KULUNCAK (MALATYA) OFİYOLİTİNİN PETROLOJİSİ, JEOKRONOLOJİSİ VE TEKTONİK ÖNEMİ

DOKTORA TEZİ

MURAT CAMUZCUOĞLU

MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

MERSİN
HAZİRAN - 2020

KULUNCAK (MALATYA) OFİYOLİTİNİN PETROLOJİSİ, JEOKRONOLOJİSİ VE TEKTONİK ÖNEMİ

DOKTORA TEZİ

MURAT CAMUZCUOĞLU

MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

Danışman
Doç. Dr. Utku BAĞCI

MERSİN
HAZİRAN - 2020

ETİK BEYAN

Mersin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğinde belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında,

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlâk kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak kullandığımı,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü Mersin Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,
- Tezin tüm telif haklarını Mersin Üniversitesi'ne devrettiğimi

beyan ederim.

ETHICAL DECLERATION

This thesis is prepared in accordance with the rules specified in Mersin University Graduate Education Regulation and I declare to comply with the following conditions:

- I have obtained all the information and the documents of the thesis in accordance with the academic rules.
- I presented all the visual, auditory and written informations and results in accordance with scientific ethics.
- I refer in accordance with the norms of scientific works about the case of exploitation of others' works.
- I used all of the referred works as the references.
- I did not do any tampering in the used data.
- I did not present any part of this thesis as an another thesis at Mersin University or another university.
- I transfer all copyrights of this thesis to the Mersin University.

16/06/2020

İmza / Signature



Murat CAMUZCUOĞLU

ÖZET

KULUNCAK (MALATYA) OFİYOLİTİNİN PETROLOJİSİ, JEOKRONOLOJİSİ VE TEKTONİK ÖNEMİ

Malatya kuzeybatısında Hekimhan, Hasançelebi, Kuluncak yörelerini kapsayan çalışma alanı içerisinde gözlenen Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tabandan, tavana doğru tektonitler, ultramafik-mafik kümülatlar, izotrop gabro, levha dayk, plajiyogranit, volkanikler ve örtü sedimanlarından oluşan tam bir istif sunmaktadır. Dunit, harzburjit, serpantinize harzburjit ve serpantinit kayaçlarından oluşan tektonitlerin düşük CaO ve Al_2O_3 içerikleri, yüksek dereceli kısmi ergime kalıntıları olduklarını ve yitim ile ilişkili yay önü peridotitlere benzediklerini göstermektedir. Ultramafik ve mafik kümülatlar başlıca verlit, klinopiroksenit, anortozit, olivinli gabro, gabronorit ve gabrodan oluşmaktadır. Kümülat kayaçlardaki minerallerin kristallenme sırası; olivin (Fo 77-85) ± krom (spinel)→klinopiroksen (Mg# 74-92)→plajiyoklaz (An 75-95)→ortopiroksen (Mg# 78-84) şeklindedir. Yüksek anortit içerikli plajiyoklazlar, magnezyumca zengin klinopiroksen ve olivinler, Kuluncak (Malatya) ofiyolitinin okyanus içi dalma-batma zonu üstünde oluşan ofiyolitlerin özelliklerini yansıttığını ve ada yayı toleyitik (IAT) magmadan türediklerini göstermektedir. Kümülat kayaçların yüksek (10 kbar) ve düşük (2.5-3.5 kbar) basınç mineral fraksiyonlanmasına bağlı olarak hızlı yayılan sistemde oluştuğu düşünülmekle birlikte, bu basınç değerleri, kümülatların kristalleşmesi için 8-15 km derinliği işaret etmiştir. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti izotrop gabroları; gabro diyorit ve kuvarslı diyorit ile temsil edilirken, levha dayklar, diyabaz ile temsil edilmektedir. İzotrop gabroların ve levha daykların ana-iz element kimyası iki farklı ana magmanın varlığına işaret etmektedir. Birinci grup yüksek-TiO_2 (% 1.11-2.08), Y (23.5-47.4 ppm), Zr (63.9-116.9 ppm) ve yatay nadir toprak element deseni göstermekte, hafif nadir toprak elementlerce hafif tüketilmiş [$(La/Sm)_N$=0.43-0.73] olup jeokimyasal olarak ada yayı toleyitlerine (IAT) benzemektedirler. İkinci grup ise düşük-TiO_2 (% 0.13-0.59), Y (3.7-17.8 ppm), Zr (3-31.3 ppm) U-şekilli hafif nadir toprak element [$(La/Sm)_N$=0.48-0.67] deseni göstermekte ve okyanus ortası sırt bazaltlarına (MORB) göre oldukça tüketilmiş bir kaynaktan gelişmektedir. Bu jeokimyasal özellikler kayaçların boninitik magmadan türediklerine işaret etmektedir. Volkanik kayaçlar bazaltlar ile temsil edilmekte olup, toleyitik, boninitik ve alkali jeokimyasal karakter sunmaktadırlar. Nd-Sr-Pb izotop analizleri sonucunda örneklerin çoğunda εNd değerlerinin pozitif olması, bu kayaçların oluşumları sırasında kıtasal kabuk katkısının olmadığını göstermektedir. Jeokronoloji (zirkon U-Pb) çalışmalarıyla tüm kayaç grubunda elde edilen minimum ve maksimum konkordiya yaşlar arasında 16,25 my' lık (79.84-96.09) farkın olması, dalma batma zonu üstü (SSZ) tipi kabuk oluşumunun zaman aralığı olarak değerlendirilmektedir. Kuluncak (Malatya) ofiyolitindeki ada yayı toleyitik, boninitik ve alkali magmatizmanın mekansal ve zamansal ilişkileri, farklı magma kaynaklarının İç Torid okyanusunun ve/veya İzmir-Ankara-Erzincan okyanusunun Geç Kretase'de kapanması esnasında okyanus içi dalma-batma zonu üzerinde yay önü ortamlarda oluştuğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Ofiyolit, Mineral Kimyası, Jeokimya, İzotop Jeokimyası, Jeokronoloji

Danışman: Doç. Dr. Utku BAĞCI, Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Mersin.

ABSTRACT

PETROLOGY, GEOCHORONOLOGY AND TECTONIC SIGNIFICANCE OF KULUNCAK (MALATYA) OPHIOLITE

The Kuluncak (Malatya) ophiolite is located in the Hekimhan, Hasançelebi and Kuluncak regions in the North west of Malatya and displays a well-preserved ophiolite pseudostratigraphy in an ascending order: mantle tectonites, ultramafic-mafic cumulates, isotropic gabbros, sheeted dike, plagiogranite, volcanics and associated sediments. The tectonites of Kuluncak (Malatya) ophiolite is composed of dunite, harzburgite, serpentinized harzburgite and serpentinite. These rocks contain very low CaO and Al_2O_3 contents, indicating that they are partially high-grade, partial melting residues and resembling subduction fore-arc peridotites. The ultramafic-mafic cumulate rocks are composed of wehrlite, clinopyroxenite, anortosite, olivine gabbro, gabronorite, gabbro. The crystallization order within the cumulates is olivine (Fo 77-85) ± chromian spinel → clinopyroxene (Mg# 74-92)→ plagioclase (An 75-95)→ orthopyroxene (Mg# 78-84). The presence of high Ca-plagioclase, highly magnesian clinopyroxene, olivine and their coexistency in the cumulate gabbroic rocks are indicative of subduction-related tectonic environment and suggest that the cumulates of the Kuluncak (Malatya) ophiolite were derived from an island arc tholeiitic (IAT) magma. Cumulate rocks are thought to be formed in a fast spreading system due to high (10 kbar) and low (2.5-3.5 kbar) pressure mineral fractionation, the pressure values indicated 8-15 km depth for the crystallization of the cumulates. The isotropic gabbros in the Kuluncak (Malatya) ophiolite are mainly represented by gabbro, diorite and quartz diorite rocks. Whereas sheeted dikes are characterized by diabase. The major and trace element geochemistry of the isotropic gabbros and isolated dikes show two different magma types. In the first group rocks characterized by higher TiO_2 (1.11-2.08 wt %), Y (23.5-47.4 ppm), Zr (63.9-116.9 ppm) and exhibit flat to slightly depleted light rare earth elements [$(La/Sm)_N$=0.43-0.73] patterns are geochemically similar to island arc tholeiites. The second group rocks characterized low-TiO_2 (0.13-0.59 wt %), Y (3.7-17.8 ppm), Zr (3-31.3 ppm) and U-shaped light rare earth elements [$(La/Sm)_N$=0.48-0.67] patterns are attributed to melting of highly depleted source relative to mid-ocean ridge basalts (MORB) These geochemical features suggest boninitic magma genesis. Volcanic rocks are represented by basalts, exhibit tholeiitic to alkaline compositions. As a result of Nd-Sr-Pb isotope analysis, the positive εNd values in most of the samples show that there is no continental crust contribution during the formation of these rocks. Also; The presence of 16.25 my (79.84-96.09) difference between the minimum and maximum concordia ages obtained in the whole rock group with geochronology (zircon U-Pb) studies can be evaluated as the time interval of supra subduction zone (SSZ) type crust formation. The spatial and temporal relations of the IAT, boninitic and alkaline magma types in the Kulucak (Malatya) ophiolite indicate that different magma sources were contemporaneously active in a supra subduction zone a fore-arc tectonic setting during the Late Cretaceous closure of the Inner Tauride Ocean and/or the İzmir-Ankara-Erzincan ocean.

