ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

Nusret NURLU

HELETE (KAHRAMANMARAŞ) BÖLGESİNDE YER ALAN TEKTONOMAGMATİK BİRİMLERİN JEOKİMYASI VE TEKTONİK ÖNEMİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2016

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HELETE (KAHRAMANMARAŞ) BÖLGESİNDE YER ALAN TEKTONOMAGMATİK BİRİMLERİN JEOKİMYASI VE TEKTONİK ÖNEMİ

Nusret NURLU

DOKTORA TEZİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 03/02/2010 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

…….....	……..	…….....
Prof. Dr. Osman PARLAK	Prof. Dr. Mesut ANIL	Doç. Dr. Mustafa AKYILDIZ
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

...…….....	...……..
Doç. Dr. Utku BAĞCI	Yard. Doç. Dr. Tamer RIZAOĞLU
ÜYE	ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: MMF2011D12

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

DOKTORA TEZİ

HELETE (KAHRAMANMARAŞ) BÖLGESİNDE YER ALAN TEKTONOMAGMATİK BİRİMLERİN JEOKİMYASI VE TEKTONİK ÖNEMİ

Nusret NURLU

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Osman PARLAK
Yıl: 2016, Sayfa: 281
Jüri : Prof. Dr. Osman PARLAK
: Prof. Dr. Mesut ANIL
: Doç. Dr. Mustafa AKYILDIZ
: Doç. Dr. Utku BAĞCI
: Yrd. Doç. Dr. Tamer RIZAOĞLU

Güneydoğu Anadolu'da iyi yüzlekler sunan Helete bölgesi (Kahramanmaraş) Güney Neotetis'in Geç Kretase-Erken Senozoyik yitim süreçleri ve zamanlamasının anlaşılması açısından önemlidir. Çalışma alanındaki ana yüzlekler (~26 km uzunlukta) KD-GB uzanımlı, kuzeye eğimli bindirme dilimleri halinde Toros bindirme kuşağının alt seviyelerinde yer almakta olup, Orta Miyosen'de Arap önülkesi üzerine yerleşmiştir. Çalışma alanındaki ana birimler yapısal olarak üstten alta doğru; (1) Güney Neotetis'in kuzey kıta kenarını oluşturan ve meta-karbonatlardan oluşan Malatya metamorfikleri, (2) Geç Kretase-Orta Eosen yaşlı karbonatlar (Harami formasyonu), (3) Ofiyolitik kayaçlar (Meydan ofiyoliti), (4) Volkanik kökenli kayaçlar (Helete), (5) Tektonik melanj ve (6) Arap ön ülkesi kayaçlarından oluşmaktadır. Kuzeyde yer alan Malatya metamorfikleri ve güneyde yer alan Arap ön ülkesi hariç diğer tektonik birimler granitoyidler tarafından kesilmişlerdir.

Bu çalışma Meydan ofiyoliti, Helete volkanikleri ve alttaki melanj üzerine odaklanmaktadır. Meydan ofiyoliti yapısal olarak dilimlenmiş düzensiz bir okyanusal kabuk kesiti sunmaktadır. Bunlar; ultramafik-mafik kümülatlar, izotrop gabro, levha dayk kompleksi ve volkanosedimanter kayaçlardan oluşmaktadır. Kabuksal kayaçların tüm kayaç jeokimyası ve mineral kimyası verileri yitimle ilişkili bir tektonik ortamı işaret etmektedir. Meydan ofiyolitini kesen asidik intrüzif ve ekstürizif kayaçlardan (granit, granofir, aplit ve riyolit) 83-88 My U-Pb zirkon yaşları elde edilmiştir. Helete birimi bazikten asidiğe doğru değişen kayaçlarla (bazalt, bazaltik-andezit, andezit, riyodasit ve dasit) temsil edilirler. Jeokimyasal açıdan Helete volkanikleri toleyitik magmadan evrimleşmişlerdir. N-MORB'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramında negatif Nb anomalisi oldukça belirgin olup, volkanik kayaçların yitimle ilişkili bir ortamda oluştuklarını göstermektedir. Helete birimini kesen granitoyid kayaçlarından (granit, granodiyorit, tonalit, gabro, diyorit ve dasit) 86-93 My U-Pb zirkon yaşları elde edilmiştir. Melanj biriminde neritik kireçtaşı, rekristalize kireçtaşı, altere volkanik ve az oranda amfibolitik kayaç blokları serpantinitik veya volkanik kökenli matriks içinde görülmektedir. Melanj birimini kesen granitoyid kayaçlarından (granit porfir, granodiyorit porfir ve kuvarslı diyorit) 87 My U-Pb zirkon yaşları elde edilmiştir.

Helete birimini kesen Geç Kretase yaşlı granitoyidler arazide haritalanabilir boyutlarda olup, stratigrafik olarak Orta Eosen yaşlı sedimanter birim tarafından örtülürler (ince bir taban konglomerası ve üste doğru Nümmülitli kireçtaşları). Bu nedenle bu çalışmada sunulan yeni izotopik yaşlar, jeolojik haritalama, yapısal ve sedimanter veriler, Helete biriminin Eosen yaşını ile ilgili yapılan yorumları ciddi anlamda sorgulamaktadır. Çalışma alanındaki tüm tektonomagmatik birimler Geç Kretase'de kuzeye dalan okyanus içi yitim zonu üzerinde oluşmuşlardır.

Anahtar Kelimeler: Helete, ada yayı, ofiyolit, granitoyid, U-Pb zirkon, GD Anadolu

ABSTRACT

PhD THESIS

GEOCHEMISTRY AND TECTONIC SIGNIFICANCE OF THE TECTONOMAGMATIC UNITS IN THE HELETE (KAHRAMANMARAŞ) REGION

Nusret NURLU

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF GEOLOGY

Supervisor : Prof. Dr. Osman PARLAK
Yıl: 2016, Sayfa: 281
Jury : Prof. Dr. Osman PARLAK
: Prof. Dr. Mesut ANIL
: Assoc. Prof. Dr. Mustafa AKYILDIZ
: Assoc. Prof. Dr. Utku BAĞCI
: Asst. Prof. Dr. Tamer RIZAOĞLU

The well-exposed Helete (Kahramanmaraş) region of SE Anatolia is critical for understanding the timing and processes of Late Mesozoic-Early Cenozoic subduction/accretion of the S Neotethys. The main outcrop (c. 26 km long) is characterized by NE-SW-trending, northward-dipping imbricate thrust slices that are located low in the stack of Tauride thrust sheets that was finally emplaced onto the Arabian foreland during the Mid-Miocene. From the structural top downwards, the main units in the study area are: (1) Malatya Metamorphic Unit, a Mesozoic meta-carbonate platform, which is interpreted as part of the northern continental margin of the Southern Neotethys; (2) Late Cretaceous-Middle Eocene carbonates (Harami Formation); (3) Ophiolitic rocks (Meydan ophiolite); (4) Volcanogenic rocks (Helete unit); (5) Tectonic melange and (6) Arabian foreland. The above tectonic units are all intruded by granitoid rocks, except the Malatya Metamorphic Unit in the north and the Arabian foreland in the south.

The present study focuses on the Meydan ophiolite, the Helete unit and the underlying melange unit.

The Meydan ophiolite is composed of structurally distrupted oceanic crustal rocks including ultramafic-mafic cumulates, isotropic gabbros, sheeted dykes and volcanic-sedimentary rocks. Major and trace-element geochemistry, coupled with mineral chemistry, suggest a subduction-related tectonic setting for ophiolite genesis. The siliceous intrusive and extrusive rocks that cut the Meydan ophiolite (i.e. granite, granophyre, aplite and rhyolite) have yielded new U-Pb zircon ages of 83 to 88 Ma. The Helete unit is characterized by wide range of basic-silicic extrusive rocks (i.e. basalt, basaltic-andesite, andesite, rhyodacite and dacite). Geochemically, the volcanics of the Helete unit evolved from a tholeiitic parental magma. Mid-ocean ridge basalt-normalised spider diagrams of the basic extrusives display marked negative Nb anomalies, suggesting eruption in a subduction-related setting. The granitoid rocks that cut the Helete unit (i.e. granite, granodiorite, tonalite, gabbro, diorite and dacite) give U-Pb zircon ages of 86-93 Ma. The melange unit is dominated by blocks of neritic limestone, recrystallized limestones, altered volcanic rocks and rare amphibolite, with a locally variable matrix of serpentinite or volcanogenic material. Granitoid intrusions (e.g. granite-porphyre, granodiorite-porphyre and quartz-diorite) cutting the melange unit also gave a Late Cretaceous age (87 Ma; zircon U-Pb) .

Field mapping shows that the U. Cretaceous granitoid rocks that cut the Helete unit come within several tens of metres, stratigraphically overlying Middle Eocene sedimentary cover (i.e. thin basal clastics, followed by nummulitic carbonates). The new isotopic ages, coupled with field mapping, structural and sedimentary evidence, therefore, seriously question the existing interpretation of the Helete volcanic unit as Eocene in age. All of the tectonomagmatic units studied appear to have formed in a supra-subduction zone setting, above a north-dipping subduction during Late Cretaceous.

Key Words: Helete, island arc, ophiolite, granitoid, U-Pb zircon, SE Anatolia

TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen ve bana "Helete (Kahramanmaraş) Bölgesinde Yer alan Tektonomagmatik Birimlerin Jeokimyası ve Tektonik Önemi" konulu doktora tezini veren ve son halini alana kadar desteklerini gördüğüm tez danışmanım Prof. Dr. Osman PARLAK'a içten teşekkürlerimi sunarım. Doktora tez çalışması boyunca görev alan Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanlarına, Doktora Tez İzleme Komitesi üyesi Prof. Dr. Mesut ANIL, Prof. Dr. Fikret İŞLER ve Doç. Dr. Mustafa AKYILDIZ'a çalışmamın tüm aşamalarında yönlendirici ve olumlu katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin arazi çalışmalarından, Edinburgh Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesinde yapmış olduğum pek çok analizde ve analizlerin değerlendirilmesinde sayısız emeği geçen Edinburgh Üniversitesi öğretim Prof. Dr. Alastair H.F. ROBERTSON'a sonsuz teşekkür ederim. Edinburgh Üniversitesi laboratuvarlarında bana mineral kimyası analizini öğreten ve destek olan Dr. Chris HAYWARD ve SIMS yöntemi ile radyometrik yaşlandırma çalışmasında katkısını gördüğüm Dr. Richard HİNTON'a teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmamın arazi aşamasında ve sonrasında bana yardımda bulunan Jeo. Yük. Müh. Ahmet Can AKINCI'ya ve arazi çalışmaları süresince bana stajyer öğrenci olarak eşlik eden Jeo. Müh. Emrah ŞİMŞEK'e teşekkür ederim.

Bu doktora çalışmasının her aşamasındaki zorluklar karşısında anlayışını ve paha biçilmez manevi desteğini gördüğüm sevgili eşim Nurşen NURLU'ya teşekkürü borç bilirim.

Doktora tez çalışması TUBİTAK 113Y037 numaralı proje ve Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (Proje no: MMF2011D12) tarafından desteklenmiştir. Her iki kuruma katkılarından dolayı teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
TEŞEKKÜR III
İÇİNDEKİLER IV
ÇİZELGELER DİZİNİ VI
ŞEKİLLER DİZİNİ VIII
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 11
3. MATERYAL VE METOT 27
3.1. Materyal 27
3.2. Metot 28
3.2.1. U-Pb analizi için Zirkon Seperasyonu 28
3.2.1.1. U-Pb analizi (SIMS) 32
3.2.2. XRF Yöntemi ile Tüm Kaya Analizi 33
3.2.3. Mineral Kimyası Analizi 35
3.2.4. Sr-Nd-Pb izotop analizi 36
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 37
4.1. Arazi Gözlemleri ve Petrografi 37
4.1.1. Meydan Ofiyoliti 38
4.1.2. Helete Volkanikleri 56
4.1.3. Meydan Melanjı 69
4.1.4. Granitik kütleler 69
4.1.5. Eosen Nummulitik kireçtaşı 100
4.1.6. Malatya metamorfikleri 104
4.1.7. Harami Formasyonu 107
4.1.8. Gaziantep Formasyonu (Arap Platformu) 108
4.2. Jeokimya 109
4.2.1. Helete Bölgesi Volkanik Kayalarının Jeokimyası 109
4.2.2. Granitik kayaların Jeokimyası 120

4.2.2.1. Ana-İz ve Nadir Toprak Elementleri Jeokimyası 120
4.2.2.2. Mineral Kimyası 134
4.2.3. Meydan Ofiyolitinin Jeokimyası 139
4.2.3.1. Tüm Kayaç Jeokimyası 139
4.2.3.2. Mineral Kimyası 145
4.2.4. İzotop Jeokimyası 149
4.3. U-Pb Zirkon Jeokronolojisi 157
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 171
KAYNAKLAR 181
ÖZGEÇMİŞ 217
EKLER 218

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 4.1. Helete bölgesindeki volkanik kayaların seçilmiş ana ve iz elementlerinin dağılımı 111
Çizelge 4.2. Helete bölgesi volkaniklerinin ana-iz element içerikleri 220
Çizelge 4.3. Meydan ofiyoliti ve Helete bölgesi granitlerinin ana-iz element içerikleri 224
Çizelge 4.4. Meydan ofiyolitine ait kayaların ana-iz ve nadir toprak element içerikleri 226
Çizelge 4.5. Meydan ofiyolitini kesen granitlere ait plajiyoklasların mineral kimyası 227
Çizelge 4.6. Meydan ofiyolitini kesen granitlere ait kayaların amfibol kimyası 237
Çizelge 4.7. Helete volkaniklerini kesen granitlere ait biyotitlerin mineral kimyası 239
Çizelge 4.8. Meydan ofiyolitine ait gabroyik kayalardaki piroksenlerin mineral kimyası 244
Çizelge 4.9. Meydan ofiyolitine ait gabroyik kayaların amfibol kimyası 248
Çizelge 4.10. Meydan ofiyolitine ait gabroyik kayalardaki plajiyoklasların mineral kimyası 251
Çizelge 4.11. Granitik, volkanik ve ofiyolitik kayaların Pb izotop içerikleri (İlksel oranlar 90 My'a göre hesaplanmıştır.) 256
Çizelge 4.12 Granitik kayalara ait U-Pb yaş ham verileri 258
Çizelge 4.13. Granitik kayalara ait U-Pb yaş ham verileri 262
Çizelge 4.14. Granitik-Gabroyik kayalara ait U-Pb yaş ham verileri 266
Çizelge 4.15. Granitik-Gabroyik kayalara ait U-Pb yaş ham verileri 271
Çizelge 5.1. Örnek lokasyonları (derece-dakika) 276
Çizelge 5.2. Örnek lokasyonları (derece-dakika) 279

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 1.1. Türkiye'deki ana tektonik kuşaklar ve kenet zonları (Dilek ve ark. 1999) 5
Şekil 1.2. Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağınının tektonik birimleri ve yapısal özellikleri 6
Şekil 1.3. Helete (Eosen) volkanikleri ile sedimanter birimlerin ilişkisini gösterir enine kesit 7
Şekil 1.4. Güney Neotetis'te Orta-Üst Eosen döneminde Helete volkanizmasının gelişimi 7
Şekil 1.5. Karadere (Diyarbakır) volkaniklerinin Güney Neotetis'te oluşum modeli 8
Şekil 1.6. Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağının Eosen-Oligosen dönemini gösterir blok diyagram 8
Şekil 1.7. Helete volkanikleri ve Maden Grubunun Orta Eosen'de oluşumunu gösteren tektonik model 9
Şekil 3.1. Yoğunluk farklarından faydalanılan seperasyon aşamasında kullanılan Gemini tablası 29
Şekil 3.2. El mıknatısı yardımı ile örnek içerisindeki manyetit türü minerallerin ayrılması 30
Şekil 3.3. Frantz magnetik seperator 30
Şekil 3.4. LST vasıtasıyla ağır minerallerin seperasyonu 31
Şekil 3.5. Binoküler mikroskop yardımı ile seçilmiş bir zirkon kristali 32
Şekil 3.6. Secondary Ion Mass Spectrometry (SIMS) cihazının görünümü 32
Şekil 3.7. XRF analizi için örnek öğütmede kulanılan kovan 33
Şekil 3.8. XRF Ana element analizi için örnek hazırlama süreci 34
Şekil 3.9. İz element kimyasının belirlenmesinde kullanılan pres ve pellet hazırlama aşaması 34
Şekil 3.10. Yüzeyi dikkatlice parlatılmış ve karbon ile kaplanmış analize hazır ince kesit görünümü 35

Şekil 3.11. Mineral kimyası analizi için kullanılan Beam (Işın) Makinesi ve görüntüleme 35
Şekil 4.1. Çalışma alanını gösterir yer bulduru haritası.. (Yılmaz 1993) 38
Şekil 4.2. Helete bölgesi ve yakın civarının 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası..... 39
Şekil 4.3. Meydan Ofiyoliti ve bölgede yer alan diğer tektonomagmatik birimlerin genelleştirilmiş dikme kesiti 40
Şekil 4.4. Meydan ofiyolitine ait kayaların arazi görüntüleri ve bu kayaların tektonik ve intrüzif ilişkileri 41
Şekil 4.5. Harburjitlerin genel görünümü 42
Şekil 4.6. Serpantinize harzburjitlerde gözlenen olivin ve ortopiroksen görünümü 43
Şekil 4.7. Serpantinitlerde gözlenen elek dokusu 44
Şekil 4.8. Kümülat gabrolarda gözlenen taneli doku görünümü..... 46
Şekil 4.9. Gabrolarda gözlenen plajiyoklas ve piroksen minerallerin görünümü 47
Şekil 4.10. Amfibollü gabrolarda gözlenen taneli ve poikilitik doku görünümü 49
Şekil 4.11. Kümülat gabrolara ait diyortilerde gözlenen hornblend ve plajiyoklas minerallerinin görünümü 50
Şekil 4.12. İzotrop gabrolara ait ince kesit görünümü 52
Şekil 4.13. İzotrop gabrolara ait diyoritlerin genel görünümü..... 53
Şekil 4.14. Levha dayklarına ait mikrodiyoritlerin genel görünümü 54
Şekil 4.15. Diyabazlara ait kayaçların genel görünümü 55
Şekil 4.16. Helete volkaniklerine ait kayaların arazi görüntüleri ve diğer birimlerle olan dokanak ilişkileri 59
Şekil 4.17. Bazaltlarda gözlenen mikrolitik porfirik doku ve sub-otomorf klinopiroksenlerin görünümü..... 58
Şekil 4.18. Bazaltlarda izlenen hyalomikrolitik-porfirik doku ve kaolenleşmiş plajiyoklasların ve sub-otomorf klinopiroksenlerin görünümü 58
Şekil 4.19. Olivinli bazaltlarda gözlenen hyalomikrolitik-porfirik doku ve canlı girişim renkleri sunan olivin kristallerinin görünümü 60

Şekil 4.20. Spilitik bazaltta izlenen amigdaloidal doku ve boşluk dolgusu şeklinde epidot kristallerinin görünümü 62
Şekil 4.21. Spilitlerde gözlenen amigdaloidal doku 63
Şekil 4.22. Çift nikolde gri girişim renkleri ile mikrolit kristalleri ve mafik mineraller klinopiroksen, hornblend görünümü 64
Şekil 4.23. Andezitlerin genel görünümü 65
Şekil 4.24. Riyodasitlerde korrode kuvars ve genel görünümü 67
Şekil 4.25. Otomorf kuvars ve Dasitlerin genel görünümü 68
Şekil 4.26. Meydan melanjında gözlenen farklı blokların arazi görüntüsü ve dokanak ilişkileri..... 71
Şekil 4.27. Helete volkaniklerini kesen granitik intrüzyonların arazi görüntüsü 72
Şekil 4.28. Meydan ofiyolitini kesen granitik intrüzyonların arazi görüntüsü 73
Şekil 4.29. Meydan melanjını kesen granitik intrüzyonların arazi görüntüsü 74
Şekil 4.30. Bölge yer alan birimleri kesen granitik intrüzyonlara ait 1/500 ölçekli detay jeoloji haritası..... 75
Şekil 4.31. Granitlerde gözlenen ortoklazlarda gözlenen karlspat ikizi ve genel görünüm 70
Şekil 4.32. Granitlerde gözlenen taneli doku ve ortoklazlarda ileri derecede kaolenleşme 76
Şekil 4.33. Granitlerde gözlenen ikincil epidot kristalleri 77
Şekil 4.34. Analizi yapılmış granitik örneklere ait QAP diyagramı (Le Maitre 1989) 78
Şekil 4.35. Granodiyoritlere ait ince kesit görünümü 79
Şekil 4.36. Granodiyoritlerde gözlenen zonlu plajiyoklaslar..... 79
Şekil 4.37. Granodiyoritlerde gözlenen ikincil epidot oluşumu 80
Şekil 4.38. Granodiyoritlerde tamamen kloritleşmiş biyotit görünümü 81
Şekil 4.39. Granodiyoritlerde gözlenen zirkon kristalleri..... 81
Şekil 4.40. Tonalitlerde gözlenen minerallerde kırık ve çatlak görünümü..... 82
Şekil 4.41. Tonalitlerde gözlenen sfen minerali 83
Şekil 4.42. Granodiyorit porfirlere ait mikroskop görünümü 84

Şekil 4.43. Granodiyorit porfirlerde izlenen zirkon kristalinin görünümü 86
Şekil 4.44. Granofirlere ait mikrografik doku görünümü 87
Şekil 4.45. Aplitlerin genel görünümü ve aplitik doku 89
Şekil 4.46. Gabroların genel görünümü 90
Şekil 4.47. Diyoritlere ait taneli doku görünümü 92
Şekil 4.48. Kuvarslı diyoritlerde gözlenen zonlu plajiyoklaslar 93
Şekil 4.49. Mikrodiyortilere ait genel görünüm 95
Şekil 4.50. Diyabazlarda gözlenen poikilitik doku görüntüsü 97
Şekil 4.51. Diyorit Porfirlerin genel görünümü 98
Şekil 4.52. Kuvarslı diyorit porfirlerde gözlenen mikrogranüler porfirik doku ... 100
Şekil 4.53. Bölgede gözlenen iki majör Nummulitik kireçtaşının 1/500 ölçekli haritası ve birimin ölçekli dikme kesiti 101
Şekil 4.54. Polarizan mikroskop altında Nummulitli kireçtaşının görünümü..... 102
Şekil 4.55. Kayaç içerisinde gözlenen Nummulitler, fosil kavkıları ve mikritik bağlayıcı 102
Şekil 4.56. Kireçtaşlarında gözlenen Globigerina ve Nummulitlerin çift nikol görünümü 103
Şekil 4.57. Litarenitlere ait ince kesit görünümü 103
Şekil 4.58. Meydan Köyü güneydoğusundan Malatya metamorfikleri ile Meydan ofiyolitinin dokanak görünümü 105
Şekil 4.59. Malatya metamorfikleri içerisinde gözlenmiş Kalkşistlere ait arazi görüntüsü 105
Şekil 4.60. Tamamen kalsit kristallerinden oluşmuş kalkşistlere ait ince kesit görünümü 106
Şekil 4.61. Mermerlere ait ince kesit görünümü 106
Şekil 4.62. Malatya metamorfiklerine ait mermerlerde granoblastik doku gürünümü 107
Şekil 4.63. Harami Formasyonunun arazi görünümü (Alınlı Mah. Kuzeyi) 108
Şekil 4.64. Gaziantep formasyonunda gözlenen kireçtaşlarına ait arazi görünümü 109

Şekil 4.65. Helete bölgesindeki volkanik kayaların Zr/Ti - Nb/Y oranlarına göre sınıflandırılması 111
Şekil 4.66. Helete bölgesindeki volkanik kayaların Nb/Y - Ti/Y değişim diyagramı 112
Şekil 4.67. Helete bölgesindeki volkanik kayaların ana ve iz element değişim diyagramları 113
Şekil 4.68. Helete bölgesideki volkanik kayaların Kondrit'e göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri (REE) diyagramı 115
Şekil 4.69. Helete bölgesideki volkanik kayaların N-MORB'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramı 116
Şekil 4.70. Helete bölgesindeki volkanik kayaların Nb/Th oranının Y içeriğine göre değişim diyagramı 117
Şekil 4.71. Helete bölgesindeki volkanik kayaların Ta/Yb oranının Th/Yb oranına göre değişim diyagramı 118
Şekil 4.72. Helete volkaniklerine ait kayaların Hf-Th-Nb tektonomagmatik ayrım diyagramındaki konumları 119
Şekil 4.73. Helete volkaniklerine ait kayaların Nb-Y-Zr tektonomagmatik ayrım diyagramındaki konumları 119
Şekil 4.74. Çalışma alanındaki granitoyid kütlelerine ait kayaçları adlandırma diyagramı 120
Şekil 4.75. Granitoyid kayaçların AFM diyagramındaki konumları 121
Şekil 4.76. Granitoyid kayaçlarının ACNK (Shand,1943) diyagramındaki konumları 122
Şekil 4.77. Çalışma alanındaki granitik kayaçların (a) FeO/(FeO+MgO) – SiO_2 ve (b) Na_2O+K_2O-CaO'e karşı SiO_2 diyagramları 123
Şekil 4.78. Granitoyid kayalarının ana element Harker diyagramı 125
Şekil 4.79. Helete bölgesindeki granitik kayaların Kondrit'e göre normalize edilmiş nadir toprak element ve okyanus sırtı granitlerine (ORG) göre normalize edilmiş örümcek diyagramları 126

Şekil 4.80. Meydan bölgesindeki granitik kayaların Kondrit'e göre normalize edilmiş nadir toprak element ve okyanus sırtı granitlerine (ORG) göre normalize edilmiş örümcek diyagramları 127
Şekil 4.81. Meydan bölgesindeki granitik kayaların Kondrit'e göre normalize edilmiş nadir toprak element ve okyanus sırtı granitlerine (ORG) göre normalize edilmiş örümcek diyagramları 128
Şekil 4.82. Çalışma alanındaki granitik kayaçların (a) (La/Yb)N'a karşı (Yb)N ve (b) Sr/Y'a karşı Y diyagramları 129
Şekil 4.83. Granitoyid kayaların Harris ve ark. 1986b'den alınan Ta-Nb diyagramındaki konumları 130
Şekil 4.84. Helete bölgesinde gözlenen granitoyidler için Hf-Rb-Ta üçlü ayrım diyagramı 131
Şekil 4.85. Helete bölgesinde gözlenen granitoyidlere ait kayaçların Rb-Y+Nb / Rb-Ta+Yb / Ta+Yb / Nb-Y tektonomagmatik ayrım diyagramı 132
Şekil 4.86. Helete bölgesi granitlerinin Nb-Y-Ga*3 üçlü ayrım diyagramında konumları 133
Şekil 4.87. Ana oksitlerin karşılaştırılmasıyla oluşan ikili diyagramda Helete bölgesi granitlerinin kaynak kaya görünümü 133
Şekil 4.88. Helete ve Meydan bölgelerinde gözlenen granitik kayalardaki feldspat minerallerinin sınıflandırma diyagramı 135
Şekil 4.89. Meydan bölgesindeki granitik kayaçlarda gözlenen amfibollerin sınıflandırma diyagramı 136
Şekil 4.90. Helete ve Meydan bölgelerinde gözlenen granitik kayalara ait biyotitlerin sınıflandırma diyagramı 137
Şekil 4.91. Helete ve Meydan bölgelerinde gözlenen granitik kayalara ait biyotitlerin MgOFeO- Al_2O_3 üçgen diyagramı 138
Şekil 4.92. Helete ve Meydan bölgelerinde gözlenen granitik kayalara ait biyotitlerin MgO-Al_2O_3 diyagramı 138
Şekil 4.93. Meydan ofiyolitindeki levha daykları ve kümülat gabrolara ait kayaçların Zr/Ti ile Nb/Y oranlarına göre sınıflandırma diyagramı ... 139

Şekil 4.94. Meydan ofiyolitindeki levha daykları ve kümülat gabrolara ait kayaçların Nb/Y-Ti/Y değişim diyagramı 141
Şekil 4.95. Meydan ofiyolitindeki levha daykları ve kümülat gabrolara ait kayaçların V - Ti diyagramı 141
Şekil 4.96. Meydan ofiyolitinde gözlenen levha dayklarına ait kayaçların Kondrit'e göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri (REE) ve N-MORB'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramları 143
Şekil 4.97. Meydan ofiyolitinde gözlenen gabroyik kayaçların Kondrit'e göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri (REE) ve N-MORB'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramları 144
Şekil 4.98. Meydan ofiyolitinde gözlenen levha dayklarıve gabroyik kayaların Nb/Th oranının- Y içeriğine göre değişim diyagramı..... 145
Şekil 4.99. Meydan ofiyolitinde gözlenen levha dayklarıve gabroyik kayaların Ta/Yb oranının Th/Yb oranına göre değişim diyagramı..... 145
Şekil 4.100. Meydan ofiyolitine ait mafik kümülatlarda gözlenen klinopiroksenlerin Wo-En-Fs üçgen diyagramındaki yeri..... 146
Şekil 4.101. Meydan ofiyolitine ait mafik kümülat kayaçlarda gözlenen amfibollerin sınıflandırma diyagramı 147
Şekil 4.102. Meydan ofiyolitine ait mafik kümülatlarda birlikte gözlenen plajiyoklas (An) ve klinopiroksen (Mg#) minerallerinin değişim diyagramı 148
Şekil 4.103. Meydan ofiyolitinde gözlenen gabroyik kayalardaki feldspat minerallerinin sınıflandırma diyagramı 149
Şekil 4.104. Helete bölgesi volkanikleri ve Meydan ofiyolitine ait gabroyik kayaların
Sr-Nd izotop içerikleri 151
Şekil 4.105. Pb–Pb (a), Sr–Pb (b), Nd–Pb (c) and Nd–Sr (d) Helete bölgesinde yer alan volkanik kayaların izotopik oranlarını gösterir diyagramlar 151
Şekil 4.106. Helete bölgesi volkanikleri, Meydan ofiyoliti ve Koçali melanjı içinde gözlenen granitik kayaların Sr-Nd izotop içerikleri..... 152

Şekil 4.107. Helete bölgesi volkanikleri ve Meydan ofiyolitine ait gabroyik kayaların Pb izotop diyagramları 153
Şekil 4.108. Pb–Pb (a), Sr–Pb (b), Nd–Pb (c) and Nd–Sr (d) Helete bölgesinde yer alan granitik kayaların izotopik oranlarını gösterir diyagramlar .. 154
Şekil 4.109. Pb–Pb (a), Sr–Pb (b), Nd–Pb (c) and Nd–Sr (d) Helete bölgesinde yer alan gabroik kayaların izotopik oranlarını gösterir diyagramlar .. 155
Şekil 4.110. İzotop korelasyon diyagramları 156
Şekil 4.111. Meydan melanjını kesen granitlerdeki zirkon görüntüsü ve U-Pb yaşı 159
Şekil 4.112. Helete volkaniklerini kesen aplitlerdeki zirkon görüntüsü ve U-Pb yaşı 160
Şekil 4.113. Helete volkaniklerini kesen granodiyoritlerdeki zirkon görüntüsü ve U-Pb yaşı 161
Şekil 4.114. Helete volkaniklerini kesen granitlerdeki zirkon görüntüsü ve U-Pb yaşı 162
Şekil 4.115. Helete volkaniklerini kesen granitlerdeki zirkon görüntüsü ve U-Pb yaşı 163
Şekil 4.116. Helete volkaniklerini kesen granitlerdeki zirkon görüntüsü ve U-Pb yaşı 164
Şekil 4.117. Helete volkaniklerini kesen granitlerdeki zirkon görüntüsü ve U-Pb yaşı 165
Şekil 4.118. Helete volkaniklerini kesen granitlerdeki zirkon görüntüsü ve U-Pb yaşı 166
Şekil 4.119. Meydan ofiyolitine ait U-Pb zirkon yaşını gösterir grafik 167
Şekil 4.120. Meydan ofiyolitini kesen granodiyoritlerdeki zirkon görüntüsü ve U-Pb yaşı 168
Şekil 4.121. Meydan ofiyoliti- Baskil granitoyidi- İspendere ofiyolitine ait yaş verilerinin Çizelgesu 169
Şekil 5.1. Meydan ofiyoliti, Helete volkanikleri, Malatya metamorfikleri ve Eosen örtü birimleri arasındaki ilişki 172

Şekil 5.2. Granitik intrüzyonların bazaltik kayaları kestiği lokasyonlarda gözlenen soğuma kenarına ait ince kesit görünümü 174
Şekil 5.3. Helete bölgesinde gözlenen granit intrüzyonlarının 1/500 ölçekli detay haritaları 175
Şekil 5.4. Bölgede yer alan birimlerin Üst Kretase döneminde yerleşimi. A) Meydan ofiyoliti dalma-batma zonunda oluşmuş ve altında metamorfik dilim kayalarıyla birlikte melanj oluşmuştur. Bu ofiyolit üzerinde okaynusal bir yay gelişmiştir. B) Dalma-batma zonu parçası ve ilişkili yay ekaylanmış birimler granitik kayalar tarafından kesilmişlerdir 178

1. GİRİŞ

Çalışma alanı, Kahramanmaraş ilinin kuzeydoğusunda Helete (Düzbağ) ile Gölbaşı (Adıyaman)'nın kuzeyi arasındaki bölgeyi kapsamaktadır. 1/25.000 ölçekli Gaziantep M38b_3 ve Şanlıurfa M39a_2-a_3-a_4 topografik paftaları içerisinde kalan yaklaşık 232 km^2'lik bir alanı kapsamaktadır. Bu bölge, Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağında ***Nap zonu, Ekay zonu*** ve ***Arap platformu*** olarak ayrılan üç tektonik zondan ***Ekay zonu*** içinde yer almaktadır (Yılmaz ve ark. 1985, 1987; Yıldırım ve Yılmaz, 1991; Yılmaz, 1993; Yılmaz ve ark. 1993). Kuzeyde yer alan Nap zonuna ait allokton birimlerin otokton Arap platformunun üzerine yürümesiyle oluşan Ekay zonu, genişliği 2 ile 7 km arasında değişen genel olarak D-B doğrultulu ve güneye doğru bindirmiş tektonik dilimlerden meydana gelmektedir (Yılmaz, 1993; Yılmaz ve ark. 1993). Çalışma alanı, aynı zamanda otokton konumlu Arap platfotmunun en kuzey ucunun allokton konumlu Engizek (Toroslar) Dağlarıyla bir araya geldiği bir bölgede yer almaktadır (Şekil 1.1).

Alp-Himalaya orojenik sistemi içinde önemli bir yere sahip olan Türkiye, yaklaşık olarak D-B uzanımlı tektonik kuşaklar arasında (Pontidler, Anatolidler, Toridler ve Kenar kıvrımlar) Paleotetis ve Neotetis okyanusal basenlerinin kalıntılarını içermektedir (Ketin, 1983; Şengör ve Yılmaz, 1981; Robertson ve Dixon, 1984). Paleotetis ile ilgili jeolojik olayların kanıtları genel olarak K-KB Türkiye'de Sakarya zonu (Karakaya Kompleksi), Konya, Karaburun ve Likya naplarında görülmektedir. (Bingöl, 1975; Tekeli, 1981; Şengör ve Yılmaz, 1981; Pickett ve Robertson, 1996, 2004; Robertson ve Ustaömer, 2009, 2012; Göncüoğlu ve Kozlu, 2000; Okay ve Göncüoğlu, 2004; Okay ve Altıner, 2004; Göncüoğlu ve ark. 2004; Duru ve ark. 2004). Paleotetis okyanusunun kapanması Balkanlarda ve Akdeniz'in batısında Karbonifer'de meydana gelmiş (Ziegler, 1990; Decourt ve ark. 2000) olup, Türkiye'yi de içine alan Doğu Akdeniz bölgesinde ise Geç Triyas'a kadar gelişimini sürdürmüştür (Robertson ve ark. 2006; Okay ve ark. 2006). Paleotetis okyanusunun kapanması Geç Triyas'tan itibaren kuzeyde Avrasya plakasının güney kenarının (Sakarya zonu) altına dalmasıyla gerçekleşmiştir. Bununla birlikte, güneyde Ege bölgesinde ise Paleotetis okyanusunun Geç

Karbonifer'de güneye doğru Gondwana kıtasının altına daldığına dair bulgulara da rastlanmaktadır (Zulauf ve ark. 2007; Robertson ve ark. 2012). Neotetis ile ilgili jeolojik olaylar ise Triyas'tan Miyosen'e kadar tüm Anadolu'yu etkisi altına almıştır (Şengör ve Yılmaz, 1981; Robertson ve Dixon, 1984).

Güneydoğu Anadolu'da kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu Türkiye, Kıbrıs ve Suriye'yi içine alan kuzey ve güney olmak üzere iki farklı ofiyolit kuşağının olduğu bilinmektedir (Yılmaz, 1993; Robertson 2002; Parlak ve ark. 2009; Robertson ve ark.2012, 2013). Kuzeyde yer alan ofiyolit kuşağı, Toros platformu ile Bitlis-Pütürge masifi arasında yer alan Göksun, İspendere, Kömürhan, Guleman ve Killan ofiyolitlerini kapsamaktadır. Güney kuşak ise, Troodos (Kıbrıs), Baer-Bassit (Suriye), Antalya (Tekirova), Hatay, Amanos ve Koçali ofiyolitlerini içermektedir. Kuzey ve Güney kuşakta yer alan ofiyolitlerin oluşumu ile ilgili farklı görüşler bulunmaktadır. Her iki kuşakta yer alan ofiyolitlerin Toros platformu ile Arap platformu arasında kalan tek bir okyanusal basenden türediği bazı yazarlar tarafından ileri sürülmektedir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Robertson ve Dixon, 1984; Yılmaz, 1993; Yılmaz ve ark. 1993). Diğer bir görüşe göre; güneyde yer alan ofiyolit kuşağının Geç Kretase'de Güney Neotetis okyanusunda Bitlis-Pütürge masifi ve Arap platformu arasındaki okyanusal basende kuzeye dalan okyanus içi yitim zonu üzerinde oluştuğu ve güneye doğru Arap platform üzerine yerleştiği; kuzeyde yer alan ofiyolit kuşağının ise, Toros platformu ile Bitlis-Pütürge masifi arasında yer alan ve Berit okyanusu olarak isimlendirilen okyanusal basende kuzeye dalan okyanus içi yitim zonu üzerinde oluştuğu ileri sürülmektedir (Parlak ve ark. 2009; Robertson ve ark. 2012, 2013). Kuzey kuşaktaki ofiyolitler metamorfik Malatya-Keban platformu tarafından tektonik olarak üzerlenmekte ve Geç Kretase-Eosen yaşlı granitoyidler tarafından kesilmektedir (Yılmaz, 1993; Yılmaz ve ark. 1993; Parlak, 2006; Rızaoğlu ve ark. 2009; Karaoğlan ve ark. 2013a).

Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağı yaklaşık D-B uzanımlı ve birbirlerinden kuzeye eğimli ana bindirme fayları ile ayrılan üç farklı tektonik birlikten oluşmaktadır (Yılmaz, 1990, 1993; Yılmaz ve ark. 1993). Bu tektonik birlikler kuzeyden güneye doğru Nap zonu, Ekay zonu ve Arap platformundan oluşmaktadır (Şekil 1.2).

Nap Zonu: Ekay zonunun kuzeyinde güneydoğu Anadolu orojenik kuşağında topografik olarak en yüksek seviyeleri oluşturan ve iki büyük tektonik birlikten oluşan nap zonu bulunmaktadır (Şekil 1.2). Tabanda genellikle ofiyolitik kayaçlar (Göksun, Berit, İspendere, Kömürhan) ve Maden Kompleksi (Yiğitbaş ve Yılmaz, 1996) ile temsil edilen alt nap, tavanda ise güneydoğu Anadoludaki metamorfik masiflerden (Malatya, Keban, Engizek) oluşan üst nap bulunmaktadır (Yılmaz, 1991, 1993; Yılmaz ve ark. 1993) (Şekil 1.2). Nap zonuna ait tektonostratigrafik/magmatik (metamorfik masifler ve ofiyolitler) birimler bölgede yaygın olarak gözlenen granitoyidler tarafından kesilmektedir.

Ekay Zonu: Yaklaşık doğu-batı yönlü dar bir kuşak boyunca kuzeyde nap zonu ve güneyde Arap platformu çökelleri tarafından sınırlanan ekay zonu diğer birimlerden bindirmeli dokanak ilişkisi ile ayrılmaktadır (Şekil 1.2). Bu zon Üst Kretase-Alt Miyosen zaman aralığında çökelmiş tektonostratigrafik ve magmatik birimlerin sıkışma rejiminin sonucu olarak bindirmeli dokanak ilişkisi ile temsil edilir ve yoğun tektonizma nedeniyle normal stratigrafik dizilim kaybolmuştur. Ekay zonu batıda onlarca kilometre genişliğinde bir dağ silsilesi ile temsil edilen Misis-Andırın kuşağına uzanır (Şekil 1.2). Misis-Andırın kuşağında gözlenen kaya birimlerinin ekay zonu içinde gözlendiği çeşitli araştırıcılar tarafından ortaya konmuştur (Yılmaz ve ark. 1987 ve 1993; Yılmaz, 1993). Bu da Misis-Andırın kuşağının ekay zonunun batıya bir uzantısı olduğu ve güneydoğu Anadolu orojenik kuşağını meydana getiren kıta-kıta çarpışması esnasında batıya doğru kaçtığını göstermektedir (Yılmaz, 1991).

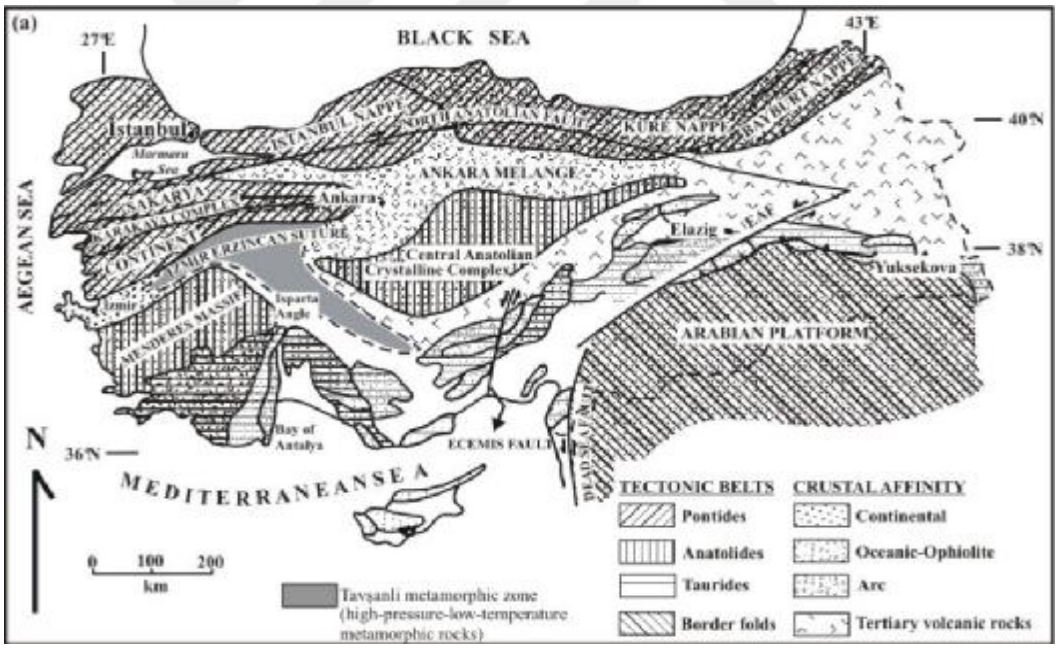
Arap platformu: Arap platformuna ait birimler duraylı bir Pan-Afrikan temel üzerinde Alt Paleozoyik'ten günümüze kadar hiç bir kesiklik olmadan çökelmişlerdir. Arap platformu üzerine Geç Kretase'de yerleşen Kızıldağ (Hatay) ve Baer-Bassit (Suriye) ofiyolitleri gözlenmektedir (Selçuk, 1981; Parrot, 1980). Bu birimler genellikle tektonizmadan etkilenmemişlerdir fakat kuzeye doğru çıkıldığında Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağına sınır olan bölgelerde kıvrımlanma ve bindirmeler olağandır (Şekil 1.2) (Yılmaz, 1993).

Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağında gözlenen ofiyolitler ve bu ofiyolitlerle ilişkili Adayayı volkanizması bir çok araştırıcının ilgisini çekmiştir

(Genç ve ark. 1993; Yılmaz ve ark. 1993; Beyarslan ve Bingöl, 2000; Parlak ve ark. 2004, 2009, 2013; Bağcı ve ark. 2005, 2008; Rızaoğlu ve ark. 2006; Robertson ve ark. 2006, 2007; Karaoğlan ve ark. 2013a). Şimdiye kadar ofiyolitlerin petrolojisi üzerine oldukça fazla sayıda çalışma yapılmış olup, Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağındaki ofiyolitlerin Neotetis'in güney kolunda okyanus içi dalma batma zonu üzerinde (Suprasubduction zone) oluştukları ileri sürülmüştür. Geç Kretase yaşlı okyanusal kabuğun (ofiyolitlerin) üzerinde ada-yayı volkanizması da gelişmiştir. Sözü edilen ada-yayı volkanikleri tüm kuşak boyunca gözlenmekte olup, ilk kez Yüksekova Kompleksi olarak isimlendirilmiştir (Perinçek, 1979). Yüksekova Kompleksi adlaması, hem intrüzif hem de volkanik birimlerin hepsine birden verilen genel bir adlamadır. Bu birim daha sonraki çalışmalarda kuşağın farklı kesimlerinde Elazığ Volkanik Kompleksi (Hempton, 1984, 1985), Baskil Magmatik Kayaçları (Aktaş ve Robertson, 1984; Yazgan, 1984), Elazığ Granitoyidi (Turan ve Bingöl, 1989; Beyarslan ve Bingöl, 2000) ve Elazığ Birimi (Robertson ve ark. 2007) olarak adlandırılmıştır. Ancak son yıllarda yapılan çalışmalarda intrüzif ve volkanik birimlerin kökensel olarak birbirinden ayrı oldukları ortaya konmuştur (Rızaoğlu ve ark. 2006; Robertson ve ark. 2007; Parlak ve ark. 2009; Karaoğlan ve ark. 2013b). İntrüzif kayaçların (genel anlamda Baskil granitoyidi), Geç Kretase'de And tipi kıta kenarında (Toroslar) oluşan kıtasal yay magmatizmasının ürünü olduğu (Rızaoğlu ve ark. 2006), volkanik birimlerin ise okyanus içi dalma batma zonu üzerinde oluşan kabuğun evrimleşmesine bağlı olarak oluşan yay volkanikleri olduğu ortaya konmuştur (Rızaoğlu ve ark. 2009). Ada yayı volkanikleri bazalttan riyolite kadar değişen kayaçlar, tüf, lav breşi, volkanoklastik kumtaşı, volkanik kökenli yamaç molozu ve arakatkılı pelajik kireçtaşlarından oluşmakta olup, Elazığ bölgesinde 750 m kalınlığa sahiptir (Rızaoğlu ve ark. 2006). Pelajik kireçtaşlarından elde edilen fosil bulgularına (*Globotruncana* sp) bağlı olarak Geç Kretase yaşı tespit edilmiştir (Roberston ve ark. 2007). Yay volkaniklerinde yapılan U-Pb zirkon yaşlandırmaları ile volkanizmanın 83-75 My zaman aralığında gelişim gösterdiği saptanmıştır (Karaoğlan ve ark. 2013b). Bununla birlikte, Yılmaz (1993) ve Yılmaz ark. (1993) ensimatik ada yayı volkaniklerinin (Yüksekova volkanikleri) Üst Kretase-Alt Eosen

zaman aralığında ofiyolitik temel (Yüksekova ofiyoliti) üzerinde gelişim gösterdiğini belirtmişlerdir.

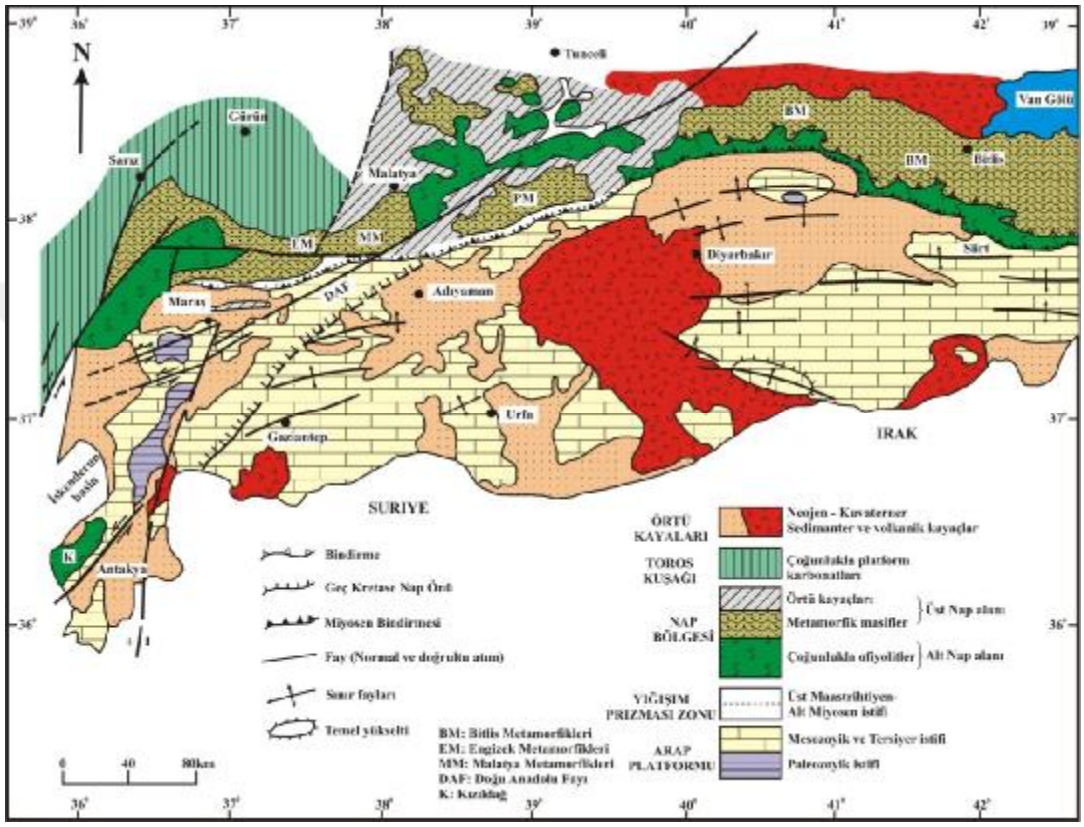
Güneydoğu Anadolu'da Geç Kretase yaşlı yay volkanizmasından başka, Eosen döneminde gelişen volkanizma da oldukça büyük öneme sahiptir. Özellikle Eosen döneminde okyanus içi yitime bağlı olarak gelişen yüksek sıcaklık-yüksek basınç metamorfizması (Berit metaofiyoliti; Genç ve ark. 1993; Karaoğlan ve ark. 2013b), Eosen yaşlı granitoyid intrüzyonu (Karaoğlan ve ark. 2013b), Orta Eosen sonunda ofiyolitlerin (Göksun, İspendere, Kömürhan) Maden Kompleksi üzerine güneye doğru bindirmesi (Yiğitbaş ve ark. 1992; Yılmaz, 1993; Yılmaz ve ark. 1993; Yiğitbaş ve Yılmaz, 1996; Robertson ve ark. 2006, 2007); Eosen dönemindeki magmatizma-metamorfizma ve tektonik süreçlerin Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağının evrimindeki önemini açıkca göstermektedir.



Şekil 1.1. Türkiye'deki ana tektonik kuşaklar ve sütur zonları (Dilek ve ark. 1999).

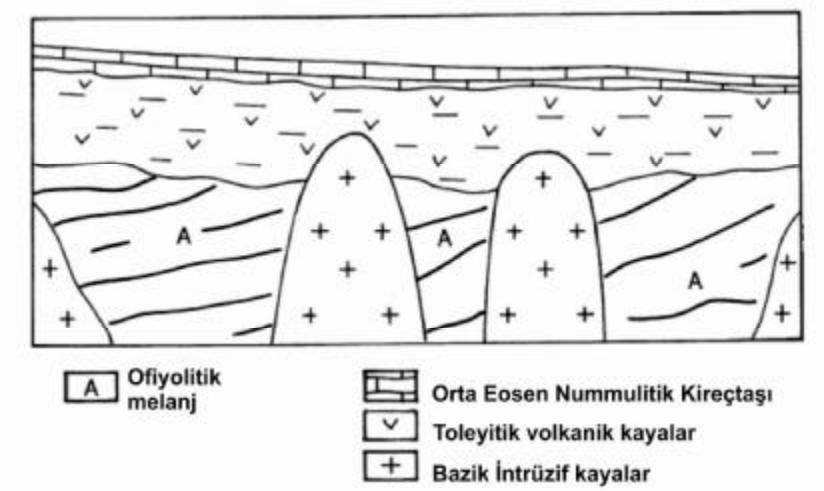
Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağında Eosen dönemine ait en önemli tektono-magmatik birimleri, Helete volkanikleri (Yiğitbaş, 1989) ve Maden Kompleksi (Rigo di Righi ve Cortesini, 1964)'ne ait kayaçlar oluşturmaktadır. Helete volkaniklerinin tip lokalitesi Helete (Düzbağ, Kahramanmaraş) bölgesindedir. Bununla birlikte benzer volkaniklerin doğuda Diyarbakır bölgesinde Karadere

volkanikleri (Aktaş ve Robertson, 1984) ve Van-Hakkari bölgesin de ise Gövelek volkanikleri (Elmas, 1994, 1996; Elmas ve Yılmaz, 2003) olarak isimlendirildikleri bilinmektedir.



Şekil 1.2. Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağınının tektonik birimleri ve yapısal özellikleri (Yılmaz, 1993).

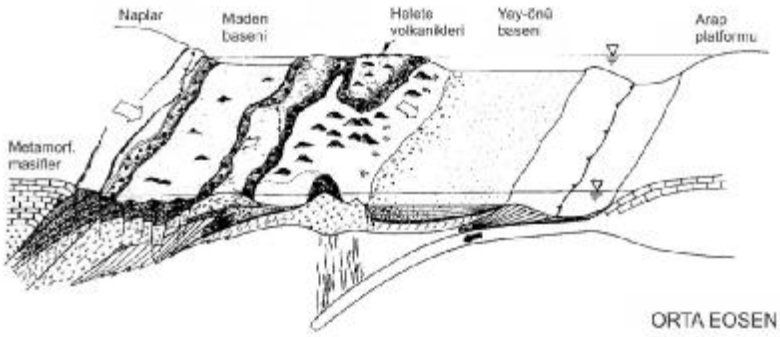
Helete volkanikleri genel olarak andezitlerle temsil edilmekte ve kalınlıkları bir kaç cm ile bir kaç metre arasında değişen felsik intrüzif kayaçlar tarafından kesilmektedir. Volkanik kayaçların Nummulitik karbonatlar tarafından uyumlu bir şekilde üzerlendiği belirtilmektedir (Robertson ve ark. 2006) (Şekil 1.3). Helete volkaniklerinin yaşı Orta Eosen (Robertson ve ark. 2007), Orta-Üs Eosen (Yiğitbaş, 1989; Yılmaz ve ark. 1993) veya Üst Lütesiyen-Üst Oligosen (Elmas, 1994) olarak belirlenmiştir.



Şekil 1.3. Helete (Eosen) volkanikleri ile sedimanter birimlerin ilişkisini gösterir enine kesit (Robertson ve ark. 2006).

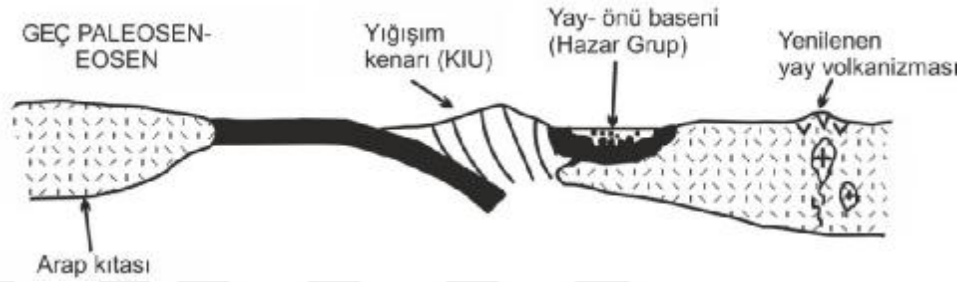
Helete volkaniklerinin oluşumu ve kökeni ile ilgili değişik fikirler bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla;

- Helete volkaniklerinin, Torosların platformunun güneyinde ofiyolitik temel üzerinde gelişmiş toleyitik-kalkalkalen karakterli bir ada yayı volkanizması ürünü olduğu (Şengör ve Yılmaz, 1981; Hempton ve Savcı, 1982; Tarhan, 1986; Yigitbaş, 1989; Yıldırım ve Yılmaz, 1991; Yılmaz ve ark. 1993; Elmas ve Yılmaz, 2003) ve Orta-Üst Eosen döneminde gelişim gösterdiği vurgulanmıştır (Şekil 1.4).



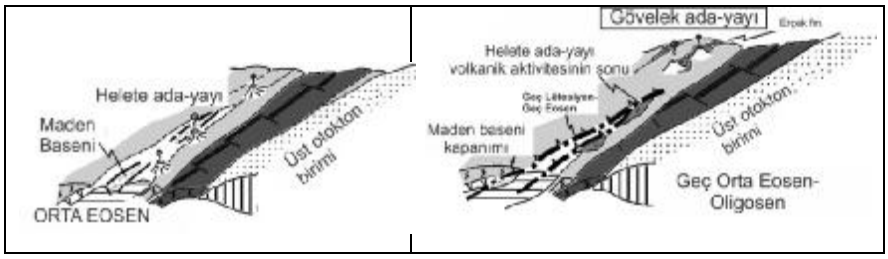
Şekil 1.4 Güney Neotetis'te Orta-Üst Eosen döneminde Helete volkanizmasının gelişimi (Yılmaz, 1993).

· Helete volkaniklerinin daha doğudaki eşleniği olan Karadere (Diyarbakır) volkaniklerinin Güney Neotetis'te dalma-batmanın ilerleyen safhalarında Orta Eosen'de oblik yitimle ilişkili genleşme alanlarında (yay-önü basende) oluşan yüksek Al/Ti'lu toleyitik volkanikler oldukları vurgulamaktadırlar (Şekil 1.5) (Aktaş ve Robertson, 1984, 1990).



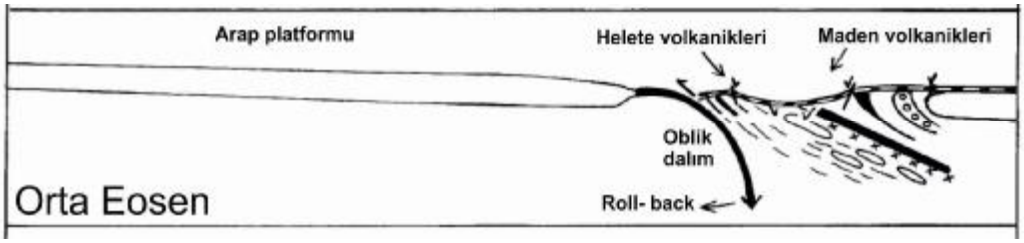
Şekil 1.5. Karadere (Diyarbakır) volkaniklerinin Güney Neotetis'te oluşum modeli (Aktaş ve Robertson, 1984).

· Helete volkanikleri ve doğuya doğru olan eşleniklerinin (Gövelek volkanikleri) oblik bir yitime bağlı olarak batıdan doğuya doğru gençleşen (Eosen-Oligosen) kalk-alkalen bir volkanizmanın ürünü oldukları belirtilmektedir (Elmas ve Yılmaz, 2003) (Şekil 1.6).



Şekil 1.6. Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağının Eosen-Oligosen dönemini gösterir blok diyagram (Elmas ve Yılmaz, 2003).

· Helete volkaniklerinin yitimi üzerleyen Toros kıtası üzerinde kıtasal yay ortamda oluştuğu ve bu oluşumun yitime bağlı genleşmeye (subduction roll-back, transtension) bağlı olduğudur (Robertson ve ark. 2006) (Şekil 1.7).



Şekil 1.7. Helete volkanikleri ve Maden Grubunun Orta Eosen'de oluşumunu gösteren tektonik model (Robertson ve ark. 2006).

Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağında Eosen dömenine ait diğer bir tektonik birimi ise Maden Grubu oluşturmaktadır. Orta Eosen yaşlı Maden Grubuna ait birimler hem kıtasal kabuk (Bitlis-Pütürge) hem de okyanusal kabuk üzerinde gelişim göstermişlerdir (Yazgan, 1984; Yazgan ve Chessex, 1991; Yılmaz, 1993; Yılmaz ve ark.1993; Yiğitbaş ve Yılmaz, 1996; Robertson ve ark. 2006, 2007). Maden Grubunun oluşumu ile ilgili farklı görüşler bulunmaktadır. Bunlar; (a) olgunlaşmamış ensimatik ada yayı ortamında gelişim (Erdoğan, 1982), (b) kıtasal yitime veya çarpışma sonrası tektoniğe bağlı zonlarda gelişim (Michard ve ark.1984; Yazgan, 1984; Yazgan ve Chessex, 1991), (c) hem kıtasal (Pütürge) hem de okyanusal (Guleman) kabuk üzerinde gelişen ada yayı (Yazgan, 1981), (d) kısa süreli yay-gerisi basende oluşum (Yılmaz, 1993; Yılmaz ve ark. 1993; Yiğitbaş ve Yılmaz, 1996), (e) oblik yitime bağlı olarak oluşan yay-önü havzada gelişim (Aktaş ve Robertson, 1984, 1990), (e) yay-gerisi basende oluşum (Perinçek ve Özkaya, 1981; Hempton, 1984; Robertson ve ark. 2006), ya da (f) kuzeye doğru olan yitimin gerilemesine (roll-back) bağlı olarak aktif kıta kenarında oluşan riftleşme zonlarında oluşum (Robertson ve ark. 2007) şeklinde sıralanabilir.

Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda Helete volkanikleri ve Maden Grubuna ait birimlerin oluştukları jeodinamik ortamın Eosen yitimiyle ilişkili yay-yay gerisi ortam oldukları konusunda bir fikir birliği bulunmaktadır. Ancak yay ve yay-gerisi ortamın üzerinde geliştiği temel birimlerin kıtasal kökenli mi yoksa okyanusal kökenli mi olduğu konusunda bir fikir birliği bulunmamaktadır. Bu tartışmanın en önemli nedenlerinden biri; özellikle Helete volkaniklerinin tip kesitinin bulunduğu Helete-Düzbağ (Kahramanmaraş) bölgesinde Helete volkanikleri, bir tektonik dilim olarak gözlenmekte ve tabanda ilksel olarak hangi birimin üzerine oturduğu

görülememektedir (Yıldırım ve Yılmaz, 1991; Robertson ve ark. 2006). Ayrıca Helete volkaniklerinin normal okyanusal yay ortamlarıyla karşılaştırıldığında kalınlığının çok sınırlı olması da, ensimatik bir yay mı (Yılmaz, 1993; Yılmaz ve ark. 1993; Yiğitbaş ve Yılmaz, 1996; Elmas ve Yılmaz, 2003) yoksa kıtasal levha üzerinde gelişen bir yay mı (Aktaş ve Robertson, 1984; Robertson ve ark. 2006) olduğu konusunda tartışmalara yol açmaktadır. Malatya-Keban platformunun Geç Kretase'den beri güneye doğru okyanusal kabuk üzerine bindirdiği, başka bir deyişle soğuk okyanusal kabuğun Toros kıtasının altına bindirdiği (underthrust) düşünüldüğünde; Eosen'de kuzeye dalan okyanus içi yitim zonu üzerinde gelişen yay ürünlerinin deformasyon/metamorfizma geçirmemiş olması da ayrıca düşündürücüdür. Helete volkanikleri ve Maden Grubuna ait kayaçların jeokimyasal özellikleri ve oluştukları jeodinamik ortamların yorumlamaları sınırlı sayıda örneğin ana-iz element (nadir toprak elementleri hariç) içeriklerine dayandırılarak ortaya konmuştur (Erdoğan, 1977; Yazgan, 1981; Özçelik, 1982, 1985; Aktaş ve Robertson, 1984, 1990; Elmas, 1994; Yiğitbaş ve Yılmaz, 1996; Elmas ve Yılmaz, 2003; Robertson ve ark. 2006, 2007). Bu kayaçların oluşumunda etkin olan magmatik süreçlerin ortaya çıkarılmasına yönelik Pb, Sr, Nd izotop jeokimyası çalışmaları, Maden Grubuna ait iki adet volkanik kayaç hariç (Yazgan, 1981), şimdiye kadar yapılmamıştır. Ayrıca bu kayaçlarla ilişkili derinlik ve yarı derinlik kayaçlarında detay jeokronolojik ve jeokimyasal çalışmalar bulunmamaktadır. Orta Eosen'den Oligosen'e kadar sürdüğü ileri sürülen bu çok önemli yay volkanizmasının kuşak boyunca farklı jeokimyasal özellikler göstermesi de, bu volkaniklerin oluşum ortamının ileri jeokimyasal ve jeokronolojik yöntemlerle detaylı bir şekilde çalışılmasına ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Helete bölgesinde yer alan tektonomagmatik birimlerile ilgili önceki çalışmalar

İnceleme alanında ve çevresinde yüzeyleyen birimlerin petrografisi, jeokimyası ve genel jeolojisi ile ilgili daha önce farklı araştırıcılar tarafından hazırlanmış rapor ve yayınlar bulunmaktadır. Bu çalışmalar aşağıda kronolojik sıra ile özetlenmektedir.

Hall (1976), inceleme alanının güneyinde yüzeyleyen ofiyolitleri de içine alan çalışmasında, Türkiye'deki ofiyolit yerleşmesinin iki aşamada gerçekleştiğini ileri sürmüştür. Araştırmacı, bu aşamalardan birincisinin Geç Kretase'de okyanus gelişmesinin son safhasında sulu bir ortamda çekim kaymasıyla güneye doğru; ikincisinin ise Miyosen'deki kıta-kıta çarpışmasının son safhasında bindirme ile olduğunu belirtmiştir.

Perinçek (1979), Maden Karmaşığının kıta içi yerel bir basende oluştuğunu belirtmektedir. Michard ve ark (1984) ve Yazgan (1983 ve 1984) tarafından savunulan diğer bir görüşe göre Maden volkanizması postorojenik olarak Pütürge ve Bitlis Metamorfikleri ile Afrika Arap kıtası arasında gelişen kıta içi bir dalım sonucu ortaya çıkmıştır.

Juteau (1980), Türkiye'deki ofiyolitik kayaçları Kuzey Anadolu ofiyolit kuşağı, Toros ofiyolit kuşağı ve Arap kıtası önü ofiyolit kuşağı olmak üzere üç farklı coğrafik bölgeye ayırmıştır

Perinçek (1979), Maden Karmaşığının kıta içi yerel bir basende oluştuğunu belirtmektedir. Michard ve ark (1984) ve Yazgan (1983 ve 1984) tarafından savunulan diğer bir görüşe göre Maden volkanizması postorojenik olarak Pütürge ve Bitlis Metamorfikleri ile Afrika Arap kıtası arasında gelişen kıta içi bir dalım sonucu ortaya çıkmıştır.

Juteau (1980), Türkiye'deki ofiyolitik kayaçları Kuzey Anadolu ofiyolit kuşağı, Toros ofiyolit kuşağı ve Arap kıtası önü ofiyolit kuşağı olmak üzere üç farklı coğrafik bölgeye ayırmıştır

Perinçek ve Özkaya (1981), Dogu Toroslar'ın tektonik evrimini ortaya çıkaran sebeplerin, küçük levhalarla ayrılmış dar okyanusal havzalarının gelişimi ve

kapanması olduğunu ve bu levhalardan en önemlisinin ise bugünkü Keban, Pütürge, Malatya metamorfikleri ile temsil olunan Keban Levhacığı olduğunu ileri sürmüştür.

Yazgan (1981), Malatya-Elazığ arasında Toros kuşağında Kuzeyden Güneye doğru biri Üst Kretase'de (Yüksekova) diğeri Orta Eosen'de (Maden) iki ayrı dizge içerisinde volkanik ve derinlik kayaçlarının yeraldığını, bu iki ardı ardına gelen dizgenin majör ve minör elementleri ve stronsiyumun ilksel izotopsal oranlarını inceleyerek tanımlanmış ve Orta Maestrihtiyen ile Orta Eosen arasında volkanik etkinliği olmayan bir arayı kapsayan üst Kretase'den Üst Eosen'e kadar etkin bir kıta kenarının varlığının kesinlik kazandığını belirtmiştir.

Michard ve ark. (1982), Doğu Toroslarda Elazığ Naplarında yaptıkları çalışmalarında bölgedeki ofiyolitlerin Geç Kretase yaşlı olduğunu ve yine aynı yaşlı andezitik lavlar tarafından üzerlendiğini, kalk alkalin granitler tarafından kesildiklerini ortaya koymuşlardır.

Asutay ve Poyraz (1983), Kömürhan Metaofiyoliti'nin Baskil Magmatiklerinden farklı bir formasyon olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Baskil Magmatiklerinin oluşumuna Kömürhan Ofiyoliti'nin kalıntılarının neden olduğunu vurgulamıştır.

Avşar (1983), Elazığ'ın kuzeybatısında yer alan Kırkgeçit Formasyonu üzerinde ayrıntılı paleontolojik çalışmalar yaparak Orta-Geç Eosen yaşlı serideki bentik foraminiferleri tayin etmiştir.

Aktaş ve Robertson (1984), Maden karmaşığı içinde birbirine zıtlık teşkil eden Geç Kretase ve Orta Eosen yaşlı volkanik kayaçların yer aldığını ve Güneydoğu Anadolu nap dizgesinin tavandan tabana doğru Bitlis-Keban-Malatya ve Pütürge napları, Elazığ-Palu napları, Maden Karmaşığı ve Arap kıtasının otokton biriminden meydana gelen bir istiften ibaret olduğunu belirtmişlerdir.

Bingöl (1984), Yüksekova Karmaşığı'nı incelemiştir. Bu karmaşığın derinlik kayaçlarından (gabro-granit), yüzey kayaçları, volkano-sedimanter kayaçlar ve, piroklastik kayaçlardan oluştuğunu belirtmiştir

Perinçek ve Kozlu (1984); Afşin-Elbistan-Doğanşehir arasında kalan alanda yapmış oldukları çalışmada, allokton ve otokton birimleri ayırtlamışlar; bunların

stratigrafisini ve birbirleriyle olan ilişkilerini incelemişlerdir. Havzada yer alan genç karasal birimleri ise Pliyosen ve Pliyo-Kuvaterner birimleri olarak tanımlamışlardır.

Turan (1984), Baskil-Aydınlar (Elazığ) Yöresinde yaptıkları çalışmalarında Elazığ- Baskil bindirmesini ve bölgenin tektoniğini incelemişlerdir.

Yazgan (1984a), Doğu Toros bölgesinin jeodinamik evrimi başlıklı çalışmasında bölgede petrolojik ve tektonik özelliklerine göre ve levha tektoniği kavramı içerisinde 7 adet tektonik birlik ayırt etmiştir. Arap platformu ve Munzur napları arasında yer alan birimlerden oluşan bu tektonik birlikleri kıvrımlı Arap platformu, Pütürge metamorfikleri ve volkano-sedimanter örtü kayaçları (Maden kompleksi), İspendere ve Kömürhan metaofiyolitleri, Baskil magmatik kayaçları ve onların sedimanter örtü birimleri, Keban ve Malatya napları ile Munzur napları şeklinde gruplandırmıştır.

Kömürhan ve İspendere ofiyolitlerinin kuzeyde Baskil yay magmatikleri ve güneyde Maden kompleksinin yeraldığı Hazar Gölü'ne doğru D-KD uzanımlı, kuzeye dalımlı tektonik bir dilim olarak yeraldığını belirten yazar; Kömürhan ofiyoliti'nin tüm benzerlikleriyle Guleman ofiyolitinin batı uzantısı olmasına rağmen İspendere ve Kömürhan ofiyolitlerinin tektonik ortamlarının farklı olduğunu ve bu birimlerin Baskil magmatik yayına ait kayaçlarla kesilmesi ve kısmi ergime göstermeleriyle farklılıklar arzettiğini ifade etmiştir.

Yazgan (1981, 1984), Pütürge–Malatya–Elazıg–Baskil ve Keban dolaylarında yaptığı araştırmalarda, bölgenin jeotektonik evrimini levha tektoniği kuramı çerçevesinde açıklamaya çalışmıştır. Yazar bu çalışmalarında Kırkgeçit formasyonu'nu Geç Eosen–Oligosen yaslı iç basen çökelleri olarak yorumlamıştır.

Bingöl (1984), Yazar bu çalışmasında Elazığ bölgesinde yüzeyleyen kayaç gruplarını ve bunların evrimini araştırmıştır. Çalışmada bölgede yüzeyleyen kayaçlar Paleozoyik yaşlı Keban metamorfitleri, üst Kretase yaşlı Yüksekova karmaşığı, Maestrihtiyen yaşlı Harami formasyonu, Orta Eosen-Oligosen yaşlı kırkgeçit formasyonu olarak ayırtlanmıştır. Yazara göre Keban metamorfitleri Permo-Karbonifer'de çökelmiş ve Jura ile Üst Kretase zaman aralığında metamorfizmaya uğramıştır. Keban metamorfitleri bir ada yayı ürünü olan Yüksekova kalk-alkalen magmatik karmaşığını üzerlemiş konumludur. Buna göre bu iki birim arasındaki

skarn zonunun varlığı yayın kıta platformundan uzak olmamasını gerektirmektedir. Bu iki birim Orta Miyosen döneminde güneye doğru Kırkgeçit formasyonunu üzerlemişlerdir.

Hempton (1985), Ofiyolitin Kampaniyen- Maestrihtiyen'de Arap kıtası'nın kuzey kenarına yerleştiğini ve bu yerleşimle ilişkili olarak ta Pütürge masifi'nin metamorfizmaya uğradığını, bu olayların sonrasında da Maestrihtiyen-Paleosen'de güneye dalma batmanın geliştiğini, onun sonucu olarak orijinal basen karakterindeki Elazığ magmatik kompleksinin ve Maden grubu volkanitlerin oluştuğunu ifade etmiştir.

Michard ve Ark (1985), bölgeyle ilgili iki hipotez öne sürmüştür. Birincisinde, Ecemiş fayının doğusunda kalan Toroslar'da kıta-kıta çarpışması En üst Kretasede oluşmuştur. Daha sonra, Eosen'e kadar, okyanusal kabuğun kalıntı dilimlerinin mantoya dalarak ergimesi, volkanizmaya neden olmuştur. Eosen'den Orta Miyosene kadar, Arap kıtası kuzeye doğru Anatolidler'in altına dalmış ve buna bağlı olarak da volkanizma gelişmiştir. Günümüze kadar da kıta-kıta çarpışması sürmektedir. İkinci hipotezinde ise, Doğu Toroslar'da Eosene kadar kuzeye dalmakta olan okyanusal kabuğa bağlı olarak kalk—alkalen volkanizma gelişmiştir. Daha sonra Miyosen'e kadar dönemde gelişen volkanizma, ya mantodaki okyanusal kabuğun kalıntı dilimlerinden ya da litosferin kıvrımlanmasına bağlı olarak ergimesinden dolayı gelişmiştir

Özçelik (1985), Malatya güneydoğusundaki Maden magmatik kayaçlarının jeolojisi ve tektonik ortamına jeokimyasal açıdan yorum getiren araştırmacı bölgedeki magmatik kayaçların bazalt, andezit ve az miktarda dasit türü volkaniklerden, gabro ve plajiyogranit türü derinlik kayaçlarından meydana geldiğini, Poluşağı magmatik kayaçlarının hareketlenmeyen iz ve bir kısım ana elementler kimyası, bunların tipik bir toleyitik kayaç dizisi olduğunu, Poluşağı toleyitik bazalt ve gabrolar hem okyanusal toleyitlerle hem de ada yayı toleyitleriyle yakın kimyasal benzerlikler gösterirdiklerini, Daha az farklılaşmış bazalt ve gabrolar okyanusal toleyitlerle ve daha fazla farklılaşmış bazalt ve gabrolarsa ada yayı toleyitleriyle yakın benzerlik sergilediklerini ortaya koymuştur.

Asutay (1986), Doğu Anadolu Bölgesi'nin batısında yer alan Baskil (Elazığ) ve çevresinin jeolojisini incelemiş ve Baskil çevresinde yer alan magmatik kayaçların petrolojik özelliklerine açıklık getirmiştir.

Tarhan (1986), Doğu Toroslarda Neotetis'in kapanımına ilişkin granitoyid magmaların evrimi ve kökeni konulu çalışmasında özellikle çalışma alanının batısında Elbistan-Göksun arasında yer alan granitoyidleri incelemiş ve bu granitoyidlerin adayayı erüpsiyonu sırasında gelişmediğini belirterek bunların Alt Kretase'den süregelmiş Neokomiyen sonrası artan kuzey-güney yönlü sıkışma kuvvetlerinin Geç Kretasede yitim zonu üzerinde oluşturduğu çarpışma kuşaklarında çarpışma sonrası artan kıta kabuğunun derine gömülmesine bağlı olarak oluşan anatetik magmanın yüksek derecede farklılaşmış ürünleri olarak ortaya çıktığını ifade etmiştir.

Poyraz (1988), Çalışmasında İspendere ve Kömürhan Ofiyolitler'ini incelemiş ve bu birimleri metamorfik ve metamorfik olmayan olmak üzere iki üniteye ayırmıştır.

Bingöl (1988), Elazığ bölgesinde yüzeyleyen intrüzif kayaçların kalkalkali karakterde olduklarını, bunların üç fazda oluştuklarını belirtmiştir. İlk fazda gabro ve melanokratik diyoritler, ikinci fazda lökokratik diyoritler, monzonitler ve granodiyoritler oluşmuştur. Bu iki fazın ada yayı ürünleri olduğunu belirtmiştir. Üçüncü fazda granitler oluşmuştur. Bu üçüncü fazı kıta-ada yayı birleşme zonunun karakteristik ürünleri seklinde yorumlamıştır.

Aktaş ve Robertson (1990), Araştırmacılar Güneydoğu Anadolu bölgesinde Tetis sütur zonunda yer alan Geç Kretase ve Orta Eosen volkanik kayaçları üzerine ayrıntılı petrolojik ve jeokimyasal çalışmalar yapmışlardır ve bu bölgenin tektonik modelini ortaya koymaya çalışmışlardır. Çalışma alanını batı ve doğu kısma ayırıp, batı kısmında Geç Kretase yaşlı ofiyolit volkaniklerinin Erken Tersiyer yarı Pelajik, volkanoklastik çökelleri ve olisostromlarını tektonik olarak içerdiğini belirtmişlerdir. Doğu kısmın ise terrijen turbidit arakatkılı kalın bir sub-alkalen bazaltik lav istifi ve bunları üzerleyen orta Eosen yaşlı tebeşirlerden oluştuğunu bildirmişlerdir. Araştımacıların bölge için önerdikleri tektonik modele göre Geç Kretase yaşlı ofiyolitik kayaçların oluşumu kuzeye dalımlı okyanus içi dalma-batma zonu ve bu

zonun bitimindeki okyanus içi dağ volkanizması ile ilişkilidir. Araştırmacılar dalma-batmanın bölgede yeterince etkili olmadığını, Erken Tersiyere kadar okyanusal kabuk kalıntılarını varlığını sürdürdüğünü ve dalma-batmanın Paleosen'de tekrar başladığını öne sürmüşlerdir.

Beyarslan ve Bingöl (1991), İnceleme alanında yaptıkları petrografik ve petrolojik çalışmalarda İspendere ofiyoliti'nin altta ultramafik kümülatlar, üzerinde mafik kümülatlar, diyabaz dayklar ve bunların üzerinde volkaniklerden oluşan kaya grubundan meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Turan ve Bingöl (1991), Elazığ bölgesinin geniş bir kesimini içine alan çalışmalarında birimleri tektonostratigrafik yönden incelemişlerdir. Araştırmacılar, bu birimler arasındaki dokanakların birçoğunun tektonik olduğunu ortaya koymuşlar ve bunun sebebinin Arabistan Levhası'nın hareketlerinden kaynaklanan K-G doğrultulu sıkışma kuvvetinin olduğunu belirtmişlerdir.

Yıldırım ve Yılmaz (1991), Güneydoğu Anadolu bölgesinin ekaylı zonu adlı çalışmalarında Ekay zonunun, Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağında naplarla Arap platformu arasında sıkıştırılmış ve dilimlenmiş birimlerden oluştuğunu belirtmişlerdir. Arap platformunun başlıca Üst Kretase ve Miyosen nap yerleşmelerine bağlı gelişmiş iki ana deformasyondan etkilendiği belirtilen bu çalışmaya göre, Alt Miyosen döneminde naplar ve bunun güney cephesini oluşturan ekay zonu bir bütün halinde güneye doğru ilerleyerek Arap platformu üzerine bindirmeyle geldiğini belirtmişlerdir.

Yazgan ve Chessex (1991), Malatya bölgesinde Güneydoğu Toridlerin jeolojisi ve tektonik evrimi ile ilgili çalışmalarında doğu toros tektoniğinin Keban ve Arap mikrolevhaları arasında Geç Kampaniyen-Erken Maestrihtiyen arasında meydana gelen yay-kıta çarpışması ile ilgili olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar yapmış oldukları geniş arazi gözlemlerine dayanarak Toros kuşağını Arap platformu, Pütürge ve Bitlis metamorfik masifleri, Kömürhan sütur zonu, Baskil batoliti ve Keban platformu olmak üzere beş birliğe ayırmışlardır.

Yılmaz ve ark. (1992, 1993), tarafından yapılmış olan çalışma sonucunda; Keban-Malatya birimi, Göksun ofiyolitleri ile ofiyolitleri kesen Esence granitoyidleri, Gürün göreli otoktonuna ait Jura-Kretase yaşlı karbonatlar (JKy),

Mesozoyik yaşlı allokton birimler (Mzb, Mza), Kemaliye formasyonu (Kke), Dağlıca karmaşığı (Kd) ile örtü kayaları ayırt edilmiştir.

Akgül B. (1993), Piran köyü (Keban) çevresinde magmatik kayaçların üzerine yaptığı petrografik ve petrolojik çalışmalarda, Yüksekova Karmaşığı adını verdiği birimin, bölgeye üç farklı evrede yerleştiğini; birinci evrede bazik plütonik ve volkanik kayaçların, ikinci evrede asit plütonik ve volkanik kayaçların, üçüncü evrede ise artık magmadan türeyen aplit ve lamprofirlerin oluştuğunu belirtmiştir. Araştırmacı, birimi oluşturan magmatik kayaçların, ada yayı magmatizması ürünü olduğunu, gerek derinlik gerekse yüzey kayaçların düşük K'lı toleyitik özellikte ve kalk alkali seriye ait olduğunu belirtmiştir.

Yılmaz ve ark (1993), Yazarlar Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağı üzerine yaptıkları çalışmalarında bölgeyi üç kısımda incelemişlerdir. Buna göre kuşak güneyden kuzeye doğru Arap platformu, Yığışım prizması Zonu ve Nap Zonu'ndan oluşmaktadır. Arap ön kıtası üç alt kısma ayrılmış, alt ve üst otokton sedimanter oluşumlar Geç Kretase ofiyolitik napları ile bölünmüştür. Toros platformu ile Arap kıtasının çarpışması sonucu yaklaşıl doğu- batı uzanımlı bir yapısal zon oluştuğunu ortaya koymuşlardır. Orojenik kuşak boyunca metamorfik ve ofiyolitik kayaçları incelemişler, metamorfik kayaçların okyanusal ve kıtasal kabuğun çarpışması sırasında okyanusal kabuğun yitimi ve güneye doğru ilerlemesi ile oluştuklarını ortaya koymuşlardır.

Yılmaz (1993), Yazar çalışmasında Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağının evrimini incelemiş ve model önermiştir. Yazar Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağının Alpidlerin bir kolu olduğunu belirtmiş ve bu kuşağı üç kısımda incelemiştir. Buna göre kuşak güneyden kuzeye doğru Arap platformu, Yığışım prizması Zonu ve Nap Zonu'ndan oluşmaktadır. Arap ön kıtası üç alt kısma ayrılmış, alt ve üst otokton sedimanter oluşumlar Geç Kretase ofiyolitik napları ile bölünmüştür. Yığışım Prizması Zonu, Arap platformu ile Nap Zonu arasında sıkışmış dar bir kuşaktan oluştuğunu, geç Kretase ile Erken Miyosen zaman aralığında dilimlerden olduğunu belirtmiştir. Nap Zonu'nda altta yay-ardında aktif Maden basenini Orta Eosen'de dolduran Maden grubu, bunun üstünde Berit ofiyoliti ve Yüksekova grubu, en üstte ise metamorfik masif yer almaktadır.

Genç ve ark (1993), İnceleme alanının güneybatısında Kahramanmaraş'ın kuzeyinde yüzeyleyen Berit metaofiyoliti'nin jeolojisini inceledikleri çalışmalarında metaofiyolitin başlıca iki tektonik dilimden oluştuğunu, ancak bu dilimli yapıya rağmen birimin alttan üstte doğru ultramafik ve mafik kümülat kökenli kayalar, som ve levhalaşmış meta-diyabazdan oluşan düzenli bir ofiyolit istifini temsil ettiğini ve güneye devrik antiform bir yapı sunduğunu ifade etmişlerdir. Berit metaofiyoliti'nin çok evreli metamorfizmadan etkilendiğini belirten çalışmacılar Alt dilimin yeşil şist fasiyesinde okyanus tabanı metamorfizmasından etkilendiğini, tanınabilen ilk metamorfizmanın yeşilşist-epidot-amfibolit fasiyesi koşullarına ulaşan okyanus tabanı metamorfizması olduğunu, bunu izleyen fazın ultramafik ve mafik kümülat kayaları arasında ve metagabronun içindeki bir zon boyunca görülen granulit-eklojit fasiyesindeki kontakt dinamotermal metamorfizma olduğunu, son metamorfik fazın ise dinamik ve retrograd nitelikli olduğunu belirtmişlerdir. Birimi etkileyen metamorfizma olaylarının ofiyolitin üretildiği dönemde veya hemen sonrasında okyanus tabanında başlayarak, okyanus kabuğunun kendi içinde dilimlendiği dönemde (Üst Kretase) devam ettiği ve kıta üzerine ilerlediği dönemde de (Orta Eosen sonu) son bulduğunu ifade etmişlerdir.

Bingöl ve Beyarslan (1996), Elazığ magmatiklarinin jeokimyası ve petrolojisi konulu çalışmalarında Elazığ çevresinde geniş yayılım sunan Üst Kretase yaşlı Elazığ magmatiklerinin diyorit, monzodiyorit, kuvarslı diyorit ve tonalitten oluşan derinlik kayaçları, bazaltik yastık lavlar, lav akıntıları, andezitler ve andezitik piroklastiklerden oluşan yüzey kayaçları ile anılan tüm bu birimleri kesen granitik bileşimli plütonik kayaçlar ile dasit bileşimli volkanik kayaçlar ve volkano-sedimanlardan oluşan geniş kaya grubu spektrumuna sahip magmatiklerden oluştuklarını belirtmişlerdir. Elazığ magmatiklerine ait derinlik kayaçlarının Üst Kretase yaşlı Kömürhan ofiyolitlerini de belirten çalışmacılar birimin Üst Triyas'tan itibaren açılmaya başlayan Neotetis'in güney kolunun Üst Kretase'den itibaren kuzeye doğru dalımı ve buna bağlı olarak üstteki levhada meydana gelen okyanus içi dalma batma zonu (suprasubduction zone) üzerinde oluşan Kömürhan ofiyoliti üzerinde meydana gelen kalkalkalen seriye ait adayayı olduğunu ifade etmişlerdir.

Yiğitbaş ve Yılmaz (1996), Geç Kretase'de doğrultu atım tektoniği ve bunun Güneydoğu Anadolu orojenine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağının Akdeniz-Himalaya kuşağının bir parçası olduğunu, Bölgedeki ilk ofiyolit bindirmesinin Geç Kretasede başladığını ve Miyosen'e kadar devam ettiğini ve üç ayrı zamanda nap yerleşimi olduğunu bunlardan birincisinin Geç Kretase'de ikincisini Eosen'de ve son olarak üçüncü yerleşimin Eosen'de olduğunu ortaya koymuşlardır.

Parlak ve Kozlu (2000), İnceleme alanının batısında yer alan Yüksekova ofiyolitinin genel özelliklerini ve onu kesen granit intrüzyonunu konu ettikleri çalışmalarında, Yüksekova ofiyolitinin eksiksiz bir ofiyolit istifine sahip olup, tabanda ultramafik ve mafik kümülatların yeraldığını, onların üzerine izotropik gabroların ve onlarla ilksel ilişki olan levha dayklarının geldiğini ve en üstede volkanikler, piroklastikler ve volkanojenik kumtaşlarının geldiğini belirtmişlerdir. Yazarlar ayrıca bölgede hem temel kayaçlarını hem de Yüksekova ofiyolitini kesen 75-51 my yaşlı granitik bir intrüzyonun gözlendiğini ifade etmişlerdir.

Beyarslan ve Bingöl (2001), Çalışmayada adını veren İspendere ve doğusunda yeralan Kömürhan ofiyolitlerinde gözlenen verlitik intrüzyonların kökenini araştırmaya yönelik çalışmalarında her iki ofiyolitik birimin ideal bir ofiyolitik istifin kabuk kesimini gösterdiklerini belirtmişler, ofiyolitlerin güneye doğru Orta Eosen yaşlı Maden Kompleksi Üzerine tektonik olarak geldiklerini ifade etmişlerdir. Verlitik intrüzyonların ofiyolitik kompleksler içerisinde intrüzyon, dayk ve siler halinde yeraldıklarını belirten incelemeciler esas ofiyolitik istifi veren okyanusal büyüme fazından sonra ikinci evre erimeler neticesinde bu intrüzyonların oluştuklarını ve bu ikinci magmatik olayın, okyanus içi dilimlenmeden hemen sonra, Üst Kretase sınırındaki yerleşme öncesi meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Parlak ve ark (2002a), İnceleme alanının Güneybatısında Doğanşehir (Malatya) bölgesinde Yüksekova ofiyolitine ait metamorfik dilime ait kayaçlar üzerinde yapmış oldukları çalışmalarında ofiyolitin tabanındaki metamorfiklerin çok fazlı deformasyon ve kıvrımlanma geçirdikleri ve granulit fasiyesinden epidot-amfibolit fasiyesine değişim gösteren ters bir metamorfik zonlanma gösterdiklerini belirtmişlerdir. Çalışmacılar ayrıca amfibolit fasiyesindeki amfibollerden elde

ettikleri 90±7 my yaşın metamorfiklerin Geç Kretase'de Neotetis'in güney kolunun kapanması sırasında okyanus içi dalma batmayla oluştuklarını gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Elmas ve Yılmaz, (2003), Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağının evriminin Üst Kretase'de başlayan konverjan hareketin Geç - Erken Miyosen'de kıta-kıta çarpışması ile sonuçlandığını belirtmişlerdir. Yazarlar, kuşak boyunca alt nap alanında volkanik kayaçların varlığına dikkat çekerek bu volkanik birimlerin yaşlarının batıdan doğuya doğru gençleştiğini ifade etmişlerdir. Volkanik birimlerdeki bu gençleşmenin oblik bir dalma ile açıklanabileceğini tartışmışlardır

Robertson (2002), Doğu Akdeniz Tetis kuşağında gözlenen Mesozoyik yaşlı ofiyolitlerin oluşumu ve yerleşimi üzerine genel bakış isimli çalışmasında, Doğu Akdeniz kuşağı ofiyolitlerinin farklı kökene sahip olduğunu ve çeşitli tektonik yerleşimlerde bulunduğunu belirtmiştir.

Parlak ve ark (2004), Araştırmacılar Kahramanmaraş kuzeyinde Göksun dolaylarında yaptıkları çalışmalar neticesinde bu bölgede yüzeyleyen Malatya metamorfitleri, Göksun ofiyoliti ve bunların çarpışma ile eş-yaşlı kesen granitoyid birimlerini ayırtmışlardır. Araştırmacılar granitoyidin yerleşim yaşını yaklaşık 85 my olarak belirtmişler ve bölgedeki volkaniklerin bazalttan riyolite kadar değişen bir aralıkta kayaçlarla karakterize edildiğini belirtmişlerdir. Yazarlar Göksun ofiyolitinin Geç Kretase zamanında kuzeyde Malatya-Keban metamorfitleri, güneyde Arabistan levhası ile sınırlı olan Neotetis okyanusu içinde gelişmiş olan bir dalma batma zonda gelişmiş olduğunu belirtmişlerdir. Yazarlar, bölgedeki magmatikler ve Baskil dolayında magmatikleri birlikte düşünüp bölgede iki farklı dalma-batma zonunun geliştiğini, bunların birincisinin Malatya-Keban metamorfitlerinin altına doğru olduğunu ve Baskil magmatik yayını oluşturduğunu, ikincisinin ise daha güneyde okyanus içinde gelişip, bir dalma batma zonu içinde Göksun ofiyolitini oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Rızaoğlu ve ark. (2004), Kömürhan dolaylarında yaptıkları çalışmada bölgede yüzeyleyen Kömürhan Ofiyolitlerine ait kayaçları tabandan tavana incelemişler. Üst kısımlarını oluşturan volkanitlerin yastık lavlardan, lav breşleri, masif lav akıntıları, volkanoklastik kayaçlar ve asidik volkaniklere kadar bir değişim

sunduğunu, jeokimyasal çalışmalar sonucunda toleyitik karakterde olduklarını ve kalkalkali karakterli Baskil Magmatikleri tarafından kesildiğini belirtmişlerdir.

Bağcı ve ark. (2005), Kızıldağ ofiyoliti üzerinde yaptığı petrografik ve jeokimyasal çalışmalar neticesinde birimin dalma-batma zonu üzerinde IAT ortamında yavaş yayılan sırtta oluştuğunu bildirmiştir.

Rızaoğlu ve ark (2005), Baskil çevresinde yaptıkları çalışmada, inceleme alanında metamorfik masifler (Keban-Malatya platformu), ofiyolitik kayaçlar (Göksun, İspendere, Kömürhan) ofiyolitle ilişkili metamorfitler (Berit Metaofiyoliti) ve granitoyidler (Göksun, Doğanşehir, Baskil) arasındaki ilişkiyi irdelemişlerdir. Baskil magmatik kayaçlarının peralümüno özelliğinde, I-tipi kalkalkalen karakterde volkanik yay ürünü olduğunu belirtmiştir. inceleme alanındaki ofiyolitlerin suprasubduction zonda oluştuğunu; ofiyolitlerle ilişkili metamorfik kayaçların ya okyanus içi dalma-batma boyunca ya da bindirme sonrasında oluştuklarını; bu birimlerin dalma-batmanın devamı neticesinde Malatya-Keban platformu tarafından üzerlendiğini ve bu bindirmeyi Neotetis'in güney kenarındaki Toros aktif kıta kenarında oluşan ve yukarıdaki diğer birimleri kesen granitoyid oluşumu izlediğini belirtmişlerdir.

Robertson ve ark. (2006), Berit bölgesinde yaptıkları çalışmada, bölgede yüzeyleyen metamorfik olmayan (Kuzey Berit - Göksun) ve metamorfik (Güney Berit) ofiyolit birimlerini ayıklamışlardır. Yazarlar, bölgede yüzeyleyen birimler üzerinde yaptıkları çalışmalar neticesinde Berit ofiyolitinin Güney Neotetis'te okyanus içi dalma-batmaya bağlı olarak yay önü havzada Geç Kretase'de geliştiğini bildirmişlerdir. Berit ofiyolitinin Toros aktif kıta kenarına ~85 My önce kenetlenip altına daldığı ve kalk-alkalen karakterli granitler tarafından kesildiğini belirtmişlerdir. Kuzeye doğru dalmanın ~45 My önce bölgede yay-gerisi açılmaları ve dalma-batmaya bağlı volkanizmayı tetiklendiğini belirten yazarlar Güney Neotetis'in Oligo-Miyosen zamanında kapandığını ve günümüz güneye bakan bindirme zonlarının bu zamanda bu zamanda oluştuğunu bildirmektedirler.

Parlak (2006), Göksun, Afşin (Kahramanmaras) dolaylarında yaptığı çalışmada inceledikleri granitoyidlerin tipik kalkalkali karakterde olduğunu ve volkanik yay ortamında oluştuklarını Kahramanmaraş-Malatya-Elazığ bölgesinde

ofiyolitlerin suprasubduction zonda, ofiyolitlerle ilişkili metamorfitlerin okyanus içi dalma batma ile ya da bindirme sonrasında oluştukları daha sonra da Keban-Malatya platformu tarafından tektonik üzerlendiği ve bunların tümünü granitoyidlerin kestiğini belirtmiştir. Yazar çalışmasında K-Ar jeokronoloji yöntemi ile granitik kayaları yaşlandırmış ve 85.76±3.17 ile 77.49±1.91 My arasında değişen yaşları saptamıştır.

Robertson ve ark. (2007), Doğu Toroslarda Güney Neotetis okyanusunun tektonik evrimini inceledikleri çalışmalarında, Bölgedeki tektonik gelişimin beş ana safhada geliştiğini; 1) Orta- Geç Triyas' ta güney Neotetis'in yayıldığını; 2) Geç Kretase'de kuzeye dalımın ve ofiyolit yerleşiminin, yay gelişiminin başladığını; 3) Orta Eosen'de dalma-batma ilişkili açılmanın geliştiğini; 4) Erken-Orta Miyosen'de Arap platformunun güneyden bindirdiğini; 5) Pliyo-Kuvaterner'de çarpışma sonrası sol yanal tektonik hareket olduğunu ortaya koymuşlardır.

Bağcı ve ark. (2008), Kızıldağ ofiyolitine ait kayaçlar üzerinde yaptıkları petrografi, tüm kaya ve mineral jeokimyası çalışmaları neticesinde birimin dalma-batma zonu üzerinde ada yayı toleyitik magma kaynağından beslenerek oluştuğunu belirtmişlerdir. Yazarlar, birimin IAT ve boninitik magma olmak üzere birbirinden çok farklı iki magma kaynağından beslendiğini ortaya koymuştur.

Parlak ve ark. (2009), Araştırmacılar Güneydoğu Anadolu'da gözlenen ofiyolitlerin petrolojisi ve jeokimyası üzerine yaptıkları çalışmalarında, bölgede bulunan Berit, Göksun, İspendere ve Kömürhan ofiyolitlerinin Torid Platformunun temeline eklendiğini ve Üst Kretase'de I tipi kalk-alkalen granitodler tarafından kesildiğini ancak güneyde bulunan Kızıldağ (Hatay) ofiyolitinin Arap platformunun pasif kenarına bindirdiğini belirtmişlerdir. Kümülatlardan aldıkları mineral fazlarında kristallenme sırası, tüm kaya ve mineral kimyası verileri ışığında ilksel magma bileşiminin ada yayı toleyitlerine benzer özellik sunduğunu ortaya koymuşlardır

Rızaoğlu ve ark. (2009), Doğu Anadolu'da Elazığ bölgesinde yüzeyleyen Baskil granitoyidinin petrografik ve jeokimyasal özelliklerini araştırarak, birimim kuşağın evrimi içerisindeki konumunu tartışmıştır. Araştırmacılar saha çalışmalarında Baskil granitoyidinin mafik ve felsik derinlik ve yarı derinlik kayaçlarını içerdiğini ve petrografik olarak granit, granodiyorit, tonalit, kuvars

monzonit, aplit, granofir, granodiyorit porfir, gabro, diyorit, kuvars-diyorit, diyabaz, mikrodiyorit, kuvars mikrodiyorit, diyorit porfir, kuvarslı diyorit porfir ve orbiküler gabro'dan oluştuğunu belirtmektedirler. Birim izerinde yapılan jeokimyasal analizler, birimin I-tipi, metalümino karakterden peralümino karaktere değişen, kalk-alkalen karakterli olduğuna işaret etmektedir. Tüm kaya jeokimyası ve biyotit mineral kimyası birimin volkanik yay ortamında geliştiğini göstermktedir. Araştırmacılar, Baskil granitoyidinden alınan örnekler üzerinde yapılan biyotit 40Ar/39Ar yaşları 81.9 ± 0.7 My ile 81.5 ± 0.8 My arasında değişen, hornblend minerallerinden 84.0 ± 0.7 My ile 81.5 ± 1.1 My arasında değişen soğuma yaşları tespit etmişlerdir.

Robertson ve ark. (2009), Araştırmacılar Akdeniz bölgesinde Tetis tektoniği üzerine yeni gelişmeleri değerlendirdikleri çalışmalarında bölgeyi iki parçaya halinde incelemiş olup birinci kısım Yunanistan ve Arnavutluk iken, Türkiye ise ikinci kısmı oluşturmaktadır.

Kuşcu ve ark. (2010), Orta ve doğu Anadolu bölgelernde yüzeyleyen granitoyidler üzerinde yaptığı jeokimyasal ve jeokronoloji çalışması ile Toros platformunun her iki tarafında bulunan Kuzey ve Güney Neotetis okyanusal basenlerinin kapanması ve buna bağlı gelişen çarpışma ve çarpışma sonrası tektonizmayı tartışmıştır. Orta - Doğu Anadolu bölgesinin evriminde güneyden (Baskil – 83 My) kuzeye (Divriği, Keban – 69 My) doğru gençleşerek gelişen magmatizmanın varlığı bulunmaktadır. Bölgenin evrim süreci içerisinde gelişen magmatizma iki farklı magma kaynağından beslenmiştir; (i) manto kaması ve dalan okyanusal levhanın beslediği yay mağmatizması, (ii) dalma-batmanın etkilediği metasomatize litosferik manto ve kıta içi magmatizmasından beslenen magmatizma. Baskil granitoyidine ait örnekler üzerinde yapılan jeokimyasal çalışmalar, birimin yay magmatizması ürünü olduğunu göstermektedir. Güneydoğu Anadolu bölgesinde magmatizma yay magmatizmasından orta kabuk magmatizmasına değişmektedir. Baskil granitoyidine ait örnekler üzerinde yapılan hornblend $^{40}Ar/^{39}Ar$ yaşları 81.1 ± 0.7 My ile 79.43 ± 0.58 My arasında değişirken, biyotit $^{40}Ar/^{39}Ar$ yaş 82.90 ± 0.43 My ve K-feldspat yaşı 72.26 ± 0.62 My hesaplanmıştır. Baskil granitoyidinin kuzeyinde Keban granitoyidinin kristallenme yaşı 69.9 ± 0.5 My ve soğuma yaşları

74.08 ± 0.5 My (biyotit 40Ar/39Ar) ve 71.85 ± 0.5 My (K-feldspat 40Ar/39Ar) olarak hesaplanmıştır.

Karaoğlan. (2012), Araştırmacı yapmış olduğu doktora tezinde; Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı boyunca gözlenen magmatik/metamorfik birimlerin oluşum, soğuma ve yüzeyleme yaşlarının jeotermokronoloji yöntemleri ile hesaplanarak; (i) Neotetis'in güney kolunda Yitim zonu ile ilişkili kabuğun oluşum yaşı, (ii) okyanusun kapanmaya başladığı zaman aralığı, (iii) kıta-kıta çarpışmasının gerçekleşme zamanı ve (iv) kıta-kıta çarpışmasının hızının hesaplanması amaçlamıştır.

Karaoğlan ve ark. (2013a), Türkiye'nin Güneydoğusunda yüyeyleyen ofiyolitler üzerinde yaptıkları Zirkon U-Pb ve Sm-Nd yaşlandırma çalışmalarında; Kömürhan ofiyolitininde aldıkları gabrolardan 87.2 ± 3.1 My, İspendere ofiyolitinden derledikleri kümülat gabrolardan 84.5 ± 3.9 My ve 85.1 ± 7.1 My Sm-Nd, yine Kızıldağ ofiyolitinden 110 ± 11 My Sm-Nd yaşı elde etmişlerdir. Araştırmaları sonucunda; Bitlis- Pütürge kıtasının kuzeyinde ve güneyinde bulunan ofiyolitlerde jeolojik, jeokronolojik ve iç yapı olarak farklılıklar tespit etmişlerdir.

Karaoğlan ve ark. (2013b), Araştırıcılar Berit metaofiyolitini kesen granitik intrüzyonlar üzerinde yaptıkları yaşlandırma sonucunda Eosen yaşını (51-45 My) ortaya koymuşlardır. Yine metaofiyolitten elde ettikleri Granülit fasiyesindeki kayaç üzerinde Sm-Nd izokron yaşlandırması sonucu kayacın soğuma yaşını 52-50 My olarak yorumlamışlardır. Bu veriler ışığında Eosen yay magmatizmasının Arap kıtası ile Avrasya kıtasının Geç Kretase'de çarpışmaya başlaması sonucunda, çarpışmanın ilerleyen aşamasında oluştuğunu ileri sürmüşlerdir.

Karaoğlan ve ark. (2013c), Çalışmacılar Güney Doğu Anadolu bölgesinde yaptıkları çalışmalarında bölgede bulunan ofiyolitik, volkanik ve granitik birimleri yaşlandırmışlardır. Riyolitlerden elde ettikleri zirkon U-Pb yaş sonucuna göre birimin yaşını 83.1 ± 2.2–74.6 ± 4.4 My olarak belirşemişlerdir. Çalışma alanında yüzeyleyen ofiyolitik birimin Geç Kretase'de dalma-batma zonunda oluştuğunu ortaya koymuşlardır.

Karaoğlan ve ark. (2016), Araştırmacılar Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı boyunca gözlenen ofiyolitik, granitik ve volkanik kayalar üzerinde Zirkon U-

Pb, ^{39}Ar-^{40}Ar ve Apatik fizyon izi yöntemi kullanarak yaşlandırmalar yapmışlardır. Baskil granitoyidi için 83-88 My ve Esence granitoyidi için 81-83 My U-Pb yaşı belirlemişlerdir. ^{39}Ar-^{40}Ar yaşları bu Geç Kretase granitoyidlerin 300 °C'nin altında 6-10 My'da soğuduğunu ortaya koymuşlardır.

Parlak ve ark. (2013), Araştırıcılar İspendere ofiyoliti (Malatya) üzerinde yaptıkları çalışmalarında; birimin bozulmamış tam bir ofiyolitik istif olduğunu, manto tektonitleri, ultramafik – mafik kümülatlar, izotrop gabrolar, izole diyabaz daykları, lebha dayk kompleksi, plajiyogranir ve volkaniklerden oluştuğunu ortaya koymuşlardır.

Robertson ve ark. (2013), Araştırıcılar **ç**alışmalarında KD Türkiye'de (Ankara-Erzincan-Kars) ofiyolitik ve granitik kayalardan U-Pb radyometrik yaşlandırma ve silisli, karbonatlı kayalardan mikropaleontolojik yaşlandırma yapılmılardır.

