteni, Cilt 45, Sayı 1.
- Yılmaz, Y.,(1976). Geochemical Study of The Gümüşhane Granite, İst. Üniv. Fen. Fak. Mec. Seri B, 39, 3-4 173–203.
- Yılmaz, Y.,(1972). Petrology and Structure of the Gümüşhane Granite and Surrounding Rocks, North-Eastern Anatolia, Doktora Tezi, London University, 260 s.
- Yılmaz, Y.,(1984). Türkiye'nin Jeolojik Tarihinde Magmatik Etkinlikler ve Tektonik Evrimle İlişkisi: Türkiye Jeoloji Kurumu Ketin Sempozyumu Kitabı, 63–81.
- Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Genç, Ş. C. ve Şengör, A.M.C., (1997). Geology and Tectonic Evolution of the Pontides. in A. G. Robinson, Ed., Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region: AAPG Memoir 68; 183–226.
- Yılmaz-Şahin, S.,(2005). Transition From Arc- to Post-Collision Extensional Setting Revealed By K-Ar Dating and Petrology: An Example From the Granitoids of the Eastern Pontide Igneous Terrane, Araklı-Trabzon, NE Turkey. Geol. J. 40; 425–440.
- Yılmaz-Şahin, S., Güngör, Y. ve Boztuğ, D., (2004). Comparati ve Petrogenetic Investigation of Composite Kaçkar Batholith Granitoids in Eastern Pontide Magmatic Arc-Northern Turkey. Earth Planets Space 56; 429–446.
- Zartman, R.E., Doe, B.R., (1981).Plumbotectonics: The model, Tectonophysics, 75, 135–162.
- Zindler, A., Hart, S.R., (1986).Chemical Geodynamics, Annual Rev. Earth Planet. Sci.,14; 493–571.

## ÖZGEÇMİŞ

Mürşid ÖZTÜRK, 1986 yılında Trabzon ili Akçaabat ilçesinde doğdu. 1992-2003 yılları arasında ilk, orta ve lise öğrenimini Akçaabat'ta tamamladı. 2005 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Gümüşhane Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde Lisans öğrenimine başladı. 2010 yılında lisans öğrenimini tamamladıktan sonra, aynı yıl Gümüşhane Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü'nde Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 2011 yılında sağlık sektöründe çalışmaya başladı. 2014 yılında İş güvenliği uzmanlığı eğitimi olarak yapılan sınav sonucu iş güvenliği uzmanı oldu. Aktif devam eden siyasi parti ve dernek yöneticilikleri bulunan Mürşid ÖZTÜRK, bekar olup İngilizce bilmektedir.