Keywords: Ophiolite, Mineral Chemistry, Geochemistry, Isotop Geochemistry, Geochronology.

Advisor: Associate Professor, Utku BAĞCI, Department of Geology Engineering, University of Mersin, Mersin.

TEŞEKKÜR

Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora tezi olarak hazırlanan bu çalışma, Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birimince 2016-2-TP3-1949 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Doktora tez çalışmamım konu belirleme safhasından, son halini alana kadar yaptığı olumlu öneri ve eleştirileriyle tezin hazırlanmasında çok büyük emeği olan danışman hocam Doç. Dr. Utku BAĞCI' ya içtenlikle teşekkür ederim. Doktora tez çalışması boyunca yardımlarını esirgemeyen Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerine ve Doktora Tez İzleme Komitesi üyeleri Prof. Dr. Osman PARLAK ve Prof. Dr. Musa ALPASLAN'a yönlendirici ve olumlu katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarında maddi olarak projemi destekleyen Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi yetkililerine teşekkür ederim. Tez çalışmamla ilgili araştırmalar yaptığım dönemde, çalışma alanı ile ilgili harita ve raporların temininde yardımcı olan, Maden Tetkik Arama (MTA) kurumunda çalışan, Jeoloji mühendisi Cihan YURTERİ ile Jeoloji Yüksek Mühendisleri Rıfat ÖZSOY ve Serkan PALAS'a, arazi çalışması sırasında yanımda olan ve bana yardım eden babam, İnşaat Yüksek Mühendisi Mustafa CAMUZCUOĞLU'na, Mersin Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit laboratuvarında, ince kesitlerin yapımı ve Mersin Üniversitesi İleri Teknoloji Eğitim, Araştırma ve Uygulama Merkezinde (MEİTAM) analizler (toz numune) için örnek hazırlama sırasında yardımcı olan Teknisyen Samet SALAR'a, Mineral kimyası analizlerinin Hannover Leibniz Üniversitesi Mineraloji Enstitüsü'nde yapılmasına yardımcı olan Prof. Dr. Juergen KOEPKE'ye, zirkon jeokronolojisi analizleri için; Zirkon ayırma işlemi esnasında yardımlarını esirgemeyen Karadeniz Teknik Üniversitesinden Prof. Dr. İbrahim UYSAL hocama, Çukurova Üniversitesinden Prof. Dr. Osman PARLAK ve Doç. Dr. Fatih KARAOĞLAN hocalarım ile Araştırma Görevlisi Emrah ŞİMŞEK'e, MTA Doğu Karadeniz Bölge Müdürlüğün'de çalışan Jeoloji Yüksek Mühendisi Samet SAKA'ya, zirkon yaş analizlerinin (LA-MC-ICP-MS) ve İzotop analizlerinin bir kısmının (TIMS) Güney Kore'de Temel Bilimler Enstitüsünde yapılmasına yardımcı olan Dr. Keewook Yİ'ye, zirkon yaş analizleri için zirkon seçme, mount hazırlama ve zirkon CL fotoğraf çekimi (SEM) sırasında bana yardımcı olan ve yöntemleri öğreten Sookju KİM ve Shinae LEE'ye, zirkon yaş analizlerini (LA-MC-ICP-MS) ve İzotop analizlerini (TIMS) yapan, yöntemleri ve cihazların kullanımını öğreten Dr. Youn-Joong JEONG'a, Ayrıca; İzotop analizlerinin diğer kısmının, Amerika'da Florida Üniversitesi Jeoloji bölümünde (MC-ICP-MS) yapılmasına yardımcı olan Doç. Dr. Utku BAĞCI' ya, çalışmalarım boyunca; her zaman bana destek olan aileme (Babam, Annem ve Ablam) teşekkürü borç bilirim.

Son olarak; Doktora tez çalışmamın, her aşamasında anlayışını ve manevi desteğini gördüğüm sevgili eşim Dr. Can AKBULUT CAMUZCUOĞLU ile enerji kaynağım, kızlarım; Alya ve Arya CAMUZCUOĞLU'na en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇ KAPAK	ii
ONAY	iii
ETİK BEYAN	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
TABLOLAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
KISALTMALAR ve SİMGELER	xvi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM	13
3.1. Arazi Öncesi Büro Çalışması	13
3.2. Arazi Çalışması	13
3.3. Laboratuvar Çalışması	13
3.3.1. Petrografik Tanımlamalar	13
3.3.2. Ana-İz ve Nadir Toprak Element Analizleri	14
3.3.3. Mineral Kimyası Analizleri	15
3.3.4. İzotop Jeokimyası Çalışmaları	16
3.3.4.1. Sr-Nd-Pb İzotoplarının MC-ICP-MS ile Analizi	17
3.3.4.2. Sr-Nd-Pb İzotoplarının TIMS ile Analizi	17
3.3.5. Jeokronoloji Çalışmalar	18
3.3.5.1. U-Pb Analizi İçin Zirkon Seperasyonu	18
3.3.5.2. U-Pb Analizi (LA-MC-ICP-MS) ve Hazırlık Aşamaları	21
3.4. Değerlendirme ve Tez Yazımı	23
4. BÖLGESEL JEOLOJİ	24
4.1. Temel Birimler	27
4.1.1. Domuzdağı Napı	27
4.1.1.1. Andırın Formasyonu	27
4.1.2. Kuluncak Ofiyoliti	28
4.1.3. Hekimhan Formasyonu	29
4.1.3.1. Hekimhan Formasyonunu Kesen Magmatik Kayalar	30
4.1.4. Boyalı Volkaniti	31
4.1.5. Darende Formasyonu	31
4.1.6. Selimiye Formasyonu	32
4.1.7. Yılanlıdağ Formasyonu	33
4.1.8. Kangal Formasyonu	33
4.1.9. Yamadağ Volkaniti	34
4.1.10. Pliyo-Kuvaterner Birimler	34
5. ARAŞTIRMA BULGULARI	35
5.1. Arazi Gözlemleri ve Petrografi	35
5.1.1. Tektonitler	36
5.1.1.1. Dünit	37
5.1.1.2. Harzburjit	37
5.1.1.3. Serpantinize Harzburjit	38
5.1.1.4. Serpantinit	39
5.1.2. Kümülatlar	40
5.1.2.1. Verlit	43
5.1.2.2. Klinopiroksenit	43
5.1.2.3. Anortozit	44

	Sayfa
5.1.2.4. Gabro	45
5.1.2.5. Olivinli Gabro	46
5.1.2.6. Gabronorit	47
5.1.3. İzotrop Gabro	48
5.1.3.1. Gabro	49
5.1.3.2. Diyorit	50
5.1.3.3. Kuvarslı Diyorit	51
5.1.4. Levha Dayklar ve İzole Dayklar	52
5.1.4.1. Diyabaz	53
5.1.5. Volkanik Birim	54
5.1.5.1. Bazalt	54
5.1.6. Plajiyogranitler	55
5.1.7. Rodenjitik Dayklar	56
5.1.7.1. Mikrodiyorit	58
5.1.7.2. Kuvarslı Mikrodiyorit	58
5.1.7.3. Rodenjitler	59
5.1.8. Güvenç Listveniti	62
5.1.9. Keklicek Graniti	62
5.2. Mineral Kimyası	64
5.2.1. Olivin	64
5.2.2. Klinopiroksen	66
5.2.3. Ortopiroksen	68
5.2.4. Plajiyoklaz	71
5.2.5. Amfibol	72
5.2.6. Kromit	73
5.3. Jeokimya	74
5.3.1. Tektonitler	74
5.3.2. Kümülatlar	75
5.3.3. İzotrop Gabrolar, Levha Dayklar ve Volkanikler	80
5.3.4. Granitler	89
5.3.5. Rodenjitler	92
5.3.5.1. İzokon Analizi	94
5.4. İzotop Jeokimyası	98
5.5. Zirkon U-Pb Jeokronolojisi	101
6. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	115
6.1. Petrojenez	115
6.2. Paleocoğrafya ve Jeodinamik Evrim	136
6.3. Sonuçlar	141
KAYNAKLAR	143
EKLER	161
ÖZGEÇMİŞ	217

TABLOLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 3.1. ACME analitik laboratuvarı (Kanada) dedeksiyon limitleri	15
Tablo 5.1. Olivinlerin ana element içerikleri ile hesaplanan Forsterit (Fo) ve Magnezyum numaraları (Mg#= Mgx100/Mg+Fe)	64
Tablo 5.2. Klinopiroksenlerin ana element içerikleri ile hesaplanan Enstatit (En), Ferrosillit (Fs), Wollastonit (Wo) ve Magnezyum (Mg#= Mgx100/Mg+Fe) değerleri	66
Tablo 5.3. Ortopiroksenlerin ana element içerikleri ile hesaplanan Enstatit (En), Ferrosillit (Fs), Wollastonit (Wo) ve Magnezyum (Mg#= Mgx100/Mg+Fe) değerleri	68
Tablo 5.4. Plajiyoklazların ana element içerikleri ile hesaplanan Anortit (An) ve Albit (Ab) bileşenleri	71
Tablo 5.5. Ultramafik kümülat ve mafik kümülat kayaçlara ait bazı ana ve iz element içerikleri	76
Tablo 5.6. İzotrop gabrolar, levha dayklar ve volkaniklere ait bazı ana ve iz element içerikleri	80
Tablo 5.7. Granit kayacına ait bazı ana-iz element içerikleri ve hesaplamaları	89
Tablo 5.8. Rodenjitlere ait bazı ana ve iz element içerikleri	92
Tablo 5.9. LA-MC-ICP-MS cihazı ile hesaplanmış yaş verilerinin özeti	101
Tablo 6.1. Kümülat kayalardan ultramafikler (K-58)ve mafikler (K-145) için elde edilen tahmini sıcaklıklar (T) ve basınçlar (P).	125