Robertson ve ark. (2015), Güney Neotetis'te Koçali bölgesinde yaptıkları çalışmalarında; volkano-sedimantes Koçali kompleksinin lav, volkanoklastik sedimanlar, pelajik karbonatlar ve radyolaritlerden oluştuğunu, arakatkılı çörtlerden elde edilen radyolarit yaşlarına göre birimin yaşının da Geç Triyas—Geç Jura olduğunu ortaya koymuşlardır. Birim içerisnde yer alan Tarasa formasyonunun jeokimya sonuçlarına göre E-MORB (Zenginleşmiş Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı), Konak Formasyonunun ise Ada Yayı – E MORB (Zenginleşmiş Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı) karakterinde olduğunu belirtmişlerdir.

Robertson ve ark. (2016), Araştırıcılar Adıyaman bölgesinde; Orta Kretase-Geç Kretase zaman aralığında sedimanter çökeller üzerinde yapmış oldukları çalışmaları sonucunda Arap kıta kenarı üzerindeki sedimanter, tektonik ve iklimsel süreçlerin Güney Neotetis ve ilgili kıta kenarına etkilerilerini ortaya koymuşlardır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Helete (Kahramanmaraş) – Gölbaşı (Adıyaman) bölgesinde yer alan tektonomagmatik birimler doktora çalışmasının materyalini oluşturmaktadır. Doktora çalışması üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

İlk aşamada Helete-Düzbağ (Kahramanmaraş) – Gölbaşı (Adıyaman) bölgesinde gerçekleştirilmiştir. 1/25.000 ölçekli jeolojik harita alımı safhası tamamlanmıştır. Bu çalışmalar sırasında;

- Ekay zonu içinde gözlenen tektonik dilimlerin iç yapıları, dokanak ilişkileri, çalışma alanının doğusuna doğru olan uzanımları araştırılmış ve örneklemeler yapılmıştır.
- Jeokimyasal ve jeokronolojik çalışmalar için her bir magmatik ve metamorfik birimden örnekler derlenmiştir.

Doktora çalışmasının ikinci aşamasında laboratuvar çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada;

- Kayaçların ince kesitleri incelenerek petrografik tanımlamalar yapılmıştır.
- Tüm kayaç analizleri (ana, iz ve nadir toprak element) magmatik kayaçların jeokimyasal karakterizasyonlarının ve jeodinamik ortam analizlerinin ortaya çıkarılmasında kullanılmıştır. Bu kapsamda, Meydan ofiyolitine ait kayaçlardan 18 adet, Helete volkaniklerine ait kayaçlardan 37 adet, ve metamorfik dilime ait kayaçlardan ve granitik kayaçlardan 39 adet ana-iz ve nadir toprak element element içerikleri tespit edilmiştir. Analizler ACME Lab (Kanada) ve Edinburgh Üniversitesi Jeoloji Bölümü'nde yaptırılmıştır.
- Meydan ofiyolitine ait 3 adet gabro ve granitik kütlelere ait 6 adet örnekte mineral kimyası analizleri Edinburgh Üniversitesi Jeoloji Bölümünde yaptırılmıştır.

- Sr, Nd ve Pb izotop jeokimyası çalışmaları Helete volkanikleri ve ofiyolitik gabro ve granitik intrüzyonlara ait kayaçlar üzerinde yapılmıştır. İzotop jeokimyası çalışmaları için Helete bölgesine ait volkanik 12 adet granitik 8 adet ve ofiyolitik gabroyik kayaçlardan 3 adet örnekler seçilmiş ve ETH Zurich Yerbilimleri Bölümünde Dr. Albrecht von Quadt danışmanlığında analiz ettirilmiştir.
- U-Pb zirkon yaş tayinleri Helete bölgesindeki volkanik kayalar, Meydan ofiyolitine ait gabrolar ve bu birimler içinde intrüzif olan granitik kayaçlardan toplam 7 adet örnek seçilmiştir. U-Pb zirkon analizleri Edinburgh (İskoçya) Üniversitesi, Yerbilimleri Bölümünde ve

Doktora çalışmasının son aşamasında ise elde edilen tüm veriler değerlendirilerek doktora çalışması tamamlanmıştır.

Laboratuvar çalışmaları sırasında yapılan örnek hazırlama aşamaları aşağıda detayları ile verilmektedir.

3.2. Metot

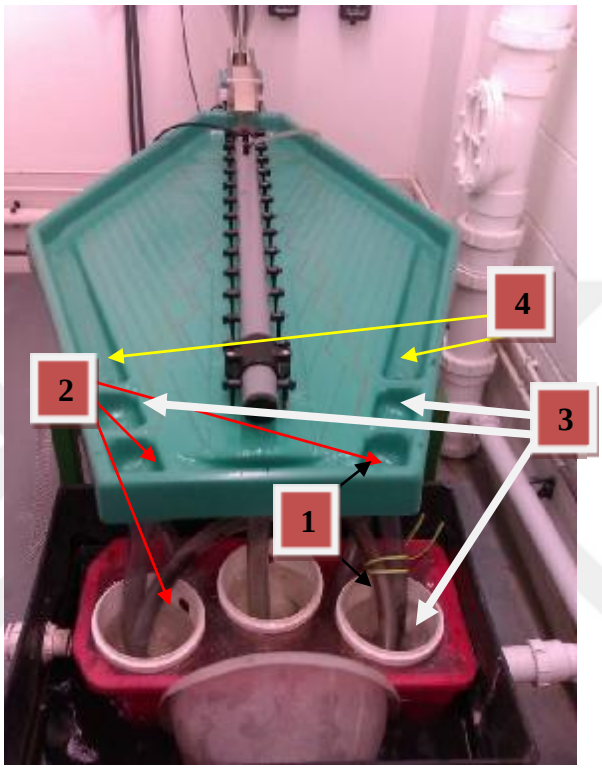
3.2.1. U-Pb analizi için Zirkon Seperasyonu

Bölgede yer alan intrüzif (granit, aplit, dasit) kayalarından alınan her biri yaklaşık 10 kg olan 11 örnek öncelikle tungsten karbidten yapılmış çeneli kırıcıda kırılmıştır. Kırılan örneklerden <1mm ve <0.5 mm boyutunda olan parçalar eleme yöntemi ile diğer büyüklükteki parçalardan ayrılmıştır.

Gemini tablası kullanarak yoğunlukla ayırma: Elemeden iki farklı boyda ayrılmış örnekler Glasgow Üniversitesinde bulunan Gemini tablası ile farklı yoğunluklarda 4 ayrı fraksiyona ayrılmıştır (Şekil 3.1).

Bu tabla yardımı ile seperasyonda kullanılan örnek Şekil 3.1’ de görüldüğü gibi sırasıyla yoğunluğu en fazla olan ve zirkon, apatit, manyetit gibi yoğunluğu yüksek mineralleri içerdiği düşünülen 1’ nolu kap, göreceli olarak daha az yoğunlukta olan ancak potansiyel olarak zirkon, apatit içerebilen 2’ nolu kap ve

potansiyel içermeyen yoğunluğu düşük olan mineraller ise 3 ve 4’ nolu kaplara toplanır. Bu kaplardan alınan örnekler 70°C ‘de bir gün kurutulduktan sonra paketlenmiş olup, bir sonraki aşama için hazır hale getirildi.



Şekil 3.1. Yoğunluk farklarından faydalanılan seperasyon aşamasında kullanılan Gemini tablası

Magnetik Seperasyon: Öncelikle güçlü bir el mıknatısı yardımı ile daha önce Gemini tablasında yıkanmış ve 1’nolu kapta toplanmış olan potansiyel zirkon içeren toz örnek içinde bulunan manyetit türü mıknatıslanma özelliği gösteren mineraller ayrılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. El mıknatısı yardımı ile örnek içerisindeki manyetit türü minerallerin ayrılması

Mıknatıslanma özelliği bulunan minerallerin mıknatıs yardımı ile ayrılmasının ardından Frantz magnetik seperatör cihazı (Şekil 3.3) yardımı ile minerallerin magnetik özellikleri üzerinden ayrıma işlemi gerçekleştirilmiştir. Magnetik seperatör, 20° eğime ayarlanmış ve 1.5 amper voltaj verilmiştir. Bu eğim ve voltaj değerinde zirkon ve apatit mineralleri nonmagnetik özellik sunmaktadır.



Şekil 3.3. Frantz magnetik seperator

Bu yolla bu tur mineraller diğer birçok kayaç yapıcı (biyotit, amfibol. plajiyoklas) mineralden ayrılmıştır. Şekil 3.3'te görüleceği gibi soldaki kutuda magnetik (1.5 amper voltajda) mineraller toplanırken, yaşlandırmada kullanılacak zirkon mineralleri sağdaki kutuda toplanmıştır.

Ağır Sıvı ile Seperasyon: Bu aşamada manyetik seperatörden elde edilen örnek yoğunluğu 2.85g/c³ olan lithium hetropolytungstate (LST) adı verilen sıvı

yardımı ile diğer minerallerden ayrılmıştır (Şekil 3.4). Yöntem zirkon türü ağır minerallerin yoğunluğu düşük diğer kayaç yapıcı minerallerden (Yoğunluk ortalaması 2.65 g/c³) ayrılması esasına dayanır.

Zirkon mineralinin yoğunluğu 4.6-4,7 g/c³'tür. Şekil 3.4'te görüldüğü üzere LST içerisine dökülen örnek baget yardımı ile karıştırılır ve yoğunluğu yüksek olan mineraller dibe çöker. Dibe çökmüş olan mineraller filtre kâğıdı ile süzülür, saf su ile yıkanır ve yaklaşık 40°C derece bir gün kuruması beklenir.



Şekil 3.4. LST vasıtasıyla ağır minerallerin seperasyonu

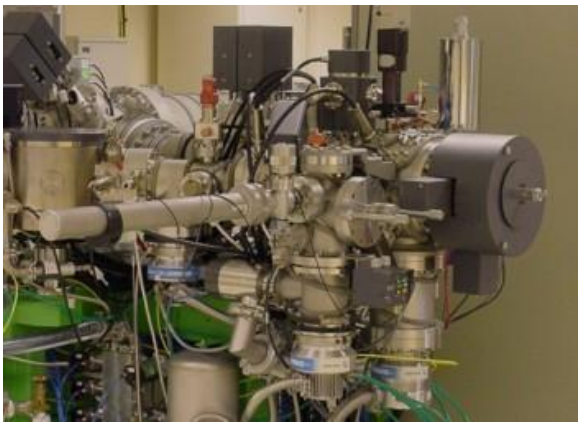
Ağır sıvı ile mineral seperasyonundan sonra yaşlandırma işlemi için zirkon taneleri binoküler mikroskop altında dibe çökmüş olan manyetik olmayan mineraller arasından seçilmiştir. Her bir örnek içim kırk adet zirkon (eğer örnek içerisinde yeterince varsa) ayıklanmış ve U-Pb yaşlandırması için hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Binoküler mikroskop yardımı ile seçilmiş bir zirkon kristali

3.2.1.1. U-Pb analizi (SIMS)

Ion probe laboratuvarı Edinbrugh Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesinde yer almaktadır. Ion Microprobe laboratuvarı Secondary Ion Mass Spectrometry (SIMS)' i kullanmaktadır ve perdiyodik Çizelgedaki pek çok izotopun tayininde önemli rol oynamaktadır. Tesis hem Cameca ims-4f hem de Cameca 1270 isimli araçlara sahiptir. Cihazlar Zirkon, Monazit ve Allanit içerisindeki U/Pb, Th/Pb, Th/U oranlarını ölçebilmektedirler (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Secondary Ion Mass Spectrometry (SIMS) aletinin görünümü (Edinburgh Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi).

3.2.2. XRF Yöntemi ile Tüm Kaya Analizi

Ana element: Araziden farklı birimleri temsil eden 53 adet örnek alınmış (granit, dasit, andezit, bazalt, diyorit) ve bu örnekler ana elementlerinin belirlenmesi için tungsten karbid alaşımlı çeneli kırıcıda kırılmış ve ardından daha ince boyuta getirilmek üzere yine tungsten karbidten yapılmış şekil 3.7'de görülen havan içerisinde öğütülmüştür.

Öğütülen bu örnekler bir gün boyunca 110°C sıcaklıkta bekletildikten sonra analiz yaklaşık 1 gram toz örnek alınmış ve 1100°C'de 20 dakika fırınlandıktan sonra soğuması beklenip üzerine ağırlığının 5 katı kadar flux (Lithium Borate) eklenip tekrar 1100°C'de 20 dakika fırınlanmış ve eriyik hale gelen materyal eksilen flux eklendikten sonra kalıbına dökülüp analize hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.8)



Şekil 3.7. XRF analizi için örnek öğütmede kulanılan kovan.



Şekil 3.8. XRF Ana element analizi için örnek hazırlama süreci

İz element analizi: XRF analizinde ikinci aşamada örneklerin içeriklerinin, iz elementlerinin belirlenmesi amacı ile örnek hazırlanmıştır. Yaklaşık olarak 3 gram toz halde örnek alınmış bir kap içerisin boşaltılmış ve üzerine 8 damla yapıştırıcı madde ilave edilerek ve yapıştırıcı ile örnek homojen hale gelene kadar baget yardımı ile karıştırılmıştır. Hazırlanan örnek, analiz için uygun kalıba boşaltıldıktan sonra 8 ton basınç altında prese konulmuş 25 saniye sonunda örnek presten alınmış ve analize hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. İz element kimyasının belirlenmesinde kullanılan pres ve pellet hazırlama aşaması

3.2.3. Mineral Kimyası Analizi

Mikroprobe yöntemi kullanılarak mineral kimyası çalışması yapılacak 9 adet örneğin (4 adet granit, 2 adet granodiyorit, 3 adet gabro) ince kesit laboratuvarında parlak kesitleri hazırlanmış ve üzeri karbon ile kaplanmıştır (Şekil 3.10).

Bu aşamadan sonra analiz için alet üzerinde kalibrasyon çalışması tamamlanmıştır. Daha sonra her bir örnekte var olan plajiyoklas, amfibol, piroksen, K. feldspat, biyotit mineralleri seçilmiş ve bu minerallerden yaklaşık 40'ar adet olmak üzere ana element içerikleri tespit edilmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.10. Yüzeyi dikkatlice parlatılmış ve karbon ile kaplanmış analize hazır ince kesit görünümü



Şekil 3.11. Mineral kimyası analizi için kullanılan Işın (Beam) Makinesi ve görüntüleme

3.2.4. Sr-Nd-Pb izotop analizi

Sr, Nd ve Pb izotop analizleri ETH Zurich (İsviçre)'de yaptırılmıştır. Seçilen kaya örneklerinin öğütülmesi sonucu 50 - 100 mg ağırlığında pudra kullanılmıştır. Sr, Nd ve Pb izotop analiz ölçümleri Pin ark. (1994)'e göre yapılmıştır. İzotop analizi ölçümleri sonrasında ilksel izotop değerlerinin hesaplaması Geç Kretase (90 My) yaşına göre yapılmıştır. Bu değerlerin bulunmasında ICP-MS analizi sonucunda ilgili kayaların Rb, Sr, Sm, Nd, U, Th ve Pb içerikleri kullanılmıştır.

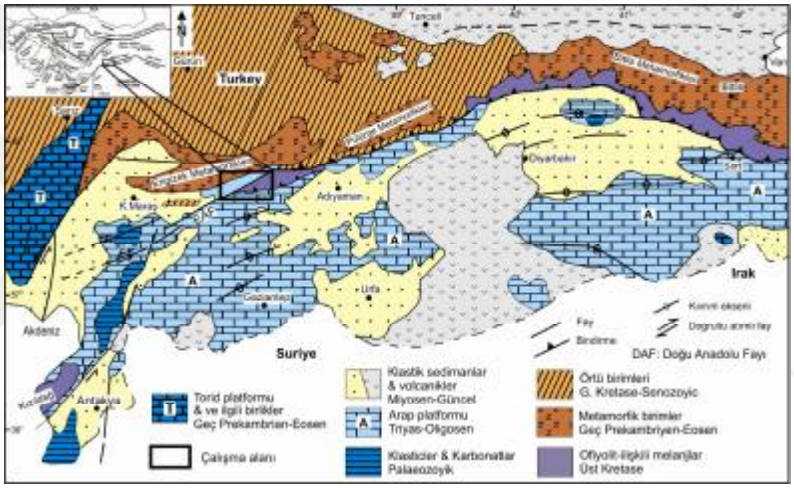
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Arazi Gözlemleri Ve Petrografi

Çalışma alanında kuzeyden güneye doğru oldukça iyi yüzlekler veren Malatya metamorfikleri, Harami formasyonu, Meydan ofiyoliti, Helete volkanikleri, Meydan melanjı ve Arap platformuna ait sedimanter birimler yer almaktadır (Şekil 4.1). Malatya metamorfikleri çalışma alanının kuzeyinde gözlenmekte olup, başlıca metakarbonatlar, mikaşist, fillit, meta-klastikler ve meta-çörtler ile temsil edilmektedirler (Perinçek ve Kozlu, 1984). Malatya metamorfikleri yeşilşist fasiyesinde metamorfizmaya maruz kalmış olup, üst kesimlerinden tespit edilebilen fosil içeriğine göre Üst Permiyen-Alt Triyas yaş aralığı saptanmıştır (Özgül , 1981). Malatya metamorfikleri, çalışma alanında hem Harami formasyonu hem de Meydan ofiyoliti ile bindirmeli dokanak ilişkisine sahiptir (Şekil 4.1). Üst Kretase-Alt Eosen yaşlı Harami formasyonu genel olarak kireçtaşı, marn, türbiditler ve derin deniz çökelleri ile temsil edilmektedir (Erdoğan, 1975; Yıldırım ve Yılmaz, 1991). Harami formasyonunun güneydeki Meydan ofiyoliti üzerine bindirmeli dokanak ilişkisi bulunmaktadır (Şekil 4.1). Meydan ofiyoliti güneydeki Helete volkanikleri üzerine bindirmiştir. Helete volkanikleri Helete (Düzbağ) kasabası ile Savran köyünün doğusunda kalan alan arasında yüzeylemek ve gri, boz, açık yeşil renkli volkanikler (bazaltik andezit, andezit, riyolit), gabro ve piroklastik kayaçlardan oluşmaktadır (Şekil 4.1). Helete volkanikleri güneyde Meydan melanjı ile dik-dike yakın bir tektonik dokanakla yanyana gelmektedir. Meydan melanjı, serpantinize harzburjit, dunit, gabro, pelajik kireçtaşları ile arakatkılı yastık lavlar, radyolaritler ve sedimanter kayaçlardan meydana gelmektedir. Meydan melanjı tektonik olarak dilimlenmiş bir yapı sunmakta olup, Geç Kretase'de Arap platformunun kıta kenarı üzerine yerleşmiştir. En güneyde yer alan Eosen yaşlı kumlu-killi kireçtaşları gerek Meydan melanjı gerekse Malatya metamorfiklerini üzerlemektedir. Çalışma alanında Geç Kretase yaşlı Meydan ofiyoliti, Helete volkaniklerini, Geç Kretase yaşlı Meydan melanjını, Helete-Meydan ofiyoliti dokanağını ve Helete-Meydan dokanağını kesen granitik sokulumların varlığı tespit edilmiştir (Şekil 4.1).

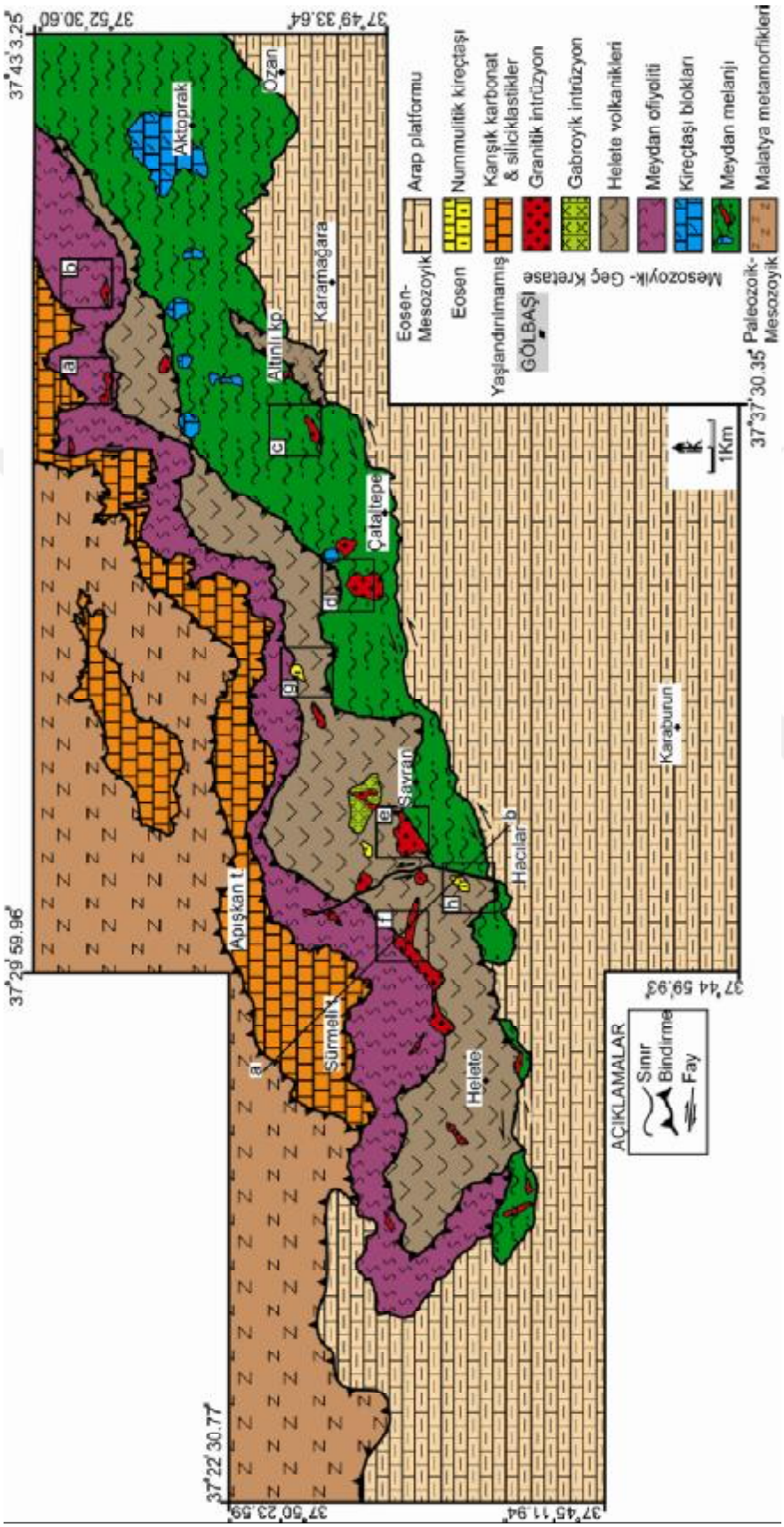
4.1.1. Meydan Ofiyoliti

Meydan ofiyolitini oluşturan kayaç grupların ait mostralar Gölbaşı (Adıyaman)–Helete (Kahramanmaraş) yolunun kuzeyinde Helete kasabası batısından başlayarak Meydan köyü doğusuna kadar devam etmektedirler (Şekil 4.1-2). Ofiyolitik birim çalışma alanında yaklaşık olarak 36 $km^{2'}$ lik bir alan kaplamaktadır. Meydan ofiyolitinin kuzey dokanağında Paleosen yaşlı Harami formasyonu ve Paleozoyik-Mezosoyik yaşlı Malatya metamorfikleri bindirmektedir.

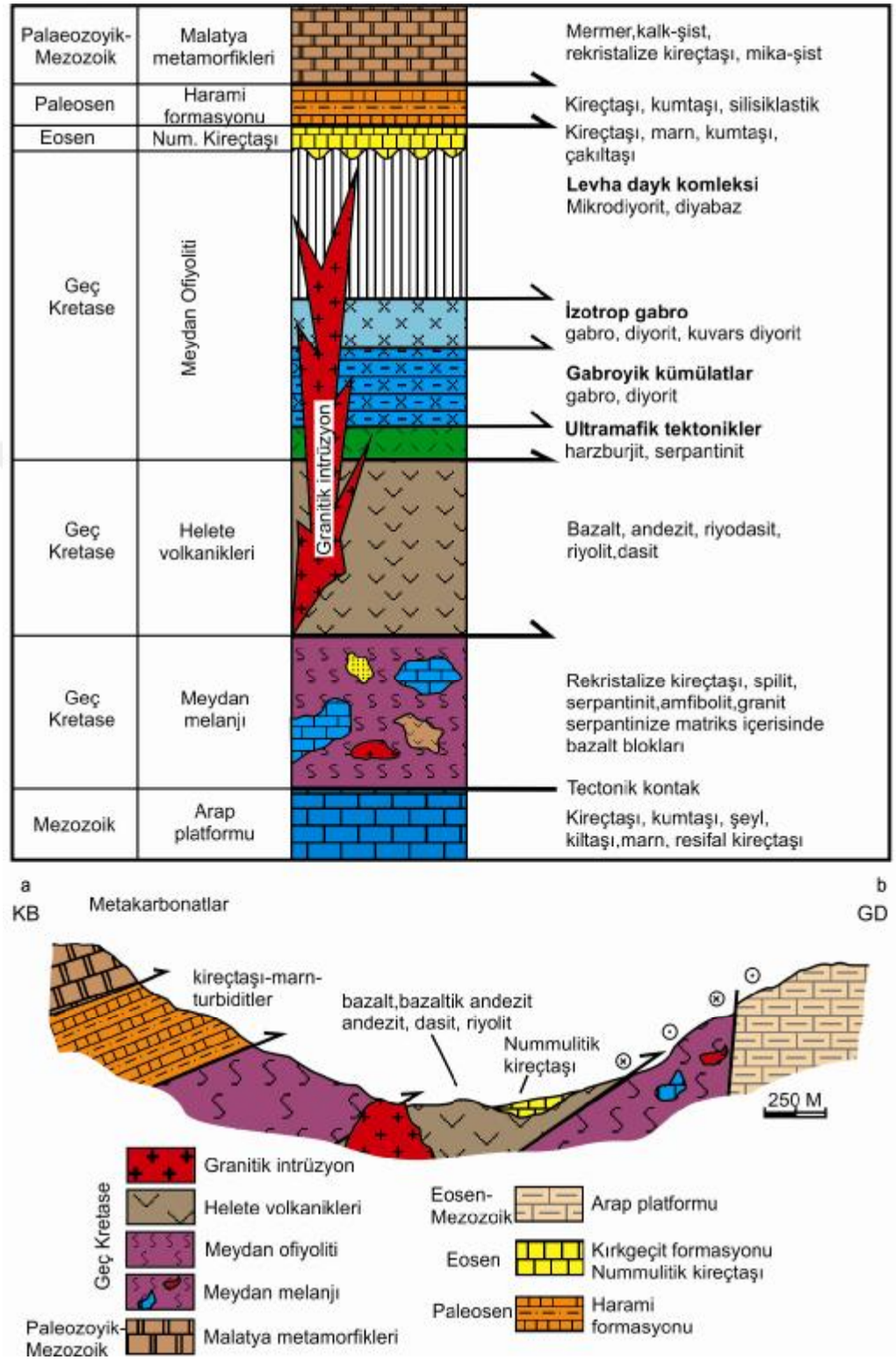


Şekil 4.1. Çalışma alanını gösterir yer bulduru haritası.(Yılmaz 1993).

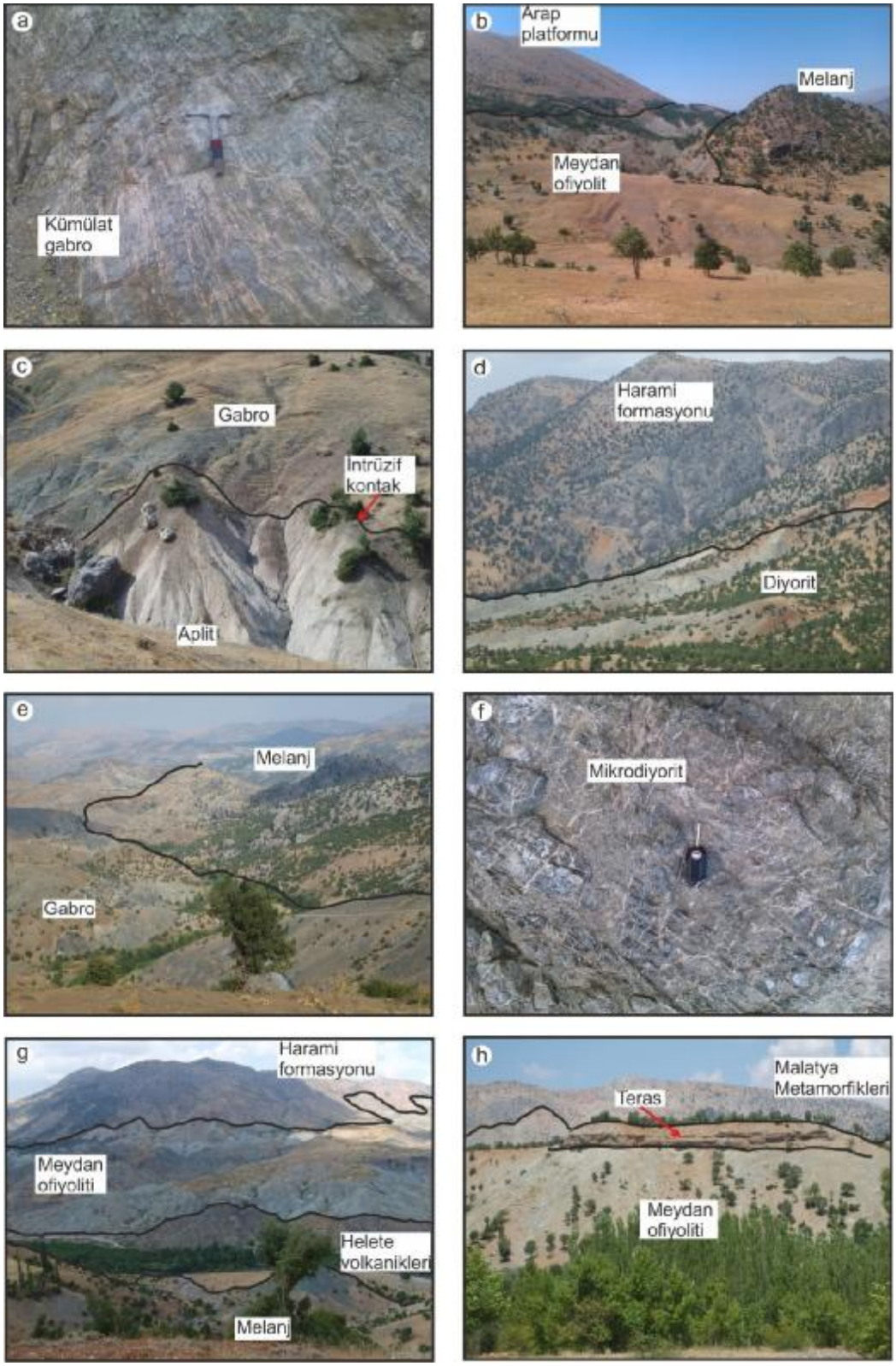
Meydan ofiyoliti ise güneyinde geniş yüzlekler sunan Helete volkaniklerine bindirmektedir (Şekil 4.1). Meydan ofiyoliti bölgenin kuzeydoğusunda geniş yüzlekler sunan, batısında ise küçük kütlelerde yay ilişkili granitoid tarafından kesilmektedir. Savran köyü batı-kuzeybatısında ise Meydan ofiyoliti ile Helete volkaniklerine ait tektonik dokanak granitoyid intrüzyonu tarafından kesilmektedir (Şekil 4.3-2).Bölgede yer alan Meydan ofiyolitinde, ofiyolitik istife ait tüm birimler eksiksiz bir şekilde izlenmektedir. Bu birimler tabandan tavana doğru ultramafik kümülatlar, mafik kümülatlar, izotrop gabrolar, tekil diyabaz daykları, lebha dayk kompleksi ve volkano-sedimanter kayaçlardan oluşmaktadır. Meydan ofiyolitine ait kayaların (Tektonitler, mafik kümülatlar, izotrop gabro ve levha dayk karmaşığı) mineralojik-petrografik ve dokusal özellikleri aşağıda detaylı olarak verilmektedir (Şekil 4.4).



Şekil.4.2.Helete bölgesinde yer alan birimlerin 1/25000 ölçekli hazırlanmış jeoloji haritası.



Şekil 4.3. Meydan Ofiyoliti ve bölgede yer alan diğer tektonomagmatik birimlerin genelleştirilmiş dikme ve enine kesiti (Düşey ölçek abartılarak çizilmiştir).



Şekil 4.4. Meydan ofiyolitine ait kayaların arazi görüntüleri ve bu kayaların tektonik ve intrüzif ilişkileri.

Tektonitler

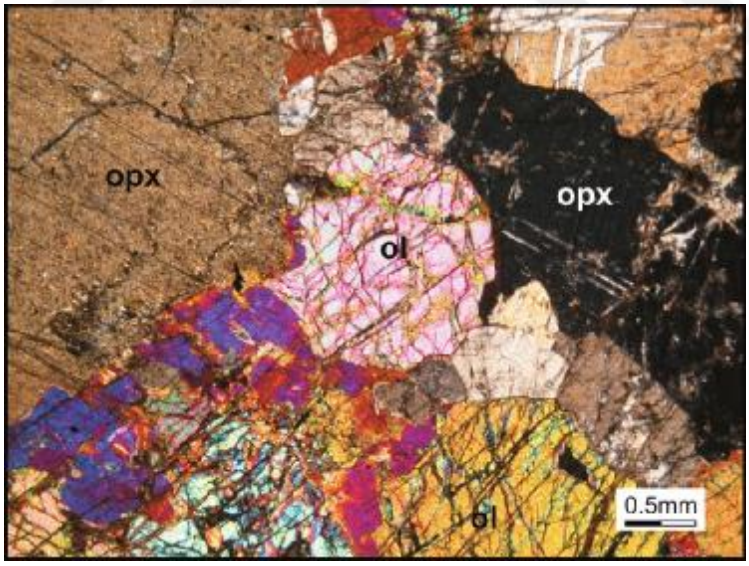
Harzburjit

Doku: Taneli- Poikilitik

İçindeki Mineraller

Olivin: Kayaç içerisinde hakim minerali temsil eden olivin kristalleri yüksek rölyefleri, kırıklı çatlaklı dokusu, çift nikolde ikinci sıranın canlı girişim renkleri ile karakteristiktirler. Yaklaşık olarak %60-65 oranında izlenen olivinlerin bir kısmı çatlaklarından itibaren opaklaşma göstermektedirler (Şekil 4.5.).

Ortopiroksen: Kayaç içerisinde %30-35 oranında izlenen ortopiroksenler sarının ve grinin tonlarında polarize olmaları, subotomorf-ksenomorf yapıları ve dik sönme göstermeleri ile dikkat çekmektedirler. Bir kısmı çatlaklarından itibaren serpantinleşme ve opaklaşma sunmaktadır. Tek yönde gelişmiş dilinim izleri ile rahatlıkla ayırt edilebilmektedirler (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Harzburjitlerin genel görünümü (Çift Nikol. Ol: Olivin, Opx: Ortopiroksen)

Klinopiroksen: Kayaçta %3-5 oranında izlenen Klinopiroksen kristalleri ksenomorf yapıları ile dikkat çekmekte olup ikinci sıranın canlı girişim renklerinde polarize olmaktadırlar. Tıpkı ortopiroksenlerde olduğu gibi klinopiroksenler de tek

yönde iyi gelişmiş dilinim izleri sunmaktadırlar. Ojit oldukları düşünülen Klinopiroksen mineralleri eğik sönme göstermeleri ile tipiktirler.

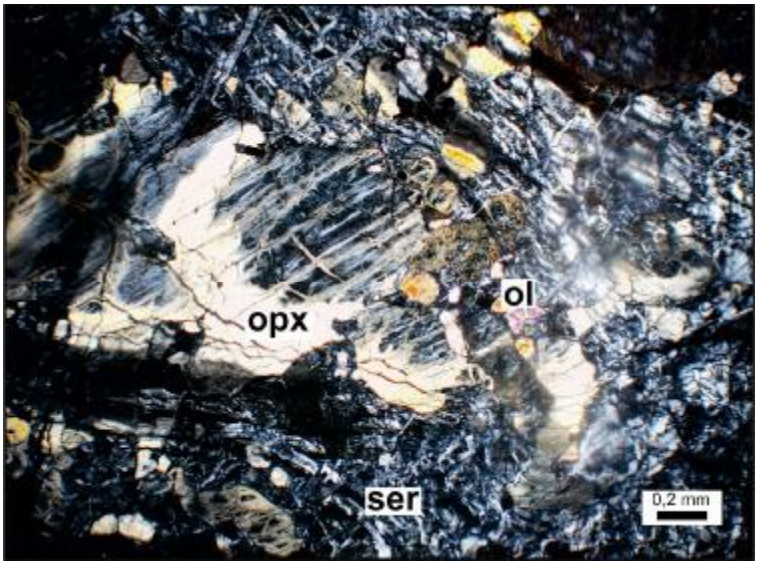
Opak Mineral: Kayaçta içerisinde hem kırık ve çatlak dolgusu olarak hem de ilksel olarak gözlenen opak minerallerin manyetit oldukları tahmin edilmektedir. Yaklaşık olarak % 2-3 oranında gözlenen opak minerallerin çok az bir kısmı krom türü minerallerle temsil edilmektedir.

Serpantinize Harzburjit

Doku: Taneli- Elek

İçindeki Mineraller:

Ortopiroksen: Kayaç içerisinde hakim mafik minerali temsil eden ortopiroksen kristalleri genellikle özşekilsiz kristaller halinde izlenmektedirler (Şekil 4.6). Birinci sıra sarı ve gri tonlarda girişim renkleri vermeleri, soluk sarı pleokroizmaları ve tek yönde gelişmiş iyi dilinim izleri ile rahatlıkla ayırt edilebilmektedirler. Yaklaşık olarak % 40 oranında izlenen kristallerin bir kısmanda bastitleşme gözlenmektedir.



Şekil 4.6. Serpantinize harzburjitlerde gözlenen olivin ve ortopiroksen görünümü (Çift Nikol. opx: Ortopiroksen, ol: Olivin, ser: Serpantin)

Olivin: Kayaçta ileri derecede serpantinleşmiş olarak gözlenen olivin kristalleri %10-15 oranında izlenmektedirler.

Tek nikolde yüksek rölyefleri ve çift nikolde ikinci sıranın canlı renkleri ile karakteristiktirler (Şekil 4.6).

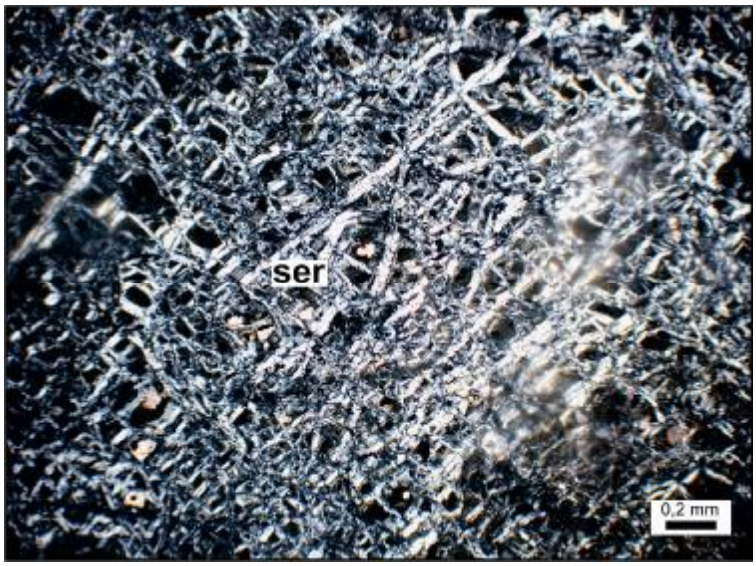
Serpantin Grubu Mineraller: Kayaç içerisindeki olivinlerin ve ortopiroksenlerin kırık çatlaklarından itibaren sulu ortamda bozuşarak lizardit, krizotil, bastit türü serpantin minerallerine dönüşümü ile meydana gelmişlerdir. Düşük rölyefleri, birinci sıranın gri tonlarında girişim renkleri ve elek dokuyu oluşturmaları ile tipiktirler.

Klinopiroksen: Genellikle ikinci sıranın canlı renklerinde polarizasyon renkleri sunan kristaller %2-3 oranında yer almışlardır. Özşekilsiz vaziyette izlenen minerallerin hemen hepsinde bastitleşme gözlenmektedir.

Opak Mineral: Olivinlerin kırık çatlaklarından itibaren ikincil olarak oluşmuş manyetit olabilecekleri tahmin edilen minerallerin yanı sıra tek nikolde kiremit kırmızı pleokroizma sunan kromit oluşumlarıda bulunmaktadır. Serpantinit

Doku: Elek

İçindeki Mineraller:



Şekil 4.7. Serpantinitlerde gözlenen elek dokusu (Çift Nikol. ser: Serpantin mineralleri)

Serpantin Grubu Mineraller: Kayaç içerisinde olivin ve piroksen mineraller aleyhine özellikle kırık ve çatlaklarında minerallere rastlanmıştır.

Bastit, lizardit, krizotil, antigorit türü serpantin mineralleri tek nikolde sarımsı pleokroizmaları, düşük rölyefleri, çift nikolde grinin tonlarında girişim renkleri ve tipik ağ- elek dokusu ile karakteristiktirler (Şekil 4.7). Bu minerallerden bastit türü tek yönde iyi gelişmiş dilinim izleri ve grinin tonlarında girişim renkleri ile dikkat çekerken, piroksenlerden itibaren sulu ortamda bozuşma ile oluşmuşlardır. Krizotiller ise kayaçta yer alan olivinlerin çatlaklarından itibaren gelişmiş, lifler halinde dikkat çekmektedirler.

Mafik Kümülatlar

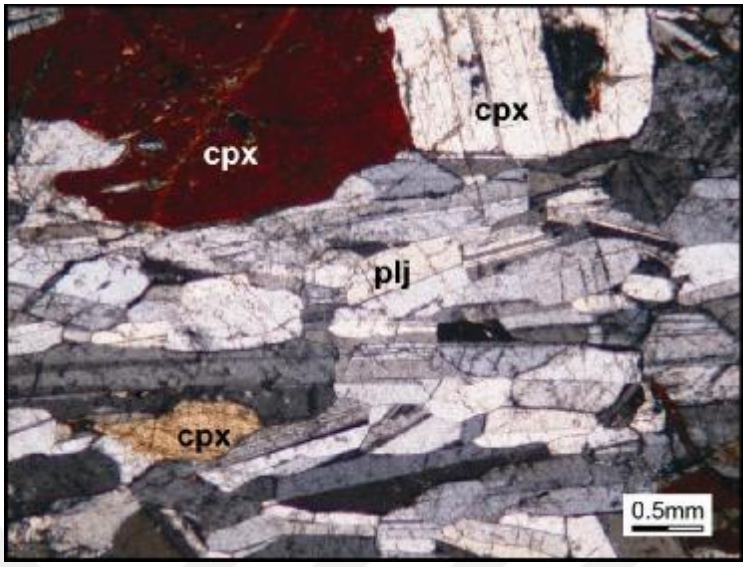
Gabro

Doku: Taneli-Poikilitik

İçindeki Mineraller:

Plajiyoklas: Kayaçta hakim minerali temsil eden plajiyoklaslar latalar şeklinde izlenmektedirler (Şekil 4.8). Genellikle yarı otomorf ve bir kısmı ojit kristalleri içerisinde kapanımlar halinde poikilitik dokuyu oluştururlar. Yaklaşık olarak %55-60 oranında gözlenen plajiyoklasların bir kısmında maruz kaldıkları basıncın izlerini yansıtır biçimde yönlenme ve dalgalı sönme tespit edilmiştir. Genellikle iyi gelişmiş polisentetik ikizlenmelere sahip plajiyoklaslar üzerinde yapılan sönme açısı tayinine göre (An_{70-75}) bitovnit türü oldukları ortaya konmuştur. Bozunma yaygın gözlenmezken az miktarda kaolenleşme ve epidotlaşma izlenmiştir.

Klinopiroksen: Hemen tamamı özşekilsiz veya yarı otomorf vaziyette gözlenen klinopiroksenlerin ojit türü oldukları tespit edilmiştir. Kayaçta yaklaşık olarak %20-25 oranında bulunmaktadır (Şekil 4.8). Soluk sarı pleokroizmaları, orta rölyef göstermeleri ve ikinci sıranın canlı renklerinde girişim renkleri ile karakteristiktirler. Genellikle bozunma göstermeyen kristallerin bir kısmı uralitleşme gösterip amfibollere dönüşmüşlerdir.



Şekil 4.8. Kümülat gabrolarda gözlenen taneli doku görünümü (Çift Nikol. Plj: Plajiyoklas, Cpx: Klinopiroksen)

Ortopiroksen: Kayaç içerisinde eser miktarda gözlenen ortopiroksen kristalleri tek yönde dilinim izleri ve dik dönme göstermeleri ile tipiktirler. Ortopiroksenler klinopiroksenlerden farklı olarak kloritleşme uralitleşme ve opaklaşma şeklinde bozunma türleri göstermektedirler.

Sfen: Kayaçta oldukça az miktarda gözlenen sfen kristalleri özşekili vaziyette ve sarı pleokroizma göstermeleri ile rahatlıkla ayırt edilebilmektedirler.

Epidot: Hemen hepsi plajiyoklaslardan bozunma yoluyla ikincil olarak oluşmuş epidotlar limon sarısı renkte pleokroizma vermeleri ve çift nikolde ikinci sıranın canlı renklerini sunmaları ile tanınmaktadırlar.

Opak Mineral: Genellikle ilksel olmak üzere eser miktarda ferromagnezyen mineraller aleyhine gelişmiş olarak izlenen opak minerallerin manyetit olabilecekleri tahmin edilmektedir.

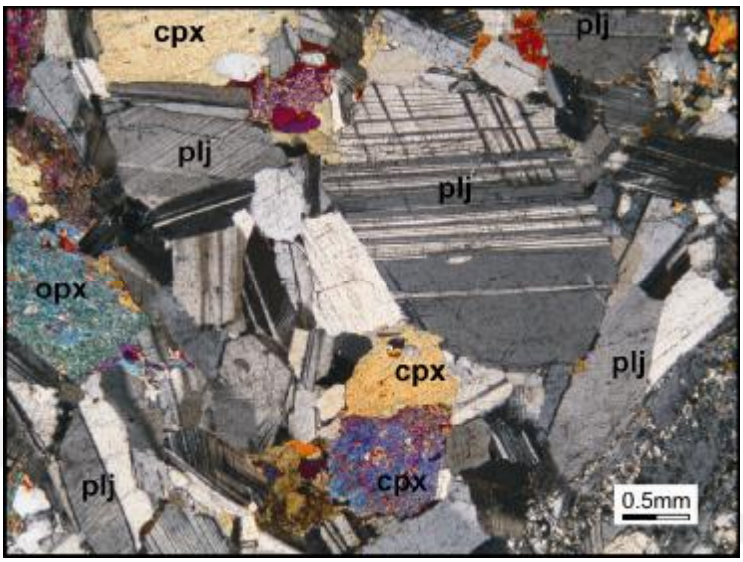
Gabro-Norit

Doku: Taneli- Poikilitik

İçindeki Mineraller:

Plajiyoklas: Kayaçta yer alan felsik minerali temsil eden plajiyoklas kristalleri %60-65 oranında izlenmektedirler. Genellikle sub-otomorf ve prizmatik şekillerde izlenen kristallerinin bir kısmı poikilitik dokuyu oluşturacak biçimde piroksen

kristallerini kapsamaktadırlar. Bir kısmı maruz kaldıkları basıncı yansıtır biçimde dalgalı sönme göstermektedirler. Polisentetik ikizlenmeleri çok iyi gözlenmekte olan plajiyoklaslar üzerinde yapılan sönme açısı tayinine göre labrador (An_{50-60}) türü plajiyoklaslar olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.9). Bozunma yaygın gözlenmezken nadiren mineraller üzerinde kaolenleşme ve kalsitleşme izlenmiştir.



Şekil 4.9. Gabrolarda gözlenen plajiyoklas ve piroksen minerallerin görünümü (Çift Nikol. Plj: Plajiyoklas, Cpx: Klinopiroksen, Opx: Ortopiroksen)

Klinopiroksen: Kayaç içerisinde gözlenen mafik minerallerin %70'ini temsil eden Klinopiroksen mineralleri sub-otomorf ve ksenomorf vaziyette izlenmişlerdir. Tipik tek yönde gelişmiş dilinim izleri ve canlı girişim renkleri ile ojit olabilecekleri düşünülmektedir (Şekil 4.9). Kayaçta yaklaşık %20 oranında yer alan kristallerde kloritleşme, uralitleşme, talklaşma ve opaklaşma türü alterasyonlar gözlenmiştir.

Ortopiroksen: Genellikle ksenomorf vaziyette izlenen ortopiroksen kristalleri soluk sarı pleokroizma göstermeleri, canlı girişim renkleri ve paralel sönmeleri ile rahatlıkla ayırt edilebilmektedirler. Kayaçta %4-5 oranında gözlenen kristaller üzerinde tıpkı ojitlerde olduğu gibi uralitleşme ve kloritleşme yaygın olarak izlenmiştir.

Hornblend: Kayaç içerisinde eser miktarda gözlenen hornblend kristalleri tek nikolde yeşil pleokroizmaları ve çift nikolde eğik sönme göstermeleri ile

karakteristiktirler. Bir kısmı piroksenlerin uralitleşmesi sonucu ikincil olarak oluşmuş hornblendlerde kloritleşme türü ayrışma izlenmektedir.

Sfen: Kayaçta oldukça az miktarda gözlenen sfen mineralleri sub-otormorf kristaller halindedir. Sarı ve soluk pembe tonlarda polarize olmaları ve yüksek rölyefleri ile tanınmaktadırlar.

Klorit: Bir kısmı ferromagnezyen mineraller aleyhine oluşmuş mavi-yeşil renklerde polarize olmaları ve zayıf soluk yeşil renklerde pleokroizma sunmaları ile karakteristik olan klorit kristalleri kayaçta eser miktarda gözlenmektedir.

Opak mineral: Genellikle ilksel olmak üzere kalan kısmı ise ferromagnezyen mineraller aleyhine gelişmiş olarak gözlenen opak minerallerin manyetit olabilecekleri tahmin edilmektedir.

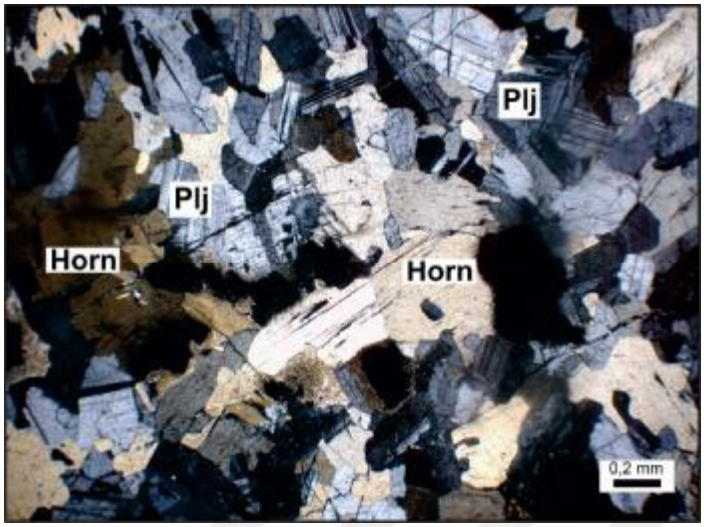
Amfibollü Gabro

Doku: Taneli- Pokilitik

İçindeki Mineraller:

Plajiyoklas: Kayaç içerindeki hakim minerali temsil eden plajiyoklaslar çok iyi gelişmiş polisentetik ikizlenmelere sahip olup yaklaşık olarak %65-70 oranında gözlenmektedirler. Plajiyoklas kristallerin hemen hepsi latalar şeklinde ve çubuksu izlenmektedir. Bir kısım plajiyoklaslar poikilitik dokuyu oluşturacak biçimde kapanımlar halinde amfibollerin içinde gözlenmektedir (Şekil 4.10). Plajiyoklaslarda yapılan sönme açısı tayini ile labrodaor (An_{57-65}) türü oldukları tespit edilmiştir.

Hornblend: Kayaçta hakim mafik minerali temsil eden hornblendler yaklaşık olarak %20-25 oranında gözlenmekte olup otomorf ve yarı otomorf vaziyettedirler. Tek nikolde yüksek rölyefleri, yeşil pleokroizma vermeleri ve c eksenine dik kesitlerinde çift yönde iyi gelişmiş baklava şeklinde dilinimleri ile tipiktirler. Bir kısmı kapanımlar halinde plajiyoklas kristallerini içermektedirler ve yine bir kısmında serisitleşme ve epidotlaşma türü bozuşmalar izlenmektedir.



Şekil 4.10. Amfibollü gabrolarda gözlenen taneli ve poikilitik doku görünümü (Çift Nikol. Plj: Plajiyoklas, Horn: Hornblend)

Piroksen: Genellikle uralitleşme sonucu amfibol minerallerine dönüşmüş vaziyette eser miktarda ojit oldukları tespit edilen klinopiroksen kristalleri bulunmaktadır. Tek nikolde soluk sarı pleokroizmaları, tek yönde gelişmiş iyi dilinim izleri ve çift nikolde canlı girişim renkleri ile tipiktirler.

Epidot: Kayaç içerisinde ikincil olarak plajiyoklaslar aleyhine gelişmiş eser miktarda tek nikolde limon sarısı pleokroizmaları ve çift nikolde ikinci sıra canlı girişim renkleri ile karakteristik epidot kristalleri saptanmıştır.

Opak Mineral: İlksel ve ikincil olarak oluşmuş manyetit olabilecekleri tahmin edilen opak minerallerin bir kısmı ferromagnezyen mineraller aleyhine gelişmiş ve diğer minerallerin kırık çatlaklarında gözlenmişlerdir.

Diyorit

Doku: Taneli-Entergranüler- Poikilitik

İçindeki Mineraller:

Plajiyoklas: Kayaçta hakim minerali temsil eden plajiyoklas kristalleri yaklaşık olarak % 60-65 oranında gözlenmektedirler. Hemen hepsinde polisentetik ikizlenmeler gözlenirken az bir kısmında ise zonlu yapı izlenmiştir. Polisentetik ikzleri ayrışmamış olanlarında yapılan sönme açısı tayinlerine göre andezin (An_{41}) türü oldukları tespit edilmiştir. Alterasyon kayacın tamamında yaygın gözlenmekte

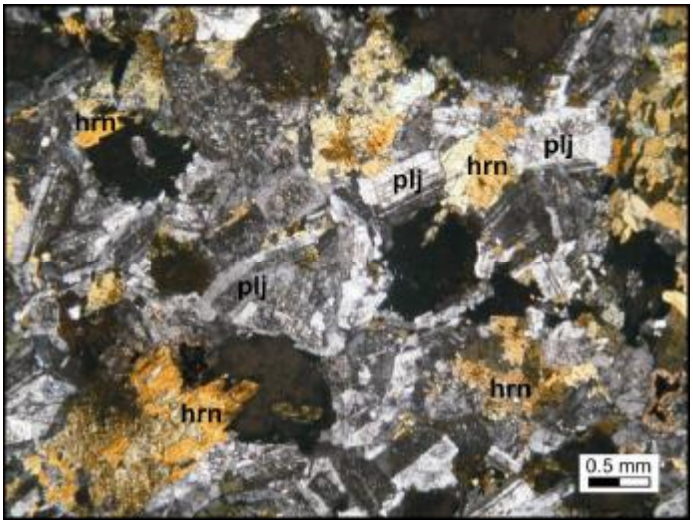
olup en yaygın türleri kaolenleşme, serisitleşme, kalsitleşme ve epidotlaşma olarak belirlenmiştir (Şekil 4.11). Bir kısım plajiyoklas kristalleri kayacın maruz kaldığı basıncın izlerini yansıtır biçimde dalgalı sönme sunmaktadır.

Hornblend: Kayaçta hakim mafik minerali temsil eden hornblend kristalleri %25-30 oranında izlenmektedir. Tek nikolde yeşil pleokroizmaları, çift yönde gelişmiş dilinim izleri yüksek rölyefleri ve çift nikolde ikinci sıranın canlı renklerinde polarize olmaları, eğik sönme göstermeleri ile karakteristiktirler. Hemen hepsi sub-otomorf vaziyette izlenen hornblendlerin bir kısmında kloritleşme ve opaklaşma türü alterasyonlar gözlenmiştir (Şekil 4.10).

Klorit: Büyük çoğunluğu ferromagnezyen mineraller aleyhine gelişmiş olarak gözlenen klorit mineralleri tek nikolde açık yeşil pleokroizmaları ve çift nikolde kahve-lacivert girişim renkleri ile rahatlıkla ayırt edilebilmektedirler.

Epidot: Kayaçta eser miktarda gözlenen epidot kristalleri plajiyoklaslar aleyhine ikincil olarak gelişmişlerdir. Soluk-limon sarısı pleokroizma göstermeleri ve canlı girişim renkleri ile tipiktirler.

Opak Mineral: Genellikle ilksel bir kısmı ise ferromagnezyen mineraller aleyhine ikincil olarak oluşmuş opak minerallerin manyetit olabilecekleri tahmin edilmektedir.



Şekil 4.11. Kümülat gabrolara ait diyortilerde gözlenen hornblend ve plajiyoklas minerallerinin görünümü (Çift Nikol. Plj: plajiyoklas, Hrn: Hornblend)

İzotrop Gabrolar

Gabro

Doku: Taneli-Poikilitik

İçindeki Mineraller:

Plajiyoklas: Kayaçta hakim felsik minerali temsil eden plajiyoklas kristalleri yaklaşık olarak %55-60 oranında izlenmekte olup yarı özşekiili ve prizmatik şekillerdedirler (Şekil 4.12). Bir kısmı poikilitik dokuyu oluşturacak biçimde piroksen mineralleri içindedirler. Genellikle iyi gelişmiş polisentetik ikizlenmelere sahip olan plajiyoklaslarda yapılan sönme açısı tayininde labrador (An_{55-62}) türü oldukları tespit edilmiştir. Bozunma yaygın gözlenmezken nadiren kaolenleşme ve daha az oranda kalsitleşme tespit edilmiştir.

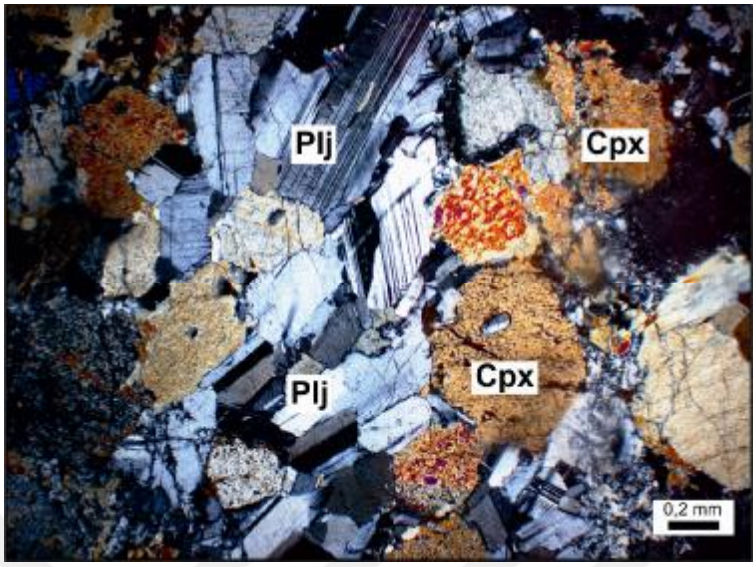
Klinopiroksen: hemen hepsi özşekilsiz vaziyette izlenen Klinopiroksen kristallerinin ojit türü oldukları tespit edilmiştir. Bu kristaller tipik tek yönde dilinim izleri ve ikinci sıra canlı girim renkleri ile karakteristiktirler (Şekil 4.12). Kayaç içerisinde yaklaşık olarak %15-20 oranında izlenen klinopiroksenlerin bir kısmı uralitleşme sonucu amfibol minerallerine dönüşmüşlerdir.

Ortopiroksen: Kayaçta eser miktarda izlenen ortopiroksenler özşekilsiz ve orta büyüklüktedirler. Hemen hepsi uralitleşme ve kloritleşme sonucu alterasyona uğramışlardır. Tek nikolde soluk sarı pleokroizmaları ve çift nikolde gri-sarı girişim renkleri ile karakteristiktirler.

Honrblend: Hemen hepsi piroksenlerden itibaren uralitleşme ile oluşmuş eser miktarda hornblend kristali tek nikolde çift yönde dilinim izler ve yeşil pleokroizmaları ile rahatlıkla ayırt edilebilmektedirler.

Sfen: Kayaçta oldukça nadir rastlanan sfen mineralleri sarı ve soluk pembe renklerde polarize olmaları kırıklı çatlaklı yapıları ve yüksek rölyefleri ile dikkat çekmektedirler.

Klorit: Hemen tamamı ferromagnezyen mineraller aleyhine gelişmiş vaziyette izlenen klorit mineralleri soluk yeşil pleokroizmaları ve lacivert- koyu kahverengi polarizasyon renkleri ile tipiktirler.



Şekil 4.12. İzotrop gabrolarda gözlenen gabro kayacına ait ince kesit görünümü (Çift Nikol. Plj: Pljiyoklas, Cpx: Klinopiroksen)

Opak Mineral: Genellikle ilksel olmak üzere bir kısmı ferromagnezyen minerallerden itibaren oluşmuş manyetit olabilecekleri tahmin edilen opak minerallere rastlanmıştır.

Diyorit

Doku: Taneli- Entergranüler

İçindeki Mineraller:

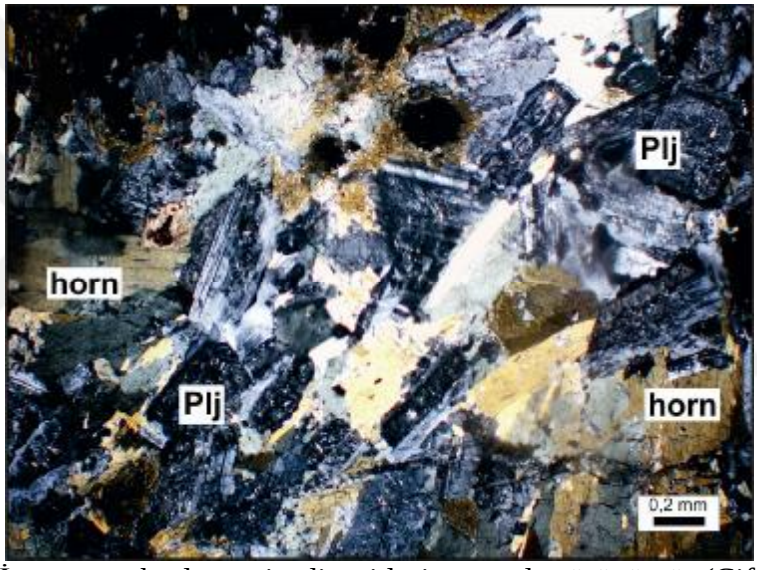
Plajiyoklas: Genellikle yarı otomorf ve latalar halinde izlenen plajiyoklas kristalleri kayaçta hakim minerali temsil etmektedirler (Şekil 4.13). kayaç içerisinde yaklaşık olarak %55-60 oranında temsil edilen plajiyoklas kristallerinin polisentetik ikizlenmeleri belirgin olup sönme açısı tayini ile andezin (An_{42}) türü oldukları belirlenmiştir. Ayrışma yaygın gözlenmekte ve en yaygın türleri serisitleşme, kalsitleşme, epidotlaşma olarak tespit edilmiştir. Genellikle maruz kaldıkları basıncı yansıtır biçimde dalgalı sönme göstermektedirler.

Hornblend: Kayaç içerisinde hakim mafik minerali temsil eden hornblendlerin hemen hepsi özşekilsiz vaziyette izlenmektedirler (Şekil 4.13). yaklaşık olarak %30 oranında izlenen hornblend kristalleri tek nikolde yüksek rölyefleri, yeşil pleokroizmaları ve çift yönde dilinim izleri ile tipiktirler. Eser miktarda hornblend kristali klinopiroksenlerden itibaren uralitleşme yoluyla meydana

gelmiştir. Bir kısım hornblend mineralinde ikincil olarak opaklaşma ve kloritleşme gözlenmektedir.

Klinopiroksen: Kayaç içerisinde %2-3 oranında izlenen klinopiroksenlerin ojit türünde oldukları tespit edilmiştir. Bir çoğu uralitleşme sonucunda hornblendlere dönüşmüş olan klinopiroksenler soluk sarı pleokroizmaları ve çift yönde dilinim izleri ile dikkat çekmektedirler.

Sfen: Oldukça az miktarda gözlenen sfen kristalleri yüksek rölyefleri, sarımsı pleokroizmaları ile dikkat çekmektedirler.



Şekil 4.13. İzotrop gabrolara ait diyoritlerin genel görünümü (Çift Nikol. Plj: Plajiyoklas, Horn: Hornblend)

Epidot: Kayaçta bulunan plajiyoklaslar aleyhine gelişmiş ikincil epidot kristalleri eser miktarda gözlenmektedir. Tek nikolde limon sarısı pleokroizmaları ve çift nikolde canlı girişim renkleri ile dikkat çekmektedirler.

Opak mineral: Hemen hepsi ilksel olarak oluşmuş opak minerallerin manyetit olabilecekleri düşünülmektedir.

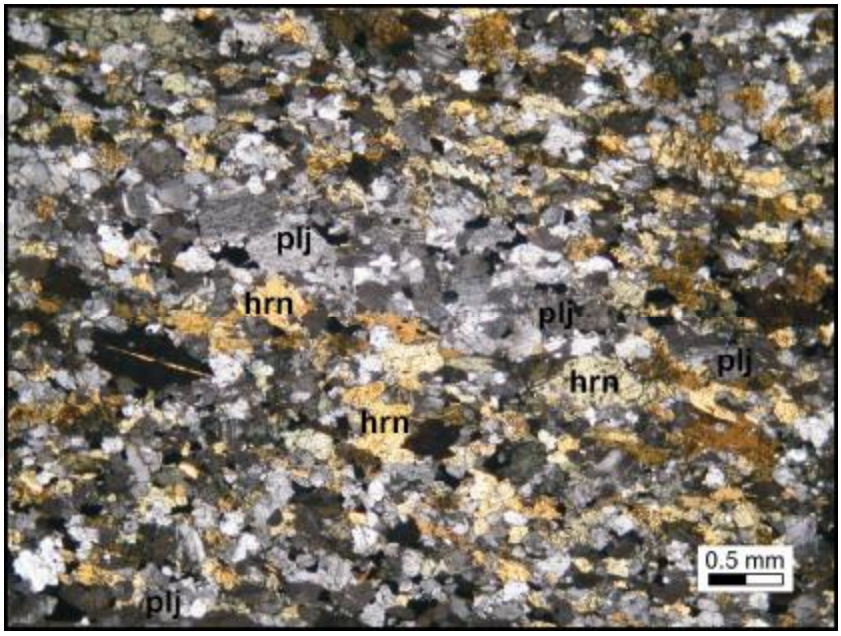
Levha Dayk Karmaşığı

Mikrodiyorit

Doku: Mikrogranüler- Entergranüler

İçindeki Mineraller:

Plajiyoklas: Kayaçta hakim felsik minerali temsil eden plajiyoklas kristalleri yaklaşık %45-50 oranında temsil edilmektedirler. Genellikle prizmatik ve polisentetk ikizleri belirgin vaziyette izlenen plajiyoklasların bir kısmında epidotlaşma, kaolenleşme gözlenmektedir (Şekil 4.14). Polisentetik ikiz sunan plajiyoklaslardan uygun olanlarında yapılan sönme açısı tespitine göre andezin (An_{44-45}) türü oldukları tespit edilmiştir.



Şekil 4.14. Levha dayklarına ait mikrodiyoritlerin genel görünümü (Çift Nikol. Plj: Plajiyoklas, Hrn: Hornblend)

Hornblend: Kayaçta hakim mafik minerali temsil eden hornblend kristalleri tek nikolde yüksek rölyefleri, çift yönde dilinim izleri ve yeşil renkte pleokroizmaları ile rahatlıkla ayırt edilebilmektedirler. Yaklaşık olarak %25-30 oranında izlenen kristallerin bir kısmı piroksenlerden uralitleşme yoluyla ikincil olarak meydana gelmiştir (Şekil 4.14).

Piroksen: Kayaç içerinde oldukça az miktarda gözlenen piroksen minerallerinin ojit oldukları tespit edilmiştir. Canlı girişim renkleri, eğik sönmeleri ve soluk sarı pleokroizmaları ile dikkat çekmektedirler. Bir kısmı uralitleşme sonucu hornblendlere dönüşmüştür.

Epidot: Hemen hepsi ferromagnezyen mineraller aleyhine oluşmuş vaziyette izlenen epidot kristalleri tek nikolde limon sarısı pleokroizma, çift nikolde ise ikinci sıra canlı renklerle karakteristiktirler.

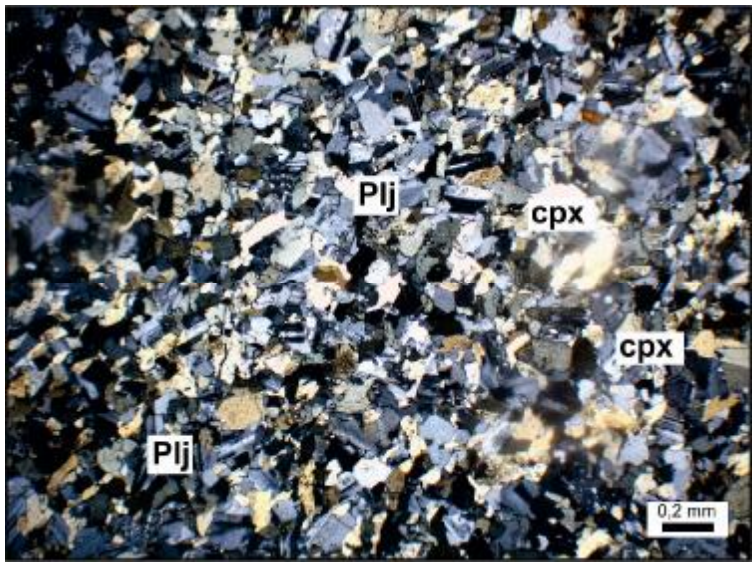
Opak Mineral: Genellikle ilksel yer yer ise ferromagnezyen mineraller aleyhine gelişmiş vaziyette izlenen opak minerallerin manyetit olabilecekleri tahmin edilmektedir.

Diyabaz

Doku: Mikrogranüler- Entergranüler

İçindeki Mineraller:

Plajiyoklas: Kayaçta yer alan hakim minerali temsil eden plajiyoklaslar yaklaşık olarak %50-55 oranında izlenmektedirler (Şekil 4.15). Hemen hepsi latalar şeklinde izlenen plajiyoklas kristallerinin polisentetik ikizlenmeleri rahat bir şekilde seçilmektedir. Az bir kısmında ayrışma gözlenen kristallerin bir kısmında kaolenleşme ve epidotlaşma gözlenmektedir.



Şekil 4.15. Levha dayklarına ait diyabaz kayacının ince kesit görünümü (Çift Nikol. Plj: Plajiyoklas, Cpx: Klinopiroksen)

Klinopiroksen: Ojit oldukları tahmin edilen klinopiroksenler kayaçta hakim mafik minerali temsil etmektedir. Bir kısmında uralitleşme gözlenen kristaller %25-30 oranında izlenmektedirler. Bir kısmında ayrışma gözlenmekte olup uralitleşme

sonucu hornblend oluşumları ve kloritleşme gözlenmektedir. Tek yönde dilinim izleri ve soluk sarı pleokroizmaları ile dikkat çekmektedirler.

Hornblend: kayaç içerisinde eser miktarda gözlenen hornblendler klinopiroksenlerden itibaren uralitleşme sonucunda oluşmuşlardır ve yeşil renkte pleokroizmaları ve yüksek rölyefleri sayesinde kolaylıkla ayırt edilebilmektedirler.

Klorit: Kayaç içerisinde gözlenen kloritlerin hemen hepsi ferromagnezyen mineraller aleyhine gelişmiş vaziyettedirler. Tek nikolde soluk yeşil pleokroizmasıyla tipik olan kloritler çift nikolde lacivert girişim rengi sunmaktadırlar.

Opak Mineral: Kayaç içerinde ilksel ve ikincil vaziyette izlenen opak minerallerin büyük kısmının manyetit olabilecekleri tahmin edilmektedir. İlksel olanları düzgün kenar köşelere sahip olmaları ile ikincil olanlar ise ferromagnezyen mineralleri bozacak şekilde özşekilsiz izlenmektedirler.

4.1.2. Helete Volkanikleri

Helete volkaniklerine ait kayaç grupları Gölbaşı (Adıyaman)–Helete (Kahramanmaraş) yoluna yaklaşık olarak paralel kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı olarak gözlenmektedirler (Şekil 4.1-2). Çalışılan bölgede volkanik birimler yaklaşık 64 $km^{2'}$ lik bir mostra alanına sahiptir. Kuzeyde bulunan Meydan ofiyoliti Helete volkaniklerine bindirmiş vaziyette gözlenirken, Helete volkanikleri ise güneyinde bulunan meydan melanj birimine bindirmiştir. Tıpkı Meydan ofiyoliti gibi Helete volkanikleri de farklı büyüklüklerde granitik kütleler tarafından hem bölgenin doğusunda hem de batısında kesilmektedir. Helete kasabası, Savran köyü kuzeyi, Meydan köyü güney-güneydoğusu, Alınlı mahallesi güneyinde yüzlekler veren Helete volkanikleri merkezinden geçen doğrultu atımlı bir fay ile kesilmektedir.

Helete volkanikleri; bazalt, bazaltik andezit, andezit, dasit,riyodasit, riyolit, spilit, spilitik bazalt ve keratofir türü kayaçlardan meydana gelmekte ve granit, granodiyorit, tonalit, gabro, diyorit ve aplit türü kayaçlar tarafından kesilmektedirler (Şekil 4.16).

Helete volkaniklerine ait kayaların mineralojik-petrografik ve dokusal özellikleri aşağıda detaylı olarak verilmektedir.

Bazalt

Doku: Mikrolitik Porfirik- Hyalomikrolitik Porfirik-Fluidal

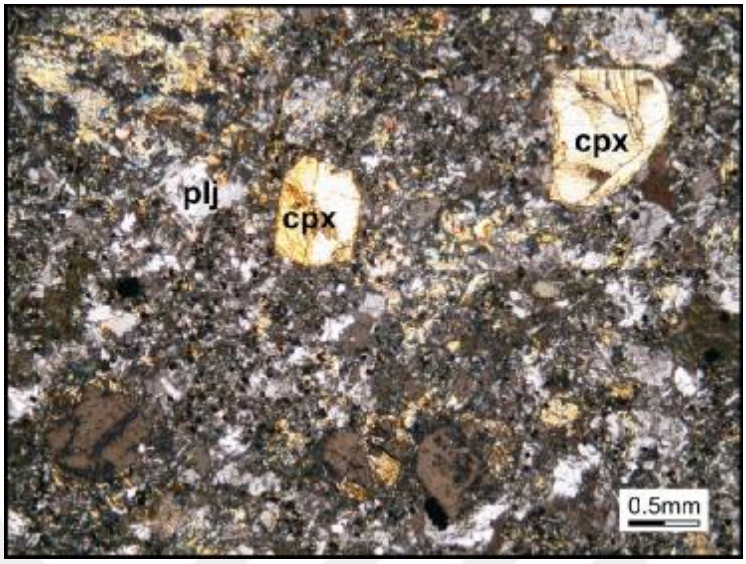
İçindeki Mineralleri:

Plajiyoklas: Fenokristaller ve mikrolit halde gözlenen plajiyoklaslar iki farklı soğuma zamanının ürünleri olarak kayaçta hakim felsik minerali temsil etmektedirler. Plajiyoklaslar aşırı derecede alterasyona uğramış olup, kaolenleşme, kalsitleşme, epidotlaşma en yaygın ikincil mineral türlerini oluşturmaktadır (Şekil 4.17). Özellikle fenokristaller halinde yer alan plajiyoklasların bir kısmında zonlu yapı gözlenmektedir.

Klinoprioksen: İri fenokristaller ve hamurda küçük kristaller halinde yer alan klinopiroksenlerin büyük bölümü çift nikolde canlı girişim renkleri ve ikizlenmeleri ile tanınırken, tek nikolde soluk sarı pleokroizmaları ve çift yönde dilinimleri dikkat çekmektedirler. Kayaçta hakim ferromagnezyen minerali temsil eden minerallerin bir kısmı sub-otomorf bir kısmı ise ksenomorf kristaller halinde izlenmektedir (Şekil 4.18).

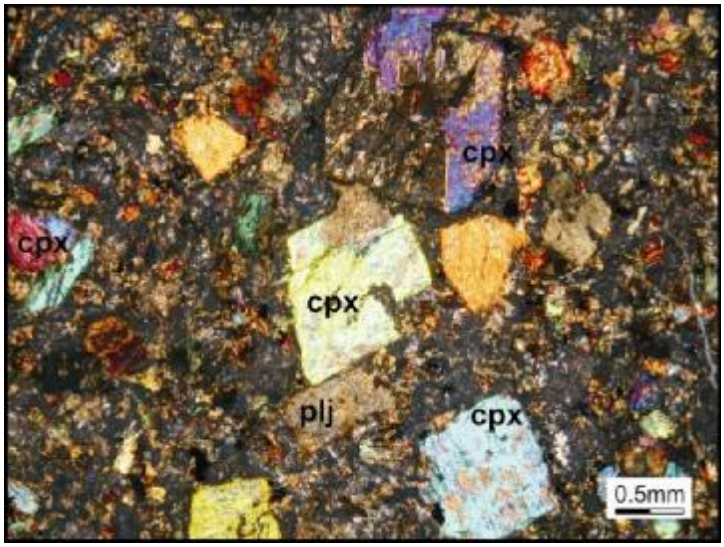
Olivin: Kayaçta nadiren izlenen olivinler bol miktarda kırık çatlak içermeleri, oldukça canlı girişim renkleri ve yüksek rölyefleri ile karakteristik olmaları ile dikkat çekmektedir. Kırık çatlaklarından itibaren serpantinleşme gelişmiştir.

Epidot: Büyük çoğunluğu plajiyoklaslar ve ferromagnezyen mineraller aleyhine gelişmiş ikincil epidot kristalleri canlı girişim renkleri, limon sarısı pleokroizmalarıyle dikkat çekmektedirler. Bir kısmı otomorf uzun ekseni belirgin kristaller halindedirler.

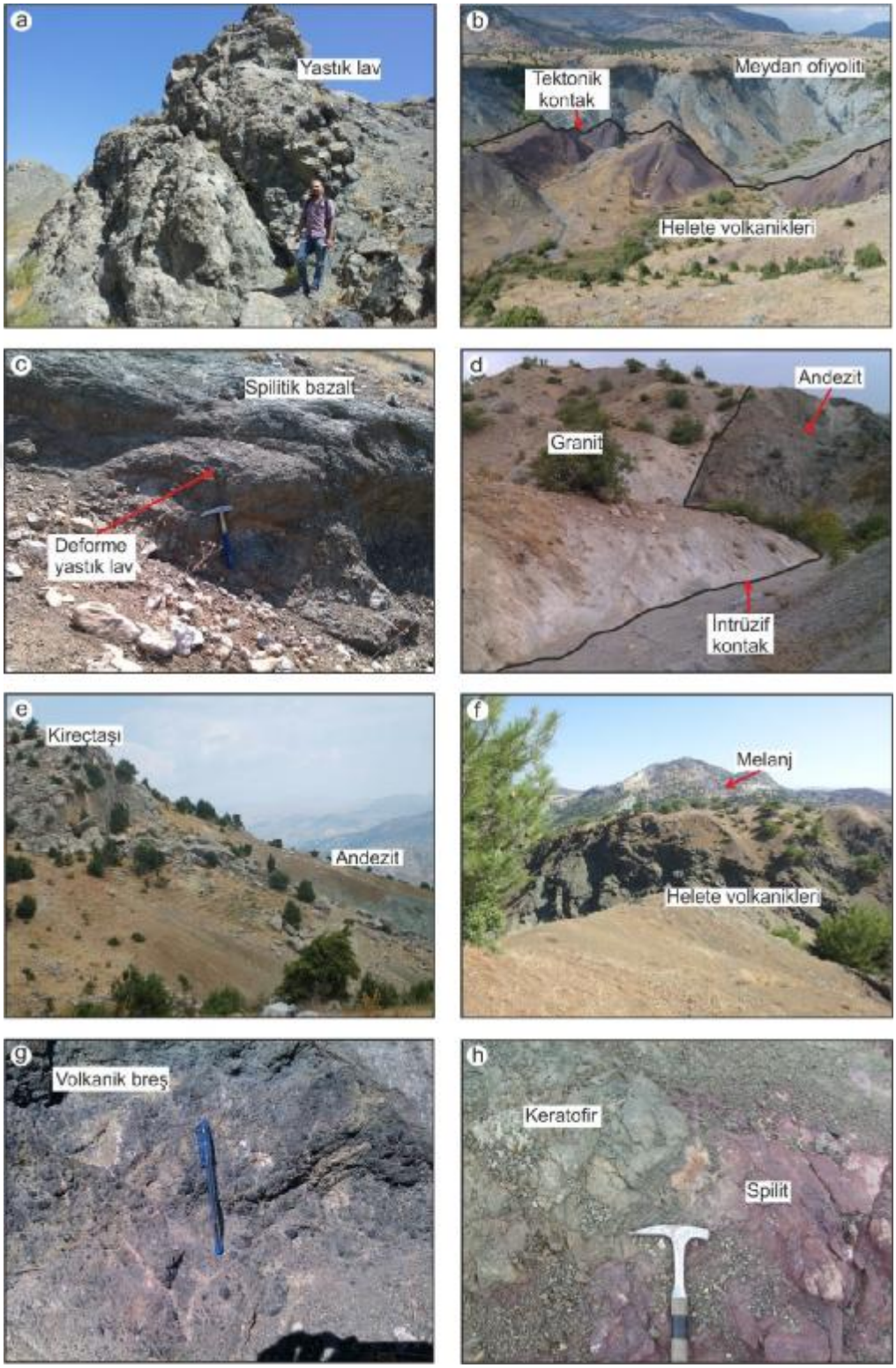


Şekil 4.17. Bazaltlarda gözlenen mikrolitik porfirik doku ve sub-otomorf klinopiroksenlerin görünümü (Çift Nikol. Plj: Plaiyoklas, Cpx: Klinopiroksen)

Klorit: Tıpkı epidot kristalleri gibi ikincil olarak oluşmuş klorit mineralleri tek nikolde açık yeşil pleokroizmaları ve çift nikolde lacivert-koyu kahve girişim renkleri ile dikkat çekmektedirler.



Şekil 4.18. Bazaltlarda izlenen hyalomikrolitik-porfirik doku ve kaolenleşmiş plajiyoklasların ve sub-otomorf klinopiroksenlerin görünümü (Çift Nikol. Plj: Plaiyoklas, Cpx: Klinopiroksen)



Şekil 4.16. Helete volkaniklerine ait kayaların arazi görüntüleri ve diğer birimlerle olan dokanak ilişkileri

Kalsit: Hemen hepsi olivinleri ve plajiyoklasları bozarak oluşmuş kalsit kristalleri belirgin basınç ikizleri ile tanınmaktadırlar.

Opak Mineral: Bir kısmı ilksel ve diğer kısmı ikincil olarak ferromagnezyen mineraller aleyhine oluşmuş saçınımlı vaziyette manyetit ve pirit oldukları tahmin edilen opak mineraller tespit edilmiştir.

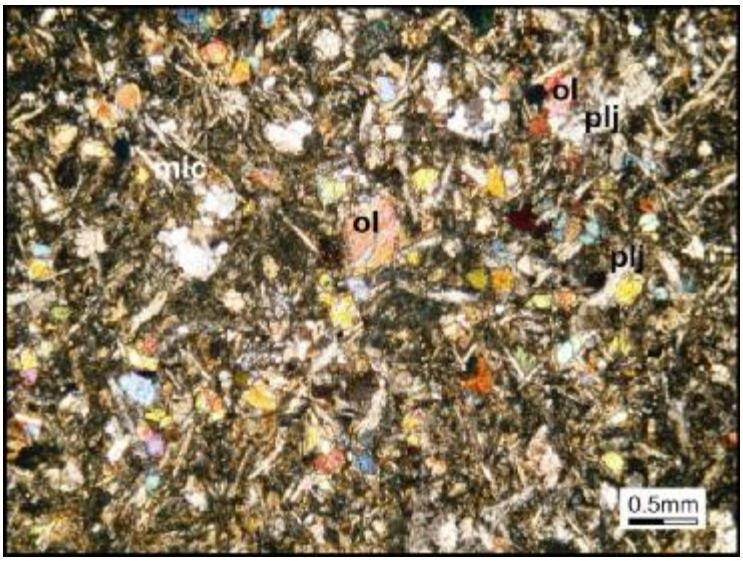
Olivinli Bazalt

Doku: Mikrolitik Porfirik- Hyalomikrolitik Porfirik-Fluidal- Ofitik

İçindeki Mineralleri:

Olivin: Kayaçta hakim ferromagnezyen minerali temsil eden olivin mineralleri çift nikolde canlı girişim renkleri tek nikolde yüksek rölyefleri ile tanınmaktadırlar. Bolca kırık ve çatlak içeren olivin kritalleri bu çatlaklar boyunca serpantinleşme ve nadiren iddingsitleşme göstermektedirler (Şekil 4.19).

Plajiyoklas: Kayaç içerisinde hem fenokristal hem de mikrolitik vaziyette bulunan plajiyoklas mineralleri iki farklı soğuma zamanına işaret etmektedirler. Fenokristallerde polisentetik ikiz belirgin bir şekilde gözlenmekte iken kaolenleşme, kalsitleşme ve epidotlaşma yaygın ayrışma türleri olarak dikkat çekmektedirler.



Şekil 4.19. Olivinli bazaltlarda gözlenen hyalomikrolitik-porfirik doku ve canlı girişim renkleri sunan olivin kristallerinin görünümü (Çift Nikol. ol: Olivin, plj: Plajiyoklas)

Ortopiroksen: Kayaçta ulunan mafik minerallerin %5'ini temsil eden ortopiroksenler tek nikolde soluk sarı pleokroizmaları ve çift nikolde gri-sarı girişim renkleri ile tanınmaktadırlar.

Epidot: Büyük çoğunluğu damar dolgusu olarak gözlenen epidot kristalleri tek nikolde limon sarısı pleokroizmaları ve canlı girişim renkleri ile dikkat çekmektedirler. İkincil mineral oluşumları olarak ferromagnezyen ve plajiyoklaslar alayhine gelişen epidotlar görülmekte olup, %3-5 arasında izlenmektedir.

Opak Mineraller: Çoğunluğu saçınımlı vaziyette bulunan ve manyetit oldukları tahmin edilen otomorf mineraller izlenmiştir.

Spilitik Bazalt

Doku: Entersertal- Amigdaloidal

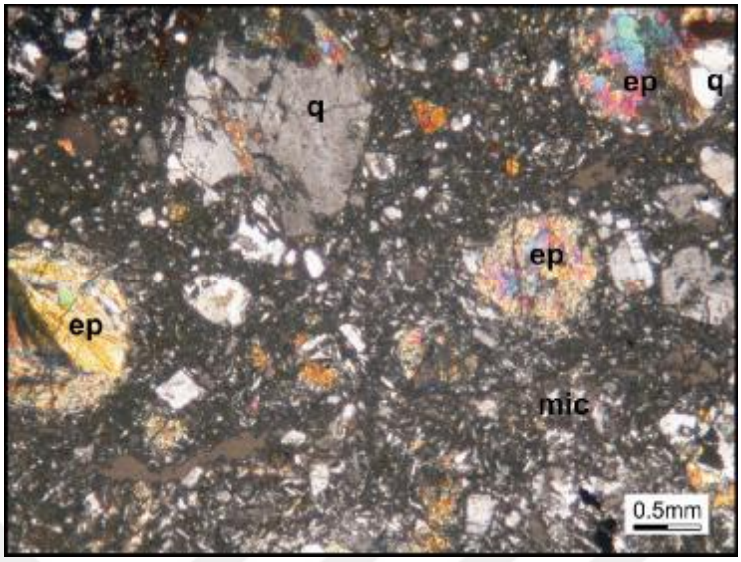
İçindeki Mineraller:

Plajiyoklas: Hemen hepsi albitleşme gösteren plajiyoklas kristalleri hem fenokristal hem de mikrolit halinde bulunmaktadırlar. Kayaçta hakim felsik minerali temsil eden plajiyoklaslar epidotlaşma ve kalsitleşme gibi alterasyon türlerini sunmaktadırlar (Şekil 4.20).

Kuvars: Ksenomorf kristaller halinde, tamamı ikincil süreçlerle oluşmuş ve boşluk dolgusu konumunda olup, epidotlarla birlikte yer alırlar. Birinci sıranın gri tonlarında polarize olan kuvars kristalleri tek nikolde berrak görünümleri ile dikkat çekmektedirler.

Epidot: Kayaç içerisindeki boşluklara yerleşmiş vaziyette ikincil süreçlerle oluşmuş epidotlar tek nikolde limon sarısı pleokroizmaları ve çift nikolde canlı renkleri ile tanınmaktadırlar (Şekil 4.20).

Klorit: Kayaçta ikincil olarak ferromagnezyen mineraller aleyhine gelişmiş eser miktarda klorit mineralleri tek nikolde soluk yeşil pleokroizması ve çift nikolde lacivert girişim rengi ile dikkat çekmektedirler.



Şekil 4.20. Spilitik bazaltta izlenen amigdaloidal doku ve boşluk dolgusu şeklinde epidot kristallerinin görünümü (Ep: Epidot, Q: Kuvars, Mic: Mikrolit)

Kalsit: Kayaç içerinde eser miktarda izlenen kalsit kristalleri plajiyoklaslar aleyhine gelişmiş ikincil süreçlerle oluşmuşlardır.

Opak Mineral: Kayaçta manyetit oldukları tahmin edilen saçınım şeklinde gözlenen opak mineraller gözlenmektedir. Büyük kısmı ilksel olan opak minerallerinin bir kısmı ise ferromagnezyen mineraller aleyhine gelişmiştir.

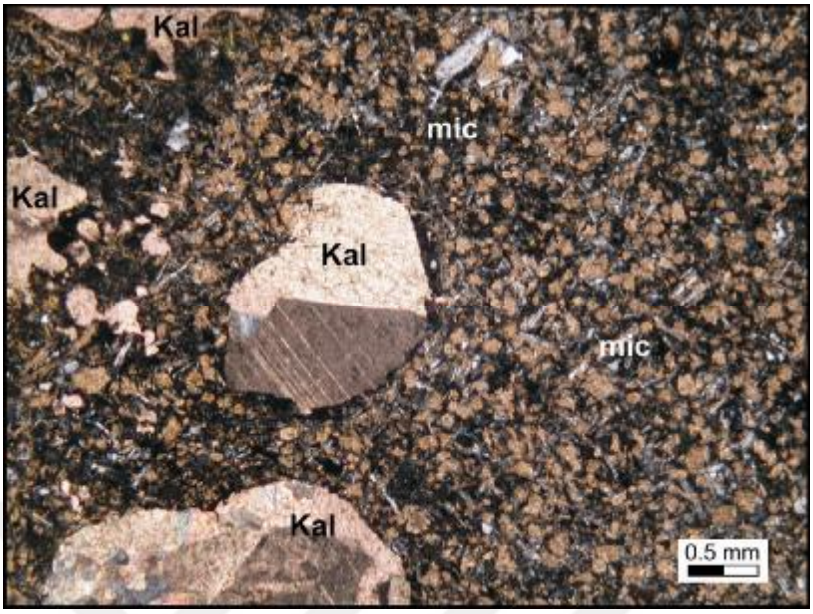
Spilit

Doku: Amigdaloidal- Mikrolitik Porfirik

İçindeki Mineraller:

Kalsit: Kayaç içerisinde hakim minerali temsil eden kalsit mineralleri hem boşluk dolgusu hem de plajiyoklas mikrolit ve fenokristallerini ornatarak oluşmuşlardır (Şekil 4.21). Çift nikole basınç ikizlenmeleri ve yeşil-pembe girişim renkleri ile rahatlıkla tanınmaktadırlar.

Plajiyoklas: Kayaçta hemen hepsi kalsitleşmiş ve albitleşmiş durumda izlenen plajiyoklas mineralleri hem fenokritsal hem de mikrolitik olarak gözlenmekte ve iki farklı soğuma zamanına işaret etmektedirler. Aşırı derecede alterasyona maruz kaldıkları için polisentetik ikizlenmeleri kaybolmuş sönme açıları ölçülememiştir. Alterasyona maruz kalmayan plajiyoklas örneklerinde çift nikolde gri sarı girişim renkleri dikkat çekmektedir.



Şekil 4.21. Spilitlerde gözlenen amigdaloidal doku (Kal: Kalsit, Mic: Mikrolit)

Klorit: Eser miktarda gözlenen klorit mineralleri soluk yeşil pleokroizma çift nikolde kahverengi- yeşil girişim rengi sunmaktadırlar.

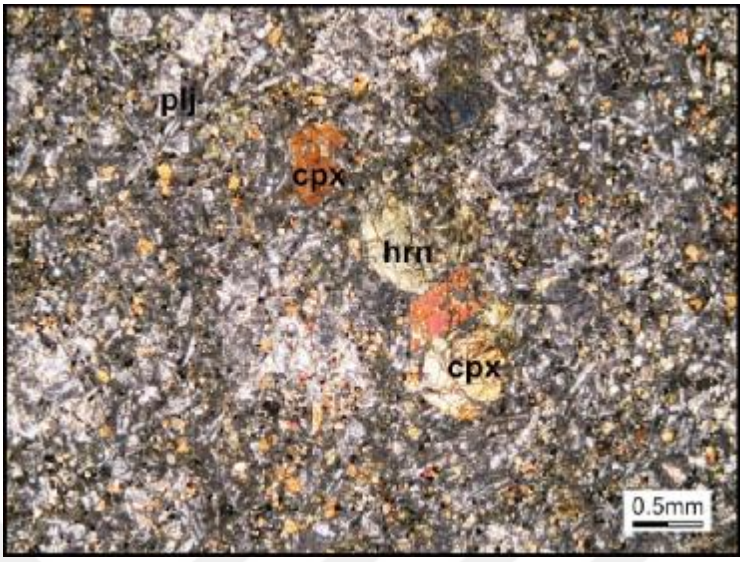
Opak Mineral: Kayaç içerisinde dağılmış vaziyette manyetit oldukları tahmin edilen otomorf opak minerallere rastlanmıştır.

Bazaltik Andezit

Doku: Mikrolitik porfirik

İçindeki Mineraller:

Plajiyoklas: Felsik minerallerin hemen hemen tamamını oluşturan plajiyoklas kristalleri genellikle mikrolitler halinde gözlenmekte iken lata şekilli plajiyoklaslar tüm plajiyoklasların %5'ini teşkil etmektedir (Şekil 4.22). Lata şekilli plajiyoklaslar üzerinde yapılan sönme açısı ölçümleri ile plajiyoklasların türünün andezin (%48 an) olduğu belirlenmiştir. Bu mineraller tek nikolde renksiz oluşları ve çift nikolde gri girişim renkleri, albit ikizlenmeleri ile rahatlıkla ayırt edilebilmektedirler.



Şekil 4.22. Bazaltik andezit kayacının ince kesit görünümü (Çift Nikol. Plj: Plajiyoklas, hrn: Hornblend, cpx: Klinopiroksen).

Hornblend: Mafik minerallerin %70'ini teşkil eden hornblend kristalleri tek nikolde yeşil pleokroizma ve çift yönde dilinim izleri ile rahatlıkla ayırt edilebilmektedirler. Çift nikolde ise yeşil ve kahverengi tonlarda girişim renkleri ile karakterize olan hornblendler eğik sönme göstermektedirler (Şekil 4.22).

Klinopiroksen: Kayaçta genellikle yarı öz şekilli kristaller halinde gözlenen klinopiroksenler grinin tonları, sarı, turuncu girişim renklerinde gözlenmektedir. Büyük çoğunluğu serpentinleşme göstermekte ve bastit mineraline dönüşmüş durumdadır. Yaklaşık %25 oranında gözlenmekte olup çift yönde gelişmiş iyi dilinimleri ile dikkat çekmektedir. (Şekil 4.22)

Epidot: Kayaç içerisinde ikincil mineral olarak gözlenen epidot minerali hornblend ve plajiyoklasların alterasyonu ile oluşmuşlardır. Tek nikolde limon sarısı pleokroizmaları ile kolaylıkla ayırt edilebilen kristaller çift nikolde ikinci sıra canlı girişim renkleri sunmaktadırlar.

Opak mineraller: Kayaç içerisinde gelişigüzel dağılmış vaziyette çoğunluğu ilksel olan ve manyetit olabilecekleri tahmin edilen opak mineral gelişimlerine az oranda rastlanmaktadır. İlksel opak mineraller düzgün kenar ve köşelere sahip olmalarıyla dikkat çekmektedirler.

Andezit

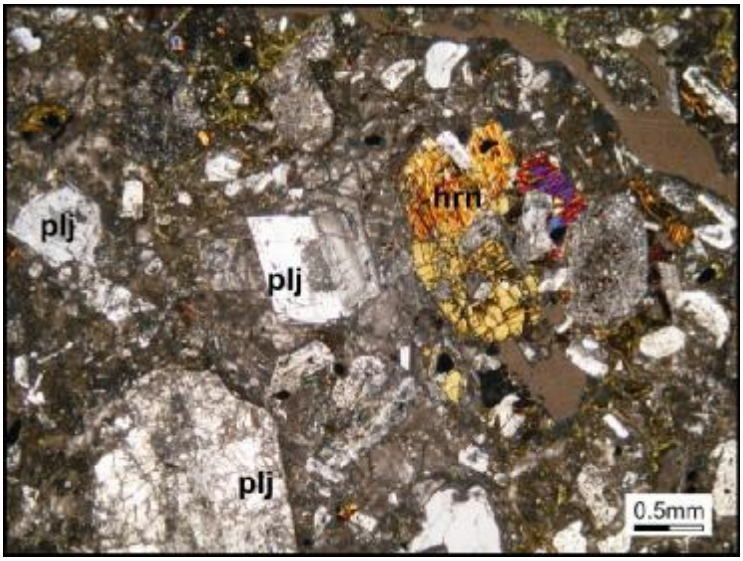
Doku: Mikrolitik Porfirik-Hyalomikrolitik Porfirik

İçindeki Mineraller:

Plajiyoklas: Kayaçta felsik minerallerin hemen hepsini teşkil eden plajiyoklaslar hem fenokristaller halinde hem de mikrolitler halinde iki farklı soğuma zamanının ürünleri olarak yeralırlar. Polisentetik ikizleri, lata şekilli olanlarında net bir şekilde seçilebilen kristallerde yapılan sönme açısı ölçümlerinde % 54 anortit içeriği tespit edilmiştir. Plajiyoklaslar üzerinde kaolenleşme, serisitleşme epidotlaşma, kalsitleşme şeklinde alterasyon sonucu ikincil mineraller gözlenmektedir (Şekil 4.23).

Hornblend: Kayaç içerisinde yer alan ana ferromagnezyen minerali temsil eden hornblendlerde tıpkı plajiyoklaslar gibi iki farklı soğuma zamanı ile ilişkili olarak hem fenokristaller hem de mikrokristaller halinde yer almaktadırlar (Şekil 4.23).

Klorit: İkincil olarak hornblendler aleyhine gelişen kloritlerin bir kısmı ise boşluk dolgusu şeklinde izlenmektedir. Kayaç içerisinde %5 civarında gözlenen klorit minerali tek nikolde soluk yeşil plerokroziması ve çift nikolde lacivert girişim rengi ile tanınmaktadır.



Şekil 4.23. Andezitlerin ince kesit görünümü (Çift Nikol. plj: Plajiyoklas, hrn: hornblend)

Kalsit: Kayaçta ender olarak rastlanan kalsitler ikincil dönüşüm süreçleriyle plajiyoklasların aleyhine gelişmiş olarak izlenmektedirler.

Opak Mineral: Kayaç içerisinde gelişigüzel dağılmış vaziyette çoğunluğu ilksel olan ve manyetit olabilecekleri tahmin edilen opak mineral gelişimlerine az oranda rastlanmaktadır. İlksel opak mineraller düzgün kenar ve köşelere sahip olmalarıyla dikkat çekmektedirler.

Riyodasit

Doku: Mikrolitik Porfirik-Mikrogranüler Porfirik

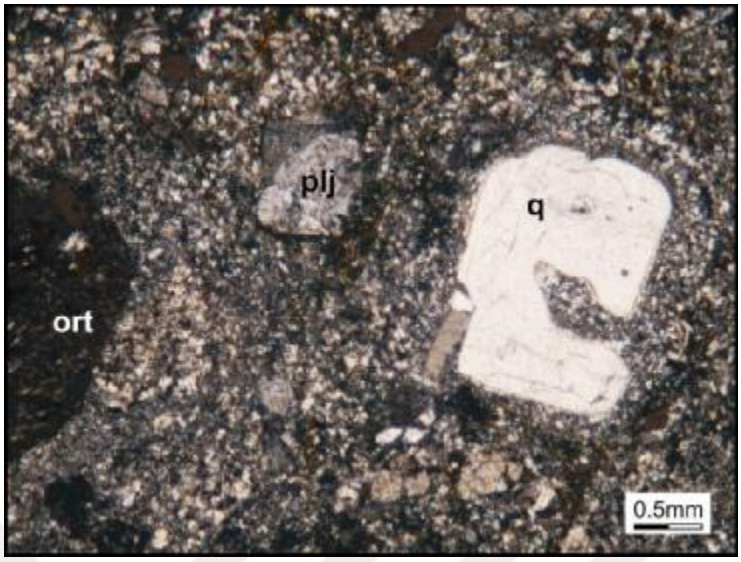
İçindeki Mineraller:

Kuvars: Kayaç içerisinde hakim felsik minerali temsil eden kuvars kristalleri gri ve tonlarında polarize olmaktadırlar. Hem mikrokristaller şeklinde hem de fenokristaller halinde izlenmektedirler. Otomorf ve sub-otomorf halde bulunan kuvars kristallerinin bir kısmında korrode (kemirilmiş) doku gözlenmektedir (Şekil 4.24). Tek nikolde berrak görünümleri ve çift nikolde dalgalı sönme göstermeleriyle rahatlıkla ayırt edilebilen kuvars kristallerinin bir kısmında çatlaklar izlenmektedir.

Ortoklaz: Kayaçya genellikle mikrokristaller halinde izlenen ortoklaz minerallerinin fenokristallerinde ileri derecede alterasyon gözlenmiştir. Kaolenleşme ve pertitleşme en yaygın gözlenen alterasyon türüdür (Şekil 4.24).

Plajiyoklas: Kayaçta felsik minerallerin %35 ‘ini temsil eden plajiyoklas kristalleri hem hamur içerisinde hem de fenokristal halinde izlenmektedir. İleri derecede ayrışma gözlenen kristallerde hakim ayrışma türleri ise kaolenleşme, serisitleşme, epidotlaşma şeklindedir (Şekil 4.24). Fenokristal halinde gözlenen plajiyoklaslarda polisentetik ikizlenme ayrışma sonucu zorlukla ayırt edilebilmektedir. Bazı kristallerde tıpkı kuvars kristallerinde olduğu gibi maruz kaldıkları basıncın etkisi ile dalgalı sönme izlenmektedir.

Hornblend: Kayaçta oldukça az oranda gözlenen hornblend mineralleri tek nikolde yeşil pleokroizmaları ve çift nikolde canlı girişim renkleri ile dikkat çekmektedirler. Eğik sönmeleri ile karakteristik olan mineraller de kloritleşme ve opaklaşma gibi alterasyonlar izlenmiştir.



Şekil 4.24. Riyodasitlerde korrode kuvars oluşumu ve porfirik doku görünümü (Çift Nikol. q: Kuvars, plj: Plajiyoklas, ort: Ortoklaz)

Biyotit: Hemen hepsi kloritleşme gösteren az miktarda biyotit kristali fenokristal halde gözlenmiştir.

Epidot: Kayaç içerisinde plajiyoklas aleyhine gelişmiş olarak izlenen epidot kristalleri tek nikolde limon sarısı pleokroizmaları ve canlı girişim renkleri ile dikkat çekmektedirler.

Klorit: Genellikle özşekilsiz kristaller halinde gözlenen kloritler yeşil-lacivert girişim renkleri ve zayıf yeşil-açık yeşil pleokroizmaları ile dikkat çekmektedirler. Hemen hepsi biyotit ve hornblendlerin alterasyonu ile oluşmuş olup, kayaç içerisinde az miktarda gözlenmişlerdir.

Opak Mineraller: Bir kısmı ilksel bir kısmı ise ikincil olarak oluşmuş manyetit oldukları tahmin edilen saçınımlı vaziyette az miktarda kristal gözlenmiştir. Özellikle kübik kristaller halinde izlenen kristallerin pirit oldukları tahmin edilmektedir.

Dasit

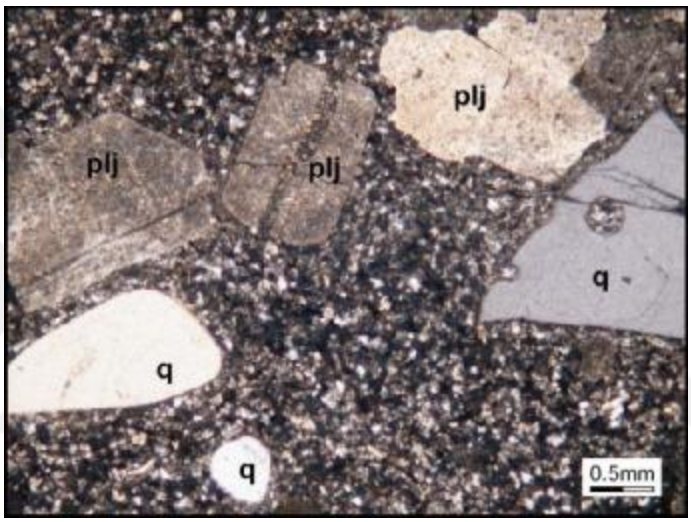
Doku: Mikrogranüler Porfrik-Hyalomikrogranüler Porfirik

İçindeki Mineraller:

Kuvars: Kayaç içerisinde hakim minerali oluşturan kuvars kristalleri hem fenokristal hem de mikrokristal halde iki farklı soğuma zamanını işaret etmektedirler.

Otomorf ve sub-otomorf halde izlenen kuvars minerallerinin bazı örneklerinde korrode doku gözlenmektedir (Şekil 4.25). Kayacın uğramış olduğu basıncın izleri bazı kuvars minerallerinde dalgalı sönme halinde görülmektedir.

Plajiyoklas: Kayaçta plajiyoklas kristalleri hem mikrolitik hem de lata şeklinde izlenmektedir. Aşırı derecede kaolenleşme ve kalsitleşme gözlenen plajiyoklaslar üzerinde sönme açısı ölçümü yapılamamıştır. Çift nikolde sarı ve gri tonlarda girişim renklerine sahiptirler (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. Dasitlerde görülen öz çekilli kuvars mineralleri ve porfirik doku (Çift Nikol. q:Kuvars, plj: Plajiyoklas)

Ortoklaz: Kayaçta eser miktarlarda izlenen ortoklaz mineralinin hemen hepsi albitleşme ve kaolenleşme sonucu altere olmuştur.