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Doğu Akdeniz bölgesindeki Neotetis ofiyolitleri ve ana tektonik kuşaklar	2
Şekil 1.2. Çalışma alanının yerbulduru haritası	4
Şekil 3.1. Ofiyolitik birimlere ait kayaçların laboratuvarda ince kesit yapım aşamaları	14
Şekil 3.2. Kayaç örneklerinin jeokimya analizi için kırıcından geçirilip toz haline getirilmesinin aşamaları	14
Şekil 3.3. Mineral kimyası analizlerinin gerçekleştirildiği laboratuvarın görünümü	16
Şekil 3.4. a; MC-ICP-MS ve b; TIMS laboratuvarlarının görünümü	16
Şekil 3.5. Sallantılı Masa (Gemini Tip) ve farklı yoğunluktaki minerallerin fraksiyonlara ayrılması	18
Şekil 3.6. Toz haline (250 µm>) getirilmiş numunelerin yıkanma aşaması	19
Şekil 3.7. Numunelerin, ıslak elekten geçirildikten sonra hidroseperasyon cihazı ile ağır minerallerin elde edilme aşamaları	19
Şekil 3.8. Minerallerin manyetik özelliklerinden yararlanarak istenmeyen minerallerin ortamdan uzaklaştırılması (sol) ve manyetik seperatör aletinin görünümü (sağ)	20
Şekil 3.9. Laboratuvarda ağır sıvıların kullanılması ile minerallerin yoğunluklarına göre ayırımı	21
Şekil 3.10. Üstten aydınlatmalı mikroskopta zirkon minerallerinin elle seçimi ve saklama tüplerine aktarılması	21
Şekil 3.11. Zirkon minerallerinin mikroskop altında yüzükler içerisine yerleştirilmesi, epoksiye yatırılması ve aşındırma aşamaları	22
Şekil 3.12. Yüzeyi parlatılmış kalıplardaki zirkon minerallerinin iç yapısını ortaya çıkarmak için Taramalı Elektron Mikroskobu (orta)'nda gerçekleştirilecek CL çekimi (sağ) öncesinde yapılan yüzey kaplaması (sol) işlemleri	22
Şekil 3.13. U-Pb tarihlendirmesi gerçekleştirilen laboratuvar ve zirkonlarda analizi yapılan noktaların tekrar fotoğraflandırılması işlemleri	23
Şekil 4.1. Ana Tektonik kuşaklar, ofiyolit ve kenet zonlarını gösteren basitleştirilmiş Türkiye jeoloji haritası	24
Şekil 4.2. Çalışma alanındaki birimlerin genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti	26
Şekil 4.3. Çalışma alanında yüzeylenen Kuluncak ofiyolitine ait dikme kesit	29
Şekil 5.1. Kuluncak (Malatya) bölgesinde manto tektonitleri ve kümülat kayaçların arazi görünümü	35
Şekil 5.2. Hekimhan (Malatya) bölgesinde ofiyolitik birimler ve onları kesen Keklicek granitinin görünümü	35
Şekil 5.3. Tektonitleri kesen elipsoidal ve damar şekilli rodenjit dayklarının görünümü	36
Şekil 5.4. Tektonitlerde gözlenen ayrışma yüzeyi kızıl-kırmızımsı, kahve renkler ve serpantinleşme nedeniyle yağsı parlaklık	36
Şekil 5.5. Taneli-elek doku gösteren dünit kayacının ince kesit görüntüsü	37
Şekil 5.6. Taneli-elek doku gösteren harzburjit kayacına ait ince kesit görüntüsü	38
Şekil 5.7. Taneli-elek doku gösteren serpantinize harzburjit kayacına ait ince kesit görüntüsü	39
Şekil 5.8. Elek doku gösteren serpantinit kayacına ait ince kesit görüntüsü	40
Şekil 5.9. a,b; Ultramafik kümülat kayaçlardan verlit kayacı görüntüsü. c,d,e; Klinopiroksenit kayacı görüntüsü	41
Şekil 5.10. Mafik kümülatlardan, a; Anortozit. b,c,d; Gabro. e,f; Olivinli gabro. g,h; Gabronorit kayaçlarına ait arazi görüntüleri	42
Şekil 5.11. Adkümülat doku gösteren verlit kayacına ait ince kesit görüntüsü	43
Şekil 5.12. Adkümülat ve poikilitik doku gösteren klinopiroksenit kayacına ait ince kesit görüntüsü	44
Şekil 5.13. Adkümülat doku gösteren anortozit kayacına ait ince kesit görüntüsü	45
Şekil 5.14. a; Mezokümülat ve poikilitik doku, b; Ortokümülat ve poikilitik doku gösteren gabro kayacına ait ince kesit görüntüleri	46

	Sayfa
Şekil 5.15. a; Mezokümülat ve poikilitik doku, b; Ortokümülat ve poikilitik doku gösteren olivinli gabro kayacına ait ince kesit görüntüleri	47
Şekil 5.16. a; Mezokümülat ve poikilitik doku, b; Ortokümülat ve poikilitik doku gösteren gabronorit kayacına ait ince kesit görüntüleri	48
Şekil 5.17. İzotrop gabroyik kayaçlardan a,b; İzotrop Gabro, c,d; Diyorit, e,f; Kuvarslı diyorit arazi görüntüleri	49
Şekil 5.18. Ofitik doku gösteren gabro kayacına ait ince kesit görüntüsü	50
Şekil 5.19. Taneli doku gösteren diyorit kayacına ait ince kesit görüntüsü	51
Şekil 5.20. Taneli doku gösteren kuvarslı diyorit kayacına ait ince kesit görüntüsü	52
Şekil 5.21. Levha dayklarına ait diyabaz kayacının arazi görüntüsü	52
Şekil 5.22. Entergranüler doku gösteren diyabaz kayacına ait ince kesit görüntüsü	53
Şekil 5.23. Volkanik kayaçlara ait bazalt görüntüsü	54
Şekil 5.24. Entersertal doku gösteren bazalt kayacına ait ince kesit görüntüsü	55
Şekil 5.25. Kuluncak ofiyolitine ait mafik kümülatları kesen plajiyogranitlerin arazi görüntüsü	55
Şekil 5.26. Taneli doku gösteren plajiyogranit kayacına ait ince kesit görüntüsü	56
Şekil 5.27. Az rodenjitleşme gösteren a, b; Mikrodiyorit, c; Kuvarslı mikrodiyorit ile çok rodenjitleşme gösteren d, e, f, g, h; Rodenjitlere ait arazi görüntüleri	57
Şekil 5.28. Mikrogranüler ve porfirik doku gösteren mikrodiyorit kayacına ait ince kesit görüntüsü	58
Şekil 5.29. Mikrogranüler ve porfirik doku gösteren kuvarslı mikrodiyorit kayacına ait ince kesit görüntüsü	59
Şekil 5.30. Rodenjitlere ait ince kesit görüntüleri	61
Şekil 5.31. Lisvenitlerin arazi görüntüsü	62
Şekil 5.32. a; Keklicektepe genel görünümü. b,c; Keklicektepe graniti	63
Şekil 5.33. Taneli doku gösteren granit kayacına ait ince kesit görüntüsü	64
Şekil 5.34. Kuluncak (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait tektonitlerden, ultramafik kümülatlardan ve mafik kümülat kayaçlardan analiz edilen olivin minerallerinin Forsterit (Fo) bileşenleri ve ana element içerikleri arasındaki korelasyon	65
Şekil 5.35. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait tektonitlerde, ultramafik-mafik kümülatlarda ve izotrop gabrolarda gözlenen klinopiroksenlerin Magnezyum numarası (Mg#= Mgx100/Mg+Fe) ile ana element içeriklerinin korelasyonu	67
Şekil 5.36. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait tektonitlerde, ultramafik-mafik kümülatlarda ve izotrop gabrolarda gözlenen klinopiroksenlerin Wo-En-Fs üçgen diyagramındaki konumları	68
Şekil 5.37. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait tektonitlerde, ultramafik ve mafik kümülatlarda gözlenen ortopiroksenlerin Magnezyum numaraları (Mg#= Mgx100/Mg+Fe) ile ana element içeriklerinin korelasyonu	70
Şekil 5.38. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait tektonitlerde, ultramafik ve mafik kümülatlarda gözlenen ortopiroksenlerin Wo-Ens-Fs üçgen diyagramındaki konumları	69
Şekil 5.39. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait mafik kümülatlarda ve izotrop gabrolarda gözlenen plajiyoklazların Anortit (An), Albit (Ab) ve Ortoklaz (Or) üçgen diyagramındaki konumları	71
Şekil 5.40. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait Mafik kümülatlarda ve İzotrop gabrolarda gözlenen plajiyoklazların Anortit (An) içerikleri ile bazı ana element içeriklerinin korelasyonu	72
Şekil 5.41. Kuluncak ofiyolitine ait mafik kümülat ve izotrop gabrolarda gözlenen amfibollerin sınıflama diyagramı	73
Şekil 5.42. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait tektonitlerde gözlenen spinellerin a; Mg# ve Cr# sınıflama diyagramları.	74
Şekil 5.43. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait tektonitlerin ana-iz element içeriklerinin MgO'e karşı değişim diyagramı	75