Hornblend: Mafik minerallerin hemen hepsini temsil eden hornblendler tek nikolde yeşil pleokroizmaları ve yüksek roliyefleri ile dikkat çekmektedirler. Çift nikolde yeşil- koyu yeşil girişim renkleri ve eğik sönmeleri ile karakteristik olan hornblend minerallerinin bir kısmında kloritleşme izlenmiştir.

Klorit: Ferromagnezyen mineraller aleyhine gelişmiş ikincil klorit kristalleri tek nikolde soluk yeşil pleokroizma ve çift nikolde lacivert- koyu yeşil girişim rengi sunmaktadırlar.

Opak Mineral: Manyetit oldukları tahmin edilen eser miktarda otomorf opak mineral saçınımlı vaziyette gözlenmiştir.

4.1.3. Meydan Melanjı

Melanj birimine ait kaya grupları Gölbaşı (Adıyaman)-Helete (Kahramanmaraş) karayoluna paralel olmak üzere güneyi boyunca devam etmekte ve daha doğuda Ozan kasabasına kadar uzanmaktadır (Şekil 4.1-2). Melanj birimi yaklaşık olarak 94 $km^{2'}$ lik bir mostra genişliğine sahiptir ve bölgede yer alan tektonomagmatik birimler içerisinde en fazla yüzeyleme alanına sahiptir. Birimin kuzeyinde yer alan Helete volkanikleri melanj birimine bindirmekte olup, Meydan melanjı ise güneyinde bulunan Arap platformuna ait Antep formasyonuna bindirmektedir. Bu birimde sekiz farklı lokasyonda granitik kütleler tarafından kesilmektedir. Bu granitik kayaçlar genel olarak granit porfir, granodiyorit porfir ve aplit türü kayaçlarla temsil edilmektedirler. Birim bölgede Helete kasabası güney-güneydoğusu, Hacılar köyü kuzeyi, Çataltepe köyü kuzeyi, ve Aktoprak köyünde yüzlekler sunmaktadır.

Melanj birimi; amfibolit, kireçtaşı, rekristalize kireçtaşı, amfibolit, spilit türü bloklar içermekte olup, tektonik dokanak ilişkisine sahiptirler (Şekil 4.26). Melanj biriminin matriksini spilitik bazalt, spilit, serpantinit türü kayaçlar oluşturmaktadırlar.

4.1.4. Granitik Kütleler

Helete bölgesinde yer alan tektonomagmatik birimleri değişik seviyelerde kesen granitik intrüzyonlar bir çok lokasyonda görülmektedir (Şekil 4.3). Bu intrüzif kayalar değişik boyutlarda olup, hem iki farklı tektonik birimin dokanağını hem de tekil olarak üç birimi de keser durumda gözlenmektedirler. Bu kayalara ait arazi görüntüleri ve petrografik özellikleri aşağıda detaylı olarak verilmektedir (Şekil 4.27, 28, 29,30).

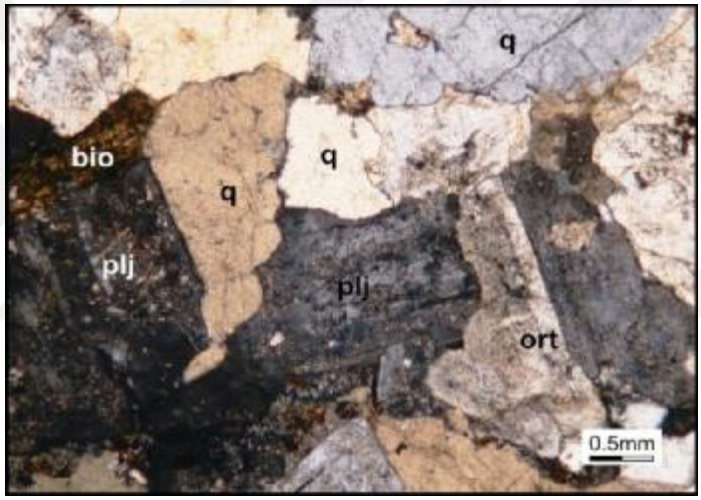
Felsik Kayalar

Granit

Doku: Taneli-Mikrografik-Poikilitik- Mirmekitik

İçindeki Mineraller:

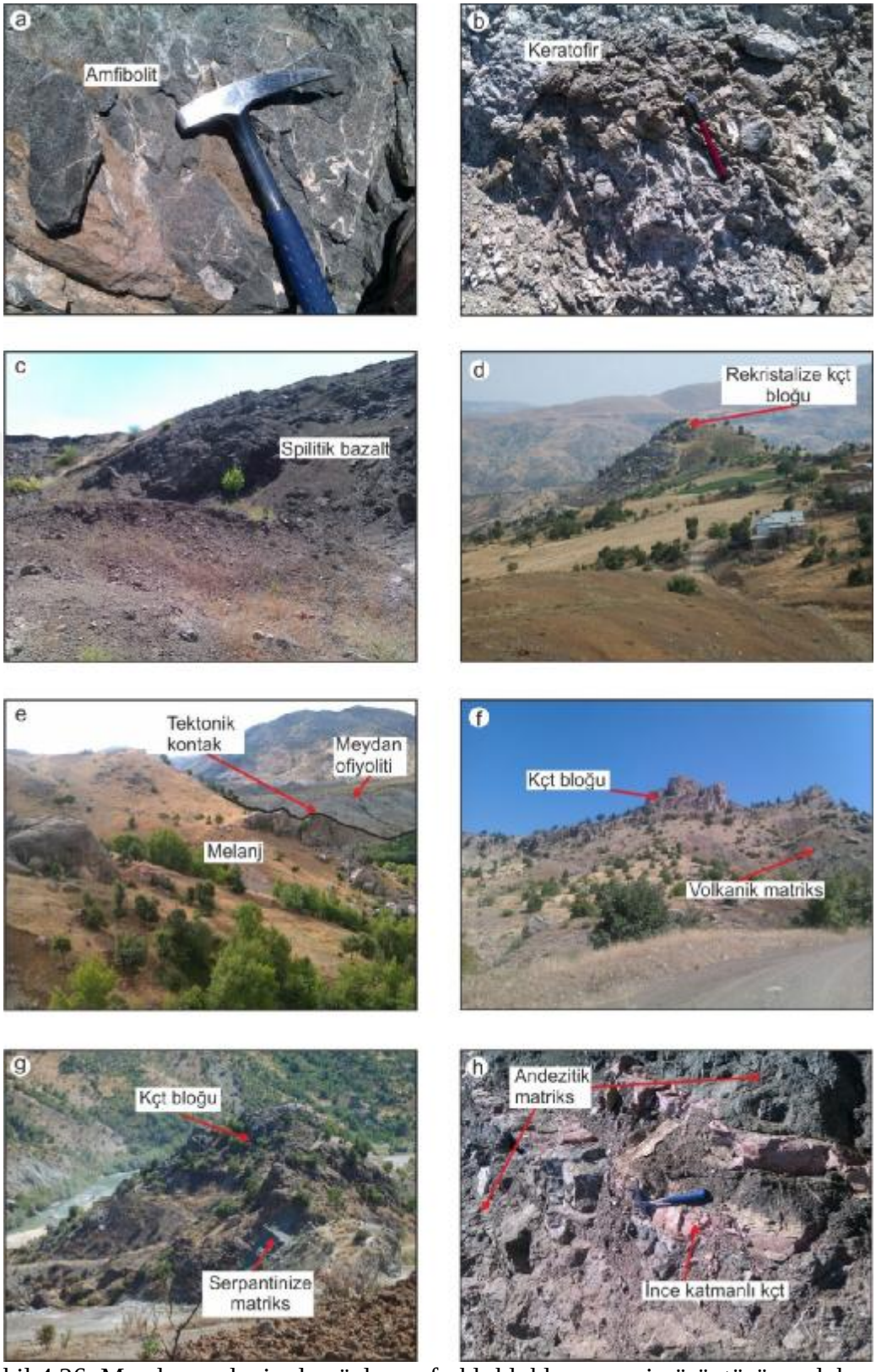
Kuvars: Kayaç içerinde gözlenen kuvars kristalleri sub-otomorf ve ksenomorf taneler halindedir. Maruz kaldığı basıncı yansıtır şekilde dalgalı sönme gösteren kristaller zaman zaman ortoklaz minerallerini içermekte ve bu mirmekitik dokunun oluşumuna neden olmaktadır (Şekil 4.31).



Şekil 4.31. Granitlerde gözlenen ortoklazlarda gözlenen karlspat ikizi ve genel görünüm (Çift Nikol. Plj: Plajiyoklas, Q: Kuvars, Ort: Ortoklaz, Bio: Biyotit)

Plajiyoklas: Genellikle polisentetik ikizlenmeleri ile dikkat çeken kristaller prizmatik şekillidirler. Nadiren zonlu yapı gösteren plajiyoklaslar üzerinde yapılan sönme açısı tayinleri sonucunda %35 an içeriğine sahip oldukları tespit edilmiştir. İleri derecede alterasyon sunan kritallerde yaygın olarak gözlenen ikincil mineral ise kalsit, epidot ve kaolendir (Şekil 4.31).

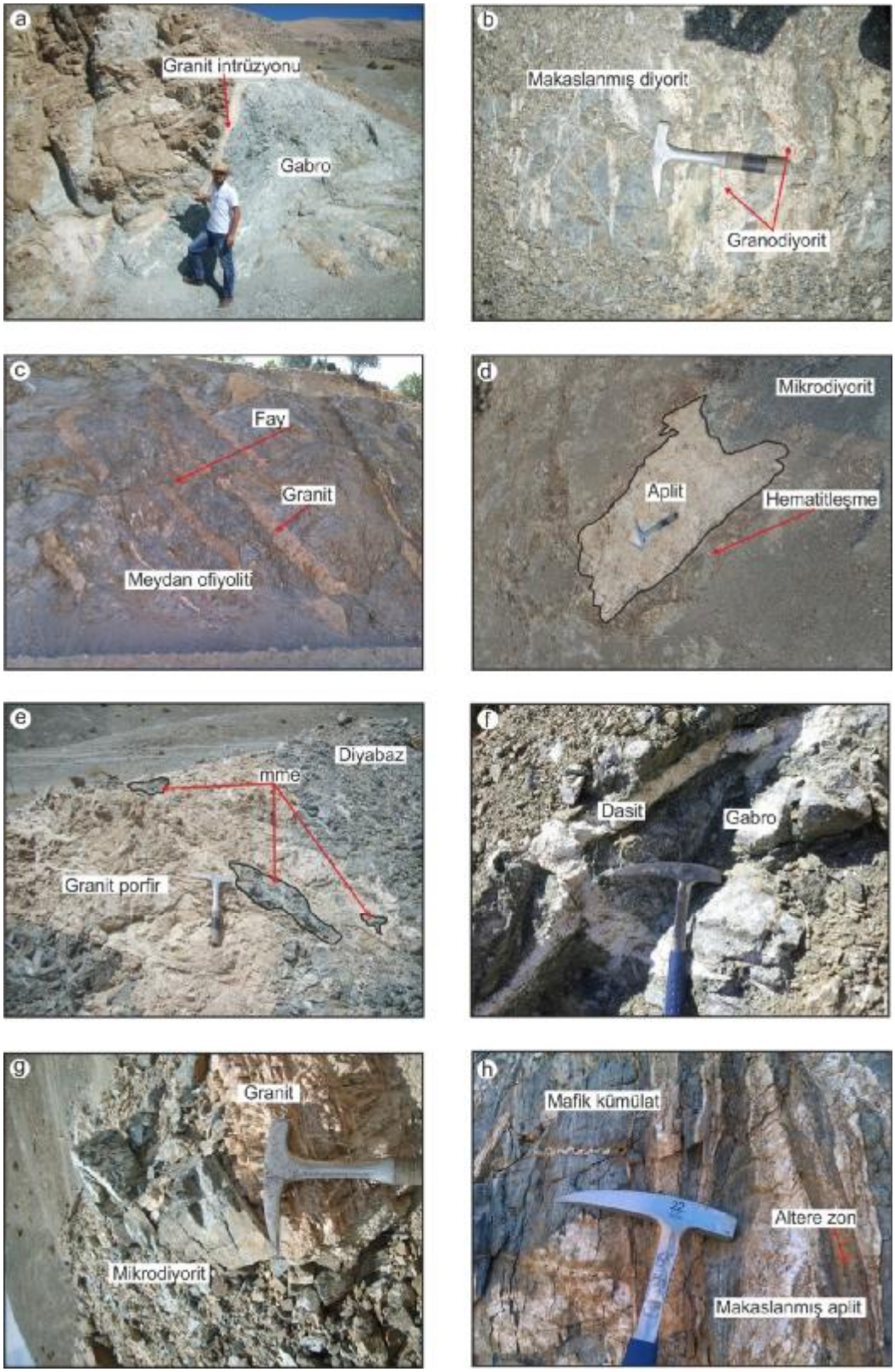
Ortoklaz: Felsik minerallerin % 25'ini oluşturan ortoklaz mineralleri karlspat ikizleri ve pertitleşme göstermeleriyle dikkat çekmektedirler. Genellikle sub-otomorf nadiren otomorf şekilde gözlenen ortoklazların hemen hepsinde kaolenleşme mevcuttur (Şekil 4.31, 32).



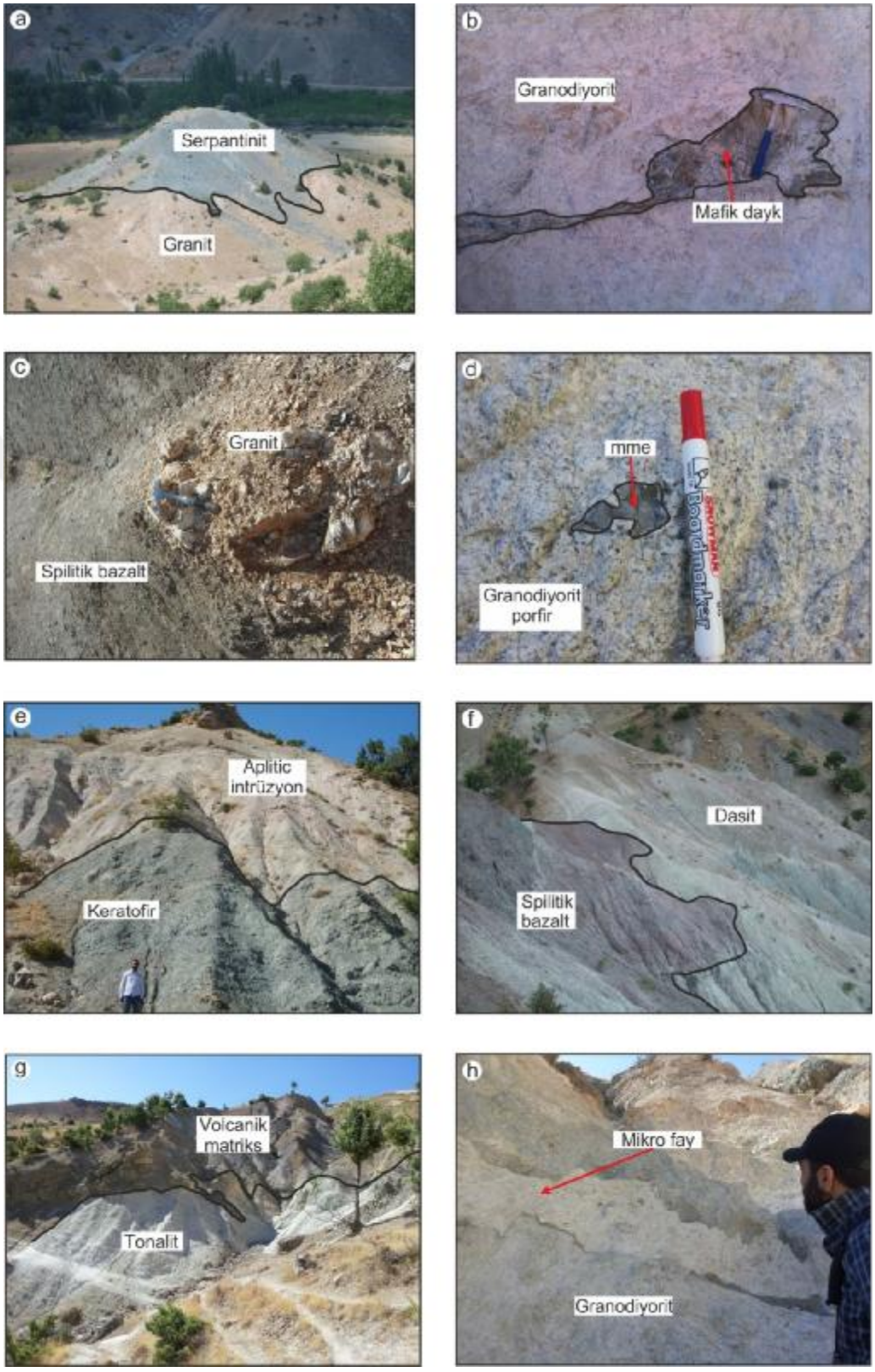
Şekil 4.26. Meydan melanjında gözlenen farklı blokların arazi görüntüsü ve dokanak ilişkileri



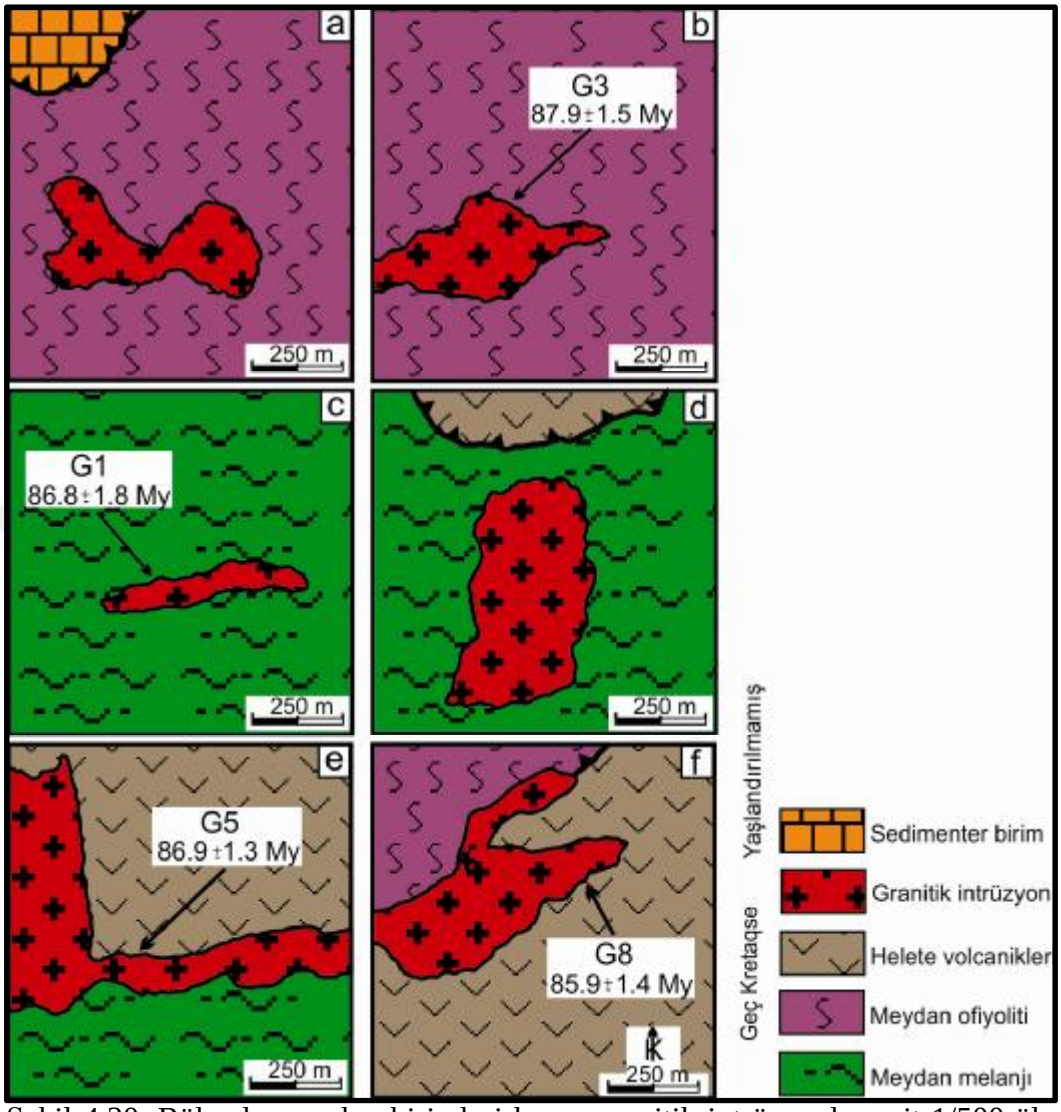
Şekil 4.27. Helete volkaniklerini kesen granitik intrüzyonların arazi görüntüsü



Şekil 4.28. Meydan ofiyolitini kesen granitik intrüzyonların arazi görüntüsü



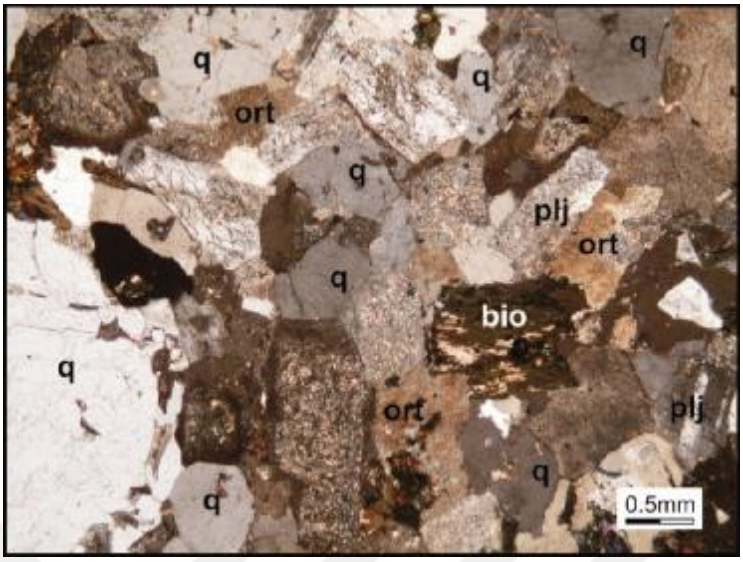
Şekil 4.29. Meydan melanjını kesen granitik intrüzyonların arazi görüntüsü



Şekil 4.30. Bölgede yer alan birimleri kesen granitik intrüzyonlara ait 1/500 ölçekli detay jeoloji haritası

Biyotit: Kayaçta hakim mafik minerali temsil eden biyotit kristalleri ince uzun latalar şeklinde, tek önde gelişmiş belirgin dilinim izlerine sahip olarak gözlenmektedirler. Büyük kısmında kloritleşme yaygın gözlenirken bir kısmında opaklaşma mevcuttur (Şekil 4.31).

Muskovit: Pembe-yeşil girişim renkleri ve tek yönde gelişmiş belirgin dilinim izleri ile kolaylıkla ayırt edilebilen muskovit kristalleri kayaçta az miktarda gözlenmektedir.



Şekil 4.32. Granitlerde gözlenen taneli doku ve ortoklazlarda ileri derecede kaolenleşme (Çift Nikol. plj: Plajiyoklas, q: Kuvars, ort: Ortoklaz, Bio: Biyotit)

Hornblend: Kayaçta bulunan az miktarda hornblend kristali çubuksu ve ksenomorf taneler halindedir. Yeşilin tonlarında belirgin pleokroizmaları ve otomorf kristallerinde izlenen çift yönde dilinimleri ile kolay ayırt edilebilen hornblendler eğik sönme göstermektedirler.

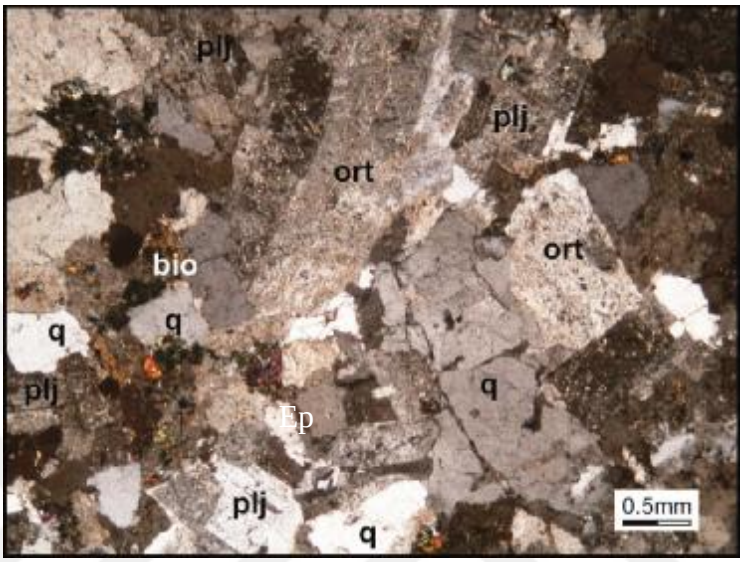
Epidot: Hemen hepsi ikincil süreçler sonucu plajiyoklaslar aleyhine gelişen epidot kristalleri tek nikolde limon sarısı pleokrozimaları ve çift nikolde canlı girşim renkleri ile tipiktirler (Şekil 4.33).

Klorit: Hemen hepsi biyotitler aleyhine gelişmiş klorit mineralleri tek nikolde soluk yeşil pleokroizmları, tek yönde gelişmiş belirgin dilinim izleri ve çift nikolde lacivert girişim renkleri ile kolaylıkla ayrıt edilebilmektedirler.

Sfen: Kirli sarı polarisazyon renkleri yüksek rölyefleri, genellikle otomorf kristalleri ile karakteristik olan sfen mineralleri kayaç içinde tali mineral olarak gözlenmiştir. Özellikle otomorf yapılı olan sfen kristallerinde çift yönde iyi gelişmiş dilinim izi gözlenmektedir.

Zirkon: Canlı girişim renkleri, çubuksu kristalleri yüksek rölyefleri ve paralel sönme göstermeleri ile karakteristik olan zirkon minerallerine kayaçta nadiren rastlanmaktadır.

Opak Mineral: Hemen hemen tamamı ferromagnezyen mineraller aleyhine gelişmiş az miktarda bir kısmı ise birincil olarak oluşmuş otomorf manyetit ve pirit oldukları tahmin edilen opak mineraller tespit edilmiştir.



Şekil 4.33. Granitlerde gözlenen ikincil epidot kristalleri (Çift Nikol. plj: Plajiyoklas, q: Kuvars, ort: Ortoklaz, bio: Biyotit, ep: Epidot)

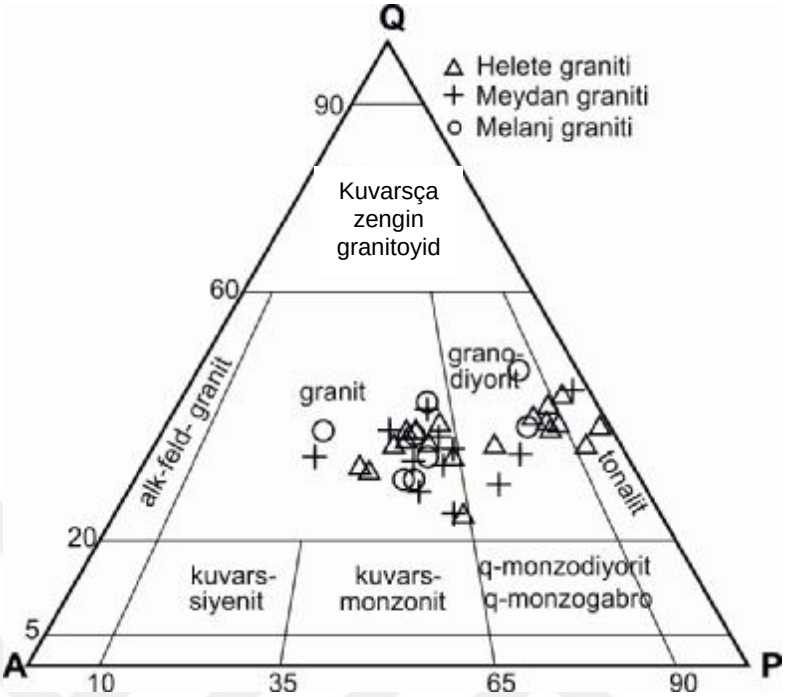
Granodiyorit

Doku: Taneli-Mikografik-Poikilitik

İçindeki Mineraller:

Kuvars: Kayaçta hakim felsik minerali temsil eden kuvars kristalleri çift nikolde birinci sıranın gri-sarı tonlarında polarize olmaktadırlar. Genellikle otomorf ve orta büyüklükte tanelerden oluşan,i bol mikatarda kırık ve çatlak içeren kristaller maruz kaldıkları basıncın izlerini taşır vaziyette dalgalı sönme sunmaktadırlar (Şekil 4.35.). Kayaçta yaklaşık olarak %35-45 oranında görülürler.

Plajiyoklas: Genellikle gri-sarı tonlarda polarizasyon renklerinde izlenen plajiyoklas mineralleri bol miktarda kırık çatlak içermekte ve sub-otomorf halindedirler. Polisentetik ikizleri rahatlıkla ayırt edilebilen kristaller prizmatik şekilli ileri derecede alterasyon göstermektedirler. Bir kısım plajiyoklas kristallerinde zonlu yapı gözlenmekte ve kuvarslarda olduğu gibi basıncın sonucu olarak dalgalı sönme sunarlar (Şekil 4.35).



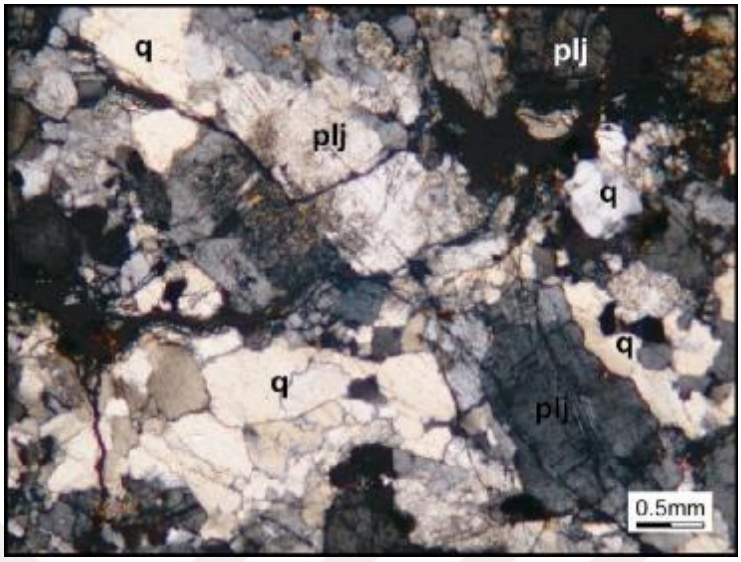
Şekil 4.34. Analizi yapılmış granitik örneklere ait QAP diyagramı (Le Maitre 1989).

Ortoklaz: kayaç içerisinde %10-15 civarında izlenen sub-otomorf şekilli ortoklaz kristallerinde karlspat ikizlenmesi net bir şekilde gözlenmektedir. İleri derecede kaolenleşme ve pertitleşme gösteren kristalleri yer yer kuvarslarla meydana gelen mikrografik dokunun bir parçasını oluşturmaktadırlar.

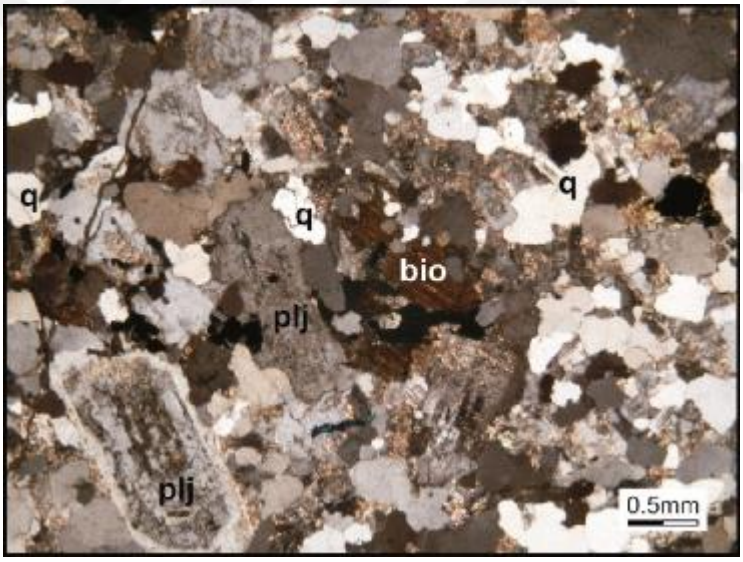
Biyotit: İkinci sıranın canlı girişim renklerinde polarize olan biyotit mineralleri genellikle uzun prizmatik şekillerde yer yer de düzensiz şekilli olarak görülmekte ve diğer mineraller gibi maruz kaldıkları basıncın etkisi ile bükülmeler kıvrımlanmalar sunmaktadırlar (Şekil 4.36).

Hornblend: Kayaçta mafik mineraller içerisinde %15 oranında gözlenen hornblendler ksenomorf, sub-otomorf taneler halindedirler. C eksenine dik kesitlerinde mükemmel çift yönde dilinim izleri ise karakteristiktirler ve eğik sönme göstermektedirler. Yeşilin tonlarında pleokroizma göstermeleri ve c eksenine paralel kesitlerinde tek yönde iyi gelişmiş dilinim izleri ile rahatlıkla ayırt edilebilen hornblendler çoğunlukla kloritleşme ve opaklaşma şeklinde alterasyon sunarlar.

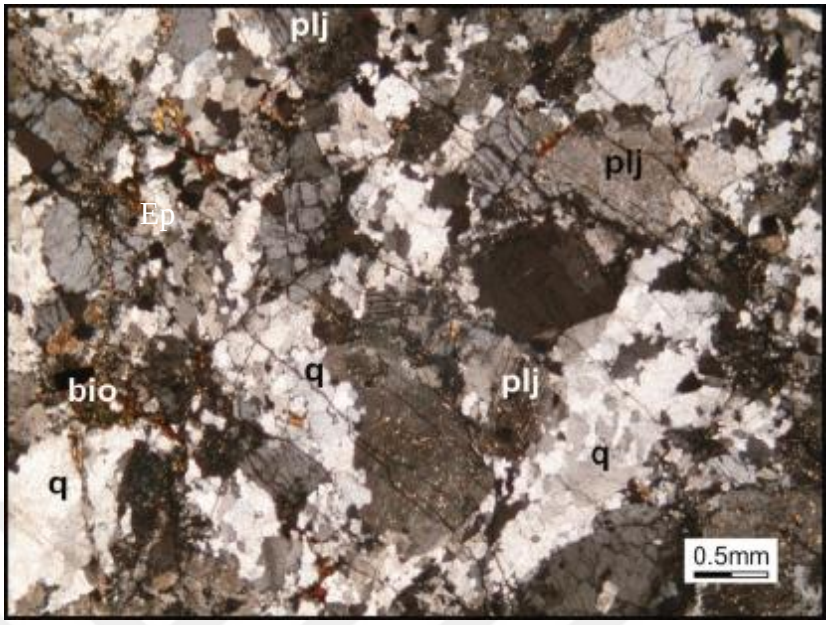
Muskovit: Kayaç içerinde eser miktarda gözlenen muskovit mineralleri canlı girişim renkleri, tek yönde gelişmiş belirgin dilinim izleri, paralel sönme göstermeleri ve kedi gözü yansımaları ile rahatlıkla ayırt edilebilmektedirler.



Şekil 4.35. Granodiyoritlere ait ince kesit görünümü (Çift Nikol. q: Kuvars, plj: Plajiyoklas)



Şekil 4.36. Granodiyoritlerde gözlenen zonlu plajiyoklaslar (Çift Nikol. plj: Plajiyoklas, q: Kuvars, Ort: ortoklaz, bio: Biyotit)



Şekil 4.37. Granodiyoritlerde gözlenen ikincil epidot oluşumu (Çift Nikol. plj: Plajiyoklas, q: Kuvars, ort: Ortoklaz, bio: Biyotit, ep: Epidot)

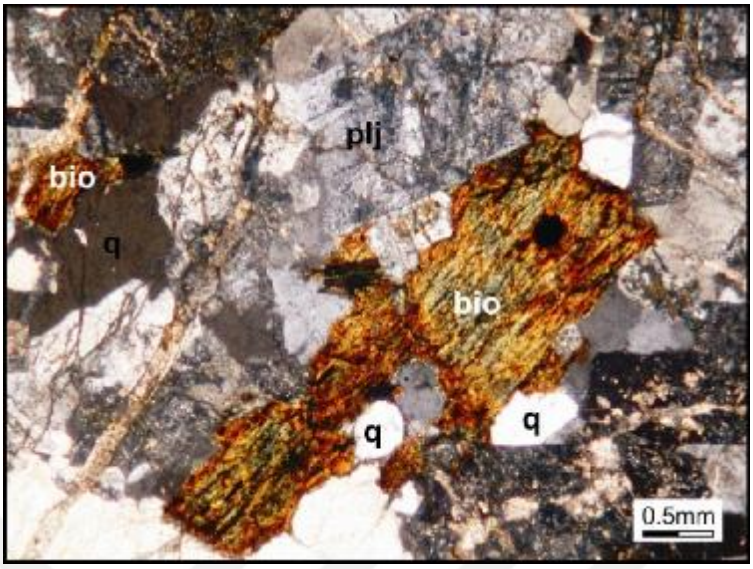
Klorit: Hornblend ve biyotit gibi ferromagnezyen mineraller aleyhine gelişmiş olup, soluk yeşil-lacivert girişim renklerine sahip klorit kristalleri ikincil süreçlerle oluşmuşlardır (Şekil 4.37, 38).

Epidot: Hem ferromagnezyen mineraller aleyhine hem de boşluk dolgusu şeklinde oluşmuş epidot kristalleri tek nikolde limon sarısı pleokroizma vermeleri, çift nikolde canlı girişim renkleri ile rahatlıkla ayırt edilebilmektedirler.

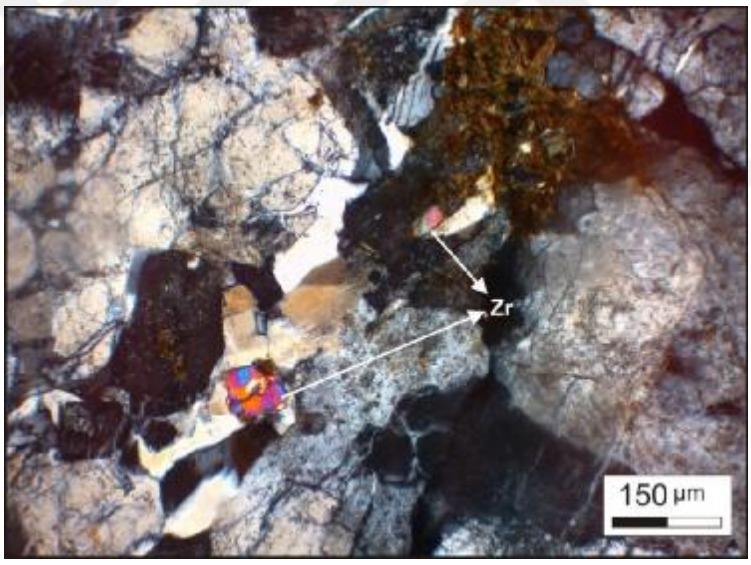
Zirkon: kayaç içerisinde otomorf iki ucu sivri çubuğumsu kristaller şeklinde izlenmekte, canlı girişim renkleri paralel sönmeleri ve yüksek rölyefleri ile tanınmakta ve az miktarlarda gözlenmektedirler (Şekil 4.39).

Apatit: az miktarda gözlenen apatit kristalleri otomorf, sub-otomorf keskin kenarlı, düşük çift kırınımı ve yüksek rölyefleri ile tanınmaktadırlar.

Opak Mineral: Büyük bir kısmı ilksel ve diğer bir kısmı ikincil olarak ferromagnezyen mineraller aleyhine gelişmiş olarak gözlenen manyetit olabilecekleri tahmin edilen opak mineraller saptanmıştır.



Şekil 4.38. Granodiyoritlerde tamamen kloritleşmiş biyotit görünümü (Çift Nikol. plj: Plajiyoklas, q: Kuvars, ort: Ortoklaz, bio: Biyotit)



Şekil 4.39. Granodiyoritlerde gözlenen zirkon kristalleri (Çift Nikol. Zr: Zirkon)

Tonalit

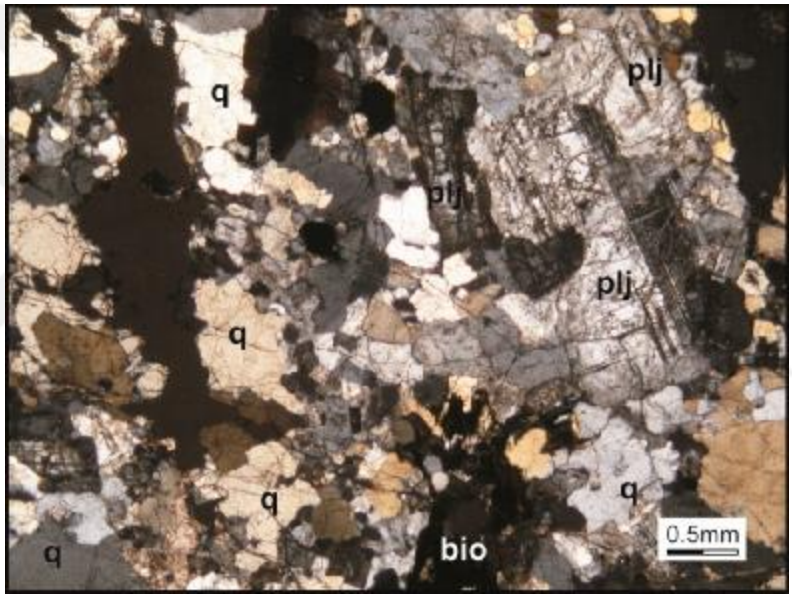
Doku: Taneli-Mikrografik

İçindeki Mineraller:

Kuvars: Kayaç içerisinde hakim felsik minerali temsil eden kuvars kristalleri yaklaşık olarak %40-45 oranında gözlenmektedirler. Sarı-gri tonlarda polarizasyon renklerine sahip olan kristaller maruz kaldıkları basıncın etkisi sonucu dalgalı sönme

göstermektedirler (Şekil 4.40). Kayacın genelinde izlenen kırık ve çatlaklar kuvarslarda da gözlemlenmiş fenokristallerde kırılmalar meydana gelmiştir.

Plajiyoklas: Birinci sıranın gri tonlarında polarize olan genellikle prizmatik şekillerde yer yer sub-otomorf ve orta büyüklükte olan plajiyoklas kristalleri kayacın genelinde izlenen deformasyondan etkilenmişlerdir. Yaklaşık olarak %40 oranında gözlenen plajiyoklas minerallerinin fenokristallerinde belirgin polisentetik ikizlenmeler dikkat çekmektedirler. Kaolenleşme ve kalsitleşme türü alterasyon gözlenen plajiyoklasların bir kısmında zonlu yapı izlenmektedir.



Şekil 4.40. Tonalitlerde gözlenen minerallerde deformasyon etkisiyle kırık ve çatlak görünümü (Çift Nikol. Plj: Plajiyoklas, Q: Kuvars)

Ortoklaz: Kayaçta eser miktarlarda gözlenen ortoklaz kristalleri ileri derecede kırık-çatlak içermeleri, kaolenleşme, pertitleşme gibi alterasyon göstermeleri ile tanınmaktadırlar. Kayaç içerisinde %5-6 oranında gözlenmektedirler.

Biyotit: Hakim mafik minerali temsil eden biyotitlerin hemen hepsinde kloritleşme ve opaklaşma izlenmektedir. Tek nikolde kahverengi pleokroizması ve tek yönde mükemmel dilinim izleri ile çift nikolde ise paralel sönmesi ve kedi gözü yansıması ile rahatlıkla ayırt edilebilmektedirler.

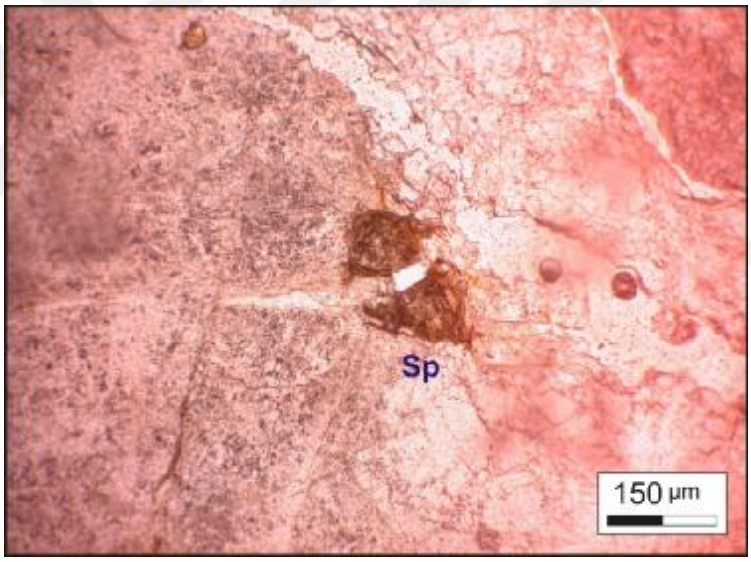
Hornblend: Kayaçta az miktarda gözlenen hornblend kristalleri ileri derecede kloritleşme ve opaklaşma göstermektedir. %3-4 oranında görülmektedirler. Tek

nikolde yeşilin tonlarında pleokroizma gösteren hornblendler C eksenine dik kesitlerinde belirgin çift yönde dilinim izleri sunmaktadırlar.

Epidot: Plajiyoklasların aleyhine gelişmiş olarak kayaçta az miktarlarda gözlenen epidotlar tek nikolde sarı renkteki pleokroizmaları ve canlı girişim renkleri ile rahatlıkla ayırt edilebilmektedirler.

Klorit: Kayaçta ferromagnezyen mineraller aleyhine gelişmiş ikincil süreçlerle oluşmuş klorit minerallerine rastlanmaktadır. %3-4 oranında gözlenen kristaller soluk yeşil pleokroizmaları ile rahatlıkla ayırt edilebilmektedirler.

Zirkon: Canlı girişim renkleri, yüksek rölyefleri ve tipik çubuksu iki ucu sivri şekilleri ile karakteristik zirkon mineralleri tali mineral olarak görülür.



Şekil 4.41. Tonalitlerde gözlenen sfen minerali (T.N. Sp: Sfen)

Sfen: Kirli sarı girişim renkleri, yüksek rölyefleri ve çatlaklı oluşlarıyla dikkat çeken sfenlere az miktarda rastlanmıştır (Şekil 4.41).

Apatit: Kayaçta az miktarda gözlenen iğnemsi ve ince kristaller halindeki apatit kristalleri birinci sıranın gri tonlarında girişim rengine sahiptirler.

Opak Mineral: İlksel ve ikincil opak minerallere rastlanmaktadır. İkincil opak mineraller ferromagnezyen minerallerden biyotitler aleyhine gelişme göstermekte olup düzensiz şekiller sunmaktadırlar. İlksel opak mineraller ise düzgün kenar ve

köşelere sahip olup bu özellikleriyle ikincil opak minerallerden ayrılmaktadırlar. Manyetit olabilecekleri tahmin edilmektedir.

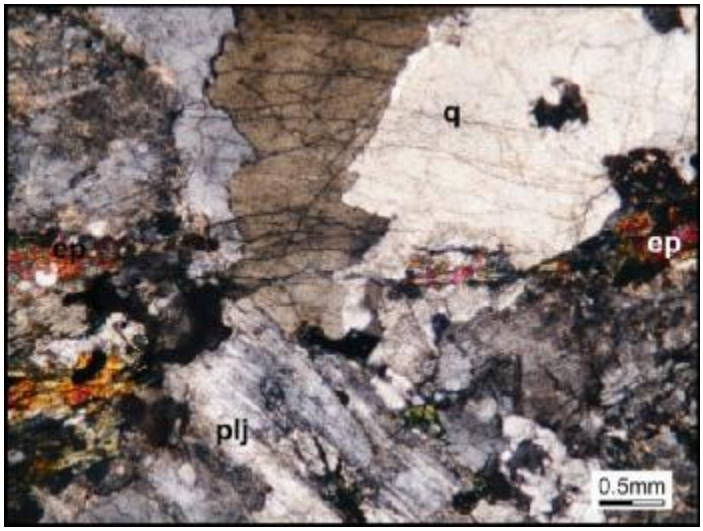
Granodiyorit Porfir

Doku: Mikrogranüler Porfirik- Mirmekitik

İçindeki Mineraller:

Kuvars: Kayaçta hakim felsik minerali temsil eden kuvars kristallerine yaklaşık olarak %40- 45 oranında rastlanmaktadır. Hem fenokristal hem de mikrokristal halde gözlenen kuvars mineralleri kayacın maruz kaldığı basıncın izlerini taşır vaziyette dalgalı sönme göstermektedirler (Şekil 4.42).

Plajiyoklas: Kayaç içerisinde genellikle prizmatik şekilli ve belirgin polisentetik ikizlenmeli olarak izlenen plajiyoklas mineraline yaklaşık olarak %30 oranında rastlanmaktadır (Şekil 4.40). Tıpkı kuvars minerallerinde izlendiği gibi plajiyoklaslar üzerinde de kayacın maruz kaldığı basıncın izlerini yansıtır vaziyette dalgalı sönme gözlenmektedir. İleri derecede alterasyon izlenmekte ve kaolenleşme, epidotlaşma ve serisitleşme şeklinde kendini göstermektedir.



Şekil 4.42. Granodiyorit porfirlere ait mikroskop görünümü (Çift Nikol. plj: Plajiyoklas, q: Kuvars, ep: Epidot)

Ortoklaz: Kayaçta %5-10 oranında gözlenen ortoklaz kristallerinin hemen hepsi ileri derecede ayrışma göstermektedirler. Kaolenleşme, pertitleşme ve

serisitleşme en yaygın gözlenen alterasyon türleridir. Gri-sarı renklerde polarize olan ortoklazların büyük kısmında karlspat ikizlenmesi gözlenmektedir.

Biyotit: Kayaç içerisinde levhamsı kristallerden oluşan biyotitler kayacın maruz kaldığı basıncın izlerini taşır vaziyette kırıklanma ve kıvrımlanma göstermektedirler. Tek nikolde kahverengi pleokroizması ile dikkat çeken minerallerin hemen hepsinde kloritleşme ve opaklaşma gözlenmiştir.

Hornblend: Hemen hepsi alterasyon sonucu kloritleşme ve epidotlaşma gösteren az miktarda hornblend mineralleri sub-otomorf ve ksenomorf olarak izlenmiştir.

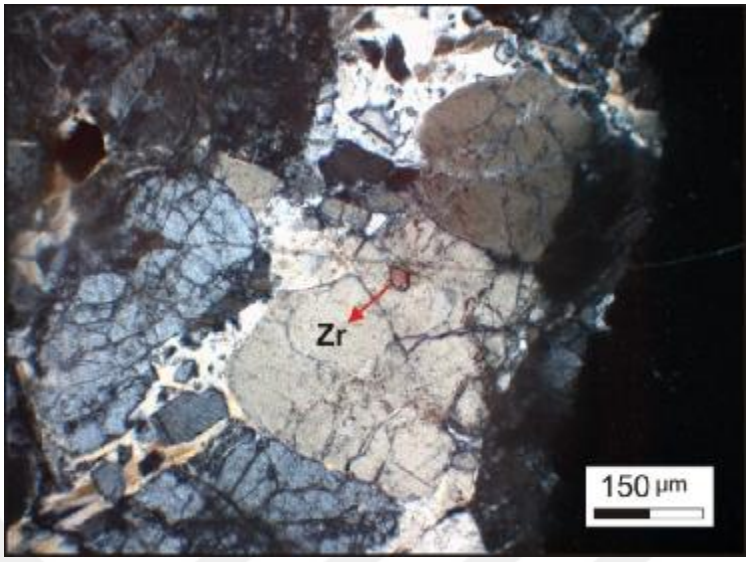
Epidot: Kayaç içerisinde plajiyoklaslar ve ferromagnezyen mineraller aleyhine gelişmiş ikincil süreçlerle oluşan epidot kristalleri tek nikolde limon sarısı pleokroizmaları ve çift nikolde canlı girişim renkleri ile kolaylıkla ayırt edilebilmektedirler (Şekil 4.42).

Klorit: Hemen hepsi ferromagnezyen mineraller aleyhine gelişen kloritler de epidotlar gibi az miktarda gözlenmektedirler. Tek nikolde soluk yeşil pleokroizması, çift nikolde lacivert-koyu kahverengi polarizasyon renkleri ile dikkat çekmektedirler. Özellikle biyotitlerin dilinim izleri boyunca dönüşümleri sonucu oluşumları sıkça görülür.

Muskovit: Belirgin tek yönde gelişmiş dilinim izleri, levhamsı kritalleri, çift nikolde canlı girişim renkleri ile karakteristik olan muskovit mineralleri kayaçta az miktarda izlenmektedirler.

Zirkon: Kayaçta tali mineral olarak gözlenen zirkon kristalleri yüksek rölyefleri, paralel sönmeleri ve üçüncü sıra renkleri ile karakteristiktirler. Genellikle iki ucu sivri ve çubuksu şekilde izlenmektedirler (Şekil 4.43).

Sfen: Kayaç içerisinde az miktarda gözlenen sfen çok yüksek çift krırınımları, yüksek rölyefleri ve kirli sarı renkleri ile tanınmaktadırlar. Genelde çubuksu ve özşekilsiz kristal şekilleri sunarlar.



Şekil 4.43. Granodiyorit porfirlerde izlenen zirkon kristalinin görünümü (Çift Nikol. Zr: Zirkon)

Opak mineral: Kayaçta bir kısmı ilksel ve diğer bir kısmı ferromagnezyen mineraller aleyhine gelişmiş ikincil opak mineraller gözlenmiştir. İlksel olanları düzgün kenar ve köşelere sahiptirler. Manyetit ve pirit oldukları tahmin edilen opak mineraller az miktarlarda gözlenmektedir.

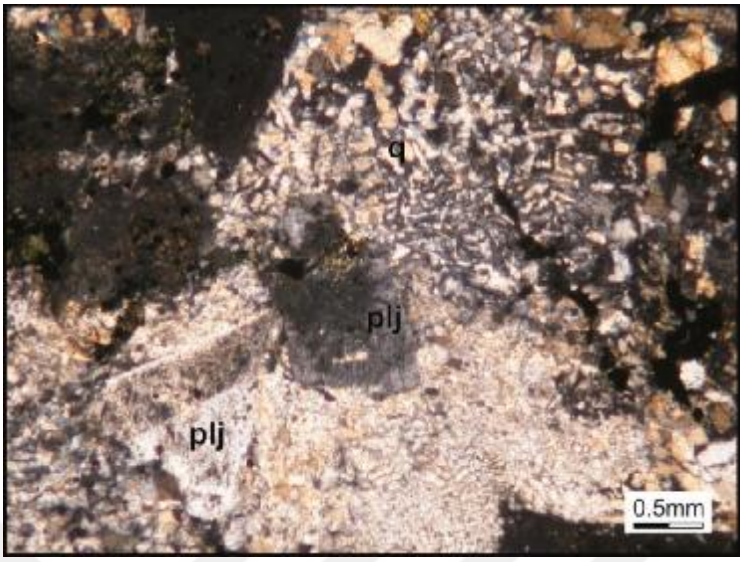
Granofir

Doku: Mikrografik-Mirmekitik-Sferolitik-Mikrogranüler Porfirik

İçindeki Mineraller:

Kuvars: Kayaçta hakim minerali temsil eden kuvars kristalleri çoğunlukla ksenomorf, mikrogranüler ve fenokristaller şeklindedir.Bir kısmı ortoklazlarla eşzamanlı büyüme göstererek granofirik (mikrografik) doku bünyesinde yer almakta ve kayaçta yaklaşık %40 civarında gözlenmektedirler (Şekil 4.44). Hemen hepsi kayacın maruz kaldığı basıncın izlerini yansıtır vaziyette dalgalı sönme göstermektedirler.

Plajiyoklas: Kayaç içerisinde hemen hepsi ileri derecede alterasyona maruz kalmış fenokristal ve mikrokristal halde gözlenen plajiyoklas minerallerine rastlanmıştır. Genellikle prizmatik şekillerde yer alan plajiyoklaslar %15-20 oranında temsil edilmektedirler. Kaolenleşme ve kalsitleşme en yaygın alterasyon türlerini oluşturmaktadır (Şekil 4.44).



Şekil 4.44. Granofirlere ait mikrografik doku görünümü (Çift Nikol. plj: Plajiyoklas)

Ortoklaz: Kayaçta %10-15 oranında gözlenen ortoklaz mineralleri mikrografik dokuda kuvarslarla birlikte gelişmişlerdir. Kristaller, prizmatik, mikrokristal ve fenokristaller halinde gözlenmiştir (Şekil 4.42). Birinci sıranın sarı renklerinde polarize olan ortaklasların hemen hepsinde kaolenleşme ve pertitleşme şeklinde alterasyonlar görülür. Özellikle otomorf gözlenen kristaller karlspat ikizlenmesi ile rahatlıkla ayırt edilebilmektedirler.

Biyotit: Hemen hepsi alterasyon sonucu kloritleşmiş vaziyette izlenen biyotit mineralleri tek nikolde belirgin tek yönde dilinim izleri ve çift nikolde tam sönme göstermeleri ile rahatlıkla ayırt edilebilmektedirler. Genellikle uzun ince levha şekilli kristaller halinde olup, yer yer orta büyüklükte prizmatik kristaller şeklinde görülür.

Hornblend: Kayaçta eser miktarda gözlenen genelde çubuksu formda yer alan mineraller, tek nikolde yeşil pleokroizma vermeleri ve çift nikolde eğik sönme göstermeleri ile tanınırlar. Bu minerallerde de tıpkı biyotitlerde olduğu gibi alterasyon çok yaygın gözlenmiş olup, en yaygın alterasyon türü kloritleşme ve opaklaşma olarak tanımlanmıştır.

Muskovit: Kayaç içerisinde %1-2 oranında gözlenen muskovit mineralleri tek nikolde renksiz, çift nikolde canlı girişim renkleri, tam sönme göstermeleri ve kedi gözü yansımaları ile ayırt edilebilmektedirler.

Klorit: Hemen hemen tamamı biyotit ve hornblend kristalleri aleyhine gelişmiş olarak gözlenen klorit mineralleri, koyu lacivert-kahverengi girişim renkleri ve soluk yeşil pleokroizma vermeleri ile tanınmaktadırlar.

Opak Mineral: Bir kısmı ilksel ve diğer büyük kısmı ferromagnezyen mineraller aleyhine gelişmiş ikincil opaklar olmak üzere manyetit oldukları tahmin edilen mineraller saptanmıştır.

Aplit

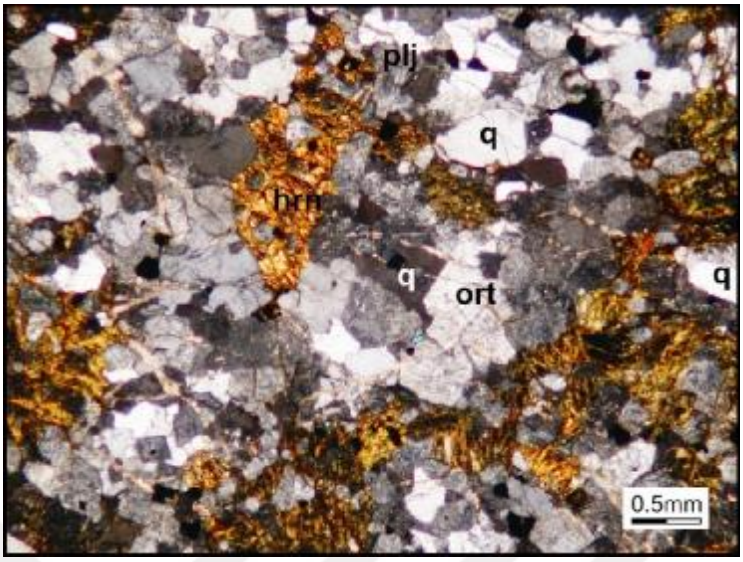
Doku: Mikrografik-Aplitik

İçindeki Mineraller:

Kuvars: Kayaçta hakim minerali temsil eden kuvarslar sub-otomorf, ksenomorf şekillerde orta büyüklükte yer yer ise mikrogranüler halde izlenmektedirler. Bir kısmı ortoklazlar ile birlikte mikrografik doku oluşturacak şekilde iç içe büyümüş kristaller halinde, geri kalan kısmı ise bağımsız ve gelişigüzel dağılmış minerallerden oluşmaktadır. Genellikle birinci sıranın gri- sarı renklerinde polarize olan kuvarsların hemen hepsinde kayacın maruz kaldığı basıncı yansıtır biçimde dalgalı sönme görülmektedir (Şekil 4.45).

Ortoklaz: Kayaçta yaklaşık olarak %25-30 oranında görülen ortoklaz minerallerinde ileri derecede alterasyon saptanmış olup temel alterasyon türleri kaolenleşme, serisitleşme ve pertitleşme olarak tespit edilmiştir. Bir kısmı kuvarslarla iç içe büyüyerek mikrografik dokunun bir parçasını temsil eden ortoklaz minerallerinin diğer bir kısmı ise bağımsız kenomorf taneler halinde gözlenmektedir. Sub- otomorf izlenen kristallerde belirgin karlspat ikizlenmeleri dikkat çekmektedir (Şekil 4.45).

Plajiyoklas: Kayaçta hemen hemen ortoklaz kristalleri ile benzer oranda izlenen plajiyoklasların büyük kısmı alterasyon göstermekte olup ana alterasyon türü kaolenleşme olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.45). Genellikle prizmatik şekillerde gözlenen plajiyoklaslarda ayrışma ileri derecede olduğu için polisentetik ikizlenmeleri seçilememektedir.



Şekil 4.45. Aplitklerin genel görünümü ve aplitik doku (Çift Nikol. Hrn: Hornblend, Ort: Ortoklaz, Q: Kuvars, Plj: Plajiyoklas)

Hornblend: Kayaçta hakim mafik minerali temsil eden kristaller tek nikolde yeşil pleokroizmaları, c eksenine dik kesitlerinde çift yönde iyi gelişmiş dilinim izleri ve çift nikolde canlı girişim renkleri, eğik sönme göstermeleri ile karakteristiktirler. Mineraller üzerinde alterasyon mevcut olup ana alterasyon türü kloritleşme olarak tespit edilmiştir.

Biyotit: Kayaçta az miktarlarda gözlenen biyotit minerallerinin kloritleşme ve opaklaşma şeklinde alterasyonlara maruz kaldığı görülmüştür. Tek nikolde yüksek rölyefi, kahverengi pleokroizması ve tek yönde belirgin dilinim izleri ile rahatlıkla ayırt edilebilmektedirler.

Epidot: Hemen hemen hepsi ikincil süreçlerle plajiyoklaslar aleyhine gelişmiş tek nikolde limon sarısı pleokroizması ve çift nikolde canlı girişim renkleri ile tipik epidot kristallerine rastlanmıştır.

Sfen: Kayaçta tali mineral olarak tespit edilen sfen kristalleri sarı pleokroizması ve sarı-pembe-yeşil benekler bulunan kirli sarı girişim renkleri ile tanınırlar.

Opak Mineral: Oldukça az miktarda, küçük özşekilsiz tanelerden ibaret olan opak minerallerin manyetit oldukları tahmin edilmektedir. Bir kısmı ferromagnezyen mineraller aleyhine gelişmiş ikincil opaklar, bir diğer kısmı ise ilksel opaklar olmak üzere iki farklı tip opak minerale rastlanmıştır.

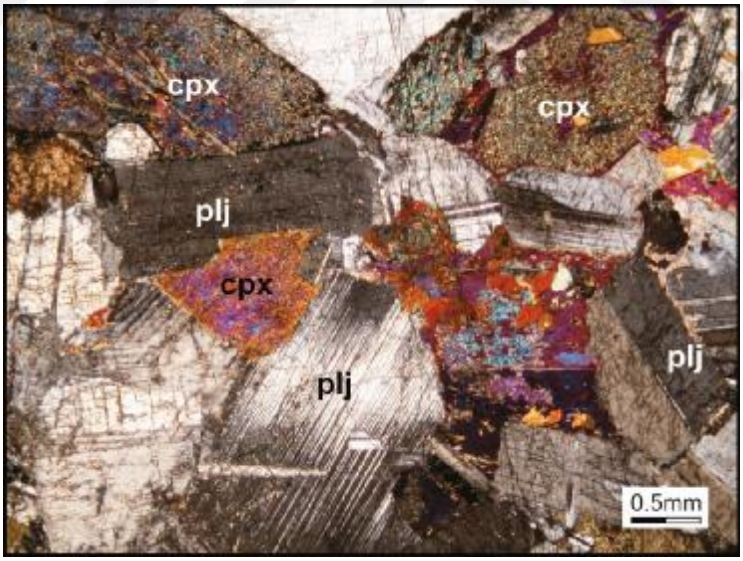
Mafik Kayalar

Gabro-norit

Doku: Taneli-Poikilitik

İçindeki Mineraller:

Plajiyoklas: Hemen hepsi sub-otomorf, otomorf kristallerden oluşan plajiyoklaslar kayacın %65-70'ini temsil etmektedirler. Bir kısmı poikilitik dokuyu oluşturacak şekilde klinopiroksenlerin içinde kapanımlar halinde görülen plajiyoklasların tamamına yakınında belirgin polisentetik ikizler gözlenirken az miktarda plajiyoklas kristalinde zonlu yapı gözlenmiştir. Polisentetik ikiz gösteren plajiyoklaslardan elde edilen sönme açıları sonucunda labrador (An_{60}) cinsi plajiyoklaslar olduğu saptanmıştır. Alterasyon yaygın izlenmezken, nadiren epidotlaşma ve kaolenleşme şeklinde alterasyon türlerine rastlanmıştır (Şekil 4.46).



Şekil 4.46. Gabroların genel görünümü (Çift Nikol. plj: Plajiyoklas, cpx: Klinopiroksen)

Klinopiroksen: Kayaç içerinde hakim mafik minerali temsil eden klinopiroksenlerin ojit oldukları tespit edilmiştir. Büyük çoğunluğu tek yönde gelişmiş belirgin dilinim izlerine sahip mineraller kayaçta %25-30 oranında yer almaktadırlar (Şekil 4.46). Klinopiroksenlerde tespit edilen alterasyon türü amfibole dönüşüm şeklinde izlenmekte olup bu dönüşüm mineralin çevresinden itibaren

merkeze doğru gelişim göstermektedir. Bu alterasyon tek nikolde yeşil pleokroizma gösteren bölümler ve göstermeyen bölümlerden kolaylıkla ayırt edilebilmektedir.

Ortopiroksen: Kayaç içerinde %3-5 oranında izlenen ortopiroksenler dik sönme göstermeleri ve tek nikolde sarı pleokroizmaları ile rahatlıkla ayırt edilebilmektedirler.

Klorit: Oldukça az oranlarda görülen kloritler ferromagnezyen mineraller aleyhine gelişmiş vaziyettedirler. Mavi-lacivert girişim renkleri ve soluk yeşil pleokroizmaları ile dikkat çekmektedirler.

Amfibol: Hemen hemen hepsi klinopiroksenler aleyhine gelişmiş amfibol minerallerine az miktarda rastlanmıştır.

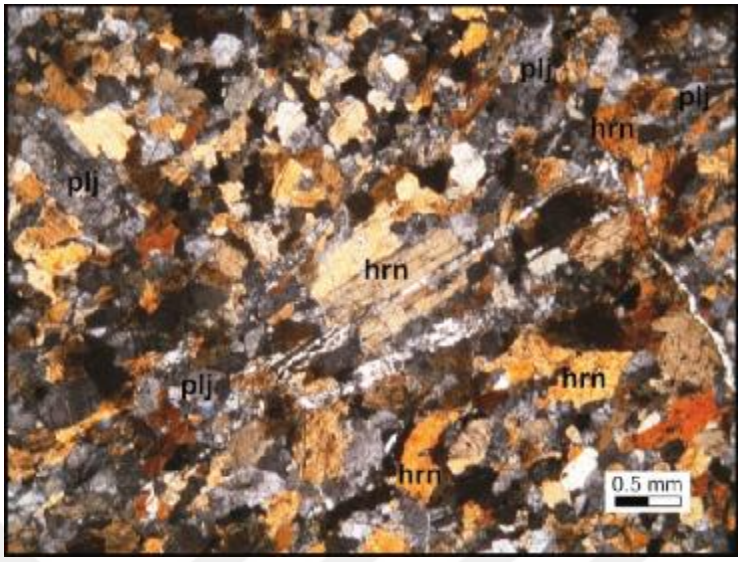
Opak Mineral: Kayaç içerisinde hemen hepsi düzgün kenar ve köşelere sahip ilksel opak mineraller saptanmıştır. Oldukça az miktarda opak mineral ise ferromagnezyen mineraller aleyhine gelişmiş ve ikincil olarak görülürler.

Diyorit

Doku: Taneli-Poikilitik

İçindeki Mineraller:

Plajiyoklas: Kayaç içerinde hakim minerali temsil eden plajiyoklaslar orta büyüklükte kristallerden oluşmakta, yaklaşık olarak % 45-50 oranında yer almaktadırlar. Hemen hepsi birinci sıranın gri renklerinde polarize olan minerallerin çok az bir kısmında polisentetik ikizlenme gözlenmektedir. Alterasyon izleri belirgin bir şekilde gözlenen kayaçtaki plajiyoklaslarda kaolenleşme ve epidotlaşma yaygın gözlenir. Kayacın içerisinde görülen minerallerin sönme açıları ölçülmüş ve bu yolla minerallerin andezin türü plajiyoklaslar oldukları tespit edilmiştir. Bir kısım plajiyoklaslar poikilitik dokuyu oluşturacak biçimde amfibol mineralleri içinde kapanım şeklinde yer almaktadırlar (Şekil 4.47).



Şekil 4.47. Diyoritlere ait taneli doku görünümü (Çift Nikol. plj: Plajiyoklas, hrn: Hornblend)

Hornblend: Genellikle orta–küçük büyüklükte tanelerden oluşan mineraller sub-otomorf ve otomorf kristaller olmak üzere iki farklı şekilde kayaçta gözlenmektedirler. Tek nikolde yeşilin tonlarındaki pleokroizması, yüksek rölyefi, çift yönde dilinimi ve çift nikolde ikinci sıra canlı renkleri, eğik sönmesi ile karakteristik olan kristaller hakim mafik minerali temsil etmektedirler. Özellikle c eksenine dik kesitlerinde h^I (100) ikizleri ile tipik olan minerallerin bir kısmında kloritleşme türü alterasyon gözlenir (Şekil 4.47).

Klinopiroksen: Kayaç içerisinde %3-5 oranında izlenen ojit türü klinopiroksenler tek nikolde soluk pleokroizmaları, c eksenine dik kesitlerinde birbirine dik iki yönde dilinim izleri ve çift nikolde canlı girişim renkleri ile ayırt edilmektedirler.

Kuvars: Genellikle küçük tanelerden oluşan dalgalı sönme gösteren kristaller az miktarda gözlenmektedir.

Klorit: Kayaç içerisinde ferromagnezyen minerallerden bozuşma yoluyla oluşmuş kloritler mavi-lacivert girişim renkleri ve tek nikolde soluk yeşil pleokroizmaları ile dikkat çekmektedirler.

Opak Mineral: Bir kısmı ilksel ve diğer bir kısmı ferromagnezyen mineraller aleyhine ikincil olarak oluşmuş opak mineraller tespit edilmiştir. İlksel olanlar

düzgün kenar ve köşelere sahip olmaları ile ikincil olanlardan ayırt edilebilmektedirler.

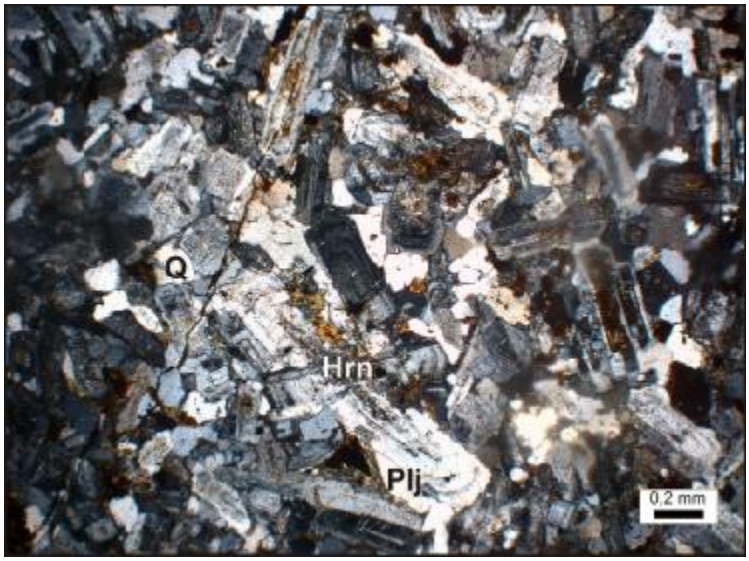
Kuvarslı Diyorit

Doku: Taneli-Poikilitik-Mikrografik

İçindeki Mineraller

Plajiyoklas: Kayaçta hakim felsik Minerali temsil eden plajiyoklasların hemen hepsi prizmatik şekillerde ve yer yer sub-otomorf olarak izlenmektedir. Otomorf olanlarında polisentetik ikizlenmeleri rahatlıkla ayırt edilebilen kristallerin bir kısmı ise zonlu yapı sunmaktadırlar (Şekil 4.48). Yaklaşık %50 oranında yer alan mineraller üzerinde sönme açıları ölçülmüş ve andezin (An_{30-35}) türü oldukları saptanmıştır. Orta derecede alterasyon gösteren plajiyoklaslarda en yaygın alterasyon türü kaolenleşme olarak belirlenmiştir.

Kuvars: Kayaç içerisinde plajiyokasların ve mafik minerallerin boşluklarını doldurur vaziyette izlenen kuvars kristalleri yaklaşık olarak %10-15 oranında bulunmaktadırlar. Genellikle ksenomorf gözlenen kristaller gri ve tonlarında girşim rengi göstermeleri ve tek nikolde berrak görünümleri ile rahatlıkla ayırt edilebilmektedirler.



Şekil 4.48. Kuvarslı diyoritlerde gözlenen zonlu plajiyoklaslar (Çift Nikol. plj: Plajiyoklas, q: Kuvars, hrn: Hornblend)

Hemen hepsinde maruz kaldıkları basıncın izlerini yansıtır vaziyette dalgalı sönme gözlenmektedir (Şekil 4.48).

Ortoklaz: Kayaçta oldukça az miktarda gözlenen ortaklasların hemen hepsi kaolenleşme ve pertitleşme göstermektedirler.

Hornblend: Genellikle yarı otomorf kristallerden oluşan hornblendler sub-otomorf, ksenomorf taneler halindedir. İkinci sıranın sarı, turuncu, kahverengi tonlarında girişim rengi sunan mineraller tek nikolde kahverengi pleokroizmaları ve yüksek rölyefleri ile dikkat çekmektedirler. Kayaç içerinde %5-8 oranında izlenen mineraller eğik sönme göstermeleri ile tanınırlar (Şekil 4.48).

Biyotit: Kayaç içerisinde %3-5 oranında gözlenen orta büyüklükte levhamsı kritallerden oluşan biyotit mineralleri tek nikolde kahverengi pleokroizmaları, yüksek rölyefleri ve tek yönde belirgin dilinim izleri ile dikkat çekmektedirler. Genellikle alterasyon göstermekte olup kloritleşme ve opaklaşma en yaygın alterasyon türleridir.

Sfen: Kayaçta az miktarda gözlenen sfen mineralleri tek nikolde kirli sarı pleokroizmaları ve özşeklli kristalleri ile dikkat çekmektedirler.

Klorit: Hemen hepsi ferromagnezyen mineraller aleyhine gelişmiş vaziyette ikincil süreçlerle oluşmuş klorit minerallerine rastlanmıştır. Tek nikolde yeşil pleokroizmaları ile rahatlıkla ayırt edilebilmektedirler.

Opak Mineral: Bir kısmı ilksel ve diğer bir kısmı ferromagnezyen mineraller aleyhine gelişmiş ikincil opaklar olmak üzere iki türlü opak mineral gelişimi izlenmektedir. İlksel opak mineraller düzgün kenar ve köşelere sahip olmaları ile ikincil opaklardan ayrılmaktadır. Manyetit olabilecekleri tahmin edilmektedir.

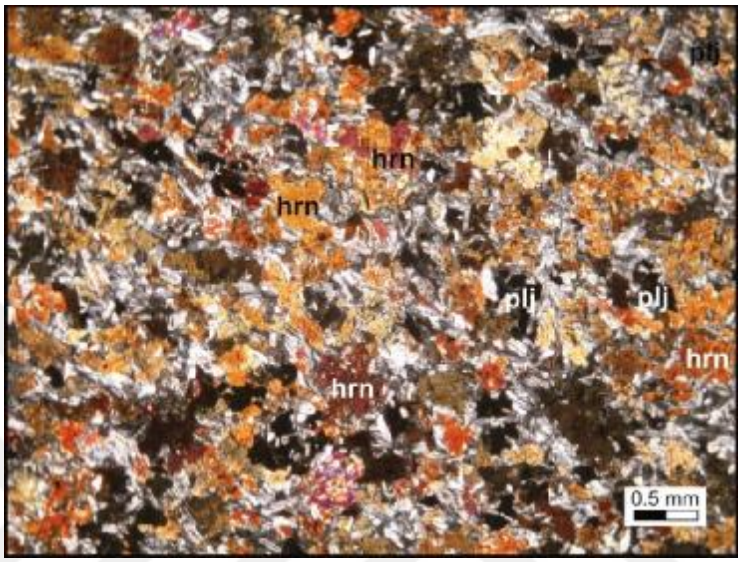
Mikrodiyorit

Doku: Mikrogranüler

İçindeki Mineraller:

Plajiyoklas: Kayaçta hakim minerali temsil eden plajiyoklas kristalleri küçük çubuksu ve mikrogranüler halde izlenmektedirler. Kayaç içerisinde yaklaşık % 60 oranında gözlenen minerallerin hemen hepsinde polisentetik ikizlenmeler belirgin bir şekilde görülür. Yer yer alterasyona maruz kalmış olup genellikle kaolenlşeme ve

serisitleşme şeklinde alterasyonlar tespit edilmiştir. Polisentetik ikizlenmeleri ölçüme uygun olan kristaller üzerinde yapılan sönme açısı tayini ile plajiyoklasların türünün Andezin (An_{42-46}) oldukları tespit edilmiştir (Şekil 4.49).



Şekil 4.49. Mikrodiyoritlere ait genel görünüm (Ç.N hrn: Hornblend, plj: Plajiyoklas

Hornblend: Kayaç içerisinde sub-otomorf halde izlenen kristaller oldukça küçük mikrogranüller halinde bulunmaktadırlar. Hakim mafik minerali temsil eden hornblend kristalleri yüksek rölyefleri, yeşilin tonlarında pleokroizmaları ve ikinci sıranın ortalarına denk gelen sarı tonlarda girişim renkleri ile karakteristiktirler. Bir kısmı piroksen minerallerinin uralitleşmesi sonucu oluşan kristaller eğik sönme göstermeleri ile dikkat çekmektedirler. Özellikle c eksenine paralel kesitlerinde çift yönde gelişmiş belirgin dilinim izleri gözlenmektedir (Şekil 4.49).

Klinopiroksen: Bir kısmı mikrogranüler halde, çok az bir kısmı ise orta büyüklükte kristallerden oluşan mineraller tek nikolde soluk sarı pleokroizmaları ve çift nikolde canlı girişim renkleri, eğik sönme göstermeleri ile dikkat çekmektedirler. Kayaç içerisinde %5-7 oranında yer alan kristallerin bir kısmı uralitleşme sonucu hornblendlere dönüşmüştür.

Klorit: Hemen hepsi ferromagnezyen mineraller aleyhine ikincil süreçlerle oluşmuş klorit mineralleri mavi-lacivert girişim renkleri ve soluk yeşil pleokroizmaları ile rahatlıkla ayırt edilebilmektedirler.

Opak Mineral: Kayaç içerisinde büyük kısmı ilksel manyetit oldukları tahmin edilen saçınımlı durumda opak minerallere rastlanmıştır. İkincil oluşan ise ferromagnezyen mineraller aleyhine gelişmiş olarak gözlenmişlerdir.

Diyabaz

Doku: Mikrogranüler Porfirik- Entergranüler-Poikilitik

İçindeki Mineraller:

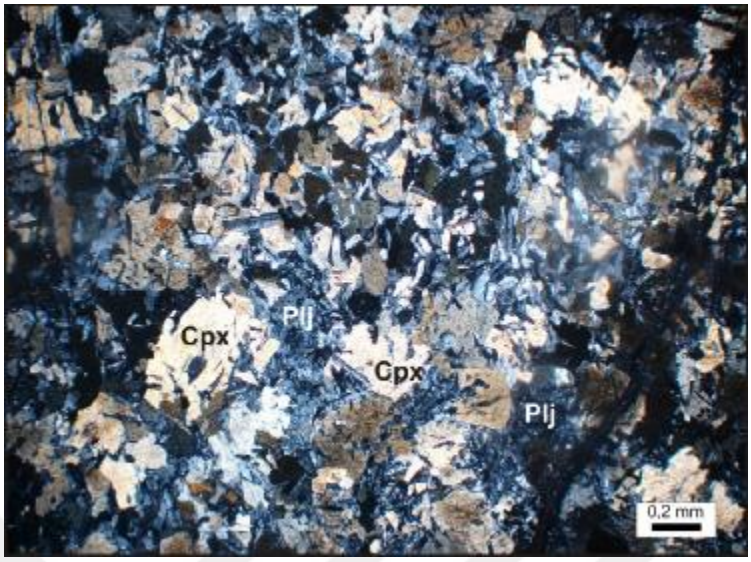
Plajiyoklas: Kayaç içerisinde hakim minerali temsil eden plajiyoklaslara %65-70 oranında rastlanmıştır. Bir kısmı prizmatik latalar halinde izlenen kristaller bir kısmı ise poikilitik dokuyu oluşturacak biçimde klinopiroksenlerin içerisinde gözlenmiştir (Şekil 4.50). Hemen hemen hepsinde alterasyon izlerine rastlanan kristallerde gözlenen en yaygın alterasyon türü kaolenleşmedir. Bir kısım plajiyoklas kirstallerinde zonlu yapı görülür.

Klinopiroksen: Kayaçta yer alan hakim mafik minerali temsil eden klinpiroksenler tek nikolde soluk sarı pleokroizmaları çift nikolde ise ikinci sıranın canlı renklerinde polarize olmaları ve eğik sönmeleri ile dikkat çekmektedirler. Genellikle yarı otomorf mineraller halinde izlenen klinopirksenler %25 oranındadırlar. Kesit yönüne bağlı olmakla beraber c eksenine dik kesitlerinde birbirine dik yönde gelişmiş iki yönde dilinim izleri gözlenmektedir. Bir kısmında alterasyona bağlı olarak gelişmiş uralitleşme izlenmiştir (Şekil 4.50).

Hornblend: Hemen hepsi klinopiroksenler'den itibaren uralitleşme yoluyla oluşmuş minerallerden ibarettir. Tek yönde lifsi görünümleri ile dikkat çeken mineraller dilinim izleri ve tek nikolde yeşil pleokroizmaları ile rahatlıkla ayırt edilebilmektedirler.

Klorit: Kayaçta klinopiroksenler aleyhine gelişmiş durumda izlenen az miktarda klorit minerali izlenmekte olup mavi-lacivert girişim renkleri, soluk yeşil pleokroizma göstermeleri ile tanınırlar.

Epidot: Kayaç içerisinde yer yer gözlenen epidot kristalleri plajiyokaslar aleyhine gelişmiştir. İkinci ve üçüncü sıranın canlı renklerinde polarize olmaları ve limon sarısı pleokroizmaları ile dikkat çekmektedirler.



Şekil 4.50. Diyabazlarda gözlenen poikilitik doku görüntüsü (Çift Nikol. plj: Plajiyoklas, cpx: Klinopiroksen)

Opak Mineral: Bir kısmı ilksel ve diğer bir kısmı ferromagnezyen mineraller aleyhine ikincil olarak oluşmuş opak mineraller tespit edilmiştir. İlksel olanlar düzgün kenar ve köşelere sahip olmaları ile ikincil olanlardan ayırt edilebilmektedirler.

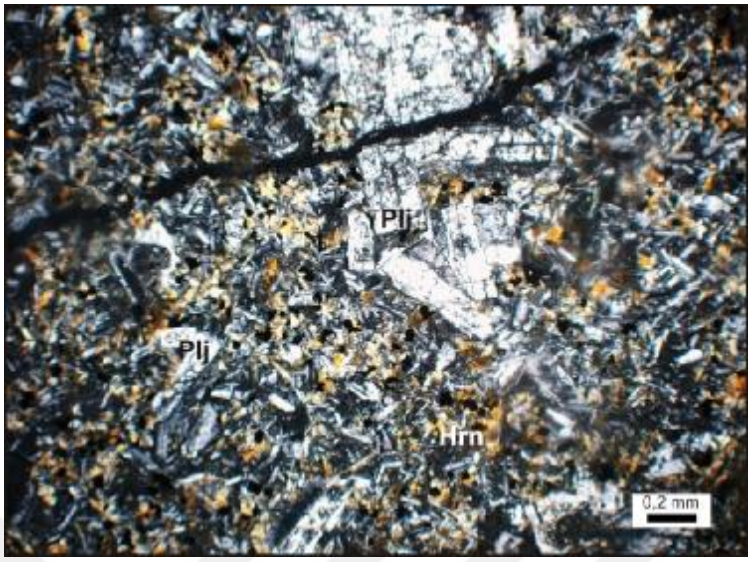
Diyorit Porfir

Doku: Mikrogranüler Porfirik, Entergranüler

İçindeki Mineraller:

Plajiyoklas: Kayaçta hakim minerali temsil eden plajiyoklaslar porfirik dokuyu oluşturacak şekilde hem fenokristaller halinde hem de mikrogranüller halinde yer almaktadırlar. Yaklaşık olarak %60 oranında izlenen mineraller üzerinde alterasyon çok etkin gözlendiğinden dolayı polisentetik ikizlenmeleri net olarak seçilememiştir. Başlıca alterasyon türleri ise kaolenlşeme, epidotlaşma, kalsitleşme ve serisitleşme olarak tespit edilmiştir. Küçük bir kısmında zonlu yapı gözlenmiştir (Şekil 4.51).

Klorit: Hemen hemen hepsi ferromagnezyen mineraller aleyhine gelişmiş olarak izlen klorit mineralleri tek nikolde soluk yeşil pleokroizmaları ve çift nikolde mavi-lacivert girişim renkleri ile dikkat çekmektedirler.



Şekil 4.51. Diyorit Porfirlerin genel görünümü (Çift Nikol. Plj: Plajiyoklas, Hrn: Hornblend)

Hornblend: Kayaçta hakim mafik minerali temsil eden hornblendlerde tıpkı plajiyoklaslar gibi hem hamuru oluşturacak biçimde mikrogranüller halinde hem de fenokristaller halinde izlenmişlerdir. Yaklaşık olarak %20 oranında gözlenen kristaller yeşilin tonlarında pleokroizmaları, c eksenine dik kesitlerinde çift yönde dilinim izleri, ikinci sıranın ortalarına denk gelen sarı tonlarında girişim renkleri ile ayırt edilebilmektedirler (Şekil 4.51). Bir kısmı piroksenlerden itibaren uralitleşme sonucu oluşmuş kristaller sub- otomorf olarak izlenmektedirler.

Piroksen: Genellikle mavi-kırmızı tonlarında polarize olan piroksenlerin çoğunluğu ojit türü klinopiroksenler oluşturmaktadır. Çoğunlukla sub-otomorf fenokristaller halinde gözlenen mineraller, kayaç içerisinde %3-5 oranında temsil edilmektedirler.

Kuvars: Kayaç içerisinde %5 oranında gözlenen kristaller gri ve tonlarında polarize olmaları ve pürüzsüz yüzeyleri ile ayırt edilmektedirler. Kayacın maruz kaldığı basıncı yansıtır biçimde dalgalı sönme göstermektedirler.

Biyotit: Genellikle düzensiz çubuğumsu kristallerden oluşan biyotitler ileri derecede alterasyona maruz kalmış olup kloritleşme ve opaklaşma şeklinde bozunmalar sunmaktadırlar. Kahverengi pleokroizma sunmaları ve tek yönde dilinim izleri ile rahatlıkla ayırt edilebilen biyotit mineralleri az miktarda gözlenmiştir.

Kuvarslı Diyorit Porfir

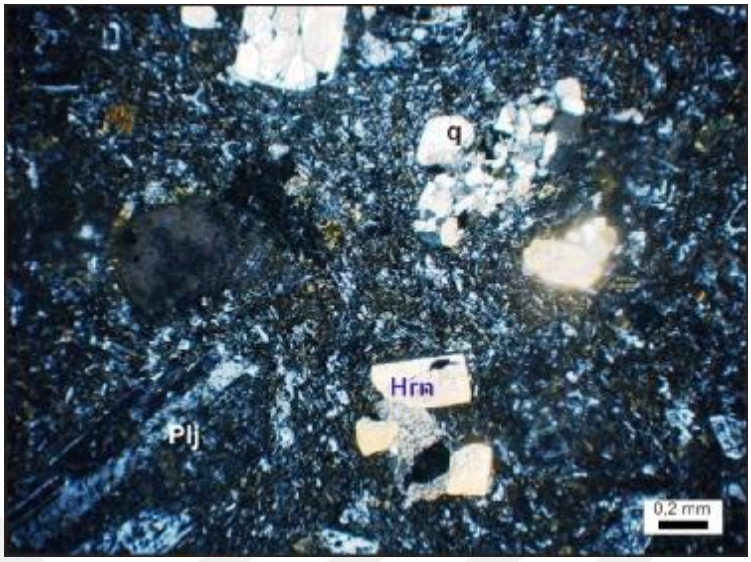
Doku: Mikrogranüler Porfirik

İçindeki Mineraller:

Plajiyoklas: Kayaç içerisindeki hakim minerali temsil eden plajiyoklaslar hem feokristaller hem de mikrogranüler halde iki farklı kristalleşme zamanını yansıtmaktadırlar (Şekil 4.52). Yaklaşık olarak %45-50 oranında izlenen plajiyoklasların hemen hemen tamanında polisentetik ikizlenmeler gözlenmiştir. Polisentetik ikizleri ayrışmamış olanlarında yapılan sönme açısı tayinlerinde plajiyoklasların türünün Andezin (An_{42-46}) olduğu tespit edilmiştir. Kayacın tamamının etkilendiği ayrışmadan plajiyoklaslarda etkilenmiştir ve yaygın alterasyon türleri kaolenleşme, epidotlaşma ve kalsitleşme olarak tespit edilmiştir. Özellikle kayacın maruz kaldığı tektonizmanın etkisiyle fenokristallerde kırılma, çatlama, bükülmeler izlenmiştir.

Kuvars: Kayaç içerisinde %10-15 oranında izlenen kuvars kristalleri de tıpkı plajiyoklaslar gibi hem fenokristal hem de mikrogranüler halde iki farklı kristalleşme zamanını yansıtmaktadırlar. Genellikle ksenomorf halde gözlenen kristallerin büyük kısmında maruz kaldıkları basıncı yansıtır biçimde dalgalı sönme gözlenmiştir. Hemen hepsi birinci sıranın gri tonlarında girişim renkleri ve alterasyon göstermemeleri ile karakteristiktirler.

Hornblend: Kayaçta hakim mafik minerali temsile den hornblend kristalleri tek nikolde yeşil pleokroizmaları, çift yönde dilinim izleri ve ikinci sıranın ortalarına denk düşen sarı tonlarda girişim renkleri ile tanınmaktadırlar. Hem fenokristal hem de mikrogranül halde izlenen hornblendler iki farklı faza işaret etmektedirler. Kayaçta yaklaşık olarak %20-25 oranında izlenen hornblendlerde, yaygın olarak izlenen alterasyon ise kloritleşme şeklindedir. Bir kısmı ise piroksenlerin uralitleşmesi sonucu oluşan hornblendlerin ilksel olanlarında ise h^1 (100) ikizi gözlenmektedir (Şekil 4.52).



Şekil 4.52. Kuvarslı diyorit porfirlerde gözlenen mikrogranüler porfirik doku (Çift Nikol. q: Kuvars, plj: Plajiyoklas, hrn: Hornblend)

Piroksen: Kayaç içerisinde %5 oranında izlenen piroksenlerin türü ojittir ve genellikle uralitleşme neticesinde amfibollere dönüşmüşlerdir. Soluk sarı renklerde pleokroizma veren kristaller çift nikolde ikinci sıra renklerde girişim rengi sunmaktadırlar.

4.1.5. Eosen Nummulitik kireçtaşı

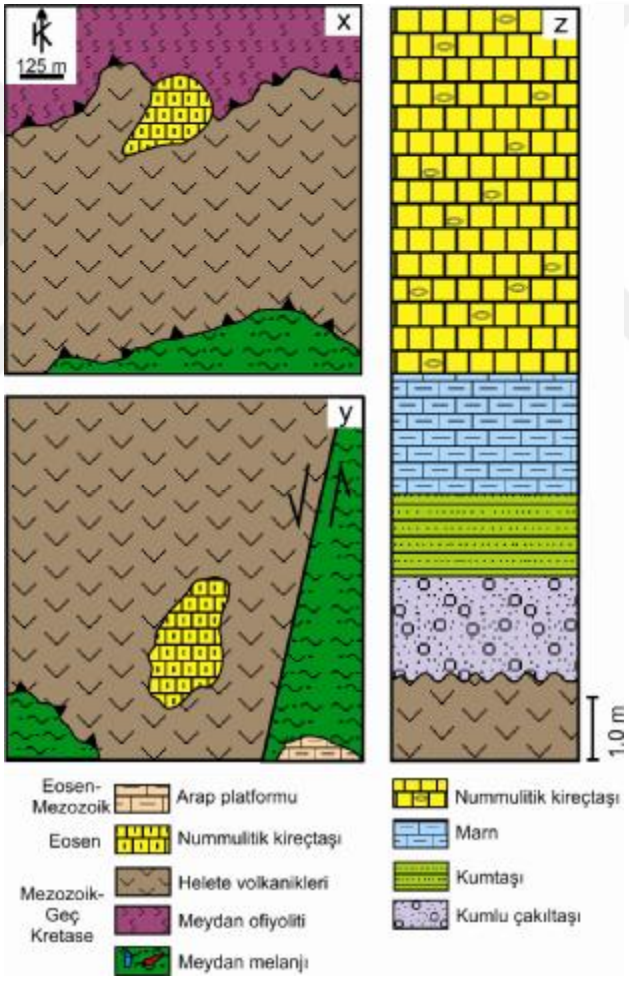
Bölgede yer alan Helete volkanikleri ve Meydan ofiyolitine ait birimleri ve birkaç lokasyonda iki birimin tektonik dokanağını transgresif nitelikli Eosen Nummulitik kireçtaşları uyumsuzlukla örtmektedirler (Şekil 4.53).

Birim, tabanda kumlu çakıltaşları ile başlamakta ve kumtaşları ile devam etmektedir. Birim üst seviyelerde marn ve göreceli olarak daha kalın gözlenen Nummulitik kireçtaşı ile son bulmaktadır. Birimin alt dokanağınında bazı lokasyonlarda Helete volkanikleri bazı lokasyonlarda Meydan ofiyoliti ve birkaç lokasyonda ise iki birimin tektonik dokanağı bulunmakta ve uyumsuz olarak bu birimleri örtmektedir. Birime ait kireçtaşlarında yapılan petrografik incelemeler sonucunda *Discocyclina sp., Rotalia sp., Nummulites millecapao, Nummulites sp., Rotalidae, Globigerina sp.* türü fosillere rastlanmış ve birimin yaşı Prof. Dr. Niyazi Avşar tarafından Lütesiyen olarak tanımlanmıştır (Şekil 4.54).

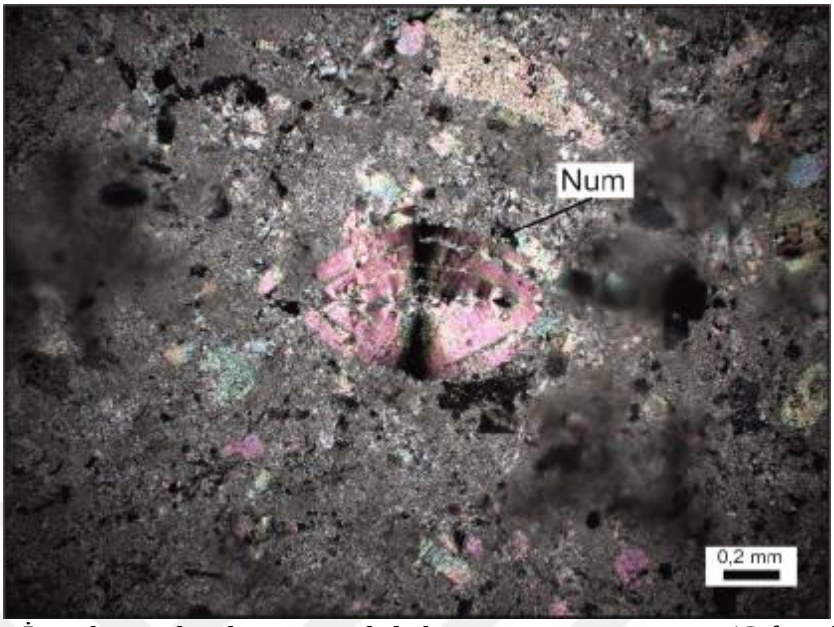
Eosen Yaşlı birim içerisinde yer alan kireçtaşı ve kumtaşı birimlerinin petrografisi aşağıda verilmektedir.

Numulitik kireçtaşı:

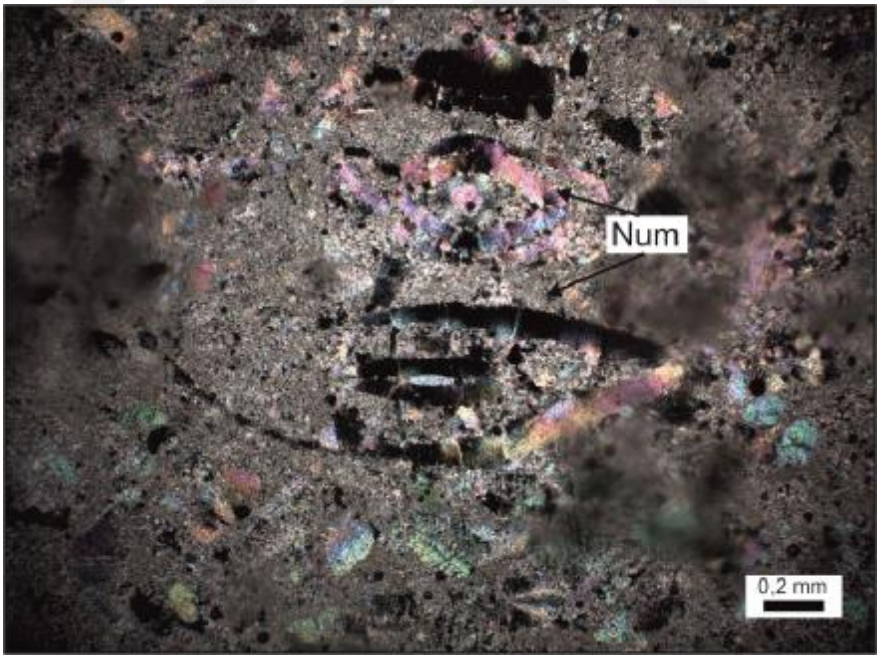
Birim içerisinde yer alan kireçtaşları Dunham (1962)' e göre istif taşı olarak tanımlanmış, Folk (1959) 'a göre intrabiyomikrit olarak adlandırılmıştır. Kayaç içerisinde *Numulites sp., Nummulites Millecaput, Globigerina sp., Discocyclina sp., Rotalidae* türü fosiller saptanmıştır (Şekil 4.54).



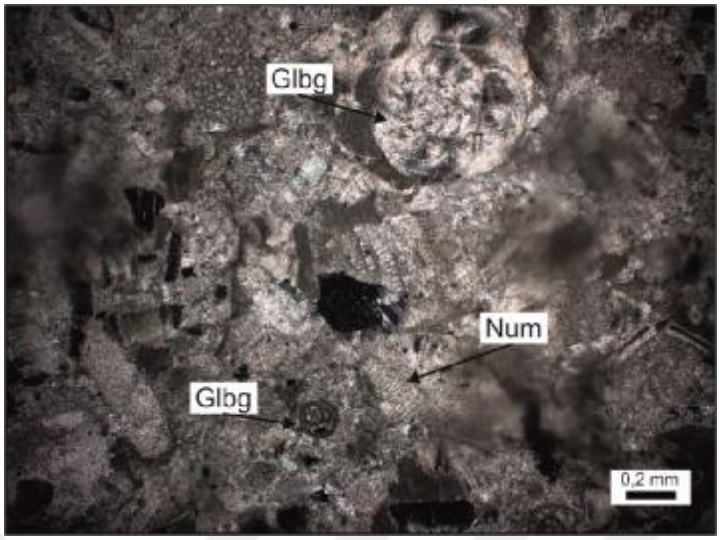
Şekil 4.53. Bölgede gözlenen iki ana Nummulitik kireçtaşı biriminin arazi ilişkilerini gösteren 1/500 jeoloji ölçekli haritası ve birimin ölçekli dikme kesiti



Şekil 4.54. İnce kesit altında Nummulitli kireçtaşının görünümü (Çift Nikol. Num: Nummulit)



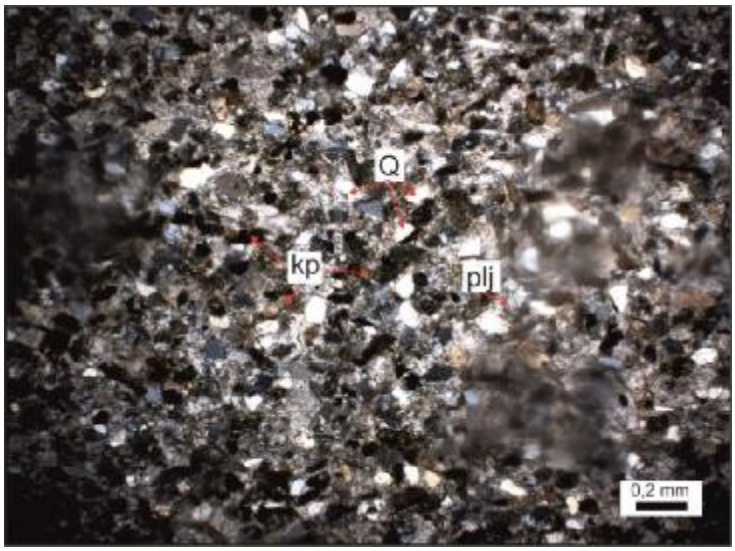
Şekil 4.55. Kayaç içerisinde gözlenen Nummulitler, fosil kavkıları ve mikritik bağlayıcı (Çift Nikol. Num: Nummulit)



Şekil 4.56. Kireçtaşlarında gözlenen Globigerina ve Nummulitlerin çift nikol görünümü (Çift Nikol. Glbg: Globigerina, Num: Nummulites)

Kumtaşı (Litarenit):

Birimin alt seviyelerinde 1-1.5 metre kalınlıkta gözlenen kumtaşları üzerinde yapılan petrografi çalışmalarında sonucunda yaklaşık olarak %5-7 feldispat %20 kuvars, %65 kayaç parçası ve %10 civarında bağlayıcı malzemeden oluştukları belirlenmiş ve kayaç Pettijohn (1954)'e göre litarenit olarak adlandırılmıştır (Şekil 4.57).



Şekil 4.57. Litarenit kayacına ait ince kesit görünümü (Çift Nikol. Kp: Kayaç parçası, Q: Kuvars, Plj: Plajiyoklas)

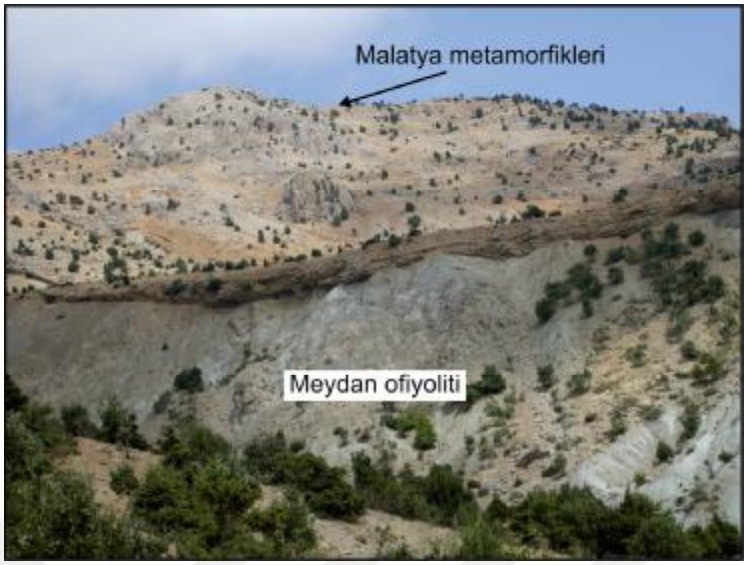
4.1.6 Malatya Metamorfikleri

Doğu Toroslarda ve inceleme alanında geniş yüzlekler sunan yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş olan birim ilk kez Arni (1937) tarafından tanımlanmıştır. Daha sonra Şenel ve Ark. (1989) ve Yiğitbaş (1989) tarafından Malatya metamorfikleri adı altında incelenmiştir. Nap konumlu olup, önceki çalışmalarda Keban metamorfitleri (Perinçek 1979), Keban-Malatya napları (Yazgan 1981, 1984) Kabaktepe ve Çağılhan metamorfitleri (Tarhan 1982, 1984) gibi farklı adlandırmalarla tanımlanmışlardır. Bu metamorfitler büyük kütleler halinde, bölgede yer alan değişik birimler üzerinde yüzer halde olduğu, dolayısıyla en üst sürüklenim dilimi varsayımı değişik araştırmacılar (Perinçek ve Kozlu 1981; Kozlu ve dig. 1979; Kozlu ve dig. 1990) tarafından ileri sürüklemektedir.

Çalışma alanında tektonik olarak en üstteki birimi temsil eden Malatya metamorfiklerinin altında tektonik dokanakla Harami formasyonu bulunmaktadır (Şekil 2). Bu çalışmada ayrıntılı olarak incelenmemiş olan birim çalışmanın temel konusunu oluşturan Helete bölgesinde yer alan Tektonomagmatik birimlerin üzerine tektonik dokanakla bindirmektedir. Çalışma alanından elde toplanan 30 kadar örnekte yapılan petrografi çalışmaları sonucunda birimin en alt kesimlerindeki mikaşist ve kuvarsşistler Helete köyünün kuzeyinde izlenmektedirler. Yine birimin üst seviyelerini oluşturan dolomit, dolomitik kireçtaşı, kalkşist ve mermer türü kayalar ise Meydan köyü kuzey-kuzeydoğusunda gözlenmektedirler.