	Sayfa
Şekil 5.44. Kuluncak (Malatya) ofiyolitinde gözlenen ultramafik ve mafik kümülat kayaçların ana element içeriklerinin MgO'e karşı değişim diyagramı	77
Şekil 5.45. Kuluncak (Malatya) ofiyolitinde gözlenen ultramafik ve mafik kümülat kayaçların iz element içeriklerinin MgO'e karşı değişim diyagramı	78
Şekil 5.46. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait ultramafik ve mafik kümülat kayaçların AFM diyagramında gösterimi	79
Şekil 5.47. Kuluncak (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait ultramafik ve mafik kümülat kayaçların Kondrite ve N-MORB'a göre normalize edilmiş iz element değişim diyagramı	79
Şekil 5.48. Kuluncak (Malatya) ofiyolitinde gözlenen izotrop gabro, levha dayk ve volkaniklere ait toplam alkali silika (TAS) diyagramı	80
Şekil 5.49. a; Kuluncak (Malatya) ofiyolitinde gözlenen izotrop gabro, levha dayk ve volkaniklere ait kayaçların Zr/Ti ile Nb/Y oranlarına göre sınıflandırma diyagramı	81
Şekil 5.50. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait izotrop gabroların, levha daykların ve volkaniklerin ana element içeriklerinin MgO'e karşı değişim diyagramları	83
Şekil 5.51. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait izotrop gabroların, levha daykların ve volkaniklerin iz element içeriklerinin Zr'a karşı değişim diyagramları	84
Şekil 5.52. Kuluncak (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait izotrop gabroların Kondrite ve N-MORB'a göre normalize edilmiş iz element dağılım diyagramı	85
Şekil 5.53. Kuluncak (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait levha daykların Kondrite ve N-MORB'a göre normalize edilmiş iz element dağılım diyagramı	86
Şekil 5.54. Kuluncak (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait volkanik kayaların Kondrite ve N-MORB'a göre normalize edilmiş iz element dağılım diyagramı	86
Şekil 5.55. Kuluncak ofiyoliti levha daykları ve izotrop gabrolara ait kayaçların V - Ti diyagramı	87
Şekil 5.56. K Kuluncak-Hekimhan (Malatya) bölgesindeki ofiyolitik kayaçlar için Zr-Y-La-Sm-U / Yb'ye karşı Nb/Yb diyagramları	88
Şekil 5.57. Kuluncak (Malatya)ofiyolitine ait izotrop gabroların, levha daykların ve volkaniklerin Nb-Y-Zr tektonomagmatik ayrım diyagramındaki konumları	89
Şekil 5.58. Çalışma alanındaki granitlerin adlandırma diyagramı	90
Şekil 5.59. Granitlerin AFM diyagramındaki konumları	90
Şekil 5.60. Granitlerin Nb-Y-Ga*3 üçgen diyagramındaki konumları	91
Şekil 5.61. Granitlerin Nb-Y (a) / Rb-Y+Nb (b) tektonomagmatik ayrım diyagramı	91
Şekil 5.62. Granitlerin Kondrite ve okyanus ortası sırtı granitlerine (ORG) göre normalize edilmiş iz element dağılımı	92
Şekil 5.63. CaO/SiO_2 Harker diyagramı ve P_2O_5/Zr sınıflama diyagramı	93
Şekil 5.64. Rodenjitleşme alanlarının gösterildiği ana oksitlere bağlı üçgen diyagram	93
Şekil 5.65. Kuluncak (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait rodenjitlerin Kondrite ve N-MORB'a göre normalize edilmiş iz element dağılımı	94
Şekil 5.66. K-117 kuvarslı mikrodiyorit ve HK-15 rodenjit kayaçlarına göre hazırlanmış izokon diyagramı	96
Şekil 5.67. HK-13 mikrodiyorit ve HK-15 rodenjit kayaçlarına göre hazırlanmış izokon diyagramı	97
Şekil 5.68. (a) εNd ve $^{87}Sr/^{86}Sr(i)$ diyagram (b) $^{207}Pb/^{204}Pb$ ve (c) $^{208}Pb/^{204}Pb$ içerikleri, $^{206}Pb/^{204}Pb$ içeriklerine göre çizilen diyagram	99
Şekil 5.69. Kuluncak Ofiyolitik kayaçlarına ait a) Nd-Sr, b) Nd-Pb, c) Sr-Pb ve d) Pb-Pb ilksel ve günümüz izotop oranları diyagramları	100
Şekil 5.70. K-32 ve K-69 no'lu kümülat gabro örneklerine ait U-Pb konkordiya yaş verisi	102
Şekil 5.71. K-32 ve K-69 no'lu kümülat gabro örneklerine ait zirkon fotoğrafları ve yaş analizi yapılan noktalar	102
Şekil 5.72. K-20 izotrop gabro örneğinden elde edilen U-Pb konkordiya yaş verisi	103
Şekil 5.73. K-20 izotrop gabro örneğine ait zirkon fotoğrafları ve yaş analizi yapılan noktalar	103
Şekil 5.74. K-22 ve K-78 no'lu izotrop gabro örneklerine ait U-Pb konkordiya yaş verisi	104

	Sayfa
Şekil 5.75. K-22 ve K-78 numaralı izotrop gabro örneklerine ait zirkon fotoğrafları ve yaş analizi yapılan noktalar	104
Şekil 5.76. K-184 izotrop gabro örneğinden elde edilen U-Pb konkordiya yaş verisi	105
Şekil 5.77. K-184 izotrop gabro örneğine ait zirkon fotoğrafları ve yaş analizi yapılan noktalar	105
Şekil 5.78. HK-9 rodenjit örneğinden elde edilen U-Pb konkordiya yaş verisi	106
Şekil 5.79. HK-9 rodenjit örneğine ait zirkon fotoğrafları ve yaş analizi yapılan noktalar	106
Şekil 5.80. K-205 rodenjit örneğinden elde edilen U-Pb konkordiya yaş verisi	107
Şekil 5.81. K-205 rodenjit örneğine ait zirkon fotoğrafları ve yaş analizi yapılan noktalar	107
Şekil 5.82. K-208 rodenjit örneğinden elde edilen U-Pb konkordiya yaş verisi	108
Şekil 5.83. K-208 rodenjit örneğine ait zirkon fotoğrafları ve yaş analizi yapılan noktalar	108
Şekil 5.84. K-48 granit örneğinden elde edilen U-Pb konkordiya yaş verisi	109
Şekil 5.85. K-48 granit örneğine ait zirkon fotoğrafları ve yaş analizi yapılan noktalar	110
Şekil 5.86. K-66 granit örneğinden elde edilen U-Pb konkordiya yaş verisi	110
Şekil 5.87. K-66 granit örneğine ait zirkon fotoğrafları ve yaş analizi yapılan noktalar	111
Şekil 5.88. K-72 granit örneğinden elde edilen U-Pb konkordiya yaş verisi	111
Şekil 5.89. K-72 granit örneğine ait zirkon fotoğrafları ve yaş analizi yapılan noktalar	112
Şekil 5.90. K-133 granit örneğinden elde edilen U-Pb konkordiya yaş verisi	113
Şekil 5.91. K-133 granit örneğine ait zirkon fotoğrafları ve yaş analizi yapılan noktalar	113
Şekil 5.92. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait a; kümülat kayaçlardan, b; izotrop gabrolardan, c; rodenjitlerden ve d; granitlerden elde edilen zirkonların kökenine yönelik Th-U diyagramı	114
Şekil 6.1. Türkiye'de ve çevresinde tetis ofiyolitlerinin u-pb yaşları ve ana tektonik kuşaklar	116
Şekil 6.2. (a) Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait tektonitlerin tüm kayaç CaO-Al_2O_3 içeriklerine göre çizilen diyagram (b) MgO-Al_2O_3 içeriklerine göre çizilen diyagram	117
Şekil 6.3. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tektonitlerine ait tüm kayaç Al_2O_3/SiO_2 ve MgO/SiO_2 diyagramı	118
Şekil 6.4. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tektonitlerinde MgO/SiO_2 içeriğine karşı tüm kayaç SiO_2 içeriğine göre çizilen diyagram	119
Şekil 6.5. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tektonitlerine ait spinel içerisinde hesaplanmış krom (Cr#) ve olivin (Fo) diyagramı	120
Şekil 6.6. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tektonitlerine ait kromitlerin eriyik kompozisyonlarının modelleme sonuçlarına göre; (a) Kromit numunelerinde Cr-spinel ile dengede bulunan hesaplanmış Al_2O_3 eriyik konsantrasyonu ve (b) Cr-spinel ile dengede bulunan hesaplanmış TiO_2 eriyik konsantrasyonu	120
Şekil 6.7. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tektonitlerin spinellerinde Cr # [100 × Cr / (Cr + Al)] ve TiO_2 (%) diyagramı	121
Şekil 6.8. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tektonitlerine ait spinel kristallerinin hesaplanmış Cr# içerikleri ve ortopiroksen mineralindeki Al_2O_3 içeriklerine göre çizilen diyagram	122
Şekil 6.9. Kuluncak (Malatya) ofiyolite ait ultramafik ve mafik kümülatlarda gözlenen klinopiroksenlerin Al (IV)-Ti içeriğinin değişim diyagramı	123
Şekil 6.10. Kuluncak (Malatya) ofiyolite ait ultramafik ve mafik kümülatlarda gözlenen klinopiroksenlere ait Mg# (100*Mg/Mg+Fe)-Cr_2O_3 içeriği değişim diyagramı	124
Şekil 6.11. Olivin ve klinopiroksen arasındaki Mg-Fe paylaşımına göre çizilen diyagram	125
Şekil 6.12. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait mafik kümülatlar ve izotrop gabrolarda gözlenen plajiyoklazlardaki (An) içeriği ile klinopiroksenlerdeki Mg# (Mgx100/Mg+Fe) değişim diyagramı	126
Şekil 6.13. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait mafik kümülat kayaçlarda gözlenen plajiyoklazlardaki anortit (An) içeriği ile (a) olivinlerdeki Forsterit (Fo) içerikleri ve (b)	