Bölgede yer alan Meydan melanjı içerisinde Malatya metamorfiklerine ait bloklar gözlenmekte ve bu bloklar rekristalize kireçtaşlarından meydana gelmektedirler. Malatya metamorfiklerinin yaşlandırması ile ilgili çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Perinçek ve Kozlu (1984) istifin üst kesimlerinden almış oldukları fosillerden Üst Permiyen yaşını vermişlerdir. Yiğitbaş (1989) karbonat seviyelerinden elde ettiği fosil bulgularından birimin yaşını Üst Permiyen- Alt Karbonifer olarak vermişlertir.

Bölgede yeralan Malatya metamorfiklerine ait örneklerden elde edilen petrografi çalışması aşağıda sunulmuştur.



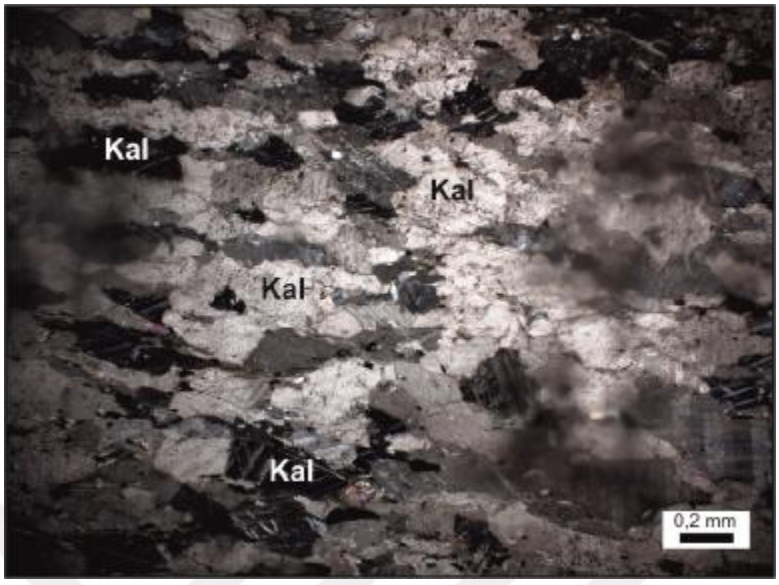
Şekil 4.58. Meydan Köyü güneydoğusundan Malatya metamorfikleri ile Meydan ofiyolitinin dokanak görünümü.



Şekil 4.59. Malatya metamorfikleri içerisinde gözlenmiş Kalkşistlere ait arazi görüntüsü

Kalksist:

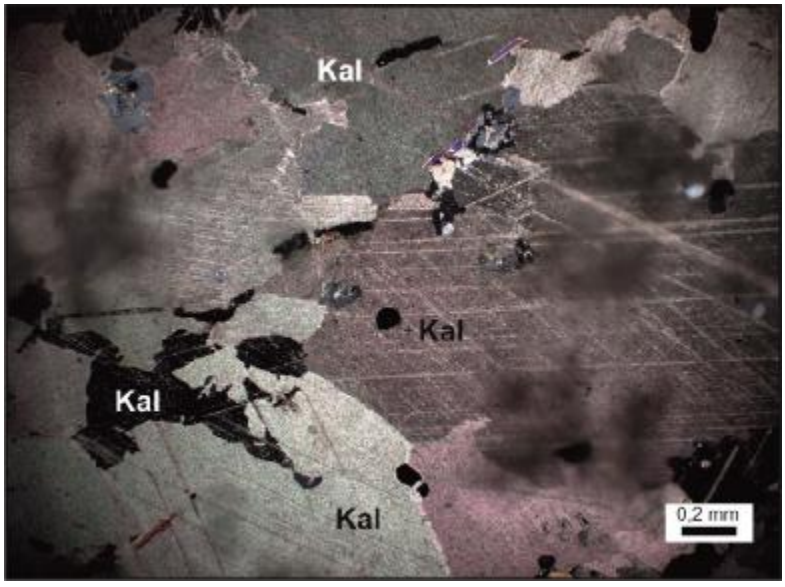
Malatya metamorfiklerinin alt seviyelerinden elde edilen kayaçların büyük bir çoğunluğu kalkşist karakterinde olup, bir kısmı tamamen yönlenme gösteren kalsitlerden meydana gelmekte, diğer bir kısmı ise kalsitlerle arakatkılı vaziyette kuvars ve ofiyolitik kayaç parçalarından oluşmaktadır, kayaç nematoblastik doku sunmaktadır (Şekil 4. 59).



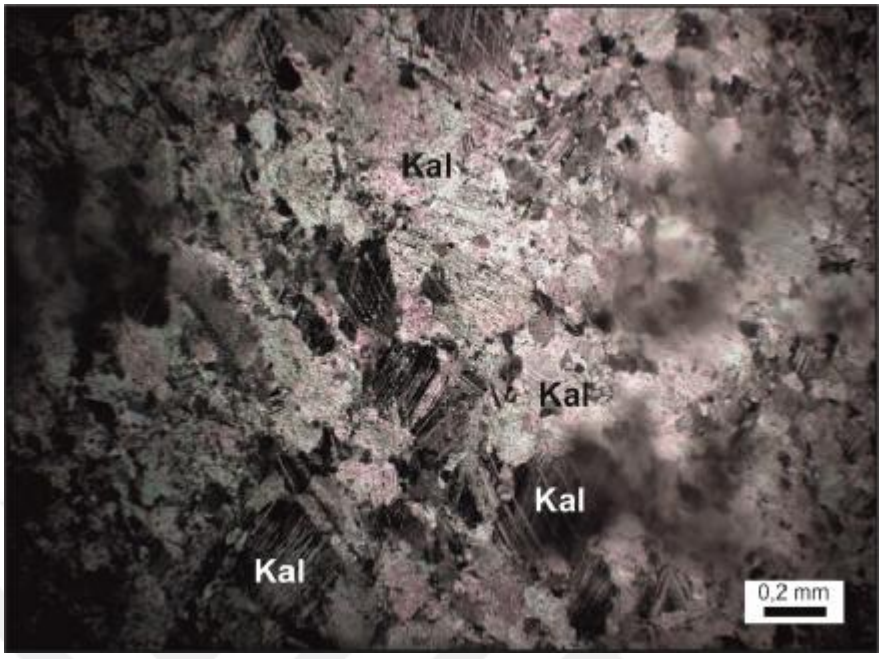
Şekil 4.60. Tamamen kalsit kristallerinden oluşmuş kalkşistlere ait ince kesit görünümü (Çift Nikol. Kal: Kalsit)

Mermer:

Malatya metamorfiklerinin üst seviyelerinin hemen tamamı iri kalsit kristallerinden oluşmuş, granoblastik doku sunan mermerlerden meydana gelmektedir. Kalsitler yeşil-pembe girişim rengi sunmaka ve iyi gelişmiş basınç ikizlenmesi göstermektedirler (Şekil 4.61).



Şekil 4.61. Mermerlere ait ince eşit görünümü (Çift Nikol. Kal: Kalsit)

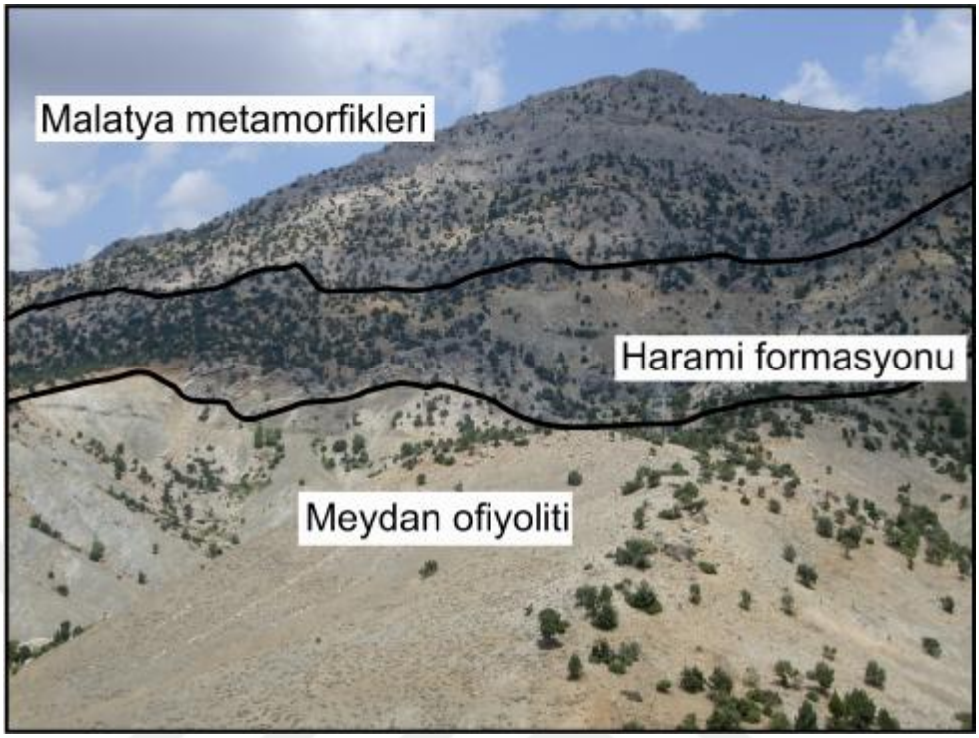


Şekil 4.62. Malatya metamorfiklerine ait mermerlerde granoblastik doku gürünümü (Çift Nikol. Kal: Kalsit)

4.1.7. Harami Formasyonu

Birimin tip lokalitesi Harami dere'de bulunmakta olup, Erdoğan (1975) tarafından konglomera, kumtaşı, kiltaşı, kumlu-killi kireçtaşı ve marn litolojisinden oluştuğu ortaya konmuştur. Aynı birim Tarhan (1982) tarafından Erçene formasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada ise birim için Harami formasyonu adı uygun görülmüştür. İnceleme alanında tektonik olarak Malatya metamorfikleri tarafından üzerlenen birim, Meydan ofiyolitinin üzerine bindirme ile gelmektedir. Formasyon Bedi et.al (2009)'da tanımlanan fosil içeriklerine göre yaşı Geç Kretase-Paleosen'dir.

Çalışma alanından derlenen örnekler üzerinde yapılan petrografi çalışmaları sonucunda birimin alt seviyeleri kumlu-killi kireçtaşı ve marn türü kayalardan oluşurken, üst seviyeler kumtaşı ve kumlu kiltaşından meydana gelmektedir. Bölgenin geneline hakim olan tektonizma izleri birim üzerinde yaygın olarak izlenmekte ve birim aşırı derecede kırık çatlak içermektedir.



Şekil 4.63. Harami Formasyonun arazi görünümü (Alınlı Mah. Kuzeyi)

4.1.8. Gaziantep Formasyonu (Arap Platformu)

Tip lokalitesi Kilis ilinde gözlenen Gaziantep formasyonu; **k**illi kireçtaşı, tebeşir ve kireçtaşından oluşmaktadır. Tanımlanması ve adlaması ilk olarak Wilson ve Krummenacher (1957) tarafından yapılmıştır. Birimin kalınlığı toplam 1101 metre olarak Yılmaz ve Duran (1997) tarafından ölçülmüştür. Formasyondan derlenen örneklerde Terlemez ve ark. (1992) tarafından saptanmış olup, bu fosillere göre formasyon Üst Eosen (Priyaboniyen)-Alt Oligosen (Stampiyen)yaşındadır. Bölgenin güneyinde bulunan Gaziantep formasyonu sol yanal doğrultu atımlı bir fay vasıtasıyla kuzeyinde bulunan Meydan melanjı ile yanyana gelmektedir. Bölgenin geneline hakim olan tektonizma izlerini taşımayan Gaziantep formasyonunun en güneyinde doğrultu atımlı faya ait tektonik izler gözlenmektedir.

Bu çalışma kapsamında detaylı olarak incelenmeyen birimden derlenen örnekler üzerinde yapılan petrografi çalışmaları sonucunda birimin killi kireçtaşı ve kireçtaşlarından oluştuğu saptanmıştır.



Şekil 4. 64. Gaziantep formasyonunda gözlenen kireçtaşlarına ait arazi görünümü

4.2. Jeokimya

4.2.1. Helete Bölgesi Volkanik Kayaların Jeokimyası

Helete (Kahramanmaraş) bölgesinde yüzeyleyen volkanik kayaların ana, iz ve nadir toprak element içerikleri Çizelge 4.1'de verilmektedir. Bazik, ortaç ve asidik kayaların ateşte kayıp (AK) değerleri % 1.5 - 15 arasında değişmektedir. Petrografik analizlerde epidot, klorit ve kalsit gibi alterasyon minerallerinin varlığı tespit edilmiştir. Tüm bu veriler, değişik mineral fazlarında düşük dereceli ikincil alterasyonun varlığını desteklemektedir (Çizelge 4.1).

Volkanik kayaların deniz tabanı yayılması ve hidrotermal metamorfizma sırasında düşük dereceli alterasyona uğradıkları ve bunun sonucu olarak ana elementlerin bir çoğunun hareketli oldukları değişik araştırıcılar tarafından ortaya konulmuştur (Matthews, 1971; Cann, 1971; Pearce ve Cann, 1971, 1973; Hart ve ark. 1974; Pearce, 1975, Wood ve ark. 1976; Andrews, 1977; Humphris ve Thompson,

1978; Floyd ve Winchester 1975, 1978; Pearce ve Norry 1979; Saunders ve ark. 1980). Bu nedenle tez kapsamında Helete bölgesinde çalışılan volkanik kayaları gruplandırmak, jeokimyasal özellikleri ve tektonik ortamlarını ortaya koymak için göreceli olarak alterasyona karşı duraylı olan Ti, P, Zr, Y, Nb, Ni, V ve nadir toprak elementlerinin kullanılmasına dikkat edilmiştir.

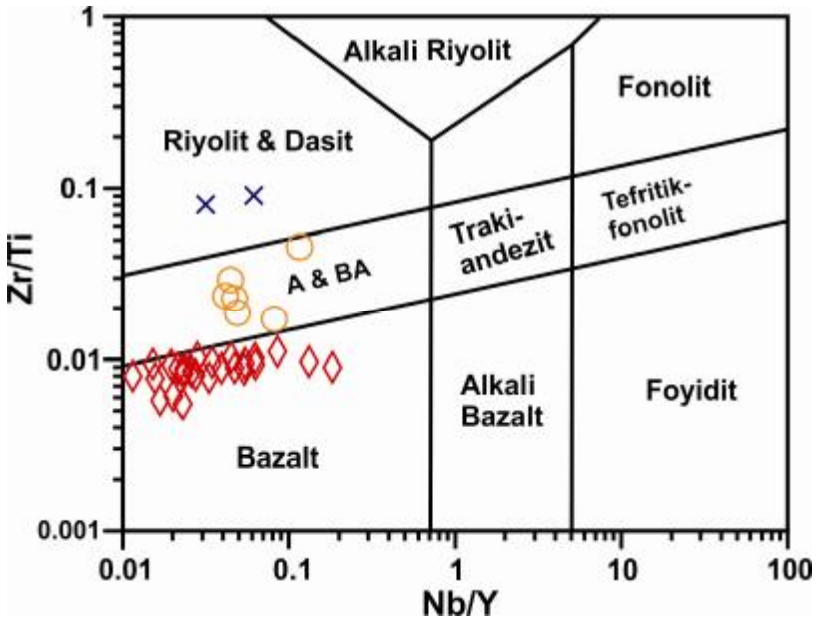
Tez kapsamında çalışılan volkanik kayaların seçilmiş bazı ana ve iz element içerikleri aşağıdaki Çizelgeda verilmektedir (Çizelge 4.1). Volkanik kayaların Zr/Ti oranları 0.003-0.09 ve Nb/Y oranları ise 0.007 – 0.18 arasında değişmekte olup, bazikten asidiğe doğru bazalt-bazaltik andezit, andezit ve riyodasit'e kadar geniş bir aralıkta değişen kayaç topluluğu ile temsil edilmektedirler (Şekil 4.65).

Volkanik kayaların Nb/Y (0.007 – 0.18) ve Ti/Y (40.8 – 48.21) oranlarına göre değişiminin incelendiği Winchester ve Floyd (1977) tarafından geliştirilen diyagramda; Helete bölgesindeki volkanik kayaların toleyitik magmadan türedikleri anlaşılmaktadır (Şekil 4.66).

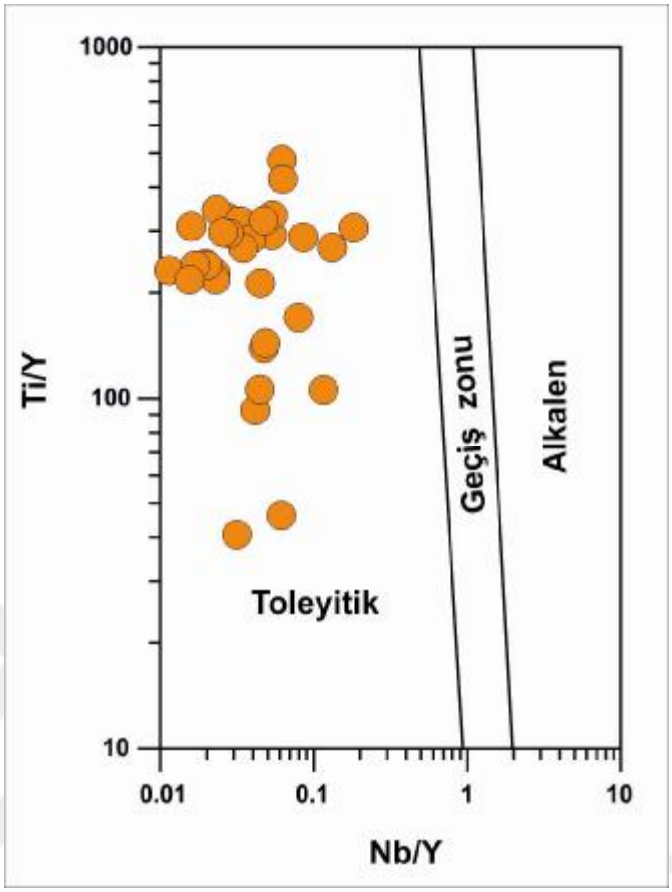
İnceleme alanında yüzeyleyen volkanik kayaçların ana ve iz element içeriklerinin Zr'a göre değişimini gösteren diyagramlar Şekil 4.67'de verilmektedir. Zr'a karşı Y ve Nb elementlerinin değişim diyagramında; bazikten asidiğe tüm kayaların pozitif çizgisel bir yönelim sergiledikleri görülmektedir. Bu durum kayaların aynı toleyitik magmadan türediklerine işaret etmektedir (Şekil 5.3). TiO_2 elementinin Zr'a karşı değişiminde (Şekil 4.67) bazik ve bazı ortaç bileşimli volkanik kayalarda pozitif çizgisel bir korelasyon görülmektedir. Bu durum olivin, klinopiroksen ve plajiyoklas kristallenmesine işaret etmekte olup (Pearce ve Norry, 1979; Pearce, 1982), Ti/Zr oranının fraksiyonlanma sırasında bazı ortaç ve asidik kayalarda ani düşmesi de manyetit/titanomanyetit kristallenmesi ile açıklanabilmektedir (Winchester ve Floyd, 1977; Pearce, 1982). Yine aynı şekilde Ni elementinin artan Zr'a karşı negatif bir trend sergilemesi de olivin, spinel ve klinopiroksen fraksiyonlanmasına işaret etmektedir (Şekil 4.67).

Çizelge 4.1. Helete bölgesindeki volkanik kayaların ana ve iz elementlerinin dağılımı.

Element	Bazalt	Bazaltik andezit/Andezit	Dasit/Riyodasit
SiO2	45.51-56.12	53.59-62.58	74.1-74.98
FeO	5.69-13.52	5.68-12.44	2.86-4.63
MgO	0.24-9.45	1.75-5.06	0.71-0.83
TiO_2	0.48-1.83	0.3-1.24	0.26-0.39
P_2O_5	0.03-0.17	0.02-0.39	0.05-0.09
FeO/MgO	0.89-23.71	1.5-4.9	3.4-6.5
Hf	0.5-2.9	1.6-5.5	3.8-6.7
Nb	0.1-2.4	0.8-3.2	1.2-3.8
Th	0.2-0.9	0.5-1.3	0.5-0.6
V	174-444	30-192	18-51
Zr	13.1-104.7	42.3-169.3	125.2-211.6
Y	8.9-40.6	19.3-53.1	38.2-50.5
Nb/Y	0.007-0.18	0.04-0.12	0.03-0.06
Zr/Ti	0.003-0.01	0.02-0.05	0.08-0.09
Ti/Y	214-482	93-171	40-46
Nb/Th	0.8-11	1.7-5	2.4-5.2
Th/Yb	0.06-0.5	0.08-0.4	0.09-0.1
Ta/Yb	0.03-0.19	0.03-0.06	0.03



Şekil 4.65. Helete bölgesindeki volkanik kayaların Zr/Ti - Nb/Y oranlarına göre sınıflandırılması (Pearce, 1996'dan alınmıştır)

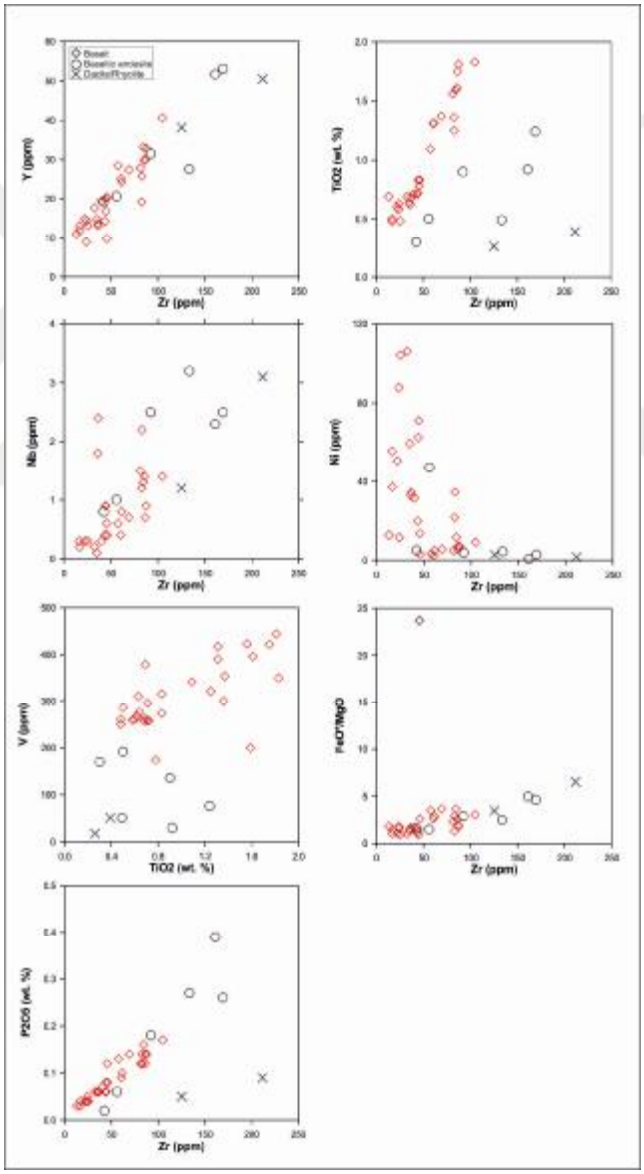


Şekil 4.66. Helete bölgesindeki volkanik kayaların Nb/Y - Ti/Y değişim diyagramı (Winchester ve Floyd, 1977'den alınmıştır)

Şekil 4.67'deki TiO_2'e karşı V diyagramında genel olarak bazalttan dasit/riyolite doğru kayaların çizgisele yakın bir yönelim seriledikleri görülmektedir. Bu kayaların Ti/V oranının genel olarak 10-183 arasında olması nedeniyle de ada yayı toleyitlerine benzerlik sundukları görülmektedir. Tüm volkanik kayaların FeO*/MgO oranlarının artan Zr'a karşı uyumlu ve pozitif bir trend sergiledikleri görülmektedir (Şekil 4.67). Volkanik kayaların kendi içinde gösterdiği bu kimyasal değişim daha ziyade mafik fraksiyonlanma ile kazanılmış olup, tipik olarak kendisini artan Zr'a karşı Fe zenginleşmesi şeklinde ifade etmektedir (Şekil 4.67).

Helete bölgesinde gözlenen bazik, ortaç ve asidik volkanik kayaçların Kondrit'e göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri (REE) diyagramları Şekil 4.68'de görülmektedir. Bazaltik volkanik kayaların nadir toprak element içerikleri kondrite göre 2.5-38 kez daha zenginleşmiştir. Bazaltik kayalar hafif nadir toprak elementleri bakımından hem fakirleşme hem de zenginleşme şeklinde kendini

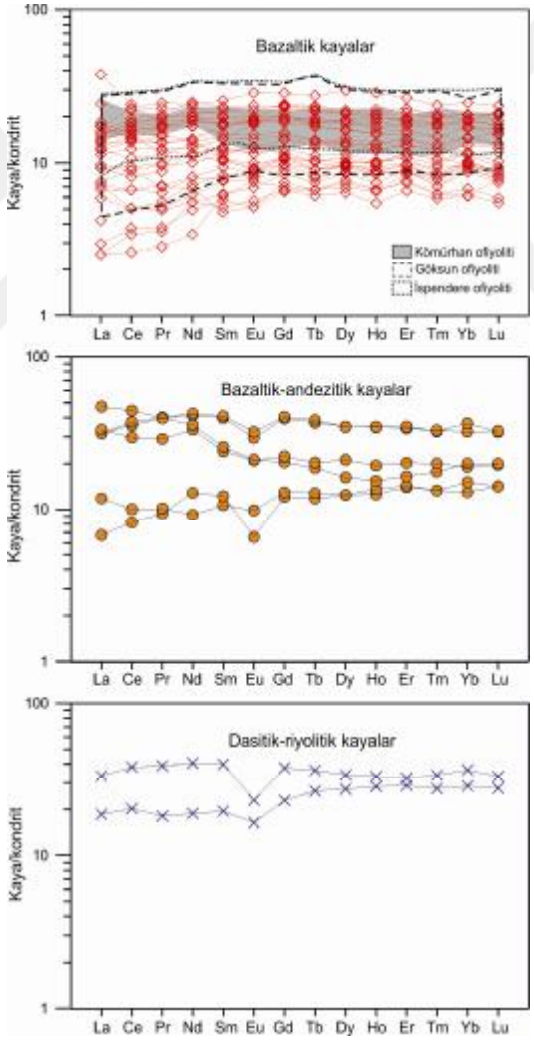
göstermektedir [$(La/Yb)_N$=0.29-4.00] (Şekil 4.68). Ancak genel itibariyle yatay-yataya yakın bir desen sergilemektedirler. Bazaltik-andezitik kayaların ise üç farklı nadir toprak element deseni sunmaktadırlar (Şekil 4.68). Birinci grup kayaların nadir toprak element içerikleri kondrite göre 15-47 kez daha zenginleşmiştir. Bu kayalar hafif nadir toprak elementleri bakımından zenginleşme göstermektedirler [$(La/Yb)_N$=1.75-2.36] (Şekil 4.68).



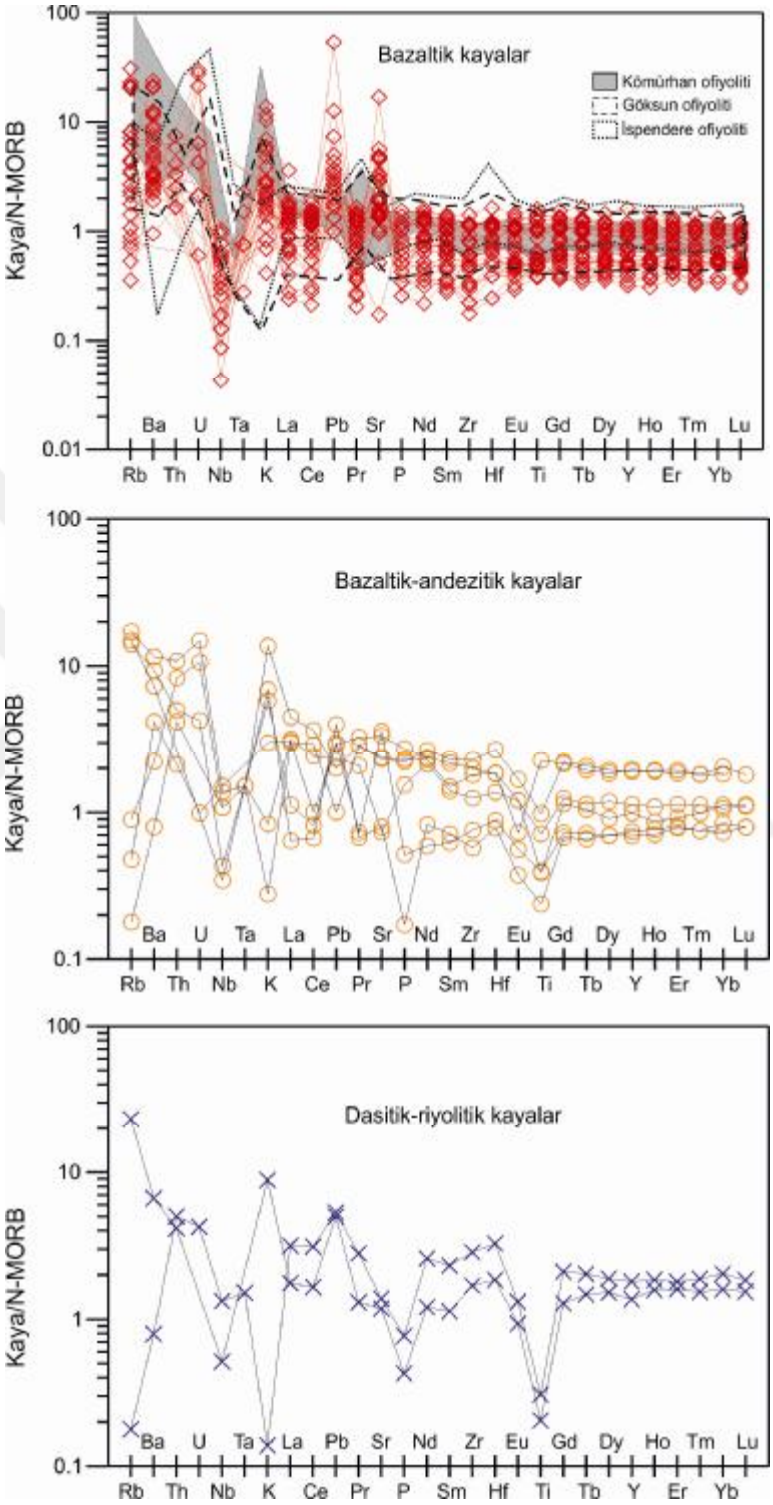
Şekil 4.67. Helete bölgesindeki volkanik kayaların ana ve iz element değişim diyagramları (Harker 1909)

İkinci grup kayaların nadir toprak element içerikleri kondrite göre 29-42 kez daha zenginleşmiştir. Bu kayalar nadir toprak elementleri bakımından yataya yakın bir desen serilemektedirler [$(La/Yb)_N$=0.86-0.98] (Şekil 4.68). Üçüncü gruba ait kayalar ise nadir toprak element içerikleri kondrite göre 6-15 kez daha zenginleşmiştir. Bu kayalar hafif nadir toprak elementleri bakımından az miktarda fakirleşme göstermektedirler [$(La/Yb)_N$=0.45-0.91] (Şekil 4.68). Yatay ya da yataya yakın nadir toprak element deseni sunan bu kayalarda az miktarda negatif Eu anomalisi de görülmektedir. Asidik volkanik kayaların nadir toprak element içerikleri kondrite göre 16-40 kez daha zenginleşmiştir. Asidik volkanik kayaların kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element desenleri yatay-yataya yakın bir görüntü sergilemektedir [$(La/Yb)_N$=0.65-0.91] (Şekil 4.68). Ortaç bileşimli kayalarda olduğu gibi asidik kayalarda da az miktarda negatif Eu anomalisi de görülmektedir. Volkanik kayalarda gözlenen bu negatif Eu anomalisi feldispat fraksiyonlanmasının veya kaynak materyalinin fraksiyonel kristallenmesi sonucu kaynak bünyesinde feldispat alıkonulmasının bir sonucu olduğu vurgulanmaktadır (Rollinson, 1993). Gerek bazik gerekse ortaç-asidik volkanik kayalarda gözlendiği gibi yataya yakın veya hafif nadir toprak elementleri açısından zenginleşme gösteren volkanik kayaçlar tipik olarak ensimatik ada-yayı (Jakes ve Gill, 1970) ve Doğu Akdenizdeki okyanus içi dalma-batma zonu üzerinde oluşan (Suprasubduction zone) ofiyolitlerde görülmektedir (Desmons ve ark. 1980; Searle ve ark. 1980; Alabaster ve ark. 1982; Pearce ve ark. 1984a; Parlak, 1996; Yalınız ve ark. 1996, 2000; Parlak ve ark. 2000, 2002b,c, 2004, 2009, 2013a, b; Al-Riyami ve ark. 2002). Helete bölgesinde gözlenen bazik, ortaç ve asidik volkanik kayaçların N-MORB'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramları Şekil 4.69'da verilmektedir. Bazik volkanik kayaların yüksek iyon yarıçaplı (LIL) elementler (Rb, Ba, K, Sr)'deki zenginleşme haricinde genel olarak kalıcılığı yüksek elemenlerce (HFS) yataya yakın bir dağılım sundukları ve N-MORB'a benzedikleri görülmektedir (Şekil 4.69). Bununla beraber HFS elementlerden Nb (Ta) bakımından bazaltik volkanik kayaların negatif bir anomali sundukları, Th ve Pb elementi bakımından da zenginleşme gösterdikleri göz çarpmaktadır (Şekil 4.69). Nb elementi bakımından fakirleşme okyanus içi dalma-batma zonu üzerinde oluşan volkanik kayaların temel özelliklerinden biri olup, bu

fakirleşme Nb'un dalan okyanusal kabuğun kısmi ergimesi esnasında Ti içeren minerallerce (ilmenit, sfen) tutulmasına bağlanmaktadır (McCulloch ve Gamble, 1991). Th elementindeki zenginleşme de yine aynı şekilde yitimle ilişkili magmaların genel özelliği olarak değerlendirilmektedir (Wood ve ark. 1979; Pearce, 1983). Ortaç (bazaltik andezit) kayaların örümcek diyagramına bakıldığında nadir toprak element desenlerinde olduğu gibi üç farklı grup göze çarpmakla birlikte, LIL elementler bakımından bir dağınıklık (K, Rb, Sr vb.), Nb ve Ti bakımından bir tüketilme, Th ve Pb bakımından bir zenginleşme görülmektedir (Şekil 4.69).



Şekil 5.68. Helete bölgesideki volkanik kayaların Kondrit'e göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri (REE) diyagramı (Kondrit değerleri Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır) Kömürhan, Göksun, İspendere ofiyolit verileri Parlak ve ark. 2004, Rızaoğlu ve ark. 2006 ve Parlak ve ark. 2013b'den alınmıştır.

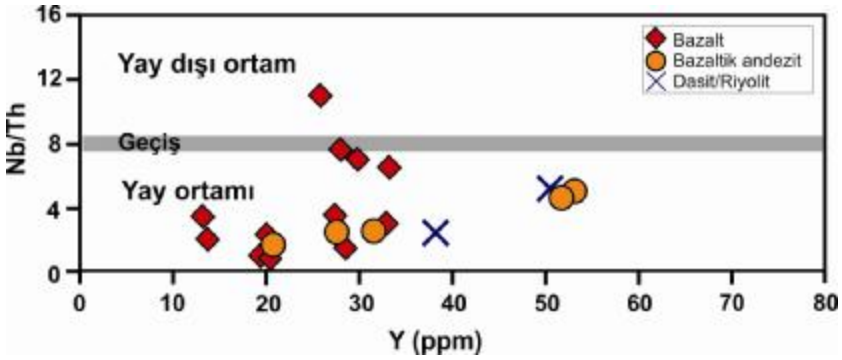


Şekil 4.69. Helete bölgesideki volkanik kayaların N-MORB'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramı (N-MORB değerleri Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır) Kömürhan, Göksun, İspendere ofiyolit verileri Parlak ve ark. 2004, Rızaoğlu ve ark. 2006 ve Parlak ve ark. 2013b'den alınmıştır.

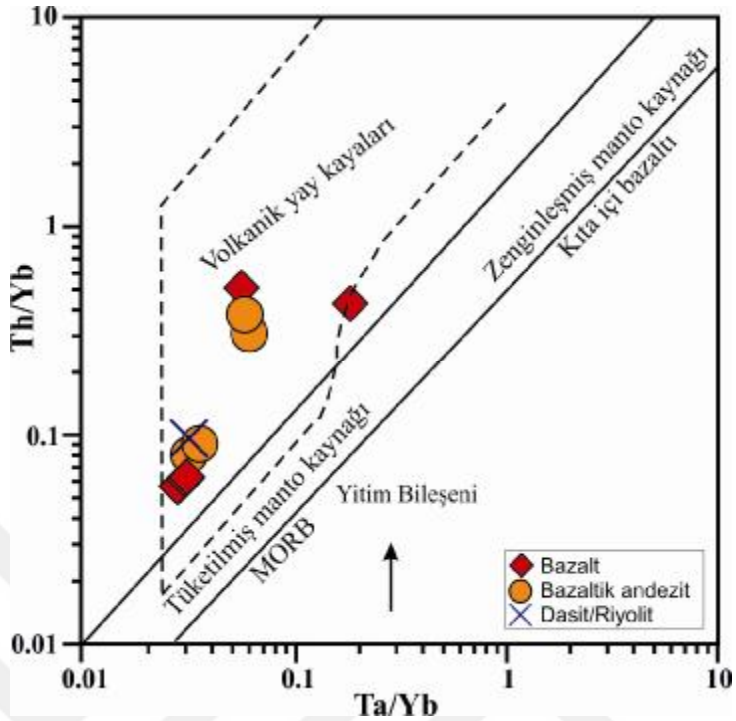
Bazik volkanik kayalardan alınan örnekler yay alanına düşmekte olup, okyanus içi dalma-batma zonu (suprasubduction zone) üzerinde oluştuklarına işaret etmektedir (Şekil 4.69).

Ortaç volkanik kayalarında yitimle ilişkili bir tektonik ortamda oluştuğu anlaşılmaktadır. Helete bölgesindeki asidik volkanik kayaların N-MORB'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramı Şekil 4.69'da verilmektedir. Asidik volkanik kayalarda da bazı yüksek iyon yarıçaplı (LIL) elementler (Rb, K) bakımından bir dağınıklık, Ti, P, Nb elementleri bakımından tüketilme, Th ve Pb bakımından da zenginleşme görülmektedir (Şekil 4.69). Diğer taraftan HFS elementler bakımından da yataya yakın düzenli bir desen sunmaktadırlar. Asidik volkanik kayalar sunmuş oldukları jeokimyasal özellikleri bakımından yitimle ilişkili bir tektonik ortamı işaret etmektedirler.

Helete bölgesindeki volkanik kayaların Y içeriklerinin Nb/Th oranına göre değişimi Şekil 4.70'de verilmektedir. Jenner ark. (1991) tarafından geliştirilen Nb/Th-Y diyagramı yay ortamı ile yay dışı ortamını birbirinden ayırmaktadır. Bu diyagram Helete bölgesindeki volkanik kayaların okyanus içi dalma-batma zonu üzerinde oluştuğunu açıkça göstermektedir (Şekil 4.70). Pearce (1982) tarafından geliştirilen Th/Yb oranının Ta/Yb oranına göre değişimini gösteren diyagram tüketilmiş manto (MORB) ve zenginleşmiş mantoyu (levha içi) birbirinden ayırmakta kullanılmaktadır (Şekil 4.71). Şekildeki okun gösterdiği gibi dalan levhadan ayrılan uçucular ve sıvılar gibi dalma-batma bileşenlerinin eklenmesiyle manto kaynağında Th/Yb oranında bir artış meydana gelmektedir.



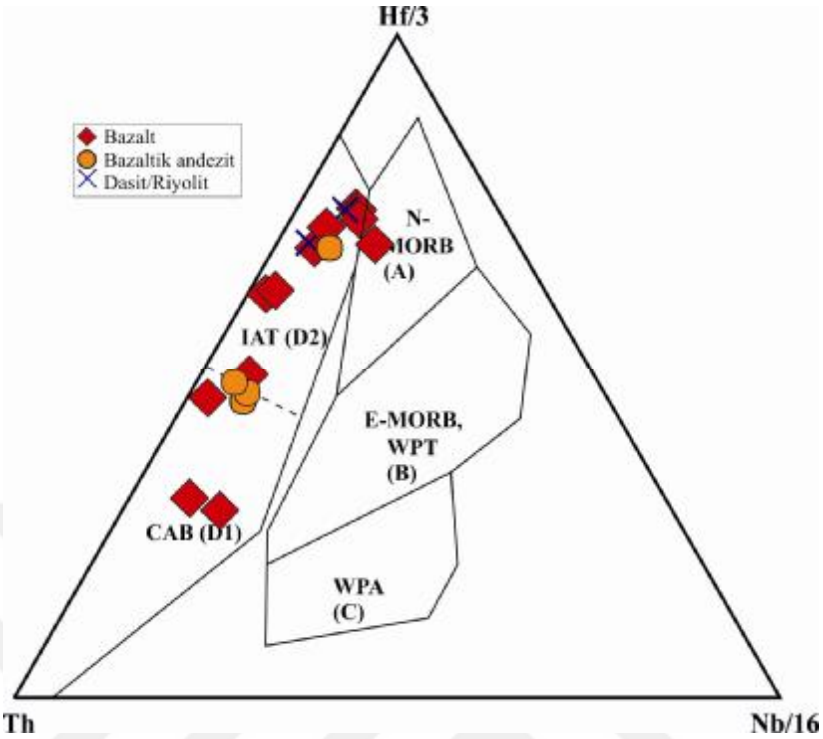
Şekil 4.70. Helete bölgesindeki volkanik kayaların Nb/Th oranının Y içeriğine göre değişim diyagramı (Jenner ve ark. 1991)



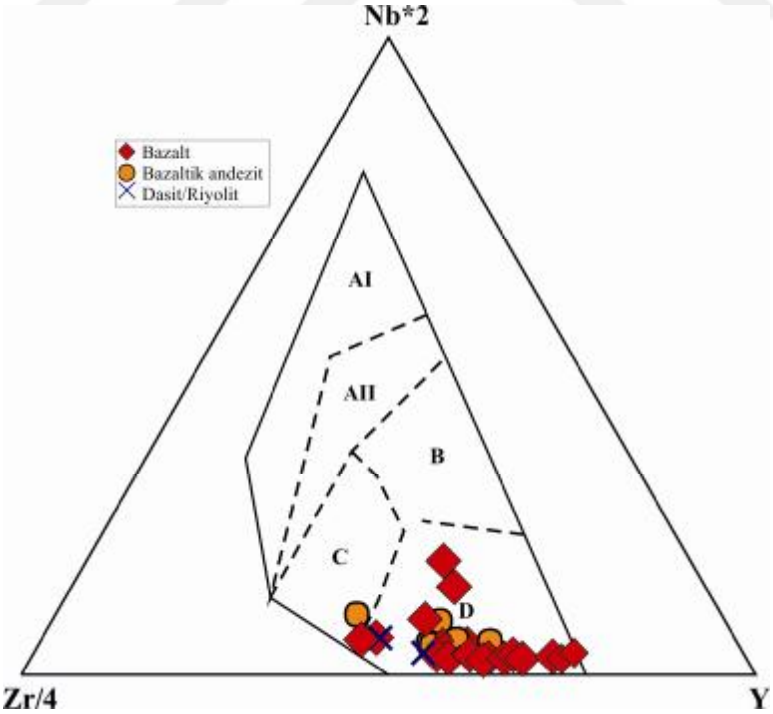
Şekil 4.71. Helete bölgesindeki volkanik kayaların Ta/Yb oranının Th/Yb oranına göre değişim diyagramı (Pearce, 1982)

Wood, (1980) tarafından geliştirilen Nb/16-(Ta)-Th-Hf/3 diyagramı incelendiğinde diyagramın adayayı (volkanik arc), okyanus ortası sırtı bazaltları (MORB) ve kıta içi bazaltları olarak üç farklı tektonik ortamı ayırmakta kullanıldığı görülmektedir. Helete volkaniklerine ait asidik, ortaç ve bazik kayaları tamamının adayayı toleyitleri ve kalk-alkali bazalt alanlarına düştüğü görülmekte ve bu durum bahsi geçen volkanik kayaların okyanus içi dalma-batma zonu üzerinde oluştuğuna işaret etmektedir (Şekil 4.72)

Meschede (1986) tarafından geliştirilen 2*Nb-Zr/4-Y tektonomagmatik ayrım diyagramına göre volkanik kayalar; kıta içi alkali bazaltları (Al), kıta içi toleyitleri (All), okyanus ortası sırtı bazaltları (B,D), Volkanik yay bazaltları (C,D) alanlarına ayrılmışlardır. Helete volkaniklerine ait asidik, ortaç ve bazik kayaların tamamı D ve C alanlarına düşmekte ve bu kayaların volkanik yay bazaltları ile aynı tektonik ortamda oluştuğunu göstermektedir. Bu durum Helete volkaniklerine ait kayaların okyanus içi dalma-batma zonu üzerinde oluştuğuna işaret etmektedir (Şekil 4.73).



Şekil 4.72. Helete volkaniklerine ait kayaların Hf-Th-Nb tektonomagmatik ayrım diyagramındaki konumları (Wood, 1980)



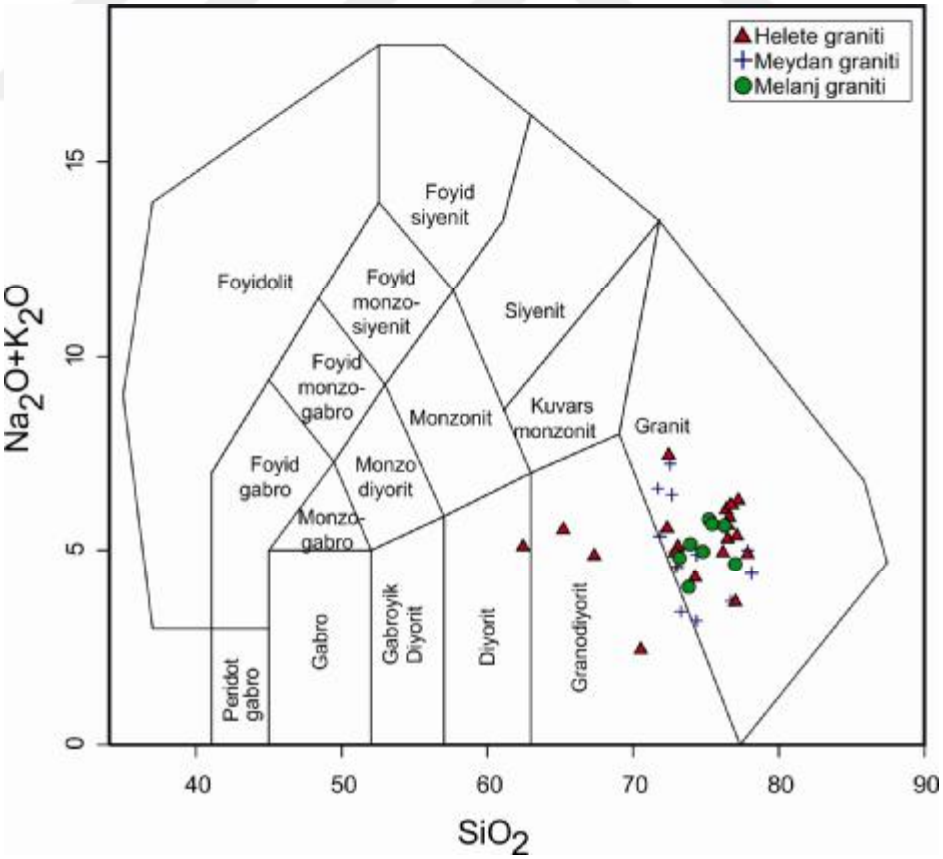
Şekil 4.73. Helete volkaniklerine ait kayaların Nb-Y-Zr tektonomagmatik ayrım diyagramındaki konumları (Meschede, 1986)

4.2.2. Granitik Kayaların Jeokimyası

4.2.2.1. Ana-İz ve Nadir Toprak Elementleri Jeokimyası

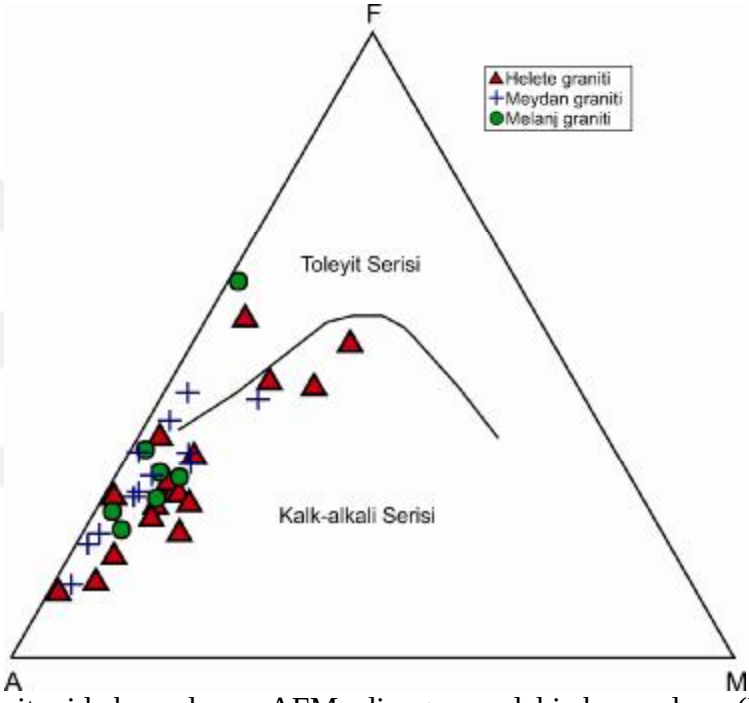
Çalışma alanında gözlenen Helete, Meydan ve Meydan melanjı granitik intrüzyonlarına ait kayaların ana-iz ve nadir toprak element analizleri Çizelge 4.2'de verilmektedir. İnceleme alanında yüzeyleyen intrüzif kayaçlar Middlemost (1985) tarafından geliştirilen SiO_2-Na_2O+K_2O diyagramında çoğunlukla granit alanına ve az sayıdaki Helete bölgesindeki kayalar granodiyorit alanına düşmektedir (Şekil 4.74).

Çalışma alanındaki kayaçların toplam alkali (Na_2O+K_2O) SiO_2'e göre değişimi incelendiği zaman subalkalen karakterde oldukları görülmekte olup, AFM diyagramında ise kayaçların çoğunlukla kalk-alkalen karakter sundukları görülmektedir (Şekil 4.75).



Şekil 4.74. Çalışma alanındaki granitoyid kütlelerine ait kayaçları adlandırma diyagramı (Middlemost, 1985).

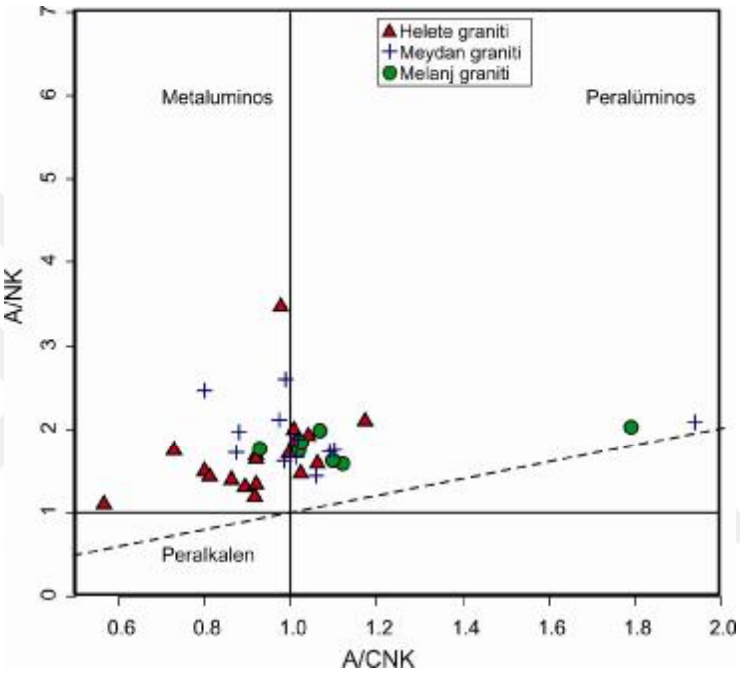
Shand (1943) tarafından geliştirilen A/CNK-A/NK diyagramı kayaçları metalümino, peralümino özellik ve peralkalen alanlarına ayırmakta ve inceleme alanında yüzeyleyen granitik kayaçların büyük bir kısmının metalümino, bir kısmının ise peralümino (A/CNK=0.5-1.2) karakter sunduğu görülmektedir (Şekil 4.76). Aynı diyagramda, Meydan melanjı ve Meydan bölgesine ait birer granitik örneğin ise aşırı peralümino karakter sergiledikleri göze çarpmaktadır (A/CNK>1.8).



Şekil 4.75. Granitoyid kayaçların AFM diyagramındaki konumları (Irvine ve Baragar, 1971)

I-tipi granitler kalkalkalen karakterde olup genellikle granodiyorit, tonalit, ve monzonitik granit ile temsil edilirler. Egemen mafik mineralleri hornblend ve biyotittir. Aksesuar olarak ilmenit, manyetit ve sfen bulunur. Alkali feldispatlar ksenomorf olup diğer kristallerin arasını doldururlar. Bu tür özellikler gösteren granitlerin kıtasal kabuk (alt veya orta kabuk) ve manto kökenli malzemelerin kısmi ergimesi sonucu oluşan magmaların homojen bir şekilde karışarak hibridleşmesi ile ortaya çıktıkları belirtilmektedir (Chappell ve White, 1974; Pearce ve ark. 1984; Chappel ve Stephens, 1988; Fernandez ve Barbarin, 1991; Didier ve Barbarin, 1991; Barbarin, 1999; Maniar ve Piccoli, 1989). Frost ark. (2001) tarafından geliştirilen ve

çalışma alanındaki granitik kayalara uygulanan (a) FeO/(FeO+MgO) – SiO_2 ve (b) Na_2O+K_2O-CaO'e karşı SiO_2 diyagramları incelendiğinde Çalışma alanında Helete, Meydan ve Meydan melanjı bölgelerinde gözlenen granitik kayaçların petrografik ve jeokimyasal açıdan I tipi granitlerin genel özelliklerini gösterdikleri anlaşılmaktadır (Şekil 4.77).

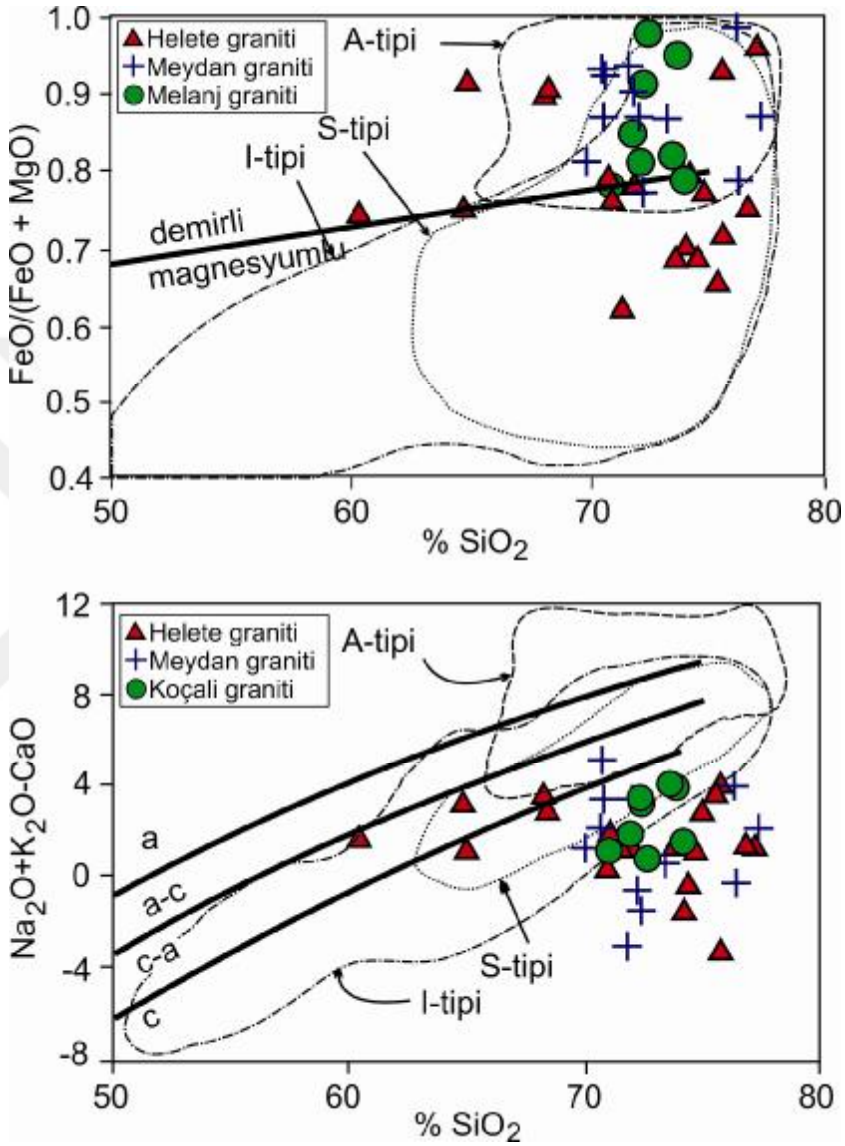


Şekil 4.76. Granitoyid kayaçlarının ACNK (Shand,1943) diyagramındaki konumları.

Çalışma alanında (Helete, Meydan ve Meydan melanjı) gözlenen granitik kayaların ana element oksit içeriklerinin SiO_2 içeriğine karşı değişiminin incelendiği Harker (1909) diyagramına bakıldığı zaman Al_2O_3, TiO_2, MgO, FeO, CaO, MnO ve P_2O_5 element oksitleri içeriklerinin artan SiO_2 içeriklerine karşı lineer bir trend çizerek mafik kayaçlardan felsik kayaçlara doğru azaldıkları, Na_2O içeriğinin artış sunduğu izlenmektedir (Şekil 4.76). Bu özelliklere dayanarak çalışma alanında gözlenen granitoyid kayalarının fraksiyonel kristalleşme süreçlerine bağlı olarak aynı tür magmadan itibaren oluştukları söylenebilir.

Çalışma alanında (Helete, Meydan ve Meydan melanjı) gözlenen granitik kayaların Kondrit'e göre normalize edilmiş nadir toprak element (REE) ve okyanus

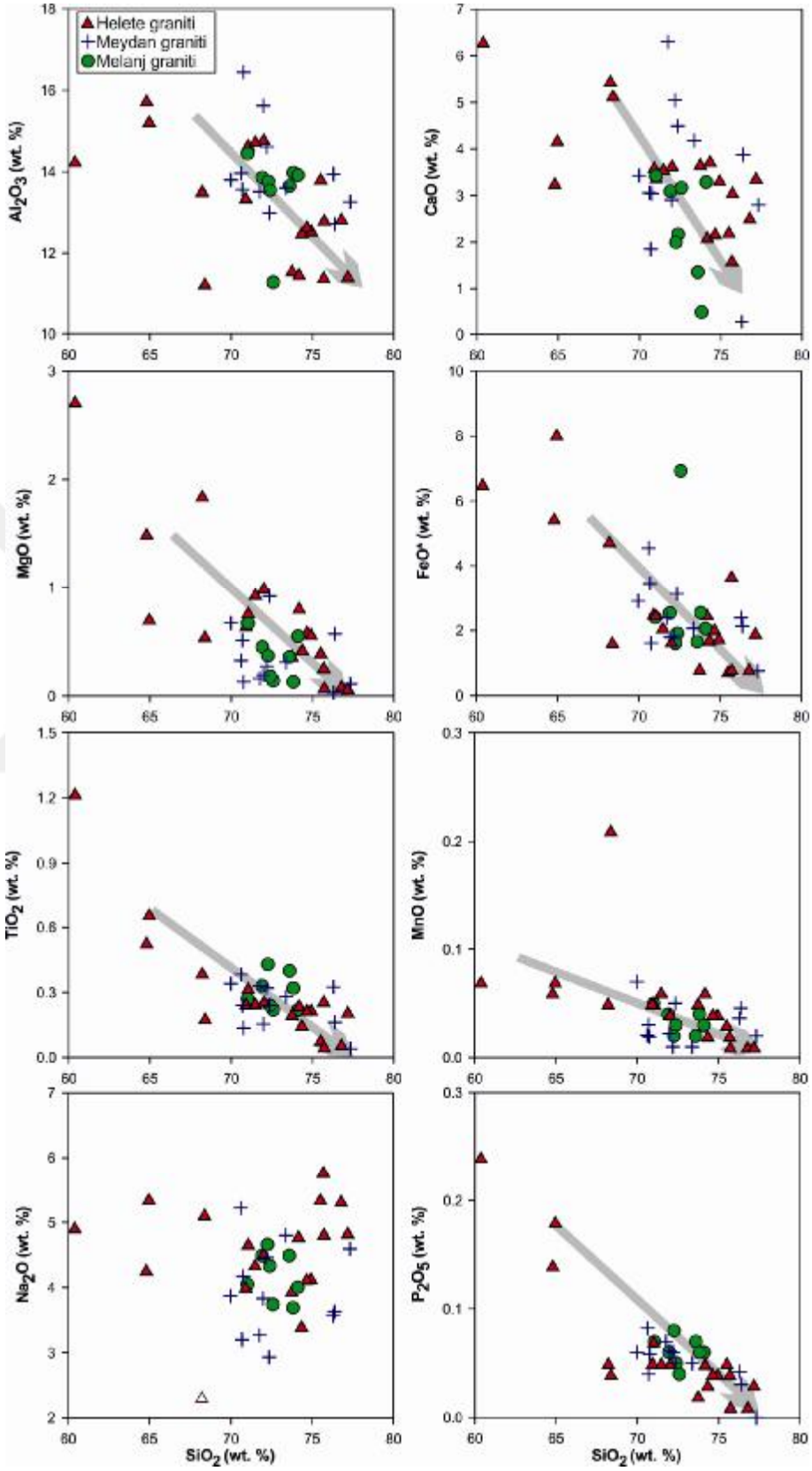
ortası sırtı granitlerine (ORG) göre normalize edilmiş örümcek diyagramları Şekil 4.79'te verilmektedir.



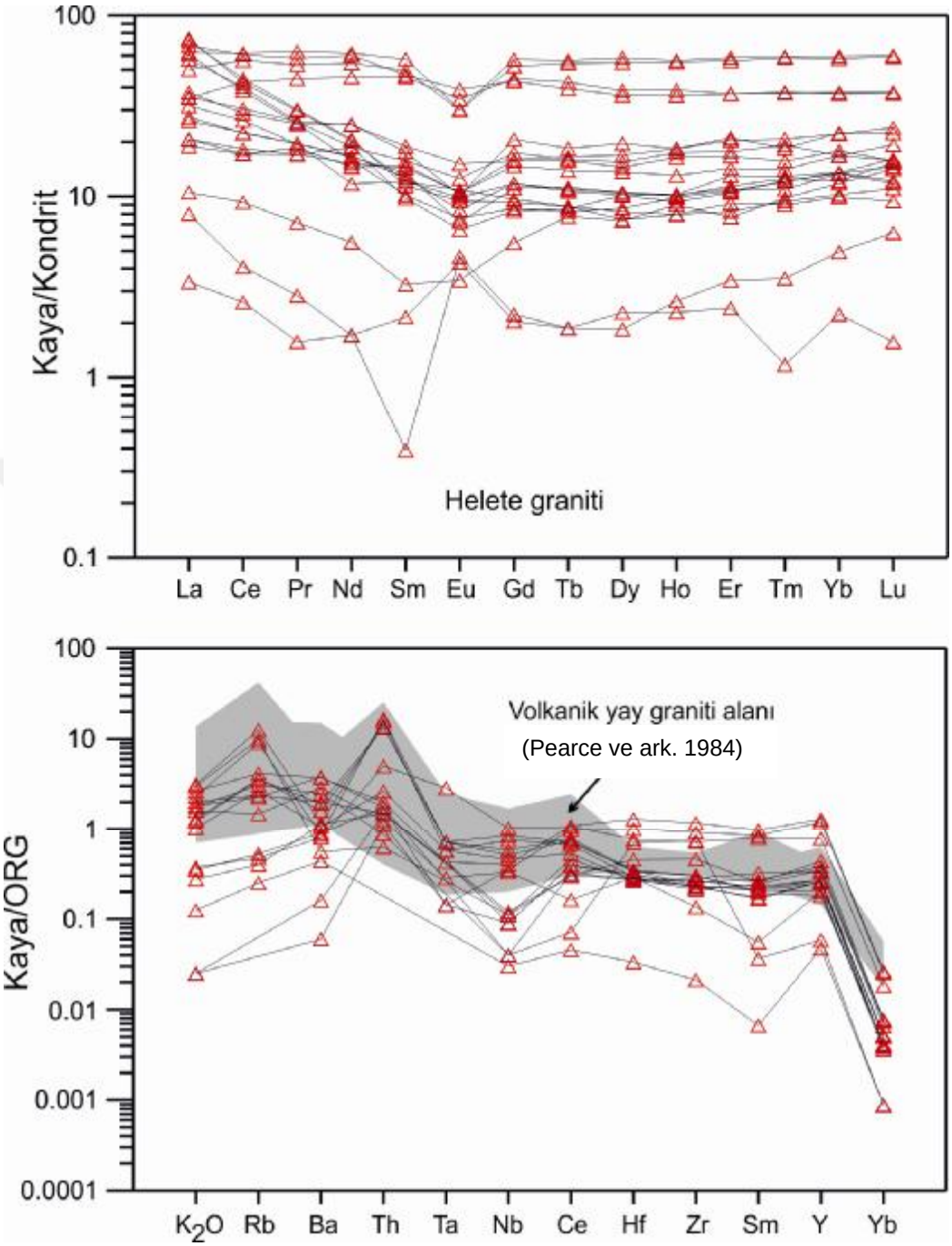
Şekil 4.77. Çalışma alanındaki granitik kayaçların (a) FeO/(FeO+MgO) – SiO_2 ve (b) Na_2O+K_2O-CaO'e karşı SiO_2 diyagramları (a: alkalik, a-c: alkali-kalsik, c-a: kalk-alkalik, c: kalsik; I, A, S tipi granit alanları Frost ark. (2001)'den alınmıştır.)

Helete bölgesindeki kayaların nadir toprak element (REE) diyagramına bakıldığında bir kısım kayaların yatay veya yataya yakın bir trend sundukları [$(La/Yb)_N$=0.84-1.5] diğer kayaçların ise hafif nadir toprak elementleri (LREE) bakımından zenginleşme [$(La/Yb)_N$=7-1.98] ve ağır nadir toprak elementleri (HREE)

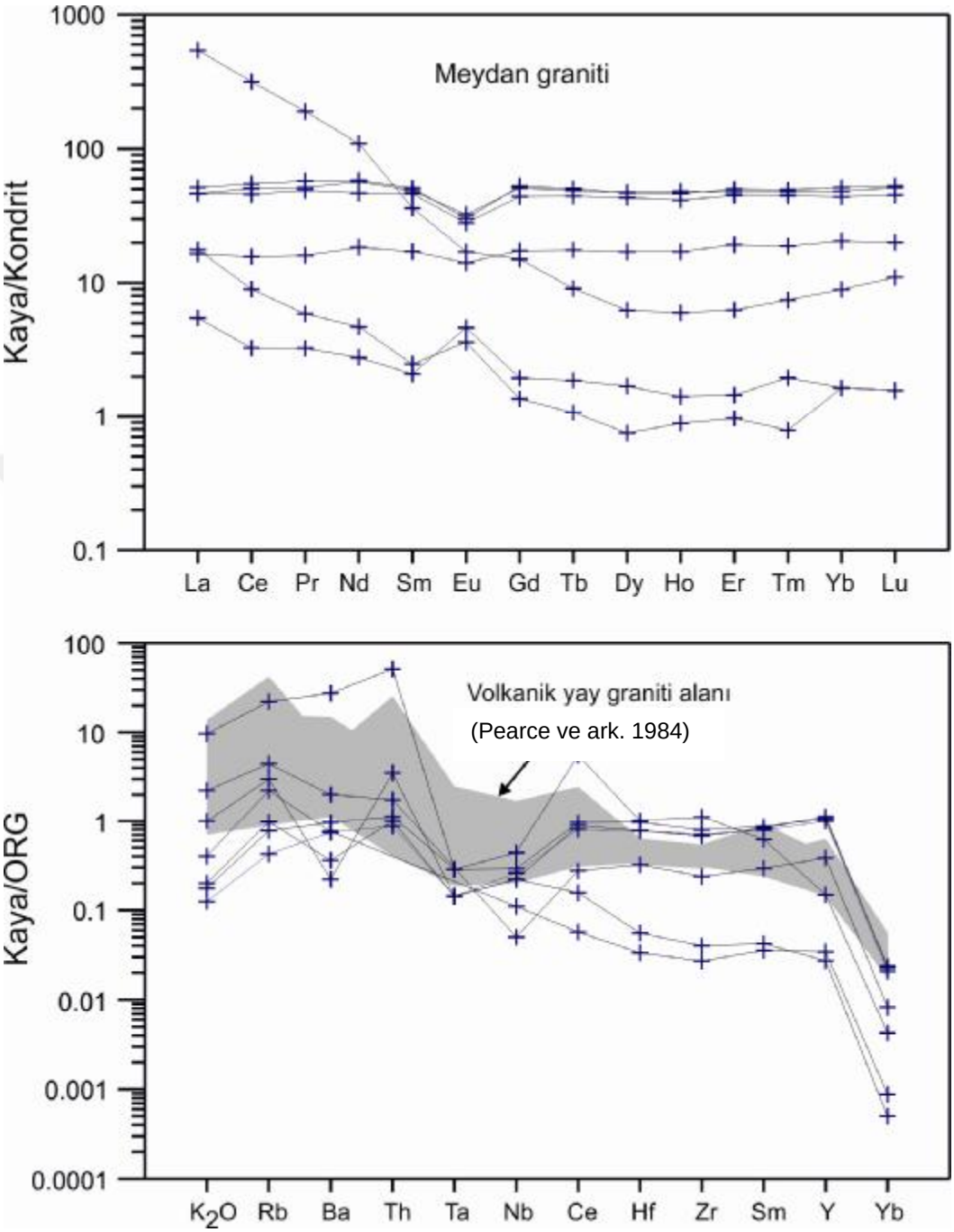
bakımından ise yatay veya yataya yakın bir trend sundukları izlenmektedir (Şekil 4.79). Eu elementi bakımından hafif bir negatif anomali gözlenmekte olup, bu durum da feldispat fraksiyonlanmasını işaret etmektedir (Şekil 4.79). Örümcek diyagramında ise; kayalarda genel olarak yüksek iyon yarıçaplı elementler (K, Rb, Ba, Th) bakımından okyanus ortası sırtı granitlere göre bir zenginleşme, kalıcılığı yüksek elementlerce (Ta, Nb, Hf, Zr, Sm, Y, Yb) ise genel bir tüketilme izlenmektedir (Şekil 4.79). Nb ve Ta elementlerinde gözlenen negatif anomali bu kayaçların oluşumunda yitim bileşeninin varlığına veya kabuksal kirlenmeye işaret edebilir (Pearce, 1983; Wilson, 1989). Meydan bölgesindeki kayaların nadir toprak element (REE) diyagramına bakıldığında bir kısım kayaların yatay veya yataya yakın bir trend sundukları [$(La/Yb)_N$=0.8-1.05] diğer kayaçların ise hafif nadir toprak elementleri (LREE) bakımından zenginleşme [$(La/Yb)_N$=60.78-3.33] ve ağır nadir toprak, elementleri (HREE) bakımından ise yatay veya yataya yakın bir trend sundukları izlenmektedir (Şekil 4.80). Eu elementi bakımından ise; yataya yakın nadir toprak element deseni sunan kayalarda hafif bir negatif anomali, hafif nadir toprak elementleri bakımından zenginleşme sunanlarda ise pozitif bir anomali görülmektedir (Şekil 4.80). Örümcek diyagramında ise Helete bölgesindeki granitik kayalara benzer şekilde; kayalarda genel olarak yüksek iyon yarıçaplı elementler (K, Rb, Ba, Th) bakımından okyanus ortası sırtı granitlere göre bir zenginleşme, kalıcılığı yüksek elementlerce (Ta, Nb, Hf, Zr, Sm, Y, Yb) ise genel bir tüketilme izlenmektedir (Şekil 4.81). Meydan melanjı bölgesindeki kayaların nadir toprak element (REE) diyagramına bakıldığında genel olarak kayaların yatay veya yataya yakın bir trend [$(La/Yb)_N$=0.63-1.5] görülmektedir (Şekil 4.81). Eu elementi bakımından ise kayalarda hafif bir negatif anomali görülmekte olup, bu durum da feldispat fraksiyonlanmasını işaret etmektedir (Şekil 4.81). Örümcek diyagramında ise Meydan melanjı bölgesindeki granitik kayalar diğer kayalara benzer şekilde genel olarak yüksek iyon yarıçaplı elementler (K, Rb, Ba, Th) bakımından okyanus ortası sırtı granitlere göre bir zenginleşme, kalıcılığı yüksek elementlerce (Ta, Nb, Hf, Zr, Sm, Y, Yb) ise genel bir tüketilme izlenmektedir (Şekil 4.81).



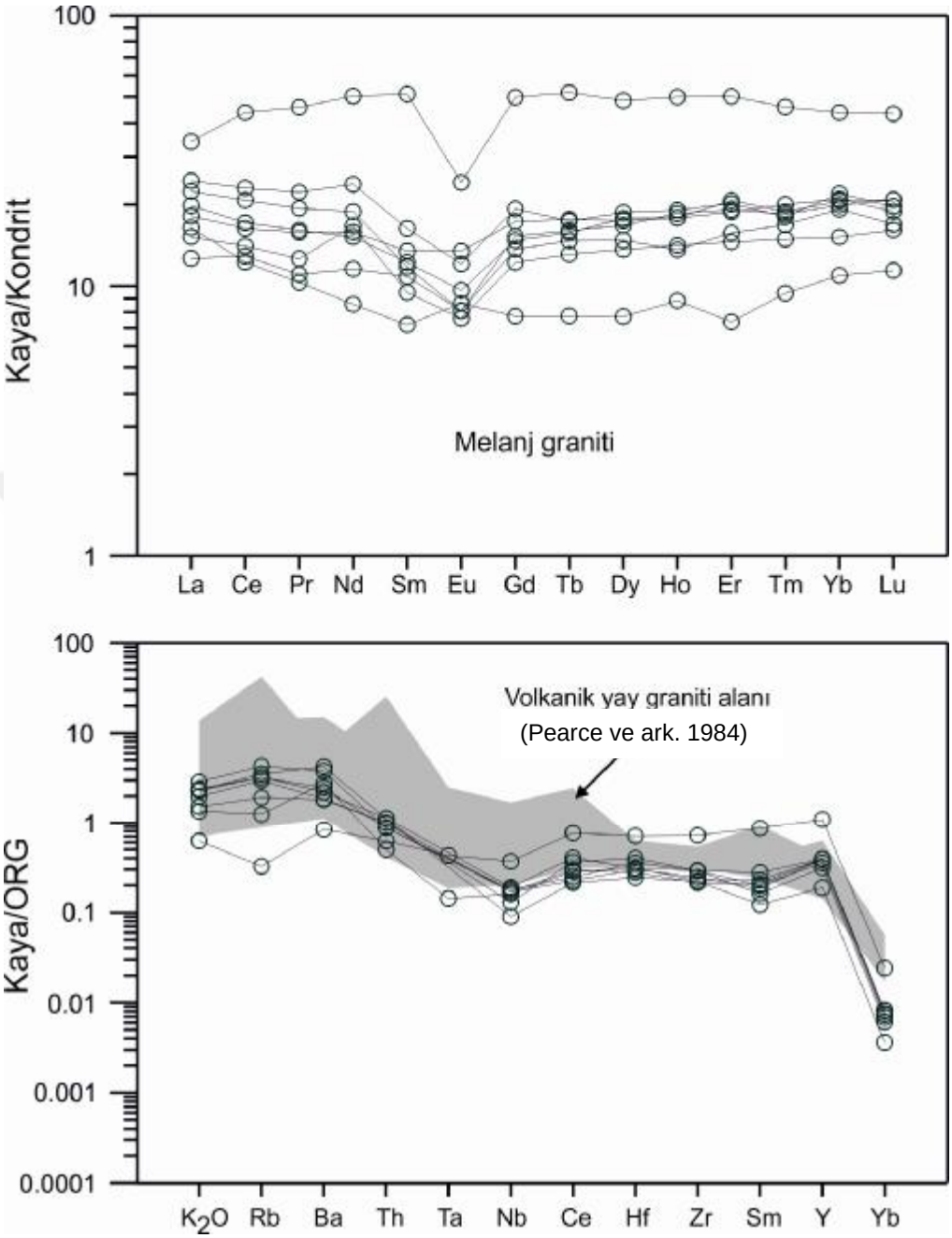
Şekil 4.78. Granitoyid kayalarının ana element Harker (1909) diyagramı.



Şekil 4.79. Helete bölgesindeki granitik kayaların Kondrit'e göre normalize edilmiş nadir toprak element ve okyanus sırtı granitlerine (ORG) göre normalize edilmiş örümcek diyagramları (Kondrit değerleri Sun ve McDonough (1989)'dan ve ORG ve Volkanik yay granit (kırmızı desenler) değerleri Pearce ark. (1984)'den alınmıştır.)



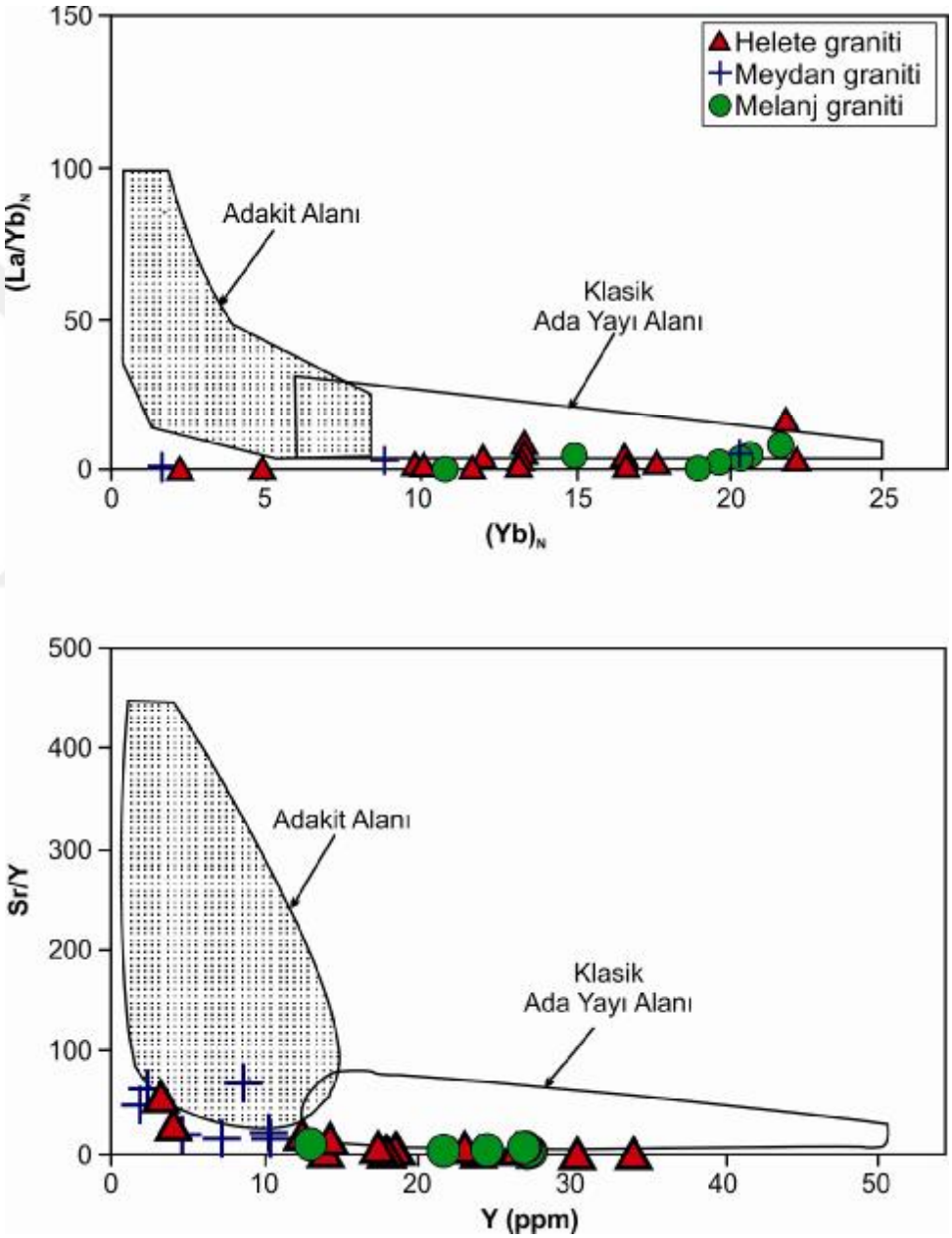
Şekil 4.80. Meydan bölgesindeki granitik kayaların Kondrit'e göre normalize edilmiş nadir toprak element ve okyanus sırtı granitlerine (ORG) göre normalize edilmiş örümcek diyagramları (Kondrit değerleri Sun ve McDonough (1989)'dan ve ORG ve Volkanik yay granitleri (kırmızı desenler) değerleri Pearce ark. (1984)'den alınmıştır.)



Şekil 4.81. Meydan bölgesindeki granitik kayaların Kondrit'e göre normalize edilmiş nadir toprak element ve okyanus sırtı granitlerine (ORG) göre normalize edilmiş örümcek diyagramları (Kondrit değerleri Sun ve McDonough (1989)'dan ve ORG ve Volkanik yay granitleri (kırmızı desenler) değerleri Pearce ark. (1984)'den alınmıştır.)

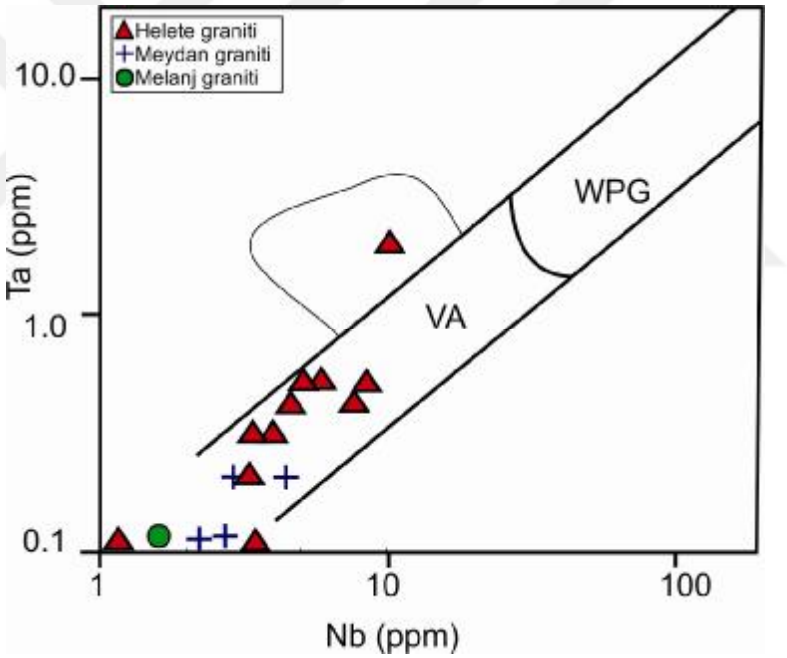
Şekil 4.82'de $(La/Yb)_N$'a karşı $(Yb)_N$ diyagramı adakitik granitlerle ada yayı granitlerini ayırmak için kullanılmaktadır. Bu diyagramda adakitik kayaların ada yayı granitlerine göre düşük $(Yb)_N$ ve yüksek $(La/Yb)_N$ ile temsil edildikleri

görülmektedir. Çalışma alanında gözlenen granitik kayaların genel olarak yüksek $(Yb)_N$ değerlerine sahip oldukları ve ada yayı alanına düştükleri görülmektedir. Yine aynı şekilde, Sr/Y'a karşı Y diyagramında da örneklerimizin daha ziyade yüksek Y içeriğine sahip oldukları ve çoğunlukla ada yayı alanına düştükleri görülmektedir.



Şekil 4.82. Çalışma alanındaki granitik kayaçların (a) $(La/Yb)_N$'a karşı $(Yb)_N$ ve (b) Sr/Y'a karşı Y diyagramları (adakit ve ada yayı alanları: Hou ark. (2012)'den alınmıştır.)

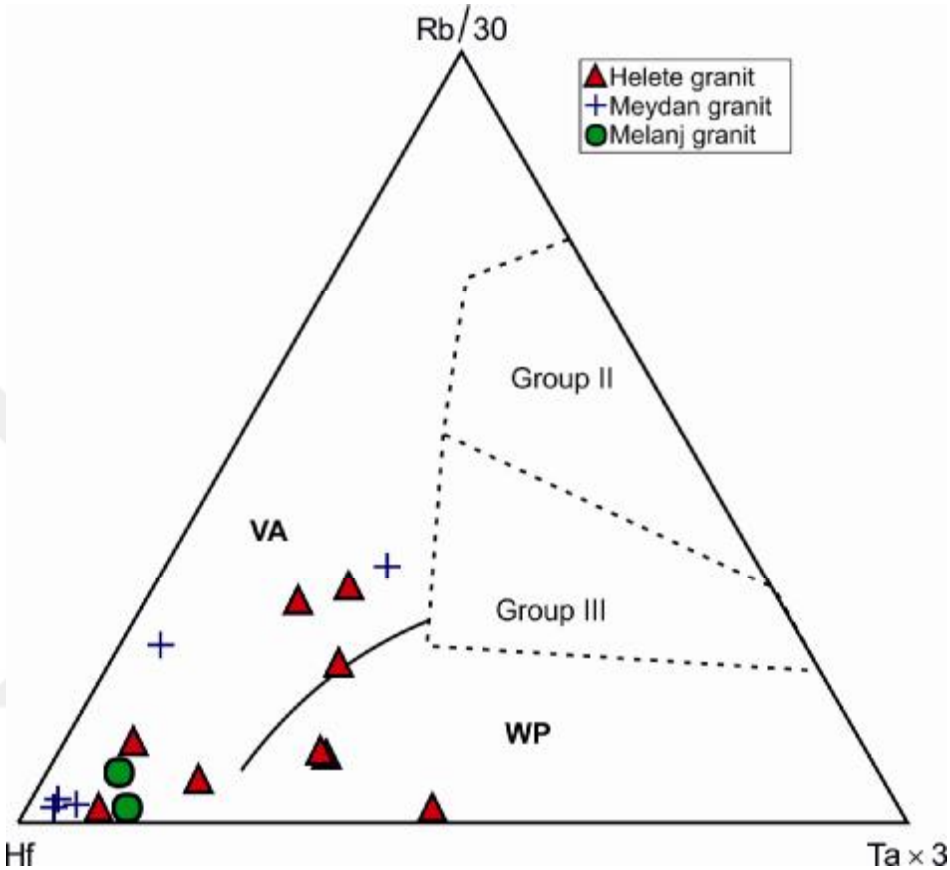
Şekil 4.83'de gösterilen Ta-Nb diyagramı kıta içi granitleri (WPG) ve volkanik yay granitleri (VA) olmak üzere granitleri iki tektonik ortama ayırmakta ve bölgeden alınan örnekler incelendiğinde her üç granitik kayanında volkanik yay graniti (VA) alanına düştüğü gözlenmekte, Ta-Nb değerlerinin düşük olması dalma-batma ortamına işaret etmektedir. Helete granitlerine ait örneklerin Ta değerleri 1-,3 ppm arasında değişmekte, Meydan granitine ait dört örnek 0,1-0,3 ppm değerlerinde ve Meydan melanjı granitine ait örnek 0,1 ppm değerindedir. Yine Helete granitine ait örnekler 1-20 ppm arasında değişen Nb içeriğine sahipken, Meydan granitine ait örnekler 5-8 ppm arasında Nb değerinde ve son olarak Meydan melanjı granitine ait tek örnek ise 3 ppm değerinde Nb bulundurmaktadır (Şekil 4.83).



Şekil 4.83. Granitoyid kayaların Harris ve ark. 1986b'den alınan Ta-Nb diyagramındaki konumları.

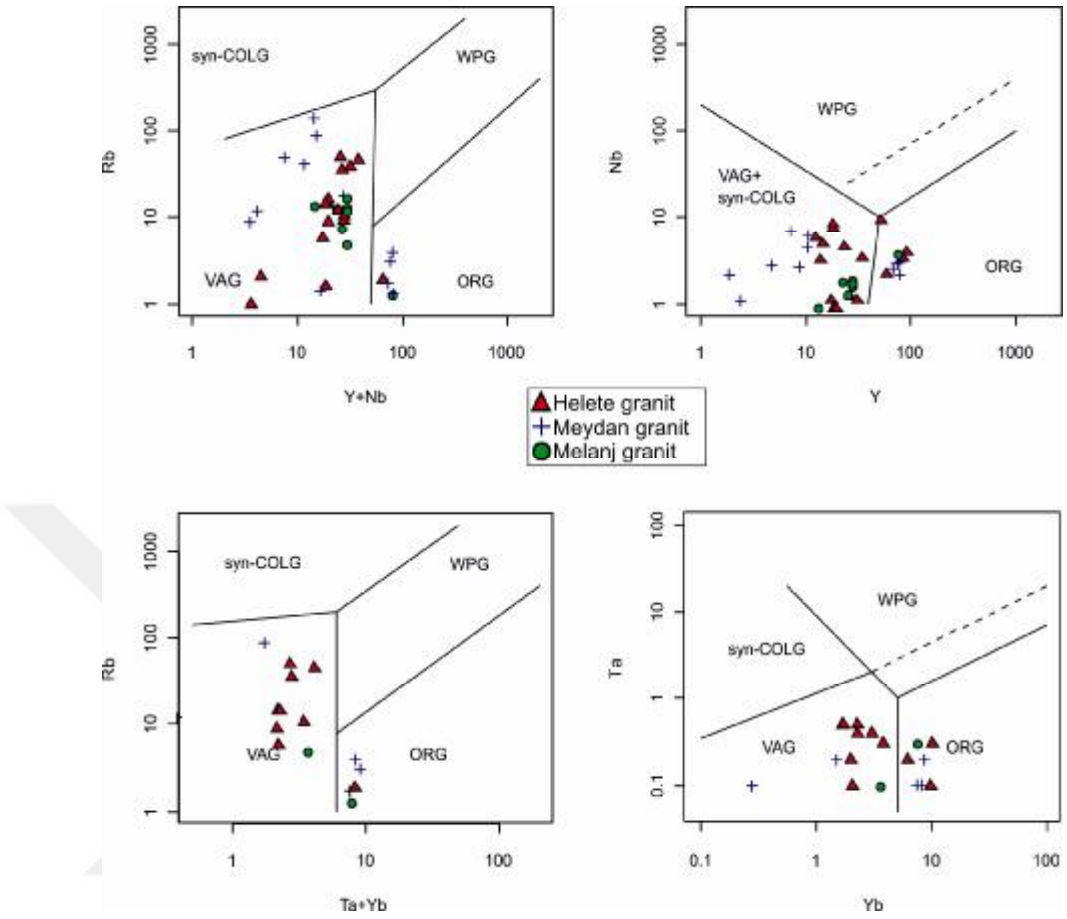
Harris ve ark. 1986'dan alınan Rb/30-Hf-Ta*3 üçgen diyagramında granitik kayalar oluşum ortamlarına göre kıta içi granitleri (WPG) ve volkanik yay graniti (VA) olmak üzere iki oluşum ortamına ayrılmaktadır. Çalışma alanındaki örneklerin konumlarına bakıldığında, Meydan ve Meydan melanjı granitine ait kayaların tamamının volkanik yay graniti alanına düştükleri gözlenmektedir. Helete bölgesi

granitine ait örneklerin çoğunluğunun volkanik yay graniti alanında olduğu ancak üç örneğin kıta içi alanına düştüğü gözlenmektedir (Şekil 4.84).



Şekil 4.84. Helete bölgesinde gözlenen granitoyidler için Hf-Rb-Ta üçlü ayrım diyagramı (Harris ve ark. 1986)

Pearce ve ark. (1984) tarafından geliştirilen Rb-Y+Nb / Rb-Ta+Yb / Ta-Yb elementlerinin korelasyonlarına dayandırılan tektonomagmatik ayrım diyagramları kıta içi granitoyidi (WPG), okyanus ortası sırtı graniti (ORG) ve volkanik yay graniti (VAG)'ını ayırmaktadır. Çalışma alanındaki örneklerin büyük bir kısmının volkanik yay granitleri (VAG) alanına düştükleri ve az miktarda örneğin ise okyanus ortası sırtı (ORG) alanına düştüğü gözlenmektedir. ORG alanına düşen az sayıda örneğin dalma-batmanın ilerleyen safhalarında dalan levhanın rollback (geri kaçma) yapması sonucunda açılan astenosferik pencereden gelen magmadan kaynaklandığı düşünülmektedir (Dilek ve Flower 2003.) (Şekil 4.85).



Şekil 4.85 Helete bölgesinde gözlenen granitoyidlere ait kayaçların Rb-Y+Nb / Rb-Ta+Yb / Ta+Yb / Nb-Y tektonomagmatik ayrım diyagramı (Pearce ve ark 1984)

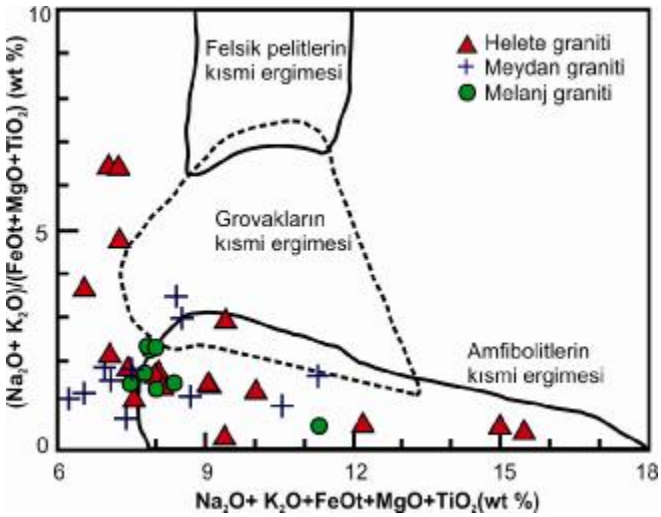
Yine aynı yazarlar tarafından hazırlanan Nb-Y tektonomagmatik ayrım diyagramında ise Helete bölgesinde yer alan granitoyidlerin hemen hepsinin volkanik yay graniti (VAG)- çarpışmayla eş yaşlı granitler (Syn-COLG) alanına düştükleri göreceli olarak daha az örneğin ise okyanus ortası sırtı (ORG) alanına düştüğü gözlenmektedir (Şekil 4.85).

Eby 1982' nin önerdiği Nb-Y-Ga*3 üçlü diyagramı incelendiğinde yüksek Nb elementi içeren kayaların magmatik kökenden türedikleri, düşük Nb göreceli olarak yüksek Y ve Ga*3 elementleri ise manto- kabuk etkileşimi sonucundan türeyen magmatik veya kabuk-manto kökenine işaret etmektedir (Şekil 4.86).



Şekil 4.86. Helete bölgesi granitlerinin Nb-Y-Ga*3 üçlü ayrım diyagramında konumları (Eby, 1982)

$(Na_2O+K_2O)/ (FeO^*+MgO+TiO_2)$'e karşılık $(Na_2O+K_2O+FeO^*+MgO+TiO_2)$ diyagramına göre kayaçlar için üç kaynak ortam belirtilmiştir. Bunlardan birinci bölge yüksek $(Na_2O+K_2O)/ (FeO^*+MgO+TiO_2)$ oranına sahip olan felsik pelitik kayaların kısmi ergimesiyle oluşan kayalardan oluştururken, düşük $(Na_2O+K_2O)/ (FeO^*+MgO+TiO_2)$ oranına sahip olanlar amfibolitlerin kısmi ergimesiyle oluşan kayalar, ki Helete bölgesinden alınan granitik örneklerin çoğunluğu bu alana düşmektedirler (Şekil 4.87).



Şekil 4.87. Ana oksitlerin karşılaştırılmasıyla oluşan ikili diyagramda Helete bölgesi granitlerinin kaynak kaya görünümü. Patino Douce (1999).

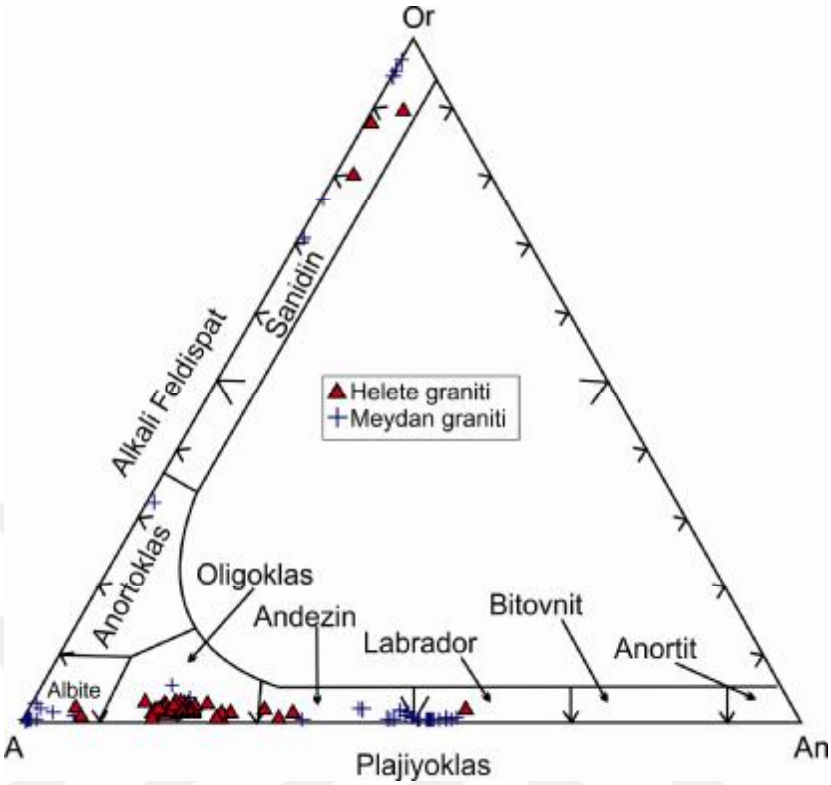
4.2.2.2. Mineral Kimyası

Helete ve Meydan bölgesinde gözlenen granitik kayaçlarda 6 adet numune üzerinde plajiyoklas, amfibol ve biyotit mineralleri üzerinde mineral kimyası analizleri yapılmıştır (Çizelge 4.4, 4.5 ve 4.6).

Feldspat Mineralleri

İnceleme alanında yüzeyleyen kayaçlardaki plajiyoklasların mineral kimyası analizleri Çizelge 4.4'te verilmektedir. Helete bölgesindeki plajiyoklasların SiO_2 içeriği % 54.76-68.03, TiO_2 içeriği % 0-0.018, Al_2O_3 içeriği % 16.63-26.04, MgO içeriği % 0-0.42, CaO içeriği % 0.18-47.27, Na_2O içeriği % 0.48-11.21, K_2O içeriği % 0.04-15.36 arasında değişmektedir. (Çizelge 4.4). Meydan bölgesindeki plajiyoklasların SiO_2 içeriği % 52.93-56.39, TiO_2 içeriği % 0-0.02, Al_2O_3 içeriği % 27.5-29.64, MgO içeriği % 0-0.01, CaO içeriği % 9.95-1182, Na_2O içeriği % 5.17-6.32, K_2O içeriği % 0.03-0.12 arasında değişmektedir. Granitik kayaçlarda gözlenen plajiyoklasların anortit (An) içeriği Helete bölgesinde % 1-55.9 arasında, Meydan bölgesinde ise % 46.62-55.36 arasında değişmektedir (Çizelge 4.4). Helete ve Meydan bölgelerindeki granitik kayalarda gözlenen feldspat sınıflandırma diyagramı Şekil 4.88'de verilmektedir. Hem Helete bölgesindeki plajiyoklaslar, Hem de Meydan bölgesindeki plajiyoklaslar genellikle albit-labrador bileşimlidir. Meydan bölgesinde görülen plajiyoklaslar genellikle albit-labrador bileşimlidir (Şekil 4.88).

Helete ve Meydan bölgelerinde yüzeyleyen granitik kayalardaki K-Feldispatların mineral kimyası analizleri Çizelge 4.4'te verilmektedir. Helete ve Meydan bölgelerinde gözlenen granitik kayalardaki K-Feldispatların ortoklaz, albit ve anortit içeriklerine dayalı olarak yapılan sınıflandırma diyagramı Şekil 4.88'de verilmektedir. K-Feldispatlar baskın olarak ortoklaz bileşiminde oldukları görülmektedir (Şekil 4.88).



Şekil 4.88. Helete ve Meydan bölgelerinde gözlenen granitik kayalardaki feldspat minerallerinin sınıflandırma diyagramı (Barth, 1962)

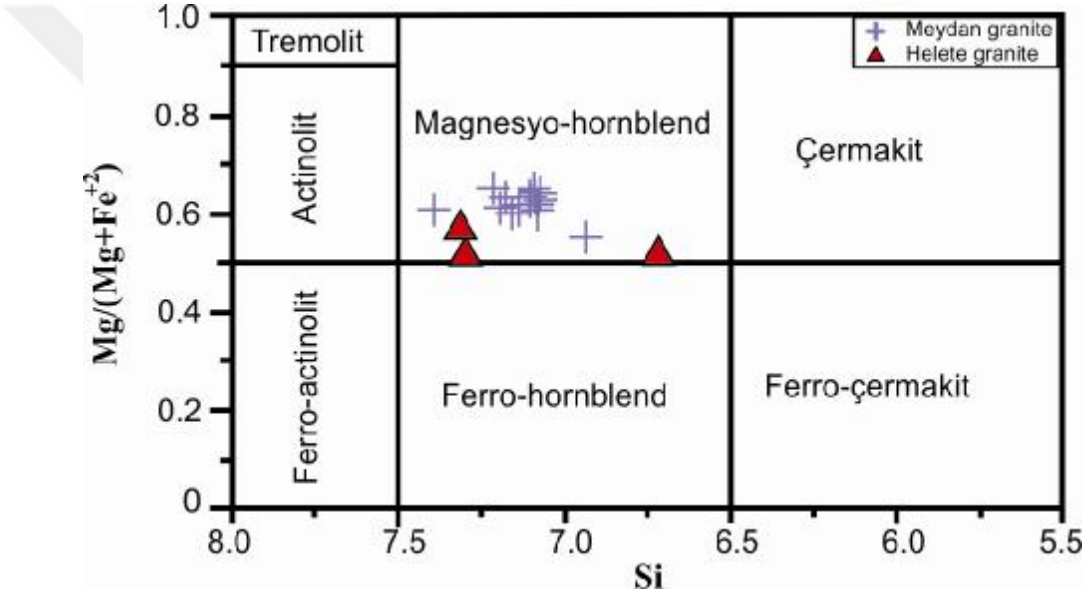
Amfibol minerali

Meydan granitine ait kayalardaki 2 adet ince kesit üzerinde toplam 19 adet amfibol analizi yapılmış olup bu analiz sonuçları Çizelge 4.5'te verilmektedir.

Analizlerden amfibollerin SiO_2 içeriği % 40.60-48.55; TiO_2 içeriği % 0.43-1.57; Al_2O_3 içeriği % 6.33-13.41; MgO içeriği % 8.89-14.14; CaO içeriği % 10.47-11.82; MnO içeriği % 0.35-0.62; arasında değişmektedir (Çizelge 4.5). Leake ve ark (1997) tarafından geliştirilen amfibol sınıflandırma diyagramında Meydan bölgesindeki granitlere ait amfiboller magnezyumlu hornblend ile temsil edilmektedirler (Şekil 4.89).

Amfibol derinlerde kristalleşen sulu kalk-alkali magmatik kayaçlarda yaygın olarak izlenen bir mineraldir. Deneysel çalışmalar hornblendlerin toplam alüminyum (Al) içeriklerinin, bulundukları magmatik kayacın kristalleştiği ortamın basıncı ve sıcaklığı hakkında bilgiler içerdiğini göstermektedir (Spear 1981; Johnson ve Rutherford, 1989; Parlak, 2006; Arslan ve ark. 2004; Aslan, 2005; Rızaoğlu ve ark. 2009). Kalk-alkalen granitlerin kristallenme derinliğinin hesaplanmasında

hornblendlerin toplam Alüminyum (Al) içeriğinden oldukça yaygın olarak yararlanılmaktadır (Hammarstrom ve Zen 1986; Hollister ve ark. 1987; Johnson ve Rutherford, 1989; Schmidt 1992). Meydan bölgesindeki granit ait amfibollerin toplam alüminyum içeriklerinden yola çıkılarak Holland and Blundy (1994) tarafından önerilen basınç hesaplama formülü kullanılmış ve eşitliğe göre (1kbar=3,7 km) 1.96 – 5.27 değerleri elde edilmiştir. Bu basınç değerlerine göre Meydan bölgesindeki granitik intrüzyonun ortalama olarak 10 km derinlikte soğuduğuna işaret etmektedir.



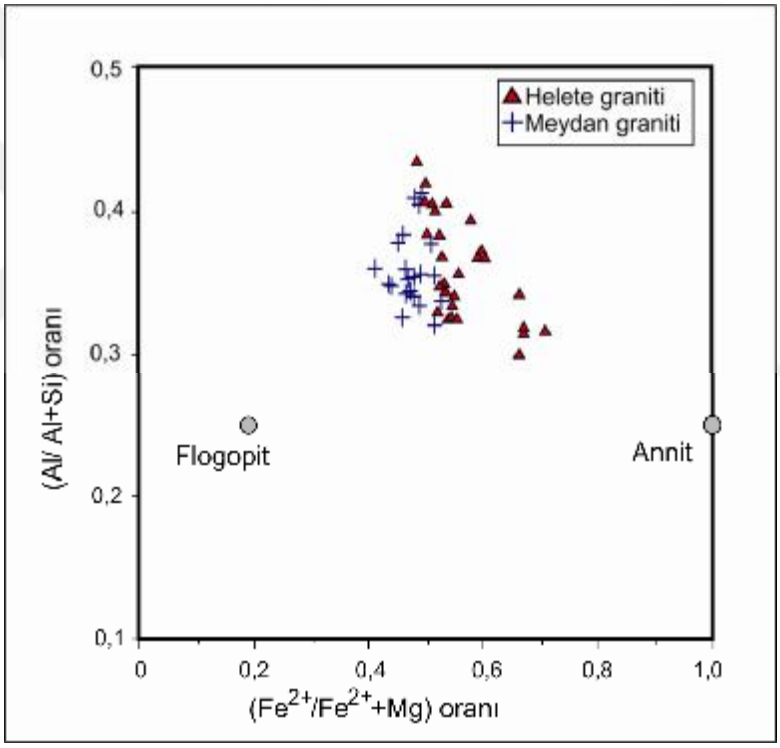
Şekil 4.89. Meydan bölgesindeki granitik kayaçlarda gözlenen amfibollerin sınıflandırma diyagramı (Leake ve ark. 1997)

Biyotit minerali

Helete ve Meydan bölgelerinde gözlenen intrüzif kütlelerden seçilen 4 adet numune üzerinde toplam 51 adet biyotit analizi yapılmış olup, bu analiz sonuçları Çizelge 4.6'da verilmektedir.