	Sayfa
ortopiroksenlerdeki enstatit içeriklerini gösteren diyagram	127
Şekil 6.14. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait mafik kümülat kayaçlarda gözlenen olivin ve klinopiroksenlerindeki hesaplanmış magnezyum numaralarına (Mg#=100*Mg/Mg+Fe) göre çizilen diyagram	128
Şekil 6.15. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait kümülat kayaçlarda gözlenen piroksenlerin hesaplanmış Mg#-Al_2O_3 içeriklerini gösteren diyagram	129
Şekil 6.16. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait izotrop gabroların, levha dayklarının ve volkaniklerin TiO_2 'e karşı Al_2O_3/TiO_2 'ye göre çizilen diyagramda gösterimi	130
Şekil 6.17. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait izotrop gabroların, levha dayklarının ve volkaniklerin Kondrite ve N-MORB'a göre normalize edilmiş iz element dağılımları	132
Şekil 6.18. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait izotrop gabroların, levha dayklarının ve volkaniklerin Y - Cr' a göre çizilen diyagram	133
Şekil 6.19. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait izotrop gabroların, levha dayklarının ve volkaniklerin Ta/Yb oranının Th/Yb oranına göre değişim diyagramı	134
Şekil 6.20. Kuluncak (Malatya) ofiyolitini kesen granitik kayaçlarda a) 10000xGa/Al ve Nb sınıflama diyagramı	134
Şekil 6.21. Kuluncak (Malatya) ofiyolitini kesen granitlerin Kondrite ve ORG'a göre normalize edilmiş iz element dağılımı.	135
Şekil 6.22. Geç Kretase döneminde Doğu Akdeniz bölgesinin, bölgesel paleotektonik oluşumu	137
Şekil 6.23. Çalışma alanı içerisinde yüzeyleyen tektonomagmatik birimlerin oluşumu ve yerleşmesi için önerilen jeodinamik evrim modeli	140

KISALTMALAR ve SİMGELER

Kısaltma/Simge	Tanım
Ab	Albit
Act	Aktinolit
AFİ	Apatit fizyon izi
AFM	Alkali-Demir-Magnezyum
Al	Alüminyum
Al_2O_3	Alüminyum oksit
Amp	Amfibol
An	Anortit
Ar	Argon
Au	Altın
Ba	Baryum
BA	Yay gerisi
BABB	Yay gerisi sırt bazaltları
BON	Boninitik
BSE	Geri saçılmış elektron
Bt	Biyotit
Ca	Kalsiyum
Cal	Kalsit
CaO	Kalsiyum oksit
CBA	Kıtasal yay gerisi
Ce	Seryum
CL	Katodoluminesans
CM	Kıta kenarı
Co	Kobalt
Cpx	Klinopiroksen
Cr	Krom
Cr_2O_3	Krom oksit
Cs	Sezyum
Cu	Bakır
Czo	Klinozoisit
DIM	Diiodometan
DMM	Tüketilmiş okyanus ortası sırt bazaltları mantosu
Dy	Disprozyum
EMII	Zenginlemiş manto II
E-MORB	Zenginleşmiş-Okyanus ortası sırt bazaltları
En	Enstatit
Ep	Epidot
Er	Erbiyum
Eu	Evropuyum
FA	Yay önü
Fe	Demir
Fe_2O_3	Demir oksit
Fo	Forsterit
Fs	Ferrosillit
Ga	Galyum
GB	Güneybatı
Gd	Gadolinyum
Grt	Granat
H_3PO_4	Fosforikasit
HBr	Hidrojen bromür
$HClO_4$	Perklorikasit

Kısaltma/Simge	Tanım
Hf	Hafmiyum
HF	Hidroflorik asit
HFS	Kalıcılığı yüksek element
HIMU	Yüksek Uranyum/Kurşun içeriği
HNO_3	Nitrik asit
Ho	Holmiyum
HREE	Ağır nadir toprak elementler
IAE	İzmir-Ankara-Erzincan
IAT	Ada yayı toleyitik
ICP-ES	İndüktif eşleşmiş plazma emisyon spektrometresi
ICP-MS	İndüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometre
Ir	İridyum
I-tipi	Magmatik-tipi
K	Potasyum
K_2O	Potasyum oksit
KB	Kuzeybatı
KBSI	Kore temel bilimler enstitüsü
La	Lantan
LA-MC-ICP-MS	Lazer ablazyonlu çoklu toplayıcılı indüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometre
LIL	Büyük iyon yarıçaplı elementler
LMREE	Hafif - orta nadir toprak elementler
LOI	Ateş kaybı
LREE	Hafif nadir toprak elementleri
Lu	Lütesyum
M	Molar
MC-ICP-MS	Çoklu toplayıcılı indüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometre
Mg	Magnezyum
MgO	Magnezyum oksit
Mn	Mangan
MnO	Mangan oksit
Mo	Molibden
MOR	Okyanus ortası sırt
MORB	Okyanus ortası sırt bazaltları
Ms	Muskovit
Nb	Niyobyum
Nd	Neodimyum
NHRL	Kuzey yarım küre referans çizgisi
Ni	Nikel
N-MORB	Normalize-okyanus ortası sırt bazaltları
OBA	Okyanusal yay gerisi
OIB	Okyanus adası bazaltları
Ol	Olivin
Opq	Opak
Opx	Ortopiroksen
Or	Ortoklaz
ORG	Okyanus ortası sırt graniti
Os	Osmiyum
P	Manto yükselmesi
P_2O_5	Fosfor pentoksit
Pb	Kurşun
PGE	Platin grubu elementler
Pl	Plajiyoklaz

Kısaltma/Simge	Tanım
Pr	Praseodim
PREMA	İlksel manto
Prh	Prehnit
Qz	Kuvars
Rb	Rubidyum
Re	Renyum
REE	Nadir toprak elementleri
Ru	Rutenyum
Sc	Skandiyum
SE	Güneydoğu
SEM	Taramalı elektron mikroskobu
Ser	Serpantin
Si	Silisyum
SiO_2	Silisyum dioksit
Sm	Samaryum
Sr	Stronsiyum
SSZ	Dalma-batma zonu
Syn-COLG	Çarpışmayla eş yaşlı granitler
Ta	Tantal
TAS	Toplam alkali silikat
Tb	Terbiyum
Th	Toryum
TIMS	Termal İyonizasyon Kütle Spektrometresi
Ti	Titanyum
TiO_2	Titanyum oksit
Tm	Tulyum
Tr	Tremolit
U	Uranyum
V	Vanadyum
VAG	Volkanik yay graniti
Wol	Wollastonit
WPG	Kıta içi graniti
Y	İtriyum
Yb	İterbiyum
Zn	Çinko
Zr	Zirkon

1. GİRİŞ

Alp-Himalaya orojenik kuşağı içerisinde yer alan Türkiye'nin Tetis evrimi birbirleri ile zaman açısından devamlılık sunan Paleotetis ve Neotetis olmak üzere iki ana jeolojik olayı içermektedir. Paleotetis jeolojik olayları Permiyen-Lias zaman aralığında meydana gelmiş, genel olarak Kuzey Anadolu'da Sakarya Zonu ve Orta Pontidlerde etkisini göstermiştir [1,2]. Diğer taraftan Neotetis evrimi ile ilgili jeolojik olaylar ise Triyas'tan Miyosen'e kadar olan zaman aralığında Anadolu'nun tümünü etkisi altına alarak, günümüze kadar etkisini sürdürmektedir [1,3]. Anadolu levhası, metamorfik masifler ve/veya platform karbonatları arasında D-B uzanımlı olarak yer alan Neotetis okyanusal basenlerinin kalıntılarını kapsamaktadır. Bu okyanusal basenlerin kalıntıları (Şekil 1.1) Neotetis evrimi içerisinde önemli bir yere sahip olup, tabandan tavana doğru ofiyolitler, ofiyolit tabanı metamorfikleri ve ofiyolitli melanjlar ile temsil edilmektedir [4-7].