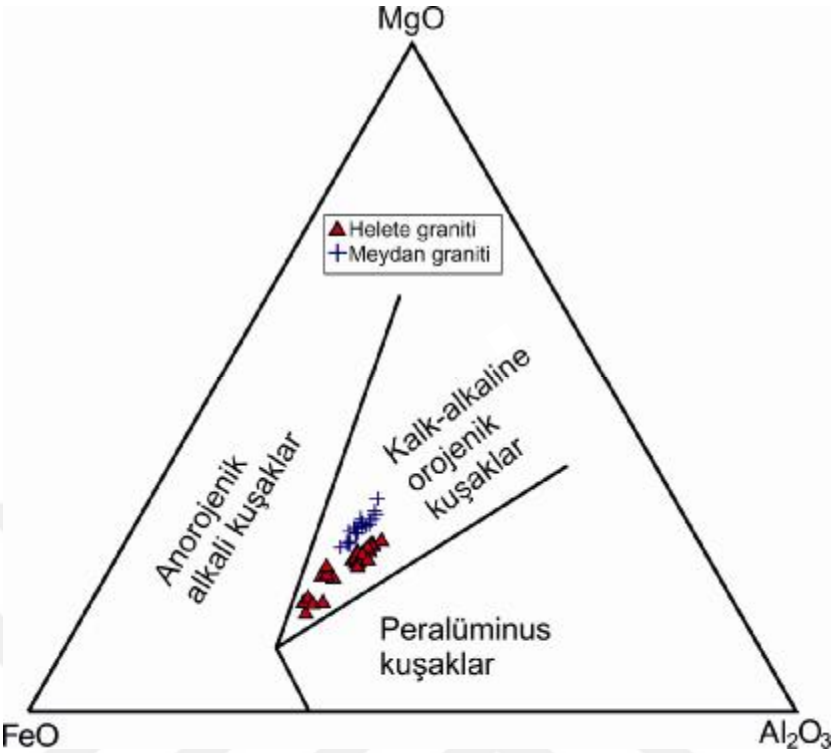
Helete bölgesindeki granitlerde biyotitlerin SiO_2 içeriği % 26-38.5, TiO_2 içeriği % 1.49-4.06, Al_2O_3 içeriği % 14.35-25.74, MgO içeriği % 5.06-13.15, MnO içeriği ise % 0.19-6.76 arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.6). Meydan bölgesindeki granitlerin SiO_2 içeriği % 27.76-35.82, TiO_2 içeriği % 0.18-4.75, Al_2O_3 içeriği % 13.03-16.57, MgO içeriği % 7.14-16.11, MnO içeriği ise % 0.48-0.81

arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.6). Biyotitler mafik, felsik ve ortaç magmatik kayaçlarda oldukça yaygın olarak izlenen sulu ferromagnezyen mineraller olup granitoyidlerin oluşumundaki fiziko-kimyasal koşulları ve bileşimsel değişimleri yansıtırlar (Speer, 1984). Bu nedenle magmatik biyotitler ve onları bünyelerinde barındıran magmatik kayaçların bileşimleri arasında yakın bir ilişki olduğu bilinmektedir (Abdel-Rahman, 1994). İnceleme alanında yüzeyleyen Helete ve Meydan granitlerine ait biyotitlerin bileşimini gösteren sınıflandırma diyagramı Şekil 4.90'da görülmektedir (Leake ve Said, 1994).

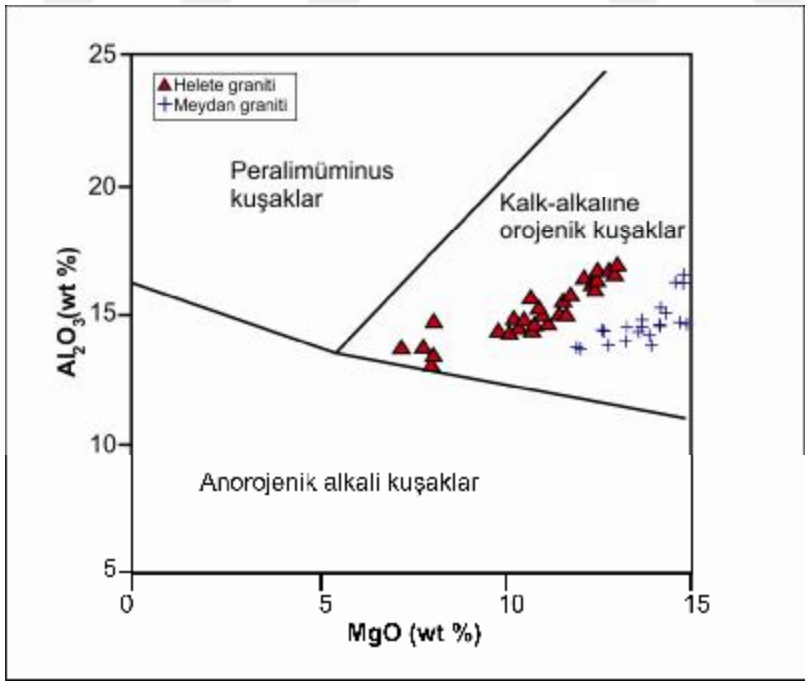


Şekil 4.90. Helete ve Meydan bölgelerinde gözlenen granitik kayalara ait biyotitlerin sınıflandırma diyagramı (Leake ve Said, 1994)

Biyotitlerin MgO, FeO*, ve Al_2O_3 içeriklerinden yola çıkarak orojenik kalkalkalen, peralümino dizi ve anorojenik alkalen diziye ait biyotitleri birbirinden ayırmak mümkündür (Abdel-Rahman 1994). Helete ve Meydan bölgelerinde gözlenen granitik kayalardaki biyotitlerin tamamı kalkalkalen orojenik dizi içerisindeki alana düşmektedirler (Şekil 4.91, 92).



Şekil 4.91. Helete ve Meydan bölgelerinde gözlenen granitik kayalara ait biyotitlerin MgO-FeO- Al_2O_3 üçgen diyagramı (Abdel-Rahman, 1994)



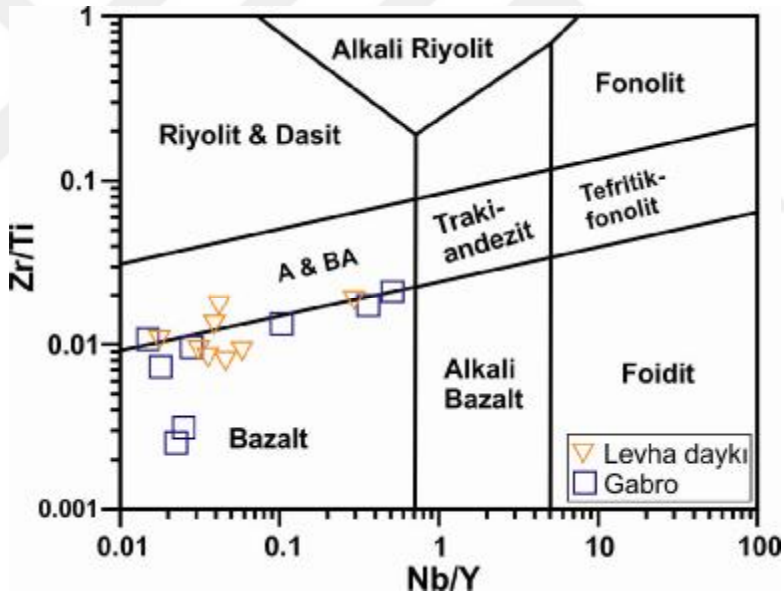
Şekil 4.92. Helete ve Meydan bölgelerinde gözlenen granitik kayalara ait biyotitlerin MgO-Al_2O_3 diyagramı (Abdel-Rahman, 1994)

4.2.3. Meydan Ofiyolitinin Jeokimyası

4.2.3.1. Tüm Kayaç Jeokimyası

Meydan ofiyolitine ait levha daykları ve gabroyik kümülatların ana, iz ve nadir toprak element (REE) içerikleri Çizelge 4.3'te verilmektedir.

Meydan ofiyolitinde gözlenen levha daykları ve kümülat gabrolara ait kayaçlar Pearce (1996) tarafından geliştirilen Zr/Ti ile Nb/Y oranlarının karşılaştırılması suretiyle elde edilen kaya sınıflama diyagramında değerlendirilmiştir (Şekil 4.93). Levha dayklarına ait kayalar diyabaz ve mikrodiyorit ile kümülat gabrolar ise gabro ve diyoritlerle temsil edilmektedirler (Şekil 4.93).

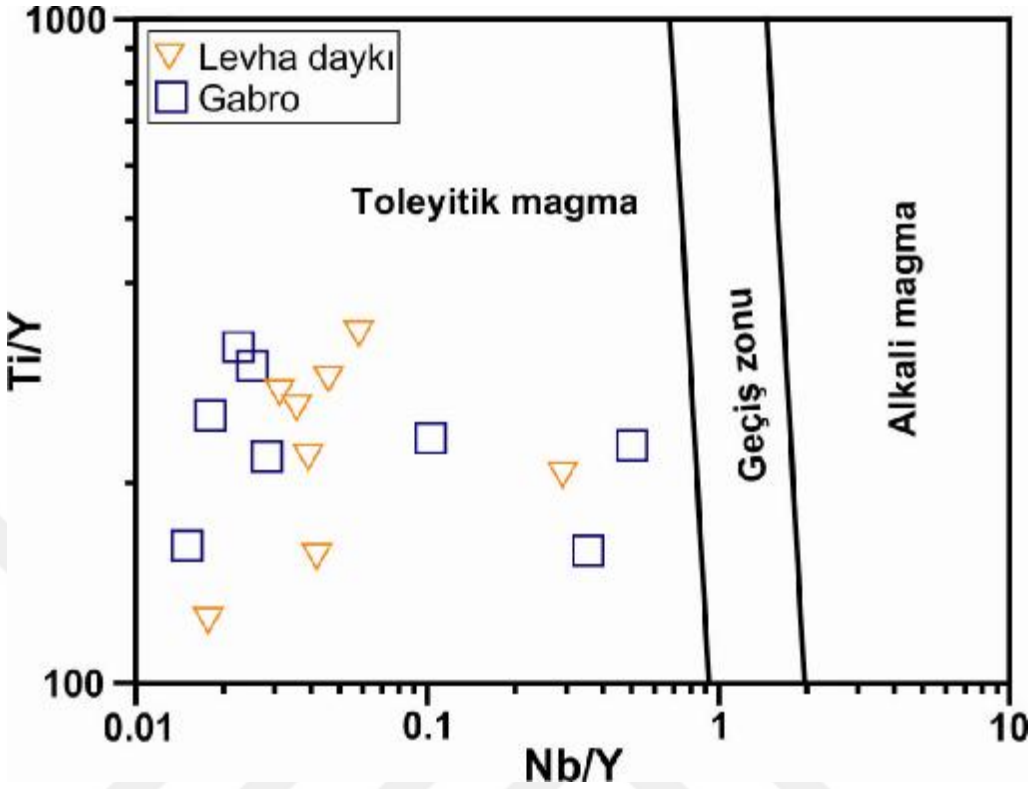


Şekil 4.93. Meydan ofiyolitindeki levha daykları ve kümülat gabrolara ait kayaçların Zr/Ti ile Nb/Y oranlarına göre sınıflandırma diyagramı (Pearce, 1996).

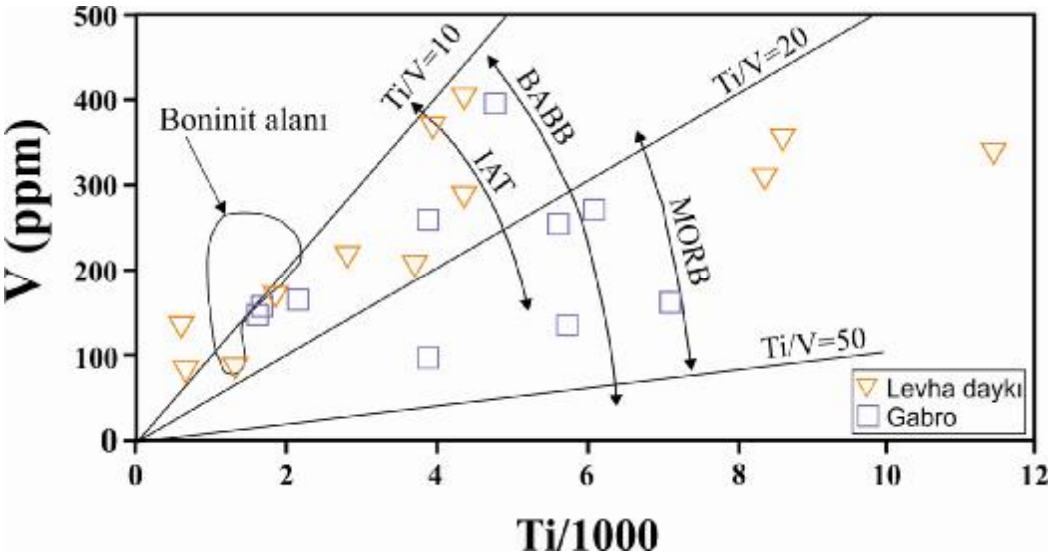
Meydan ofiyolitinde gözlenen levha dayklarının Nb/Y oranları 0.02-0.06 arasında, kümülat gabroların ise 0.01-0.03 arasında değişmekte olup, her iki birimden derlenen örneklerin tamamı Winchester ve Floyd, (1977) tarafından geliştirilen Nb/Y oranının Ti/Y oranına göre değişiminin incelendiği diyagramda toleyitik magmadan türedikleri görülmektedir (Şekil 4.94).

Levha daykları ve gabroyik kayaların bir kısmının Ti bakımından oldukça tüketilmişlerdir (Çizelge 4.3). Ti-V değişim diyagramında bu durum açık bir şekilde görülmektedir (Şekil 4.95). Her iki kaya grubunun da pozitif trend sunduğu diyagramda, levha daykı ve gabrolara ait bazı kayaların Ti bakımından fakirlik sunduğu ve boninitik kayalarla benzerlikler gösterdiği anlaşılmaktadır.

Levha dayklarına ait kayaçların kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri (REE) diyagramı Şekil 4.96'da gösterilmektedir. Levha daykları değişik tüketilme oranları sunmakla birlikte genellikle yatay [$(La/Yb)_N$=0.46-1.49] olmak üzere, hafif nadir toprak elementleri (LREE) bakımından oldukça az tüketilme sunmaktadırlar. Levha dayklarının kondrite göre zenginleşmeleri 0.4_X ile 31_X arasında değişmektedir (Şekil 4.96). Boninitik kayaların hafif nadir toprak elementleri bakımından fakirlik sundukları açıkça görülmektedir (Şekil 4.96). Meydan ofiyolitinde gözlenen levha dayklarına ait kayaçların N-MORB'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramı Şekil 4.96'da verilmektedir. Levha dayklarına ait kayaçların yüksek iyon yarıçaplı (LIL) elementler (Rb, Ba, Sr, K)'deki zenginleşme dışında kalıcılığı yüksek elementlerce (HFS) hemen hemen yataya yakın bir dağılım sundukları ve N-MORB'a benzedikleri görülmektedir (Şekil 4.96). Levha dayklarına ait kayaçlar bu özelliklerinin dışında Nb elementince negatif bir anomali sunmaktadırlar (Şekil 4.96). Yüksek iyon yarıçaplı (LIL) elementlerdeki (Rb, Ba, Th, K) zenginleşme dalan levhadan ayrılan elementlerin manto kamasına katılması ve kısmi ergime olayları sırasında zenginleşmeye neden olmaları ile açıklanmaktadır. Nb ve Ta gibi kalıcılığı yüksek elementler (HFS) ise dalan levhada kalmakta ve manto kamasına katılmamaktadır (Perfit ve ark. 1980; Pearce, 1982; Arculus ve Powel, 1986; Yogodzinski ve ark. 1993; Wallin ve Metcalf, 1998). Bu nedenle Meydan ofiyolitine ait levha dayklarında görülen negatif Nb anomalisinin direk olarak onu oluşturan magmanın birincil özelliği olduğu düşünülmektedir. Ayrıca Ti'ca fakir daykların ise diğerlerine nazaran daha fazla bir fakirleşme sundukları da görülmektedir (Şekil 4.96).



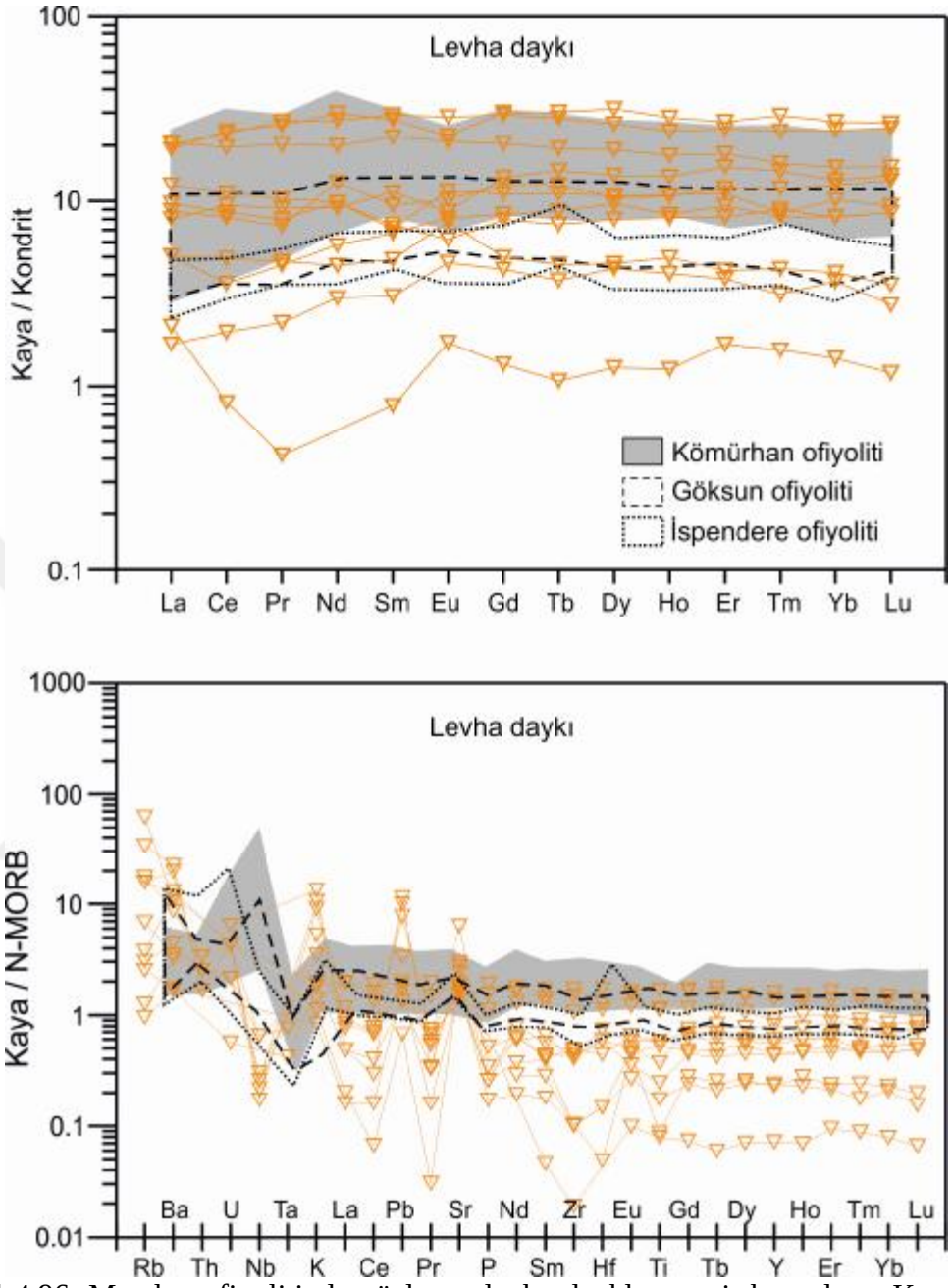
Şekil 4.94. Meydan ofiyolitindeki levha daykları ve kümülat gabrolara ait kayaçların Nb/Y-Ti/Y değişim diyagramı (Winchester ve Floyd, 1977)



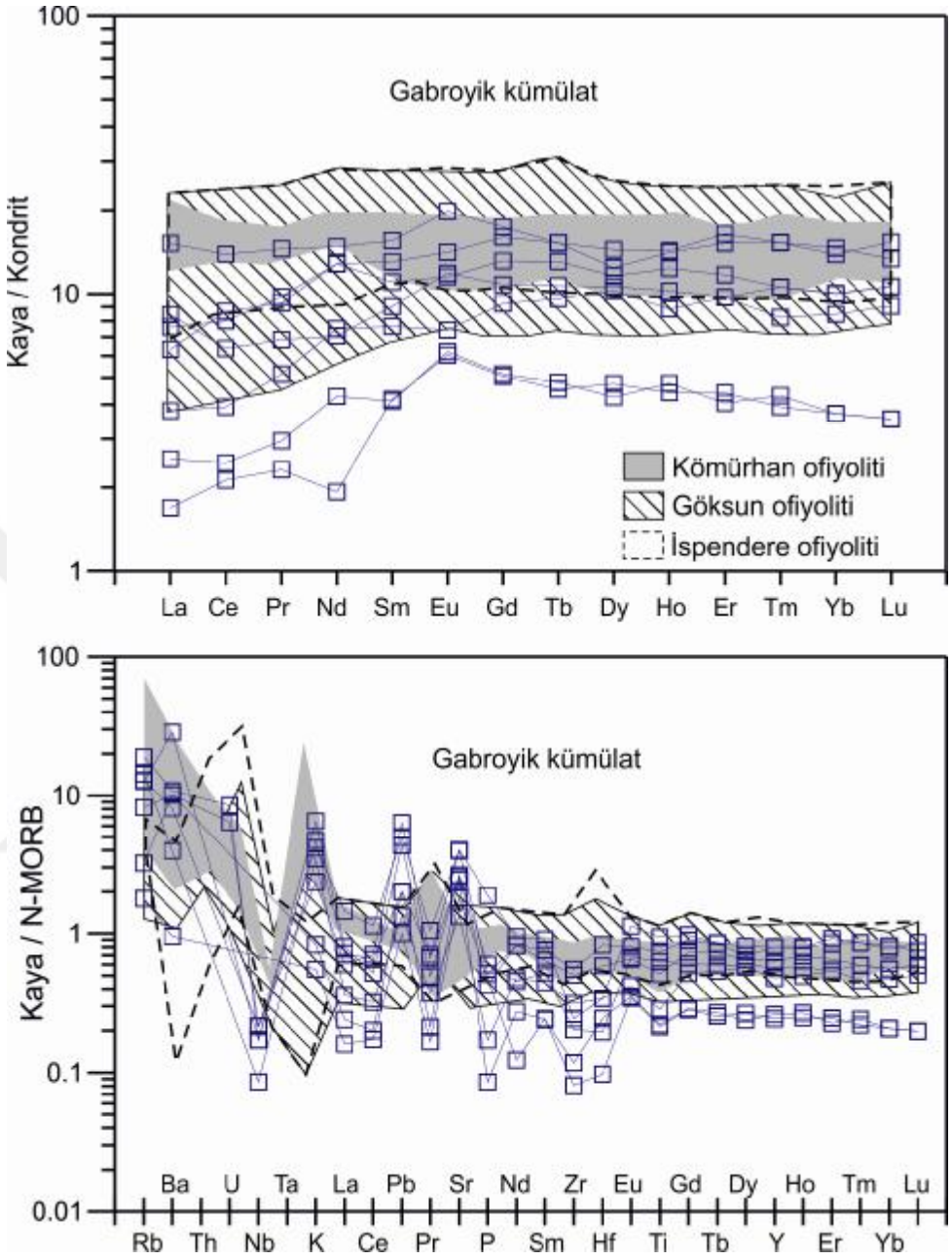
Şekil 4.95. Meydan ofiyolitindeki levha daykları ve kümülat gabrolara ait kayaçların V - Ti diyagramı (Boninites alanı Hickey ve Frey (1982) ve Crawford (1989)'dan alınmıştır. IAT (Ada Yayı Toleyiti), BABB (Yay Ardı Basen Bazaltı) ve MORB (Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı) için Ti/V oranları Shervais (1982)'den alınmıştır)

Gabroyik kümülat kayalarının kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri (REE) diyagramı Şekil 4.97'de gösterilmektedir. Gabroyik kayalarda levha dayklarında olduğu gibi değişik oranlarda tüketilme sunmakta ve genellikle yatay [$(La/Yb)_N$=0.45-1.1] ya da hafif nadir toprak elementleri (LREE) bakımından az oranda tüketilme sunmaktadırlar. Gabroyik kayaların Kondrite göre zenginleşmeleri 1.7X ile 20X arasında değişmektedir (Şekil 4.97). Boninitik kayaların nadir toprak elementleri bakımından daha fazla fakirlik sundukları açıkça görülmektedir (Şekil 4.97). Gabroyik kayaların N-MORB'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramı Şekil 4.97'de verilmektedir. Bu kayaların bazı yüksek iyon yarıçaplı (LIL) elementler (Rb, Ba, Sr, K) bakımından zenginleşme ve kalıcılığı yüksek elementlerce (HFS) hemen hemen yataya yakın bir dağılım sundukları ve N-MORB'a benzedikleri görülmektedir (Şekil 4.97). Gabroyik kayalarda da Nb elementince negatif bir anomali görülmektedir (Şekil 4.97).

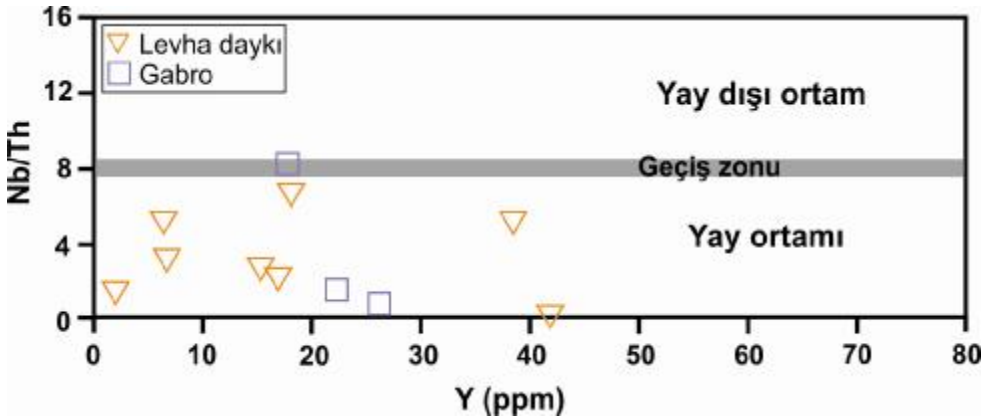
Jenner ve ark. (1991) tarafından geliştirilen Y-Nb/Th diyagramı yay ortamı ile yay dışı ortamını birbirinden ayırmaktadır (Şekil 4.98). Bu diyagram, Meydan ofiyolitinde gözlenen levha daykları ve gabroyik kayaların dalma-batma zonu üzerinde oluştuğunu açıkça göstermektedir. Pearce (1982) tarafından geliştirilen Th/Yb oranının Ta/Yb oranına göre değişimini gösteren diyagram tüketilmiş manto (MORB) ve zenginleşmiş mantoyu (levha içi) birbirinden ayırmakta kullanılmaktadır (Şekil 4.98). Şekildeki okun gösterdiği gibi dalan levhadan ayrılan uçucular ve sıvılar gibi dalma-batma bileşenlerinin eklenmesiyle manto kaynağında Th/Yb oranında bir artış meydana gelmektedir (Şekil 4.98). Bu diyagramda Meydan ofiyolitinde gözlenen levha daykları ve gabroyik kayaların okyanus içi yitim zonu üzerinde oluştuğunu işaret etmektedir.



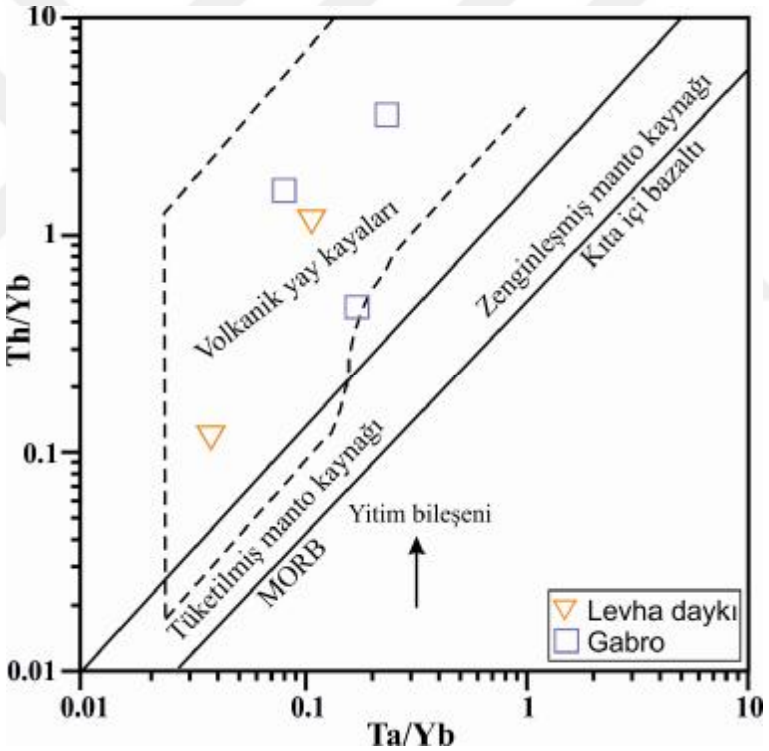
Şekil 4.96. Meydan ofiyolitinde gözlenen levha dayklarına ait kayaçların Kondrit'e göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri (REE) ve N-MORB'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramları (Kondrit ve N-MORB değerleri Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır. Boninitik kayalar kırmızı renkte gösterilmektedirler.) Göksun, İspendere ofiyolit verileri Parlak ve ark. 2004, Rızaoğlu ve ark. 2006 ve Parlak ve ark. 2013b'den alınmıştır.



Şekil 4.97. Meydan ofiyolitinde gözlenen gabroyik kayaçların Kondrit'e göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri (REE) ve N-MORB'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramları (Kondrit ve N-MORB değerleri Sun ve McDonough, (1989)'dan alınmıştır. Boninitik kayalar kırmızı renkte gösterilmektedirler.) Göksun, İspendere ofiyolit verileri Parlak ve ark. 2004, Rızaoğlu ve ark. 2006 ve Parlak ve ark. 2013b'den alınmıştır.



Şekil 4.98. Meydan ofiyolitinde gözlenen levha daykları ve gabroyik kayaların Nb/Thoranının Y içeriğine göre değişim diyagramı (Jenner ve ark. 1991)

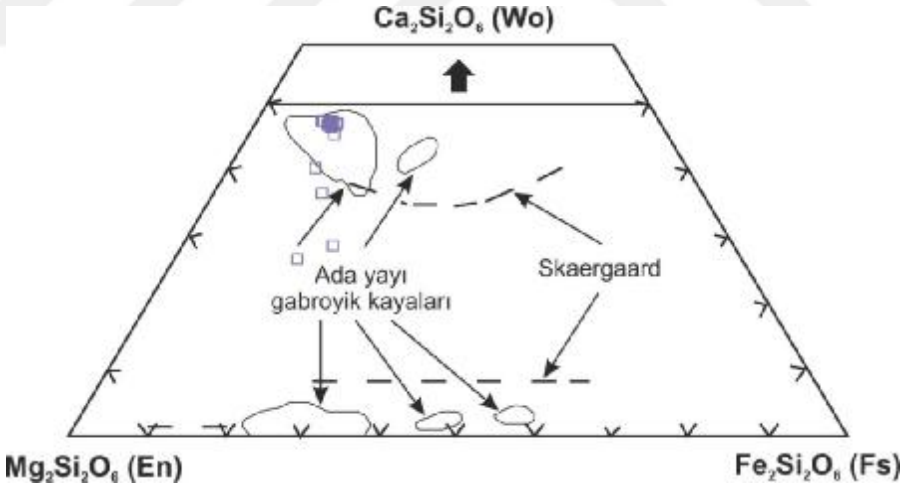


Şekil 4.99. Meydan ofiyolitinde gözlenen levha daykları ve gabroyik kayaların Ta/Yb oranının Th/Yb oranına göre değişim diyagramı (Pearce, 1982)

4.2.3.2. Mineral Kimyası

Meydan ofiyolitinde gözlenen mafik kümülat kayaçlardan 3 adet numunede klinopiroksen, plajiyoklas ve amfibol mineral fazlarında mineral kimyası çalışmalarına tabi tutulmuştur (Çizelge 4.7, 4.8 ve 4.9).

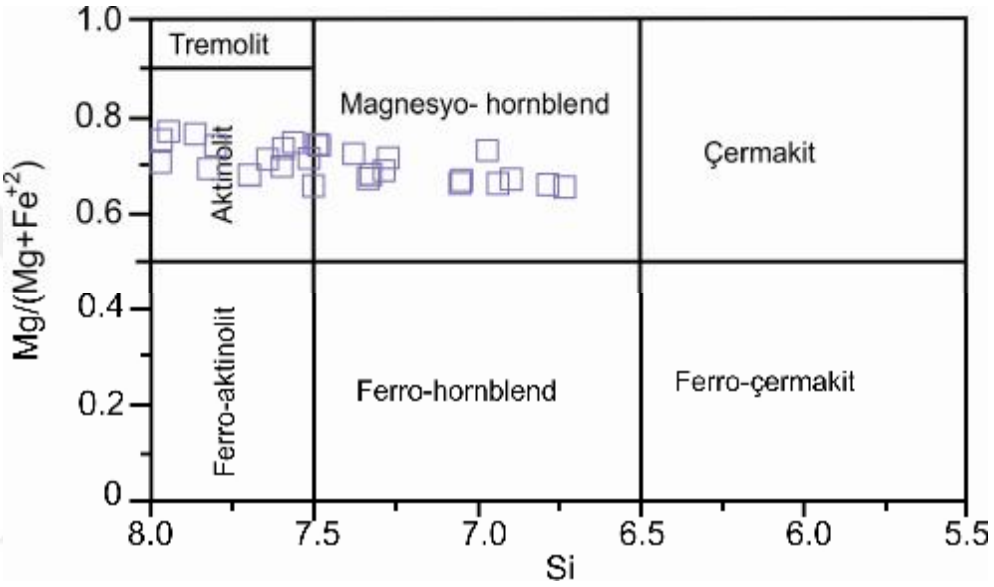
Meydan ofiyolitine ait mafik kümülatlardaki klinopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları Çizelge 4.7'de verilmektedir. Analiz edilen klinopiroksenlerin SiO_2 içeriği % 48.43-53.81; TiO_2 içeriği % 0.1-1.11; Al_2O_3 içeriği % 0.62-5.26; MgO içeriği % 13.45-18.89; CaO içeriği % 12.78-24.89; MnO içeriği % 0.16-0.28; Cr_2O_3 içeriği % 0.02-0.50 arasında değişmektedir (Çizelge 4.7). Klinopiroksenlerin Mg numarası [$Mg^{\#}$=(100*Mg/Mg+Fe)] gabrolarda 73-85 ve diyoritlerde ise 75-79 arasında değişmektedir (Çizelge 4.7). Klinopiroksenlerin Wollastonit (Wo), Enstatit (Ens ve Ferrosillit (Fs) bileşenleri sırasıyla gabroyik kayalarda $Wo_{27.67.49.24}$; $En_{41.07-56.88}$; $Fs_{8.1-19.07}$ ve diyoritik kayalarda ise $Wo_{41.69-47.28}$; $En_{39.3-44.08}$; $Fs_{11.09-14.69}$ arasında değişmektedir (Çizelge 4.7). Mafik kümülat kayaçlarında gözlenen klinopiroksenlerin Burns (1985) tarafından ortaya konulan Wo-En-Fs sınıflandırma diyagramında; adayayı gabroyik kayaçlarında gözlenen klinopiroksenlerle oldukça yakın benzerlikler sundukları ve diyopsit alanına düştükleri görülmektedir (Şekil 4.100).



Şekil 4.100 Meydan ofiyolitine ait mafik kümülatlarda gözlenen klinopiroksenlerin Wo-En-Fs üçgen diyagramındaki yeri (Skaergaard yönelimleri Burns (1985)'ten alınmıştır.) Moritomo (1989) diyagramı.

Meydan ofiyolitine ait mafik kümülatlarda gözlenen amfibollerin mineral kimyası analizleri Çizelge 4.8'de verilmektedir. Amfibollerin SiO_2 içeriği % 43.85-53.99; TiO_2 içeriği % 0.1-3.02; Al_2O_3 içeriği % 1.49-10.46; MgO içeriği % 13.06-18.44; CaO içeriği % 11.27-15.86; MnO içeriği % 0.14-0.27; Cr_2O_3 içeriği % 0-0.38

arasında değişmektedir (Çizelge 4.8). Amfibollü gabrolarda gözlenen amfibol mineralleri ilksel olup Leake ark. (1978) tarafından geliştirilen sınıflandırma diyagramında magnezyumlu hornblend alanına düşmektedir (Şekil 4.101). Amfibollerin magnezyum numaraları [$Mg^{\#}$=(100*Mg/Mg+Fe)] 64.60 ile 78.46 arasında değişmektedir.

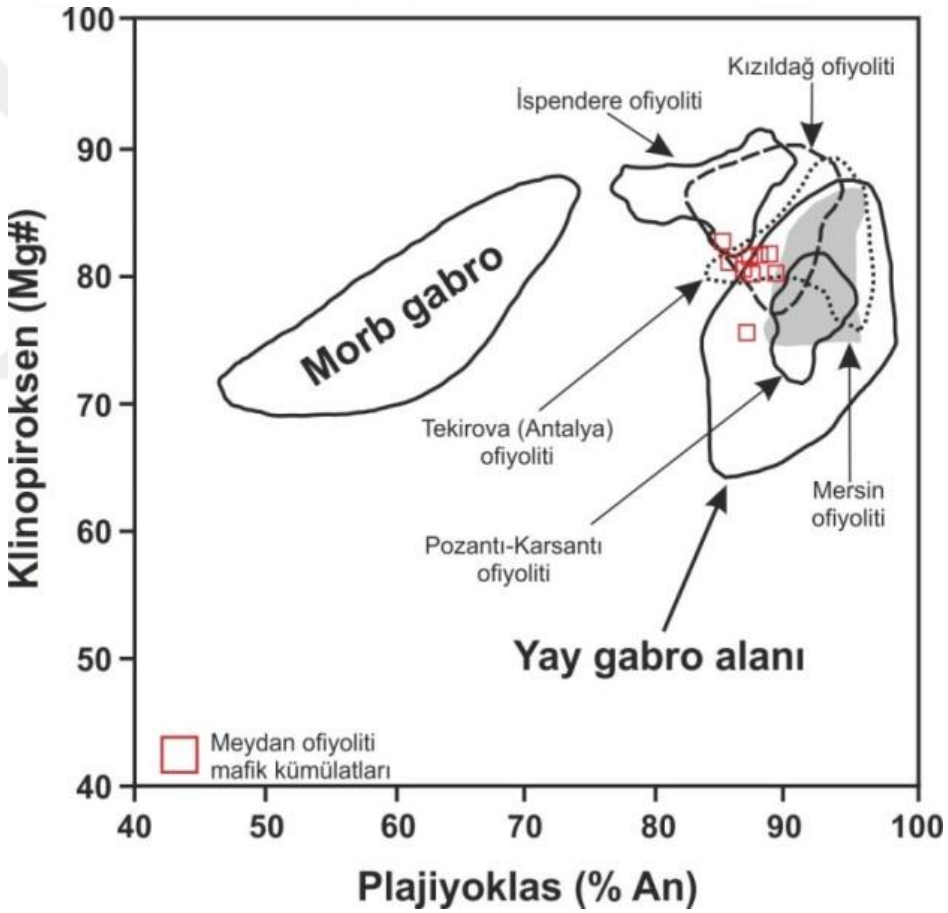


Şekil 4.101 Meydan ofiyolitine ait mafik kümülat kayaçlarda gözlenen amfibollerin sınıflandırma diyagramı (Leake ve ark. 1978)

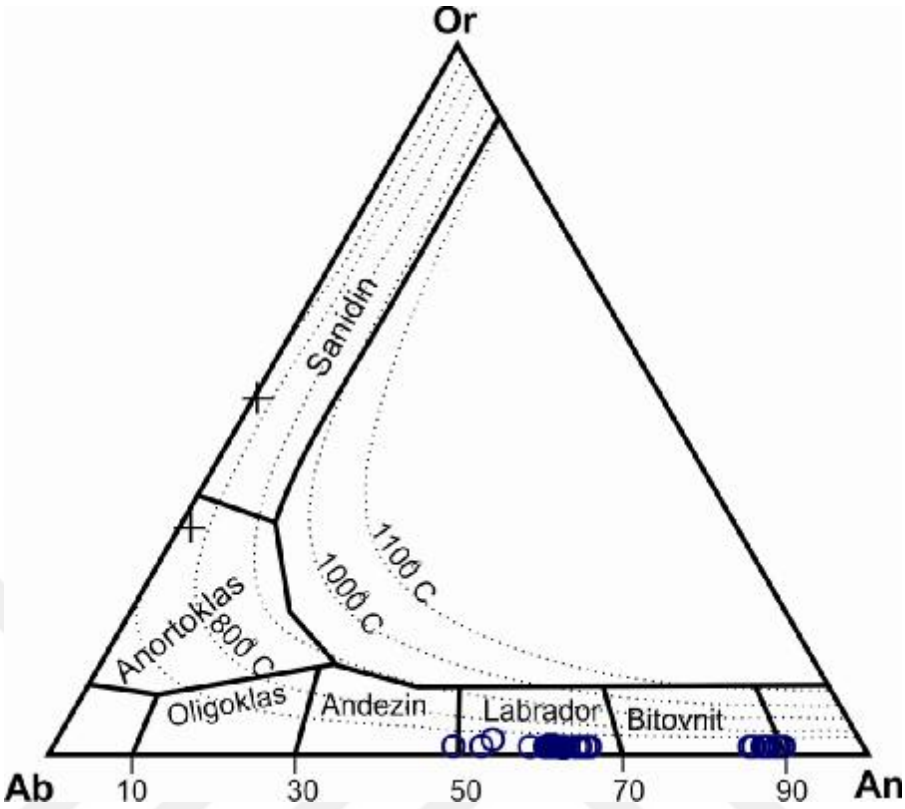
Mafik kümülat kayalarda gözlenen plajiyoklasların mineral kimyası analizleri Çizelge 4.9'da verilmektedir. Bu kayalarda gözlenen plajiyoklasların SiO_2 içeriği % 44.86-55.83; TiO_2 içeriği % 0-0.08; Al_2O_3 içeriği % 28.26-35.36; MgO içeriği % 0-0.59; CaO içeriği % 10.34-18.77; Na_2O içeriği % 1.26-5.93; K_2O içeriği % 0-0.26 arasında değişmektedir (Çizelge 4.9). Meydan ofiyolitindeki mafik kümülatlarda gözlenen plajiyoklaslar oldukça geniş bir yelpazede bileşim sunmakta olup anortit (An) içeriği % 89.07-49.04 arasında değişmektedir (Çizelge 4.9). Plajiyoklaslardaki bu geniş bileşim aralığı okyanus içi yitimin evrimleşmesine bağlı olarak meydana gelmiş olabileceği düşünülmektedir.

Meydan ofiyolitine ait mafik kümülat kayaçlarda birliktelik sunan klinopiroksenler ve plajiyoklasların magnezyum (Mg#) numaraları ile anortit (An) içeriğinin karşılaştırıldığı diyagram Şekil 4.102'de sunulmaktadır. Plajiyoklasların

kalsiyumca zengin (An_{85-89}) ve klinopiroksenlerin ise magnezyumca ($Mg\#_{73-85}$) zengin oldukları görülmektedir. Bu özellikleri itibariyle Meydan ofiyolitine ait kayaçların okyanus içi dalma-batma zonu üzerinde oluştukları görülmektedir (Şekil 4.102). Doğu Akdeniz bölgesinde yer alan bir çok ofiyolit ile bu özellikleri açısından benzerlikler sunmaktadırlar [(Pozantı-Karsantı ofiyoliti (Parlak ve ark. 2000), Kızıldağ ofiyoliti (Bağcı ve ark. 2005), Tekirova-Antalya ofiyoliti (Bağcı ve ark. 2006), Mersin ofiyoliti (Parlak ve ark. 1996), İspendere ofiyoliti (Parlak ve ark. 2013)].



Şekil 4.102. Meydan ofiyolitine ait mafik kümülatlarda birlikte gözlenen plajiyoklas (An) ve klinopiroksen (Mg#) minerallerinin değişim diyagramı (Yay ve Okyanus ortası sırtı gabro alanları Burns (1985)'ten alınmıştır.)



Şekil 4.103. Meydan ofiyolitinde gözlenen gabroyik kayalardaki feldspat minerallerinin sınıflandırma diyagramı (Barth, 1962)

4.2.4. İzotop Jeokimyası

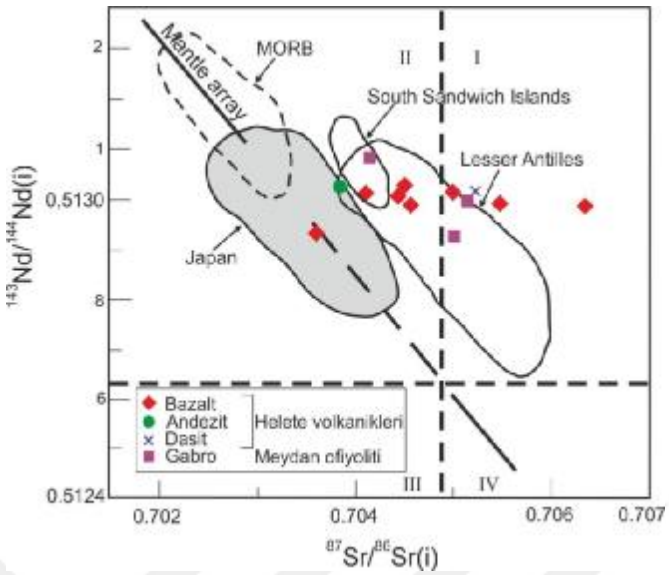
Helete (Kahramanmaraş) bölgesinde yüzeyleyen volkanik kayaların (12 adet), Meydan ofiyolitine ait gabroyik kayaların (3 adet) ve bu birimleri kesen granitik kayaların (8 adet) Sr-Nd-Pb izotop analizleri Çizelge 4. 10'da verilmektedir. İzotop jeokimyası analizleri ETH Zürih Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesinde gerçekleştirilmiştir. Ölçümü yapılan örneklerin ilksel Sr-Nd-Pb izotop oranları Geç Kretase (90 My) yaşına göre düzeltilmiştir.

Bu tezde yapılan izotop jeokimyası çalışmalarının esas amacı, bölgede yüzeyleyen volkanik, ofiyolitik ve granitik birimlerin birbirleri ile olan kökensel benzerlik ve farklılıklarının izotopik olarak ortaya konmasıdır. Helete bölgesinde gözlenen volkanik kayaların (Bazalt, andezit, dasit/riyolit) ve Meydan ofiyolitine ait gabroyik kayaların ilksel $^{87}Sr/^{86}Sr_{(i)}$'a karşı $^{143}Nd/^{144}Nd_{(i)}$ diyagramına (Şekil 4.104) bakıldığında; volkanikler ve gabroyik kayaların MORB'a göre düşük $^{143}Nd/^{144}Nd$ ve

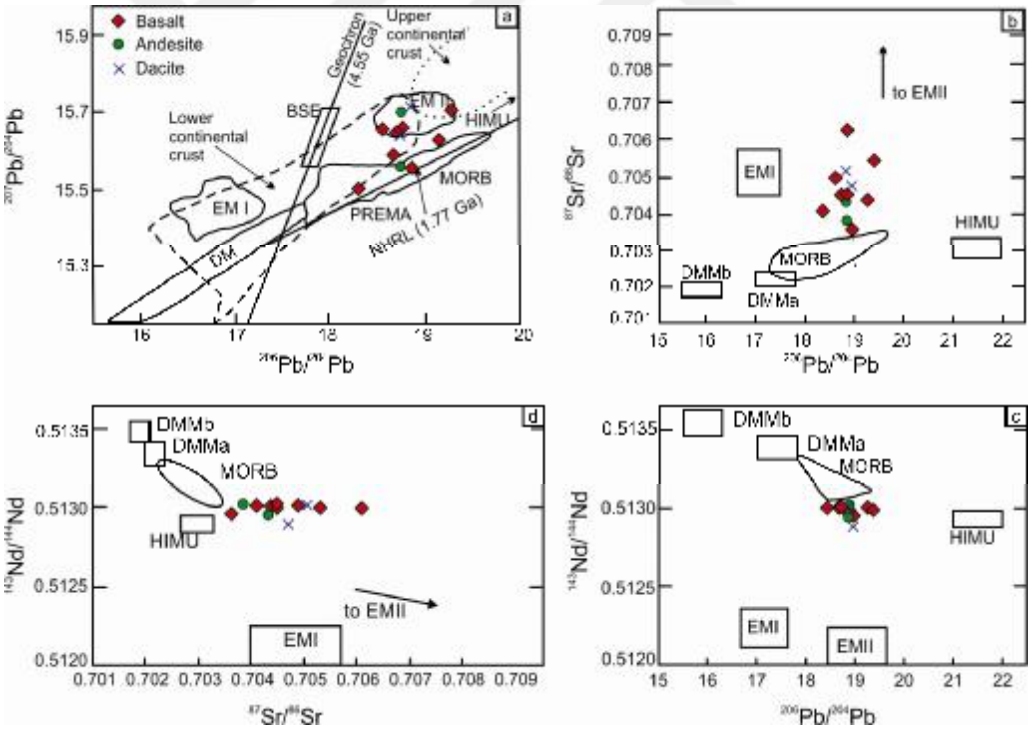
yüksek $^{87}Sr/^{86}Sr$ oranları ile temsil edildikleri görülmektedir. Bu durum kayaların sadece MORB tipi bir okyanusal kabuğun kısmi ergimesi ile oluşmadığını işaret etmektedir. Volkanikler ve gabroyik kayaların klasik Manto Dizisinden sağa doğru kaymaları, farklı kaynak karışımlarının olduğunu işaret etmektedir (Şekil 4.104). Özellikle volkanik ve gabroyik kayaların diyagramda II nolu alanda dağılım sunduğu ve kayaların tüketilmiş magma kaynaklı olduğu gözlenlenmektedir (Şekil 4.104). Bazı örneklerin ise $^{87}Sr/^{86}Sr$ oranının artmasına bağlı olarak I nolu alana düştüğü görülmektedir. Bu durum deniz suyu etkisi ile ^{87}Sr miktarının artışı ile açıklanabilir. Ayrıca mevcut kayaların tipik okyanusal yay ortamlarına (Küçük Antiller, Güney Sandwich Adası ve Japon Ada yayları) benzerlik sundukları görülmektedir (Faure, 1996). Volkanikler ve gabroyik kayaların ε_{Nd} değerlerinin pozitif olması, bu kayaların oluşumları sırasında kıtasal kabuk katkısının olmadığını göstermektedir (Çizelge 4.10).

Helete volkaniklerini, Meydan ofiyolitini ve Meydan melanjını kesen granitik kayaların ilksel $^{87}Sr/^{86}Sr_{(i)}$'a karşı $^{143}Nd/^{144}Nd_{(i)}$ diyagramına (Şekil 4.106) bakıldığında; granitik kayaların yüksek $^{143}Nd/^{144}Nd$ – düşük $^{87}Sr/^{86}Sr$ (II nolu alan) ve düşük $^{143}Nd/^{144}Nd$ - yüksek $^{87}Sr/^{86}Sr$ (IV nolu alan) izotop içerikleri ile temsil edildikleri görülmektedir. Yüksek $^{143}Nd/^{144}Nd$ ve düşük $^{87}Sr/^{86}Sr$ (II nolu alan) içeriğine sahip granitik kayaların oluşumunda manto kaynağının varlığı görülmekte olup, okyanusal yay alanları ile benzerlikler sunmaktadırlar (Şekil 4.106). Buna karşın düşük $^{143}Nd/^{144}Nd$ - yüksek $^{87}Sr/^{86}Sr$ (IV nolu alan) izotop içerikleri ile temsil edilen granitik kayaların oluşumunda ise okyanusal kabuğun kıtasal kabuk altına daldığı bölgelerde kıtasal kabuk katkısının yüksek olduğu bilinmektedir (James, 1982; Hawkesworth ve ark. 1982). Helete ve Meydan granitlerinde negatif ε_{Nd} değerleri de bu durumu desteklemektedir (Çizelge 4.10).

$^{206}Pb/^{204}Pb$ ye karşılık $^{207}Pb/^{204}Pb$ korelasyon diyagramına göre 7 örnek EMII (Eriched Mantle II) alanına düşerken, 4 örnek PREMA (Prevalent mantle) alanında, alt kıtasal kabuk alanında ve kalan örnek ise alt kıtasal kabuk alanına düşmektedir ve tüm örneklerin NHRL(kuzey yarım küre referans çizgisi) ' in üzerinde olduğu gözlenmektedir (Şekil 4.105.a).

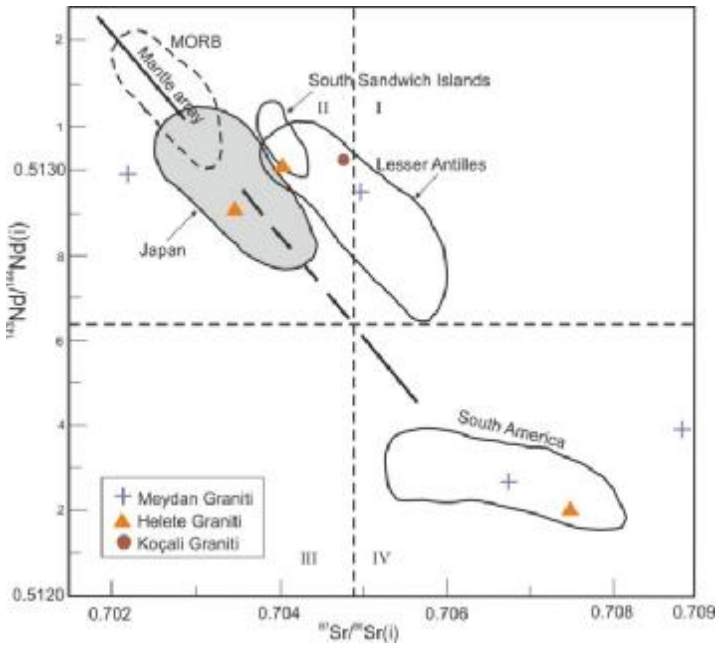


Şekil 4.104. Helete bölgesi volkanikleri ve Meydan ofiyolitine ait gabroyik kayaların Sr-Nd izotop içerikleri (Faure, 1996'dan alınmıştır.)

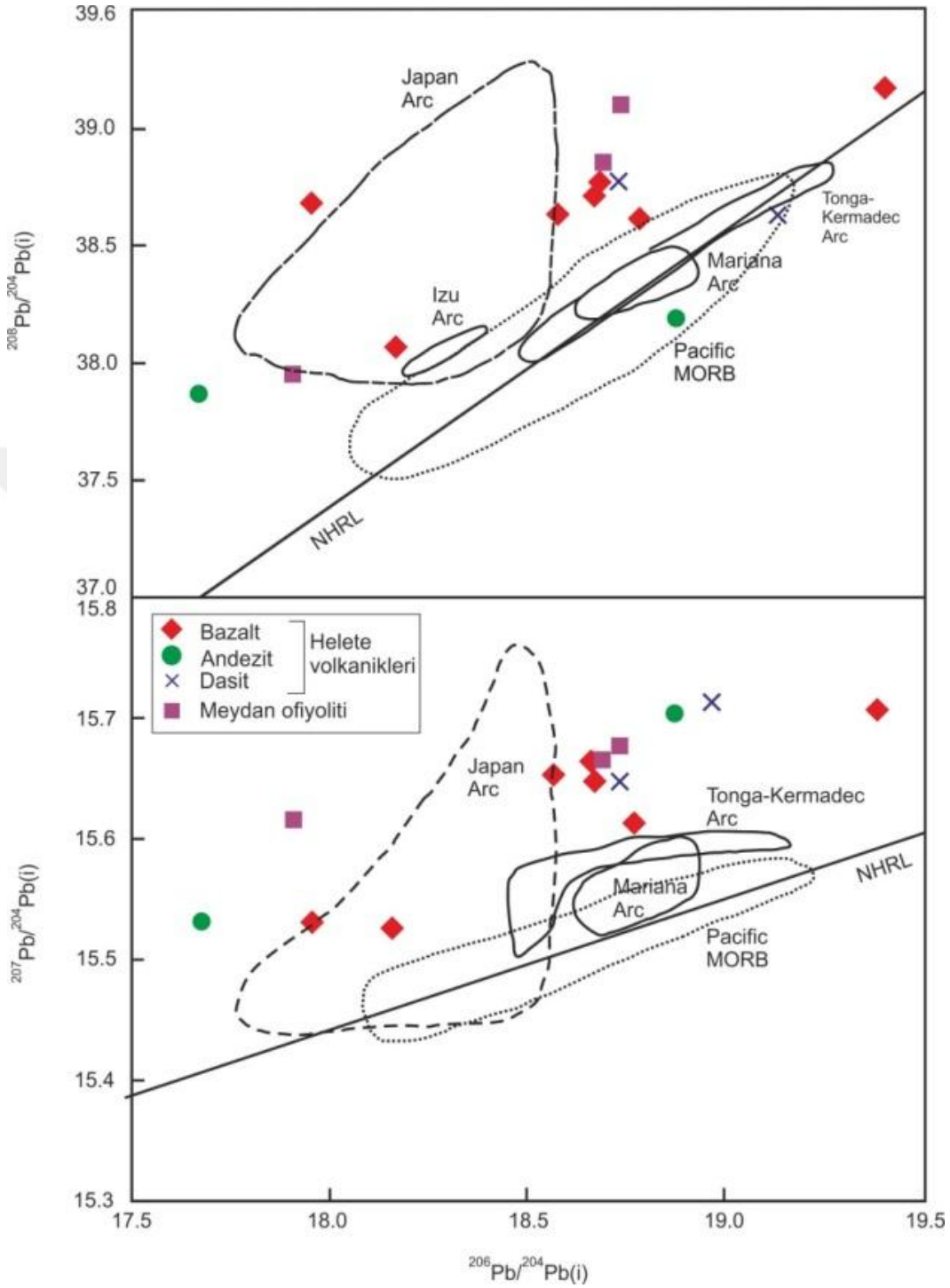


Şekil 4.105. Helete bölgesinde yer alan volkanik kayaçların Pb–Pb (a), Sr–Pb (b), Nd–Pb (c) and Nd–Sr (d) izotop oranlarını karşılaştırma diyagramları (Manto ve diğer değerler Zindler ve Hart (1986)'tan alınmıştır) (DMMa-b: Tüketilmiş Manto, EMI-II: Zenginleşmiş Manto, HIMU: Zenginleşmiş Pb Rezervuar, MORB: Okyanus ortası Sırtı, Prema: İlksel Manto, BSE: Yer Silikat Yığını)

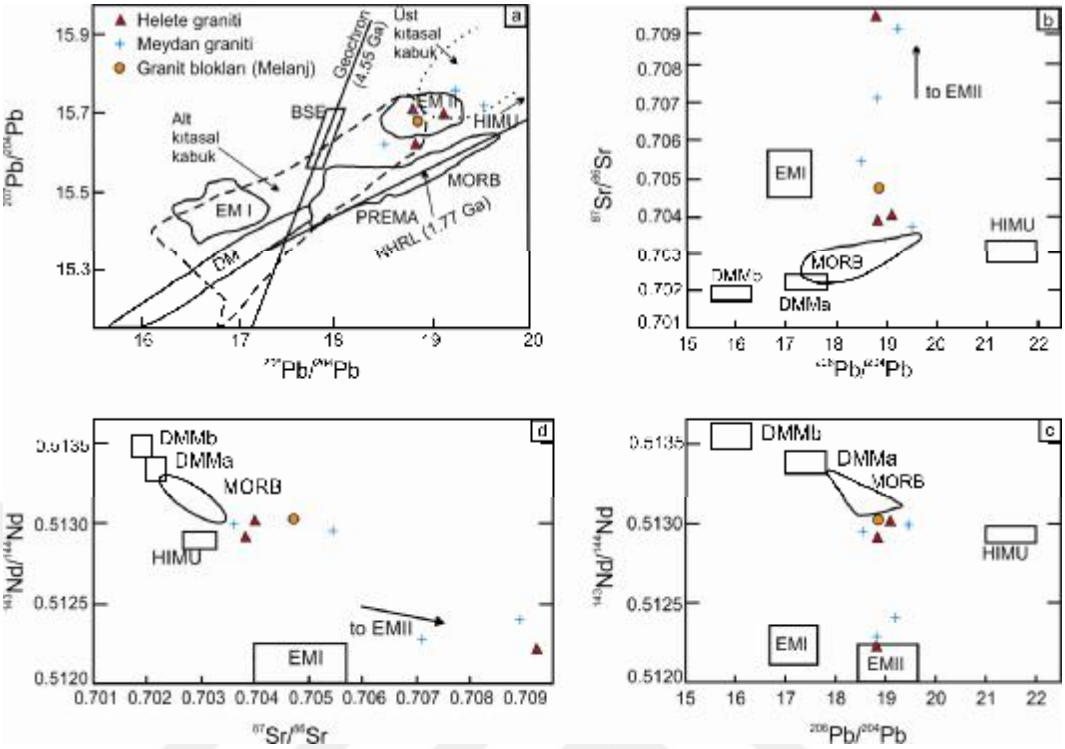
$^{87}Sr/^{86}Sr$'a karşılık $^{206}Pb/^{204}Pb$, $^{143}Nd/^{144}Nd$' a karşılık $^{87}Sr/^{86}Sr$ ve $^{143}Nd/^{144}Nd$'a karşılık $^{206}Pb/^{204}Pb$ izotop oranlarına dayandırılarak hazırlanan diyagramlarda volkanik örnekler incelendiğinde $^{143}Nd/^{144}Nd$ ve $^{206}Pb/^{204}Pb$ oranlarının çok dar bir alanda olduğu ve $^{87}Sr/^{86}Sr$ oranlarının geniş bir aralık sundukları gözlenmektedir. Şekil Şekil 4.105 b ve d' incelendiğinde örneklerin MORB alanına yakın olmakla beraber EMII alanına doğru bir patern çizdikleri gözlenmektedir. Şekil 4.105b incelendiğinde ise örneklerin MORB alanına yakın patern sundukları gözlenmektedir. İzotopik oranlar DMM/MORB ve EMII haznelerinin karışık katkılarını sunmaktadırlar. Bu hazneler okyanusal kabuk, manto kaması, pelajik ve kıtasal sedimanların farklı oranlarda ergimesiyle oluşmuşturlar (Zindler and Hart 1986). Helete bölgesinde gözlenen volkanik kayaların (Bazalt, andezit, dasit/riyolit) ve Meydan ofiyolitine ait gabroyik kayaların ilksel $^{206}Pb/^{204}Pb_{(i)}$ - $^{207}Pb/^{204}Pb_{(i)}$ – $^{208}Pb/^{204}Pb^{(i)}$ diyagramlarına bakıldığında (Şekil 4.107); volkanikler ve gabroyik kayaların Kuzey Yarımküre Referans Çizgisinin yukarısında kaldıkları ve Pasifikte yer alan okyanus içi yay toleyitik bazaltlarına benzedikleri görülmektedir.



Şekil 4.106 Helete bölgesi volkanikleri, Meydan ofiyoliti ve Meydan melanjı içinde gözlenen granitik kayaların Sr-Nd izotop içerikleri (Faure, 1996'dan alınmıştır.)



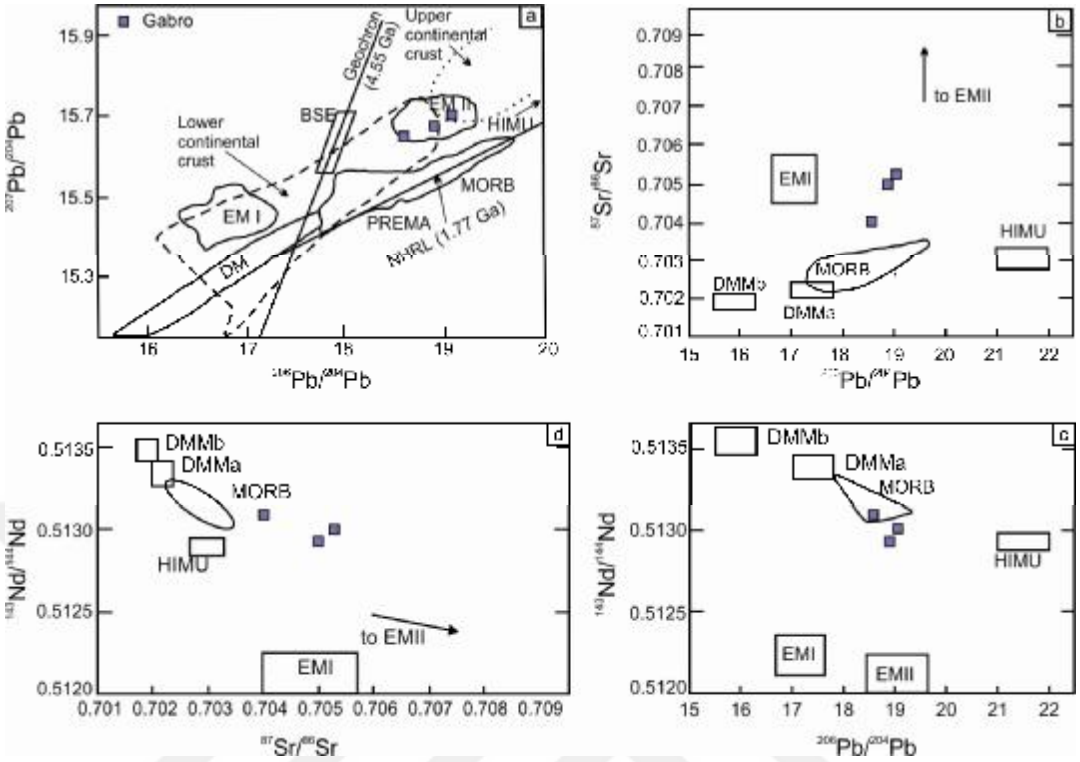
Şekil 4.107. Helete bölgesi volkanikleri ve Meydan ofiyolitine ait gabroyik kayaların Pb izotop diyagramları (Pasifik okyanusundaki MORB ve yay alanları Cousens ve Allan, (1992)'den alınmıştır.)



Şekil 4.108. Helete bölgesinde yer alan granitik kayaçların Pb–Pb (a), Sr–Pb (b), Nd–Pb (c) and Nd–Sr (d) izotop oranlarını karşılaştırma diyagramları (Manto ve diğer değerler Zindler ve Hart (1986)'tan alınmıştır) (DMMa-b: Tüketilmiş Manto, EMI-II: Zenginleşmiş Manto, HIMU: Zenginleşmiş Pb Rezervuar, MORB: Okyanus ortası Sırtı Prema: İlksel Manto, BSE: Yer Silikat Yığını)

$^{206}Pb/^{204}Pb$ ye karşılık $^{207}Pb/^{204}Pb$ korelasyon diyagramına göre 4 örnek EMII (Eriched Mantle II) alanına düşerken, 2 örnek alt kıtasal kabuk alanında ve kalan iki örnek ise üst kıtasal kabuk alanına düşmektedir ve tüm örneklerin NHRL(kuzey yarım küre referans çizgisi) ' in üzerinde olduğu gözlenmektedir (Şekil 4.107a).

$^{87}Sr/^{86}Sr$ 'a karşılık $^{206}Pb/^{204}Pb$, $^{143}Nd/^{144}Nd$'a karşılık $^{87}Sr/^{86}Sr$ ve $^{143}Nd/^{144}Nd$' karşılık $^{206}Pb/^{204}Pb$ izotop oranlarına dayandırılarak hazırlanan diyagramlarda granitik örnekler iki farklı grup sunmaktadırlar. Birinci grup örnekler MORB (Mid ocean ridge bazalt)/DMM (Depleted mantle) alanlarına yakınken, ikinci grup örnekler EMII alanına yakın görülmektedirler (Şekil 4.108. b,c,d). İzotopik oranlar DMM/MORB ve EMII haznelerinin karışık katkılarını sunmaktadırlar. Bu hazneler okyanusal kabuk, manto kaması, pelajik ve kıtasal sedimanların farklı oranlarda ergimesiyle oluşmuşturlar (Zindler and Hart 1986).



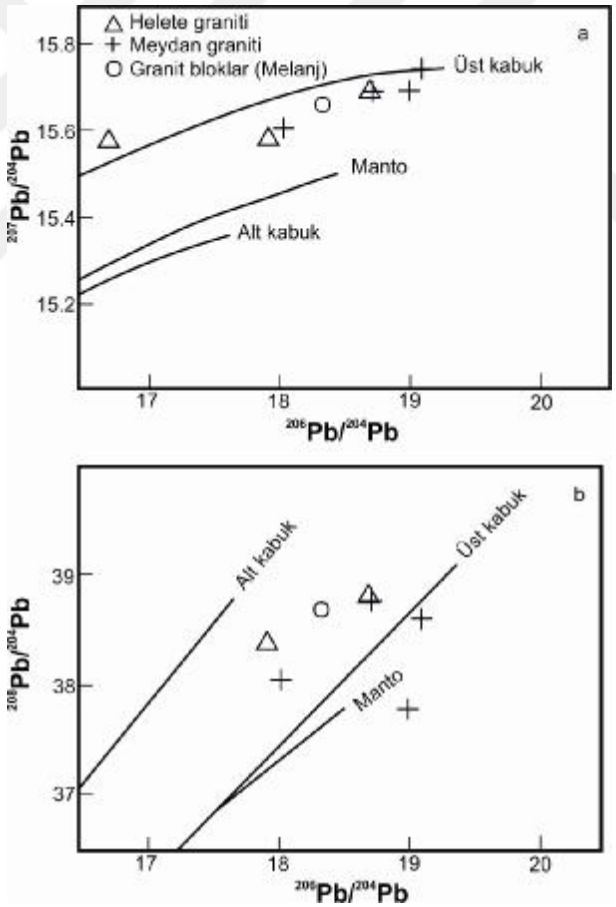
Şekil 4.109. Helete bölgesinde yer alan gabroyik kayaçların Pb–Pb (a), Sr–Pb (b), Nd–Pb (c) and Nd–Sr (d) izotop oranlarını karşılaştırma diyagramları (Manto ve diğer değerler Zindler ve Hart (1986)'tan alınmıştır) (DMMa-b: Tüketilmiş Manto, EMI-II: Zenginleşmiş Manto, HIMU: Zenginleşmiş Pb Rezervuar, MORB: Okyanus ortası Sırtı Prema: İlksel Manto, BSE: Yer Silikat Yığını)

$^{206}Pb/^{204}Pb$ ye karşılık $^{207}Pb/^{204}Pb$ korelasyon diyagramına göre var olan 3 örnek EMII (Eriched Mantle II) alanına düşmektedirler ve tüm örneklerin NHRL(kuzey yarım küre referans çizgisi) ' in üzerinde olduğu gözlenmektedir (Şekil 4.109.a).

$^{87}Sr/^{86}Sr$'a karşılık $^{206}Pb/^{204}Pb$, $^{143}Nd/^{144}Nd$' a karşılık $^{87}Sr/^{86}Sr$ ve $^{143}Nd/^{144}Nd$'a karşılık $^{206}Pb/^{204}Pb$ izotop oranlarına dayandırılarak hazırlanan diyagramlarda gabroyik örnekler incelendiğinde $^{143}Nd/^{144}Nd$ ve $^{206}Pb/^{204}Pb$ oranlarının çok dar bir alanda olduğu ve $^{87}Sr/^{86}Sr$ oranlarının geniş bir aralık sundukları gözlenmektedir. Şekil 4.109 b ve d' incelendiğinde örneklerin MORB alanına yakın olmakla beraber EMII alanına doğru bir patern çizdikleri gözlenmektedir. Şekil 5.46. c incelendiğinde ise örneklerin 1 adetinin MORB alanında diğer 2 örneğin ise MORB alanına yakın patern sundukları gözlenmektedir.

İzotopik oranlar DMM/MORB ve EMII haznelerinin karışık katkılarını sunmaktadırlar. Bu hazneler okyanusal kabuk, manto kaması, pelajik ve kıtasal sedimanların farklı oranlarda ergimesiyle oluşmuşlardır (Zindler ve Hart 1986).

$^{207}Pb/^{204}Pb$ karşılık $^{206}Pb/^{204}Pb$ ve $^{208}Pb/^{204}Pb$ karşılık $^{207}Pb/^{204}P$ oranına göre çizilmiş diyagram Şekil 4.110 a-b'da verilmiştir. Bu diyagramlar granitik kayaçlar için mantoya karşılık kıtasal kabuğun göreceli katkısını ortaya koymak için kullanılmıştır. Şekil 4.110. a' da verilen diyagramda örnekler üst kabuk ile uyumlu bir trend sunarlarken, Şekil 4.110. b' de verilen diyagramda örnekler manto-üst kabuk arasında değişen bir trend sunmaktadırlar (Şekil 4.110.a-b) (Hart 1984; Zindler ve Hart, 1986; Mason ve ark.1986; Kempton ve ark.1997).



Şekil. 4.110. a-b. İzotop korelasyon diyagramları.

4.3. U-Pb Zirkon Jeokronolojisi

Doktora tezi kapsamında yapılan jeokronolojik çalışmalar Helete bölgesindeki volkanikler, Meydan ofiyoliti ve melanj içinde gözlenen granitik kayaçların yaşlandırıması ile sınırlandırılmıştır. Zirkon mineralleri üzerinde Edinburgh Üniversitesi Yerbilimleri Bölümünde U-Pb SIMS yöntemi ile granitik kayalardan yaşlandırma yapılmıştır. Yapılan analizlerde granitik kayaçların genel olarak Geç Kretase yaşında olduğu tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarının detayları aşağıda verilmektedir.

G1 örneği: Çalışma alanı güneyinde yer alan melanj birimini keser vaziyette izlenen granitler içerisinden alınan örnekten seçilen 3 adet zirkondan ölçülen 3 adet noktadan 86±1,8 my yaşı elde edilmiştir (Şekil 4.111).

G14 Örneği: Çalışma alanı batısında yer alan Meydan ofiyolitine ait yüzleklerden derlenen gabro örneğinden seçilen 8 adet zirkondan 8 nokta yaşlandırılmış ve kayacın yaşı 79,8 ± 1,1 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.119).

G2, G3, G5, G8, G11, G13 ve G15 örnekleri: Çalışma alanında geniş yüzlekler sunan Helete volkaniklerini kesen granit, granodiyorit, tonalit türü kayaçlar üzerinde alınan 4 adet örnekten seçilen zirkon mineralleri üzerinde yapılan U-Pb yaşlandırması sonucu;

- G2 nolu örnekten seçilen 3 adet zirkondan ölçülen 4 adet noktadan 92,9 ± 2,2 my yaşı elde edilmiştir (Şekil 4.112).
- G3 nolu örnekten seçilen 5 adet zirkondan ölçülen 5 adet noktadan 87,9 ± 1,5 my yaşı elde edilmiştir (Şekil 4.113).
- G5 nolu örnekten seçilen 5 adet zirkondan ölçülen 6 adet noktadan 86,9 ± 1,3 my yaşı elde edilmiştir (Şekil 4.114).
- G8 nolu örnekten seçilen 5 adet zirkondan ölçülen 5 adet noktadan 85,9 ± 1,4 my yaşı elde edilmiştir (Şekil 4.115).
- G11 nolu örnekten seçilen 5 adet zirkondan ölçülen 6 adet noktadan 87,2 ± 1,4 my yaşı elde edilmiştir (Şekil 4.116).
- G13 nolu örnekten seçilen 6 adet zirkondan ölçülen 6 adet noktadan 85,6 ±

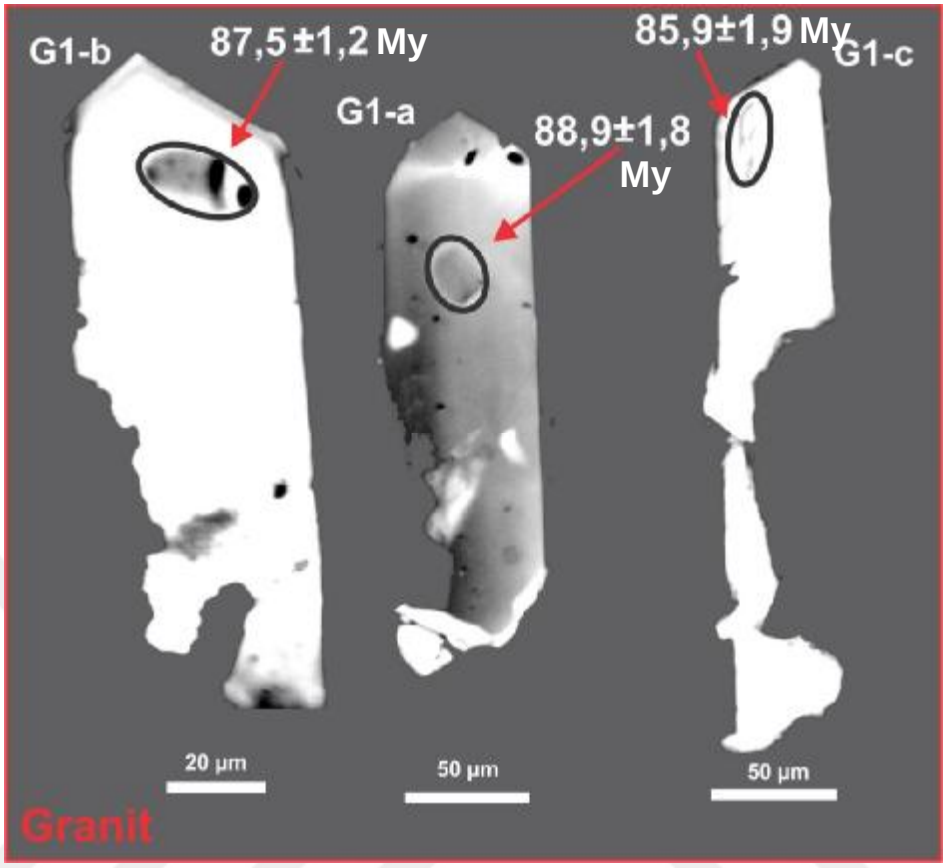
1,1 my yaşı elde edilmiştir (Şekil 4.117).

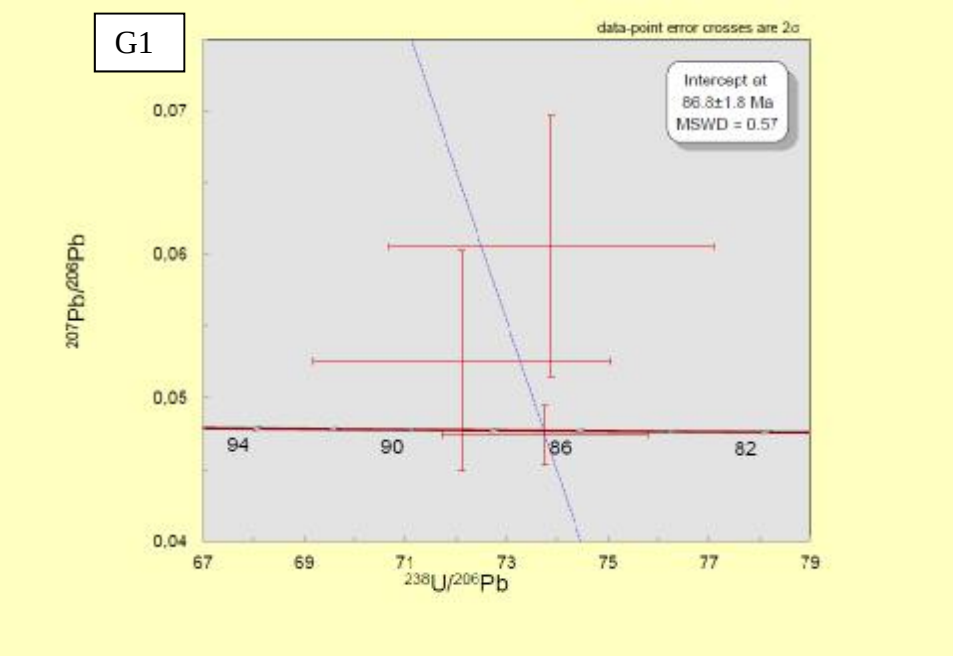
- G14 nolu örnekten seçilen 8 adet zirkondan ölçülen 8 adet noktadan 79,8 ± 1,1 my yaşı elde edilmiştir (Şekil 4.119).
- G15 nolu örnekten seçilen 2 adet zirkondan ölçülen 3 adet noktadan 84,9 ± 1,6 my yaşı elde edilmiştir (Şekil 4.118).

G4 örnekleri: Çalışma alanı kuzeyinde alttan üste doğru ofiyolitlere ait tüm birimleri içeren Meydan ofiyolitini keser vaziyette izlenen granit ve granodiyoritlere ait kayaçlardan seçilen zirkonlardan elde edilen U-Pb yaşları ve bu yaşlara ait grafikler aşağıda verilmiştir.

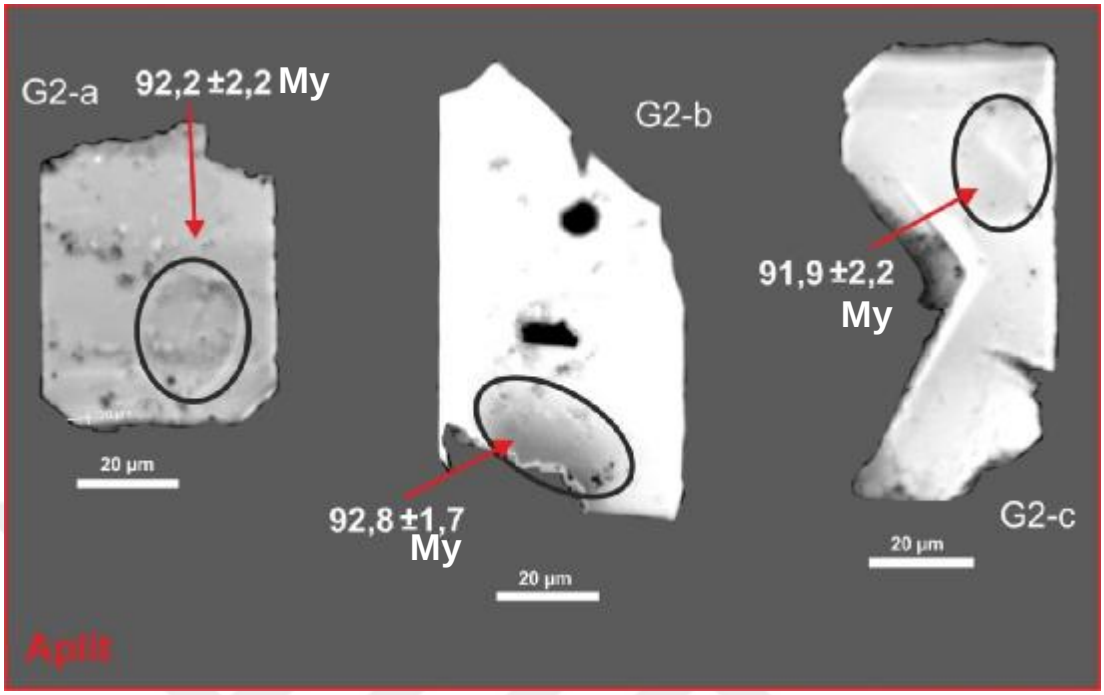
- G4 nolu örnekten seçilen 5 adet zirkondan ölçülen 7 adet noktadan 83,1 ± 1,5 my yaşı elde edilmiştir (Şekil 4.119).

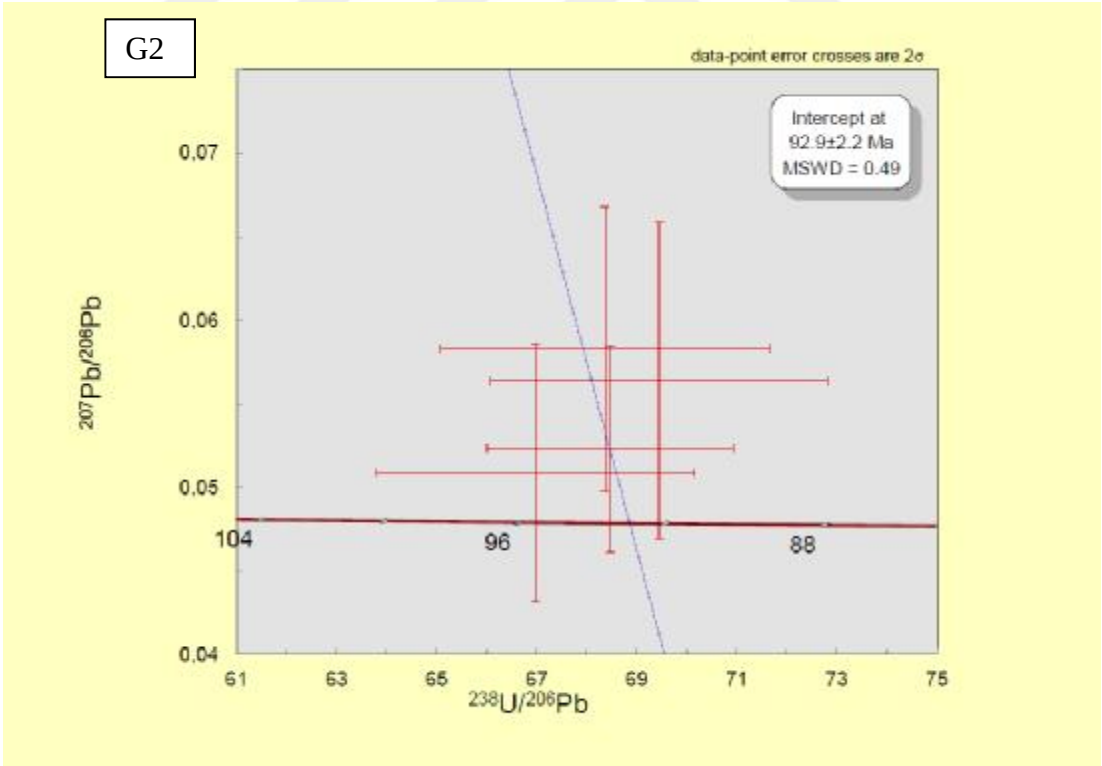
Çalışma alanından alınmış granit, granodiyorit, tonalit ve gabro türü kayalardan elde edilen zirkon kristalleri genellikle küçük (80-200 mikron) iğne şekilli, prizmatik ve küt şekilli gözlenmiştir. Zirkonlardan çekilen CL (Katedolüminesans) görüntüleri zonlanma, ve kaotik iç yapıyı ortaya koymaktadır ki bu durum büyük olasılıkla kristalisazyon sonrası hidrotermal alterasyonla ilişkilendirilmiştir. Az bir zirkon kristalinde ise kenarlarından itibaren magmatik ergime izleri gözlenmektedir. Yaşlandırılma yapılan örneklerdeki Th/U oranları (> 0.140) magmatik kökene işaret etmektedir.



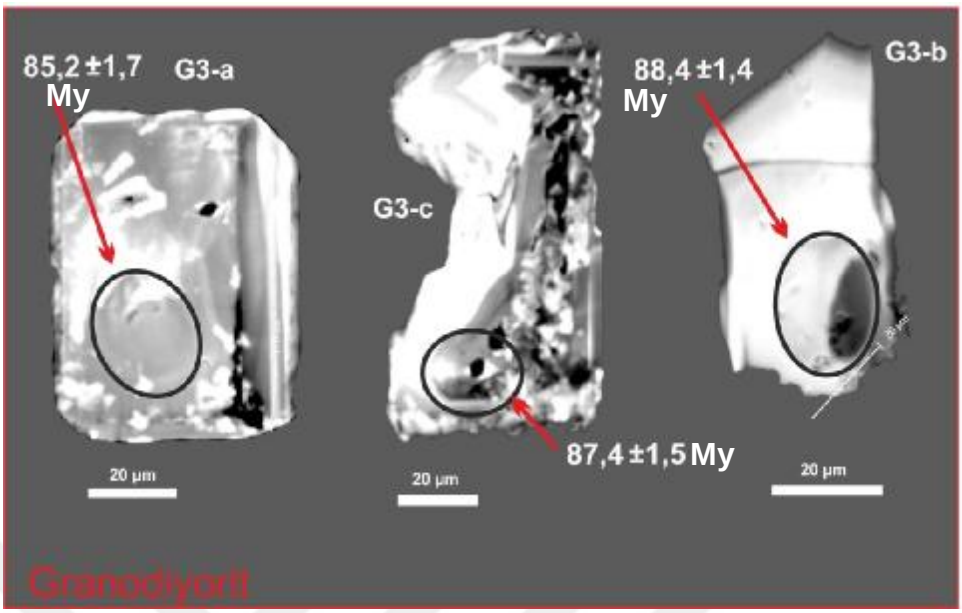


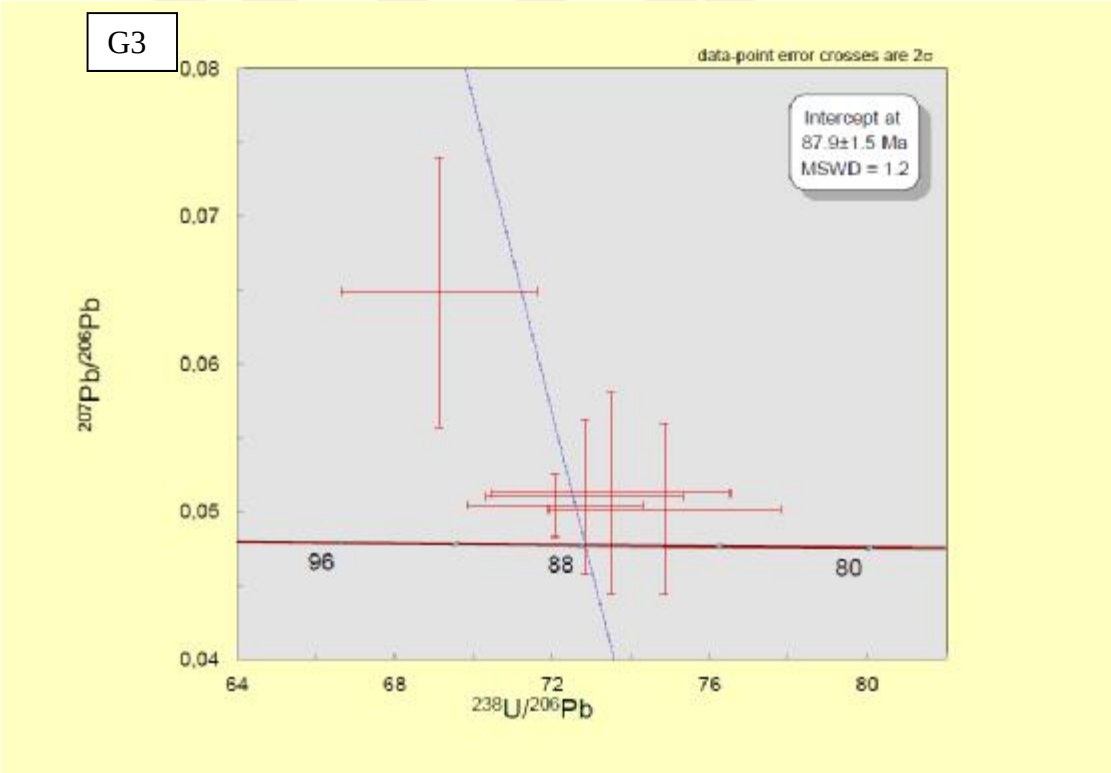
Şekil 4.111. Meydan melanjını kesen granitlerdeki zirkon görüntüsü ve U-Pb yaşı



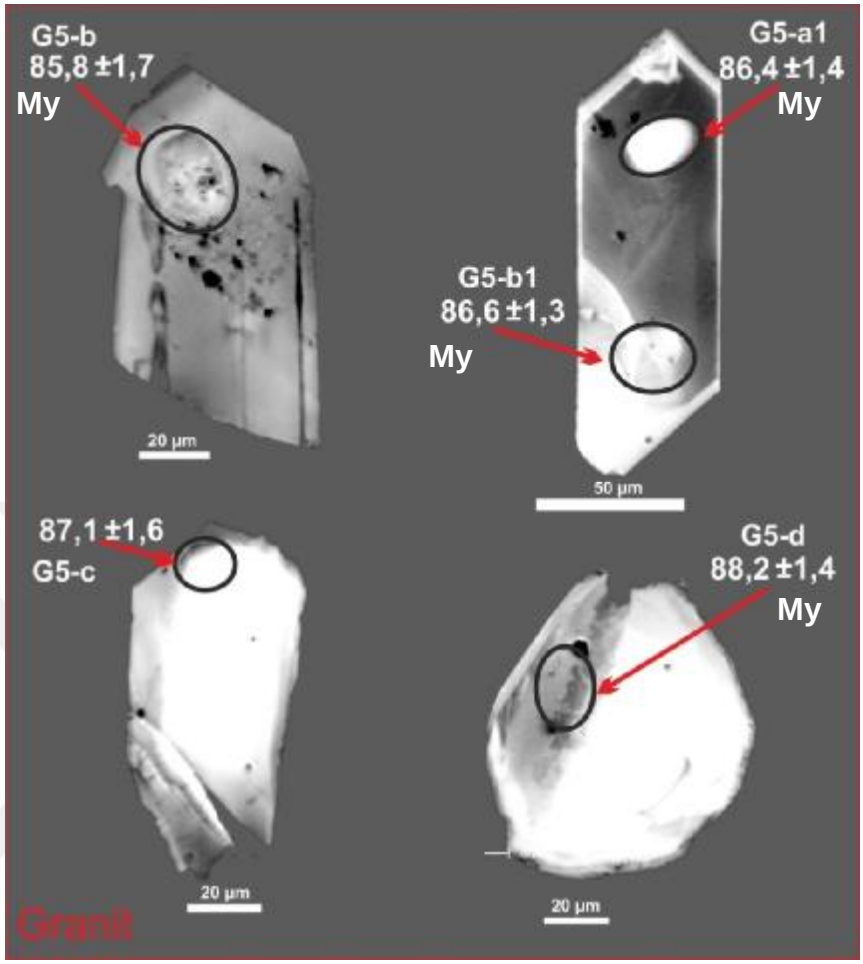


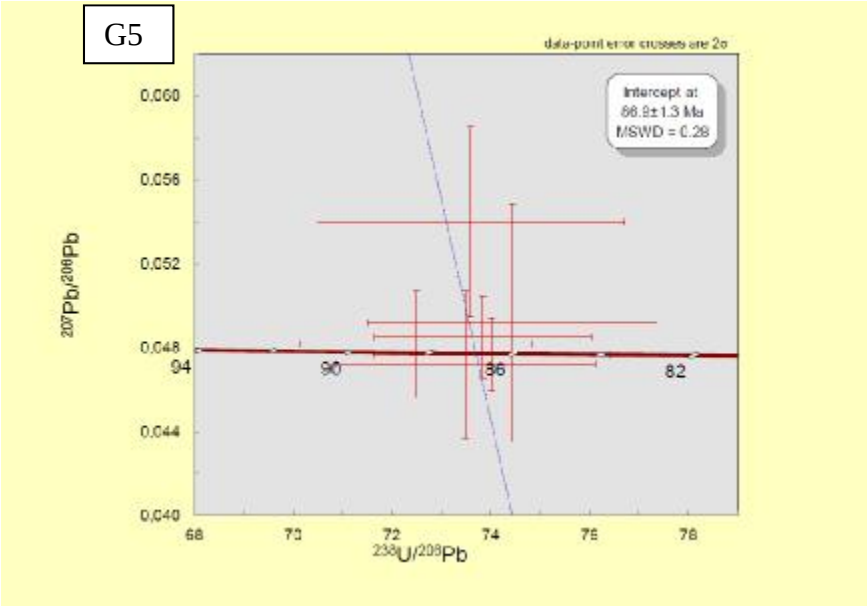
Şekil 4.112. Helete volkaniklerini kesen aplitlerdeki zirkon görüntüsü ve U-Pb yaşı



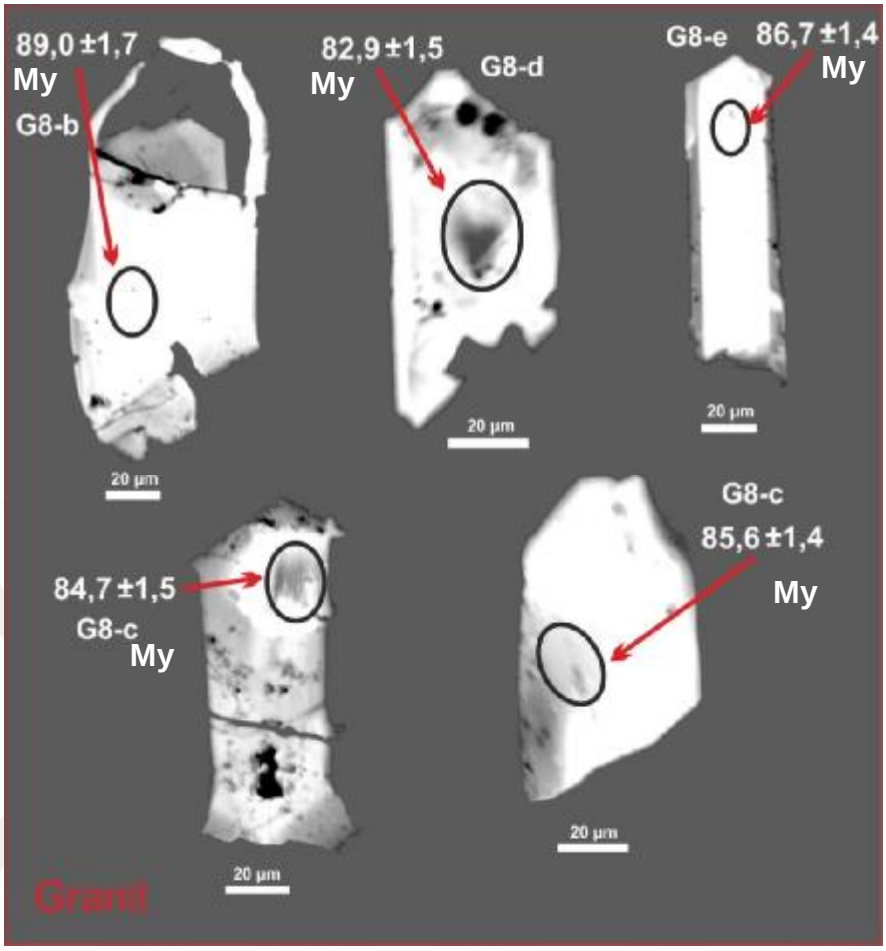


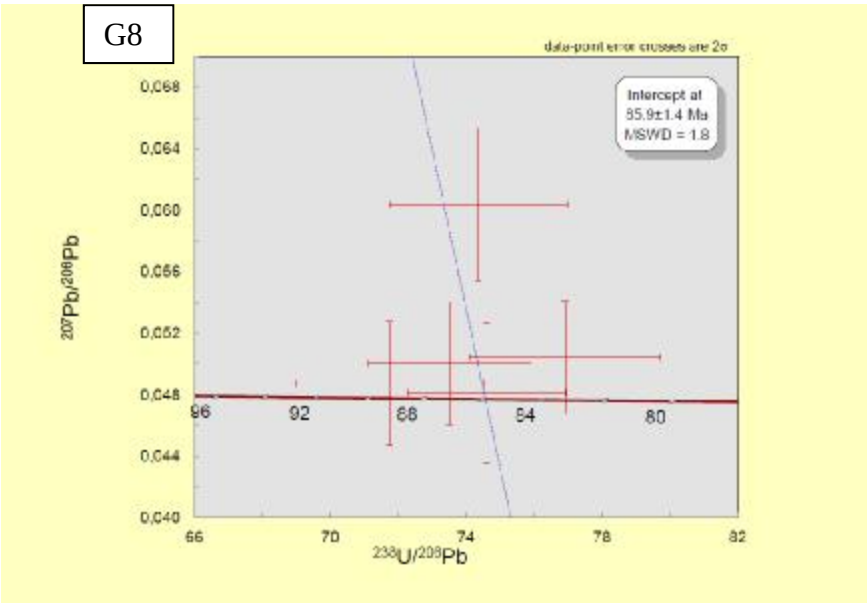
Şekil 4.113. Helete volkaniklerini kesen granodiyoritlerdeki zirkon görüntüsü ve U-Pb yaşı



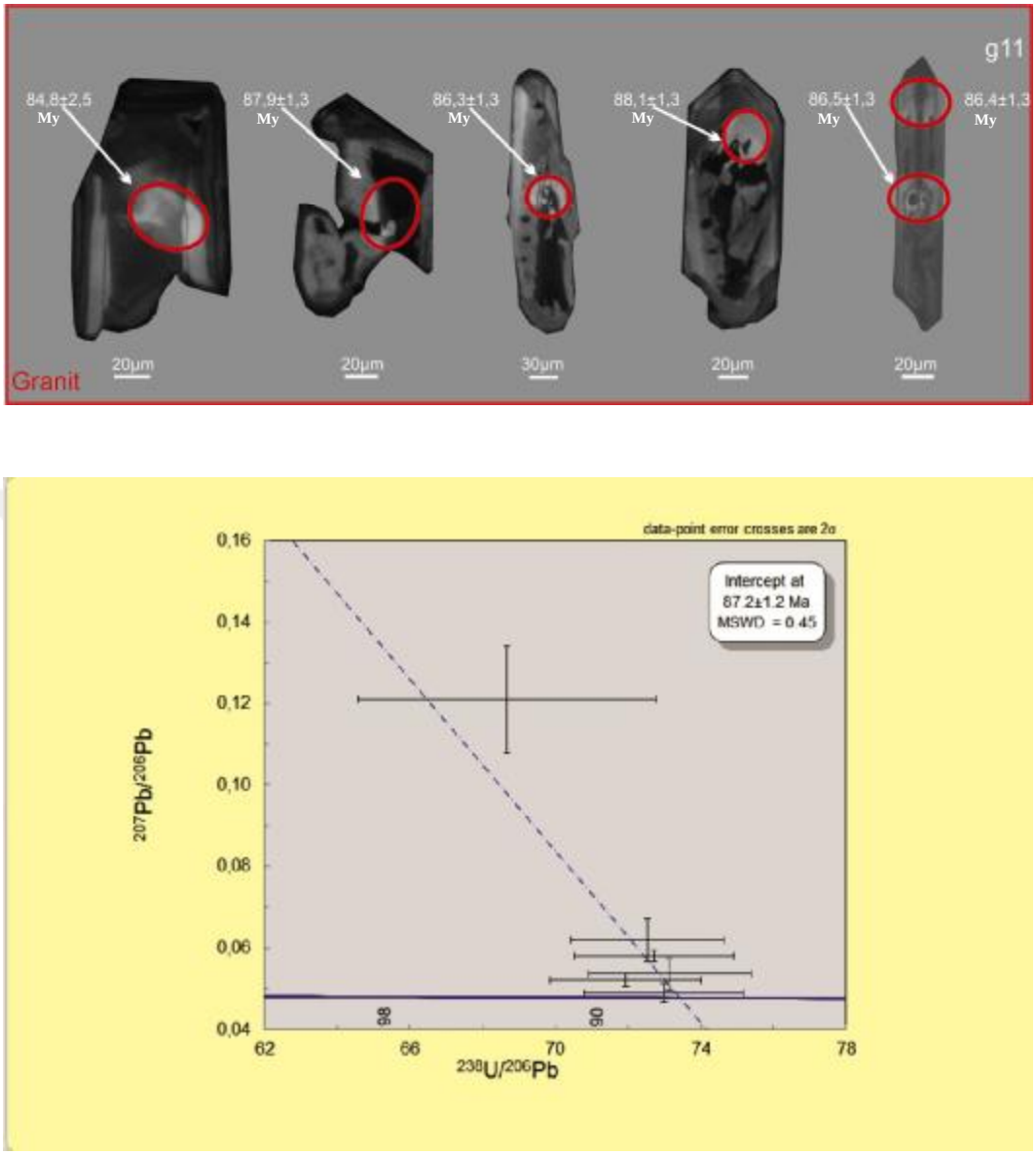


Şekil 4.114. Helete volkaniklerini kesen granitlerdeki zirkon görüntüsü ve U-Pb yaşı

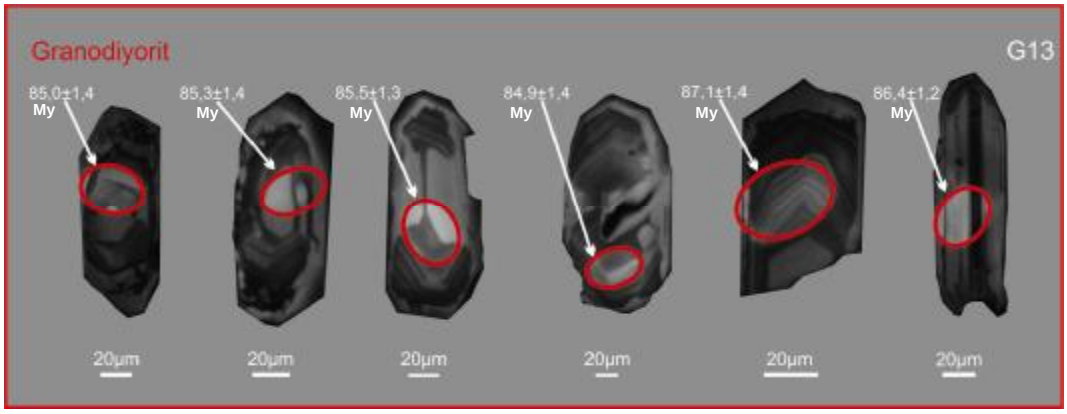


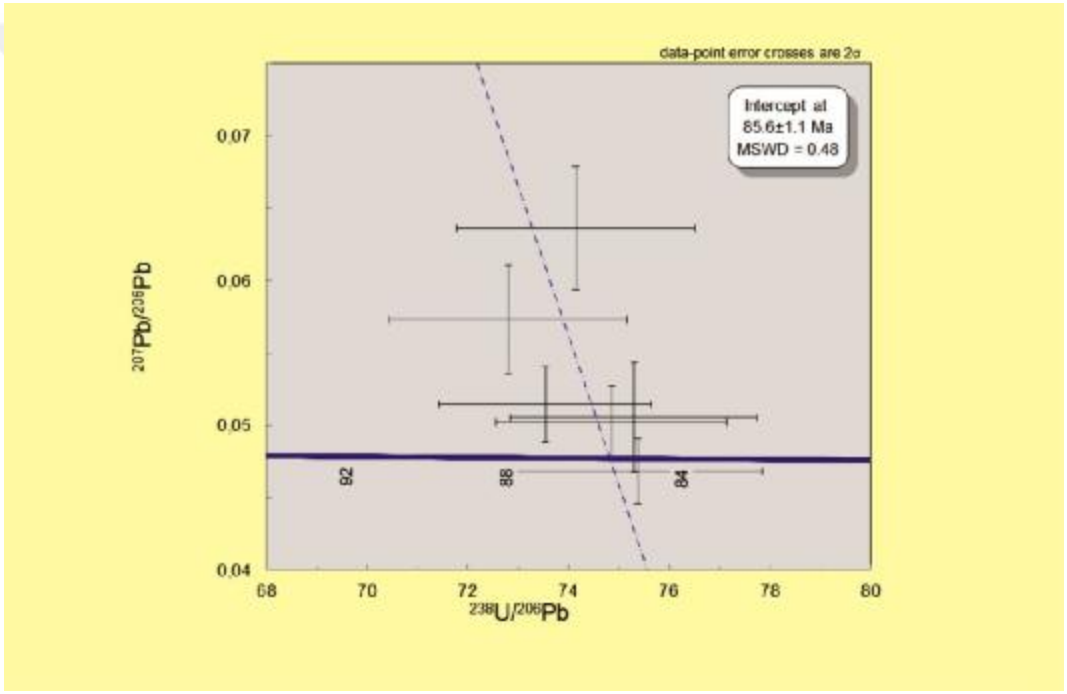


Şekil 4.115. Helete volkaniklerini kesen granitlere ait U-Pb zirkon yaşını gösterir grafik.

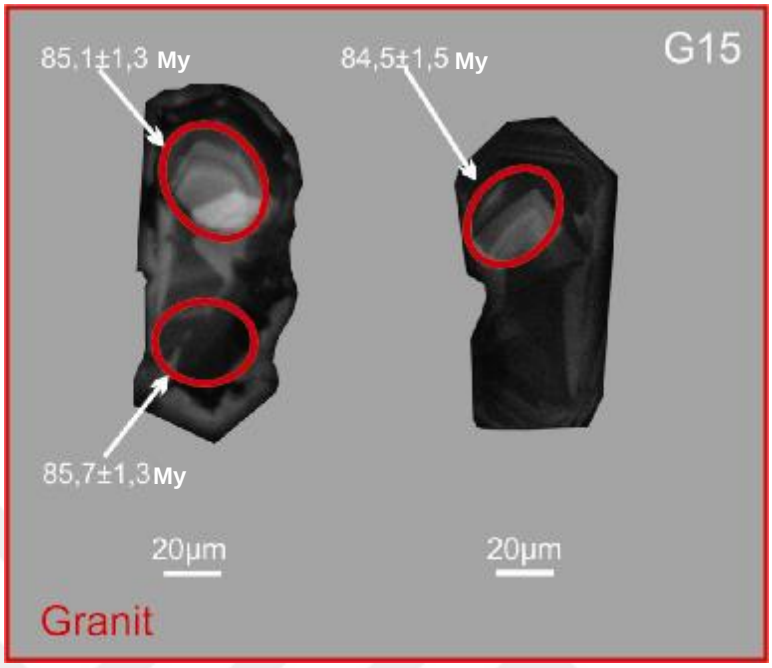


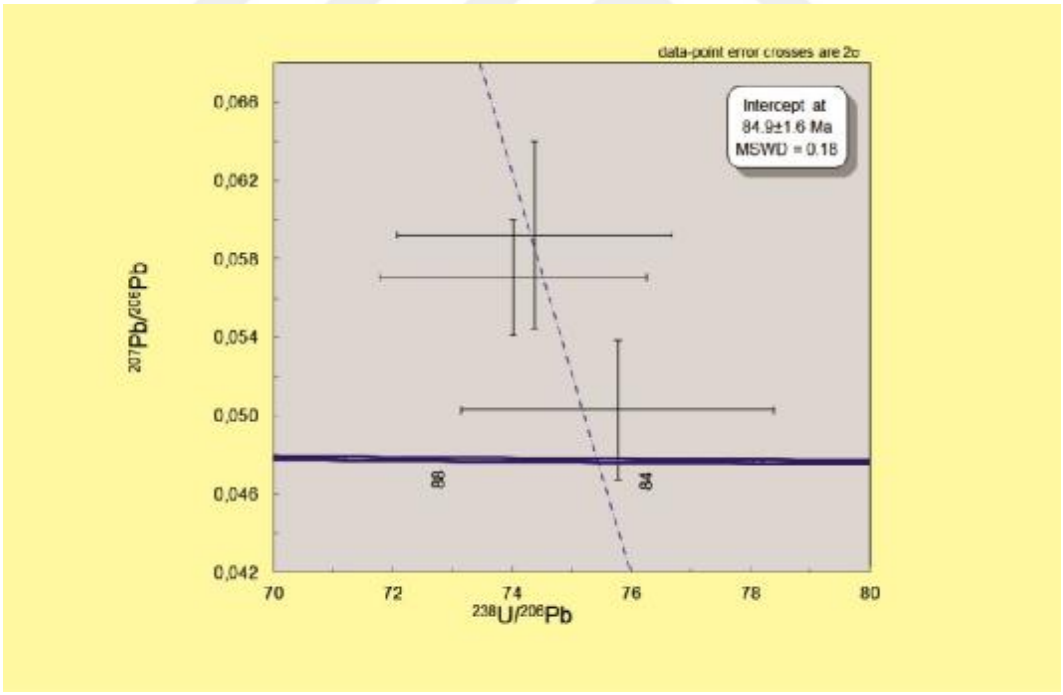
Şekil 4.116. Helete volkaniklerini kesen granitlere ait U-Pb zirkon yaşını gösterir grafik.



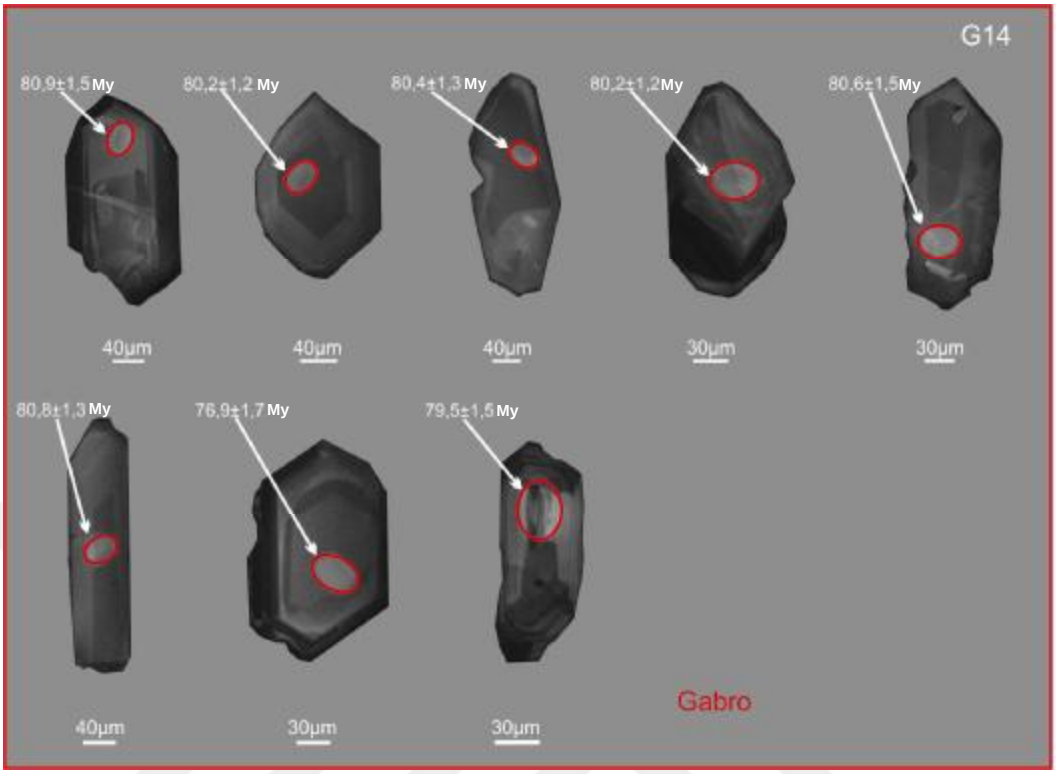


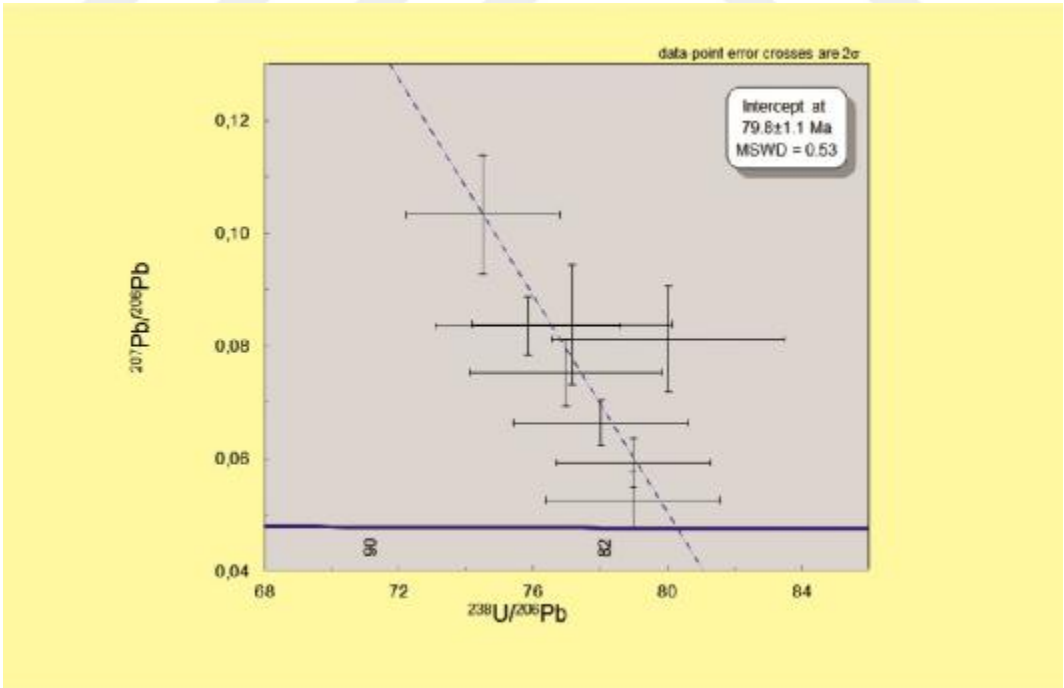
Şekil 4.117. Helete volkaniklerini kesen granitlere ait U-Pb zirkon yaşını gösterir grafik.



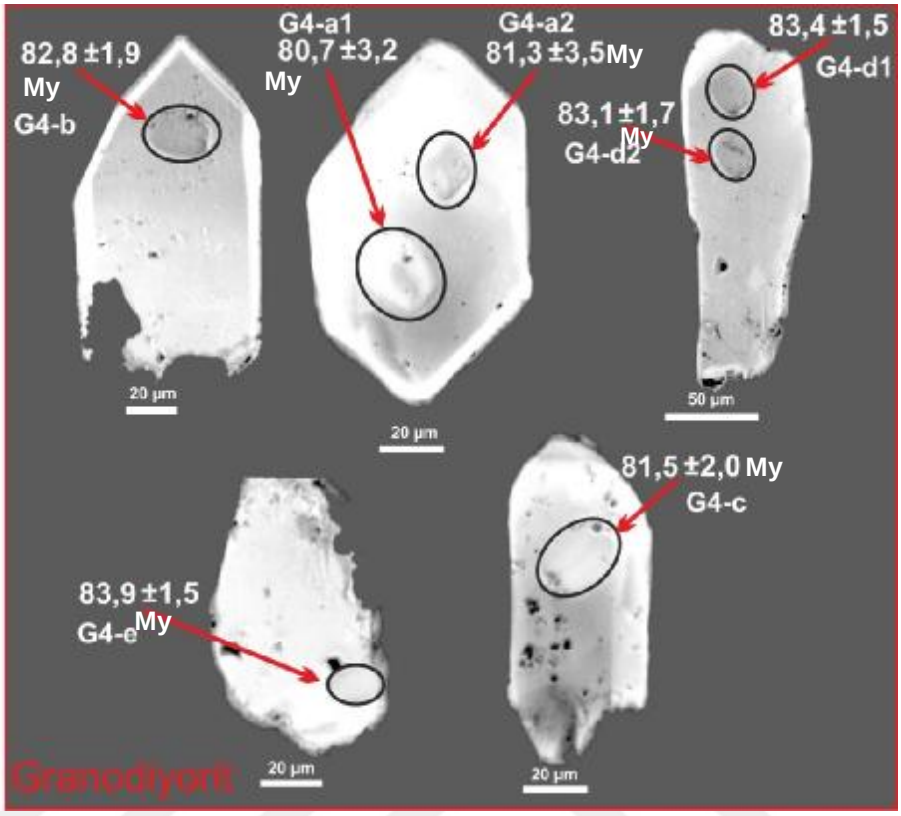


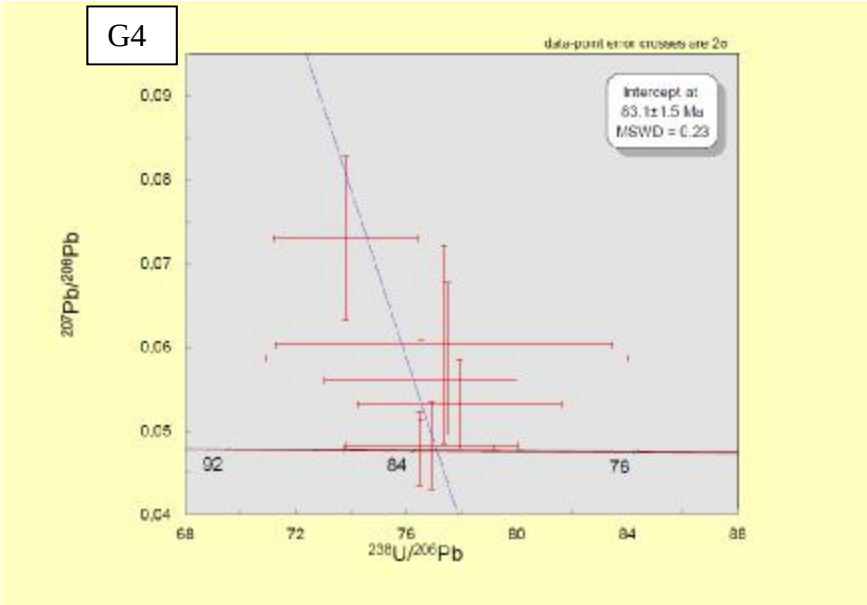
Şekil 4.118. Helete volkaniklerini kesen granitlere ait U-Pb zirkon yaşını gösterir grafik.





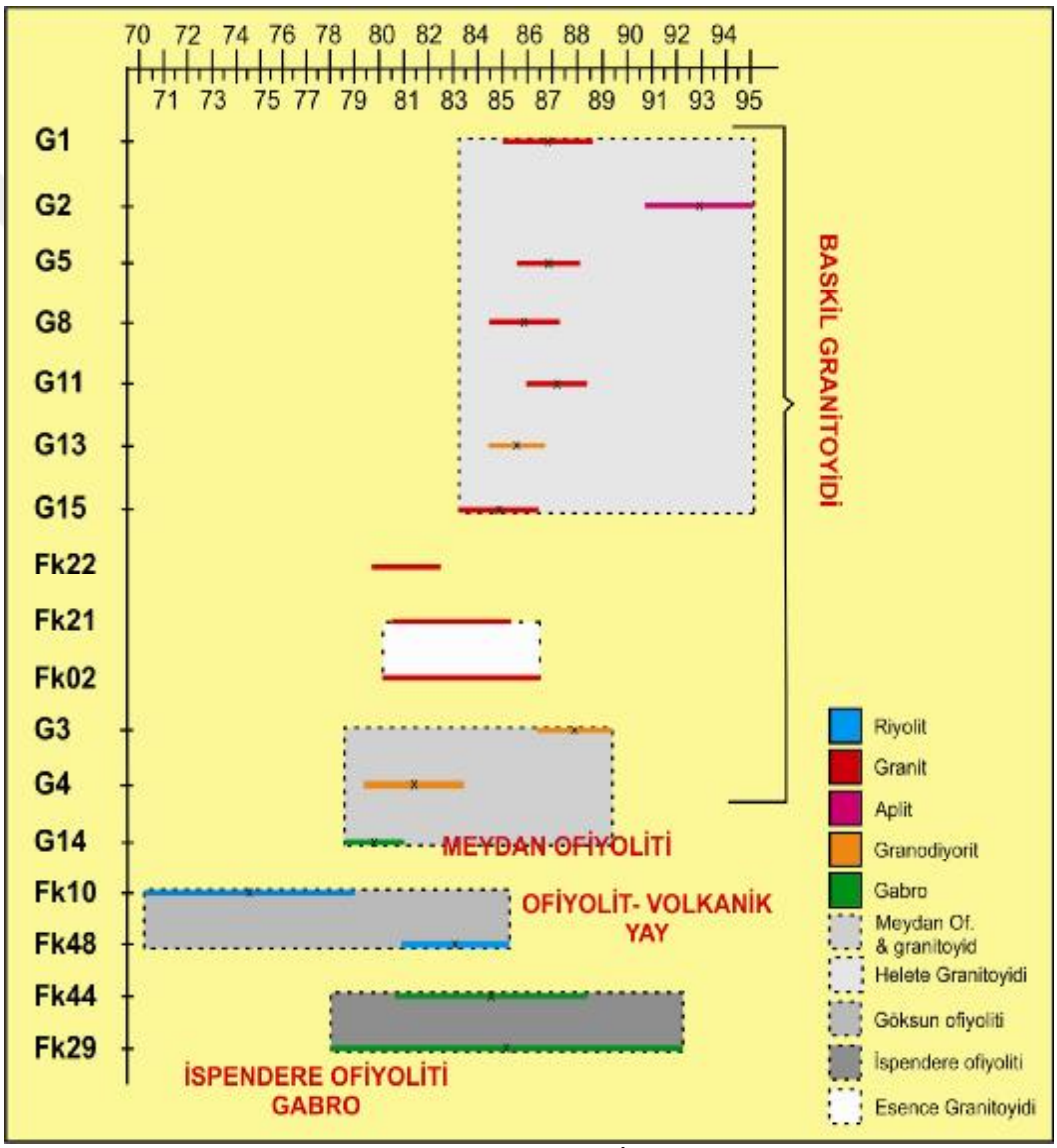
Şekil 4.119. Meydan ofiyolitine ait gabrolardaki U-Pb zirkon yaşını gösterir grafik.





Şekil 4.120. Meydan ofiyolitini kesen granodiyoritlerdeki zirkon görüntüsü ve U-Pb yaşı

Çalışma alanından yaşlandırılan örnekler içerisinde granitik ve gabroyik kayalara ait şekil aşağıda verilmiştir (Şekil ..). Şekil..'da verilen bölgeye ait diğer yaş verileri incelendiğinde Meydan ofiyolitinden alınmış gabro örneğinin yaşının bölgede yer alan diğer ofiyolitik birimlerle uyumlu olduğu ve ofiyolitleşme sürecine uygun olduğu ortaya konulmuştur.



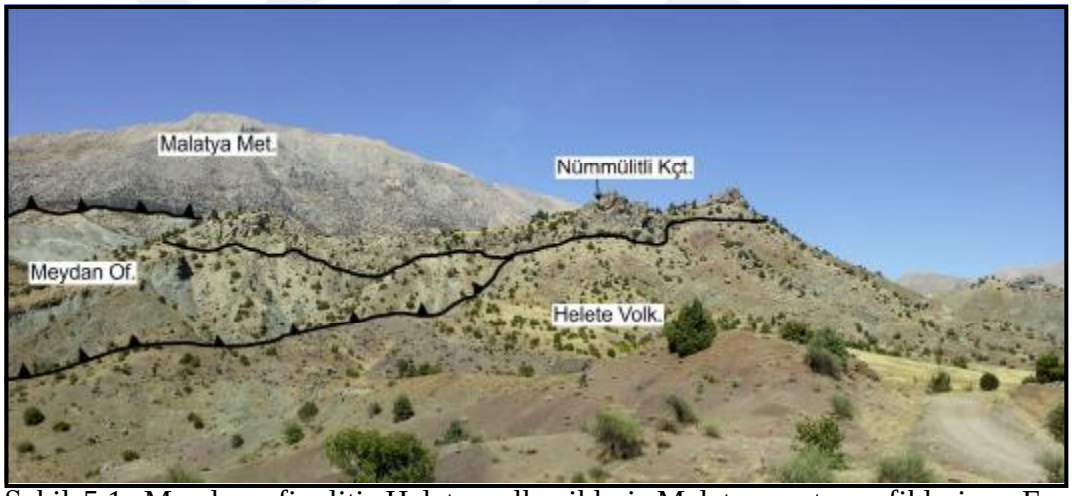
Şekil 4.121. Meydan ofiyoliti- Baskil granitoyidi-İspendere ofiyolitine ait yaş verilerinin Çizelgesu (Fk örnekleri; Karaoğlan 2012'den alınmıştır.)

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Doğu Toroslar, Alp-Himalaya orojenik kuşağında dağ oluşum süreçlerinin en iyi gözlemlenebildiği alanlardan birisidir. Kuşağın evrimi, Neotetis'in güney kolunun Üst Kretase-Miyosen zaman aralığında kapanımı ve kıta-kıta çarpışması sonucu yüksek plato oluşumunu içermektedir. Güney Neotetis okyanusunun kapanması sırasında (1) Geç Kretase'de Kuzeye doğru olan yitime bağlı olarak oluşan okyanusal kabuk ve üzerinde gelişen yay volkanizması ile ilişkili ürünler ve granitoyid intrüzyonu, (2) Orta Eosen yitimi, YB-YS metamorfizması, yitime bağlı gerilme/açılma ve granitoyid intrüzyonu, (3) Erken–Orta Miyosen kıta-kıta çarpışması olayları önemli jeolojik süreçler olarak karşımıza çıkmaktadır (Yılmaz, 1993; Yılmaz ve ark. 1993; Yiğitbaş ve Yılmaz, 1996; Robertson ve ark. 2006, 2007, 2012; Parlak, 2006; Parlak ve ark. 2004, 2009; Karaoğlan ve ark. 2013a, b, 2016). Doğu Toroslarda Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı'nın Geç Kretase-Senozoyik evriminde oldukça önemli yer tutan belli başlı tektonomagmatik/stratigrafik birimler sırasıyla metamorfik masifler (Malatya-Keban, Bitlis-Pütürge), ofiyolitler (Göksun, İspendere, Kömürhan), volkanik yay birimleri (Elazığ magmatikleri, Yüksekova volkanikleri), YB-YS metamorfizmasına uğrayan Berit metaofiyoliti ve granitoyidler (Esence, Baskil, Doğanşehir)'den oluşmaktadır.

Güneydoğu Anadolu'da iyi yüzlekler sunan Helete-Düzbağ (Kahramanmaraş) bölgesi Güney Neotetis'in Geç Kretase-Erken Senozoyik yitim prosesleri ve zamanlamasının anlaşılması açısından önemlidir. Çalışma alanındaki ana yüzlekler (~26 km uzunlukta) KD-GB uzanımlı, kuzeye eğimli bindirme dilimleri halinde Toros bindirme kuşağının alt seviyelerinde yer almakta olup, Orta Miyosen'de Arap önülkesi üzerine yerleşmiştir. Çalışma alanındaki ana birimler yapısal olarak üstten alta doğru; (1) Güney Neotetisin kuzey kıta kenarını oluşturan ve meta-karbonatlardan oluşan Malatya metamorfikleri, (2) Geç Kretase-Orta Eosen yaşlı karbonatlar (Harami formasyonu), (3) Ofiyolitik kayaçlar (Meydan ofiyoliti), (4) Volkanik kayaçlar (Helete), (5) Tektonik melanj ve (6) Arap ön ülkesi. Kuzeyde yer alan Malatya metamorfikleri ve güneyde yer alan Arap ön ülkesi hariç diğer tektonik birimler granitoyidler tarafından kesilmişlerdir (Şekil 4.1-2).

Helete bölgesinde yer alan volkanik kayaçlar daha önceki çalışmalarda Güney Neotetis'in Eosen dönemindeki volkanik faaliyetlerinin ürünü olarak değerlendirilmiş ve bölgesel ölçekli jeolojik evrim modellerinde önemli bir yer tutmuştur (Aktaş ve Robertson, 1984; Yiğitbaş, 1989; Yılmaz, 1993; Elmas ve Yılmaz, 2003; Robertson ve ark. 2006, 2007). Ancak bu tez çalışması kapsamında yapılan ayrıntılı jeolojik haritalama, yeni izotopik yaşlar, yapısal ve sedimanter veriler, Helete biriminin Eosen yaşı ile ilgili yapılan yorumları ciddi anlamda sorgulamaktadır. Helete bölgesindeki volkanik birimi kesen Geç Kretase yaşlı granitoyidler arazide haritalanabilir boyutlarda olup, stratigrafik olarak Orta Eosen yaşlı sedimanter birim tarafından örtülürler. (ince bir taban konglomerası ve üste doğru Nümmülitli kireçtaşları) (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Meydan ofiyoliti, Helete volkanikleri, Malatya metamorfikleri ve Eosen örtü birimleri arasındaki ilişki.

Haritalama alanında Orta Eosen yaşlı sedimanter birimler az bir alan kaplamalarına rağmen, özellikle allokton kütlelerin tektonik dokanak sınırlarını örtüyor olmaları da naplaşmaların Geç Kretase-Eosen döneminde yoğun olduğunu işaret etmektedir. Helete bölgesindeki volkanikler bazikten asidiğe doğru değişen kayaçlarla (bazalt, bazaltik-andezit, andezit, riyodasit ve dasit) temsil edilirler. Toleyitik magmadan evrimleşmişlerdir. Örümcek diyagramında negatif Nb anomalisi oldukça belirgin olup, okyanus içi yitimle ilişkili bir ortamı işaret etmektedirler. Helete volkaniklerini kesen granitik intrüzyonların U-Pb zirkon yaşları Geç Kretase

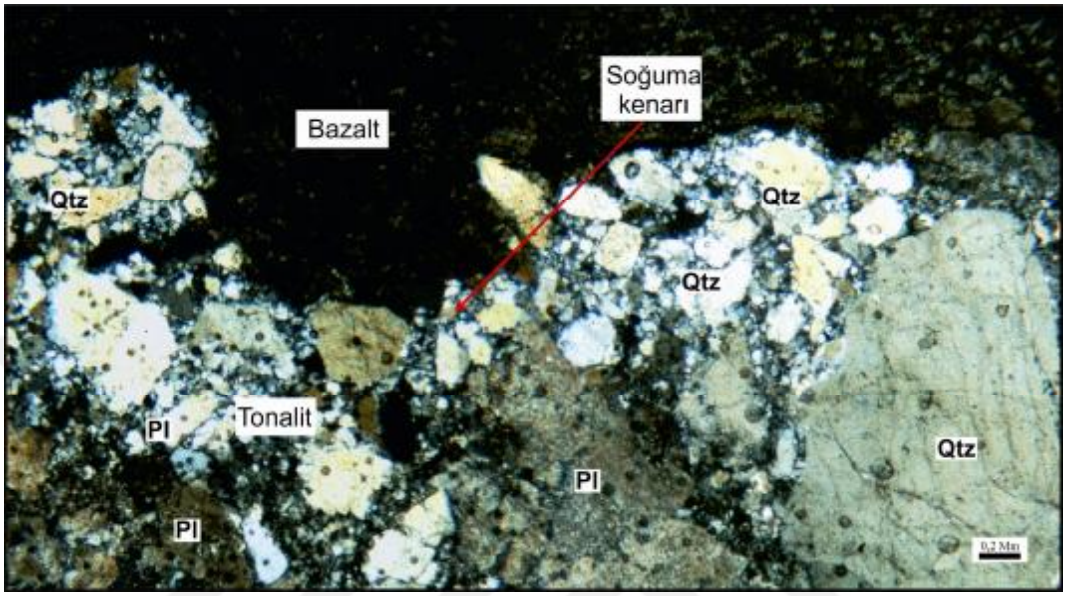
olarak tespit edilmiştir. Bu durum Helete bölgesindeki volkaniklerin Eosen yaşında olamayacağını işaret etmektedir. Helete bölgesindeki volkanik kayaçların Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağı boyunca gözlenen yay-volkanikleri ile büyük benzerlikler sunduğu görülmektedir (Parlak ve ark. 2004, 2009, 2013; Rızaoğlu ve ark. 2006; Karaoğlan ve ark. 2013; Robertson ve ark. 2007).

İnceleme alanında yüzeyleyen Meydan ofiyoliti gerek petrografik gerekse jeokimyasal özellikleri açısından okyanus içi dalma-batma zonu (supra-subduction zone) ofiyolitlerinin özelliklerini taşımaktadır. Levha daykları ve gabrolara ait kayaçlar toleyitik karakterde olup, nadir toprak element (REE), örümcek ve tektonomagmatik ayıtman diyagramlarında bu kayaçların dalma-batmayla ilşkili bir ortamda oluştuğunu göstermektedir. Kümülat kayaçların ana, iz element jeokimyası ve mineral kimyası modern adayayı toleyitik seri içerisinde yer alan kümülat kayaçlarla yakın benzerlikler sunmaktadır. Ayrıca ofiyolitik kayaçların Bitlis-Pütürge metamorfiklerinin kuzeyinde yer alan Göksun, İspendere ve Kömürhan ofiyolitlerine de petrografik ve jeokimyasal benzerlikler sunduğu görülmektedir (Parlak ve ark. 2004, 2009; Rızaoğlu ve ark. 2006).

Helete-Düzbağ (Kahramanmaraş) bölgesinde gözlenen granitik kayaçlar I-tipi kalk-alkalen kayaçların karakteristik özelliklerine sahiptir. Bu kayaçlar değişik lokasyonlarda hem tektonomagmatik birimleri (Helete volkanikleri ve Meydan ofiyoliti) kesmekte, hem de bu birimlerin tektonik dokanaklarını kesmektedir.

Bu granitik kütlelerin intrüzif karakterde olduklarına en önemli kanıtlardan biri farklı lokasyonlarda gözlenebilen soğuma kenarlarıdır (chilled margin) (Şekil 5.2). Ayrıca farklı boyutlarda gözlenen ksenolitler (MME: Mafik mikrogranüler enklav), hematitleşme vb, alterasyonlar da bu kütlelerin intrüzif karakterde olduklarına önemli kanıtlardır (Şekil 5.2). Ayrıca bu intrüzif kayaçlar, melanj birimini hem keser vaziyette hem de bloklar halinde olup, melanj biriminin Geç Kretase'de diğer tektonik birimlerle birlikte dilimlendiğini işaret etmektedir. Granitik intrüzyonların yaşı çalışma alanında Geç Kretase olarak tespit edilmiştir. Granitik kayaçlarda yapılan biyotit mineral kimyası analizleri, bu kayaçların kalk-alkalen karakterli orojenik kuşaklara ait granitler olduğunu işaret etmektedir. Bu granitler

kuşak boyunca Baskil ve Esence granitleri ile deneştirilebilir benzerlikler sunmaktadır (Parlak, 2006; Rızaoğlu ve ark. 2009).

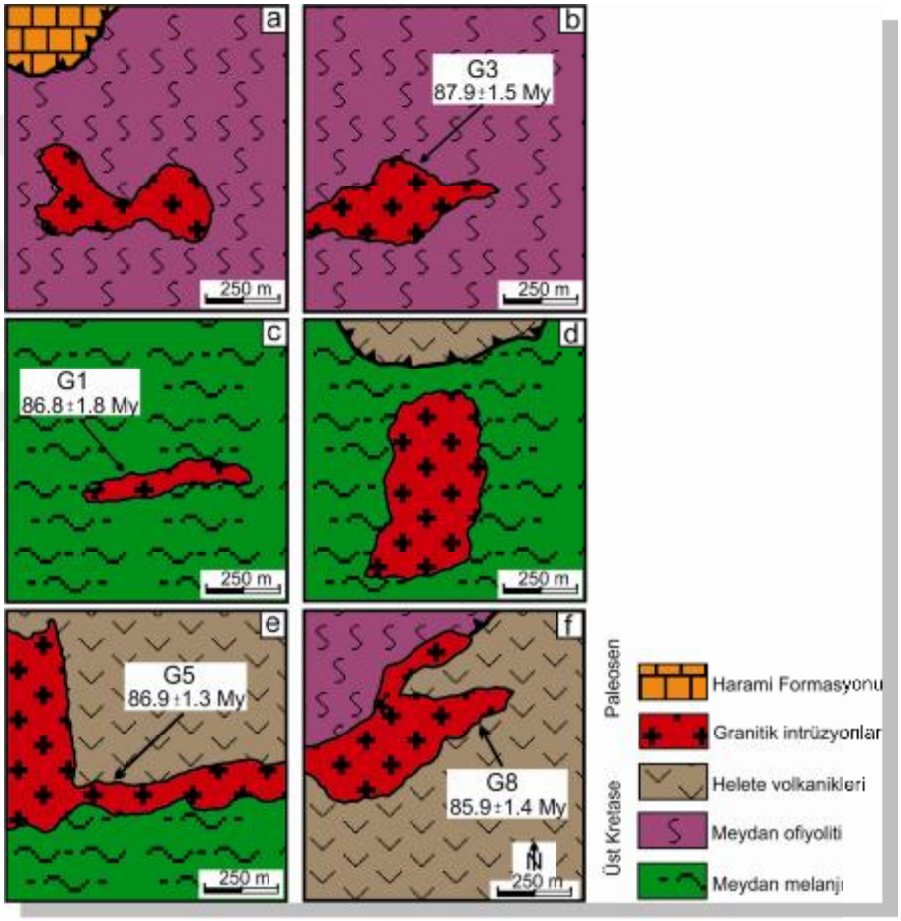


Şekil 5.2. Granitik intrüzyonların bazaltik kayaları kestiği lokasyonlarda gözlenen soğuma kenarına ait ince kesit görünümü (ÇN: Plj: Plajiyoklas, Qtz: kuvars)

Önceki çalışmalar Helete volkaniklerinin Eosen yaşlı Nummulitik kireçtaşları ile arakatkılı bulunduğunu ve dolayısıyla Eosen yaşında olduklarını belirtmektedirler (Yiğitbaş 1989; Yiğitbaş ve Yılmaz l996; Yılmaz, l993). Ancak bölgede yapılan detaylı haritalama çalışmalarında nummulitik kireçtaşlarının transgresif olarak Helete volkanikleri üzerine geldiğini ortaya koymuştur. Buna ek olarak Helete volkanikleri radiyometrik olarak Geç Kretase (92.9±2.2 - 83.1±1.5 My) olarak yaşlandırılmış granitik kayalar tarafından kesilmektedirler. Bu bölgede yer alan benzer iki volkanik dizinin farklı yaşta olmasının mümkün olup olmadığını kontrol amaçlı yapılmıştır.

GD Anadolu bölgesinde Eosen yaşlı volkanik kayalar farklı çalışmalarda bahsedilmiektedir. Bunlar Lice-Karadere ve Siirt (Aktaş ve Robertson l984, l990) ve Gövelek bölgesi (Van-Hakkari) (Elmas 1994, 1996; Elmas ve Yılmaz 2003)'dır. Bu bölgeler için farklı yorumlamalar mevcuttur. Bunlar (a) çarpışmayla eş yaşlı açılmaları rejim (Aktaş ve Robertson l990), (b)oblik dalma-batma zonu (Elmas ve Yılmaz 2003), (c) okyanus içi yay magmatizması (Yılmaz l993), veya (d) kıtasal yay

kenarı magmatizması (Robertson et al. 2006, 2007). Helete için önerilen dalma-batma ilişkili volkanizma kökeni geçerlidir (Yiğitbaş ve Yılmaz l996; Yılmaz, l993; Robertson et al. 2006). Ancak bu plaka tektoniği yorumu Üst Kretase yaşına gore tekrar gözden geçirilmelidir. Bu sonuclar ışığında Eosen magmatizmaasının tam bir şekilde anlaşılabilmesi için bölgede yer alan digger Eosen volkaniklerinin detaylı bir şekilde incelenmesi gerekmektedir.



Şekil 5.3. Helete bölgesinde gözlenen granit intrüzyonlarının 1/500 ölçekli detay haritaları

Amfibol kalk-alkali magmadan kristallenen yaygın bir mineraldir, amfibolün kristallenmesi oldukça hassas basınç, sıcaklık, oksijen fugasitesi ve su fugasitesi gibi parametrelere bağlıdır (Spear 1981; Johnson ve Rutherford 1989). Hornblendlerdeki toplam Al içeriği ve kalk-alkali Plütonların kristalizasyon basınçlarının hesaplanması arasında ampirik bir korelasyon bulunmaktadır (Hammarstrom ve Zen, 1986;

Hollister ve ark.1987; Johnson ve Rutherford, 1989; Schmidt, 1992). Granit ve tonalitlerde analiz edilen hornblenlerden Holland ve Blundy (1994) eşitliğine göre 1.96 ile 5.27 kbar basınç hesaplanmıştır. Bu basınç değerleri kabukta 6 ila 15 km derinliğe denk gelmektedirler. Biyotit ortaç ve felsik magmatik kayalar içerisinde yaygın sulu ferromagnezyen bir mineraldir. Bu mineral granitoyid oluşumunun bileşimsel evriminin ve fiziko-kimyasal durumunun açıklanması için çok hassas bir belirteçtir (Speer 1984) ve bu mineralin bileşimi ile ana kayacı arasında bir ilişki bulunmaktadır (Abdel-Rahman 1994). Helete ve Meydan granitlerinden alınan biyotitler kalk-alkali orojenik ortamına düşmektedirler. FeO*/MgO oranı ise 1.20 ve 3.84 arasında ve dalma-batma ilişkili kalk-alkali magma'nın ortalama oranına benzer özellik sunmaktadırlar (Abdel-Rahman 1994).

Sr, Nd, Pb izotop çalışmaları Helete volkanikleri, Meydan ofiyoliti ve granitik intrüzyonlara ait kayalarda gerçekleştirilmiştir. Granitik kayaların yüksek $^{143}Nd/^{144}Nd$ – düşük $^{87}Sr/^{86}Sr$ ve düşük $^{143}Nd/^{144}Nd$ - yüksek $^{87}Sr/^{86}Sr$ izotop içerikleri ile temsil edilmeleri nedeniyle, kaynak olarak hem manto hem de kıtasal kabuk katkısının olduğunu göstermektedir. Bu durumda granitlerin Geç Kretase döneminde Toros aktif kıta kenarında oluştuğu düşünülebilir. Helete bölgesindeki volkanik kayaların ve Meydan ofiyolitine ait gabroyik kayaların tipik okyanusal yay ortamlarına (Küçük Antiller, Güney Sandwich Adası ve Japon Ada yayları) benzerlik sundukları görülmektedir (Faure, 1986). Volkanikler ve gabroyik kayaların ε_{Nd} değerlerinin pozitif olması, bu kayaların oluşumları sırasında kıtasal kabuk katkısının olmadığını göstermektedir.

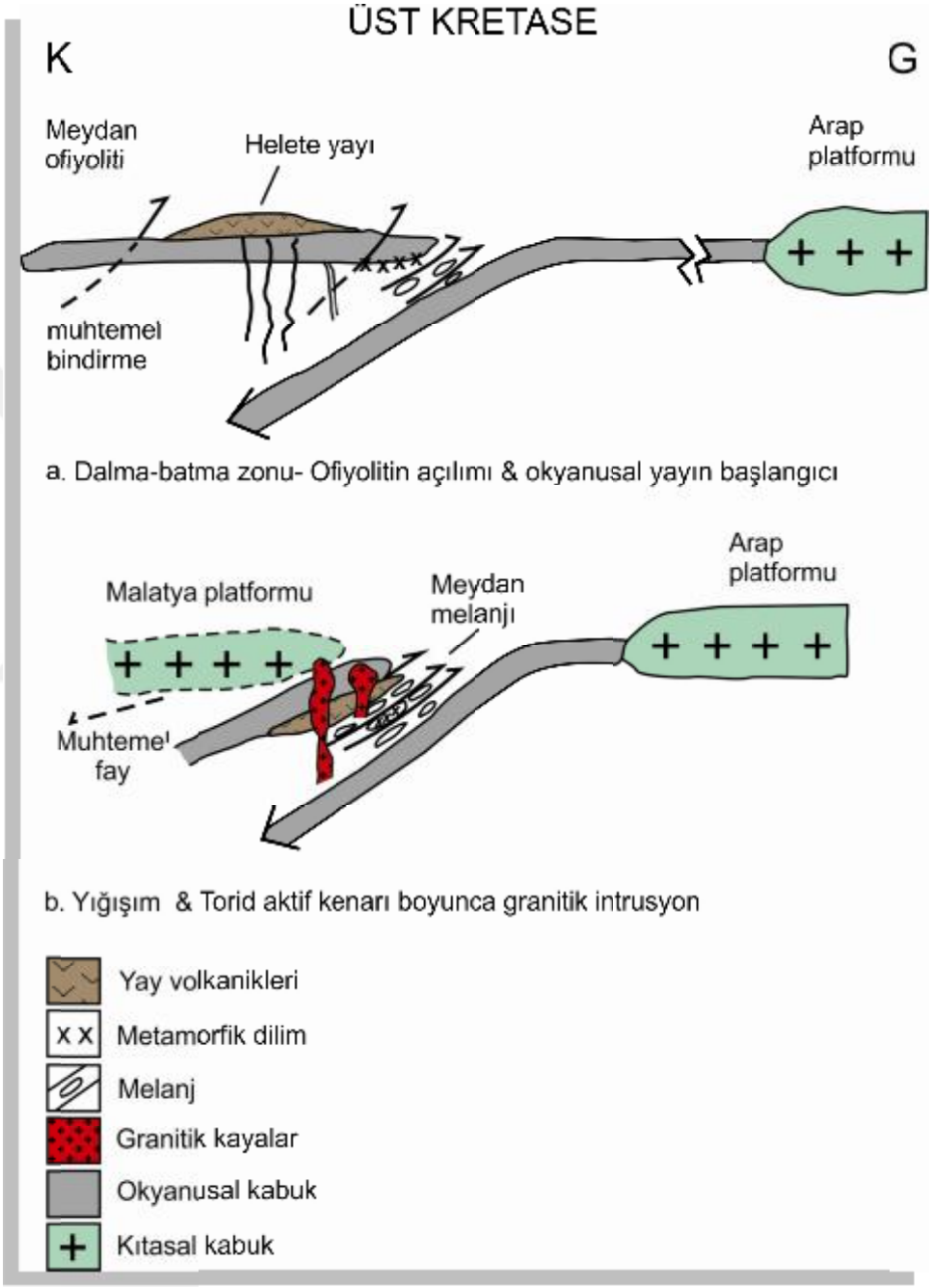
Çalışma alanında gözlenen ofiyolitik, volkanik ve granitik kayaların arazi ilişkileri, petrografik özellikleri, jeokimyasal ve jeokronolojik özellikleri göz önüne alındığında; granitik kayaların kuzeyde yer alan Göksun (Parlak, 2006) ve Baskil granitoyidine (Rızaoğlu ve ark. 2006) benzerlik gösterdikleri, ofiyolitik birimlerin ise kuzeyde Toros aktif kıta kenarına yakın konumdaki Göksun, İspendere, Kömürhan ve Guleman ofiyolitlerine benzerlik gösterdikleri ileri sürülebilir. Ayrıca bölgede daha önce Eosen yaşında olduğu kabul edilen Helete bölgesi volkaniklerinin ise Geç Kretase yaşlı yay volkanikleri (Yüksekova karmaşığı veya Elazığ magmatitkleri) ile benzerlik sundukları görülmektedir.

Çalışma alanında yapılan jeolojik haritalama, petrografik ve jeokronolojik çalışmalar sonucunda; Helete bölgesindeki tektonomagmatik ve stratigrafik birimlerin jeolojik evrimini açıklayan bir tektonik model önerilmiştir (Şekil 5.4a). Meydan ofiyoliti dalma-batma zonu üzerinde (Üst Kretase) oluşmuştur. Helete volkanikleri dalma-batma süreci ile gelişmiş ensimatik yay volkanikleridir (Şekil 5.4a). Melanj dalma-batma zonu (ofiyolitik/ensimatik yay) altında oluşmuş ve yüksek basınç amfibolitik metaorfik dilim içermektedir. Bölgesel sıkışmalı rejim sonucu olrak ofiyolitik/ensimatik yay parçaları tektonik olarak yığışım prizmasını oluşturmuş ve ekaylanmıştır. Son olarak tüm bu tektonomagmatik birimler Üst Kretase'de granitler tarafından kesilmişlerdir (Şekil 5.4b).

Tez çalışması kapsamında elde edilen veriler ışığında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. İnceleme alanında yüzeyleyen Meydan ofiyoliti tabandan tavana doğru harzburjitik tektonitler, mafik kümülatlar, izotrop gabrolar ve levha dayk kompleksi ile temsil edilmektedir. Bu nedenle eksikli bir ofiyolit dizisi karakteri sunmaktadır. Ofiyolit birimin yaşı U-Pb zirkon yaşlandırmasına göre Geç Kretase (79.8±1.1 My) olarak tespit edilmiştir.
2. Meydan ofiyolitine ait derinlik ve yarı derinlik kayaların ana-iz ve nadir toprak element jeokimyası ile birlikte kümülat kayaçların mineral kimyası analiz sonuçları bu kayaçların aynı kökensel magmadan itibaren Geç Kretase'de okyanus içi dalma-batma zonu (suprasubduction zone) üzerinde oluştuğuna işaret etmektedir.
3. İnceleme alanında gözlenen volkanik kayalar bazikten asidiğe kadar değişen oldukça geniş spektrumlu kayalar ile temsil edilmektedir. Bu volkanik kayalar jeokimyasal açıdan toleyitik magmadan türemişlerdir ve okyanus içi yitim zonu üzerinde oluşmuşlardır. İzotopik açıdan kabuksal kirlenme sunmamaktadırlar.
4. Bölgede volkanikler, ofiyolit ve melanj birimi içinde gözlenen granitik kayalar U-Pb zirkon yaşlandırmasına göre Geç Kretase (92.9±2.2 My

83.1±1.5 My) yaşlıdırlar. Bu granitik kayalar jeokimyasal açıdan I-tipi kalk-alkalen kayaçların genel özelliklerini göstermektedirler.



Şekil 5.4. Bölgede yeralan birimlerin Üst Kretase döneminde yerleşimi. A) Meydan ofiyoliti dalma-batma zonunda oluşmuş ve altında metamorfik dilim kayalarıyla birlikte melanj oluşmuştur. Bu ofiyolit üzerinde okaynusal bir yay gelişmiştir. B) Dalma-batma zonu parças ve ilişkili yay ekaylanmış birimler granitik kayalar tarafından kesilmişlerdir.

5. İnceleme alanında yüzeyleyen granitik kayalara ait nadir toprak elementler (REE), örümcek ve tektonomagmatik sınıflandırma diyagramları, bu kayaçların volkanik yay (aktif kıta kenarı) tektonik ortamında oluştuğuna işaret etmektedir. İzotopik açıdanda da granitik kayalar hem manto hem de kıtasal kabuk katkısı içermektedirler.
6. 6. Bölgede yer alan granitik kayalar 92.9±2.2 My ile 83.1±1.5 My Zirkon U-Pb yaşları vermektedirler. Helete volkanikleri ile tektonik olarak bu birimi üzerleyen Meydan ofiyolitini ve bu iki birimin dokanağını kesmektedirler. Bu veriler ışığında bu iki birimin Geç Kretase' de yanyana geldikleri ortaya konmaktadır.
7. 7. Sr-Nd-Pb izotop verileri granitik,gabroyik ve volkanik kayaların manto ve kıtasal kabuğun farklı derecelerde ergimesi ile oluştukları sonucunu vermektedirler.
8. 8.Meydan ofiyolitini kesen granitlerde ve tonalitlerde bulunan hornblendlerden elde edilen mineral kimyası sonuçlarından hesaplanan basınç değerleri 1.96 ile 5.27 (~6-15 km) kbar arasında değişmektedir.
9. 9. Güney Doğu Anadolu bölgesinde yapılan diğer çalışmalar göz önüne alındığında, Meydan ofiyoliti Üst Kretase' de dalma-batma zonunda oluşmuş, bu ofiyolitle ilişkili meydan melanjı birimin güneyinde ve tektonik olarak altında yer almaktadır. Ofiyolit üzerinde bir ensimatik yay gelişmiştir. Okyanus içi magmatik kompleks daha sonra ekaylanmış ve yığışım prizması halini almış ve Toros aktif kıta kenarı altına dalmıştır. Bütün tektonomagmatik birimler Geç Kretase döneminde granitik kayalar tarafından kesilmişlerdir. Birlikler transgresif Eosen yaşlı Nummulitik kireçtaşları tarafından uyumsuzlukla örtülmüşlerdir. Son olarak tüm birlikler güneyde yer alan Arap platformuna ait Gaziantep formasyonuna bindirmişlerdir.

Doktora tez çalışması kapsamında sunulan yeni izotopik yaşlar, jeolojik haritalama, yapısal ve sedimanter veriler, Helete biriminin Eosen yaşını ile ilgili yapılan yorumları ciddi anlamda sorgulamaktadır. Çalışma alanındaki tüm tektonomagmatik birimler, Güney Neotetis'te Geç Kretase'de kuzeye dalan okyanus içi yitim zonu üzerinde oluşmuşlardır.

KAYNAKLAR

ABDEL-RAHMAN, A. F. M., 1994. Nature of Biotites from Alkaline, Calcalkaline and Peraluminous Magmas. J Petrol, 35:525-541.

AKAL, C., and HELVACI, C., 1999. Mafic Microgranular Enclaves in the Kozak Granodiorite, Western Anatolia, Turkish Journal of Earth Sciences. 8:1-17.

AKAY, E., ve HERECE, E., 1992. Orta Doğu Toroslar'da Volkanitsiz Eosen ile Volkanitli Eosen Çökellerinin İlişkileri ve Olasılı Bir Transform Fay. 9. Türkiye Petrol Kongresi, Ankara.

AKGÜL, B., 1987. Keban Yöresi Metamorfik Kayaçların Petrografik İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Elazığ. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri, Enstitüsü.

_____, 1993. Piran Köyü (Keban) Çevresindeki Magmatik Kayaçların Petrografik ve Petrolojik Özellikleri. Doktora Tezi. Fırat Üniversitesi, Fen. Bilimleri. Enst.

AKGÜL, M., 1987. Baskil (Elazığ) Granitoidinin Petrografik ve Petrolojik İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi. K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.

_____, 1991. Baskil (Elazığ) Granitoyidinin Petrografik ve Petrolojik Özellikleri. Geosound. 18: 67-78.

_____, BÖLÜCEK, C., and SAĞIROĞLU, A., 2003. Geological Setting, Mineralogy and Geochemistry of Plutonic Rocks and Related Auriferous Quartz Veins in The Baskil Region Elazığ. Eastern Turkey. Journal Geological Society of India, 62: 343-355.

AKSOY, E., TURAN, M., TÜRKMEN, İ., ve ÖZKUL, M.,1996. Elazığ Havzasının Tersiyerdeki Evrimi, K.T.Ü. Jeoloji Müh. Bölümü 30. Yıl Sempozyumu Bildirileri. Trabzon, 293-310.

_____, TÜRKMEN, İ., and TURAN, M., 2005. Tectonics and Sedimentation in Convergent Margin Basins: An Example from the Tertiary Elazığ Basin. Eastern Turkey. Journal of Asian Earth Sciences, 25/3: 459-472.

AKTAŞ, G., and ROBERTSON, A. H. F., 1984. The Maden complex, SE Turkey: evolution of a Neotethyan continental margin. In: Dixon JE, Robertson AHF (eds.) The Geological evolution of the eastern Mediterranean. Geol Soc Lond Spec Publ 17: 375-402.

_____, and ROBERTSON A. H. F., 1987. Tectonic evolution of the Tethys Suture Zone in S.E. Turkey, evidence from the petrology and geochemistry of Late Cretaceous and Middle Eocene Extrusives. In, Malpas and others (eds), ophiolites oceanic crustal analogues, Proceedings of the symp. Troodos. Nicosia, Cyprus, 311-328.

_____, and ROBERTSON, A. H. F., 1990. Tectonic Evolution of the Tethys Suture Zone in S.E. Turkey: Evolution Evidence from the Petrology and Geochemistry of Late Cretaceous and Middle Eocene Extrusives. In: Malpas J, Moores E, Panayiotou A, Xenophontos C (eds.) Ophiolites-Oceanic Crustal Analogues. Proc Troodos Ophiolite Symp. Geological Survey, Cyprus 1987, 311-329.

ALABASTER, T., PEARCE, J. A., and MALPAS, J., 1982. The Volcanic Stratigraphy and Petrogenesis of the Oman Ophiolite Complex, Contributions to Mineralogy and Petrology, 81: 168-183.

AL-RIYAMI, K., ROBERTSON, A. H. F., DIXON, J., and XENOPHONTOS, C., 2002. Origin and Emplacement of the Late Cretaceous Baer-Bassit Ophiolite and its Metamorphic Sole in NW Syria. Lithos, 65: 225-260.

ANDREWS, A. J., 1977. Low Temperature Fluid Alteration of Oceanic Layer 2 Basalts, Dsdp Leg 37, Canadian Journal of Earth Sciences, 14: 911-926.

ANIL, M., 1993. Çevlik-Teknekayası-Holtakayası (Samandağ-Hatay) Arası Ofiyolitleri ve Kromit Cevherleşmeleri. Ç. Ü. Müh. Mim. Fak. Dergisi, 8(1): 195-214.

ANONYMOUS, 1972. Penrose Field Conference on Ophiolites. Geotimes, 17: 24-25.

ARCULUS, R. J., and POWELL, R., 1986. Source Component Mixing in the Regions of Arc Magma Generation. Journal of Geophysical Research, 91: 5913-5926.

_____, and WILLS, K. J. A., 1890. The Petrology of Plutonic Blocks and Inclusions from the Lesser Antilles Island Arc. Journal of Petrology, 21: 743-799.

ARNI, P., 1937. Keban Madeni Jeolojisi Hakkından Muvakkat Raporu: MTA Rap. 564, Ankara, (yayımlanmamış).

ARPAT, E., ve ŞAROĞLU, F., 1972. Doğu Anadolu Fayı ile İlgili Bazı Gözlem ve Düşünceler. MTA Bült, 73:1-9.

ARSLAN, M., KOLAYLI, H., ve TEMİZEL, İ., 2004. Güre (Giresun, KD Türkiye) Granitoyidinin Petrografik, Jeokimyasal ve Petrolojik Özellikleri. Yerbilimleri, 30: 1-21.

ASLAN, Z., 2005. Petrography and Petrology of the Calc-Alkaline Sarıhan Granitoid (NE Turkey): An Example of Magma Mingling and Mixing. Turkish J. Earth Sci, 14: 185-207.

ASUTAY, H. J., 1985. Baskil (Elazığ) Çevresinin Jeolojik ve Petrografik İncelenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi, Ankara.

_____, 1986. Baskil (Elazığ) Çevresinin Jeolojisi ve Baskil Magmatitlerinin Petrolojisi. MTA Dergisi, 107: 49-73.

_____, 1988. The Geology of Baskil (Elazığ) Vicinity and Petrology of Baskil Magmatics. Bulletin of Mineral Research And Exploration, 107:46-72.

AVŞAR, N., 1983. Elazığ Yakın Kuzeybatısında Stratigrafik ve Mikropaleontolojik Araştırmalar. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

_____, 1996. Elazığ (Doğu Türkiye) Yöresinde Bulunan Praebullalveoline Afyonica Sirel ve Acar'lı Üst Eosen Yaşlı İç Platform Çökelleri. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 118: 17-22.

AYDOĞDU, S., 1991. Dutluköy (Elazığ) Yöresi Magmatik Kayaçlarının Petrografik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.

BAĞCI, U., 2004. Kızıldağ (Hatay) ve Tekirova (Antalya) Ofiyolitlerinin Jeokimyası ve Petrolojisi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2004).

_____, PARLAK, O., and HÖCK, V., 2005. Whole-Rock Mineral Chemistry of Cumulates from the Kızıldağ (Hatay) Ophiolite (Turkey): Clues for Multiple Magma Generation During Crustal Accretion in the Southern Neotethyan Ocean. Mineralogical Magazine, 69(1): 53-76.

_____, PARLAK O., and HÖCK V., 2008. Geochemistry and Tectonic Environment of Diverse Magma Generations Forming the Crustal Units of the Kızıldağ (Hatay) Ophiolite, Southern Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences, Vol. 17, pp. 43-71.

BALLANTYNE, P., 1992. Petrology and Geochemistry of the Plutonic Rocks of the Halmahera Ophiolite, Eastern Indonesia, an Analogue of Modern Oceanic Forearcs, In: Parson, L. M., Murton, B. J., Browning, P. (eds.). Ophiolites and Their Modern Oceanic Analogues. Geological Society of London, Special Publication, 60: 179-202.

BARBARIN, B., 1991. Contrasted Origins for the Poligenic And Monogenic Enclave Swarms in Some Granitoids of the Sierra Nevada Batholith. California, Terra Abstr., 3, 32.

_____, 1999. A review of the relationships between granitoid types, their origins and their geodynamic environments, Lithos, 46: 605–626.

BARISENKO, L. F., 1967. Trace Elements in Pyroxenes and Amphiboles from Ultramafic Rocks of the Urals. Mineralogical Magazine, 36: 403-410.

BARTH, T. F. W., 1962. Theoretical Petrology. John Wiley and Sons, New York.

BATTEN, K., and CLEMENS-KNOTT, D., 1997. Mineralogic Analysis of Orbicular Gabbro, Sierra Nevada Batholith, CA, In: Girty, G.H., Hanson, R.E., and Cooper, J.C., (eds.). Geology of the Western Cordillera: Perspectives from Undergraduate Research, Pacific Section S.E.P.M, 82: 103-110.

BEARD, J. S., 1986. Characteristic Mineralogy of Arc Related of Cumulate Gabbros: Implication for the Tectonic Setting of Gabbroic Plutons and for Andesite Genesis. Geology, 14(10): 848-851.

BECCALUVA, L., MACCIOTTA, G., PICCARDO, G. B., and ZEDA, O., 1989. Clinopyroxene Composition of Ophiolite Basalts as Petrogenetic Indicator. Chem. Geology, 77: 165-182.

BEDİ, Y., YUSUFOĞLU, H., BEYAZPİRİÇ, M., ÖZKAN. M.K., USTA, D., YILDIZ, H., 2009. Doğu Torosların jeodinamik evrimi (Afşin-Elbistan-Göksun-Sarız dolayı) Maden Tetkik Arama genel Müdürlüğü Raporu.

BEYARSLAN, M., ve BİNGÖL, A. F., 1996. Kömürhan Ofiyolit Biriminin Petrografik ve Petrolojik İncelenmesi. F. Ü. Fen ve Müh. Bilimleri Dergisi, 8(2): 1-16.

_____, and BİNGÖL, A. F., 2000. Petrology of a Supra-Subduction Zone Ophiolite (Elazığ, Turkey). Can. J. Earth Sci, 37:1411-1424.

_____, and BİNGÖL, A. F., 2001. Origin of Wehrlitic Intrusions in the İspendere (Malatya) and Kömürhan (Elazığ) Ophiolitic Complex (Eastern Taurus – Turkey). Geosound, 38: 39-47.

_____, ERDEM, E., ve KALI, B., 2001. Kömürhan Köprüsü (Elazığ) Civarındaki Ofiyolit ve Metaofiyolit ile Bunları Kesen Granitik Damar Kayaçlarının Petrografik ve Petrolojik Özellikleri. Geosound, 39: 55-68.

BINGÖL E. 1975., Batı Anadolunun jeotektonik evrimi. M.T.A. Dergisi, 86, 14-34.

BİNGÖL, A. F. 1984., Geology of the Elazığ Area in the Eastern Taurus Region. Proceedings of the Int. Symposium on the Geology of the Taurus Belt (edited by Tekeli, O. and Göncüoğlu, M.C.). 26–29 September 1983, Ankara-Turkey, 209-216.

_____, 1986. Petrographic and Petrologique Characteristic of the Guleman Ophiolite (Eastern Taurus-Turkey). Geosound, 13/14: 41-57.

_____, (1988). Petrographical and petrological features of intrusive rocks of Yüksekova Complex in the Elazığ region (E. Taurus– Turkey). Journal of F.U., 3/2, 1-17.

_____, ve BEYARSLAN, M., 1996. Elazığ Magmatitlerinin Jeokimyası ve Petrolojisi. K. T. Ü. Jeoloji Müh. Bölümü, 30. Yıl Sempozyumu, Trabzon, 208-224.

BÖLÜCEK, C., AKGÜL, M., and TÜRKMEN, İ., 2004. Volcanism, Sedimentation and Massive Sulfide Mineralization in a Late Cretaceous Arc-related Basin, Eastern Taurides, Turkey. Journal of Asian Earth Sciences, 24: 349-360.

BURNS, L. E., 1985. The Border Ranges Ultramafic and Mafic Complex, South Central Alaska: Cumulate Fractionates of Island Arc Volcanics. Canadian Journal of Earth Sciences, 22: 1020-1038.

CANN, J. R. 1971., Major Element Variations in Ocean-Floor Basalts. Phil. Trans. Roy. Soc. London, A268: 495-505.

COUSENS, B.L., and J.F. ALLAN, A., 1992. Pb, Sr, and Nd isotopic study of basaltic rocks from the sea of Japan. legs 127/128, in Proc. ODP Sci. Results 127/128, edited by K. Tamaki, K. Suyehiro, J. Allan, and M. McWilliams, pp. 805-817.

COISH, R. A., and TAYLOR, L. A., 1979. The Effects of Cooling Rate on Texture and Pyroxene Chemistry in DSDP Leg 34 Basalts: A Microprobe Study. Earth Planet. Sci. Lett, 42: 389-398.

CHALLİS, G. A., 1965. High-Temperature Contact Metamorphism at the Red Hills Ultramafic Intrusions- Wairau-New Zealand. Journal of Petrology, 6: 395-419.

CHAPPEL, B.W. and WHİTE, A.J.R., 1974. Two contrasting granite types. Pacific Geology 8: 173–174.

_____, and STEPHENS, W. E., 1988. Origin of Infracrustal (I type) Granite Magmas. Transactions of the Royal Society of Edinburg: Earth Sciences, 79: 71-86.

CRAWFORD, A.J., 1989. Boninites. London: Unwin Hyman.

ÇAPAN, U. Z., 1977. Ofiyolit Olgusu, T.J.K. Yerbilimleri Konferans Dizisi. Kış Dönemi, 1-3, 16s.

ÇELİK, Ö. F., and DELALOYE, M., 2003. Origin of Metamorphic Soles and their Post-Kinematic Mafic Dyke Swarms in the Antalya and Lycian Ophiolites. SW Turkey, Geological Journal, 38: 235-256.

DECOURT, J., GAETANİ M., VRİELYNCK B., 2000. Atlas Peri-Tethys. Commission de la Carte Géologique du Monde. Paris.

DEBARI, S. M., and COLEMAN, R. G., 1989. Examination of the Deep Levels of an Island Arc: Evidence from the Tonsina Ultramafic-Mafic Assemblage. Tonsina, Alaska, J. Geophys. Res, 94: 4373-4391.

DESMONS, J., DELALOYE, M., DESMET, A., GAGNY, C., ROCCI, G., and VOLDET, P., 1980. Trace and REE Abundance in Troodos Lavas and Sheeted Dykes, Cyprus. Ofioliti, 5: 35-56.

DİDİER, J., 1973. Granites and their Enclaves: The Bearing of Enclaves on the Origin of Granites, Development in Petrology. 3, Elsevier, Amsterdam, 393pp.

_____, and BARBARİN, B., 1991. Enclaves and Granite Petrology, Developments in Petrology. Elsevier, Amsterdam, 625p.

DİLEK, Y., and MOORES, E.M., 1990. Regional Tectonics of the Eastern Mediterrranean Ophiolites. In: Malpas J, Moores E, Panayiotou A, Xenophontos C (eds.). Ophiolites-Oceanic Crustal Analogues. Proc Troodos Ophiolite Symp, Geological Survey, Cyprus, 1987, 295-309.

_____, THY, P., HACKER, B., and GRUNDVIG, S., 1999. Structure and Petrology of Tauride Ophiolites and Mafic Dike Intrusions (Turkey): Implications for the Neotethyan Ocean. GSA Bulletin, 111(8): 1192-1216.

_____, & FLOWER, M. F. J., 2003. Arc-trench rollback and forearc accretion: 2. A model template for ophiolites in Albania, Cyprus, and Oman. In: Dilek, Y. & Robinson, P. T. (eds). Ophiolites in Earth History. Geological Society, London, Special Publications, 218, 43–68.

DUMANLILAR, Ö., AYDAL, D., ve DUMANLILAR, H., 2005. Baskil (Elazığ) Güneyindeki Cevherleşmelerin Jeolojik ve Mineralojik Özellikleri. Jeoloji Mühendisliği, 29(1): 1-20.

DUNHAM, R.J., 1962. Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture. In, W.E. Hamm (eds.), Classification of Carbonate Rocks A Symposium. American Association of Petroleum Geologists, p. 108-121.

DURU M., PEHLIVAN Ş., ŞENTÜRK Y., YAVAŞ F. and KAR, H., 2004. New results on the lithostratigrapy of the Kazdağ Massif in nortwest Turkey. Turkish journal of Earth Sciences' A special issue commemorating, Okan Tekeli', pp. 177-186.

EBY GN., 1992. Chemical subdivision of the A-type granitoids: Petrogenetic and tectonic implications. Geology 20: 641-644

EKİCİ, T., ve BOZTUĞ, D., 1997. Anatolid-Pontid Çarpışma Sisteminin Pasif Kenarında Yer alan Yozgat Batolitinde Syn-COLG ve Post-COLG Granitoid Birlikteliği. Geosound (Yerbilimleri), 30: 519-538.

ELMAS A., 1994. Güneydoğu Anadolu'da Geç Lütesiyen-Geç Oligosen Aktif Kıta Kenarı Volkanizmasına Bir Örnek: Gövelek Volkanitleri (Van-Erçek). Yerbilimleri Dergisi, 3: 43-54.

_____, 1996,. Geological evolution of northeastern Anatolia. Inter. Geol. Rev., 38, 884-900.

_____, YILMAZ Y., 2003. Development of an Oblique Subduction Zone—Tectonic Evolution of the Tethys Suture Zone in Southeast Turkey. International Geology Review, Vol. 45, p. 827–840.

ELTHON, D., 1987. Petrology of the Gabbroic Rocks from the Mid-Cayman Rise Spreading Center. J. Geophys. Res, 92: 658-682.

_____, CASEY, J. F., and KOMOR, S., 1982. Mineral Chemsitry of Ultramafic Cumulates from the North Arm Mountain Massif of the Bay of Island Ophiolite: Evidence of High Pressure Crystal Fractionation of Oceanic Basalts. J. Geophys. Res, 87: 8717-8734.

_____, CASEY, J. F., and KOMOR, S., 1984. Cryptic Mineral Chemistry Variations in a Detailed Traverse through the Cumulate Ultramafic Rocks of the North Arm Mountain Massif of the Bay of Island Ophiolite. Newfoundland. In: Gass, I. G., Lippard, S. J., and Shelton, A. W. (eds.), Ophiolites and Oceanic Lithosphere, Blackwell, London, 83-97.

ERDOĞAN, T., 1975. Gölbaşı Yöresinin Jeolojisi. TPAO Raporu, No: 229.

ERDOĞAN B., 1977. Geology,geochemistry and genesis of the sulphide deposits of the Ergani-Maden region. S.E. Turkey: (Doktora tezi) (yayınlanmamış).University of New Brunswick,Canada.

_____, 1982. Ergani-Maden yöresindeki Güneydoğu Anadolu Ofiyolit Kuşağı'nın jeolojisi ve volkanik kayaları. TJK Bült., 25, 49-60.

FALLOON, T. J., and GREEN, D. H., 1987. Anhydrous Partial Melting of MORB Pyrolite and Other Peridotite Compositions at 10 kbar: Implications for the Origin of Primitive MORB Glasses. Contr. Miner. Petrol, 37: 181-219.

FAURE, G., 1996.Principles of Isotope Geology. Newyork: John Wiley & Sons.

FERNANDEZ, A. N., and BARBARIN, B., 1991. Relative Rheology of Coeval Mafic and Felsic Magmas: Nature of Interaction Processes. Shape and Mineral Fabrics of Mafic Microgranular Enclaves, In: Didier, J. and Barbarin, B (eds.). Enclaves and Granite Petrology: Developments in Petrology, 13: 263-275.

FLOYD, P. A., and WINCHESTER, J. A., 1975. Magma Type and Tectonic Setting Discrimination Using Immobile Elements. Earth and Planetary Science Letters, 27: 211-18.

_____, and WINCHESTER, J. A., 1978. Identification and Discrimination of Altered and Metamorphosed Volcanic Rocks Using Immobile Elements. Chemical Geology, 21: 291-306.

FODEN, J. D., 1983. The Petrology of Calk-Alkaline Lavas of Rindjami Volcano, East Sunda Arc: Model for Island Arcs. Journal of Petrology, 24: 98-130.

FOLK, R.L., 1959, Practical petrographic classification of limestones. American Association of Petroleum Geologists Bulletin v. 43, p. 1-38.

FREY, F. A., and PRINZ, M., 1978. Ultramafic Inclusions from San Carlos, Arizona: Petrologic and Geochemical Data Bearing on their Petrogenesis. Earth and Planet. Sci. Lett, 38: 129-176.

FROST BR, BARNES CG, COLLINS WJ, ARCULUS RJ, ELLIS DJ, FROST CD 2001. A geochemical classification for granitic rocks. J. Petrol 42: 2033-2048

FUJİMAKI, H., 1986. Fractional Crystallization of the Basaltic Suite of Usa Volcano, Southwest Hokkaido, Japan, and Its Relationships with the Associated Felsic Suite. Lithos, 19: 129-140.

GAMBLE, R. P., and TAYLOR, L. A., 1980. Crystal/Liquid Partioning in Augite: Effects of Cooling Rate. Earth Planet. Sci. Lett, 47: 21-33.

GENÇ, Ş.C., YİGİTBAŞ, E. ve YILMAZ, Y., 1993. Berit Metaofiyolitinin Jeolojisi. A. Suat Erk Jeoloji Sempozyumu, Bildiriler, 37-52.

GNOS, W., and PETERS, T., 1993. K-Ar Ages of the Metamorphic Sole of the Semail Ophiolite: Implications for Ophiolite Cooling History. Contributions to Mineralogy and Petrology, 113: 325-332.

GÖNCÜOĞLU M.C. and KOZLU H., 2000. Early Palaeozoic evolution of the NW Gondwanaland: data from southern Turkey and surrounding regions. Gondwana Res., v. 3, pp. 315-323.

_____, TURHAN N, and TEKIN U., 2003. Evidence of Triassic rifting and opening of the Neotethyan İzmir-Ankara ocean and discussion on the presence of Cimmerian events at the northern edge of the Tauride-Anatolide Platform. Turkey, Bolletrio della Societa Geologica İtaliano, 2 special Volume, 203-2012.

_____, KUWAHARA, K., TEKIN, U. K. and TURHAN, N., 2004. Upper Permian (Changxingian) radiolarian cherts within the clastic successions of the “Karakaya Complex” in NW Anatolia. Turkish Journal of Earth Science 13, 201-213.

GREEN, D. H., 1964. The Metamorphic Aureole of the Peridotite at the Lizard, Cornwall. Journal of Geology, 72: 543-563.

GREEN, T. H., and RINGWOOD, A. E., 1968. Genesis of the Calk-Alkaline Igneous Rock Suite. Contributions to Mineralogy and Petrology, 18: 105-162.

GROVE, T. L., and BAKER, M. B., 1984. Phase Equilibrium Controls on the Tholeiitic versus Calk-Alkaline Differentiation Trends. Journal of Geophysical Research, 89: 3253-3274.

GUST, D. A., and JOHNSON, R. W., 1981. Amphibole Bearing Cumulates from Boisa Island, Papua New Guinea: Evaluation of the Role of Fractional Crystallization in an Andesitic Volcano. Journal of Geology, 89: 219-232.

GÜNEYLİ, H., 2002. Doğu Anadolu Fay Sistemi, Palu-Hazar Gölü Segmentinin Neotektoniği ve Paleosismolojisi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 143s.

HALL, R., 1976. Ophiolite Emplacement and the Evolution of the Taurus Suture Zone, South-East Turkey. Bull. Geol. Soc. Amer, 87:1078-1088.

HAMMARSTROM, J. M., and ZEN, E. A., 1986. Aluminum in Hornblende: An Empirical Igneous Geobarometer. Am Mineral, 71:1297-1313.

HARKER, A., 1909. The Natural History of Igneous Rocks. London, Metheuen, 384s.

HARRİS, N. B. W., PEARCE, J. A., and TINDLE, A. G., 1986. Geochemical Characteristics of Collision-Zone Magmatism, Coward M.P, Ries A.C (eds.). Collision Tectonics Geological Society of London Special Publication, 19:67-81.

HART, S. R. 1984. A large-scale isotope anomaly in the southern hemisphere mantle. Nature 309, 753–757.

_____, ERLANK, A. J., and KABLE, E. J. D., 1974. Sea Floor Basalt Alteration: Some Chemical and Sr Isotopic Effects. Contributions to Mineralogy and Petrology, 44: 219-230.

HAWKESWORTH, C.J., HAMMİLL, M., GLEDHİLL, A.R., CALSTEREN, P.V. and ROGERS, G., 1982. Isotope and trace element evidence for late-stage intra-crustal melting in the High-Andes. Earth and Planetary Science Letters, 58, 240-254.

HÉBERT, R., 1982. Petrography and Mineralogy of Oceanic Peridotites and Gabbros: Some Comparison with Ophiolite Examples. Ofioliti, 2(3): 299-324.

_____, 1985. Pétrologie des Roches Ignées Océaniques et Comparison Avec les Complexs Ophiolitiques du Québec, de Chypre et de L' Apennin, Thése d'Etat. Université de Bretagne Occidentale, Brest, 542pp.

_____, and LAURENT, R., 1990. Mineral Chemistry of the Plutonic Section of the Troodos Ophiolite: New Constraints for Genesis of Arc-Related Ophiolites. In: Malpas, J., Moores, E., Panayiotou, A., and Xenophontos, C. (eds.). Ophiolites, Oceanic Crustal Analogues, Proceeding Troodos Ophiolite Symposium-1987, 149-163.

HEMPTON, M. R., ve SAVCI, G., 1982. Elazığ Volkanik Karmaşığının Petrolojik ve Yapısal Özellikleri. TJK Bült., 225(2): 143-150.

_____, 1984. Results of detailed mapping, near Lake Hazar, Eastern Taurus mountains, O.Tekeli and M.C.Göncüoğlu (Eds). Geology of the Taurus Belt,Int.Symp.Proceedings, 223-228.

_____, 1984. Results of detailed mapping near Lake Hazar Eastern Taurus mountains). In: Tekeli, O., Göncüoğlu, M. C. (eds.). Geology of the Taurus Belt, Proceedings of International Symposium. Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA), Ankara, 223–228.

_____, 1985. Structure and deformation history of the Bitlis suture near Lake Hazar. SE Turkey, Geologial Society of America Bulletin, 96, 223–243.

_____, 1985. Structure and Deformation History of the Bitlis Suture Near Lake Hazar, Southeastern Turkey. Geol. Soc. America Bulletin, 96: 233-243.

HERECE, E., AKAY, E., 1992. The East Anatolian Fault Between Karlıova and Çelikhan. 9th Turkish. Petrol Kong, Ankara, 361-372.

_____, AKAY, E., KÜÇÜMEN, Ö., ve SARIASLAN, M., 1992. Elazığ-Sivrice-Palu Dolayının Jeolojisi. M.T.A. Raporu, Rapor No: 9634.

HİCKEY, R. and FREY, F.A., 1982. Geochemical characteristics of boninite series volcanics: implications for their source. Geochimica et Cosmochimica Acta, 46; 2099–2115.

HODGES, F. N., and PAPIKE, J. J., 1976. DSDP Site 334: Magmatic Cumulates from Oceanic Layer 3. Journal of Geophysical Research, 81: 4135-4151.

HOLLAND T & BLUNDY J,1994. Non-ideal interactions in calcic amphiboles and their bearing on amphibole-plagioclase thermometry. Contrib Mineral Petrol 116: 433-47

HOLLISTER, L. S., GRİSSOM, G. C., PETERS, E. K., STOWELL H. H., and SİSSON, V. B., 1987. Confirmation of the Empirical Correlation of Al in Hornblende with Pressure of Solidification of Calc-alkaline Plutons. Am Mineral, 72:231-239.

HOU Z. Q., ZHENG Y. C., YANG Z. M., RUİ Z. Y., ZHAO Z. D., JİANG S. H., QU X. M., SUN Q. Z. 2012. Contribution of mantle components within juvenile lower-crust to collisional zone porphyry Cu systems in Tibet. Mineralium Deposita 48, 173–192.

HUMPRIS, S. E., and THOMPSON, G., 1978. Trace Element Mobility During Hydrothermal Alteration of Oceanic Basalts. Geochimica et Cosmochimica Acta, 42: 127-36.

HUTTON, J., 1795. The Theory of the Earth. Edinburgh.

IRVİNE T. N., and BARAGAR W. R. A., 1971. A Guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks. Can, J. Earth Sci., 8:523-48.

JAKES, P., and GILL, J., 1970. Rare Earth Elements and the Island Arc Tholeiitic Series. Earth and Planetary Science Letters, 9: 17-28.

JAMEISON, R. A., 1979. The St Anthony Complex, Northwestern Newfoundland: Petrological Study of the Relationship Between a peridotite Sheet and Its Dynamothermal Aureole. PhD Thesis, Memorial University Newfoundland.

JAMES, D.E., 1982. A combined O, Sr, Nd and Pb isotopic and trace element study of crustal contamination in central Andes lavaş. I. Local geological variations, Earth and Planetary Science Letters, 57, 47-62.

JENNER, G. A., DUNNING, G. R., MALPAS, J., BROWN, M., and BRACE, T., 1991. Bay of Islands and Little Port Complexes, Revisited: Age, Geochemical and Isotopic Evidence Confirm Suprasubduction Zone Origin. Canadian Journal of Earth Sciences, 28: 1635-1652.

JOHNSON, M. C., and RUTHERFORD, M. J., 1989. Experimental Calibration of the Aluminum in Hornblende Geobarometer with Application to Long Valley Caldera (California) Volcanic Rocks. Geology, 17:837-841.

JUTEAU, T., 1980. Ophiolites of Turkey. Ophioliti, 2: 199-205.

KARAMATA, S., 1968. Zonality in Contact Metamorphic Rocks Around The Ultramafic Mass of Brezovica (Serbia-Yugoslavia). 23rd International Geological Congress I, Belgrade, 197-207.

KARAOĞLAN F., 2012 Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağindaki Ofiyolitik ve Granitik Kayaçlarin Jeokronolojisi, Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, 1-303.

_____, PARLAK O., KLÖTZLI U., THÖNI M., & KOLLER F., 2013.(a) U-Pb and Sm-Nd geochronology of the Kızıldağ (Hatay, Turkey) ophiolite: implications for the timing and duration of suprasubduction zone type oceanic crust formation in southern Neotethys. Geological Magazine, 150: 283-299.

_____, PARLAK, O., ROBERTSON, A.H.F., THÖNI, M., KLÖTZLI, U., KOLLER, F. AND OKAY, A.İ., 2013.(b) Evidence of Eocene high-temperature/high-pressure metamorphism of ophiolitic rocks and granitoid intrusion related to Neotethyan subduction processes (Doğanşehir area, SE Anatolia, Geological Development of Anatolia and the Easternmost Mediterranean Region. Robertson, A.H.F., Parlak, O. and Ünlügenç, U. C. Geological Society of London Special Publication 372.

_____, PARLAK, O., KLÖTZLI, U., KOLLER, F., RIZAOĞLU, T., 2013. (c) Age and duration of intra-oceanic arc volcanism built on a suprasubduction zone type oceanic crust in southern Neotethys, SE Anatolia. Geoscience Frontiers, 4,4: 399-408.

_____, PARLAK, O., HEJL, E., NEUBAUER, F., KLOZTLI U., 2016. The temporal evolution of the active margin along the Southeast Anatolian Orogenic Belt (SE Turkey): Evidence from U–Pb, Ar–Ar and fission track chronology. Gondwana Research, 33; 190-208.

KEMPTON PD, DOWNES H, EMBEY-ISZTIN A 1997. Mafic granulite xenoliths in Neogene alkali basalts from the Western Pannonian basin: insights into the lower crust of a collapsed orogen. J Petrol 38: 941-970

KETİN, İ., 1946. Elazığ-Palu ve Pertek Yöresinin Jeolojisi. MTA Raporu, No:1708, Ankara.

_____, 1983. Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış. Istanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, Istanbul, 595s.

KİPMAN, E., 1976. Keban'ın Jeolojisi ve Volkanitlerinin Petrolojisi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Mineraloji ve Petroloji Kürsüsü.

_____, 1981. Keban Jeolojisi ve Keban Şaryajı. İstanbul Üniversitesi, Yerbilimleri, 1/2: 75-81.

KOÇAK, K., IŞIK, F., ARSLAN, M and ZEDEF, V., Petrological and Source Characteristics of Ophiolitic Hornblende Gabbros from the Aksaray and Kayseri Regions. Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey, Journal of Asian Earth Sciences, (baskıda).

KOLLER, F., and HÖCK, V., 1987. Mesozoic Ophiolites in the Eastern Alps. In: Malpas, J., Moores, E., Panayiotou, A., and Xenophontos, C. (eds.), Ophiolites-Oceanic Crustal Analogues. Proceedings of Troodos Ophiolite Symposium, 253-263.

KOZLU, H., SARITAŞ, B., GÜL, M.A., 1979. Göksun- Saimbeyli yöresinin jeolojisi ve petrol olanakları TPAO Adana bölge Müd. Rapor no: 118 (yayımlanmamış).

_____, FOURCADE, E., GÜNEY, Y., DERCOURT, J., CROS, P., ve BELLIER, J. P., 1990. Doğu Toros Bölgesinde Neo-Tetis'in Konumu. Türkiye 8. Petrol Kongresi, Bildiriler (Proceedings), Ankara, 387-402.

KUŞÇU, I˙., GENÇALİOĞLU-KUŞÇU, G., TOSDAL, R. M., ULRICH, T. D. & FRİEDMAN, R. 2010. Magmatism in the southeastern Anatolian orogenic belt: transition from arc to post-collisional setting in an evolving orogen. In: Sosson, M., Kaymakcı, N., Stephenson, R. A., Bergerat, F. & Starostenko, V. (eds) Sedimentary Basin Tectonics from the Black Sea and Caucasus to the Arabian Platform. Geological Society, London, Special Publications, 340, 437–460.

LAIRD, J., 1977. Phase Equilibrium of Mafic Schist and the Polymetamorphic History of Vermont. PhD Thesis, California Inst. Technology.

LATERRIER, J., RENÉ, C. M., THONON, P., GIRARD, D., and MARCHAL, M., 1982. Clinopyroxene Composition As a Method of Identification of the Magmatic Affinities of Paleo –volcanic Series. Earth and Planetary Science Letters, 59: 139-154.

LEAKE, B. E., 1965. The Relationship Between Tetrahedral Aluminium and The Maximum Possible Octahedral Aluminium in Natural Calciferous and Subcalciferous Amphiboles of Metamorphic Rocks. Lithos, 2: 67-82.

_____, 1978. Nomenclature of Amphiboles. American Mineralogist, 63: 1025-1032.

_____, and SAID, Y. A., 1994. Hornblende Barometry of the Galway Batholith, Ireland; an Empirical Test, Mineralogy and Petrology, 51: 243-250.

_____, WOOLLEY, A. R., ARPS, C. E. S., BRICH, 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. A., MARESH, W. V., NICKEL, E. H., ROCK, N. M. S., SCHUMACHER, J. C., SMITH, D. C., STEPHENSON, N. C. C., UNGARETTI, L., WHITTAKER, E. J. W., and GUOYOUZHI. 1997. Nomenclature of Amphiboles: Report of the Subcommittee on Amphiboles of the International Mineralogical Association. Commission on New Minerals and Mineral Names, Can Mineral, 35: 219-246.

LE BAS, M. J., LEMAITRE, R. W., STRECKEISEN, A., and ZANETTIN, B., 1986. A Chemical Classification of Volcanic Rocks Based on the Total Alkali-Silica Diagram. Journal of Petrology, 27: 745-750.

LE MAITRE, R. W. (editor), BATEMAN, P,, DUDEK, A., KELLER, J. Er AL. 1989. A Classification of Igneous rocks and Glossary of Term: Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

MACKENZIE, D. B., 1960. High Temperature Alpine Type Peridotite from Venezuela. Bulletin of Geological Society of America, 71: 303-318.

MADEN TETKİK ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ., 2002. 1/500.000 Türkiye Jeoloji Haritası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

MANİAR, P.D. and PİCCOLİ, P.M., 1989. Tectonic discrimination of granitoids. Geological Society of America Bulletin, 101: 635–643.

MASON, G. M., D. V. REAMES, B. KLECKER, D. HOVESTADT, AND T. T. VON ROSENVİNGE 1986. The heavy-ion compositional signature in He-3-rich solar particle events, Astrophys. J., 303, 849 – 860.

MATTHEWS, D. H., 1971. Altered Basalts from Swallow Bank, An Abyssal Hill in the NE Atlantic, and from a Nearby Seamount. Phil, Tran. Trans Roy. Soc. London, 286: 551-571.

MCCULLOCH, M. T., and GAMBLE, J. A., 1991. Geochemical and Geodynamical Constrains on Subduction Zone Magmatism. Earth and Planetary Science Letters, 102: 358-374.

MCKINNEY, B., 1985. Origin of the Comb Layered and Orbicular Rocks Near Fisher Lake, Sierra Nevada Batholith, California. PhD Thesis, Johns Hopkins University, Baltimore, MD.

MESCHEDE, M. A., 1986. Method of Discriminating between Different Types of Mid Ocean Ridge Basalts and Continental Tholeiites with The Nb-Zr-Y Diagram. Chemical Geology, 56: 207-218.

MICHARD, A., WHITECHURCH, H., RICOU, L. E., MONTIGNY, R., and YAZGAN, E., 1984. Tauric Subduction (Malatya-Elazığ Provinces) and Its Bearing on Tectonics of the Tethyan Realm in Turkey. In: Dixon, J. E., Robertson, A. H. F. (eds.), The Geological Evolution of The Eastern Mediterrranean, Geological Society of London, Special Publication, 17: 361-374.

MIYASHIRO, A., 1978. Nature of Alkalic Volcanic Rock Series. Contrib. Mineral. Petrol, 66: 91-104.

MİDDLEMOST, E.A.K., 1985. Magmas and Magmatic Rocks: An Introduction to Igneous Petrology. London, New York: Longman.

MORİMOTO, N., FABRİES, J., FERGUSON, A.K., I.V.GİNZBURG, 1989. M.Ross, F.A.Seifeit and J.Zussman. "Nomenclature of pyroxenes" Canadian Mineralogist Vol.27 pp143–156.

MUKASA, S. B., and LUDDEN, J. N., 1987. Uranium-lead Ages of Plagiogranites from the Troodos Ophiolite. Cyprus, and their Tectonic Significance. Geology, 1: 825-828.

NESBITT, R. W., and HAMILTON, D. L., 1970. Crystallization of an Alkali Olivine Basalts under Controlled PO_2-PH_2O Conditions. Phys. Earth Plan. Int, 3: 309-315.

OKAY, A.İ. and ALTINER, D., 2004. Uppermost Triassic Limestone in the Karakaya Complex-stratigraphic and tectonic significance. Turkish Journal of Earth Sciences, 187-199.

_____, and GÖNCÜOĞLU M.C., 2004. The Karakaya Complex: A review of data and concepts. Turkish Journal of Earth Sciences, 13, 77-95.

_____, SATIR M. and SIEBEL W., 2006. Pre-Alpide orogenic events in the Eastern Mediterranean region. European Lithosphere Dynamics. Geological Society, London, Memoirs 32, 389-405.

ÖNAL, A., 1995. Polat-Beğre (Doğanşehir, Malatya) Yöresinde Yüzeyleyen Magmatik Kayaçların Petrografik ve Petrolojik Özellikleri. Fırat Üniversitesi, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

ÖZÇELIK M., 1982. The petrology and geochemistry of volcanic rocks and associated sulphide deposits of the S-E- Anatolian ophiolite belt, near Malatya, Turkey. (Doktora tezi)- Durham Univ. İngiltere.

_____, 1985. Malatya Güneydoğusundaki Maden magmatik kayaçlarının jeolojisi ve tektonik ortamına jeokimyasal bir yaklaşım. TJK. Bült. 28,19-36.

ÖZGEN, N., İNAN, N., ve AKYAZI, M., 1993. Harabekayış Formasyonunun (Elazığ) Tanımlanması. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 8: 135-147.

ÖZGÜL, N., 1976. Torosların Bazı Temel Jeoloji Özellikleri. Türk. Jeol. Kurumu Bülteni, 19: 65-78.

_____, 1981. Geology of the Munzur mountains (in Turkish): Report of the Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, No. 6995, 136.

_____, and TURŞUCU, A., 1984. Stratigraphy of the Mesozoic Carbonate Sequence of the Munzur Mountains (Eastern Taurides). In: Tekeli, O., and Göncüoğlu, M.C., (eds.) Proceedings of International Symposium, Geology of Taurus Belt, MTA, Ankara-Turkey, 173-180.

ÖZKAN, Y. Z., 1982. Guleman (Elazığ) Ofiyolitinin Jeolojisi ve Petrolojisi. İstanbul, Yerbilimleri, 3(1/2): 295-311.

ÖZKUL, M., 1988. Elazığ Batısında Kırkgeçit Formasyonu Üzerinde Sedimantolojik İncelemeler. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

_____, ve KEREY, İ. E., 1996. Şelf, Derin Deniz Kompleksinde Fasiyes Analizleri: Kırkgeçit Formasyonu (Orta Eosen-Oligosen), Baskil, Elazığ. Turkish Journal Of Earth Sciences, 5: 57-70.

PALLİSTER, J. S., and HOPSON, C. A., 1981. Semail Ophiolite Plutonic Suite. Field Relation, Phase Variation, Cryptic Variation and Layering, and Model of a Spreading Ridge Magma Chamber. J. Geophys. Res, 86: 2593-2644.

PAMİC, J., 1977. Variation in Geothermometry and Geobarometry of Peridotite Intrusions in The Dinaride Central Ophiolite Zone in Yugoslavia. American Mineralogist, 62: 874-886.

PANJASAWATWONG, Y., DANYUSHEVSKY, L. V., CRAWFORD, A. J., and HARRIS, K. L., 1997. An Experimental Study of the Effects of Melt Composition on Plagioclase-Melt Equilibria at 5 and 10 kbar: Implications for the Origin of Magmatic High-An Plagioclase. Contrib. Mineral. Petrol, 118: 420-432.

PARLAK, O., DELALOYE, M., and BİNGÖL, E., 1995. Origin of Sub-Ophiolitic Metamorphic Rocks Beneath the Mersin Ophiolite. Southern Turkey, Ofioliti, 20(2): 97-110.

_____, DELALOYE, M., and BİNGÖL, E., 1996. Mineral Chemistry of Ultramafic and Mafic Cumulates as an Indicator of the Arc-Related Origin of the Mersin Ophiolite (Southern Turkey),.Geol. Rundsch, 85(4): 647-661.

_____, ve KOZLU, H., 2000. Göksun-Afşin (Kahramanmaraş) Arasında Yüzeyleyen Yüksekova Ofiyolitinin Genel Özellikleri. GD Türkiye, 53. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, 278-279.

_____, HÖCK, V., DELALOYE, M., 2000. Suprasubduction Zone Origin of the Pozantı-Karsantı Ophiolite (Southern Turkey) Deduced from Whole Rock and Mineral Chemistry of The Gabbroic Cumulates. In: Bozkurt, E., Winchester, J. A., Piper, J. D. A (eds.), Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area, Geol. Soc. London, Special Publication, 173: 219-234.

_____, 1996. Geochemistry and Geochronology of the Mersin Ophiolite Within The Eastern Mediterranean Tectonic Frame (Southern Turkey). Doktora Tezi, Universite De Geneve, Terre & Environnement 6.

_____, 2001. Ofiyolitlerin Tabanındaki Metamorfik Dilimin Kökeni. Magmatik Petrojenez Lisansüstü Yaz Okulu Kitabı, Boztuğ, D., Otlu, N (ed.), Akçakoca-Düzce, 401-410.

_____, Geodynamic Significance of Granitoid Magmatism in the Southeast Anatolian Orogen: Geochemical And Geochronogical Evidence from Göksun-Afşin (Kahramanmaraş, Turkey) Region. International Journal of Earth Sciences (baskıda).

_____, ÖNAL, A., HÖCK, V., KÜRÜM, S., DELALOYE, M., BAĞCI, U., and RIZAOĞLU, T., 2002A. Inverted Metamorphic Zonation Beneath the Yüksekova Ophiolite in SE Anatolia, Ist International Symposium of the Faculty of Mines (ITU) on Earth Sciences and Engineering. İstanbul-Turkey, 16-18 May 2002, p133.

_____, HÖCK, V., and DELALOYE, M. 2002b., The Supra-Subduction Zone Pozanti-Karsanti Ophiolite, Southern Turkey: Evidence for High-Pressure Crystal Fractionation of Ultramafic Cumulates. Lithos, 65:205-224.

_____, KOZLU, H., DELALOYE, M., HÖCK, V., ve BAĞCI, U., 2002c. Göksun-Afşin (Kahramanmaraş) Arasında Yüzeyleyen Yüksekova Ofiyolitinin Jeokimyası ve Jeokronolojisi, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (Tübitak) Proje Raporu. Proje No: YDABÇAG-199Y011, Ankara.

_____, HÖCK, V., KOZLU, H., and DELALOYE, M., 2004. Oceanic Crust Generation in an Island Arc Tectonic Setting, SE Anatolian Orogenic Belt (Turkey). Geological Magazine, 141, 583-603.

_____, and RIZAOĞLU, T., 2004. Geodynamic Significance of Granitoid Intrusions in the Southeast Anatolian Orogeny (Turkey). 5th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology. 14-20 April 2004, Thessaloniki-Greece, p157.

_____, and ROBERTSON, A. H. F., 2004. The Ophiolite-Related Mersin Melange, Southern Turkey: Its Role in the Tectonic- Sedimentary Setting of Tethys in the Eastern Mediterranean Region. Geological Magazine, 141(3): 257-286.

_____, 2006. Geodynamic significance of granitoid magmatism in southeast Anatolia: Geochemical and geochronogical evidence from Göksun-Afşin (Kahramanmaraş, Turkey) region. International Journal of Earth Sciences, 95, 609-627.

_____, RIZAOĞLU, T., BAĞCI, U., KARAOĞLAN, F. and HÖCK, V., 2009. Tectonic significance of the geochemistry and petrology of ophiolites in southeast Anatolia, Turkey. Tectonophysics 473, 173–187.

_____, KARAOĞLAN F., RIZAOĞLU T., KLÖTZLI U., KOLLER F. and BILLOR Z., 2013A. U-Pb and Ar-Ar geochronology of the ophiolites and granitoids from the Tauride belt: implications for the evolution of the Inner Tauride suture. Journal of Geodynamics.

_____, KARAOĞLAN, F., RIZAOĞLU, T., NURLU, N., BAĞCI, U., HÖCK, V., ÖNAL, A., KÜRÜM, S. and TOPAK, Y. 2013B., Petrology of the İspendere ophiolite from the Southeast Anatolia: implications for the Late Mesozoic evolution of the southern Neotethyan ocean. Geological Development of Anatolia and the Easternmost Mediterranean Region Robertson. A.H.F., Parlak, O. and Ünlügenç, U. C. Geological Society of London Special Publication 372.

PARROT J.F., 1980. The Baër-Bassit (Northwestern Syria) ophiolitic area. Ofioliti 2, 279–295.

PATIÑO DOUCE AE 1999. What do experiments tell us about the relative contributions of crust and mantle to the origin of granitic magmas? In: Understanding granites. Integrating new and classical techniques, InCastro, A, Fernandez, C and Vigneresse JL (eds) Geol Soc Lond Spec Publ 158: 55-75

PEACOCK, S. M., and NORRIS, P. J., 1989. Metamorphic Evolution of the Central Metamorphic Belt, Klamath Province, California: an Inverted Metamorphic Gradient Beneath the Trinity Peridotite. Journal of Metamorphic Geology, 7: 191-209.

PEARCE, J. A., 1975. Basalt Geochemistry Used to Investigate Past Tectonic Environment on Cyprus. Tectonophysics, 25:41-67.

_____, 1982. Trace Element Characteristics of Lavas from Destructive Plate Boundaries. In: Thorpe, J. S (ed.), Andesites, John Wiley, New York:.525-548.

_____, 1983. Role of the Subcontinental Lithosphere in Magma Genesis at Active Continental Margins. In: C.J. Hawkesworth And M.J. Norry (eds.), Continental Basalts and Mantle Xenoliths. Shiva Publishing, Cheshire, 230-249.

_____, 1996. A users guide to basalt discrimination diagrams, In: Wyman, D.A. (ed.), Trace element geochemistry of volcanic rocks: applications for massive sulphide exploration. Geological Association of Canada, Short Course Notes, 12: 79-113.

_____, and CANN, J. R., 1971. Ophiolite Origin, Investigated by Discriminant Analysis Using Ti, Zr, And Y. Earth Planet. Sci. Lett, 12:339-349.

_____, and CANN, J. R., 1973. Tectonic setting of basaltic volcanic rocks determined using trace element analysis. Earth and Planetary Science Letters, 19: 290-300.

_____, NORRY, M. J., 1979. Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y and Nb variations in volcanic rocks. Contributions to Mineralogy and Petrology, 69: 33-47.

_____, LIPPARD, S. J., and ROBERTS, S., 1984a. Characteristics and Tectonic Significance of Suprasubduction Zone Ophiolites, In: Kokelaar, B. P and Howells, M. F (eds.), Marginal Basin Geology. Geological Society of London, Special Publication, 16: 77-94.

_____, HARRIS, N. B. W., and TINDLE, A. G., 1984b. Trace Element Discrimination Diagram For The Tectonic Interpretation of Granitic Rocks. Journ.of Petrol, 25:956-983.

PERFIT, M. R., GUST, D. A., BENCE, A. E., ARCULUS, R. J., and TAYLOR, S. R., 1980. Chemical Characteristics of Island Arc Basalts: Implications for Mantle Sources. Chemical Geology, 30: 227-56.

PERİNÇEK, D., 1979. The Geology of Hazro-Korudağ-Çüngüş-Maden-Ergani-Hazar-Elazığ-Malatya Area: Guide book. Türkiye Jeoloji Kurumu Yayını , 33s.

_____, ÖZKAYA, İ., 1981. Arabistan Levhası kuzey kenarının tektonik evrimi:H.Ü. Yerbilimleri,8,91-100.

_____, ve KOZLU, H., 1981, Afşin-Elbistan-Doğanşehir dolaylarının jeolojisi ve petrol imkanları: TPAO Rapor No: 4209 (yayımlanmamış).

_____, ve KOZLU , H., 1984. Stratigraphy and Structural Relations of the Units in the Afşin-Elbistan-Doğanşehir Region (Eastern Taurus), Proceedings of International Symposium. Geology of Taurus Belt, MTA, Ankara-Turkey, 181-198.

_____, ve ÖZKAYA, I., 1981. Arabistan Levhası Kuzey Kenarının Tektonik Evrimi. Yerbilimleri. 8:91-101.

PETTIJOHN F.J., 1954. Classification of Sandstone. The Journal of Geology, Vol. 62, No. 4, pp. 360-365

PICKETT E. A., and ROBERTSON A.H.F., 1996. Formation of the Late Paleozoic-Early Mesozoic Karakaya complex and related ophiolites in northwestern Turkey by Palaeotethyan subduction-accretion. Journal of the Geological Society of London, 153, 995-1009.

_____, and ROBERTSON A.H.F., 2004. Significance of the volcanogenic Nilufer unit and related components of the Triassic Karakaya Complex for Tethyan Subduction/Accretion Processes in NW Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences, 13, 97-143.

PIN C, BRIOT D, BASSIN C and POITRASSON F 1994. Concomitant separation of strontium and samarium-neodymium for isotopic analysis in silicate samples, based on specific extraction chromatography. Anal Chim Acta 298: 209–217.

POYRAZ, N., 1988. İspendere-Kömürhan (Malatya) Ofiyolitlerinin jeolojisi ve petrografisi: Doktora Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enst., 151 s. (yayımlanmamış), Ankara.

RAASE, P., 1974. Al and Ti Contents of Hornblende, Indicators of Pressure and Temperature of Regional Metamorphism. Contr. Mineral and Petrol, 45: 231-236.

RIGO DE RIGHI M., and CORTESINI A., 1964. Gravity tectonics in foothills structure belt of southeast Turkey. AAPG Bulletin, 48, 1911-1937.

RIZAOĞLU, T., 2000. Gözpınarı-Deveboynu-Esence Yöresi (Göksun-Kahramanmaraş)'nin Jeolojisi ve Petrografisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

_____, PARLAK, O. and İŞLER, F., 2004. Geochemistry and Tectonic Setting of the Kömürhan Ophiolite in Southeast Anatolia. Proceedings of the 5th International Eastern Mediterranean Geology Symposium, 14-20 April 2004, Thessaloniki, Greece, p285.

_____, PARLAK, O., İŞLER, F., 2005. Geochemistry of the Esence Granitoid (Göksun-Kahramanmaraş) SE Turkey. Yerbilimleri, 26 :1-13.

_____, PARLAK O., HÖCK V. and İŞLER F., 2006. Nature and significance of Late Cretaceous ophiolitic rocks and its relation to the Baskil granitoid in Elazığ region, SE Turkey. Geol. Soc. London Spec Publication, 260, 327-350.

_____, PARLAK O., HÖCK V., KOLLER F., HAMES W. E., and BILLOR Z., 2009. Andean-type active margin formation in the eastern Taurides: geochemical and geochronological evidence from the Baskilgranitoid (Elazığ, SE Turkey). Tectonophysics 473:188 –207.

ROBERTSON, A. H. F., and DIXON, J. E., 1984. Introduction: Aspects of the Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. In: Robertson, A. H. F. and Dixon, J. E. (eds.), The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean, Geological Society of London, Special Publication, 17:1-74.

_____, and DIXON D. E., 1984. Introduction: aspects of the geological evolution of the eastern Mediterranean. In: Dixon,J.E., and Robertson, A.H.F. (eds.), The geological evolution of the eastern Mediterranean, Spec.Publ.of. Geol.Soc.of London,17,1-7.

_____, 1994. Role of the Tectonic Facies Concept in Orogenic Analysis and Its Application to Tethys in the Eastern Mediterranean Region. Earth Science Review, 37: 139-213.

_____, 1998. Mesozoic-Tertiary Tectonic Evolution of the Easternmost Mediterranean Area; Integration of Marine and Land Evidence. In: Robertson AHF, Emeis KC, Richter KC, Camerlenghi A (eds), Proc Ocean Drill Prog Sci Res., 160:723-782.

_____, 2000. Mesozoic-Tertiary Tectonic-Sedimentary Evolution of a South Tethyan Oceanic Basin and Its Margins in Southern Turkey. In: Bozkurt E, Winchester JA, Piper JDA (eds.), Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area, Geol Soc Lond Spec Publ, 173: 97-138.

_____, 2002. Overview of the Genesis and Emplacement of Mesozoic Ophiolites in the Eastern Mediterranean Tethyan Region. Lithos, 65:1-67.

_____, 2004. Development of Concepts Concerning the Genesis and Emplacements of Tethyan Ophiolites in the Eastern Mediterranean and Oman Regions. Earth Science Reviews, 66: 331-387.

_____, ÜNLÜGENÇ, U. C., İNAN, N., and TASLI, K., 2004. The Misis-Andırın Complex: A Mid-Tertiary Melange Related to-Late Stage Subduction of the Southern Neotethys in Turkey. Journal of Asian Earth Sciences, 22: 413-453.

_____, USTAÖMER T., PARLAK O., ÜNLÜGENÇ U., TASLI K., and İNAN N., 2006. The Berit transect of the Tauride thrust belt, S Turkey: Late Cretaceous–Early Cenozoic accretionary/collisional processes related to closure of the Southern Neotethys. Journal of Asian Earth Science 27 108-145.

_____, PARLAK O., RIZAOĞLU T., ÜNLÜGENÇ Ü., İNAN N., TASLI K. and USTAÖMER T., 2007. Tectonic evolution of the South Tethyan ocean: evidence from the Eastern Taurus Mountains (Elazığ region, SE Turkey). Spec. Publ. of Geol. Soc. of London, 272, 231-270.

_____, and USTAÖMER T., 2009. Upper Palaeozoic subduction/accretion processes in the closure of Palaeotethys: Evidence from the Chios Melange (E Greece), the Karaburun Melange (W Turkey) and the Teke Dere Unit (SW Turkey). Sedimentary Geology, v. 220, p. 29–59, doi:10.1016/j.sedgeo.2009.06.005.

_____, and USTAÖMER T., 2012. Testing alternative tectono-stratigraphic interpretations of the Late Palaeozoic–Early Mesozoic Karakaya Complex in NW Turkey: support for an accretionary origin related to northward subduction of Palaeotethys. Turkish Journal of Earth Sciences, 21, 961–1027.

_____, PARLAK O., USTAÖMER T., 2012. Overview of the Palaeozoic–neogene evolution of neotethys in the Eastern Mediterranean region (southern Turkey, Cyprus, Syria). vol18 no4 pp 3381-404.

_____, PARLAK, O. and USTAÖMER, T., 2013.(a) Late Palaeozoic-Early Cenozoic tectonic development of Southern Turkey and the easternmost Mediterranean region: evidence from the inter-relations of continental and oceanic units. Geological Development of Anatolia and the Easternmost Mediterranean Region. Robertson, A.H.F., Parlak, O. and Ünlügenç, U. C. Geological Society of London Special Publication 372.

_____, PARLAK, O., USTAÖMER, T., TASLI, K., İNAN, N., DUMITRICA, P., KARAOĞLAN, F., 2013. (b). Late Palaeozoic-Early Cenozoic tectonic development of Southern Turkey and the easternmost Mediterranean region: evidence from the inter-relations of continental and oceanic units. Geodinamica Acta. 26; 3-4.