Orojenik kuşaklar içinde yer alan ofiyolitler eski okyanusal litosfer parçalarının eski kıta sınırları (kenet kuşağı) boyunca günümüzde kıtasal kabuk üzerine yerleşmiş kalıntılarıdır. Ofiyolit oluşumu için iki temel oluşum ortamı önerilmektedir [8]. Ofiyolitler, okyanus ortası sırt ofiyolitleri (MORB) ve dalma-batma zonu üstü ofiyolitleri (SSZ) olarak iç yapıları, jeokimyasal ve tektonik özelliklerine göre sınıflandırılmaktadır [7,9-13]. Dilek ve Furnes, [14] tarafından ofiyolitler, yitim ile ilişkili ve yitim ile ilişkili olmayan ofiyolitler olarak tanımlanmakta olup, yitim ile ilişkili ofiyolitler, yitim zonu ve volkanik yay ofiyolitleri, yitim ile ilişkili olmayan ofiyolitler ise; okyanus ortası sırtı (MOR), kıta kenarı (CM) ve manto yükselmesi (P) ofiyolitleri olarak sınıflandırılmaktadır. Dalma-batma zonu üstü (SSZ) ofiyolitler ise; okyanusal yay gerisi (OBA), kıtasal yay gerisi (CBA), yay gerisi-yay önü (BA-FA) ve yay önü (FA) ofiyolitleri olarak sınıflandırılmıştır.

Kretase yaşlı ofiyolitler, Türkiye ve yakın civarındaki İntra-Pontid kenet kuşağı, İzmir-Ankara-Erzincan kenet kuşağı, İç Toros kenet kuşağı ve Bitlis-Zagros Kenet kuşağı olmak üzere dört kenet kuşağı ile ilişkili olarak bulunmaktadırlar [15]. Türkiye'deki Neotetis ofiyolitleri; okyanus içi dalma-batma zonu (supra-subduction zone) üzerinde oluşmuş ofiyolit tipinde olup, oluşumları ve yerleşmeleri sırasında birbirleriyle uyumlu olaylar dizisini yansıtmaktadırlar [7,16-35].

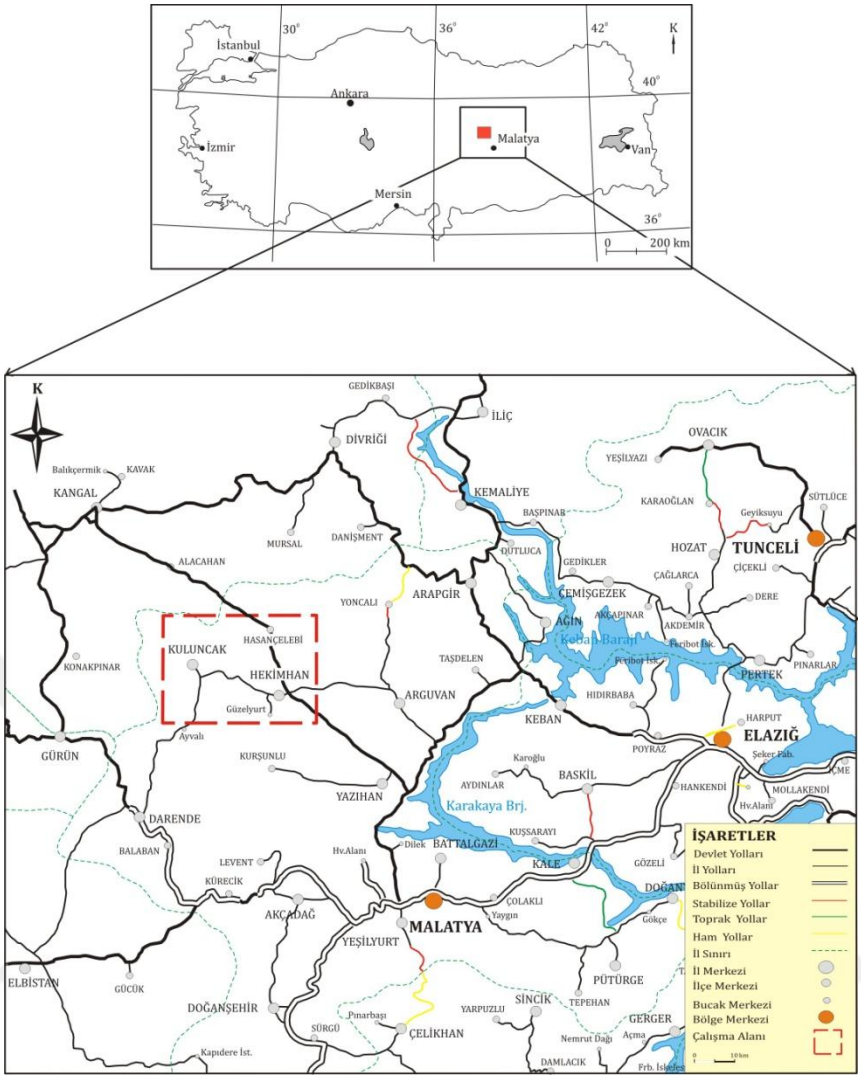


Şekil 1.1. Doğu Akdeniz bölgesindeki Neotetis ofiyolitleri ve ana tektonik kuşaklar [7,36]. Çalışma alanı kutu içerisinde gösterilmektedir.

Toros kuşağında gözlenen ofiyolitler, Geç Kretase döneminde, Neotetis'in kuzey kolunda okyanus içi dalma-batma zonu üzerinde oluşarak aynı dönemde; Kırşehir-Niğde masifleri ve Bolkardağ/Aladağ platformu üzerine yerleşmiştir [37]. Ancak, Göncüoğlu vd., [37] aksine, bazı araştırmacılar; Toros kuşağında gözlenen ofiyolitlerin aslında, Geç Kretase döneminde, Toros karbonat platformunun kuzeyinde yer alan İç Toros okyanusal baseninde oluştuğunu ve sonraki nap hareketleriyle bugünkü konumlarını aldıklarını belirtmişlerdir [1,38-42]. Toros kuşağındaki ofiyolitlerin altında ofiyolitik melanjın yanı sıra metamorfik dilimin gözlendiği, ayrıca; tektonitlerin, iyi korunarak, bütün ofiyolitik masiflerin % 60-90 'nını temsil ettiği ve harzburjitik karakterde olduğu bilinmekte olup, ofiyolitlerin ultramafik-mafik kümülat kesimleride oldukça kalındır [7,17-19,21,23]. Toros kuşağındaki ofiyolitlerin en önemli özelliklerinden biri de, bütün ofiyolitik istife ait tektonitlerin, kümülatların ve peridotitlerin altındaki metamorfik dilimlerin 1-10 m kalınlığında izole toleyitik diyabaz daykları tarafından kesilmeleridir. Ayrıca; yüksek basınç/düşük sıcaklık metamorfizmasının izlerine rastlanılmaması da, Niğde ve Kırşehir masiflerinin Toros platformunun devamı olmadığını göstermektedir [7]. Son yıllardaki çalışmalara ait jeolojik ve jeokimyasal veriler incelendiğinde; Geç Kretase ile Geç Triyas dönemleri arasında güneyde Toros platformu ile kuzeyde Anatolidler arasında bir İç Toros okyanusunun varlığı desteklenmekte olup, Toros kuşağındaki ofiyolitlerin İç Toros okyanusunda oluştuğuna işaret etmektedir [35,43].

Çalışma alanı Toros ofiyolit kuşağının doğusunda yer alan Hekimhan, Hasançelebi ve Kuluncak civarında yüzeylenen ofiyolitik kayaçları içine alan bölge olarak seçilmiştir. Çalışma alanı Malatya iline bağlı olup, Malatya'nın kuzeybatısında bulunmakta, Malatya il merkezine Hekimhan'dan 85 km, Kuluncak'tan ise 110 km uzaklıkta bulunmaktadır (Şekil 1.2). Çalışma alanında Doğu Anadolu Bölgesi genelinde gözlenen tipik karasal iklim hüküm sürmekte olup, yazlar sıcak ve kurak, kışlar kar yağışlı ve soğuk geçmektedir. Mevsimsel şartların etkili olduğu bazı sulu ve kuru derelerin bulunduğu çalışma alanında, başlıca aktif olan dereler; Tohma ve Kara Dere'dir. Diğer dereler aktif derelerin kolları olup, mevsimsel olarak sulu ve kuru dereler olarak gözlenmektedir. Hakim bir bitkisi örtüsü bulunmamakla birlikte; meşe, ardıç ve alıç gibi bitkilerin gözlendiği çalışma alanında engebenin yüksek olduğu yerler yaklaşık olarak doğu-batı yönlü olup, yüksek dağ sıraları genellikle karbonatlı ve volkanik birimlerden oluşurken, nispeten daha alçak alanlar kırıntılı çökellerden oluşmaktadır. Başlıca yükseltiler; Leylek Dağı (2052 m), Zorbehan Dağı (2004 m), Kızılyüce Dağı (1966 m), Güllüçal Tepe (1900 m), Demircikırı Tepe (1883 m), Alibaba Tepe (1857 m), Kırmızı Tepe (1831 m), Güvercin Tepe (1771 m), Yumruçal Tepe (1748 m), Yüceşafak Tepe (1727 m), Zülfükaroğluçalı Tepe (1725 m), Kelle Tepe (1704 m), Yüce Tepe (1663 m), Karadağ (1652), İnceciğir Tepe (1625 m), Düşüksöğüt Tepe (1584 m), Fenk Tepe (1581), Öksüzce Tepe (1568 m), Yelekyüce Tepe (1559 m), Şeker Tepe (1512 m), İmamlıkır Tepe (1269 m)'dir. Çalışma alanının coğrafi bakımdan dağlık ve engebeli olması sebebiyle arazi azlığı nedeniyle, son yıllarda büyük şehirlere göç akımı hızlanmıştır. Ancak geçim kaynaklarının en önemlileri tarımdan elde edildiği için bölgenin ekonomik yapısı toprağa dayalıdır. Temel ekonomik geliri, tarıma dayalı bahçecilik (kayısı, ceviz v.b) ve az oranda da hayvancılıktır. Çalışma alanı içerisinde madencilik faaliyetleri (krom, demir, çinko ve bakır işletmeleri) yoğundur. Ayrıca son yıllarda el sanatlarından biri olan halıcılıkda gelişmiştir.