_____, PARLAK O., YILDIRIM, N., DUMİTRICA, P., TASLI, K., 2015. Late Triassic rifting and Jurassic–Cretaceous passive margin development of the Southern Neotethys: evidence from the Adıyaman area, SE Turkey. International Journal of Earth Sciences. 105: 167-201.

_____, BOULTON, S., TASLI, K., PARLAK O., 2016. Late Cretaceous-Miocene sedimentary development of the Arabian continental margin in SE Turkey (Adıyaman Region): implications for regional palaeogeography and the closure history of Southern Neotethys. Late Cretaceous-Miocene sedimentary development of the Arabian continental margin in SE Turkey (Adıyaman Region): implications for regional palaeogeography and the closure history of Southern Neotethys. 115pp.

ROLLİNSON, H., 1993. Using Geochemical Data, Evaluation, Presentation, Interpretation. Longman Group, UK, 352 pp.

ROSS, C. S., FOSTER, M. D., and MYERS, A. T., 1954. Origin of Dunites and Olivine Rich Inclusions in Basaltic Rocks. Am. Mineral, 39: 693-737.

SANDEMAN, H. A., CHEN, Y., CLARK, A. H and FERRAR, E., 1995. Constraints on The P-T Conditions and Age of Emplacement of The Lizard Ophiolite, Cornwall: Amphibole-Plagioclase Thermobarometry and $^{40}Ar/^{39}Ar$ Geochronology of Basal Amphibolites. Canadian Journal of Earth Sciences, 32: 261-272.

SAUNDERS, A. D., TARNEY, J., MARSH, N. G., and WOOD, D. A., 1980. Ophiolites As Ocean Crust or Marginal Basin Crust, a Geochemical Approach. In: Panayiotou, A (ed.), Ophiolite, Geol. Surv. Dept, Cyprus, 193-204.

SCHALLER, W. T., 1911. Orbicular Gabbro from Pala San Diego County, California. U.S, Geol. Surv. Bull, 490: 9-58.

SCHWAN, W., 1971. Geology and Tectonics of the Central Amanos Mountains. In: Campbell, A. S. (ed.), Geology and History of Turkey, Tripoli, Petroleum Exploration Society Of Libya, 283-303.

SCHMİDT, M. W., 1992. Amphibole Composition in Tonalite as a Function of Pressure: An Experimental Calibration of the Al in Hornblende Barometer. Contrib. Mineral. Petrol, 110:304-310.

SEARLE, M. P., LİPPARD, S. J., SMEWİNG, J. D., and REX, D. C., 1980. Volcanic Rocks Beneath the Semail Ophiolite Nappe in the Northern Oman Mountains and their Significance in the Mesozoic Evolution of Tethys. Journal of Geological Society, 137: 589-604.

SEARLE, M. P., and MALPAS, J., 1982. Petrochemistry and Origin of Subophiolite Metamorphic and Related Rocks in the Oman Mountains. Journal of Geological Society of London, 139: 235-248.

SELÇUK H., 1981. Etude geologique de la partie meridionale du Hatay (Turquie). (Doktora tezi) These no. 1977, Dept. of Mineralogy, University of Geneva, 116 sayfa.

SEYMEN, İ., and AYDİN, A., 1972. Bingöl Deprem Fayı ve Bunun Kuzey Anadolu Fay Zonu ile İlişkisi. MTA Bült, 79: 1-9.

SHAND, S. J., 1943. Eruptive Rocks. Their Genesis, Composition, Classification, and Their Relation to Ore-Deposits with a Chapter on Meteorite. New York: John Wiley & Sons.

SHERVAIS, J.W., 1982. Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas. Earth and Planetary Science Letters, 59: 101-118.

_____, 2001. Birth, Death and Resurrection: The Cycle of Suprasubduction Zone Ophiolites. Geochem. Geophys. Geosyst, 2, Page number, 2000Gc000080.

SİSSON, T. W., and GROVE, T. L., 1993. Experimental Investigation of the Role of H_2O in Calk-Alkaline Differantiation and Subduction Zone Magmatism. Contrib. Mineral. Petrol, 113: 143-166.

SPEAR, J. A., 1981. An Experimental Study of Hornblende Stability and Compositional Variability in Amphibolite. Am J Sci, 281:697–734.

SPEER, J. A., 1984. Micas in Igneous Rocks. Rev. Mineral, 13:299-356.

SPRAY, J. G., 1984. Possible Causes and Consequences of Upper Mantle Decoupling and Ophiolite Displacement. In: Gass, I. G., Lippard, S. J., and Shelton, A. W (eds.), Ophiolites and Oceanic Lithosphere, Geological Society of London Special Publication, 13: 255-268.

STERN, R. J., 1979. On the Origin of Andesite in the Northern Mariana Islands: Implications from Agrigan. Contrib. Mineral. Petrol, 68: 207-219.

_____, and ELTHON, D., 1979. Vertical Variation in the Effects of Hydrothermal Metamorphism in Chilean Ophiolites: Their Implication for Ocean Floor Metamorphism. Tectonophysics, 55: 179-213.

STONELEY, R., 1975. On the Origin of Ophiolite Complexes in the Southeastern Tethyan Region. Tectonophysics, 75: 181-241.

STEINMAN, G., 1927. Die Ophiolithiscen Zonen in Der Mediterranean Kettengebirgen. 14th International Geology Congress, Madrid, 2:638-667.

SUN, S. S., and MCDONOUGH, W. F., 1989. Chemical and Isotopic Systematics of Oceanic Basalts: Implications for Mantle Composition and Processes. In: Saunders, A. D., Norry M. J (eds.), Magmatism in the Ocean Basins, Geological Society Special Publications, London, 42: 313-347.

SUNGURLU O., PERİNÇEK, D., KURT, G., TUNA, E., DÜLGER, S., ÇELİKDEMİR, E., ve NAZ, H., 1985. Elazığ-Hazar-Palu Alanının Jeolojisi. Türkiye Petrolleri A.O.

ŞAROĞLU, F., EMRE, Ö., and KUŞÇU, İ., 1992. The East Anatolian Fault Zones of Turkey. Annales Tectonicae, 6: 99-125.

ŞENEL, M.; SELÇUK H.; BILGIN, Z.; ŞEN, M.A.; KARAMAN, T.; DINÇER, M.A.; DURUKAN, E.; ARBAS, A.; ÖR ÇEN, S. ve BILGI, C., 1989. Çameli (Denizli)- Yeşilova (Burdur)- Elmalı (Antalya) ve dolayının jeolojisi. MTA. Rap.No: 9429. (yayımlanmamış).

ŞENGÖR, A. M. C., and YILMAZ Y., 1981. Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach. Tectonophysics, 75:181-241.

TARHAN, N., 1982. Göksun-Afşin-Elbistan jeolojisi. MTA Rapor No. 7296. (yayımlanmamış).

_____, 1984. Göksun-Afþin-Elbistan dolayının jeolojisi. Jeoloji Mühendisliði Dergisi, 19, 3-9.

_____, 1986. Doğu Toroslarda Neo-Tetis'in Kapanımına İlişkin Granitoyid Magmaların Evrimi ve Kökeni. MTA. Dergisi, 107: 95-111.

TEKELI O., 1981. Subduction complex of pre-jurassic age, north Anatolia. Turkey, (Doktora tezi) Geology, 9, 68-72.

TEMEL, A., 2001. Volkanik Kayaçların Jeokimyasal Özellikleri. Petrojenez Lisansüstü Yaz Okulu Kitabı, Boztuğ, D., Otlu, N (ed.), Akçakoca-Düzce, 196-219.

TERLEMEZ, H.Ç.I., ŞENTÜRK, K., Ateş, Ş., SÜMENGEN, M. ve ORAL, A., 1992. Gaziantep dolayının ve Pazarcık-şakçagöz-Kilis-Elbeyli-Oğuzeli arasının jeolojisi: MTA Rap. no. 9526, Ankara (yayınlanmamış)

THOMPSON, G., 1991. Metamorphic and Hydrothermal Processes: Basalt-Seawater Interactions. In: Floyd, P. A (ed.), Oceanic Basalts, Blackie and Sons, U.K. 8: 148-173.

TIEZZI, L. J., and SCOTT, R. B., 1980. Crystal Fractionation in a Cumulate Gabbro. Mid-Atlantic Ridge, 2600N, J.Geophys. Res, 85: 5438-5454.

TURAN, M., 1984. Baskil-Aydınlar yöresinin stratigrafisi ve tektoniği : Doktora tezi, Fırat Üniv. Fen.-Ed. Fak.,(yayımlanmamış).

_____, ve BİNGÖL, A. F., 1989. Kovancılar-Baskil (Elazığ) Arası Bölgenin Tektono-stratigrafik Özellikleri. Ahmet Acar Jeoloji Sempozyumu, Bildiriler, Çukurova Üniversitesi, Adana, 213-227.

_____, and BİNGÖL, A. F., 1991. Tectonostratigraphic characteristics of the region between Kovancılar- Baskil (Elazığ) Turkey. In: Yetiş, C., (eds) Proceedings of Ahmet Acar Symposium.ç Çukurova University, Adana, Turkey, 213-227.

_____, 1993. Elazığ Yakın Civarındaki Bazı Önemli Tektonik Yapılar ve Bunların Bölgenin Jeolojik Evrimindeki Yeri. A Suat Erk Jeoloji Semp, Bildiriler, 193-204.

TURNER, W. M., 1973. The Cyprian Gravity Nappe and the Autochthonous Basement of Cyprus. In: De Jong, A., and Scholten, R. (eds.), Gravity and Tectonics, New York, John Willey and Sons, 287-301.

TÜRKMEN, İ., İNCEÖZ, M., AKSOY, E., ve KAYA, M., 2001. Elazığ Yöresinin Eosen Stratigrafisi ve Paleocoğrafyası ile İlgili Yeni Bulgular. Yerbilimleri, 24: 81-95.

WALLIN, E. T., and METCALF, R. V., 1998. Supra-subduction Zone Ophiolites Formed in an Extensional Forearc: Trinity Terrane, Klamath Mountains, California. Journal of Geology, 106:591-608.

WELLS, A. J., 1969. The Crush Zone of the Iranian Zagros Mountains and its Implications. Geological Magazine, 106: 385-394.

WHİTE, A. J. R., and Chappel, B. W., 1977. Ultrametamorphism and Granitoid Genesis. Tectonophysics, 43: 7-22.

WHİTECHURCH, H., JUTEAU, T., and MONTIGNY, R., 1984. Role of the Eastern Mediterranean Ophiolites (Turkey, Syria, Cyprus) in the History of the Neo-Tethys, In: Dixon, J. E., and Robertson, A. H. F. (eds.), The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. Geological Society of London, Special Publication, 17: 301-319.

WİLLİAMS, H., and SMYTH, W. R., 1973. Metamorphic Aureoles Beneath Ophiolite Suites and Alpine Peridotites: Tectonic Implications with West Newfoundland Examples. American Journal of Science, 273: 594-621.

WİLSON, H.H., ve KRUMMENACHER, R., 1957. Geology and oil prospects of Gaziantep region, SE, Turkey. Petrol Dai. Bşk. teknik arşivi, Ankara (yayınlanmamış).

WILSON, M., 1989. Igneous Petrogenesis: a Global Tectonic Approach. Chapman and Hall, London, 1–466.

WİNCHESTER, J. A., and FLOYD, P. A., 1977. Geochemical Discrimination of Different Magma Series and their Differentiation Products Using Immobile Elements. Chemical Geology, 20: 325-43.

WOOD, D. A., GIBSON, I. L., and THOMSON, R. N., 1976. Element Mobility During Zeolite Facies Metamorphism of the Tertiary Basalts of Eastern Iceland. Contrib. Mineral. Petrol, 55: 241-254.

_____, JORON, J. L., and TREUIL, M., 1979. A Reappraisal of the Use of Trace Elements to Classify and Discriminate Between Magma Series Erupted in Different Tectonic Settings. Earth and Planetary Science Letters, 45: 326-36.

_____, 1980. The Application of a Th-Hf-Ta Diagram to Problems of Tectonomagmatic Classification and to Establishing the Nature of Crustal Contamination of Basaltic Lavas of the British Tertiary Volcanic Province. Earth and Planetary Science Letters, 50(1): 11-30.

WOODCOCK, N. H., and ROBERTSON, A. H. F., 1977. Origins of Some Ophiolite Related Metamorphic Rocks of the Tethyan Belt. Geology, 5: 373-376.

YALINIZ, K. M., FLOYD, P., and GÖNCÜOĞLU, M. C., 1996. Supra-subduction Zone Ophiolites of Central Anatolia: Geochemical Evidence from the Sarıkaraman Ophiolite, Aksaray, Turkey. Mineralogical Magazine, 60: 697-710.

_____, FLOYD, K. M., and GÖNCÜOĞLU, M. C., 2000. Geochemistry of Volcanic Rocks from the Çiçekdağ Ophiolite, Central Anatolia, Turkey, and their Inferred Tectonic Setting within the Northern Branch of The Neotethyan Ocean. In: Bozkurt, E., Winchester, J. A., and Piper, J. D. A (eds.), Tectonics and Magmatism in Turkey and Surrounding Area, Geological Society Of London, Special Publication, 173: 203-218.

YAZGAN, E., 1981. Doğu Toros'larda Etkin Bir Paleo Kıta Kenarı Etüdü (Üst Kretase- Orta Eosen), Malatya-Elazığ, Doğu Anadolu. Yerbilimleri, 7: 83-104.

_____, 1984a. Geodynamic Evolution of the Eastern Taurus Region (Malatya-Elazığ area, Turkey). Proceedings of International Symposium, Geology of Taurus Belt, MTA, Ankara, 199-208.

_____, 1984b. A Geotraverse Between the Arabian Platform and Munzur Nappes. In: Tekeli, O., and Göncüoğlu, M. C. (eds.), Proceedings of International Symposium, Geology of Taurus Belt, , MTA, Ankara**,** 17 pp.

_____, ve ASUTAY, H. J., 1983. Baskil Magmasal Kayaçlarına Bağlı Orbiküler Gabro Yuvarlarının Petrografik Özellikleri. 37. Türkiye Jeoloji Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri, s69.

_____, and CHESSEX, R., 1991. Geology and Tectonic Evolution of the Southeastern Taurides in the Region of Malatya. Turk. Assoc. Petrol. Geol., 3:1-42.

_____, and MASON, R., 1988. Orbicular Gabbro from Near Baskil, Southeastern Turkey. Mineralogical Magazine, 52: 161-173.

YILDIRIM, M., ve YILMAZ, Y., 1991. Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağının Ekaylı Zonu. Türkiye Petrol Jeologları Derneği Dergisi, 3: 57-73.

YILMAZ, E., ve DURAN, O., 1997. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Otokton ve Allokton Birimler Stratigrafi Adlama Sözlüğü. T.P.A.O. A.M.G.B. Eğitim Yayınları. No:31, 1-460.

YILMAZ, S. ve BOZTUĞ, D., 1994. Granitoyid Petrojenezinde Magma Mingling/Mixing Kavramı. Jeoloji Mühendisliği, 44/45:1-20.

YILMAZ, Y., GÜRPINAR, O., KOZLU, H., GÜL, M.A., YİĞİTBAŞ, E., YILDIRIM, M., GENÇ, Ş.C. ve KESKİN, M. 1985. Maraş Kuzeyinin Jeolojisi (ENgizek- Berit- Nurhak- Binboğa- Andırın dağları), TPAO rapor 2028, 1:161pp.

_____, SAROĞLU, F., & GÜNER Y., 1987. İnitiation of the neomagmatism in the East Anatolia. Tectonophysics, 134: 177-199.

_____, 1990. Allocthonous Terranes in the Tethyan Middle East: Anatolian an Surrounding Regions. Royal Soc. London Phyl Trans, A331:611-624.

_____, 1991. Allocthonous Terranes İn The Tethyan Middle East: Anatolia And The Surrounding Region, Allochtonous Terranes. Edited By Dewey, j.f., GASS, I.G., CURRy, G.B. HARRIS, N.B.W., and SENGÖR, A.M.C. (Cambridge Univ. Press), 155-168.

_____, 1992. Origin of the Southeast Anatolian metamorphic massifs. Workshop, Work in progress on the Geology of Turkey, Keele University, Abstract, 82.

_____, YİĞİTBAŞ, E., and GENÇ, Ş. C., 1993. Ophiolitic and Metamorphic Assemblages of Southeast Anatolia and their Significance in The Geological Evolution of the Orogenic Belt. Tectonics, 12:1280-1297.

_____, GÜRPINAR, O., KOZLU, H., GÜL, M. A., YİĞİTBAŞ, E., YILDIRIM, M., GENÇ, C., ve KESKİN, M., 1987. Kahramanmaraş Kuzeyinin Jeolojisi (Andırın-Berit-Engizek-Nurhak-Binboğa Dağları). Türkiye Petrolleri A. O., Rap, No: 2028, 218s.

_____, 1990. Allochtonous Terranes in the Tethyan Middle East: Anatolia and Surrounding Regions. Royal Soc London Phyl Trans, A331:611-624.

_____, 1991. Allochthonous Terranes in the Tethyan Middle East: Anatolia and the Surrounding Region. In: Dewey, J.F., Gass, I.G., Curry, G.B., Harris, N.B.W.,Şengör, A.M.C., (eds.), Allochthonous Terranes, Cambridge Univ, 155-168.

_____, 1993. New Evidence and Model on the Evolution of the Southeast Anatolian Orogen. Bulletin Geological Society of America, 105:251-71.

YIĞITBAŞ E., 1989. Engizek Dağı (K. Maraş) dolayındaki tektonik birliklerin petrolojik İncelenmesi. Unpubl. (Doktora tezi) University of İstanbul.

_____, YILMAZ Y., GENÇ Ş. C., 1992. Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağında Eosen nap yerleşmesi. Tür.9. Petrol.Kong.Tebliğler, 307-318.

_____, YILMAZ Y., 1996. New evidence and solution to Maden Complex controversy of the southeast Anatolian orogen (Turkey). Geologische Rundschau 85, 250-263.

YOGODZINSKI, G. M., VOLYNETS, O. N., KOLOSKOV, A. V., SELIVERSTOV, N. I., and MATVENKOV, V. V., 1993. Magnesian Andesites and the Subduction Component in Strongly Calc-alkaline Series at Piip Volcano, Far Western Aleutians. Journal of Petrology, 35: 163-204.

ZIEGLER P.A., 1990. Geological Atlas of Western and Central Europe. 2nd. Ed. Shell Internationale Petroleum Mij, distributed by Geol. Soc. Publ. House, Bath. 238 sayfa, 56.

ZINDLER A., and HART S.,1986. Chemical geodynamics. Annual review Earth and Planet Sci 14, 493-571.

ZULAUF G., ROMANO S.S., DÖRR W., FIALA J., 2007. Crete and the Minoan terranes: age constraints from U-Pb dating of detrital zircons. In: Linnemann, U., Nance, R.D., Kraft, P., Zulauf, G. (Eds.), The evolution of the Rheic Ocean: From Avalonian- Cadomian active margin to Alleghenian-Variscan Collision, Geological Society of America, Special Paper, vol. 423, sayfa. 401–411.

ÖZGEÇMİŞ

06/07/1984 yılında Adana'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Adana'da tamamladı. 2002 yılında Niğde üniversitesi Aksaray Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde lisans öğrenimine başladı. 2006 yılında aynı Fakülteden Jeoloji Mühendisi olarak mezun oldu. 2006 yılında Çukurova üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı ve 2009 yılında mezun oldu. 2009 yılı Eylül döneminden beri aynı anabilim dalında Doktora öğrenimine devam etmektedir. 2012 yılında ERASMUS programı ile Edinburgh Üniversitesinde (İskoçya) 6 ay boyunca tezinin laboratuvar çalışmalarını gerçekleştirmiştir. Evli ve bir çocuk babasıdır.

EKLER

Çizelge 4.2. Helete bölgesi volkaniklerinin ana-iz element içerikleri

Örnek No	S-17	S-99	S-105A	S-105B	S-109	S-115	S-149	S-152	S-158	S-175	S-181	S-194	S-195	S-196	S-197	S-205	S-232	N-5	N-6
	Bazaltik volkanikler																		
SiO_2	45.84	50.71	45.51	49.34	51.71	50.97	50.33	48.40	48.23	46.81	46.72	46.96	49.69	47.70	49.44	48.38	48.52	49.98	49.75
Al_2O_3	15.18	15.27	18.13	14.91	14.84	14.62	17.51	14.46	13.14	17.61	16.54	15.24	12.84	16.21	16.45	16.05	17.13	14.44	14.11
FeO*	9.48	8.14	12.00	12.45	11.47	9.48	10.49	9.88	8.70	10.21	12.05	10.41	8.58	13.36	12.44	9.25	9.04	12.25	11.53
MgO	3.26	9.12	6.64	3.57	4.99	5.90	4.03	9.45	9.39	6.31	6.77	6.79	8.14	7.25	6.34	9.19	6.13	4.66	4.00
CaO	11.06	8.81	10.50	7.39	3.43	8.75	6.51	9.86	9.93	9.63	4.41	6.80	8.41	2.47	3.52	6.40	4.74	6.62	8.47
Na_2O	4.71	3.38	1.46	2.99	4.22	2.53	4.21	1.67	1.36	2.24	4.76	4.69	3.98	5.15	5.82	3.72	4.19	3.11	2.91
K_2O	0.03	0.05	0.13	0.21	0.16	0.17	0.40	0.19	0.15	0.35	0.20	0.43	0.50	0.06	0.06	0.15	0.84	0.11	0.10
TiO_2	1.25	0.83	0.69	1.09	1.56	0.63	0.83	0.50	0.48	0.62	0.58	0.68	0.60	1.81	1.75	0.69	0.48	1.31	1.31
P_2O_5	0.12	0.06	0.03	0.13	0.12	0.05	0.08	0.03	0.04	0.06	0.04	0.06	0.04	0.14	0.14	0.06	0.04	0.09	0.10
MnO	0.22	0.15	0.21	0.21	0.18	0.18	0.19	0.28	0.15	0.19	0.13	0.18	0.21	0.12	0.14	0.18	0.17	0.16	0.20
LOI	8.7	3.2	4.5	7.5	7.1	6.4	5.2	5.0	8.1	5.8	7.6	7.5	6.7	5.5	3.7	5.6	8.6	7.0	7.3
Total	99.85	99.72	99.80	99.79	99.78	99.68	99.78	99.72	99.67	99.83	99.80	99.74	99.69	99.77	99.80	99.67	99.88	99.73	99.78
TOT/C	1.19	0.07	0.27	0.04	0.18	0.07	0.05	0.17	0.49	0.19	0.74	0.46	0.34	0.20	0.18	0.13	0.96	0.09	0.29
TOT/S		0.10	0.02	<0.02								0.03	0.15	0.03				0.04	0.03
Ba	6	19	22	33	14	135	58	54	48	76	19	72	31	17	17	29	150	16	15
Be				<1									<1						1
Co	26.4	14.5	32.6	26.6	31.3	29.3	25.9	32.0	37.9	32.5	24.0	34.5	25.3	29.5	27.6	37.5	30.1	34.4	31.3
Cs			0.4	<0.1	0.4	0.2	0.5		0.2	0.7		3.5	0.5				0.3	0.2	0.1
Ga	15.4	12.5	16.1	15.1	17.0	11.4	14.5	12.9	11.6	15.0	13.6	11.8	8.6	17.7	18.1	13.1	14.6	15.9	13.5
Hf	2.2	1.5	0.5	2.1	2.3	0.8	1.3	0.8	0.8	1.3	1.0	1.0	0.8	2.3	2.5	1.1	0.5	1.7	1.8
Nb	2.2	0.9		0.6	1.5		0.4	0.3	0.3	1.8		2.4	0.3	0.9	0.7	0.2	0.2	0.4	0.8
Rb	0.3	0.5	3.4	2.4	1.9	3.5	4.5	2.5	2.0	4.5	3.5	11.5	11.4	0.4	0.2	1.3	12.8	1.2	0.6
Sn	1	2		1									4						2
Sr	46.4	143.5	408.3	427.8	126.9	1518.6	508.4	142.3	439.7	288.9	119.8	258.1	167.3	86.9	87.1	122.2	94.9	134.8	120.7
Ta	na	na	na	<0.1	0.1	na	na	na	na	0.1	na	0.3	<0.1	na	na	na	na	na	<0.1
Th	0.2			0.4	0.2		0.5			0.9		0.7	<0.2	0.3					<0.2
U		0.1		0.2	0.3		0.3			0.3	0.3	0.2	<0.1	1.4	1.3			0.2	0.3
V	322	274	379	342	423	311	316	286	250	268	259	257	261	444	422	262	261	417	390
W		0.6		2.7	1.1	1.5							3.2						3.7
Zr	82.9	44.6	13.1	57.5	81.3	24.0	46.0	16.4	25.2	35.9	23.6	36.5	22.0	87.5	86.3	32.5	16.6	60.4	61.2
Y	25.8	16.9	10.9	28.5	27.9	14.4	20.4	13.1	13.1	13.7	8.9	13.2	14.9	32.9	30.2	17.7	11.9	25.2	24.3
Mo	0.1	2.5	0.6	0.4	0.3		0.1	0.2	0.2	0.1	5.7	0.2	2.4	0.1	0.5	0.2			0.5
Cu	1.9	97.4	45.5	208.4	43.9	55.9	69.5	8.7	63.0	66.8	59.3	133.0	25.5	5.0	10.3	1.7	67.5	18.4	12.8
Pb	1.5	0.7	0.8	1.0	1.1	0.3	1.0	0.8	1.0	16.1	0.6	1.3	3.8	0.5	0.6	0.3	0.3	1.0	0.9
Zn	55	17	23	35	84	13	33	96	44	70	63	39	25	116	94	45	71	1269	217
Ni	34.6	71.1	12.7	3.3	4.9	11.6	3.1	55.5	104.2	32.9	87.8	34.5	50.6	7.0	7.0	106.1	37.2	2.3	4.9
Sc	31	37	43	40	33	36	36	47	41	30	34	29	44	34	33	43	35	34	33

Çizelge 4.2. Helete bölgesi volkaniklerinin ana-iz element içerikleri

Örnek No	S-14	S-42	S-48	S-96	S-104	S-108	S-129	S-135	S-139	S-144	S-150	S-171	S-229	S-231	S-243	N-3	S-91	S-178
	Andezitik volkanikler																Dasitik volk.	
SiO_2	61.78	61.40	53.43	55.65	53.59	54.20	62.58	51.35	55.88	54.34	56.12	51.13	51.84	51.31	53.08	53.85	74.10	74.98
Al_2O_3	14.74	16.47	15.78	14.83	13.89	15.22	13.43	15.87	12.51	14.74	14.92	14.96	15.68	16.25	14.63	12.04	11.02	11.53
FeO*	7.30	5.68	5.69	12.44	6.23	10.91	8.66	8.18	13.52	7.61	6.96	11.23	11.41	9.74	9.67	9.38	4.63	2.86
MgO	2.54	2.29	0.24	2.69	4.04	2.99	1.75	6.19	4.46	5.06	6.00	8.63	4.53	5.86	6.23	2.56	0.71	0.83
CaO	2.55	3.27	8.61	5.76	7.75	6.73	5.42	6.12	4.65	7.19	9.16	1.49	7.58	8.02	7.21	9.19	2.65	1.48
Na_2O	6.57	5.20	0.04	3.26	1.61	3.94	3.57	5.22	2.95	3.26	3.38	3.63	3.73	2.96	2.45	3.84	4.80	4.27
K_2O	0.06	0.99	0.14	0.02	0.50	0.06		1.00	0.02	0.42	0.08	0.17	0.15	0.75	0.28	0.21	0.01	0.64
TiO_2	0.90	0.49	0.78	1.24	0.30	1.59	0.92	0.64	1.83	0.50	0.71	1.36	1.61	0.71	0.72	1.37	0.39	0.26
P_2O_5	0.18	0.27	0.12	0.26	0.02	0.16	0.39	0.06	0.17	0.06	0.06	0.14	0.12	0.07	0.08	0.14	0.09	0.05
MnO	0.14	0.17	0.08	0.20	0.12	0.19	0.12	0.15	0.32	0.14	0.12	0.19	0.21	0.17	0.17	0.16	0.06	0.05
LOI	3.2	3.7	15	3.5	11.8	3.9	3.1	5.0	3.5	6.5	2.3	6.8	3.0	4.0	5.3	7.1	1.5	3.0
Total	99.96	99.93	99.91	99.85	99.85	99.89	99.94	99.78	99.81	99.82	99.81	99.73	99.86	99.84	99.82	99.84	99.96	99.95
TOT/C	0.11	0.09	1.97	0.02	0.03	0.06	0.02	0.16	0.03	0.11	0.05	0.02	0.05	0.20	0.03	1.44	0.02	0.22
TOT/S			0.03			<0.02			0.03	0.03		0.69				0.02		
Ba	14	73	12	5	46	20	3	130	5	59	39	21	21	79	43	27	5	42
Be			1		2	<1				3	2				1			
Co	13.5	6.8	8.1	27.3	22.2	24.8	14.2	24.2	45.2	23.2	26.8	9.7	27.6	29.3	30.2	19.4	19.8	1.7
Cs			0.1		0.2	<0.1		1.1		0.2				0.1				
Ga	11.9	16.9	16.4	18.0	7.3	15.1	15.9	12.9	13.8	16.3	11.4	15.7	18.8	15.0	13.0	12.1	12.2	10.9
Hf	2.8	3.8	1.6	5.5	1.6	2.4	4.1	1.1	2.9	1.8	1.4	2.5	2.4	1.5	1.3	1.8	6.7	3.8
Nb	2.5	3.2	0.6	2.5	0.8	1.3	2.3	0.1	1.4	1.0	0.4	1.2	1.4	0.3	0.9	0.7	3.1	1.2
Rb	0.5	9.6	1.5	0.1	8.4	0.6		17.3	<0.1	7.9	1.0	0.8	1.5	12.0	4.0	4.6	0.1	13.0
Sn						1			1	<1								1
Sr	65.9	213.5	15.6	208.4	71.6	123.1	293.2	165.3	72.7	322.9	304.4	88.0	182.8	174.8	267.2	119.1	124.3	106.5
Ta	0.2	0.2	0.2	0.2		0.1	0.2			<0.1			0.1				0.2	
Th	1.0	1.3		0.5		0.2	0.5			0.6			0.2	0.3	0.4	0.2	0.6	0.5
U	0.5	0.7				0.1	0.1	0.1		0.2	0.3		0.1	0.1	0.2	1.0	0.2	
V	136	51	174	76	170	200	30	276	350	192	257	300	396	296	258	354	51	18
W			4.6			2.9	0.7		8.7	2.3								
Zr	92.1	133.5	45.5	169.3	42.3	84.3	161.1	34.9	104.7	55.8	43.5	82.7	85.8	39.8	44.1	69.1	211.6	125.2
Y	31.5	27.6	9.7	53.1	19.3	33.2	51.7	14.8	40.6	20.7	14.3	19.2	29.8	19.4	20.1	27.4	50.5	38.2
Mo	0.2	0.2	0.3	1.1		2.0	0.5	0.3	1.1	5.2	0.7	0.2	0.2	0.5	0.3	0.2	0.8	0.6
Cu	11.6	5.0	6.4	77.8	49.5	3.7	1.8	48.9	47.3	55.1	74.9	109.3	41.2	85.5	40.4	12.6	153.3	2.0
Pb	0.7	0.6	1.1	0.3	1.2	2.2	0.3	0.4	0.4	0.9	0.3	0.9	0.4	0.4	0.8	1.1	1.6	1.5
Zn	75	75	32	43	15	10	47	32	108	17	35	108	46	70	67	68	13	62
Ni	3.9	4.4	13.6	2.9	5.0	11.6	0.7	59.4	9.1	47.3	19.9	21.7	5.4	31.6	62.6	5.5	1.6	2.8
Sc	23	8	28	19	28	27	16	32	31	31	35	33	27	36	35	26	10	14

Çizelge 4.2. Helete bölgesi volkaniklerinin nadir toprak element içerikleri

Örnek No	S-17	S-99	S-105A	S-105B	S-109	S-115	S-149	S-152	S-158	S-175	S-181	S-194	S-195	S-196	S-197	S-205	S-232	N-5	N-6
	Bazaltik volkanikler																		
La	5.8	2.2	0.6	4.4	3.3	1.6	2.7	0.6	1.4	4.1	1.7	4.2	9.0	3.8	3.6	1.7	0.7	2.9	3.2
Ce	13.5	5.0	1.6	9.5	10.1	4.1	7.6	2.1	3.1	8.7	3.1	8.9	14.8	11.9	11.3	4.1	2.3	8.4	8.4
Pr	2.17	0.84	0.27	1.59	1.65	0.61	1.17	0.34	0.49	1.16	0.47	1.29	1.69	1.97	1.87	0.68	0.36	1.42	1.30
Nd	10.8	5.4	1.6	8.8	9.3	3.8	5.9	2.6	2.9	5.2	2.6	6.7	8.1	11.7	9.9	3.8	2.3	6.7	6.5
Sm	3.10	1.91	0.94	2.74	2.78	1.20	2.18	0.96	1.17	1.58	0.79	1.61	1.64	3.52	3.32	1.44	0.88	2.65	2.25
Eu	1.15	0.67	0.44	1.08	1.11	0.53	0.83	0.40	0.46	0.54	0.33	0.58	0.52	1.16	1.28	0.50	0.30	1.06	1.03
Gd	4.12	2.55	1.44	3.98	4.15	1.99	3.12	1.75	1.87	2.29	1.37	2.17	2.23	4.98	4.91	2.21	1.54	3.76	4.41
Tb	0.69	0.42	0.25	0.68	0.71	0.31	0.53	0.28	0.30	0.34	0.23	0.34	0.38	0.88	0.83	0.39	0.25	0.66	0.64
Dy	4.77	2.92	1.76	4.87	4.79	2.50	3.40	2.18	2.23	2.45	1.63	2.40	2.36	5.62	5.29	2.73	1.98	4.13	4.24
Ho	0.95	0.58	0.37	1.10	0.99	0.51	0.75	0.42	0.50	0.50	0.31	0.48	0.54	1.26	1.17	0.56	0.38	0.90	0.87
Er	2.93	1.91	1.28	3.19	2.99	1.61	2.34	1.51	1.44	1.60	1.09	1.49	1.63	3.71	3.51	1.93	1.23	2.71	2.58
Tm	0.43	0.27	0.16	0.47	0.45	0.20	0.34	0.18	0.21	0.21	0.15	0.18	0.24	0.53	0.50	0.27	0.16	0.38	0.38
Yb	2.87	1.93	1.16	3.17	3.28	1.56	2.49	1.49	1.67	1.76	1.04	1.62	1.61	3.47	3.53	1.70	1.05	2.45	2.90
Lu	0.43	0.24	0.15	0.54	0.45	0.20	0.34	0.19	0.21	0.22	0.20	0.20	0.23	0.53	0.48	0.22	0.14	0.40	0.39

Örnek No	S-14	S-42	S-48	S-96	S-104	S-108	S-129	S-135	S-139	S-144	S-150	S-171	S-229	S-231	S-243	N-3		S-91	S-178
	Andezitik volkanikler																	Dasitik volk.	
La	7.9	11.2	2.2	7.5	1.6	3.4	7.5	1.0	4.1	2.8	1.8	3.0	3.6	2.3	2.9	3.8		7.9	4.4
Ce	18.2	27.3	5.5	21.8	5.0	10.5	22.8	3.1	14	6.1	5.5	9.2	11.0	5.8	6.6	10.0		23.4	12.4
Pr	2.76	3.78	0.67	3.76	0.89	1.77	3.81	0.53	2.35	0.96	0.92	1.46	1.89	0.95	1.08	1.64		3.70	1.72
Nd	15.6	16.7	3.2	19.4	6.0	8.9	19.9	3.4	11.3	4.3	4.7	8.2	9.5	5.4	6.2	8.8		18.9	8.8
Sm	3.68	3.93	0.73	6.09	1.87	3.02	6.25	1.28	3.92	1.63	1.75	2.38	3.55	1.95	1.83	2.81		6.08	2.98
Eu	1.22	1.23	0.3	1.71	0.38	1.10	1.87	0.48	1.67	0.57	0.73	0.89	1.38	0.67	0.74	1.09		1.34	0.95
Gd	4.57	4.20	1.34	8.11	2.48	4.81	8.33	2.03	5.88	2.66	2.39	3.27	4.73	2.92	2.95	3.89		7.75	4.72
Tb	0.76	0.70	0.25	1.39	0.44	0.86	1.44	0.34	1.03	0.48	0.39	0.52	0.81	0.48	0.50	0.74		1.36	0.99
Dy	5.38	4.12	1.88	8.85	3.15	5.43	8.83	2.53	7.55	3.16	2.58	3.30	5.30	3.51	3.70	4.53		8.59	6.91
Ho	1.10	0.87	0.38	1.96	0.71	1.19	1.97	0.57	1.63	0.77	0.58	0.69	1.12	0.71	0.76	1.05		1.87	1.60
Er	3.35	2.73	1.41	5.76	2.32	3.73	5.65	1.80	4.4	2.37	1.79	2.21	3.26	2.13	2.38	3.12		5.34	4.75
Tm	0.51	0.45	0.2	0.83	0.34	0.51	0.84	0.25	0.61	0.34	0.22	0.30	0.51	0.32	0.32	0.46		0.86	0.70
Yb	3.23	3.40	1.67	6.22	2.57	3.52	5.51	1.99	4.21	2.21	1.74	2.23	3.22	2.01	2.48	2.98		6.22	4.86
Lu	0.50	0.51	0.21	0.82	0.36	0.52	0.83	0.26	0.6	0.36	0.22	0.32	0.45	0.30	0.34	0.42		0.84	0.70

Çizelge 4.2. Meydan ofiyoliti ve Helete bölgesi granitlerinin ana-iz element içerikleri

Örnek No	S-32	S-34	S-85(A)	S-85(B)	S-117	S-127(A)	G-3	H-24b	S-72	S-83	H-34	S-86		S-27	S-56	S-93	S-106	S-133	S-140	S-143
	Meydan Graniti													Helete Graniti						
SiO_2	70.69	72.35	72.19	73.37	69.97	77.32	71.75	71.98	70.62	76.29	70.75	76.37		75.50	64.95	75.69	74.34	60.39	74.17	64.79
Al_2O_3	13.56	12.99	14.61	13.60	13.80	13.26	13.51	15.62	13.97	13.94	16.44	12.72		13.83	15.24	11.41	12.51	14.26	11.49	15.75
FeO*	3.45	3.13	1.83	2.06	2.91	0.75	2.39	1.79	4.56	2.39	1.61	2.13		0.77	8.05	3.69	1.71	6.52	2.49	5.46
MgO	0.51	0.92	0.27	0.31	0.67	0.11	0.16	0.19	0.32	0.03	0.13	0.57		0.40	0.71	0.26	0.43	2.72	0.81	1.50
CaO	1.85	4.49	5.05	4.18	3.43	2.80	6.30	2.90	3.06	0.27	3.05	3.88		2.22	4.19	1.61	3.74	6.30	2.11	3.27
Na_2O	3.20	2.93	4.46	4.80	3.87	4.59	3.27	3.83	5.22	3.57	4.17	3.63		5.36	5.36	5.78	3.41	4.92	4.79	4.27
K_2O	3.85	0.16	0.07	0.05	0.89	0.40	0.08	2.549	0.042	0.761	2.348	0.051		0.64	0.15	0.01	0.14	0.03	0.71	0.41
TiO_2	0.24	0.24	0.32	0.28	0.34	0.04	0.33	0.154	0.383	0.325	0.136	0.162		0.08	0.66	0.26	0.15	1.22	0.24	0.53
P_2O_5	0.04	0.05	0.06	0.05	0.06	0.00	0.07	0.061	0.082	0.042	0.058	0.030		0.05	0.18	0.04	0.03	0.24	0.05	0.14
MnO	0.03	0.05	0.01	0.01	0.07	0.02		0.022	0.021	0.036	0.019	0.046		0.03	0.07	0.02	0.02	0.07	0.06	0.06
LOI	2.3	2.7	1.1	1.2	4.0	0.7	2.0	0.67	1.74	2.04	1.11	0.35		1.0	0.4	1.2	3.5	3.2	3.1	3.8
Total	99.7	100.0	100.0	99.9	100.0	100.0	99.9	99.8	100.0	99.7	99.8	99.9		99.9	100.0	100.0	100.0	99.9	100.0	100.0
Ba	1367	38	48	37	100	11	18	1367.1	242.4	13.5	401.6	48.1		144	40	8	45	11	124	53
Be	1	<	<	3	<	3	3	<	<	<	<	<		<	<	1	<	2	<	<
Co	3.3	6.6	2.0	2.6	3.7	0.7	1.8	<	<	<	<	<		8.2	7.7	2.0	4.9	13.0	3.5	5.5
Cs	0.9	0.9	0.6	0.2	0.9	0.6	0.7	<	<	<	<	<		<	0.2	<	<	<	<	0.7
Ga	12.8	8.9	15.8	16.6	11.4	12.7	16.2	<	<	<	<	<		10.4	19.9	15.7	7.8	18.1	7.8	14.5
Hf	9.1	0.3	8.7	7.0	2.9	0.5	7.0	<	<	<	<	<		2.6	6.9	11.6	6.3	5.8	2.5	2.4
Nb	4.4	1.1	2.9	2.6	0.5	2.2	2.2	2.7	2.8	6.2	6.8	3.1		3.3	10.2	4.0	0.4	2.2	0.4	4.6
Rb	88.3	8.9	3.1	1.7	17.7	12.0	3.9	41.8	49.4	1.4	140.4	1.3		5.9	1.9		2.1	0.1	12.3	10.7
Sr	222.4	155.7	235.9	163.2	117.1	92.8	229.2	611.2	91.3	162	113.2	113.9		52.0	163.0	61.2	122.3	140.2	64.8	182.1
Ta	0.2		0.2	0.1		0.1	0.1							0.2	2.0	0.3		0.2		0.4
Th	41.0		0.9	0.7	1.4	2.8	0.8	24.6	17	20	13.5	1		1.0	4.0	1.2	1.4	0.7	0.7	2.1
U	2.8		0.3	0.3	0.5	0.6	0.2	1.3	1.6	2.2	1.9	0.3		0.8	0.7	0.4	0.3	0.2	0.6	1.0
V	26	84	<	<	39	<	<	22.6	15.6	29.6	15.1	2.5		17	9	12	36	166	27	57
W	1.3	0.2	0.2	0.3	0.1	0.3	<	<	<	<	<	<		0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1
Zr	379.3	9.2	269.6	238.8	80.9	13.6	230.7	158.1	85.1	82.9	164.8	224		46.1	243.5	399.0	250.5	186.1	71.6	95.2
Y	10.4	2.4	73.9	69.7	26.8	1.9	78.6	8.7	4.7	10.5	7.3	78.2		14.1	54.9	90.2	4.1	58.9	24.2	23.3
Sc	2	3	12	11	11		12	1	2.8	2.7	1.9	14.3		4	15	9	2	22	9	14
Cu	20.9	26.4	7.3	3.6	5.9	3.6	2.2	5.2	24.7	2.7	42.7	2.4		3.1	1.1	46.6	25.5	2.8	2.9	106.1
Pb	6.2	2.4		0.3	1.0	5.6	0.5	14.3	4.6	2.5	8.7	0.2		0.9	0.3	30.2	0.7	4.2	1.3	2.2
Zn	26	15	1	2	26	9	2	4.8		16.5	38.1	1.1		9	7	19	9	36	41	19
Ni	1.1	2.2	0.3	0.6	0.7	0.3	0.4	1	0.2	0.8	2.3	1		2.3	0.7	0.3	1.5	4.6	2.7	1.5

Çizelge 4.3. Helete bölgesi ve Meydan melanjı granitlerinin ana-iz element içerikleri

Örnek No	S-147	S-148	S-151	S-153	S-187	S-192	S-217	S-218	G-2	G-5	G-9	G-10		S-5	S-45a	S-45b	S-47a	S-47c	S-54	S-180	G-1
	Helete Graniti													Meydan Melanjı Graniti							
SiO_2	72.00	71.48	74.65	74.93	68.21	68.37	76.78	75.72	77.17	70.91	73.74	71.04		72.58	73.59	72.25	71.91	73.82	72.38	71.01	74.10
Al_2O_3	14.80	14.75	12.66	12.56	13.55	11.26	12.85	12.82	11.44	13.37	11.58	14.66		11.29	13.65	13.77	13.86	13.98	13.55	14.45	13.92
FeO*	1.66	2.09	2.04	1.76	4.76	1.63	0.82	0.81	1.92	2.52	0.82	2.49		6.93	1.65	1.60	2.54	2.54	1.91	2.40	2.06
MgO	1.00	0.94	0.59	0.57	1.85	0.55	0.09	0.08	0.07	0.65	0.37	0.77		0.14	0.36	0.37	0.45	0.13	0.18	0.67	0.55
CaO	3.65	3.57	2.19	3.33	5.46	5.15	2.53	3.07	3.38	3.61	3.68	3.39		3.17	1.36	2.00	3.09	0.48	2.17	3.41	3.29
Na_2O	4.52	4.35	4.13	4.14	2.32	5.12	5.33	4.83	4.84	4.01	3.95	4.67		3.74	4.49	4.66	4.49	3.69	4.33	4.05	4.00
K_2O	0.52	0.49	1.05	0.73	0.05	1.91	0.93	1.26	0.01	0.11	1.20	0.81		0.25	0.96	0.92	0.54	0.79	1.15	0.61	0.93
TiO_2	0.26	0.25	0.22	0.22	0.39	0.18	0.06	0.05	0.21	0.25	0.20	0.32		0.22	0.40	0.43	0.33	0.32	0.24	0.27	0.22
P_2O_5	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.01	0.01	0.03	0.05	0.02	0.07		0.04	0.07	0.08	0.06	0.06	0.05	0.07	0.06
MnO	0.04	0.06	0.04	0.04	0.05	0.21	0.01	0.01	0.01	0.05	0.05	0.05		<0.01	0.02	0.02	0.04	0.04	0.03	0.05	0.03
LOI	1.5	1.9	2.3	1.6	3.2	5.5	0.6	1.3	0.8	4.4	4.3	1.7		1.5	3.4	3.8	2.6	4.1	3.9	2.9	0.7
Total	100.0	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	100.0	100.0	99.9	99.9	99.9	100.0		99.9	100.0	99.9	99.9	100.0	99.9	99.9	99.9
Ba	80	96	185	189	22	148	43	58	3	56	28	100		42	124	111	139	93	190	91	212
Be	<	<	<	<	3	<	4	4	<	1	1	1		3	<	1	<	1	6	<	1
Co	2.2	3.1	3.2	7.3	17.5	3.2	0.8	0.7	2.2	6.4	2.0	4.6		6.9	1.1	2.0	7.6	5.4	6.2	8.2	3.4
Cs	0.7	0.6	0.3	0.1	0.2	0.1	0.4	0.4		0.1	0.9	0.3		<	0.8	1.1	0.3	0.4	0.1	0.4	0.5
Ga	11.8	13.3	11.1	10.5	10.3	8.5	14.2	16.1	16.7	11.4	10.2	13.0		14.2	13.8	14.3	12.4	13.3	11.8	12.5	11.5
Hf	3.0	3.1	2.7	2.8	0.3	2.8	3.1	2.6	9.0	2.4	4.1	2.5		6.4	3.2	2.8	2.8	2.7	2.5	3.6	2.2
Nb	5.1	5.8	0.9	0.9	0.3	3.4	8.4	7.5	3.5	1.1	1.1	1.2		3.7	1.8	1.9	1.6	1.7	1.7	1.3	0.9
Rb	14.4	14.2	16.6	9.1	1.0	45.3	36.1	50.3		1.6	39.6	9.5		1.3	12.9	13.0	5.0	11.9	17.2	7.7	14.1
Sr	225.1	249.2	107.1	114.7	188.0	68.4	70.5	74.5	114.7	124.3	34.2	137.5		119.6	88.0	99.0	109.5	44.8	93.7	112.9	123.7
Ta	0.5	0.5		0.1	<	0.3	0.5	0.4	0.1	<	<	<		0.3			0.1				
Th	10.8	10.8	1.6	1.4	<	6.5	13.3	12.6	0.9	1.2	0.5	1.2		0.5	0.7	0.9	0.4	0.8	0.7	0.8	0.9
U	2.6	2.7	0.9	1.0	<	2.4	3.2	2.9	0.1	0.7	0.4	0.7		0.2	0.4	0.6	0.2	0.4	0.4	0.7	0.5
V	34	40	30	23	141	14	<	<	<	38	10	35			38	36	23	24	18	40	36
W		0.4	0.4	0.1			0.1	0.1	<	<	<	<		0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.1	0.3	<
Zr	101.8	102.9	89.3	76.4	7.2	92.7	78.8	76.3	312.9	79.5	157.0	88.1		245.1	98.4	99.4	76.4	83.6	72.6	98.8	75.4
Y	14.4	12.6	18.8	18.7	3.3	34.4	18.2	18.1	83.3	17.6	30.7	26.7		76.2	22.0	27.5	27.4	27.3	27.4	24.8	13.2
Sc	6	5	7	7	11	5	<	<	7	8	9	10		10	10	11	12	10	9	9	7
Cu	1.3	3.1	1.5	3.7	45.3	1.2	10.3	9.8	16.0	173.9	4.8	0.8		5.3	1.8	1.9	3.0	1.5	10.0	3.4	1.1
Pb	1.2	2.6	1.2	1.4	0.7	0.5	28.8	8.4	5.2	1.4	1.1	0.6		0.4	1.1	0.9	1.1	0.9	33.6	1.9	1.1
Zn	22	20	25	29	26	9	3	2	14	31	3	25		4	17	20	19	28	24	30	15
Ni	1.2	1.4	0.4	0.6	6.3	1.3	0.5	0.2	20.5	2.0	0.2	0.8		10.2	0.6	0.5	0.8	1.4	0.9	12.3	12.5

Çizelge 4.3. Meydan ofiyoliti, Helete bölgesi ve Meydan melanjı granitlerinin nadir toprak element içerikleri

Örnek No	S-32	S-34	S-85(A)	S-85(B)	S-117	S-127(A)	G-3	H-24b	S-72	S-83	H-34	S-86	S-27	S-56	S-93	S-106	S-133	S-140	S-143
	Meydan Graniti												Helete Graniti						
La	128.8	1.3	12.2	11.0	3.9	4.2	11.0	43.1	17.2	19.6	17.8	8.2	2.5	16.1	14.8	1.9	8.3	4.9	8.4
Ce	193.6	2.0	33.5	28.0	9.6	5.5	31.0	74.8	31.1	34.5	28.1	27.6	5.7	37.2	37.9	2.5	26.2	11.2	18.7
Pr	18.10	0.31	5.48	4.67	1.52	0.56	4.88	na	na	na	na	na	0.68	5.51	6.01	0.27	4.25	1.63	2.46
Nd	51.1	1.3	27.3	21.8	8.6	2.2	26.6	23.2	5.8	10.2	6.9	23.2	2.6	28.1	28.9	0.8	21.3	7.1	11.6
Sm	5.54	0.32	7.81	7.08	2.63	0.38	7.45	na	na	na	na	na	0.50	7.16	8.78	0.33	6.99	2.20	2.90
Eu	0.99	0.27	1.75	1.62	0.82	0.21	1.88	na	na	na	na	na	0.20	2.27	1.76	0.25	2.00	0.61	0.88
Gd	3.09	0.40	10.82	9.07	3.58	0.28	10.49	na	na	na	na	na	1.14	8.90	11.75	0.42	9.21	3.03	3.23
Tb	0.34	0.07	1.89	1.66	0.66	0.04	1.83	na	na	na	na	na	0.29	1.47	2.11	0.07	1.60	0.52	0.59
Dy	1.59	0.43	11.91	11.03	4.34	0.19	12.04	na	na	na	na	na	1.86	9.19	14.83	0.47	9.76	3.47	3.69
Ho	0.34	0.08	2.63	2.35	0.97	0.05	2.74	na	na	na	na	na	0.51	2.04	3.19	0.15	2.19	0.74	0.93
Er	1.04	0.24	8.27	7.44	3.19	0.16	7.82	na	na	na	na	na	1.27	6.09	9.68	0.57	6.11	2.36	2.76
Tm	0.19	0.05	1.26	1.14	0.48	0.02	1.21	na	na	na	na	na	0.25	0.95	1.51	0.09	0.96	0.36	0.40
Yb	1.52	0.28	8.74	7.47	3.50	0.28	8.22	na	na	na	na	na	2.01	6.38	10.13	0.84	6.26	2.87	3.04
Lu	0.28	0.04	1.34	1.15	0.51	0.04	1.30	na	na	na	na	na	0.36	0.96	1.53	0.16	0.94	0.40	0.40

Örnek No	S-147	S-148	S-151	S-153	S-187	S-192	S-217	S-218	G-2	G-5	G-9	G-10	S-5	S-45a	S-45b	S-47a	S-47c	S-54	S-180	G-1
	Helete Graniti												Meydan Melanjı graniti							
La	17.7	17.2	6.5	6.2	0.8	8.9	13.5	14.4	11.9	7.5	4.9	4.5	8.1	3.6	5.8	4.3	3.0	4.7	5.3	3.9
Ce	26.0	27.4	13.7	13.8	1.6	17.6	24.7	23.5	34.5	16.1	10.5	10.5	26.8	8.6	14.1	10.0	7.9	10.5	12.7	7.5
Pr	2.82	2.88	1.86	1.86	0.15	2.39	2.45	2.39	5.07	1.85	1.76	1.62	4.35	1.20	2.11	1.50	1.05	1.53	1.84	0.98
Nd	9.5	9.7	7.7	7.8	0.8	11.7	8.8	7.4	25.4	5.5	6.8	8.7	23.5	7.8	11.1	7.4	5.4	7.1	8.8	4.0
Sm	1.85	1.75	2.06	1.95	0.06	2.69	1.50	1.56	7.61	1.86	2.27	2.41	7.83	1.45	2.50	2.06	1.66	1.87	1.80	1.10
Eu	0.63	0.55	0.42	0.49	0.27	0.59	0.38	0.44	1.74	0.57	0.61	0.73	1.40	0.44	0.70	0.78	0.47	0.56	0.47	0.50
Gd	1.99	1.91	2.28	2.43	0.46	4.25	1.71	1.77	10.78	2.42	3.28	3.58	10.25	2.51	3.97	3.56	3.14	3.03	2.81	1.59
Tb	0.33	0.33	0.42	0.41	0.07	0.69	0.32	0.31	2.03	0.40	0.62	0.60	1.94	0.49	0.65	0.66	0.60	0.59	0.55	0.29
Dy	2.10	1.89	2.67	2.66	0.58	4.98	2.58	2.19	13.94	2.59	4.30	3.94	12.30	3.47	4.75	4.43	4.26	4.52	3.75	1.96
Ho	0.45	0.45	0.58	0.57	0.13	1.04	0.53	0.56	3.12	0.58	1.04	0.99	2.83	0.80	1.08	1.01	1.05	1.01	0.77	0.50
Er	1.52	1.37	2.16	1.89	0.40	3.49	1.74	1.78	9.27	1.82	3.38	2.93	8.31	2.41	3.34	3.11	3.17	3.43	2.60	1.22
Tm	0.23	0.24	0.33	0.32	0.03	0.47	0.31	0.31	1.49	0.28	0.53	0.49	1.17	0.38	0.46	0.51	0.47	0.48	0.43	0.24
Yb	1.69	1.74	2.30	2.07	0.38	3.82	2.28	2.30	9.82	2.27	3.76	2.86	7.44	2.58	3.73	3.56	3.39	3.51	3.27	1.86
Lu	0.24	0.28	0.41	0.39	0.04	0.57	0.37	0.31	1.50	0.30	0.61	0.49	1.10	0.41	0.50	0.48	0.53	0.53	0.43	0.29

Çizelge 4.4. Meydan ofiyolitine ait kayaların ana-iz ve nadir toprak element içerikleri

Örnek No	S-164	S-88	S-130	S-163	S-202	S-211	S-213	S-139	S-120	S-235	S-3	S-128	S-185	S-241	N-4	S-125	S-160	S-191
	Gabroyik							Levha dayk										
SiO_2	51.67	48.89	48.57	49.57	48.89	47.27	47.99	54.60	52.76	50.69	53.24	46.54	51.64	55.81	60.69	47.54	46.26	45.42
Al_2O_3	17.67	16.06	13.89	15.92	14.63	19.60	17.91	12.28	14.82	14.53	16.59	16.04	16.95	16.13	12.38	23.56	21.72	17.68
FeO*	11.37	9.39	10.13	11.83	6.71	4.60	4.31	13.73	11.39	10.67	11.47	11.13	9.16	6.94	6.20	3.17	3.97	7.17
MgO	3.43	7.44	8.30	5.45	7.47	7.84	8.18	4.80	4.37	4.05	3.14	8.84	6.10	5.16	6.40	5.13	8.58	10.36
CaO	8.52	12.21	10.61	8.90	8.01	15.83	16.57	3.57	6.66	7.21	7.75	12.29	10.02	7.66	7.69	15.68	15.14	11.34
Na_2O	3.77	2.36	3.12	3.14	5.74	1.49	1.55	3.24	4.17	3.76	3.37	1.41	2.97	2.98	2.83	1.65	1.17	1.77
K_2O	0.30	0.17	0.34	0.47	0.25	0.06	0.04	0.03	0.14	0.10	0.25	0.96	0.76	0.65	0.38	0.14	0.06	0.08
TiO_2	1.19	0.65	0.94	0.80	0.36	0.28	0.27	1.91	1.40	1.44	0.73	0.66	0.73	0.47	0.31	0.11	0.22	0.10
P_2O_5	0.22	0.05	0.06	0.07	0.02	0.01		0.16	0.18	0.13	0.03	0.03	0.06	0.04	0.03		0.02	
MnO	0.24	0.15	0.18	0.20	0.12	0.08	0.08	0.31	0.14	0.14	0.13	0.19	0.17	0.16	0.14	0.07	0.07	0.15
Cr_2O_3	0.002	0.028	0.017	0.007	0.034	0.090	0.088	0.002	0.003		0.003	0.020	0.012		0.040	0.040	0.083	0.011
LOI	1.50	2.40	3.60	3.40	7.60	2.60	2.80	5.20	3.80	7.10	3.20	1.60	1.30	3.80	2.80	2.80	2.50	5.70
Total	99.882	99.798	99.757	99.757	99.834	99.750	99.788	99.832	99.833	99.820	99.903	99.710	99.872	99.800	99.890	99.890	99.793	99.781
Sc	35	49	40	42	43	37	43	32	30	30	42	48	35	40	31	23	23	47
Ba	64	51	180	68	25	64	6	6	20	28	22	66	124	141	54	82	11	73
Co	17.1	28.9	39.1	29.6	26.0	24.5	22.2	38.8	24.5	29.3	29.3	42.0	28.5	14.9	24.5	13.6	24.2	35.6
Cs	0.4	0.5	0.5	0.6	3.4	0.2	0.3			0.6		0.9		1.6	1.4	0.5	0.2	0.4
Ga	18.2	12.8	12.3	14.5	8.0	10.2	10.0	11.7	16.7	14.4	15.4	13.4	14.1	11.8	8.8	12.4	9.8	9.2
Hf	0.7	1.2	1.7	0.4	0.7	0.5	0.2	3.5	3.5	2.3	1.5	0.3	0.9	1.2	1.2	0.1	0.3	
Nb	0.5	0.5	0.4	0.4	0.2			1.3	1.5	1.5	0.7		0.6	0.4	0.5			
Rb	4.6	7.2	7.1	10.6	8.0	1.8	1.0	<0.1	0.7	1.7	3.8	34.6	8.8	18.7	9.8	8.7	1.4	2.1
Sr	361.4	229.7	355.9	237.2	119.9	219.7	162.7	61.0	142.6	173.3	158.3	270.1	149.6	566.5	141.6	245.4	162.5	216.9
Ta	<	<	<	<	<	<	<	<	<	0.1	<	<	<	<	<	<	<	<
Th	<	<	<	<	<	<	<	0.2	0.3	0.3	<	0.4	0.2	0.2	0.4	<	<	<
U	0.3	<	<	0.4	<	<	<	<	0.1	0.2	0.1	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	<	<
V	161	258	253	394	164	156	146	335	305	351	399	365	284	214	167	79	83	131
Zr	18.0	37.3	41.1	15.0	23.1	8.7	6.0	105.3	110.4	78.2	34.4	7.5	36.2	29.8	31.9	7.4	7.6	1.4
Y	22.3	17.8	22.3	16.0	13.4	7.3	6.8	41.9	38.5	25.8	15.3	12.3	16.9	22.7	12.0	6.4	6.7	2.0
Pb	1.5	1.9	0.6	1.3	0.4	0.6	0.3	0.4		1.0	0.6	3.4	0.4	2.3	3.0	0.4	0.5	0.2
Ni	3.7	13.0	28.9	11.6	14.1	25.8	31.6	7.7	6.6	3.8	18.7	14.5	15.7	4.7	5.3	10.1	49.5	29.9
La	3.6	1.5	1.8	2.0	0.9	0.6	0.4	4.5	4.8	4.9	2.1	1.2	2.9	1.9	2.3	1.2	0.4	0.5
Ce	8.5	5.3	4.9	3.9	2.4	1.5	1.3	14.7	14.2	12.0	5.0	2.2	6.8	5.8	5.3	3.0	1.2	0.5
Pr	1.38	0.88	0.93	0.65	0.49	0.28	0.22	2.44	2.57	1.92	0.70	0.43	0.98	0.87	0.76	0.45	0.21	0.04
Nd	6.9	6.0	6.0	3.3	3.5	2.0	0.9	13.9	12.8	9.3	5.9	2.7	4.6	4.3	4.6	2.1	1.4	<
Sm	2.38	1.69	2.00	1.38	1.17	0.63	0.64	4.23	4.47	3.39	1.45	1.03	1.09	1.71	1.14	0.74	0.47	0.12
Eu	1.15	0.67	0.82	0.69	0.43	0.36	0.35	1.31	1.65	1.22	0.59	0.47	0.66	0.51	0.36	0.45	0.27	0.10
Gd	3.58	2.70	3.29	2.22	1.90	1.06	1.04	6.18	6.00	4.20	2.53	1.75	2.25	2.76	1.63	1.02	0.88	0.27
Tb	0.57	0.49	0.57	0.40	0.36	0.18	0.17	1.13	1.05	0.72	0.46	0.33	0.41	0.55	0.28	0.17	0.14	0.04
Dy	3.16	2.95	3.67	2.70	2.61	1.08	1.21	7.99	6.64	4.81	2.66	2.45	2.72	3.51	2.03	1.17	1.10	0.32
Ho	0.80	0.70	0.81	0.58	0.50	0.27	0.25	1.60	1.35	1.00	0.60	0.48	0.61	0.77	0.46	0.28	0.23	0.07
Er	2.52	1.94	2.72	1.61	1.61	0.67	0.73	4.44	4.07	2.99	1.95	1.56	1.83	2.54	1.36	0.70	0.63	0.28
Tm	0.39	0.27	0.39	0.27	0.21	0.11	0.10	0.74	0.61	0.41	0.30	0.21	0.22	0.37	0.23	0.11	0.08	0.04
Yb	2.36	1.71	2.49	1.70	1.44	0.63	0.63	4.57	4.11	2.59	2.08	1.40	1.72	2.21	1.39	0.70	0.63	0.24
Lu	0.39	0.27	0.34	0.27	0.23	0.09	0.09	0.67	0.63	0.39	0.33	0.22	0.24	0.35	0.22	0.09	0.07	0.03

Çizelge 4.5. Meydan ofiyolitini kesen granitlere ait plajiyoklasların mineral kimyası

Örnek No	S-34-1	S-34-2	S-34-3	S-34-4	S-34-5	S-34-6	S-34-7	S-34-8	S-34-9	S-34-10	S-34-11	S-34-12
SiO_2	52,9306	53,4179	54,1387	54,5705	56,1506	55,0895	54,7907	54,9626	54,2434	56,3880	55,0404	55,2725
Al_2O_3	27,7913	27,4975	29,1016	28,6136	28,0713	28,7506	28,6575	28,3053	29,0750	28,1684	29,1203	28,9094
TiO_2	0,0059	0,0119	0,0032	0,0046	0,0109	0,0122	0,0091	0,0097	0,0073	-0,0034	0,0041	0,0119
FeO	0,1250	0,0763	0,0632	0,0890	0,1292	0,1110	0,1093	0,1240	0,1154	0,0587	0,1040	0,0981
MnO	0,0066	-0,0055	0,0102	-0,0001	-0,0035	0,0044	0,0009	0,0114	0,0056	-0,0020	-0,0004	0,0039
MgO	0,0001	0,0031	-0,0027	0,0016	0,0045	-0,0015	-0,0006	0,0019	-0,0003	-0,0002	0,0014	0,0025
CaO	11,6930	11,0893	11,8222	11,1615	10,6122	11,1693	10,8634	10,7917	11,3369	10,2245	11,1513	10,9010
Na_2O	5,4397	5,6523	5,3644	5,6356	6,0605	5,7006	5,8412	5,7256	5,6516	6,3151	5,7324	5,8496
K_2O	0,0598	0,0496	0,0324	0,0308	0,1230	0,0297	0,0395	0,0593	0,0379	0,0391	0,0381	0,0421
Total	98,1006	97,8471	100,5796	100,1258	101,2090	100,9107	100,3491	100,0396	100,5419	101,2382	101,2298	101,1568
Si	2,4292	2,4549	2,4255	2,4516	2,4927	2,4565	2,4531	2,4718	2,4267	2,4978	2,4450	2,4563
Al^{IV}	0,5708	0,5451	0,5745	0,5484	0,5073	0,5435	0,5469	0,5282	0,5733	0,5022	0,5550	0,5437
Al^{VI}	0,9323	0,9442	0,9621	0,9666	0,9614	0,9673	0,9653	0,9719	0,9596	0,9683	0,9694	0,9703
Ti	0,0002	0,0004	0,0001	0,0002	0,0004	0,0004	0,0003	0,0003	0,0002	-0,0001	0,0001	0,0004
FeO	0,0048	0,0029	0,0024	0,0033	0,0048	0,0041	0,0041	0,0047	0,0043	0,0022	0,0039	0,0036
Mn	0,0003	-0,0002	0,0004	0,0000	-0,0001	0,0002	0,0000	0,0004	0,0002	-0,0001	0,0000	0,0001
Mg	0,0000	0,0002	-0,0002	0,0001	0,0003	-0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0002
Ca	0,5749	0,5460	0,5674	0,5372	0,5047	0,5336	0,5211	0,5199	0,5434	0,4852	0,5307	0,5190
Na	0,4840	0,5036	0,4659	0,4908	0,5216	0,4928	0,5070	0,4992	0,4902	0,5423	0,4937	0,5040
K	0,0035	0,0029	0,0019	0,0018	0,0070	0,0017	0,0023	0,0034	0,0022	0,0022	0,0022	0,0024
Z	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Meydan ofiyolitini kesen granitlere ait plajiyoklasların mineral kimyası

Örnek No	S-34-13	S-34-14	S-34-15	S-34-16	S-34-17	S-34-18	S145-1	S145-2	S145-3	S145-4	S145-5	S145-6
SiO_2	53,9617	54,6800	54,6033	54,5776	55,3482	54,7927	56,2277	56,0816	57,2088	64,2949	64,0651	63,3913
Al_2O_3	29,6333	29,1016	29,6407	29,3531	28,0181	28,2148	27,8626	27,8147	26,8421	22,3868	22,1990	22,4722
TiO_2	0,0153	0,0072	0,0087	0,0139	0,0054	0,0093	0,0099	0,0059	0,0042	0,0021	0,0027	-0,0010
FeO	0,1150	0,1841	0,1288	0,1021	0,0695	0,1211	0,3566	0,2588	0,2245	0,1218	0,1321	0,1209
MnO	-0,0073	0,0060	0,0021	-0,0038	0,0071	-0,0050	0,0024	-0,0046	0,0095	-0,0112	0,0001	-0,0036
MgO	0,0028	0,0031	0,0008	0,0057	0,0018	0,0029	0,1651	0,0238	0,0131	-0,0005	0,0011	0,0032
CaO	11,7102	11,5988	11,2588	11,5324	9,9486	10,5658	5,3599	10,1433	8,9719	3,6059	3,6347	4,3403
Na_2O	5,1678	5,4028	5,5837	5,5495	6,2553	5,8441	5,6835	5,9523	6,5598	9,2557	9,5824	9,1387
K_2O	0,0762	0,0966	0,0382	0,0360	0,0575	0,0968	24,0900	0,2629	0,3127	0,9430	0,3742	0,5925
Total	100,7148	101,1485	101,3207	101,2206	99,7553	99,7021	98,1512	100,6434	100,2282	100,6335	100,0188	100,0911
Si	2,4165	2,4374	2,4249	2,4272	2,4865	2,4698	2,0505	2,5069	2,5588	2,8254	2,8275	2,8025
Al^{IV}	0,5835	0,5626	0,5751	0,5728	0,5135	0,5302	0,9495	0,4931	0,4412	0,1746	0,1725	0,1975
Al^{VI}	0,9804	0,9662	0,9762	0,9656	0,9699	0,9686	0,2480	0,9721	0,9737	0,9848	0,9821	0,9733
Ti	0,0005	0,0002	0,0003	0,0005	0,0002	0,0003	0,0003	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000
FeO	0,0043	0,0069	0,0048	0,0038	0,0026	0,0046	0,0109	0,0097	0,0084	0,0045	0,0049	0,0045
Mn	-0,0003	0,0002	0,0001	-0,0001	0,0003	-0,0002	0,0001	-0,0002	0,0004	-0,0004	0,0000	-0,0001
Mg	0,0002	0,0002	0,0001	0,0004	0,0001	0,0002	0,0090	0,0016	0,0009	0,0000	0,0001	0,0002
Ca	0,5618	0,5539	0,5357	0,5494	0,4788	0,5102	0,2094	0,4858	0,4299	0,1698	0,1719	0,2056
Na	0,4487	0,4669	0,4807	0,4785	0,5448	0,5107	0,4018	0,5158	0,5688	0,7885	0,8199	0,7833
K	0,0044	0,0055	0,0022	0,0020	0,0033	0,0056	1,1206	0,0150	0,0178	0,0529	0,0211	0,0334
Z	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Meydan ofiyolitini kesen granitlere ait plajiyoklasların mineral kimyası

Örnek No	S145-7	S145-8	S145-9	S145-10	S-192-1	S-192-2	S-192-3	S-192-4	S-192-5	S-192-6	S-192-7	S-192-8
SiO_2	57,5138	64,0680	56,2515	66,5311	52,2541	68,3485	67,2998	67,8288	61,4877	67,6483	67,5419	66,7267
Al_2O_3	26,9303	22,5284	27,7571	20,8314	22,7392	19,4946	19,8082	19,7166	17,3200	20,2514	20,0802	19,3596
TiO_2	0,0068	0,0077	0,0071	0,0009	0,0590	0,0033	-0,0013	0,0049	0,0017	-0,0036	-0,0003	-0,0008
FeO	0,2227	0,1168	0,2522	0,0122	3,0456	0,0321	0,0121	0,1721	0,0143	0,0130	0,1075	0,0716
MnO	0,0063	-0,0076	0,0012	0,0057	0,0529	-0,0019	0,0093	0,0107	0,0054	0,0150	0,0052	0,0242
MgO	0,0107	0,0059	0,0174	-0,0005	0,0331	0,0011	-0,0011	0,0018	-0,0017	-0,0001	0,0155	0,0023
CaO	9,1812	3,7817	10,4847	1,4342	10,8400	0,1870	0,2197	0,1579	0,2368	0,4538	0,3887	0,3061
Na_2O	6,5593	9,5748	5,9001	11,0873	6,5478	11,6780	11,7423	11,6000	10,2793	11,3740	11,2879	11,7203
K_2O	0,3013	0,4185	0,2330	0,1287	0,0610	0,0284	0,0355	0,0237	0,0459	0,0332	0,3231	0,0297
Total	100,8372	100,5145	100,9715	100,0592	95,7143	99,8467	99,1985	99,5517	89,4609	99,8443	100,0895	98,2762
Si	2,5584	2,8132	2,5073	2,9106	2,4620	2,9917	2,9594	2,9772	3,0095	2,9641	2,9614	2,9600
Al^{IV}	0,4416	0,1868	0,4927	0,0894	0,5380	0,0083	0,0406	0,0228	-0,0095	0,0359	0,0386	0,0400
Al^{VI}	0,9702	0,9790	0,9654	0,9846	0,7246	0,9974	0,9859	0,9971	1,0086	1,0098	0,9990	0,9721
Ti	0,0002	0,0003	0,0002	0,0000	0,0021	0,0001	0,0000	0,0002	0,0001	-0,0001	0,0000	0,0000
FeO	0,0083	0,0043	0,0094	0,0004	0,1200	0,0012	0,0004	0,0063	0,0006	0,0005	0,0039	0,0027
Mn	0,0002	-0,0003	0,0000	0,0002	0,0021	-0,0001	0,0003	0,0004	0,0002	0,0006	0,0002	0,0009
Mg	0,0007	0,0004	0,0012	0,0000	0,0023	0,0001	-0,0001	0,0001	-0,0001	0,0000	0,0010	0,0002
Ca	0,4375	0,1779	0,5007	0,0672	0,5472	0,0088	0,0104	0,0074	0,0124	0,0213	0,0183	0,0145
Na	0,5657	0,8151	0,5099	0,9404	0,5981	0,9910	1,0010	0,9871	0,9754	0,9662	0,9595	1,0080
K	0,0171	0,0234	0,0132	0,0072	0,0037	0,0016	0,0020	0,0013	0,0029	0,0019	0,0181	0,0017
Z	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Meydan ofiyolitini kesen granitlere ait plajiyoklasların mineral kimyası

Örnek No	S-192-9	S-192-10	S-192-11	S-192-12
SiO_2	65,4518	64,0800	66,6883	66,7911
Al_2O_3	20,0621	18,1184	20,1443	19,5116
TiO_2	-0,0016	-0,0196	0,0049	0,0004
FeO	0,0299	0,1641	0,1102	0,0644
MnO	0,0116	0,0022	0,0210	0,0081
MgO	-0,0013	-0,0009	0,0026	-0,0012
CaO	11,3740	0,0480	0,1737	0,1878
Na_2O	11,1754	5,4788	11,7751	12,2343
K_2O	0,0753	8,4534	0,4993	0,0272
Total	98,0544	104,7966	99,9794	98,9042
Si	2,6591	2,9941	2,9199	2,9346
Al^{IV}	0,3409	0,0059	0,0801	0,0654
Al^{VI}	0,6196	0,9917	0,9593	0,9449
Ti	0,0000	-0,0007	0,0002	0,0000
FeO	0,0010	0,0064	0,0040	0,0024
Mn	0,0004	0,0001	0,0008	0,0003
Mg	-0,0001	-0,0001	0,0002	-0,0001
Ca	0,4950	0,0024	0,0081	0,0088
Na	0,8802	0,4963	0,9995	1,0421
K	0,0039	0,5038	0,0279	0,0015
Z	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Meydan ofiyolitini kesen granitlere ait ortoklazların mineral kimyası

Ort	S145-1	S145-4	S-192-20	S-192-21	S145-5	S145-6	S145-7	S145-8
SiO^2	65,6604	65,1602	63,7435	63,5910	64,2010	65,3179	63,1874	67,2965
Al^2O^3	19,6070	18,8714	17,8867	18,2743	19,5944	19,3346	18,4171	20,4763
TiO^2	-0,0049	-0,0087	-0,0235	-0,0171	-0,1743	-0,1088	-0,0220	0,0024
FeO	0,0294	0,0273	0,0552	0,0290	0,1894	0,0763	0,1474	0,1296
MnO	0,0004	0,0009	0,0215	0,0046	0,0186	-0,0031	0,0010	0,0025
MgO	-0,0049	0,0027	0,0001	0,0003	-0,0022	-0,0026	0,0024	-0,0031
CaO	0,2574	0,0364	0,0407	0,0388	0,1651	0,0956	0,0348	0,8079
Na^2O	8,3099	0,4780	0,5826	0,5525	3,2228	2,6293	0,3304	11,4133
K^2O	6,0289	16,2061	15,8333	15,7725	12,2539	13,3005	16,4087	0,2315
Total	99,9440	100,8378	113,9645	113,9887	100,3841	101,2390	98,6523	100,3685
Si	2,9090	2,9874	3,0000	2,9890	2,9345	2,9624	2,9634	2,9304
Al^{IV}	0,0910	0,0126	0,0000	0,0110	0,0655	0,0376	0,0366	0,0696
Al^{VI}	0,9327	1,0070	0,9921	1,0013	0,9900	0,9958	0,9814	0,9812
FeO	-0,0002	-0,0003	-0,0008	-0,0006	-0,0060	-0,0037	-0,0008	0,0001
Mn	0,0011	0,0010	0,0022	0,0011	0,0072	0,0029	0,0058	0,0047
Mg	-0,0003	0,0002	0,0000	0,0000	-0,0001	-0,0002	0,0002	-0,0002
Ca	0,0122	0,0018	0,0021	0,0020	0,0081	0,0046	0,0017	0,0377
Na	0,7137	0,0425	0,0532	0,0503	0,2856	0,2312	0,0300	0,9635
K	0,3407	0,9478	0,9505	0,9457	0,7145	0,7695	0,9816	0,0129
Total	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır.

Çizelge 4.5. Helete volkaniklerini kesen granitlere ait plajiyoklasların mineral kimyası

Örnek No	S-153-2	S-153-3	S-153-4	S-153-5	S-153-6	S-153-7	S-153-8	S-153-9	S-153-11	S-153-12	S-153-13	S-153-14	S153-15
SiO_2	60,6927	58,4283	63,6467	63,438	61,8034	62,1023	63,2794	61,6278	62,3258	62,5947	62,8125	63,7645	62,4709
Al_2O_3	24,5475	25,8654	23,1965	22,8824	23,2395	24,224	23,0521	25,09	23,7471	23,337	23,4449	22,8311	23,9097
TiO_2	0,0032	-0,0031	0,006	0,0015	0,0014	0,0012	0,0031	0,0059	0,008	0,0047	-0,0012	0,0071	0,003
FeO	0,0817	0,0642	0,0989	0,0967	0,0935	0,0599	0,0563	0,0892	0,0782	0,0961	0,0816	0,0904	0,1024
MnO	0,0077	0,0051	0,0007	0,0062	0,0001	-0,0061	0,0079	-0,012	0,0064	-0,0084	-0,0029	-0,0016	-0,0017
MgO	0,0004	0,0002	-0,0008	0,0008	0,002	0,0201	-0,0022	-0,0012	-0,0001	-0,0013	0,0012	-0,0027	0,0002
CaO	5,5894	7,4021	4,3523	3,7648	4,3056	3,4693	4,1914	5,6488	4,6588	4,7266	4,2563	4,1932	4,9676
Na_2O	8,9892	7,7076	9,5853	9,6165	9,327	9,3993	9,6358	6,9883	9,1714	9,4857	9,7228	9,7348	9,093
K_2O	0,2264	0,1975	0,2308	0,4536	0,4211	0,2648	0,157	0,2466	0,1884	0,3148	0,1892	0,1337	0,4552
Total	100,1959	99,7066	101,1381	100,2894	99,2245	99,5619	100,4154	99,7376	100,2268	100,5762	100,5498	100,8002	101,06
Si	2,68	2,61	2,78	2,79	2,75	2,75	2,78	2,77	2,75	2,74	2,75	2,79	2,73
Al^{IV}	0,32	0,39	0,22	0,21	0,25	0,25	0,22	0,23	0,25	0,26	0,25	0,21	0,27
Al^{VI}	0,95	0,97	0,97	0,97	0,96	1,01	0,97	1,10	0,98	0,95	0,96	0,97	0,97
Ti	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
FeO	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
Mn	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
Mg	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
Ca	0,26	0,35	0,20	0,18	0,20	0,16	0,20	0,27	0,22	0,22	0,20	0,20	0,23
Na	0,77	0,67	0,81	0,82	0,80	0,81	0,82	0,61	0,78	0,81	0,83	0,83	0,77
K	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03
Z	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Helete volkaniklerini kesen granitlere ait plajiyoklasların mineral kimyası

Örnek No	S-153-16	S-153-17	S-153-18	S-153-19	S-153-20	S-153-21	S-153-22	S-153-23	S-153-24	S-153-25	S-153-27	S-153-28	S153-29
SiO_2	63,692	68,0316	63,3103	62,825	64,0134	63,3764	64,0099	65,9996	62,3917	63,8347	66,4089	62,8013	64,3316
Al_2O_3	23,0468	24,9678	23,1897	23,271	22,6322	22,8828	22,9798	22,6265	23,4736	22,6652	21,5267	20,1025	18,8814
TiO_2	-0,0032	0,0111	-0,0006	0,0069	0,0024	0,0045	0,0016	0,0031	0,0036	0,0076	-0,0011	-0,0299	-0,0369
FeO	0,0849	0,0833	0,0891	0,1041	0,1067	0,096	0,0922	0,0647	0,1098	0,112	0,1366	0,0746	0,0734
MnO	-0,0016	0,0027	0,0049	0,0046	0,0036	0,0008	0,007	-0,01	-0,0165	-0,0175	-0,0032	0,0071	0,0054
MgO	0,0012	0,0001	0,0003	0,0021	-0,0017	-0,0033	-0,0018	0,0007	-0,003	-0,0008	0,0075	0,0067	-0,0008
CaO	4,4268	4,5346	4,3607	4,4184	3,8582	4,088	4,015	3,3994	4,3391	4,0788	1,3934	0,8448	0,5323
Na_2O	9,6762	1,9006	9,3089	9,6012	9,9434	9,8532	9,3178	8,3333	9,088	9,7065	11,2103	0,7102	2,0002
K2O	0,1872	0,1153	0,2998	0,3231	0,3504	0,1707	0,3224	0,1095	0,4047	0,2954	0,3406	15,3566	13,9328
Total	101,1368	99,688	100,5746	100,6034	100,9547	100,5112	100,8068	100,5488	99,8155	100,7313	101,0535	100,0703	99,9598
Si	2,78	3,20	2,78	2,75	2,79	2,78	2,81	2,93	2,76	2,80	2,87	2,90	2,96
Al^{IV}	0,22	-0,20	0,22	0,25	0,21	0,22	0,19	0,07	0,24	0,20	0,13	0,10	0,04
Al^{VI}	0,96	1,59	0,98	0,95	0,96	0,96	1,00	1,11	0,99	0,96	0,97	0,99	0,98
Ti	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
FeO	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
Mn	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
Mg	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
Ca	0,21	0,23	0,21	0,21	0,18	0,19	0,19	0,16	0,21	0,19	0,06	0,04	0,03
Na	0,82	0,17	0,79	0,82	0,84	0,84	0,79	0,72	0,78	0,82	0,94	0,06	0,18
K	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,90	0,82
Z	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Helete volkaniklerini kesen granitlere ait plajiyoklasların mineral kimyası

Örnek No	S-153-30	S-151-1	S-151-2	S-151-3	S-151-4	S-151-5	S-151-6	S-151-7	S-151-8	S151-10	S151-11	S151-12	S151-13
SiO_2	60,9577	65,9873	63,5391	62,6909	57,9572	62,8486	62,7992	62,3845	61,6878	62,695	61,2271	62,6536	62,9495
Al_2O_3	21,9576	20,5666	22,4212	23,1013	26,0435	22,3348	21,8885	22,722	23,2694	22,2925	23,0522	22,2336	22,315
TiO_2	-0,0226	0,0009	0,0019	0,0037	-0,0117	-0,0056	-0,0002	-0,0002	0,0021	-0,0023	0,0056	0,0058	0,007
FeO	11018	0,0206	0,1131	0,1037	0,3892	0,0948	0,0837	0,1016	0,0876	0,1103	0,0871	0,0972	0,1023
MnO	0,0345	0,0063	-0,0001	-0,0012	0,0053	0,0173	0,0047	-0,0082	0,0131	-0,0124	-0,0102	-0,0053	-0,0121
MgO	0,4216	0,0016	-0,001	-0,001	0,1154	0,0003	-0,0017	0,0014	0,0014	0,0056	-0,0002	0,0011	0,0089
CaO	0,1839	1,6785	3,7539	4,5291	5,316	4,0255	3,5634	4,2314	44,152	3,1876	4,6001	4,1007	3,8703
Na_2O	1,2103	11,1384	9,423	9,0119	7,0196	9,7591	9,8679	9,1161	9,3598	9,8231	9,2034	9,2697	9,0047
K_2O	14,0059	0,0835	0,3794	0,4055	2,0247	0,2693	0,2123	0,2386	0,2525	0,4592	0,2409	0,473	0,4445
Total	100,2455	99,5778	100,0262	100,2898	100,9355	99,6376	98,6482	99,0608	99,3665	99,0626	98,6872	99,3409	99,1541
Si	0,03	2,90	2,82	2,78	2,61	2,78	2,81	2,79	1,99	2,80	2,74	2,80	2,82
Al^{IV}	2,97	0,10	0,18	0,22	0,39	0,22	0,19	0,21	1,01	0,20	0,26	0,20	0,18
Al^{VI}	-2,95	0,97	0,99	0,98	0,99	0,95	0,96	0,99	-0,12	0,97	0,96	0,97	1,00
Ti	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
FeO	4,94	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn	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
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,00	0,08	0,18	0,21	0,26	0,19	0,17	0,20	1,53	0,15	0,22	0,20	0,19
Na	0,00	0,95	0,81	0,77	0,61	0,84	0,85	0,79	0,59	0,85	0,80	0,80	0,78
K	0,01	0,00	0,02	0,02	0,12	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,03	0,03
Z	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Helete volkaniklerini kesen granitlere ait plajiyoklasların mineral kimyası

.

Örnek No	S-151-14	S-151-15	S-151-16	S-151-17	S-151-18	G-5-1	G-5-3	G-5-4	G-5-6	G-5-7	G-5-8	G-5-9	G-5-10
SiO_2	63,2134	61,0764	62,3527	63,9062	62,8282	62,4165	55,6094	54,7588	58,6985	58,2431	61,5974	64,5466	61,2703
Al_2O_3	22,0958	23,6316	22,3859	22,9247	22,9466	19,7134	22,6922	22,4388	19,8189	21,8074	24,3135	22,5857	24,107
TiO_2	0,0027	0,0043	0,0017	-0,0004	0,0086	-0,0012	-0,0019	-0,0003	0,0016	0,0177	0,0034	-0,0037	0,003
FeO	0,106	0,0788	0,0849	0,0952	0,0756	0,0333	0,0766	0,0418	0,1061	0,113	0,0179	0,0385	0,0921
MnO	0,0095	-0,0105	0,0051	-0,009	0,0027	-0,0058	-0,0011	-0,0042	0,0177	-0,003	0,0079	-0,0014	-0,0085
MgO	-0,001	0,0034	-0,0014	-0,0007	-0,001	0,0053	0,0094	0,0035	0,0035	0,0097	0,0031	0,0008	0,0045
CaO	3,9401	5,3154	4,2885	3,6502	4,4806	1,0704	3,203	5,2497	2,2203	4,3193	5,3329	3,5436	5,5273
Na_2O	9,2606	8,5921	9,2935	9,6991	9,3341	10,9553	9,8471	8,8889	9,6853	9,2066	8,5807	9,7053	8,4483
K_2O	0,4022	0,1713	0,2252	0,2798	0,2791	0,0926	0,0788	0,0871	0,113	0,0711	0,0563	0,0541	0,1921
Total	99,4698	99,0558	98,8921	100,8392	100,2568	94,376	91,6425	91,6033	90,8337	93,88	99,9974	100,5786	99,8755
Si	2,82	2,74	2,79	2,80	2,78	2,88	2,65	2,63	2,84	2,73	2,73	2,83	2,73
Al^{IV}	0,18	0,26	0,21	0,20	0,22	0,12	0,35	0,37	0,16	0,27	0,27	0,17	0,27
Al^{VI}	0,98	0,99	0,97	0,99	0,97	0,96	0,92	0,90	0,97	0,94	1,00	1,00	0,99
Ti	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
FeO	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
Mn	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
Mg	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
Ca	0,19	0,26	0,21	0,17	0,21	0,05	0,16	0,27	0,11	0,22	0,25	0,17	0,26
Na	0,80	0,75	0,81	0,82	0,80	0,98	0,91	0,83	0,91	0,84	0,74	0,83	0,73
K	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
Z	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Helete volkaniklerini kesen granitlere ait plajiyoklasların mineral kimyası

Örnek No	G-5-12	G-5-13	G-5-14	G-5-15	G-5-16	G-5-17	G-5-18	G-5-20
SiO_2	60,3468	62,0438	57,9772	59,747	54,8349	60,0686	60,6976	56,4952
Al_2O_3	23,9903	23,9138	23,4822	25,1743	21,3964	17,5428	18,1711	16,6299
TiO_2	0,0011	0,0108	0,0037	0,0063	0,0096	0,0073	0,0027	-0,0019
FeO	0,1493	0,1423	0,1016	0,0598	0,1742	0,0922	0,3701	0,0137
MnO	0,0029	0,0062	-0,0191	0,0033	-0,0122	0,0058	0,0113	0,0061
MgO	0,001	0,0006	-0,002	0,001	0,001	0,0301	0,0704	0,0155
CaO	5,3833	5,1988	5,8604	6,8998	47,269	8,6583	8,7498	8,3902
Na_2O	8,673	8,6191	8,3306	7,7603	9,2713	0,942	0,4751	1,2624
K_2O	0,0647	0,0587	0,0584	0,0504	0,0531	0,0871	0,0442	0,0387
Total	98,6913	100,0943	95,8817	99,787	90,5563	87,533	88,6503	82,9256
Si	2,71	2,75	2,68	2,67	1,84	3,26	3,27	3,22
Al^{IV}	0,29	0,25	0,32	0,33	1,16	-0,26	-0,27	-0,22
Al^{VI}	0,98	1,00	0,96	0,99	-0,31	1,38	1,42	1,34
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Ca	0,26	0,25	0,29	0,33	1,70	0,50	0,50	0,51
Na	0,75	0,74	0,75	0,67	0,60	0,10	0,05	0,14
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Z	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Meydan ofiyolitini kesen granitlere ait kayaların amfibol kimyası.

Örnek No	S-34-1	S-34-2	S-34-4	S-34-6	S-34-7	S-34-8	S-34-9	S-34-10	S-34-11	S-34-12	S-34-13	S-34-14	S-34-15
SiO_2	45,9218	46,7789	46,4738	46,3070	46,1905	44,5159	46,3788	45,8217	46,7784	45,4062	45,5850	48,2526	47,3960
Al_2O_3	9,1606	8,8264	8,7402	8,9807	8,8408	10,0727	8,8171	8,6702	8,2002	8,6495	8,6248	7,3127	7,9469
TiO_2	1,0897	1,5586	1,5114	1,2123	1,2576	1,2338	1,2999	1,3942	1,1255	1,3102	1,2575	0,4272	1,4971
FeO	14,3303	15,5184	14,5554	15,2939	14,6554	17,0171	15,1404	15,1045	14,8308	15,3456	15,4127	15,8038	14,1388
Cr_2O_3	-0,0073	-0,0030	-0,0036	-0,0001	0,0115	-0,0003	-0,0052	0,0026	-0,0012	0,0039	-0,0009	-0,0032	0,0111
MnO	0,3982	0,3658	0,4364	0,4470	0,4353	0,3561	0,3988	0,3910	0,3715	0,4550	0,4338	0,3628	0,3626
MgO	13,7103	12,9594	13,5909	13,6697	13,5057	11,4767	12,3335	13,1402	13,6423	12,9138	12,9114	13,2136	14,0539
CaO	11,2328	11,3918	11,2590	10,5732	11,3994	11,4924	11,8173	11,4564	11,4330	11,0068	11,3945	11,8206	11,3067
Na_2O	0,9950	0,7263	1,1117	0,9251	1,1349	0,8206	0,8226	1,2206	1,1371	1,1557	1,0636	0,7122	1,1661
K_2O	0,4067	0,2938	0,4497	0,4285	0,4059	0,5820	0,4718	0,4827	0,4026	0,4760	0,4546	0,1979	0,3731
Total	97,4140	98,6576	98,3035	97,9832	98,0415	97,8368	97,6780	97,9058	98,1377	96,9159	97,3451	98,2461	98,4796
Si	7,08	7,14	7,11	7,11	7,10	6,95	7,16	7,08	7,18	7,09	7,09	7,39	7,21
Al^{IV}	0,92	0,86	0,89	0,89	0,90	1,05	0,84	0,92	0,82	0,91	0,91	0,61	0,79
Al^{VI}	0,74	0,73	0,68	0,73	0,70	0,80	0,77	0,66	0,66	0,68	0,67	0,71	0,64
Ti	0,13	0,18	0,17	0,14	0,15	0,14	0,15	0,16	0,13	0,15	0,15	0,05	0,17
Fe^{2+}	1,85	1,98	1,86	1,96	1,88	2,22	1,95	1,95	1,90	2,00	2,00	2,02	1,80
Cr	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
Mn	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05
Mg	3,15	2,95	3,10	3,13	3,09	2,67	2,84	3,03	3,12	3,00	2,99	3,02	3,19
Ca	1,86	1,86	1,85	1,74	1,88	1,92	1,95	1,90	1,88	1,84	1,90	1,94	1,84
Na	0,30	0,21	0,33	0,28	0,34	0,25	0,25	0,37	0,34	0,35	0,32	0,21	0,34
K	0,08	0,06	0,09	0,08	0,08	0,12	0,09	0,10	0,08	0,09	0,09	0,04	0,07
Total	16,15	16,02	16,14	16,12	16,17	16,17	16,06	16,20	16,16	16,19	16,18	16,03	16,11
Mg/(Fe+Mg)	0,63	0,60	0,62	0,61	0,62	0,55	0,59	0,61	0,62	0,60	0,60	0,60	0,64

İyon numaralarının hesaplanmasında 24 (O) baz alınmıştır.

Çizelge 4.6. Meydan ofiyolitini kesen granitlere ait kayaların amfibol kimyası.

Örnek No	S-34-16	S-34-17	S-34-18	S145-3	S145-4	S145-7	S145-8
SiO_2	46,0185	46,9872	46,1674	40,5964	48,5531	46,9320	46,6697
Al_2O_3	8,1048	8,1840	8,9366	13,4143	7,1077	6,3268	6,5248
TiO_2	1,5677	1,2637	1,1919	0,7677	1,4987	1,3048	1,3414
FeO	14,2731	15,4157	15,9880	15,2514	16,1430	17,2404	19,5713
Cr_2O_3	-0,0047	0,0098	-0,0022	-0,0080	0,0005	-0,0001	-0,0031
MnO	0,3793	0,3964	0,4185	0,3482	0,4052	0,4385	0,6226
MgO	14,1408	13,0995	12,8495	8,8860	13,7275	12,6440	11,0469
CaO	11,3095	11,7503	11,2693	10,4736	10,9227	11,0637	10,7692
Na_2O	1,2764	0,8116	1,1905	1,1722	1,6520	1,4950	1,6069
K_2O	0,3479	0,3695	0,4963	0,2845	0,3530	0,3042	0,4054
Total	97,6394	98,4885	98,7308	91,6783	100,8990	98,2740	99,1382
Si	7,10	7,20	7,09	6,72	7,29	7,31	7,29
Al^{IV}	0,90	0,80	0,91	1,28	0,71	0,69	0,71
Al^{VI}	0,57	0,67	0,70	1,34	0,55	0,47	0,49
Ti	0,18	0,15	0,14	0,10	0,17	0,15	0,16
Fe^{2+}	1,84	1,97	2,05	2,11	2,03	2,24	2,56
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,08
Mg	3,25	2,99	2,94	2,19	3,07	2,93	2,57
Ca	1,87	1,93	1,85	1,86	1,76	1,85	1,80
Na	0,38	0,24	0,35	0,38	0,48	0,45	0,49
K	0,07	0,07	0,10	0,06	0,07	0,06	0,08
Total	16,21	16,08	16,19	16,09	16,18	16,22	16,23
Mg/(Fe+Mg)	0,64	0,60	0,59	0,51	0,60	0,57	0,50

İyon numaralarının hesaplanmasında 24 (O) baz alınmıştır.

Çizelge 4.7. Helete volkaniklerini kesen granitlere ait biyotitlerin mineral kimyası

Örnek No	S-153-1	S-153-2	S-153-3	S-153-4	S-153-5	S-153-6	S-153-7	S-153-8	S-153-9	S-153-11	S-153-12	S-153-13	S-153-14
SiO_2	27,1553	27,3134	26,068	35,0031	35,2982	33,8431	33,8728	33,1053	35,633	32,9979	28,6064	30,5186	29,0595
TiO_2	2,8895	2,8834	1,8959	1,4903	3,8134	4,0602	3,7267	3,2978	3,4837	3,0724	2,0917	3,059	2,906
Al_2O_3	16,6389	15,7913	16,8961	14,3455	14,7345	14,8489	14,4266	14,943	14,5498	14,9984	16,5432	16,1305	16,4094
FeO	22,0196	23,2348	21,0852	21,2651	20,6816	21,7706	21,8856	21,9297	21,5194	22,0458	22,1262	21,4022	22,1105
MnO	4,3539	6,7576	6,0157	1,1901	1,0677	1,4141	1,3655	1,5137	0,9396	1,3344	3,5849	3,5552	3,7419
MgO	12,9412	11,8546	13,145	10,1491	11,2158	10,5502	10,7699	11,7145	10,8256	11,5965	13,0503	12,4753	12,2181
Na_2O	0,0587	0,0638	-0,0219	0,1045	0,0886	0,058	0,0858	0,036	0,0773	0,0852	0,0528	0,0909	0,0319
K_2O	0,6299	0,7965	0,0845	7,884	8,2163	7,541	6,6226	5,6867	9,0054	6,8443	1,8343	2,9404	1,8335
Total	87,1519	89,0808	85,3018	92,1736	95,7152	94,5867	93,3374	92,8225	96,6676	93,5700	88,2934	90,6995	88,8238
Si	4,5983	4,6125	4,5082	5,6350	5,4448	5,3167	5,3738	5,2650	5,4830	5,2441	4,7743	4,9506	4,8224
Ti	0,3680	0,3662	0,2466	0,1804	0,4424	0,4797	0,4446	0,3944	0,4032	0,3672	0,2626	0,3732	0,3627
Al^{IV}	3,4017	3,3875	3,4918	2,3650	2,5552	2,6833	2,6262	2,7350	2,5170	2,7559	3,2257	3,0494	3,1776
Al^{VI}	-0,0811	-0,2445	-0,0480	0,3569	0,1235	0,0660	0,0712	0,0659	0,1216	0,0534	0,0284	0,0345	0,0318
FeO	3,1182	3,2814	3,0495	2,8629	2,6679	2,8602	2,9036	2,9166	2,7691	2,9300	3,0882	2,9034	3,0685
Mn	0,6245	0,9666	0,8812	0,1623	0,1395	0,1882	0,1835	0,2039	0,1225	0,1796	0,5068	0,4885	0,5260
Mg	3,2662	2,9839	3,3883	2,4353	2,5786	2,4704	2,5467	2,7769	2,4828	2,7469	3,2464	3,0163	3,0221
Ca	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Na	0,0193	0,0209	-0,0073	0,0326	0,0265	0,0177	0,0264	0,0111	0,0231	0,0263	0,0171	0,0286	0,0103
K	0,1361	0,1716	0,0186	1,6190	1,6167	1,5112	1,3402	1,1537	1,7676	1,3875	0,3905	0,6084	0,3881
Total	15,4511	15,5460	15,5289	15,6494	15,5951	15,5933	15,5162	15,5225	15,6899	15,6909	15,5399	15,4528	15,4094

İyon numaralarının hesaplanmasında 22 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Helete volkaniklerini kesen granitlere ait biyotitlerin mineral kimyası

Örnek No	S-153-15	S-153-16	S-153-17	S-153-18	S-153-19	S-153-20	s-151-1	s-151-2
SiO_2	31,6122	35,636	28,2812	31,5232	30,6178	33,2937	38,5111	35,5986
TiO_2	2,3847	3,5891	3,0755	3,5634	3,5213	3,8034	1,9415	2,7177
Al_2O_3	16,677	14,6044	16,2614	15,597	14,3844	14,8215	25,7363	25,1593
FeO	23,5965	21,1113	22,4066	22,0235	20,9707	20,143	14,0948	16,4161
MnO	1,0075	0,8281	4,0833	1,3528	2,5076	1,4512	0,1907	0,1919
MgO	12,6098	10,415	12,5535	11,6437	9,8579	10,3239	5,0631	6,9864
Na_2O	0,1307	0,0848	0,013	0,0769	0,1223	0,0633	0,1444	0,1059
K_2O	4,406	9,598	1,083	4,7241	3,6789	5,9129	5,3589	4,5583
Total	92,8308	96,5133	88,1318	90,9252	86,1887	90,2968	91,1164	91,8314
Si	5,0174	5,4989	4,7297	5,0999	5,2305	5,3935	5,7056	5,3249
Ti	0,2847	0,4165	0,3868	0,4336	0,4524	0,4634	0,2163	0,3057
Al ^{IV}	2,9826	2,5011	3,2703	2,9001	2,7695	2,6065	2,2944	2,6751
Al ^{VI}	0,1369	0,1549	-0,0650	0,0738	0,1266	0,2233	2,1994	1,7603
FeO	3,1320	2,7243	3,1338	2,9797	2,9959	2,7288	1,7463	2,0535
Mn	0,1354	0,1082	0,5784	0,1854	0,3628	0,1991	0,0239	0,0243
Mg	2,9830	2,3954	3,1292	2,8077	2,5101	2,4928	1,1180	1,5576
Ca	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Na	0,0402	0,0254	0,0042	0,0241	0,0405	0,0199	0,0415	0,0307
K	0,8920	1,8892	0,2310	0,9749	0,8017	1,2219	1,0128	0,8698
Total	15,6043	15,7139	15,3984	15,4791	15,2901	15,3491	14,3583	14,6019

İyon numaralarının hesaplanmasında 22 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Meydan ofiyolitini kesen granitlere ait biyotitlerin mineral kimyası

Örnek No	S145-1	S145-2	S145-3	S145-4	S145-5	S145-6	S145-7	S145-9	S145-10	S-192-1	S-192-2	S-192-6	S-192-7
SiO_2	34,2465	35,8207	30,5782	31,2131	31,1154	35,1384	28,9811	33,6504	33,5654	27,7642	32,0093	32,2611	32,4233
TiO_2	3,9572	3,2484	1,011	1,6146	1,6617	3,219	1,1582	2,9756	3,2785	0,1758	3,9783	3,8163	3,1509
Al_2O_3	13,7847	13,0317	15,0361	15,6906	15,2955	13,7627	15,9209	13,3537	14,7801	16,2825	14,0446	14,6199	14,7565
FeO	27,4528	26,076	27,9886	26,7567	27,3137	26,2353	29,0732	27,0904	26,3058	24,9705	21,0029	19,3581	19,6606
MnO	0,5542	0,6636	0,645	0,5444	0,5612	0,6057	0,7913	0,5954	0,6034	0,4808	0,5039	0,5276	0,5757
MgO	7,1418	7,9837	11,0811	10,7349	10,9537	7,7557	12,5516	8,0273	8,0454	15,784	13,3788	14,334	14,8829
Na_2O	0,0823	0,0484	0,0715	0,0387	0,0248	0,1006	0,0048	0,0227	0,0487	0,0808	0,1209	0,1366	0,1783
K_2O	9,1529	9,0488	3,8948	4,0888	4,2899	9,2005	1,1037	7,1698	7,4745	0,047	4,6289	4,2893	3,9533
Z	97,0642	96,7066	90,7019	91,0901	91,6615	96,831	89,9302	93,4919	94,6604	85,6566	90,2529	90,1099	90,3617
Si	5,4279	5,6430	5,0855	5,1216	5,1019	5,5444	4,8210	5,4796	5,3702	4,7166	5,1843	5,1815	5,1885
Ti	0,4717	0,3849	0,1265	0,1993	0,2049	0,3820	0,1449	0,3644	0,3945	0,0225	0,4846	0,4610	0,3792
Al ^{IV}	2,5721	2,3570	2,9145	2,8784	2,8981	2,4556	3,1790	2,5204	2,6298	3,2834	2,8157	2,8185	2,8115
Al ^{VI}	0,0029	0,0625	0,0328	0,1560	0,0577	0,1038	-0,0576	0,0424	0,1571	-0,0233	-0,1347	-0,0511	-0,0284
FeO	3,6388	3,4353	3,8927	3,6716	3,7453	3,4619	4,0445	3,6891	3,5196	3,5475	2,8448	2,6001	2,6311
Mn	0,0744	0,0885	0,0909	0,0757	0,0779	0,0809	0,1115	0,0821	0,0818	0,0692	0,0691	0,0718	0,0780
Mg	1,6872	1,8746	2,7469	2,6254	2,6770	1,8240	3,1121	1,9483	1,9186	3,9966	3,2297	3,4314	3,5498
Na	0,0253	0,0148	0,0231	0,0123	0,0079	0,0308	0,0015	0,0072	0,0151	0,0266	0,0380	0,0425	0,0553
K	1,8505	1,8184	0,8263	0,8558	0,8973	1,8519	0,2342	1,4893	1,5255	0,0102	0,9563	0,8788	0,8070
Z	15,7508	15,6790	15,7391	15,5960	15,6679	15,7352	15,5912	15,6228	15,6121	15,6493	15,4878	15,4345	15,4719

İyon numaralarının hesaplanmasında 22 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, Feo olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Meydan ofiyolitini kesen granitlere ait biyotitlerin mineral kimyası

Örnek No	S-192-8	S-192-9	S-192-14	S-192-15	S-192-16	S-192-18	S-192-19	S-192-22	S-192-23	S-192-26	S-192-27	S-192-28	S-192-29
SiO_2	32,1237	34,38	28,1605	30,7846	32,2627	33,7428	27,8638	32,5587	32,7205	30,9139	31,0764	28,2325	30,7675
TiO_2	3,349	3,8445	3,4317	3,1513	4,0223	3,827	1,0178	4,7517	3,6655	3,8672	3,7409	1,3737	3,4612
Al_2O_3	14,8528	13,8017	14,4627	14,6765	14,2665	13,8726	16,5744	13,8917	14,5836	14,4003	14,5869	16,2439	14,6948
FeO	20,938	21,7461	22,5644	21,2883	20,9468	20,5097	26,303	21,0494	21,2116	21,6065	22,0253	24,2365	19,3285
MnO	0,6928	0,5829	0,6317	0,615	0,7333	0,5149	0,5159	0,769	0,6629	0,6098	0,7292	0,5902	0,6776
MgO	13,8377	12,0113	12,7304	14,3138	14,0404	14,1012	15,9001	12,9046	13,8288	13,7453	13,4083	14,8747	16,1103
Na_2O	0,0749	0,1793	0,0942	0,1095	0,0866	0,1288	-0,0022	0,1418	0,1114	0,1588	0,1052	0,017	0,027
K_2O	4,5677	6,7303	1,2302	3,0274	3,7183	5,5625	0,1264	3,5121	4,7509	4,5851	3,9444	0,3095	1,8399
Z	91,1257	93,9789	83,8454	886494	90,8373	93,0766	88,5137	90,2526	92,2525	90,5949	90,1943	86,1711	87,6574
Si	5,1491	5,4029	4,9050	5,0560	5,1689	5,3007	4,6170	5,2403	5,1867	5,0284	5,0565	4,7631	5,0263
Ti	0,4037	0,4544	0,4495	0,3893	0,4847	0,4521	0,1268	0,5752	0,4370	0,4731	0,4578	0,1743	0,4253
Al ^{IV}	2,8509	2,5971	3,0950	2,9440	2,8311	2,6993	3,3830	2,7597	2,8133	2,9716	2,9435	3,2369	2,9737
Al ^{VI}	-0,0449	-0,0408	-0,1261	-0,1030	-0,1373	-0,1308	-0,1462	-0,1246	-0,0887	-0,2110	-0,1461	-0,0070	-0,1445
FeO	2,8067	2,8579	3,2868	2,9239	2,8065	2,6944	3,6448	2,8332	2,8119	2,9391	2,9971	3,4195	2,6406
Mn	0,0941	0,0776	0,0932	0,0856	0,0995	0,0685	0,0724	0,1048	0,0890	0,0840	0,1005	0,0843	0,0938
Mg	3,3060	2,8135	3,3050	3,5040	3,3528	3,3017	3,9269	3,0957	3,2673	3,3324	3,2518	3,7404	3,9227
Na	0,0233	0,0546	0,0318	0,0349	0,0269	0,0392	-0,0007	0,0442	0,0342	0,0501	0,0332	0,0056	0,0086
K	0,9340	1,3492	0,2733	0,6343	0,7599	1,1147	0,0267	0,7211	0,9607	0,9514	0,8187	0,0666	0,3834
Z	15,5228	15,5665	15,3136	15,4688	15,3930	15,5399	15,6508	15,2496	15,5114	15,6190	15,5129	15,4837	15,3298

İyon numaralarının hesaplanmasında 22 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, Feo olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Meydan ofiyolitini kesen granitlere ait biyotitlerin mineral kimyası

No	S-192-32	S-192-33	S-192-34	S-192-35
SiO_2	31,7492	30,8311	29,312	29,0498
TiO_2	4,3398	3,7161	4,6003	3,9263
Al_2O_3	13,7421	14,4256	15,1136	15,3097
FeO	22,9654	23,1063	20,4598	21,0729
MnO	0,8056	0,7934	0,7798	0,7273
MgO	12,115	12,7881	14,4943	14,36
Na_2O	0,1445	0,1023	0,0904	0,0778
K_2O	5,5425	4,1309	2,3839	2,497
Z	92,0495	90,4805	87,8391	87,6398
Si	5,1381	5,0413	4,8397	4,8277
Ti	0,5282	0,4570	0,5712	0,4907
Al ^{IV}	2,8619	2,9587	3,1603	3,1723
Al ^{VI}	-0,2408	-0,1786	-0,2193	-0,1737
FeO	3,1081	3,1596	2,8250	2,9287
Mn	0,1104	0,1099	0,1091	0,1024
Mg	2,9223	3,1167	3,5670	3,5570
Na	0,0453	0,0324	0,0289	0,0251
K	1,1442	0,8616	0,5021	0,5293
Z	15,6179	15,5587	15,3841	15,4595

İyon numaralarının hesaplanmasında 22 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, Feo olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Meydan ofiyolitine ait gabroyik kayalardaki piroksenlerin mineral kimyası

Örnek No	S211-1	S211-2	S211-3	S211-4	S211-5	S211-6	S211-7	S211-8	S211-9	S211-10	S211-11	S211-12	S211-13
SiO_2	52,9946	52,9105	50,3049	52,6015	53,0336	52,4199	53,0611	53,4363	53,8079	53,1530	52,2922	53,7535	53,0378
Al_2O_3	3,1001	1,1170	5,2619	1,1860	1,8204	2,0573	1,6690	3,0689	0,6993	1,2959	2,2079	0,6208	1,7422
TiO_2	0,5200	0,1475	0,6275	0,2520	0,2478	0,3210	0,2182	0,3561	0,1049	0,2168	0,2755	0,1047	0,2652
FeO	6,5857	6,3432	10,5868	6,4125	5,5911	5,7106	5,0602	6,5624	5,7019	6,0359	8,0063	5,6184	5,8367
MnO	0,1848	0,2071	0,1683	0,2159	0,2006	0,1720	0,1688	0,1671	0,1932	0,2018	0,1889	0,1948	0,1979
MgO	15,2341	15,1721	16,1659	15,0021	15,2362	15,0719	15,5273	16,7164	15,4051	15,4892	16,5866	15,6742	14,9993
Cr_2O_3	0,5046	0,2677	0,3264	0,1547	0,4200	0,4189	0,3925	0,1370	0,0579	0,2571	0,2051	0,0951	0,3106
CaO	23,4325	24,8597	13,1399	24,7759	24,7283	24,5430	24,7180	20,4021	24,8158	24,5045	18,0567	24,8911	24,6566
Na_2O	0,3567	0,2761	1,0152	0,2736	0,2893	0,2883	0,2262	0,3312	0,2233	0,2393	0,5580	0,2159	0,2497
K_2O	0,0003	-0,0005	0,0893	-0,0066	-0,0037	-0,0094	-0,0217	0,0234	-0,0180	-0,0065	0,0134	-0,0014	-0,0007
Total	102,9446	101,3211	97,7166	100,8791	101,5861	101,0036	101,0437	101,2534	101,0071	101,3994	98,4284	101,1845	101,3280
Si	1,8993	1,9273	1,8895	1,9253	1,9232	1,9123	1,9310	1,9342	1,9629	1,9317	1,9496	1,9555	1,9314
Al^{-tot}	0,130939	0,047949	0,232927	0,051157	0,077797	0,088448	0,071578	0,130911	0,030064	0,055503	0,097009	0,026616	0,074767
Ti	0,0140	0,0040	0,0177	0,0069	0,0068	0,0088	0,0060	0,0097	0,0029	0,0059	0,0077	0,0029	0,0073
Fe^{3+}	0,0529	0,1012	0,0210	0,0991	0,0705	0,0772	0,0582	0,0017	0,0517	0,0784	0,0233	0,0691	0,0566
Fe^{2+}	0,1444	0,0920	0,3115	0,0972	0,0990	0,0970	0,0957	0,1969	0,1223	0,1050	0,2263	0,1019	0,1211
Mn	0,0056	0,0064	0,0054	0,0067	0,0062	0,0053	0,0052	0,0051	0,0060	0,0062	0,0060	0,0060	0,0061
Mg	0,8140	0,8239	0,9053	0,8186	0,8237	0,8197	0,8424	0,9021	0,8378	0,8392	0,9219	0,8501	0,8143
Cr	0,0143	0,0077	0,0097	0,0045	0,0120	0,0121	0,0113	0,0039	0,0017	0,0074	0,0060	0,0027	0,0089
Ca	0,8997	0,9701	0,5288	0,9715	0,9607	0,9592	0,9637	0,7912	0,9698	0,9541	0,7212	0,9701	0,9619
Na	0,0248	0,0195	0,0739	0,0194	0,0203	0,0204	0,0160	0,0232	0,0158	0,0169	0,0403	0,0152	0,0176
K	0,0000	0,0000	0,0043	-0,0003	-0,0002	-0,0004	-0,0010	0,0011	-0,0008	-0,0003	0,0006	-0,0001	0,0000
Z	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000

İyon numaralarının hesaplanmasında 6 (O) baz alınmıştır.

Çizelge 4.8. Meydan ofiyolitine ait gabroyik kayalardaki piroksenlerin mineral kimyası

Örnek No	S211-14	S211-15	S211-16	S211-17	H18a-1	H18a-2	H18a-3	H18a-4	H18a-5	H18a-6	H18a-7	H18a-8	H18a-9
SiO_2	52,8563	53,3288	53,4277	52,7216	48,4322	51,2524	51,0629	51,5678	51,4317	50,7857	51,6648	50,7054	50,4281
Al_2O_3	1,6770	1,0271	1,7399	4,1627	4,0782	2,2716	2,2736	2,5047	2,2468	2,8241	2,0130	2,4986	2,8010
TiO_2	0,2424	0,1776	0,2378	0,3617	0,6524	0,5971	1,1139	0,5736	0,5957	0,8159	0,6372	0,758	0,7278
FeO	6,1527	5,9750	5,1298	8,9921	8,9388	8,0263	7,4091	7,6044	8,0812	7,6946	8,0088	7,642	8,0682
MnO	0,1846	0,1774	0,1815	0,1555	0,2233	0,2129	0,2177	0,2408	0,2226	0,2223	0,2436	0,2221	0,2486
MgO	15,3066	15,2293	15,3045	18,8886	15,2645	14,8201	14,2183	14,9836	14,5416	14,5761	14,0378	14,2849	14,3212
Cr_2O_3	0,2474	0,2140	0,3240	0,2393	0,0981	0,1266	0,1157	0,1426	0,151	0,0704	0,1055	0,1313	0,1318
CaO	24,5527	24,8599	24,6804	12,7874	20,2975	22,0682	22,9279	22,0899	22,2875	22,4271	23,0933	22,665	22,6573
Na_2O	0,2600	0,2770	0,2837	0,6655	0,2806	0,3986	0,3185	0,3427	0,3832	0,3412	0,3782	0,3790	0,3861
K_2O	-0,0002	0,0107	-0,0082	0,0435	-0,0007	0,0012	-0,0045	0,0027	0,0015	-0,0002	0,0003	-0,0013	0,0008
Total	101,4939	101,2893	101,3087	99,0463	98,2801	99,7736	99,6561	100,0568	99,941	99,7696	100,1861	99,2911	99,778
Si	1,9196	1,9414	1,9401	1,9357	1,8188	1,9003	1,9014	1,9047	1,9068	1,8840	1,9152	1,8918	1,8727
Al^{-tot}	0,071777	0,044065	0,074459	0,18012	0,180487	0,099261	0,099771	0,109025	0,098165	0,123468	0,087941	0,10986	0,122587
Ti	0,0066	0,0049	0,0065	0,0100	0,0184	0,0167	0,0312	0,0159	0,0166	0,0228	0,0178	0,0213	0,0203
Fe^{3+}	0,0869	0,0773	0,0426	-0,0291	0,1626	0,0918	0,0545	0,0703	0,0783	0,0854	0,0702	0,0876	0,1153
Fe^{2+}	0,0999	0,1046	0,1132	0,3052	0,1181	0,1571	0,1762	0,1646	0,1722	0,1533	0,1780	0,1509	0,1353
Mn	0,0057	0,0055	0,0056	0,0048	0,0071	0,0067	0,0069	0,0075	0,0070	0,0070	0,0076	0,0070	0,0078
Mg	0,8287	0,8265	0,8285	1,0339	0,8546	0,8192	0,7893	0,8251	0,8037	0,8061	0,7758	0,7945	0,7929
Cr	0,0071	0,0062	0,0093	0,0069	0,0029	0,0037	0,0034	0,0042	0,0044	0,0021	0,0031	0,0039	0,0039
Ca	0,9553	0,9696	0,9601	0,5030	0,8166	0,8766	0,9146	0,8741	0,8852	0,8913	0,9171	0,9059	0,9014
Na	0,0183	0,0195	0,0200	0,0474	0,0204	0,0287	0,0230	0,0245	0,0275	0,0245	0,0272	0,0274	0,0278
K	0,0000	0,0005	-0,0004	0,0020	0,0000	0,0001	-0,0002	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	-0,0001	0,0000
Z	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000

İyon numaralarının hesaplanmasında 6 (O) baz alınmıştır.

Çizelge 4.8. Meydan ofiyolitine ait gabroyik kayalardaki piroksenlerin mineral kimyası

Örnek No	H18a-10	H18a-11	H18a-12	H18a-13	H18a-14	H18a-15	H18a-16	H18a-17	H18a-18	H18a-19	H18a-20	H18a-21	H18a-22
SiO_2	52,2354	53,0119	51,7252	51,0842	51,1407	50,3892	51,537	52,4361	40,2898	51,8663	52,366	52,4482	52,8613
Al_2O_3	2,2214	1,1004	1,6743	2,2201	2,1118	2,0639	0,483	0,9079	29,2968	1,9468	1,5208	0,9898	0,82
TiO_2	0,7071	0,2655	0,9914	0,4533	0,6022	0,4337	0,0865	0,1991	0,0642	0,4414	0,368	0,1998	0,1693
FeO	7,9639	7,4876	6,9943	7,1075	8,0601	7,4768	64520	6,9868	5,7622	7,6152	7,3345	6,8193	7,2251
MnO	0,2339	0,2315	0,1865	0,2115	0,2043	0,2073	0,2452	0,2781	0,1028	0,2224	0,2137	0,228	0,2273
MgO	13,4478	15,2056	15,2052	15,0173	15,6332	14,5888	15,1911	14,8694	0,0499	14,6639	14,6849	14,8381	15,2312
Cr_2O_3	0,0707	0,018	0,1962	0,1496	0,1285	0,1179	0,0307	0,0441	0,0007	0,1147	0,1019	0,0351	0,0301
CaO	22,5038	22,9699	22,9054	23,1688	21,1432	23,0363	24,4039	23,5644	22,2918	22,8068	23,424	23,4523	23,1872
Na_2O	0,3536	0,2398	0,2344	0,2869	0,3283	0,2704	0,126	0,207	0,4264	0,2558	0,2068	0,2214	0,1778
K_2O	-0,0001	-0,0015	0,005	0,001	-0,0038	0,0015	-0,0018	0,003	0,0111	0,0024	0,0016	-0,0022	0,0396
Total	99,748	100,5408	100,1115	99,7091	99,3504	98,5915	98,5398	99,4662	98,2891	99,9462	100,2354	99,2372	99,9705
Si	1,9502	1,9504	1,9109	1,8911	1,8996	1,8904	0,0038	1,9495	1,5412	1,9222	1,9355	1,9541	1,9550
Al^{-tot}	0,097737	0,047712	0,072895	0,096859	0,092445	0,091249	4,21E-05	0,039781	1,320731	0,085027	0,066245	0,04346	0,03574
Ti	0,0199	0,0073	0,0275	0,0126	0,0168	0,0122	0,0000	0,0056	0,0018	0,0123	0,0102	0,0056	0,0047
Fe^{3+}	-0,0143	0,0533	0,0615	0,1119	0,0943	0,1198	3,9923	0,0638	-0,3747	0,0612	0,0541	0,0520	0,0586
Fe^{2+}	0,2629	0,1771	0,1546	0,1082	0,1560	0,1148	0,0002	0,1535	0,5590	0,1748	0,1726	0,1605	0,1649
Mn	0,0074	0,0072	0,0058	0,0066	0,0064	0,0066	0,0000	0,0088	0,0033	0,0070	0,0067	0,0072	0,0071
Mg	0,7485	0,8340	0,8374	0,8288	0,8657	0,8159	0,0017	0,8242	0,0028	0,8102	0,8092	0,8242	0,8398
Cr	0,0021	0,0005	0,0057	0,0044	0,0038	0,0035	0,0000	0,0013	0,0000	0,0034	0,0030	0,0010	0,0009
Ca	0,9001	0,9054	0,9066	0,9189	0,8414	0,9259	0,0019	0,9386	0,9135	0,9055	0,9275	0,9361	0,9187
Na	0,0256	0,0171	0,0168	0,0206	0,0236	0,0197	0,0000	0,0149	0,0316	0,0184	0,0148	0,0160	0,0127
K	0,0000	-0,0001	0,0002	0,0000	-0,0002	0,0001	0,0000	0,0001	0,0005	0,0001	0,0001	-0,0001	0,0019
Z	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000

İyon numaralarının hesaplanmasında 6 (O) baz alınmıştır.

Çizelge 4.8. Meydan ofiyolitine ait gabroyik kayalardaki piroksenlerin mineral kimyası

Örnek No	H18a-23	H18a-24	H18a-25	H18a-26	H18-b
SiO_2	49,9239	51,4626	50,4762	49,7478	50,5981
Al_2O_3	2,4754	2,6012	2,4908	2,7386	2,4890
TiO_2	0,4654	0,6313	0,7572	0,7616	0,6114
FeO	7,8228	7,6619	8,109	7,3799	7,0999
MnO	0,2203	0,2236	0,2455	0,2437	0,2258
MgO	14,5695	14,4723	14,1317	14,1584	14,7081
Cr_2O_3	0,0887	0,1378	0,0409	0,0457	0,1549
CaO	22,1254	22,2507	22,6623	22,8982	23,0277
Na_2O	0,3636	0,3475	0,3715	0,3308	0,3835
K_2O	-0,0005	-0,0014	0,0045	0,0027	0,0032
Total	98,0713	99,792	99,2947	98,3166	99,3096
Si	1,8818	1,9097	1,8856	1,8729	1,8812
Al^{-tot}	0,109963	0,113755	0,109659	0,121509	0,109058
Ti	0,0132	0,0176	0,0213	0,0216	0,0171
Fe^{3+}	0,1239	0,0525	0,1024	0,1124	0,1176
Fe^{2+}	0,1227	0,1852	0,1509	0,1199	0,1031
Mn	0,0070	0,0070	0,0078	0,0078	0,0071
Mg	0,8187	0,8006	0,7870	0,7947	0,8152
Cr	0,0026	0,0040	0,0012	0,0014	0,0046
Ca	0,8935	0,8846	0,9070	0,9236	0,9172
Na	0,0266	0,0250	0,0269	0,0241	0,0276
K	0,0000	-0,0001	0,0002	0,0001	0,0002
Z	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000

İyon numaralarının hesaplanmasında 6 (O) baz alınmıştır.

Çizelge 4.9. Meydan ofiyolitine ait gabroyik kayaların amfibol kimyası.

Örnek No	S-211-1	S-211-2	S-211-3	S-211-4	S-211-5	S-211-6	S-211-7	S-211-8	S-211-9	S-211-10	H-18-a-1	H-18-a-2	H-18-a-3
SiO_2	53,9902	53,6697	51,5122	50,0371	49,4704	48,5038	50,9284	50,3408	50,2745	50,8493	49,5553	51,4698	53,8444
Al_2O_3	2,8496	3,5963	5,3263	6,0082	7,0466	7,6215	5,3244	5,8536	6,1711	6,793	5,6528	3,4024	2,2903
TiO_2	0,2997	0,4129	0,8587	0,6707	0,8393	0,6674	0,8182	0,9521	0,5919	0,6374	0,5338	0,5827	0,5293
FeO	9,0282	9,2812	10,5577	10,7207	10,5766	11,2525	9,8631	9,9476	9,1978	9,9748	11,5221	10,7125	9,7157
Cr_2O_3	0,1297	0,1471	0,2218	0,2486	0,2101	0,0056	0,3436	0,3833	0,1775	0,0687	0,0118	0,0425	0,1398
MnO	0,1576	0,1591	0,1531	0,1721	0,1745	0,1695	0,165	0,1612	0,1865	0,1389	0,1444	0,2289	0,1692
MgO	18,4445	18,1445	16,9261	16,4685	15,9295	16,0847	17,2264	16,8336	17,7945	16,7344	16,3790	17,9770	17,8269
CaO	12,9682	12,9622	12,7797	12,8412	13,0108	12,7516	12,8288	12,8112	12,5441	13,0552	12,1789	11,3391	12,6257
Na_2O	0,3998	0,4563	0,8284	0,8614	1,16	1,2355	0,8044	0,9625	1,0226	0,8028	1,0167	0,3510	0,2771
K_2O	0,0236	0,0342	0,0764	0,138	0,1043	0,1672	0,0748	0,0613	0,0636	0,0913	0,0404	0,0053	0,0052
Total	98,4115	98,9817	99,3886	98,3254	98,7129	98,6722	98,5567	98,5004	98,1849	99,2976	97,103	96,1283	97,4347
Si	7,94	7,86	7,60	7,49	7,38	7,28	7,57	7,50	7,48	7,49	7,52	7,80	8,01
Al^{IV}	0,06	0,14	0,40	0,51	0,62	0,72	0,43	0,50	0,52	0,51	0,48	0,20	-0,01
Al^{VI}	0,44	0,49	0,52	0,55	0,62	0,62	0,50	0,52	0,56	0,67	0,53	0,41	0,41
Ti	0,03	0,05	0,10	0,08	0,09	0,08	0,09	0,11	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06
Fe^{2+}	1,11	1,14	1,30	1,34	1,32	1,41	1,23	1,24	1,14	1,23	1,46	1,36	1,21
Cr	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,00	0,04	0,05	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02
Mn	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02
Mg	4,05	3,96	3,72	3,67	3,54	3,60	3,82	3,74	3,94	3,67	3,71	4,06	3,95
Ca	2,04	2,03	2,02	2,06	2,08	2,05	2,04	2,04	2,00	2,06	1,98	1,84	2,01
Na	0,11	0,13	0,24	0,25	0,34	0,36	0,23	0,28	0,29	0,23	0,30	0,10	0,08
K	0,00	0,01	0,01	0,03	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00
Z	15,83	15,84	15,96	16,03	16,07	16,17	15,98	16,01	16,06	15,97	16,07	15,88	15,76
Mg/(Fe+Mg)	0,78	0,78	0,74	0,73	0,73	0,72	0,76	0,75	0,78	0,75	0,72	0,75	0,77

İyon numaralarının hesaplanmasında 24 (O) baz alınmıştır.

Çizelge 4.9. Meydan ofiyolitine ait gabroyik kayaların amfibol kimyası.

Örnek No	H18a-4	H18a-5	H18a-6	H18a-7	H18a-8	H18a-9	H18a-10	H18a-11	H18a-12	H18a13	H18a-14	H18a-15	H18a16
SiO_2	45,3205	50,9528	50,2242	43,846	44,0012	45,0109	52,9016	51,308	49,1137	51,2435	52,9678	47,9952	48,0526
Al_2O_3	8,6556	5,7945	6,1733	10,463	9,7964	9,433	1,4875	5,5635	6,9014	2,8975	2,3428	7,1319	6,8609
TiO_2	2,2411	0,1558	0,114	3,0239	2,8868	2,2788	0,2844	0,5427	0,5561	0,1311	0,0914	1,5519	1,4581
FeO	13,4069	11,5414	12,2686	12,7637	12,7741	12,6001	12,6135	12,7732	13,4177	11,8804	12,1499	12,2807	13,0249
Cr_2O_3	0,0912	0,0031	-0,0059	0,1692	0,1747	0,1508	0,0663	0,0909	0,0439	0,0198	0,0064	0,036	0,0458
MnO	0,1768	0,2178	0,2692	0,1795	0,1778	0,1653	0,2366	0,2508	0,2405	0,2641	0,2377	0,2091	0,1767
MgO	14,2674	16,1492	15,818	13,0638	13,4483	14,0006	16,5061	14,8455	13,9213	14,897	15,9466	15,1659	14,7558
CaO	11,5919	12,0734	11,2695	12,053	12,0041	11,8502	12,3109	11,8755	11,7022	15,5133	13,4768	11,7068	11,6845
Na_2O	2,0435	0,6457	0,8785	1,7998	1,739	1,7896	0,1581	0,8014	0,9651	0,3626	0,2546	1,3871	1,062
K_2O	0,1413	0,0517	0,0306	0,1643	0,1477	0,1348	0,0102	0,0343	0,0335	0,021	0,0169	0,086	0,0797
Total	98,2016	97,6176	97,0387	97,57	97,179	97,4936	96,5671	98,1746	96,8902	97,2311	97,5216	97,6307	97,2564
Si	6,95	7,65	7,60	6,75	6,80	6,91	8,05	7,70	7,51	7,82	7,99	7,29	7,34
Al^{IV}	1,05	0,35	0,40	1,25	1,20	1,09	-0,05	0,30	0,49	0,18	0,01	0,71	0,66
Al^{VI}	0,51	0,67	0,70	0,64	0,58	0,61	0,32	0,68	0,75	0,35	0,41	0,57	0,58
Ti	0,26	0,02	0,01	0,35	0,34	0,26	0,03	0,06	0,06	0,02	0,01	0,18	0,17
Fe^{2+}	1,72	1,45	1,55	1,64	1,65	1,62	1,61	1,60	1,72	1,52	1,53	1,56	1,66
Cr	0,01	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
Mn	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
Mg	3,26	3,61	3,57	3,00	3,10	3,20	3,75	3,32	3,17	3,39	3,59	3,43	3,36
Ca	1,90	1,94	1,83	1,99	1,99	1,95	2,01	1,91	1,92	2,54	2,18	1,91	1,91
Na	0,61	0,19	0,26	0,54	0,52	0,53	0,05	0,23	0,29	0,11	0,07	0,41	0,31
K	0,03	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,02
Z	16,32	15,92	15,97	16,23	16,24	16,25	15,80	15,86	15,95	15,95	15,83	16,10	16,04
Mg/(Fe+Mg)	0,65	0,71	0,70	0,65	0,65	0,66	0,70	0,67	0,65	0,69	0,70	0,69	0,67

İyon numaralarının hesaplanmasında 24 (O) baz alınmıştır.

Çizelge 4.9. Meydan ofiyolitine ait gabroyik kayaların amfibol kimyası.

Örnek No	H18b-1	H18b-2	H18b-3	H18b-4
SiO_2	44,2379	46,5049	46,1514	48,0156
Al_2O_3	6,6435	8,7197	8,6382	6,7431
TiO_2	0,5507	2,2058	2,2318	1,0867
FeO	10,5207	13,0995	12,6986	12,1151
Cr_2O_3	0,1696	0,0921	0,0908	0,0814
MnO	0,2162	0,1574	0,1707	0,2291
MgO	16,5259	13,9715	14,0103	14,1830
CaO	15,8559	11,6869	11,5024	14,1102
Na_2O	0,2465	1,6990	1,8972	0,9130
K_2O	0	0,1403	0,1362	0,0232
Total	94,9734	98,5186	97,7452	97,5245
Si	6,98	7,06	7,06	7,33
Al^{IV}	1,02	0,94	0,94	0,67
Al^{VI}	0,22	0,62	0,61	0,55
Ti	0,07	0,25	0,26	0,12
Fe^{2+}	1,39	1,66	1,62	1,55
Cr	0,02	0,01	0,01	0,01
Mn	0,03	0,02	0,02	0,03
Mg	3,89	3,16	3,19	3,23
Ca	2,68	1,90	1,88	2,31
Na	0,08	0,50	0,56	0,27
K	0,00	0,03	0,03	0,00
Z	16,36	16,16	16,20	16,07
Mg/(Fe+Mg)	0,74	0,66	0,66	0,68

İyon numaralarının hesaplanmasında 24 (O) baz alınmıştır.

Çizelge 4.10. Meydan ofiyolitine ait gabroyik kayalardaki plajiyoklasların mineral kimyası

Örnek No	S-211-1	S-211-2	S-211-3	S-211-4	S-211-5	S-211-6	S-211-7	S-211-8	S-211-9
SiO_2	45,8782	45,6293	44,8682	45,9571	45,9791	46,2933	46,2683	46,3694	45,8378
Al_2O_3	34,9767	34,7403	34,8534	34,7714	35,0462	34,7618	34,3794	34,5799	35,3602
TiO_2	0,0152	0,0065	0,0043	0,0072	0,0014	0,0070	0,0083	0,0006	0,0105
FeO	0,1620	0,2114	0,1469	0,1136	0,1130	0,1226	0,1053	0,0846	0,1674
MnO	0,0119	-0,0075	-0,0074	-0,0038	0,0028	0,0001	-0,0039	-0,0082	0,0026
MgO	0,0001	0,0026	0,1145	0,0039	0,0395	0,0363	0,0019	-0,0003	0,0379
CaO	18,3256	18,2228	18,2684	18,6522	18,7651	18,3709	18,0241	18,0292	18,4778
Na_2O	1,4691	1,5509	1,5147	1,2601	1,3217	1,4825	1,7537	1,6855	1,3464
K_2O	0,0040	0,0027	0,0056	0,0076	0,0043	0,0033	0,0054	0,0034	0,0083
Total	100,9011	100,3868	99,8148	100,8174	101,3052	101,1351	100,5918	100,7799	101,2673
Si	8,36	8,35	8,25	8,40	8,35	8,42	8,44	8,45	8,32
Al^{IV}	2,73	2,74	2,81	2,70	2,74	2,69	2,67	2,66	2,76
Al^{VI}	2,91	2,88	2,85	2,91	2,89	2,90	2,88	2,90	2,92
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
Ca	1,79	1,79	1,80	1,83	1,83	1,79	1,76	1,76	1,80
Na	0,13	0,14	0,14	0,11	0,12	0,13	0,16	0,15	0,12
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Z	15,93	15,91	15,88	15,96	15,93	15,94	15,92	15,93	15,94

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Meydan ofiyolitine ait gabroyik kayalardaki plajiyoklasların mineral kimyası

Örnek No	H-18-b-1	H-18-b-2	H-18-b-3	H-18-b-4	H-18-b-5
SiO_2	50,3036	51,3614	51,1123	51,0104	51,5314
Al_2O_3	29,5034	30,0466	29,7896	30,2091	29,7287
TiO_2	0,0597	0,0626	0,0644	0,0603	0,0627
FeO	0,3842	0,3986	0,3711	0,459	0,3811
MnO	-0,0053	0,003	-0,0179	0,0031	0,006
MgO	0,0311	0,0311	0,0260	0,0328	0,0310
CaO	13,1257	13,3438	12,6371	13,0736	12,8699
Na_2O	4,3325	4,0652	4,5125	4,3453	4,4330
K_2O	0,033	0,0398	0,0378	0,0364	0,0385
Total	97,834	99,4314	98,5928	99,2904	99,1525
Si	9,32	9,39	9,38	9,31	9,42
Al^{IV}	2,01	1,96	1,96	2,02	1,94
Al^{VI}	2,82	2,89	2,87	2,86	2,87
Ti	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
FeO	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	1,30	1,31	1,24	1,28	1,26
Na	0,39	0,36	0,40	0,38	0,39
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Z	15,88	15,95	15,90	15,90	15,92

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Meydan ofiyolitine ait gabroyik kayalardaki plajiyoklasların mineral kimyası

Örnek No	H-18-a-1	H-18-a-2	H-18-a-3	H-18-a-4	H-18-a-5	H-18-a-6	H-18-a-7	H-18-a-8	H-18-a-9	H18-a-10	H18a-11	H18a-12	H18a-13
SiO_2	51,8378	50,4518	51,1203	50,4657	50,6905	51,4597	50,8846	52,0201	51,8416	53,1545	51,4948	50,3237	50,4067
Al_2O_3	29,8277	29,7533	29,9383	31,1322	29,8693	29,8753	30,7459	30,3434	29,8740	29,9914	30,4259	30,1336	29,5012
TiO_2	0,0409	0,0559	0,0544	0,0594	0,0413	0,0694	0,0409	0,0616	0,0673	0,0691	0,0616	0,0646	0,0605
FeO	0,238	0,3311	0,3596	0,3236	0,2359	0,1035	0,3822	0,3589	0,4634	0,5634	0,3933	0,2209	0,2206
MnO	-0,0028	-0,0017	-0,0079	0,0081	0,0101	0,0048	0,0101	0,0012	-0,0033	0,0109	-0,0072	-0,0005	-0,0167
MgO	0,0094	0,0372	0,0150	0,0150	0,0068	0,0183	0,0280	0,0288	0,0311	0,0326	0,0268	0,0128	0,0132
CaO	12,994	12,7385	13,4765	13,7765	12,9528	13,0682	13,8027	12,9011	12,6356	12,8194	12,8877	12,7802	12,9214
Na_2O	4,4802	4,6096	4,4281	4,0505	4,6029	4,6596	3,9976	4,4396	4,3063	4,4425	4,3758	4,4908	4,6426
K_2O	0,0294	0,0248	0,022	0,0227	0,0762	0,0283	0,0242	0,0269	0,0296	0,0329	0,0344	0,0159	0,0319
Total	99,4397	98,0056	99,4685	99,9103	98,5568	99,3646	99,9678	100,2479	99,3313	101,1898	99,782	98,1004	97,8304
Si	9,44	9,30	9,31	9,16	9,30	9,36	9,24	9,40	9,47	9,54	9,35	9,28	9,31
Al^{IV}	1,92	2,03	2,02	2,13	2,03	1,98	2,07	1,95	1,90	1,85	1,98	2,04	2,02
Al^{VI}	2,88	2,82	2,80	2,87	2,82	2,83	2,87	2,90	2,93	2,91	2,90	2,87	2,80
Ti	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
FeO	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02
Mn	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
Mg	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	1,27	1,26	1,31	1,34	1,27	1,27	1,34	1,25	1,24	1,23	1,25	1,26	1,28
Na	0,40	0,41	0,39	0,36	0,41	0,41	0,35	0,39	0,38	0,39	0,39	0,40	0,42
K	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
Z	15,92	15,86	15,87	15,89	15,85	15,88	15,92	15,93	15,97	15,97	15,92	15,88	15,85

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Meydan ofiyolitine ait gabroyik kayalardaki plajiyoklasların mineral kimyası

Örnek No	H18-a-14	H-8-a-15	H18-a-16	H-8-a-17	H18-a-18	H18-a-19	H18a-20	H18a-21	H18a-22	H18a-23	H18a-24	H18-a-25	H18-a-26
SiO_2	55,8277	52,5609	52,2101	51,7773	51,3283	50,6796	51,8244	50,9162	52,0655	52,7199	52,7187	53,8407	52,9542
Al_2O_3	28,8856	29,2611	30,2576	29,4749	29,6575	29,4149	30,0936	29,2122	29,8445	29,5548	30,169	29,2805	30,1906
TiO_2	0,0436	0,0518	0,0543	0,0592	0,0632	0,0507	0,0613	0,055	0,0677	0,0514	0,0624	0,0865	0,0534
FeO	0,7795	0,2329	0,225	0,3487	0,3421	0,4037	0,4694	0,3868	0,3607	0,2923	0,3215	0,5139	0,2412
MnO	0,0124	0,0083	-0,0032	0,0099	0,0111	0,015	0,0031	-0,0035	0,0021	0,0068	0,0022	0,0098	-0,0025
MgO	0,5922	0,02	0,0192	0,0364	0,0309	0,0245	0,0272	0,0229	0,0224	0,0242	0,0244	0,0385	0,0275
CaO	10,3439	12,2547	12,6391	12,9054	13,1368	13,1775	12,7623	12,9392	12,4086	12,7027	12,724	11,0718	13,0694
Na_2O	5,9284	4,8145	4,6345	4,5697	4,3932	4,494	4,5931	4,5362	4,4061	4,5643	4,4114	5,2275	4,3585
K_2O	0,0177	0,0193	0,0316	0,0394	0,036	0,0304	0,0325	0,0334	0,0344	0,0354	0,0321	0,2617	0,0352
Total	102,4976	99,2539	100,1149	99,257	99,0197	98,3379	99,8752	98,1293	99,2486	99,9822	100,5109	100,3175	100,9303
Si	9,79	9,57	9,43	9,44	9,39	9,33	9,39	9,39	9,51	9,55	9,51	9,68	9,51
Al^{IV}	1,66	1,82	1,92	1,92	1,96	2,00	1,96	1,96	1,87	1,84	1,87	1,74	1,86
Al^{VI}	2,82	2,89	2,91	2,84	2,84	2,78	2,86	2,81	2,95	2,90	2,94	2,91	2,93
Ti	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
FeO	0,06	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,04	0,02
Mn	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
Mg	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Ca	0,97	1,20	1,22	1,26	1,29	1,30	1,24	1,28	1,21	1,23	1,23	1,07	1,26
Na	0,50	0,43	0,41	0,40	0,39	0,40	0,40	0,41	0,39	0,40	0,39	0,46	0,38
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
Z	15,89	15,93	15,92	15,90	15,91	15,86	15,90	15,88	15,97	15,95	15,98	15,93	15,98

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Meydan ofiyolitine ait gabroyik kayalardaki plajiyoklasların mineral kimyası

Örnek No	H18-a-27	H18-a-28	H18-a-29	H18-a-30	H18-a-31	H-8-a-32
SiO_2	51,346	49,6932	51,1227	52,7495	52,4419	51,8673
Al_2O_3	30,0858	28,258	29,8243	30,0847	30,3053	29,7414
TiO_2	0,0376	0,0622	0,0473	0,0679	0,0558	0,0379
FeO	0,2405	0,3013	0,2581	0,3768	0,3787	0,2906
MnO	-0,0052	0,0089	0,0072	0,005	0,0078	-0,0078
MgO	0,0199	0,0185	0,0261	0,0273	0,0368	0,0362
CaO	13,2876	10,8532	12,3076	12,9351	13,1745	12,4142
Na_2O	4,1323	5,4123	4,4694	4,4667	4,5889	4,38
K_2O	0,0221	0,0274	0,0394	0,0382	0,0414	0,0597
Total	99,2104	94,6623	98,1455	10,08017	101,0838	98,8436
Si	9,39	9,42	9,43	9,49	9,39	9,51
Al^{IV}	1,96	1,93	1,93	1,88	1,95	1,87
Al^{VI}	2,91	2,80	2,93	2,90	2,84	2,95
Ti	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
FeO	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	1,30	1,10	1,22	1,25	1,26	1,22
Na	0,37	0,50	0,40	0,39	0,40	0,39
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Z	15,95	15,79	15,93	15,95	15,90	15,97

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. Granitik, volkanik ve ofiyolitik kayaların Sr-Nd izotop içerikleri (İlksel oranlar 90 My'a göre hesaplanmıştır.)

Kaya Tipi	Örnek No	Rb	Sr	$^{87}Rb/^{86}Sr$	$^{87}Sr/^{86}Sr$	±2σ	$(^{87}Sr/^{86}Sr)i$	Sm	Nd	$^{147}Sm/^{144}Nd$	$^{143}Nd/^{144}Nd$	±2σ	εNd(t)
		(ppm)	(ppm)					(ppm)	(ppm)				
Meydan Granit	H-24B	41.8	611.2	0.1936	0.708871	7	0.708623394	6.5	23.2	0.1765	0.512397	16	-4.47
Meydan Granit	S-32	88.3	222.4	1.1240	0.703649	5	0.702211546	5.54	51.1	0.0683	0.512992	13	8.38
Meydan Granit	S-117	17.7	117.1	0.4279	0.705457	6	0.704909752	2.63	8.6	0.1926	0.512952	11	6.17
Meydan Granit	S-127A	12	92.8	0.3661	0.707083	15	0.706614832	0.38	2.2	0.1088	0.512275	28	-6.07
Helete Graniti	S-27	5.9	52	0.3212	0.703867	22	0.703456213	0.5	2.6	0.1211	0.512908	21	6.14
Helete Graniti	S-56	1.9	163	0.0330	0.704037	7	0.703994798	7.16	28.1	0.1605	0.513009	7	7.65
Helete Graniti	S-217	36.1	70.5	1.4497	0.709177	14	0.707323101	1.5	8.8	0.1074	0.512206	9	-7.40
Koçali Graniti	S-5	1.3	119.6	0.0308	0.704745	4	0.704705647	7.83	23.5	0.2099	0.513026	4	7.42
Bazik Volk.	S-229	1.5	182.8	0.0232	0.704104	7	0.704074291	3.55	9.5	0.2354	0.513015	12	6.91
Bazik Volk.	S-105A	3.4	408.3	0.0236	0.704975	6	0.704944851	0.94	1.6	0.3700	0.513017	19	5.40
Bazik Volk.	S149	4.5	508.4	0.0251	0.706295	6	0.706262954	2.18	5.9	0.2327	0.512989	28	6.43
Bazik Volk.	S-150	1	304.4	0.0093	0.703589	14	0.703577106	1.75	4.7	0.2345	0.512934	51	5.34
Bazik Volk.	S-152	2.5	142.3	0.0497	0.704529	9	0.704465393	0.96	2.6	0.2326	0.513031	8	7.26
Bazik Volk.	S-99	0.5	143.5	0.0099	0.704533	6	0.704520385	1.91	5.4	0.2228	0.512991	9	6.59
Bazik Volk.	S-197	0.2	87.1	0.0065	0.704404	11	0.704395687	3.32	9.9	0.2112	0.513009	8	7.07
Bazik Volk.	S-205	1.3	122.2	0.0301	0.705451	11	0.705412484	1.44	3.8	0.2387	0.512994	14	6.46
Ortaç Volk.	S-42	9.6	213.5	0.1273	0.704347	5	0.704184205	3.93	16.7	0.1482	0.512922	6	6.10
Ortaç Volk.	S-96	0.1	208.4	0.0014	0.703825	7	0.703823263	6.09	19.4	0.1977	0.513031	5	7.66
Asidik Volk.	S-91	0.1	124.3	0.0023	0.705172	7	0.705169087	6.08	18.9	0.2026	0.513019	9	7.37
Asidik Volk.	S-178	13	106.5	0.3456	0.704772	3	0.704330062	2.98	8.8	0.2133	0.512826	14	3.48
Ofiyolit Gabro	S-163	10.6	237.2	0.1265	0.705253	9	0.705091207	1.38	3.3	0.2634	0.512999	38	6.28
Ofiyolit Gabro	S-213	1	162.7	0.0174	0.704142	5	0.704119747	0.64	0.9	0.4479	0.513087	18	5.88
Ofiyolit Gabro	S-164	4.6	361.4	0.0360	0.705008	9	0.704961917	2.38	6.9	0.2172	0.512928	12	5.42

Çizelge 4.11. Granitik, volkanik ve ofiyolitik kayaların Pb izotop içerikleri (İlksel oranlar 90 My'a göre hesaplanmıştır.)

Kaya Tipi	Örnek No	U	Th	Pb	$^{206}Pb/^{204}Pb$	±1σ	$(^{206}Pb/^{204}Pb)i$	$^{207}Pb/^{204}Pb$	±1σ	$(^{207}Pb/^{204}Pb)i$	$^{208}Pb/^{204}Pb$	±1σ	$(^{208}Pb/^{204}Pb)i$
		(ppm)	(ppm)	(ppm)									
Meydan Granit	H-24B	1.3	24.6	14.3	19.227	0.050	19.132	15.748	0.041	15.744	39.209	0.093	38.632
Meydan Granit	S-32	2.8	41.0	6.2	19.505	0.003	19.024	15.715	0.003	15.692	40.042	0.007	37.792
Meydan Granit	S-117	0.5	1.4	1.0	18.550	0.010	18.036	15.630	0.011	15.605	38.520	0.017	38.060
Meydan Granit	S-127A	0.6	2.8	5.6	18.842	0.001	18.731	15.696	0.001	15.691	38.947	0.002	38.780
Helete Graniti	S-27	0.8	1.0	0.9	18.850	0.002	17.929	15.630	0.002	15.586	38.780	0.005	38.412
Helete Graniti	S-56	0.7	4.0	0.3	19.120	0.005	16.682	15.698	0.007	15.581	39.054	0.012	34.599
Helete Graniti	S-217	3.2	13.3	28.8	18.831	0.003	18.715	15.702	0.002	15.696	38.994	0.006	38.841
Koçali Graniti	S-5	0.2	0.5	0.4	18.870	0.016	18.349	15.685	0.013	15.660	39.123	0.032	38.706
Bazik Volk.	S-229	0.1	0.2	0.4	18.421	0.001	18.166	15.539	0.001	15.527	38.227	0.002	38.064
Bazik Volk.	S-105A			0.8	18.670	0.001	18.670	15.664	0.001	15.664	38.717	0.003	38.717
Bazik Volk.	S149	0.3	0.5	1.0	18.886	0.035	18.575	15.666	0.029	15.652	38.813	0.072	38.647
Bazik Volk.	S-150	0.3		0.3	18.989	0.003	17.953	15.586	0.002	15.536	38.689	0.005	38.689
Bazik Volk.	S-152			0.8	18.784	0.002	18.784	15.612	0.001	15.612	38.619	0.003	38.619
Bazik Volk.	S-99	0.1		0.7	18.832	0.001	18.684	15.653	0.001	15.646	38.784	0.003	38.784
Bazik Volk.	S-197	1.3		0.6	19.278	0.003	17.025	15.641	0.003	15.534	38.596	0.007	38.596
Bazik Volk.	S-205			0.3	19.404	0.008	19.404	15.704	0.007	15.704	39.188	0.016	39.188
Ortaç Volk.	S-42	0.7	1.3	0.6	18.872	0.004	17.666	15.589	0.003	15.531	38.574	0.007	37.858
Ortaç Volk.	S-96		0.5	0.3	18.874	0.014	18.874	15.701	0.012	15.701	38.737	0.030	38.185
Asidik Volk.	S-91	0.2	0.6	1.6	18.864	0.001	18.735	15.652	0.001	15.646	38.899	0.003	38.775
Asidik Volk.	S-178		0.5	1.5	18.973	0.014	18.973	15.710	0.011	15.710	39.049	0.028	38.938
Ofiyolit Gabro	S-163	0.4		1.3	19.057	0.001	18.736	15.692	0.010	15.676	39.117	0.005	39.117
Ofiyolit Gabro	S-213			0.3	18.593	0.012	17.905	15.650	0.010	15.617	38.704	0.025	37.934
Ofiyolit Gabro	S-164	0.3		1.5	18.898	0.006	18.691	15.674	0.005	15.664	38.868	0.012	38.868

Çizelge 4.12. Granitik kayalara ait U-Pb yaş ham verileri

Session	5	207/206 ratios for info only - corrections assume a constant background of 0.2 cps at mass 208											
Th/U Correc	1,013425	U	Th	Pb	Th/U	Common	f206	Corrected	Corrected				%
207/206 Sta	0,07481	ppm wt	ppm wt	ppm wt	ppm wt	204Pb ppb	(%)	207/206	208/206	206/238	207/235	207/206	Concordan
9886	91500	64,2	22,1	11,85	0,353	0,21	0,04	0,0736	0,1043	1070,7	1057,4	1030,0	3,9
9887	91500	66,5	22,7	12,16	0,350	2,01	0,36	0,0745	0,1084	1062,3	1060,2	1055,0	0,7
9893	91500	66,6	22,9	12,09	0,353	0,81	0,15	0,0736	0,1067	1054,8	1046,6	1029,0	2,5
9899	91500	65,7	22,6	12,10	0,353	0,6	0,11	0,0728	0,1032	1068,9	1049,3	1008,0	6,0
9905	91500	66,6	22,8	12,04	0,351	0,8	0,15	0,0737	0,1061	1051,6	1045,4	1032,0	1,9
9912	91500	67,3	23,2	12,17	0,353	0,4	0,07	0,0753	0,1075	1049,0	1058,2	1077,0	-2,6
9918	91500	67,8	23,5	12,16	0,356	0,0	0,00	0,0758	0,1084	1040,7	1056,9	1090,0	-4,5
9921	91500	67,5	23,5	12,67	0,357	0,0	0,00	0,0779	0,1089	1083,4	1103,4	1143,0	-5,2
9922	91500	46,0	13,1	8,24	0,293	0,4	0,09	0,0756	0,0879	1054,7	1064,2	1083,0	-2,6
9928	91500	47,1	13,7	8,74	0,297	0,4	0,09	0,0753	0,0877	1088,8	1085,1	1077,0	1,1
9896	g-1-1	288,0	66,9	3,79	0,238	0,02	0,01	0,0473	Th Corrd	87,5	7/6 Corrd	7/6 Corrd	34,7
9897	g-1-2	88,1	18,8	1,17	0,219	0,37	0,66	0,0473	Th Corrd	88,9	7/6 Corrd	7/6 Corrd	34,8
9898	g-1-3	29,4	4,0	0,37	0,140	0,30	1,68	0,0473	Th Corrd	85,9	7/6 Corrd	7/6 Corrd	34,3
9900	g-2-1	31,1	16,2	0,47	0,534	0,3	1,38	0,0474	Th Corrd	93,1	7/6 Corrd	7/6 Corrd	39,0
9901	g-2-2	36,8	19,6	0,56	0,548	0,2	0,62	0,0474	Th Corrd	93,7	7/6 Corrd	7/6 Corrd	31,9
9902	g-2-3	31,9	17,3	0,48	0,558	0,2	1,15	0,0473	Th Corrd	91,9	7/6 Corrd	7/6 Corrd	43,6
9903	g-2-4	35,0	19,1	0,55	0,560	0,1	0,44	0,0474	Th Corrd	95,9	7/6 Corrd	7/6 Corrd	39,0
9906	g-3-1	69,7	21,7	0,92	0,319	0,2	0,37	0,0473	Th Corrd	86,0	7/6 Corrd	7/6 Corrd	36,4
9907	g-3-2	203,5	41,1	2,71	0,207	0,5	0,39	0,0474	Th Corrd	89,2	7/6 Corrd	7/6 Corrd	33,2
9908	g-3-3	111,5	78,1	1,68	0,719	0,3	0,47	0,0473	Th Corrd	88,2	7/6 Corrd	7/6 Corrd	35,8
9909	g-3-4	105,0	81,5	1,67	0,797	1,5	2,22	0,0473	Th Corrd	91,3	7/6 Corrd	7/6 Corrd	38,4
9911	g-3-6	43,1	16,3	0,59	0,387	0,1	0,50	0,0473	Th Corrd	87,4	7/6 Corrd	7/6 Corrd	34,5
9913	g-4-1	13,7	2,3	0,17	0,172	0,1	1,70	0,0468	Th Corrd	82,1	7/6 Corrd	7/6 Corrd	110,5
9919	g-4-1-2	24,1	5,5	0,30	0,235	0,2	1,46	0,0471	Th Corrd	82,2	7/6 Corrd	7/6 Corrd	49,4
9914	g-4-2	52,5	15,3	0,67	0,300	0,3	1,11	0,0473	Th Corrd	83,5	7/6 Corrd	7/6 Corrd	32,5

Çizelge 4.12. Devamı

Predicted 208/206	HfO2 wt%				U ppm wt	Th ppm wt	Pb ppm wt	Th/U atomic	Common 204Pb ppb	f206 (%)		Corrected 207/206	1sigma
0,981	0,91	155	91500	9886	64,2	22,1	11,9	0,353	0,2	0,04	0,0000209	0,0736	0,0010
1,029	0,94	156	91500	9887	66,5	22,7	12,2	0,350	2,0	0,36	0,0001951	0,0745	0,0011
1,003	0,94	161	91500	9893	66,6	22,9	12,1	0,353	0,8	0,15	0,0000787	0,0736	0,0007
0,971	0,95	167	91500	9899	65,7	22,6	12,1	0,353	0,6	0,11	0,0000584	0,0728	0,0011
1,003	0,95	173	91500	9905	66,6	22,8	12,0	0,351	0,8	0,15	0,0000786	0,0737	0,0011
1,011	0,97	180	91500	9912	67,3	23,2	12,2	0,353	0,4	0,07	0,0000401	0,0753	0,0006
1,010	0,98	186	91500	9918	67,8	23,5	12,2	0,356	0,0	0,00	0,0000001	0,0758	0,0009
1,014	1,00	189	91500	9921	67,5	23,5	12,7	0,357	0,0	0,00	0,0000001	0,0779	0,0011
0,996	0,92	190	91500	9922	46,0	13,1	8,2	0,293	0,4	0,09	0,0000507	0,0756	0,0011
0,981	0,93	196	91500	9928	47,1	13,7	8,7	0,297	0,4	0,09	0,0000485	0,0753	0,0010
Th Corrd	2,06	164	g-1-1	9896	288,0	66,9	3,795	0,238	0,0	0,01	Th Corrd	0,0473	0,0010
Th Corrd	2,08	165	g-1-2	9897	88,1	18,8	1,2	0,219	0,4	0,66	Th Corrd	0,0473	0,0038
Th Corrd	1,89	166	g-1-3	9898	29,4	4,0	0,4	0,140	0,3	1,68	Th Corrd	0,0473	0,0045
Th Corrd	1,30	168	g-2-1	9900	31,1	16,2	0,5	0,534	0,3	1,38	Th Corrd	0,0474	0,0043
Th Corrd	1,31	169	g-2-2	9901	36,8	19,6	0,6	0,548	0,2	0,62	Th Corrd	0,0474	0,0031
Th Corrd	1,30	170	g-2-3	9902	31,9	17,3	0,5	0,558	0,2	1,15	Th Corrd	0,0473	0,0047
Th Corrd	1,31	171	g-2-4	9903	35,0	19,1	0,6	0,560	0,1	0,44	Th Corrd	0,0474	0,0038
Th Corrd	2,08	174	g-3-1	9906	69,7	21,7	0,9	0,319	0,2	0,37	Th Corrd	0,0473	0,0029
Th Corrd	1,74	175	g-3-2	9907	203,5	41,1	2,7	0,207	0,5	0,39	Th Corrd	0,0474	0,0011
Th Corrd	1,78	176	g-3-3	9908	111,5	78,1	1,7	0,719	0,3	0,47	Th Corrd	0,0473	0,0026
Th Corrd	1,87	177	g-3-4	9909	105,0	81,5	1,7	0,797	1,5	2,22	Th Corrd	0,0473	0,0046
Th Corrd	1,95	179	g-3-6	9911	43,1	16,3	0,6	0,387	0,1	0,50	Th Corrd	0,0473	0,0034
Th Corrd	1,65	181	g-4-1	9913	13,7	2,3	0,2	0,172	0,1	1,70	Th Corrd	0,0468	0,0059
Th Corrd	1,60	187	g-4-1-2	9919	24,1	5,5	0,3	0,235	0,2	1,46	Th Corrd	0,0471	0,0046
Th Corrd	1,79	182	g-4-2	9914	52,5	15,3	0,7	0,300	0,3	1,11	Th Corrd	0,0473	0,0024

Çizelge 4.12. Devamı

				sigma plot input			includes						
Corrected		Th Corrd					error in						
208/206	1sigma		207/235	1sigma	206/238	1sigma	std	206/238	1sigma	207/235	1sigma	207/206	1sigma
0,1043	0,0010	#SAYI/0!	1,8332	0,0362	0,1807	0,0025	0,7030	1070,7	13,7	1057,4	12,9	1030,0	28
0,1084	0,0013	55,98039	1,8409	0,0375	0,1791	0,0026	0,7004	1062,3	14,0	1060,2	13,3	1055,0	29
0,1067	0,0010	74,50191	1,8031	0,0320	0,1778	0,0026	0,8216	1054,8	14,2	1046,6	11,5	1029,0	20
0,1032	0,0009	41,28179	1,8107	0,0376	0,1804	0,0024	0,6519	1068,9	13,3	1049,3	13,5	1008,0	32
0,1061	0,0008	58,31993	1,8000	0,0357	0,1772	0,0024	0,6800	1051,6	13,1	1045,4	12,8	1032,0	29
0,1075	0,0013	42,16578	1,8354	0,0283	0,1767	0,0024	0,8803	1049,0	13,1	1058,2	10,1	1077,0	14
0,1084	0,0009	47,30892	1,8317	0,0336	0,1752	0,0025	0,7857	1040,7	13,9	1056,9	12,0	1090,0	23
0,1089	0,0012	46,17756	1,9645	0,0413	0,1830	0,0028	0,7298	1083,4	15,3	1103,4	14,0	1143,0	28
0,0879	0,0010		1,8521	0,0364	0,1778	0,0025	0,7052	1054,7	13,5	1064,2	12,9	1083,0	28
0,0877	0,0013	51,55765	1,9115	0,0358	0,1840	0,0025	0,7323	1088,8	13,7	1085,1	12,4	1077,0	26
Th Corrd	Th Corrd	80,17857	0,0892	0,0023	0,0137	0,0002	0,5335	87,5	1,2	86,8	2,2	65,0	#YOK
Th Corrd	Th Corrd	41,50673	0,0907	0,0076	0,0139	0,0003	0,2475	88,9	1,8	88,1	7,0	66,0	#YOK
Th Corrd	Th Corrd	55,51505	0,0875	0,0086	0,0134	0,0003	0,2214	85,9	1,9	85,2	8,0	64,0	32
Th Corrd	Th Corrd	42,0396	0,0950	0,0089	0,0145	0,0004	0,2604	93,1	2,2	92,2	8,2	67,0	#YOK
Th Corrd	Th Corrd	#SAYI/0!	0,0957	0,0065	0,0146	0,0003	0,2690	93,7	1,7	92,8	6,0	71,0	358
Th Corrd	Th Corrd	80,5408	0,0936	0,0096	0,0144	0,0004	0,2379	91,9	2,2	90,9	8,9	64,0	#YOK
Th Corrd	Th Corrd	50,57025	0,0980	0,0083	0,0150	0,0004	0,2837	95,9	2,3	94,9	7,6	69,0	#YOK
Th Corrd	Th Corrd	55,58799	0,0875	0,0056	0,0134	0,0003	0,3090	86,0	1,7	85,2	5,3	63,0	#YOK
Th Corrd	Th Corrd	64,10874	0,0910	0,0025	0,0139	0,0002	0,5732	89,2	1,4	88,4	2,3	67,0	#YOK
Th Corrd	Th Corrd	48,58487	0,0899	0,0052	0,0138	0,0002	0,2969	88,2	1,5	87,4	4,9	65,0	#YOK
Th Corrd	Th Corrd	80,01642	0,0931	0,0091	0,0143	0,0003	0,1846	91,3	1,6	90,4	8,5	66,0	#YOK
Th Corrd	Th Corrd	44,13431	0,0891	0,0067	0,0137	0,0003	0,2759	87,4	1,8	86,6	6,2	65,0	#YOK
Th Corrd	Th Corrd	48,97826	0,0827	0,0109	0,0128	0,0005	0,3007	82,1	3,2	80,7	10,2	39,0	#YOK
Th Corrd	Th Corrd	72,41863	0,0833	0,0088	0,0128	0,0005	0,4026	82,2	3,5	81,3	8,2	55,0	#YOK
Th Corrd	Th Corrd	56,94005	0,0850	0,0048	0,0130	0,0003	0,4059	83,5	1,9	82,8	4,5	63,0	308

Çizelge 4.12. Devamı

	Tera-wasserburg							4	4	7/6 Corrd					
	Uncorrd		Uncorrd		rho			154	201	Th Corrd		20,5			
%	238/206	1sigma	207/206	1sigma				0							
3,9	5,5	0,1	0,0739	0,0010	0,7030	0,981	5	1	155	YANLIŞ	86,3	3,9	0,1	1,83137	0,180491
0,7	5,6	0,1	0,0773	0,0011	0,7004	1,029	5	2	156	YANLIŞ	89,1	0,7	0,1	1,839017	0,178961
2,5	5,6	0,1	0,0747	0,0007	0,8216	1,003	5	7	161	YANLIŞ	89,5	2,5	0,1	1,801204	0,177582
6,0	5,5	0,1	0,07364	0,0011	0,6519	0,971	5	13	167	YANLIŞ	88,4	6,0	0,1	1,808813	0,180169
1,9	5,6	0,1	0,0748	0,0011	0,6800	1,003	5	19	173	YANLIŞ	89,3	1,9	0,1	1,798075	0,176997
-2,6	5,7	0,1	0,0759	0,0006	0,8803	1,011	5	26	180	YANLIŞ	90,5	-2,6	0,1	1,833439	0,176523
-4,5	5,7	0,1	0,0758	0,0009	0,7857	1,010	5	32	186	YANLIŞ	91,3	-4,5	0,1	1,829786	0,17502
-5,2	5,5	0,1	0,0779	0,0011	0,7298	1,014	5	35	189	YANLIŞ	90,9	-5,2	0,1	1,962438	0,182811
-2,6	5,6	0,1	0,0763	0,0011	0,7052	0,996	5	36	190	YANLIŞ	59,2	-2,6	0,1	1,850806	0,177633
1,1	5,4	0,1	0,0760	0,0010	0,7323	0,981	5	42	196	YANLIŞ	60,8	1,1	0,1	1,910104	0,183862
34,7	73,8	1,0	0,0474	0,0010	0,5335	0,793	5	10	164	0,0	354,9	34,7	0,4	0,08884	0,013616
34,8	72,1	1,5	0,05257	0,0038	0,2475	0,485	5	11	165	0,0	106,9	34,8	0,1	0,090564	0,013876
34,3	73,9	1,6	0,06054	0,0045	0,2214	0,414	5	12	166	0,0	33,4	34,3	0,0	0,087499	0,013416
39,0	68,4	1,6	0,05828	0,0043	0,2604	0,591	5	14	168	0,0	47,3	39,0	0,1	0,09497	0,014541
31,9	68,5	1,2	0,05231	0,0031	0,2690	1,001	5	15	169	0,0	56,4	31,9	0,1	0,095677	0,014629
43,6	69,5	1,7	0,05637	0,0047	0,2379	0,231	5	16	170	0,0	49,2	43,6	0,1	0,093587	0,014347
39,0	67,0	1,6	0,05089	0,0038	0,2837	0,468	5	17	171	0,0	54,2	39,0	0,1	0,097908	0,014983
36,4	74,9	1,5	0,0502	0,0029	0,3090	0,594	5	20	174	0,0	91,4	36,4	0,1	0,087413	0,013409
33,2	72,1	1,1	0,0505	0,0011	0,5732	0,802	5	21	175	0,0	244,6	33,2	0,3	0,090748	0,013899
35,8	72,8	1,2	0,0510	0,0026	0,2969	0,862	5	22	176	0,0	189,6	35,8	0,2	0,089721	0,013752
38,4	69,1	1,2	0,0649	0,0046	0,1846	0,763	5	23	177	0,0	186,5	38,4	0,2	0,092929	0,014236
34,5	73,5	1,5	0,0513	0,0034	0,2759	0,997	5	25	179	0,0	59,4	34,5	0,1	0,089022	0,013645
110,5	77,4	3,1	0,0603	0,0059	0,3007	-20,275	5	27	181	0,0	16,0	110,5	0,0	0,082684	0,012814
49,4	77,5	3,3	0,0586	0,0046	0,4026	-2,300	5	33	187	0,0	29,6	49,4	0,0	0,083298	0,012822
32,5	76,5	1,7	0,0560	0,0024	0,4059	1,071	5	28	182	0,0	67,8	32,5	0,1	0,084892	0,013023

Çizelge 4.13. Granitik kayalara ait U-Pb yaş ham verileri

Session	5	207/206 ratios for info only - corrections assume a constant background of 0.2 cps at mass 208											
Th/U Correc	1,013425	U	Th	Pb	Th/U	Common	f206	Corrected	Corrected				%
207/206 Sta	0,07481	ppm wt	ppm wt	ppm wt	ppm wt	204Pb ppb	(%)	207/206	208/206	206/238	207/235	207/206	Concordan
9915	g-4-3	48,3	9,8	0,59	0,207	0,2	0,76	0,0472	Th Corrd	82,3	7/6 Corrd	7/6 Corrd	44,3
9916	g-4-4	61,0	15,2	0,77	0,256	0,0	0,13	0,0472	Th Corrd	83,9	7/6 Corrd	7/6 Corrd	37,5
9920	g-4-4-2	59,6	14,7	0,76	0,253	0,0	0,10	0,0471	Th Corrd	84,4	7/6 Corrd	7/6 Corrd	53,4
9917	g-4-5	39,3	11,3	0,51	0,296	0,8	3,25	0,0473	Th Corrd	84,7	7/6 Corrd	7/6 Corrd	36,6
9888	g5-1-1	318,1	69,2	4,16	0,223	0,09	0,04	0,0473	Th Corrd	87,2	7/6 Corrd	7/6 Corrd	34,2
9892	G5-1-2	418,5	112,0	5,56	0,275	0,40	0,15	0,0473	Th Corrd	87,3	7/6 Corrd	7/6 Corrd	34,3
9889	g5-2	92,2	19,5	1,19	0,218	0,14	0,24	0,0473	Th Corrd	86,6	7/6 Corrd	7/6 Corrd	37,4
9890	g5-3	137,5	35,3	1,83	0,263	0,01	0,01	0,0473	Th Corrd	87,9	7/6 Corrd	7/6 Corrd	33,1
9894	g-5-5	130,9	26,5	1,74	0,208	0,09	0,11	0,0473	Th Corrd	89,0	7/6 Corrd	7/6 Corrd	34,8
9895	g-5-6	67,8	21,0	0,91	0,318	0,36	0,85	0,0473	Th Corrd	87,0	7/6 Corrd	7/6 Corrd	36,0
9930	g-7-1	351,7	76,0	4,80	0,222	0,0	0,01	0,0474	Th Corrd	91,0	7/6 Corrd	7/6 Corrd	33,8
9923	g-8-1	120,1	29,6	1,55	0,253	1,2	1,66	0,0473	Th Corrd	85,4	7/6 Corrd	7/6 Corrd	35,6
9929	g-8-1-2	87,4	21,6	1,19	0,253	0,1	0,17	0,0473	Th Corrd	89,8	7/6 Corrd	7/6 Corrd	36,1
9924	g-8-2	87,0	20,7	1,13	0,244	0,1	0,11	0,0473	Th Corrd	86,5	7/6 Corrd	7/6 Corrd	39,5
9925	g-8-3	94,7	22,9	1,19	0,248	0,2	0,40	0,0473	Th Corrd	83,7	7/6 Corrd	7/6 Corrd	34,9
9927	g-8-5	113,8	27,8	1,50	0,251	0,2	0,35	0,0473	Th Corrd	87,5	7/6 Corrd	7/6 Corrd	38,9

Çizelge 4.13. Devamı

Predicted 208/206	HfO2 wt%				U ppm wt	Th ppm wt	Pb ppm wt	Th/U atomic	Common 204Pb ppb	f206 (%)	204/206	Corrected 207/206	1sigma
Th Corrd	1,75	183	g-4-3	9915	48,3	9,8	0,6	0,207	0,2	0,76	Th Corrd	0,0472	0,0027
Th Corrd	1,72	184	g-4-4	9916	61,0	15,2	0,8	0,256	0,0	0,13	Th Corrd	0,0472	0,0026
Th Corrd	1,77	188	g-4-4-2	9920	59,6	14,7	0,8	0,253	0,0	0,10	Th Corrd	0,0471	0,0022
Th Corrd	1,68	185	g-4-5	9917	39,3	11,3	0,5	0,296	0,8	3,25	Th Corrd	0,0473	0,0049
Th Corrd	2,76	157	g5-1-1	9888	318,1	69,2	4,2	0,223	0,1	0,04	Th Corrd	0,0473	0,0009
Th Corrd	2,50	160	G5-1-2	9892	418,5	112,0	5,6	0,275	0,4	0,15	Th Corrd	0,0473	0,0010
Th Corrd	2,55	158	g5-2	9889	92,2	19,5	1,2	0,218	0,1	0,24	Th Corrd	0,0473	0,0028
Th Corrd	2,29	159	g5-3	9890	137,5	35,3	1,8	0,263	0,0	0,01	Th Corrd	0,0473	0,0018
Th Corrd	2,46	162	g-5-5	9894	130,9	26,5	1,7	0,208	0,1	0,11	Th Corrd	0,0473	0,0013
Th Corrd	1,95	163	g-5-6	9895	67,8	21,0	0,9	0,318	0,4	0,85	Th Corrd	0,0473	0,0023
Th Corrd	2,22	198	g-7-1	9930	351,7	76,0	4,8	0,222	0,0	0,01	Th Corrd	0,0474	0,0007
Th Corrd	2,19	191	g-8-1	9923	120,1	29,6	1,6	0,253	1,2	1,66	Th Corrd	0,0473	0,0025
Th Corrd	2,08	197	g-8-1-2	9929	87,4	21,6	1,2	0,253	0,1	0,17	Th Corrd	0,0473	0,0020
Th Corrd	2,34	192	g-8-2	9924	87,0	20,7	1,1	0,244	0,1	0,11	Th Corrd	0,0473	0,0023
Th Corrd	2,29	193	g-8-3	9925	94,7	22,9	1,2	0,248	0,2	0,40	Th Corrd	0,0473	0,0018
Th Corrd	2,36	195	g-8-5	9927	113,8	27,8	1,5	0,251	0,2	0,35	Th Corrd	0,0473	0,0020

Çizelge 4.13. Devamı

				sigma plot input			includes						
Corrected		Th Corrd					error in						
208/206	1sigma		207/235	1sigma	206/238	1sigma	std	206/238	1sigma	207/235	1sigma	207/206	1sigma
Th Corrd	Th Corrd	75,14202	0,0835	0,0051	0,0128	0,0003	0,3888	82,3	2,0	81,5	4,8	57,0	#YOK
Th Corrd	Th Corrd	23,67622	0,0853	0,0051	0,0131	0,0003	0,3451	83,9	1,7	83,1	4,7	61,0	#YOK
Th Corrd	Th Corrd	48,86181	0,0856	0,0042	0,0132	0,0002	0,3619	84,4	1,5	83,4	3,9	55,0	#YOK
Th Corrd	Th Corrd	61,79381	0,0862	0,0090	0,0132	0,0002	0,1688	84,7	1,5	83,9	8,4	62,0	#YOK
Th Corrd	Th Corrd	61,62512	0,0889	0,0022	0,0136	0,0002	0,6629	87,2	1,4	86,4	2,0	65,0	#YOK
Th Corrd	Th Corrd	67,14467	0,0890	0,0023	0,0136	0,0002	0,5864	87,3	1,3	86,6	2,1	65,0	-37
Th Corrd	Th Corrd	50,69222	0,0881	0,0056	0,0135	0,0003	0,3148	86,6	1,7	85,8	5,2	63,0	#YOK
Th Corrd	Th Corrd	55,98039	0,0896	0,0037	0,0137	0,0002	0,4353	87,9	1,6	87,1	3,4	66,0	-7
Th Corrd	Th Corrd	48,86181	0,0907	0,0029	0,0139	0,0002	0,5171	89,0	1,4	88,2	2,7	66,0	#YOK
Th Corrd	Th Corrd	46,17756	0,0886	0,0047	0,0136	0,0003	0,4051	87,0	1,8	86,2	4,3	64,0	#YOK
Th Corrd	Th Corrd		0,0929	0,0020	0,0142	0,0002	0,6878	91,0	1,3	90,2	1,8	68,0	-36
Th Corrd	Th Corrd	4,788942	0,0870	0,0048	0,0133	0,0002	0,3200	85,4	1,5	84,7	4,5	63,0	#YOK
Th Corrd	Th Corrd	#SAYI/0!	0,0916	0,0043	0,0140	0,0003	0,4147	89,8	1,7	89,0	4,0	66,0	#YOK
Th Corrd	Th Corrd	61,30539	0,0880	0,0045	0,0135	0,0002	0,3090	86,5	1,4	85,6	4,2	62,0	#YOK
Th Corrd	Th Corrd	79,30069	0,0851	0,0036	0,0131	0,0002	0,4294	83,7	1,5	82,9	3,4	62,0	#YOK
Th Corrd	Th Corrd	68,85991	0,0891	0,0040	0,0137	0,0002	0,3632	87,5	1,4	86,7	3,8	63,0	#YOK

Çizelge 4.13. Devamı

	Tera-wasserburg							4	4	7/6 Corrd					
	Uncorrd		Uncorrd		rho			154	201	Th Corrd		20,5			
%	238/206	1sigma	207/206	1sigma				0							
44,3	77,9	1,8	0,0532	0,0027	0,3888	-1,363	5	29	183	0,0	58,1	44,3	0,1	0,083475	0,012836
37,5	76,9	1,6	0,0483	0,0026	0,3451	0,177	5	30	184	0,0	76,2	37,5	0,1	0,085199	0,013082
53,4	76,5	1,4	0,0479	0,0022	0,3619	-2,799	5	34	188	0,0	74,2	53,4	0,1	0,08552	0,013165
36,6	73,8	1,3	0,0729	0,0049	0,1688	0,573	5	31	185	0,0	50,7	36,6	0,1	0,08613	0,013215
34,2	74,0	1,2	0,0477	0,0009	0,6629	0,810	5	3	157	0,0	387,3	34,2	0,5	0,088454	0,013558
34,3	73,8	1,1	0,0485	0,0010	0,5864	0,945	5	6	160	0,0	530,5	34,3	0,6	0,088442	0,013554
37,4	74,4	1,5	0,0492	0,0028	0,3148	0,115	5	4	158	0,0	111,7	37,4	0,1	0,088008	0,013501
33,1	73,5	1,3	0,0472	0,0018	0,4353	0,981	5	5	159	0,0	172,7	33,1	0,2	0,089393	0,013697
34,8	72,5	1,2	0,0482	0,0013	0,5171	0,773	5	8	162	0,0	157,4	34,8	0,2	0,090565	0,013873
36,0	73,6	1,6	0,0540	0,0023	0,4051	0,519	5	9	163	0,0	88,9	36,0	0,1	0,088524	0,013575
33,8	71,0	1,0	0,0472	0,0007	0,6878	0,950	5	44	198	0,0	427,8	33,8	0,5	0,092404	0,014144
35,6	74,4	1,3	0,0604	0,0025	0,3200	0,612	5	37	191	0,0	149,7	35,6	0,2	0,08682	0,013316
36,1	71,8	1,4	0,0487	0,0020	0,4147	0,402	5	43	197	0,0	108,9	36,1	0,1	0,091454	0,014012
39,5	74,6	1,2	0,0481	0,0023	0,3090	0,156	5	38	192	0,0	107,8	39,5	0,1	0,0879	0,013487
34,9	76,9	1,4	0,0504	0,0018	0,4294	0,876	5	39	193	0,0	117,5	34,9	0,1	0,085002	0,013043
38,9	73,5	1,2	0,0500	0,0020	0,3632	0,158	5	41	195	0,0	141,6	38,9	0,2	0,088984	0,013648

Çizelge 4.14. Granitik-Gabroyik kayalara ait U-Pb yaş ham verileri

Session	13									207/206 corrected ages			
Th/U	0,966177	U	Th	Pb	Th/U	Common	f206						
207/206	0,059858	ppm wt	ppm wt	ppm wt	ppm wt	204Pb ppb	(%)	207/206	208/206	206/238	1 sigma	207/235	Concordan
Error std	0,013755	83,70	85,70000	85,30	86,50	86,50	86,80			8,98991			
10131	91500	81,4	25,9	14,60	0,326	3,98	0,59			1052,2			
10145	G11-1-1	34,9	10,7	0,46	0,315	2,0	9,34			84,8	2,5		
10150	G11-2-1	199,4	64,8	2,72	0,333	0,3	0,20			87,9	1,3		
10151	G11-3-1	703,4	446,6	10,26	0,651	8,3	1,85			86,3	1,3		
10165	G11-4-1	360,5	212,0	5,21	0,603	4,8	2,07			86,4	1,3		
10167	G11-5-1	322,6	150,2	4,51	0,478	2,2	1,08			86,5	1,3		
10168	G11-6-1	722,7	475,0	10,84	0,674	4,0	0,87			88,1	1,3		
Single crystal													
10152	G12-1-1	329,5	344,5	2,75	1,073	7,7	7,27			44,8	0,8		
10162	G12-1-2	344,2	332,7	2,86	0,992	1,9	1,71			45,4	0,8		
10138	G13-1-1	207,6	53,4	2,69	0,264	0,52	0,41			85,0	1,4		
10139	G13-2-1	145,3	25,2	1,84	0,178	0,01	0,01			85,3	1,4		
10140	G13-3-1	204,7	66,9	2,72	0,336	0,46	0,36			85,5	1,3		
10157	G13-4-1	125,7	20,7	1,58	0,169	1,6	2,06			84,9	1,4		
10158	G13-5-1	137,8	23,1	1,78	0,172	1,1	1,26			87,1	1,4		
10159	G13-6-1	344,6	76,2	4,50	0,227	1,6	0,72			86,4	1,2		
10142	G14-1-1	88,4	35,5	1,13	0,412	2,4	4,59			80,9	1,5		
10143	G14-2-1	61,9	26,3	0,79	0,436	2,5	7,10			80,2	1,2		
10144	G14-3-1	120,0	23,0	1,44	0,197	1,7	2,41			80,4	1,3		
10163	G14-3-2	256,7	91,6	3,22	0,366	2,2	1,51			80,2	1,2		
10146	G14-4-1	95,8	38,0	1,22	0,406	2,0	3,54			80,6	1,5		
10154	G14-6-1	82,5	31,1	1,05	0,387	0,3	0,68			80,8	1,3		
10164	G14-6b-1	83,8	31,4	1,01	0,384	2,0	4,31			76,9	1,7		
10166	G14-7-1	74,5	28,6	0,93	0,394	2,0	4,63			79,5	1,5		
10137	G15-1-1	198,0	37,8	2,50	0,196	0,45	0,37			84,5	1,5		

Çizelge 4.14. Devamı

					U	Th	Pb	Th/U	Common	f206		Corrected	
208 exces	HfO2 wt%				ppm wt	ppm wt	ppm wt	atomic	204Pb ppb	(%)	204/206	207/206	1sigma
												0,0074	0,0008
	0,692	229	91500	10131	81,4	25,9	14,6	0,326	4,0	0,59	0,0003187	0,0708	0,0005
	1,30	243	G11-1-1	10145	34,9	10,7	0,5	0,315	2,0	9,34			
	1,35	248	G11-2-1	10150	199,4	64,8	2,7	0,333	0,3	0,20			
	1,40	249	G11-3-1	10151	703,4	446,6	10,3	0,651	8,3	1,85			
	1,32	263	G11-4-1	10165	360,5	212,0	5,2	0,603	4,8	2,07			
	1,26	265	G11-5-1	10167	322,6	150,2	4,5	0,478	2,2	1,08			
	1,41	266	G11-6-1	10168	722,7	475,0	10,8	0,674	4,0	0,87			
	1,17	250	G12-1-1	10152	329,5	344,5	2,8	1,073	7,7	7,27			
	1,08	260	G12-1-2	10162	344,2	332,7	2,9	0,992	1,9	1,71			
	1,45	236	G13-std-1	10138	207,6	53,4	2,689	0,264	0,5	0,41			
	1,47	237	G13-std-2	10139	145,3	25,2	1,8	0,178	0,0	0,01			
	1,31	238	G13-std-3	10140	204,7	66,9	2,7	0,336	0,5	0,36			
	1,49	255	G13-4-1	10157	125,7	20,7	1,6	0,169	1,6	2,06			
	1,36	256	G13-5-1	10158	137,8	23,1	1,8	0,172	1,1	1,26			
	1,65	257	G13-6-1	10159	344,6	76,2	4,5	0,227	1,6	0,72			
	1,06	240	G14-1-1	10142	88,4	35,5	1,1	0,412	2,4	4,59			
	1,02	241	G14-2-1	10143	61,9	26,3	0,8	0,436	2,5	7,10			
	1,35	242	G14-3-1	10144	120,0	23,0	1,4	0,197	1,7	2,41			
	1,46	261	G14-3-2	10163	256,7	91,6	3,2	0,366	2,2	1,51			
	1,09	244	G14-4-1	10146	95,8	38,0	1,2	0,406	2,0	3,54			
	1,09	252	G14-6-1	10154	82,5	31,1	1,1	0,387	0,3	0,68			
	1,09	262	G14-6-1	10164	83,8	31,4	1,0	0,384	2,0	4,31			
	1,17	264	G14-7-1	10166	74,5	28,6	0,9	0,394	2,0	4,63			
	1,48	235	G15-std-1	10137	198,0	37,8	2,5	0,196	0,5	0,37			

Çizelge 4.14. Devamı

				sigma plot input			includes						
Corrected		Th Corrd					error in						
208/206	1sigma		207/235	1sigma	206/238	1sigma	std	206/238	1sigma	207/235	1sigma	207/206	1sigma
						0,0031		208,0556					
0,0976	0,0008	74,23454	1,7306	0,0284	0,1773	0,0026	0,8893	1052,2	14,2	1020,0	10,5	951,0	15
								84,8	2,5				
								87,9	1,3				
								86,3	1,3				
								86,4	1,3				
								86,5	1,3				
								88,1	1,3				
								44,8	0,8				
								45,4	0,8				
								85,0	1,4				
								85,3	1,4				
								85,5	1,3				
								84,9	1,4				
								87,1	1,4				
								86,4	1,2				
								80,9	1,5				
								80,2	1,2				
								80,4	1,3				
								80,2	1,2				
								80,6	1,5				
								80,8	1,3				
								76,9	1,7				
								79,5	1,5				
								84,5	1,5				

Çizelge 4.14. Devamı

		Tera-wasserburg									7/6 Corrd		
		Uncorrd		Uncorrd		rho					Th Corrd		20,5
%		238/206	1sigma	207/206	1sigma								
0,0													
10,6		5,6	0,1	0,0753	0,0005	0,8893						107,2	10,6
		0,0	0,1	0,8200	0,0100	0,9000							
		68,7	2,1	0,12101	0,0066	0,2098						45,6	39,1
		73,0	1,1	0,0490	0,0011	0,5406						264,3	29,2
		72,7	1,1	0,0580	0,0007	0,6752						1150,0	#YOK
		72,5	1,1	0,0620	0,0026	0,2471						572,4	#YOK
		73,1	1,1	0,0537	0,0020	0,3334						472,8	#YOK
		71,9	1,0	0,0521	0,0008	0,6182						1197,7	#YOK
		133,4	2,5	0,1042	0,0105	0,0840						673,9	35,8
		139,6	2,4	0,0602	0,0031	0,2568						676,9	29,7
		75,3	1,2	0,0505	0,0019	0,3786						261,0	28,8
		75,4	1,2	0,04682	0,0011	0,5686						170,4	31,2
		74,9	1,1	0,05023	0,0012	0,5085						271,6	27,7
		74,1	1,2	0,0636	0,0021	0,3377						146,4	28,6
		72,8	1,2	0,0573	0,0019	0,3795						161,0	28,1
		73,5	1,1	0,0515	0,0013	0,4584						420,7	#YOK
		75,8	1,4	0,08353	0,0026	0,3138						124,0	28,3
		74,5	1,2	0,10333	0,0053	0,1379						88,2	27,3
		78,0	1,3	0,06631	0,0021	0,3605						143,0	29,7
		79,0	1,2	0,0592	0,0022	0,3027						348,3	27,2
		77,0	1,4	0,07520	0,0029	0,2902						133,8	29,9
		79,0	1,3	0,0526	0,0024	0,3055						113,6	28,3
		80,0	1,7	0,0812	0,0047	0,2134						115,2	30,3
		77,2	1,5	0,0838	0,0053	0,1700						103,2	30,3
		75,8	1,3	0,0503	0,0018	0,4206						235,7	28,0

Çizelge 4.14. Devamı

0,1	1,72841	0,177083		
0,1	0,086249	0,01324		
0,3	0,089372	0,013679		
1,4	0,079614	0,013302		
0,7	0,084313	0,013398		
0,6	0,083658	0,013435		
1,4	0,08486	0,013573		
0,8	0,044571	0,006922		
0,8	0,045162	0,00701		
0,3	0,086363	0,013232		
0,2	0,086694	0,013286		
0,3	0,086927	0,013314		
0,2	0,086362	0,013232		
0,2	0,088728	0,013584		
0,5	0,084858	0,013421		
0,1	0,082173	0,012604		
0,1	0,081484	0,012502		
0,2	0,08165	0,012531		
0,4	0,081226	0,012462		
0,2	0,081808	0,012556		
0,1	0,082157	0,012604		
0,1	0,077998	0,011983		
0,1	0,080697	0,012389		
0,3	0,085864	0,013156		

Çizelge 4.15. Granitik-Gabroyik kayalara ait U-Pb yaş ham verileri

Session	13									207/206 corrected ages			
Th/U	0,966177	U	Th	Pb	Th/U	Common	f206						
207/206	0,059858	ppm wt	ppm wt	ppm wt	ppm wt	204Pb ppb	(%)	207/206	208/206	206/238	1 sigma	207/235	Concordan
Error std	0,013755	83,70	85,70000	85,30	86,50	86,50	86,80			8,98991			
10131	91500	81,4	25,9	14,60	0,326	3,98	0,59			1052,2			
10155	G15-2-1	123,8	27,7	1,59	0,229	1,1	1,50			85,1	1,3		
10156	G15-3-1	177,6	28,3	2,26	0,164	1,4	1,23			85,7	1,3		
Standards													
10134	GJ-1	263,7	8,3	23,91	0,032	0,80	0,07	0,0598	0,0098	602,2	601,3	597,0	0,9
10135	GJ-1	258,1	8,1	22,92	0,032	0,46	0,04	0,0597	0,0102	590,3	590,7	592,0	-0,3
10136	GJ-1	260,7	8,3	22,88	0,033	0,19	0,02	0,0602	0,0106	583,4	588,7	609,0	-4,2
10141	GJ-1	253,6	8,0	22,49	0,032	0,8	0,07	0,0598	0,0095	589,6	590,9	595,0	-0,9
10148	GJ-1	249,2	7,9	22,72	0,032	0,4	0,04	0,0602	0,0101	605,2	606,7	612,0	-1,1
10149	GJ-1	247,7	7,8	22,62	0,032	0,4	0,03	0,0595	0,0101	606,5	602,4	587,0	3,3
10153	GJ-1	257,6	8,2	23,60	0,033	0,2	0,02	0,0607	0,0109	607,6	612,1	628,0	-3,3
10160	GJ-1	255,9	8,2	23,54	0,033	0,8	0,07	0,0589	0,0093	610,9	600,7	562,0	8,7
10161	GJ-1	257,5	8,2	23,58	0,033	0,7	0,06	0,0599	0,0098	607,7	606,0	599,0	1,5
10132	GJ-1x	261,0	8,3	23,40	0,032	0,30	0,03	0,0601	0,0107	595,8	597,9	606,0	-1,7
10133	GJ-1x	261,2	8,1	23,48	0,032	1,49	0,13	0,0594	0,0083	597,6	594,5	582,0	2,7
10129	SL1	2919,1	968,1	262,20	0,340	7,58	0,06	0,0576	0,1140	551,0	543,9	514,0	7,2
10130	SL1	2898,3	958,8	263,47	0,339	5,60	0,05	0,0576	0,1148	557,5	549,1	514,0	8,5

Çizelge 4.15. Devamı

					U	Th	Pb	Th/U	Common	f206		Corrected	
208 exces	HfO2 wt%				ppm wt	ppm wt	ppm wt	atomic	204Pb ppb	(%)	204/206	207/206	1sigma
												0,0074	0,0008
	0,692	229	91500	10131	81,4	25,9	14,6	0,326	4,0	0,59	0,0003187	0,0708	0,0005
	1,38	253	G15-2-1	10155	123,8	27,7	1,6	0,229	1,1	1,50			
	1,51	254	G15-3-1	10156	177,6	28,3	2,3	0,164	1,4	1,23			
0,988	0,87	232	GJ-1	10134	263,7	8,3	23,9	0,032	0,8	0,07	0,0000356	0,0598	0,0005
1,024	0,87	233	GJ-1	10135	258,1	8,1	22,9	0,032	0,5	0,04	0,0000217	0,0597	0,0004
1,051	0,88	234	GJ-1	10136	260,7	8,3	22,9	0,033	0,2	0,02	0,0000087	0,0602	0,0004
0,955	0,87	239	GJ-1	10141	253,6	8,0	22,5	0,032	0,8	0,07	0,0000380	0,0598	0,0005
1,014	0,87	246	GJ-1	10148	249,2	7,9	22,7	0,032	0,4	0,04	0,0000190	0,0602	0,0005
1,009	0,86	247	GJ-1	10149	247,7	7,8	22,6	0,032	0,4	0,03	0,0000187	0,0595	0,0006
1,077	0,88	251	GJ-1	10153	257,6	8,2	23,6	0,033	0,2	0,02	0,0000088	0,0607	0,0004
0,911	0,87	258	GJ-1	10160	255,9	8,2	23,5	0,033	0,8	0,07	0,0000369	0,0589	0,0005
0,970	0,87	259	GJ-1	10161	257,5	8,2	23,6	0,033	0,7	0,06	0,0000310	0,0599	0,0005
1,069	0,86	230	GJ-1x	10132	261,0	8,3	23,4	0,032	0,3	0,03	0,0000135	0,0601	0,0003
0,844	0,86	231	GJ-1x	10133	261,2	8,1	23,5	0,032	1,5	0,13	0,0000677	0,0594	0,0004
1,081	2,13	227	SL1	10129	2919,1	968,1	262,2	0,340	7,6	0,06	0,0000336	0,0576	0,0001
1,092	2,07	228	SL1	10130	2898,3	958,8	263,5	0,339	5,6	0,05	0,0000247	0,0576	0,0002

Çizelge 4.15. Devamı

				sigma plot input			includes						
Corrected		Th Corrd					error in						
208/206	1sigma		207/235	1sigma	206/238	1sigma	std	206/238	1sigma	207/235	1sigma	207/206	1sigma
						0,0031		208,0556					
0,0976	0,0008	74,23454	1,7306	0,0284	0,1773	0,0026	0,8893	1052,2	14,2	1020,0	10,5	951,0	15
								85,1	1,3				
								85,7	1,3				
0,0098	0,0002	74,59821	0,8079	0,0133	0,0979	0,0014	0,8557	602,2	8,1	601,3	7,4	597,0	19
0,0102	0,0002	74,12196	0,7892	0,0122	0,0959	0,0014	0,9143	590,3	8,0	590,7	6,9	592,0	13
0,0106	0,0002	60,94751	0,7857	0,0124	0,0947	0,0013	0,9039	583,4	7,9	588,7	7,0	609,0	14
0,0095	0,0002		0,7894	0,0129	0,0958	0,0013	0,8521	589,6	7,9	590,9	7,3	595,0	19
0,0101	0,0002	66,26195	0,8175	0,0137	0,0984	0,0014	0,8423	605,2	8,1	606,7	7,6	612,0	19
0,0101	0,0001	52,92718	0,8099	0,0139	0,0986	0,0014	0,8377	606,5	8,3	602,4	7,8	587,0	20
0,0109	0,0002	66,20795	0,8273	0,0130	0,0988	0,0014	0,9063	607,6	8,3	612,1	7,2	628,0	15
0,0093	0,0002	57,78691	0,8069	0,0129	0,0994	0,0014	0,8670	610,9	8,1	600,7	7,2	562,0	17
0,0098	0,0002	61,40388	0,8164	0,0136	0,0989	0,0014	0,8469	607,7	8,2	606,0	7,6	599,0	19
0,0107	0,0002	72,18799	0,8020	0,0123	0,0968	0,0014	0,9429	595,8	8,3	597,9	6,9	606,0	11
0,0083	0,0002	74,4999	0,7958	0,0127	0,0971	0,0014	0,8819	597,6	8,0	594,5	7,2	582,0	16
0,1140	0,0002	1,158127	0,7087	0,0100	0,0892	0,0012	0,9886	551,0	7,4	543,9	5,9	514,0	5
0,1148	0,0002		0,7174	0,0103	0,0903	0,0013	0,9715	557,5	7,4	549,1	6,1	514,0	7

Çizelge 4.15. Devamı

		Tera-wasserburg									7/6 Corrd		
		Uncorrd		Uncorrd		rho					Th Corrd		20,5
%		238/206	1sigma	207/206	1sigma								
0,0													
10,6		5,6	0,1	0,0753	0,0005	0,8893						107,2	10,6
		74,4	1,2	0,0592	0,0024	0,2956						151,4	28,9
		74,0	1,1	0,0570	0,0015	0,4385						206,0	29,9
0,9		10,2	0,1	0,0604	0,0005	0,8557	0,988	13	6	232	YANLIŞ	271,9	0,9
-0,3		10,4	0,1	0,0600	0,0004	0,9143	1,024	13	7	233	YANLIŞ	266,3	-0,3
-4,2		10,6	0,1	0,0603	0,0004	0,9039	1,051	13	8	234	YANLIŞ	269,0	-4,2
-0,9		10,4	0,1	0,06032	0,0005	0,8521	0,955	13	13	239	YANLIŞ	261,6	-0,9
-1,1		10,2	0,1	0,0605	0,0005	0,8423	1,014	13	20	246	YANLIŞ	257,0	-1,1
3,3		10,1	0,1	0,0598	0,0006	0,8377	1,009	13	21	247	YANLIŞ	255,6	3,3
-3,3		10,1	0,1	0,0608	0,0004	0,9063	1,077	13	25	251	YANLIŞ	265,8	-3,3
8,7		10,1	0,1	0,0594	0,0005	0,8670	0,911	13	32	258	YANLIŞ	264,1	8,7
1,5		10,1	0,1	0,0603	0,0005	0,8469	0,970	13	33	259	YANLIŞ	265,7	1,5
-1,7		10,3	0,1	0,0603	0,0003	0,9429	1,069	13	4	230	YANLIŞ	269,2	-1,7
2,7		10,3	0,1	0,0604	0,0004	0,8819	0,844	13	5	231	YANLIŞ	269,3	2,7
7,2		11,2	0,1	0,0581	0,0001	0,9886	1,081	13	1	227	YANLIŞ	3887,3	7,2
8,5		11,1	0,1	0,0579	0,0002	0,9715	1,092	13	2	228	YANLIŞ	3857,1	8,5

Çizelge 4.15. Devamı

0,1	1,72841	0,177083
0,2	0,08658	0,013264
0,2	0,087201	0,013358
0,3	0,80533	0,097603
0,3	0,786738	0,095599
0,3	0,783222	0,09443
0,3	0,787023	0,095481
0,3	0,815045	0,098137
0,3	0,807462	0,098351
0,3	0,824681	0,098526
0,3	0,80443	0,099094
0,3	0,813838	0,098554
0,3	0,799445	0,096522
0,3	0,793342	0,096836
4,8	0,676425	0,085173
4,7	0,684986	0,086255

Çizelge5.1 Örnek lokasyonları (derece-dakika)

Name	X	Y	Örnek	Name	X	Y	Örnek	Name	X	Y	Örnek	Name	X	Y	Örnek
s1	37°55′	37°80′	Andezit	**s36**	37°61′	37°86′	Gabro	**s71**	37°55′	37°83′	Diyorit	**s106**	37°54′	37°81′	Granit
s2	37°55′	37°80′	Andezit	**s37**	37°61′	37°85′	Diyorit	**s72**	37°55′	37°83′	Granit	**s107**	37°54′	37°81′	Bazalt
s3	37°55′	37°81′	Andezit	**s38**	37°62′	37°85′	Bazalt	**s73**	37°55′	37°81′	Andezit	**s108**	37°54′	37°81′	Mikrodiyorit
s4	37°56′	37°80′	Kireçtaşı	**s39**	37°62′	37°85′	N. Kireçtaşı	**s74**	37°54′	37°80′	Amfibolit	**s109**	37°53′	37°81′	Andezit
s5	37°60′	37°81′	Dasit	**s40**	37°59′	37°85′	Gabro	**s75**	37°54′	37°80′	Serpantinit	**s110**	37°53′	37°82′	Andezit
s6	37°60′	37°81′	Diyorit	**s41**	37°59′	37°85′	Mermer	**s76**	37°58′	37°81′	Kireçtaşı	**s111**	37°53′	37°82′	Dasit
s7	37°60′	37°81′	Kireçtaşı	**s42**	37°61′	37°83′	Mikrodiyorit	**s77**	37°58′	37°81′	Kireçtaşı	**s112**	37°53′	37°82′	Bazalt
S8	37°60′	37°81′	Diyorit	**s43**	37°59′	37°81′	Kumtaşı	**s78**	37°54′	37°85′	Kalkşist	**s113**	37°53′	37°81′	Gabro
s9	37°60′	37°81′	Serpantinit	**s44**	37°59′	37°81′	Serpantinit	**s79**	37°63′	37°88′	Kireçtaşı	**s114**	37°53′	37°81′	Granodiyorit
s10	37°60′	37°82′	Andezit	**s45**	37°59′	37°81′	Dasit	**s80**	37°63′	37°88′	Mermer	**s115**	37°53′	37°81′	Bazalt
s11	37°60′	37°82′	Bazalt	**s46**	37°59′	37°81′	Bazalt	**s81**	37°63′	37°87′	Gabro	**s116**	37°53′	37°81′	Mikrodiyorit
s12	37°60′	37°82′	Bazalt	**s47**	37°59′	37°81′	Granitporfir	**s82**	37°63′	37°87′	Diyorit	**s117**	37°62′	37°82′	Granodiyorit
s13	37°60′	37°82′	Bazalt	**s48**	37°59′	37°82′	Aplit	**s83**	37°63′	37°87′	Dasit	**s118**	37°62′	37°82′	Serpantinit
s14	37°60′	37°82	Andezit	**s49**	37°59	37°82	Andezit	**s84**	37°63	37°87′	Granit	**s119**	37°62	37°82	Gabro

		□			□	□			□				□	□	
s15	37°60□	37°82 □	Spilit	**s50**	37°59 □	37°82 □	Kireçtaşı	**s85**	37°62 □	37°86□	Granit	**s120**	37°64 □	37°83 □	Andezit
s16	37°58□	37°83 □	Kireçtaşı	**s51**	37°58 □	37°82 □	Gabro	**s86**	37°62 □	37°86□	Granit	**s121**	37°64 □	37°83 □	Kireçtaşı
s17	37°58□	37°83 □	Bazalt	**s52**	37°58 □	37°82 □	Serpantinit	**s87**	37°62 □	37°86□	Diyabaz	**s122**	37°64 □	37°83 □	Kireçtaşı
s18	37°58□	37°84 □	Bazalt	**s53**	37°58 □	37°82 □	Andezit	**s88**	37°62 □	37°86□	Gabro	**s123**	37°66 □	37°83 □	Kireçtaşı
s19	37°58□	37°84 □	Granit	**s54**	37°58 □	37°81 □	Granitporfir	**s89**	37°64 □	37°86□	Diyorit	**s124**	37°66 □	37°83 □	Kireçtaşı
s20	37°58□	37°84 □	Gabro	**s55**	37°58 □	37°81 □	Breş	**s90**	37°64 □	37°85□	Bazalt	**s125**	37°65 □	37°87 □	Gabro
s21	37°59□	37°83 □	Spilit	**s56**	37°57 □	37°82 □	Harzburjit	**s91**	37°64 □	37°85□	Granit	**s126**	37°65 □	37°87 □	Granit
s22	37°59□	37°83 □	Spilit	**s57**	37°57 □	37°82 □	Harzburjit	**s92**	37°64 □	37°85□	Bazalt	**s127**	37°67 □	37°88 □	Granit
s23	37°59□	37°83 □	Andezit	**s58**	37°57 □	37°82 □	Andezit	**s93**	37°63 □	37°85□	Granofir	**s128**	37°67 □	37°88 □	Gabro
s24	37°59□	37°83 □	Granit	**s59**	37°57 □	37°82 □	Bazalt	**s94**	37°63 □	37°85□	Gabro	**s129**	37°67 □	37°86 □	Bazalt
s25	37°59□	37°82 □	Gabro	**s60**	37°57 □	37°83 □	Bazalt	**s95**	37°63 □	37°85□	Andezit	**s130**	37°67 □	37°86 □	Gabro
s26	37°59□	37°82 □	S. Dunit	**s61**	37°57 □	37°83 □	Dasit	**s96**	37°63 □	37°84□	Andezit	**s131**	37°67 □	37°86 □	Andezit
s27	37°59□	37°82 □	Dasit	**s62**	37°57 □	37°83 □	Gabro	**s97**	37°63 □	37°83□	Serpantinit	**s132**	37°68 □	37°86 □	Andezit
s28	37°59□	37°82 □	Kireçtaşı	**s63**	37°57 □	37°82 □	Gabro	**s98**	37°53 □	37°80□	Andezit	**s133**	37°68 □	37°87 □	Andezit
s29	37°59□	37°82 □	Bazalt	**s64**	37°57 □	37°82 □	Andezit	**s99**	37°53 □	37°80□	Andezit	**s134**	37°68 □	37°87 □	Spilit

s30	37°59□	37°82□	Bazalt	**s65**	37°55□	37°83□	Gabro	**s100**	37°54□	37°80□	Riyolit	**s135**	37°69□	37°86□	Diyabaz
s31	37°59□	37°82□	Spilit	**s66**	37°55□	37°83□	Granit	**s101**	37°54□	37°81□	Gabro	**s136**	37°69□	37°86□	Gabro
s32	37°61□	37°87□	Granodiyorit	**s67**	37°55□	37°83□	Gabro	**s102**	37°54□	37°81□	Diyorit	**s137**	37°70□	37°86□	Spilit
s33	37°61□	37°87□	Diyorit	**s68**	37°55□	37°83□	Granit	**s103**	37°54□	37°81□	Andezit	**s138**	37°70□	37°85□	Gabro
s34	37°61□	37°87□	Granodiyorit	**s69**	37°55□	37°83□	Aplit	**s104**	37°54□	37°81□	Andezit	**s139**	37°70□	37°85□	Bazalt
s35	37°61□	37°87□	Kalkşist	**s70**	37°55□	37°83□	Gabro	**s105**	37°54□	37°81□	Andezit	**s140**	37°71□	37°84□	Bazalt

Çizelge5.2 Örnek lokasyonları (derece-dakika)

Name	X	Y	Örnek	Name	X	Y	Örnek	Name	X	Y	Örnek	Name	X	Y	Örnek
s141	37°70′	37°84′	Andezit	**s176**	37°63′	37°82′	Andezit	**s211**	37°45′	37°81′	Gabro	**s246**	37°43′	37°81′	Diyorit
s142	37°51′	37°80′	Gabro	**s177**	37°63′	37°82′	Andezit	**s212**	37°45′	37°81′	Piroksenit	**s247**	37°43′	37°81′	Bazalt
s143	37°51′	37°80′	Andezit	**s178**	37°63′	37°82′	Andezit	**s213**	37°45′	37°81′	Gabro	**s248**	37°44′	37°81′	Kumtaşı
s144	37°51′	37°80′	Andezit	**s179**	37°62′	37°82′	Spilit	**s214**	37°45′	37°81′	Granit	**s249**	37°44′	37°81′	Gabro
s145	37°52′	37°80′	Granit	**s180**	37°63′	37°82′	Granit	**s215**	37°45′	37°81′	Andezit	**s250**	37°44′	37°81′	Andezit
s146	37°52′	37°80′	Granodiyorit	**s181**	37°63′	37°82′	Serpantinit	**s216**	37°45′	37°81′	Bazalt	**h1**	37°62′	37°83′	Diyabaz
s147	37°52′	37°80′	Granit	**s182**	37°55′	37°80′	Serpantinit	**s217**	37°46′	37°81′	Granit	**h2**	37°62′	37°83′	Tonalit
s148	37°52′	37°80′	A.Granit	**s183**	37°55′	37°80′	Granit	**s218**	37°46′	37°81′	Granit	**h3**	37°62′	37°83′	Diyabaz
s149	37°52′	37°80′	Andezit	**s184**	37°55′	37°80′	Amfibolit	**s219**	37°46′	37°80′	Bazalt	**h4**	37°47′	37°79′	Andezit
s150	37°52′	37°80′	Andezit	**s185**	37°55′	37°80′	Amfibolit	**s220**	37°46′	37°80′	Andezit	**h5**	37°47′	37°79′	N. Kireçtaşı
s151	37°51′	37°80′	Granit	**s186**	37°49′	37°80′	Gabro	**s221**	37°48′	37°80′	Gabro	**h6**	37°47′	37°80′	Andezit
s152	37°51′	37°80′	Bazalt	**s187**	37°49′	37°80′	Granodiyorit	**s222**	37°48′	37°80′	Andezit	**h7**	37°47′	37°80′	Andezit
s153	37°51′	37°80′	Granit	**s188**	37°49′	37°80′	Hematit	**s223**	37°48′	37°80′	Andezit	**h8**	37°47′	37°80′	Andezit
s154	37°53′	37°80′	Serpantinit	**s189**	37°49′	37°80′	Bazalt	**s224**	37°48′	37°80′	Bazalt	**h9**	37°61′	37°87′	Granit

	□	□			□				□	□			□	□	
s155	37°53 □	37°80 □	Andezit	**s190**	37°49 □	37°80□	Mikaşist	**s225**	37°48 □	37°80 □	Bazalt	**h10**	37°62 □	37°86 □	Diyorit
s156	37°54 □	37°80 □	Serpantinit	**s191**	37°49 □	37°80□	Diyabaz	**s226**	37°48 □	37°80 □	Mermer	**h11**	37°63 □	37°85 □	Andezit
s157	37°54 □	37°80 □	Kireçtaşı	**s192**	37°49 □	37°80□	Granit	**s227**	37°47 □	37°80 □	Andezit	**h12**	37°64 □	37°84 □	Andezit
s158	37°52 □	37°80 □	Gabro	**s193**	37°49 □	37°80□	Gabro	**s228**	37°47 □	37°80 □	Andezit	**h13**	37°49 □	37°80 □	Keratofir
s159	37°52 □	37°80 □	Bazalt	**s194**	37°49 □	37°80□	Andezit	**s229**	37°47 □	37°79 □	Andezit	**h14**	37°49 □	37°80 □	Kireçtaşı
s160	37°52 □	37°80 □	Gabro	**s195**	37°49 □	37°80□	Andezit	**s230**	37°47 □	37°79 □	Andezit	**h15**	37°63 □	37°85 □	Bazalt
s161	37°52 □	37°80 □	Andezit	**s196**	37°49 □	37°80□	Bazalt	**s231**	37°54 □	37°80 □	Bazalt	**h16**	37°67 □	37°87 □	Andezit
s162	37°52 □	37°80 □	Andezit	**s197**	37°49 □	37°80□	Bazalt	**s232**	37°54 □	37°80 □	Bazalt	**h17**	37°65 □	37°88 □	Diyabaz
s163	37°51 □	37°81 □	Diyorit	**s198**	37°49 □	37°80□	Bazalt	**s233**	37°53 □	37°80 □	Andezit	**h18**	37°65 □	37°88 □	Diyabaz
s164	37°50 □	37°80 □	Gabro	**s199**	37°49 □	37°79□	Andezit	**s234**	37°52 □	37°80 □	Spilit	**h19**	37°65 □	37°88 □	Bazalt
s165	37°50 □	37°80 □	Kireçtaşı	**s200**	37°49 □	37□80 □	Andezit	**s235**	37°52 □	37°80 □	Andezit	**h20**	37°65 □	37°88 □	Aplit
s166	37°50 □	37°81 □	Diyabaz	**s201**	37°48 □	37°78□	K.Kireçtaşı	**s236**	37°52 □	37°80 □	B.Andezit	**h21**	37°55 □	37°82 □	Gabro
s167	37°50 □	37°81 □	Gabro	**s202**	37°48 □	37°79□	Gabro	**s237**	37°52 □	37°80 □	B.Andezit	**h22**	37°55 □	37°82 □	Amfibolit
s168	37°52 □	37°78 □	Gabro	**s203**	37°48 □	37°79□	Gabro	**s238**	37°51 □	37°80 □	Andezit	**h23**	37°50 □	37°81 □	Granit
s169	37°52 □	37°78 □	M.Diyorit	**s204**	37°48 □	37°79□	Gabro	**s239**	37°50 □	37°80 □	Mikrodiyorit	**h24**	37°50 □	37°81 □	Granit

s170	37 52	37 78	Kireçtaşı	**s205**	37 45	37 78	Andezit	**s240**	37 48	37 79	Diyabaz	**h25**	37 50	37 81	Granit
s171	37 51	37 79	Bazalt	**s206**	37 45	37 78	Spilit	**s241**	37 48	37 79	Andezit	**h26**	37 68	37 86	Kireçtaşı
s172	37 51	37 79	Breş	**s207**	37 45	37 78	Bazalt	**s242**	37 48	37 79	Bazalt	**h27**	37 69	37 84	Bazalt
s173	37 51	37 79	Spilit	**s208**	37 45	37 78	Bazalt	**s243**	37 48	37 79	Andezit	**h28**	37 68	37 87	Andezit
s174	37 51	37 79	Andezit	**s209**	37 45	37 78	Andezit	**s244**	37 46	37 79	Andezit	**h29**	37 68	37 86	Andezit
s175	37 51	37 79	Andezit	**s210**	37 45	37 78	Granit	**s245**	37 43	37 81	Gabro	**h30**	37 50	37 75	Kalkarenit
								h33	37 43	37 82	Kireçtaşı	**h31**	37 50	37 75	Keratofir
								h34	37 43	37 79	Granit	**h32**	37 46	37 79	Bazalt