Doktora tezi kapsamında seçilen bölgedeki Geç Kretase yaşlı Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifi tabandan tavana doğru, harzburjitik tektonitler, ultramafik-mafik kümülatlar, izotrop gabrolar, levha dayklar, volkanik kayaçlar ve örtü sedimanlarından oluşmakta, eksiksiz bir istif sunmaktadır [44-50]. Türkiye'de gözlenen tam ofiyolitik istif sunan kayaçlarda (peridotit, kümülat, volkaniklerde), jeokimya ve petroloji çalışmaları bulunmaktadır. Bununla birlikte Kuluncak ofiyolitine ait kayaçlar üzerine yapılan jeokimya ve petrolojik çalışmalar sınırlı kalmaktadır. Doktora tezi kapsamında Kuluncak ofiyoliti üzerinde yapılan jeokimya ve petrolojik çalışmalar detaylandırılarak (tüm birimlerinde çalışılacak), Türkiye'de ilk kez bir ofiyolitik istifte Sr-Nd-Pb izotopları tabandan tavana Kuluncak ofiyolitine ait kayaçlar üzerinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1.2. Çalışma alanının yerbulduru haritası [51]

Doktora tezi kapsamında Doğu Toroslar'da Malatya iline bağlı Hekimhan, Hasançelebi ve Kuluncak bölgelerinde yüzeyleyen ve Kuluncak ofiyoliti olarak adlandırılan okyanusal litosfer kalıntılarının ve Keklicek granitinin yüzeylediği alanlarda (a) 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası, (b) farklı magmatik birimlerin petrografi amaçlı örneklenmesi, (c) ultramafik ve mafik kayaçlarda tüm kaya ve mineral kimyası çalışmaları, (d) kabuksal kayalarda (izotrop gabro, izole dayk, levha daykları ve volkanikler) Sr-Nd-Pb izotopları ve (e) mafik ve felsik kayaçlarda zirkon U-Pb LA-MC-ICP-MS tarihlendirmesi gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda; (i) Kuluncak ofiyolitine ait okyanusal litosfer kalıntılarının jeokimyasal ve petrolojik özellikleri ortaya konmuş, (ii) bölgedeki okyanusal kabuk oluşumu zamansal ve mekansal açıdan irdelenmiş, (iii) çalışma alanındaki ofiyolit-granit ilişkisinin Güney Neotetis ve İç Toros okyanuslarındaki eşlenikleri ile karşılaştırılması yapılarak benzerlik ve farklılıkları ortaya konmuş ve (iv) Geç Kretase'de Neotetis paleocoğrafyasının daha iyi anlaşılmasına katkı sağlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI

Hekimhan, Hasançelebi ve Kuluncak (Malatya) bölgesinde daha önce yapılan çalışmalar özellikle bölgenin maden jeolojisine ve stratigrafisine yönelik çalışmalar şeklindedir. Çalışma alanının tamamını veya bir kısmını kapsayan çalışmaların en önemlileri aşağıda kısaca verilmiştir.

Chaput [52], bölgede ilk çalışma yapanlardan biri olmakla birlikte, paleontolojik bulgulara dayanarak, ultrabazik-bazik kayaçlar üzerine transgresif olarak gelen birimin Üst Kretase yaşında olduğunu kanıtlamıştır.

Kovenko [53], "Hasançelebi mıntıkası demir yatakları" adlı çalışmasında, bölgedeki çökel birimlerin bir kısmının temelinde, serpantinitlerle birlikte ojitli bir gabro masifi olduğuna değinerek, Deveciköy demir yatağındaki cevherleşmenin; gabroların, siyenitlerin ve Rudistli kalkerlerin dokanağında oluştuğunu, yatağın ise; bir demir şapka olduğunu belirtmiştir.

Stechepinsky [54], "Malatya bölgesinin jeolojisi ve mineral varlıkları" isimli çalışmasında Hekimhan bölgesinde özellikle Rudistli kireçtaşlarının yaşı ile ilgili çalışmalarda bulunarak, kireçtaşlarının hem Maestrihtiyen hem de Kampaniyen dönemine ait olabileceğine değinmiştir.

Gattinger [55], Hekimhan'daki ofiyolitlerin Üst Kretase yaşlı filişlerin tabanında bulunduğunu belirtmiştir.

Yılmaz [56], Deveci ve Karakuz bölgesindeki demir arama çalışmalarında, Deveci cevherleşmelerinin, hidrotermal-metasomatik olduğunu belirtmiştir.

Ayan [57], Hekimhan-Ebreme köyü civarının jeolojisini ve petrol imkanlarını araştırarak bölgenin genel jeolojisine değinmiştir.

Jacobson vd. [58], serpantinitleri Kretase'den genç kabul ederek, Üst Kretase ile Paleosen'in geçişli olduğuna ve siyenitlerin çıkışının Laramiyen orojenik fazı ile ilgili olduğuna değinmişlerdir. Volkano-sedimanter seri bazaltlarının metasomatizmasını, metamorfizmasını ve alterasyonunu bu harekete bağlamışlardır.

Akkuş [59], Darende-Balaban yöresindeki, ofiyolitik seri ile Karakaya volkanitlerinin ve Kepez Dağı bazaltlarının, magmatik faaliyetlerle geliştiğine değinmiştir.

Çoban [60], Hekimhan dolayında yapmış olduğu çalışmada, bölgede en yaşlı birimin, Üst Jura-Alt Kretase yaşlı serpantinleşmiş ultrabazik kayalar olduğuna değinerek, bu birimin üzerine Üst Kretase yaşlı taban konglomerasının diskordan olarak geldiğini ileri sürmüştür.

Leo vd. [61], bölgedeki magmatik kayaçların radyometrik yaş tayinlerini yaparak, bölgenin mineral kaynakları ile jeolojisini çalışmışlardır.

İzdar ve Ünlü [62], Hekimhan-Hasançelebi-Kuluncak bölgesindeki litolojileri; yarı mermerler ve dolomitleşmiş kristalize kireçtaşları ile serpatinitlerle ilgili olan pembe kireçtaşları ve radyolaritleri alt seri, Üst-Kretase transgresyonu ile başlayan ve Eosen'e geçen

çeşitli litolojik birimleri; orta seri, Tersiyer yaşlı dentritikleri, marnları ve kireçtaşları ile genç Tersiyer evaporitleri; üst seri, olmak üzere üç gruba ayırmışlardır.

Özer ve Kuşçu [63], Karakuz demir yatağı çevresinde yaptıkları çalışmada, yatağın güneyinde skapolitize bazik kayaçların, kuzeyinde ise trakitlerin varlığına değinerek, bu birimlerin birbiriyle tektonik olarak ilişkili olduğuna değinmişlerdir.

Özer ve Kuşçu [64], Kuluncak yöresindeki demir cevherleri üzerinde arama çalışmaları ve değerlendirmelerini yapmışlardır.

Bozkaya [65], Hekimhanın güneyindeki Üst Kretase-Tersiyer yaşlı sedimanter istifin stratigrafisini çalışarak, yanal ve düşey yöndeki mineralojisini ve jeokimyasal değişimlerini belirleyerek, havzanın jeolojik ve paleocoğrafik evrimini ortaya çıkarmıştır.

Yılmaz [2], Hekimhan-Hasançelebi (KB Malatya) yöresi, jeolojisi, magmatitlerinin mineralojik-petrografik ve jeokimyasal incelemesi isimli çalışmasında; Hekimhan-Hasançelebi magmatitlerinin İç Torid okyanusu veya Kuzey Torid okyanusu olarak tanımlanan, okyanusal alanın, jeolojik evrimi ile ilişkili olabileceğine değinmiştir.

Boztuğ ve Yılmaz [66], Hekimhan-Hasançelebi yöresindeki volkanitlere Bahçedamı volkanitleri adını vererek volkanitlerin subalkalin-toleyitik karakterdeki yay volkanizması ürünü olduğunu belirtmişlerdir. Bahçedamı volkanitlerine sokulum yapan plütonu ise Hasançelebi granitoyidi olarak isimlendirmişlerdir. Volkanitlerin; alkalin karakterde, yay gerisi bir açılmanın ürünü olduğunu, plütonun ise; siyenitoyid olduğu ve A tipi granitoyidlerle uygunluk gösterdiğini saptamışlardır.

Özdemir ve Tunç [67], Hekimhan (Malatya) ilçesinin güneyinde 1/25.000'lik K39–b3 Malatya paftasında paleontolojik ve stratigrafik çalışmalar yapmışlardır.

Yılmaz vd. [68], Hekimhan ve Hasançelebi yöresindeki Leylekdağ ve Koçasar volkanitlerinin Orta-Doğu Anadolu'da bölgesel tektonik rejim de çarpışma ile ilgili volkanik kayaçlar olarak kabul edilebileceğini ancak, iz element desenlerinin bir yay kökenini işaret ettiğine değinmişlerdir.

Gürer [69], Hekimhan yöresindeki alkali magmatik kayaçların jeolojik ve petrolojik incelemesini yaparak; alkali volkanik kayaçların levha içi volkanizma ürünü olduğuna değinmiş, magmatiklerin Yüksekova-Baskil yayının kuzeyinde, yay gerisinde açılan Hekimhan havzasında geliştiğini belirtmiştir.

Sevimli [70], Yazıhan (Malatya) batısındaki stratigrafi incelemesinde, iki farklı dönemde gelişen transgresif evreden bahsederek, Birinci dönemi; Geç Maastrihtiyen'de Hocalıkova ofiyolitinin bölgeye yerleşmesi sonucu kabuk kalınlığının artmış olması ve bölgenin yükselerek, denizel havzanın bazı kesimlerinin kara haline dönüşmesi ile açıklarken, ikinci dönemi; Kuvaterner-Pliyosen döneminde gelişen karasal çökellerin, transgresif evrenin son döneminde geliştiği şeklinde açıklamıştır.

Pektaş [71], Kuluncak (Malatya) kuzeyinde ve batısında maden açısından yaptığı jeolojik, mineralojik ve petrografik incelemelerde; ultramafik ve mafik kayaçların, kireçtaşlarının, konglomeraların ve siyenitik kayaçların yoğun olduğu yerlerde florit oluşumları ile farklı yerlerdeki kromit cevherleşmeleri ve manyetit oluşumlarına ait litolojiler belirlemiştir.

Çobankaya [72], Hekimhan (Malatya) yöresinde Oligosen istifinin sedimantolojisi isimli çalışmasında; Oligosen istifinin yersel olarak sıkışmalı bir tektonik rejim içerisinde karasal ortamda depolandığını belirtmiştir.

Booth vd. [73], Darende baseni üzerine yaptığı çalışmada; havzanın gelişiminin ilk aşamasını (Maastrihtiyen), kuzeydeki Pontid'lerde Avrasya'nın altında kalan okyanusal litosferin kuzeye doğru yitiminden kaynaklanan levha ayrılması (slab-pull) ile ilgili olarak genişlemiş olduğunu açıklarken, havza gelişiminin ikinci aşamasını (Orta-Geç Eosen), Toros kıtasının Avrasya ile çarpışması esnasında, yeterince doldurulmamış bir ön havzayı oluşturmak üzere kabuk düşüşüyle açıklamış ve havza yükselişinin, Orta Miosen'de deniz ilerlemesine kadar ertelendiğini belirtmişlerdir.

Bölgedeki ofiyolitik kayaların varlığını ilk olarak Blumenthal [74] işaret etmiş, Kuluncak ofiyoliti olarak adlamasını ilk olarak İzdar [75] kullanmıştır. Çalışma alanında ve yakın civarlarında gözlenen, Doğu Toroslar, GD Anadolu ve Doğu Pontidlere ait başlıca ofiyolitler ile ilgili son yıllarda yapılan çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Yılmaz vd. [76], Hekimhan-Hasançelebi (KB Malatya) yöresinde yüzeylenen birimlerden en yaşlı birim Maastrihtiyen öncesi yaşa sahip olan Kuluncak ofiyolitli karışığı olarak belirleyerek, alttan üste doğru Karadere ultramafiti, Güvenç listveniti, Körburun volkaniti, Maltepe gabrosu ve Gündeycik dere olarak haritalanabilir beş alt birime ayırmışlardır.

Gürer [77,78], Doğu Toros sistemi içinde yer alan Hekimhan-Hasançelebi çevresinin stratigrafisini, havzanın evrimini ve bu havzanın bölgesel jeolojisini, çalışarak, bölgenin temelinin Geç Kampaniyen'de kuzeyden güneye gelerek yerleşen Hocalıkova ofiyolitinin oluşturduğunu belirtmiştir.

Uçurum [79], Divriği ve Kuluncak ofiyolitik melanj içindeki serpantinlerde gelişen listvenitlerin, serpantinitlerin düşük dereceli hidrotermal çözeltiler ile reaksiyonu sonucunda alterasyona uğramaları sonucunda oluştuğuna değinmiştir.

Uçurum [80], Divriği ve Kuluncak ofiyolitik melanjlarını jeolojik ve jeokimyasal özellikleri açısından Doğu-Orta Türkiye'deki serpantinitler ile karşılaştırmıştır. Toros ofiyolit kuşağı içindeki Divriği ve Kuluncak ofiyolitik melanjlarının Neotetis'in kuzey kolu olan Kuzey Toros okyanus kabuğundan kaynaklandığı düşüncesini desteklemiştir.

Parlak vd. [81], Doğanşehir (Malatya) bölgesindeki Yüksekova ofiyoliti metamorfik dilimine ait kayaçlardaki çalışmasında, ofiyolit tabanındaki metamorfiklerin granülit fasiyesinden, epidot-amfibolit fasiyesine değişim gösteren ters bir metamorfik zonlanma

gösterdiklerine değinerek, amfibolit fasiyesindeki amfibollerden 90±7 my yaş elde etmişlerdir. Bu durumun, Geç Kretase dönemindeki Neotetis'in güney kolunun kapanması esnasında okyanus içi dalma batmayla oluştuğunu gösterdiğine değinmişlerdir.

Robertson [7], Doğu Akdeniz kuşağı Mesozoyik yaşlı ofiyolitlerin oluşumu ve yerleşimi ile ilgili yaptığı çalışmasında, Doğu Akdeniz kuşağı ofiyolitlerinin farklı kökende olduğuna ve çeşitli tektonik yerleşimlerde bulunduğuna değinmiştir.

Bağcı vd. [22], Kızıldağ ofiyoliti üzerinde yaptığı çalışmada ofiyolitik birimin dalma-batma zonu üzerinde ada yayı toleyitik karakterde olduğuna ve yavaş yayılan sırtta geliştiğine değinmiştir.

Yılmaz vd. [82], Hekimhan-Kuluncak (Malatya) bölgesindeki ofiyolitik kayaların tektonostratigrafisini çalışarak, ofiyolitik kayaçları; ofiyolitik melanj ve ofiyolitik dizi olarak iki birime ayırarak tektonostratigrafik konumlarını çalışmışlardır.

Rızaoğlu vd [24], Kömürhan (Elazığ) ofiyolitinin Geç Kretase döneminde okyanus içi yitim zonu üzerinde oluşarak, Toros platformu altına daldığını belirtmişler, Ayrıca; Kömürhan ofiyolitinin I-tipi Baskil granitoyidi tarafından kesildiğine (85 My) değinmişlerdir.

Parlak vd. [83], Divriği (Sivas) ofiyolit istifine ait metamorfik dilim ve izole dayklar üzerinde petrografik ve jeokimyasal çalışma yaparak; Divriği ofiyolitinin Geç Kretase döneminde Toros platformunun kuzeyindeki okyanus içi dalma-batma zonu üzerinde oluştuğuna değinmişlerdir.

Bağcı vd. [25], Kızıldağ (Hatay) ofiyolitinin tabandan tavana doğru, tektonitler, ultramafik-mafik kümülatlar, izotrop gabrolar, levha dayklar, volkanik kompleks ve örtü sedimanlarından oluşan eksiksiz bir istif sunduğuna ve ofiyoliti oluşturan okyanusal kabuk kayaçlarının hem ada yayı toleyitik hem de boninitik karakterde olduğuna değinmişlerdir. Yaptıkları jeokimyasal ve petrolojik çalışmalar sonucunda; Kızıldağ (Hatay) ofiyolitinin okyanus içi yitim zonu üzerinde yay önü tektonik ortamda oluştuğunu belirtmişlerdir.

Dilek ve Thy [30], Kızıldağ (Hatay) ofiyolitindeki tektonitlerin başlıca harzburjitlerden oluştuğunun yanı sıra, yer yer dünit mercek ve bantlarını içerdiğine değinmişlerdir. Ayrıca; Kızıldağ (Hatay) ofiyolitindeki plajiyogranit ve gabroyik kayaçlarından yaptıkları jeokronolojik çalışmalar (U-Pb zirkon yaş) sonucunda; Geç Kretase (91.6-91.8 My) yaşlarını tespit etmişlerdir.

Parlak vd. [28], Güneydoğu Anadolu bölgesinde yüzeyleyen ofiyolitler hakkında yaptıkları çalışmalarda, Bitlis-Zagros kenet kuşağı boyunca gözlenen tüm ofiyolitlerin, okyanus içi yitim zonu üstünde (SSZ) oluştuklarını ve Kızıldağ (Hatay) ofiyolitlerinin güney kuşakta Bitlis-Pütürge metamorfikleri ile Arap platformu arasında geliştiğine değinmişlerdir.

Sarıfakıoğlu vd. [29], İzmir-Ankara-Erzincan sütur bölgesinde Geç Kretase yaşlı dalma batma zonu ofiyolitlerinin petrolojisi, mineral kimyası ve tektonomagmatik evrimiyle ilgili çalışmasında, ofiyolitlerin saha ilişkilerine ve jeokimyasal özelliklerine dayanarak, İzmir-

Ankara-Erzincan sütur bölgesinin batı kesimindeki Geç Kretase yaşlı ofiyolitlerin, yay önü tektonik ortamda geliştiğini öne sürmüşlerdir.

Beyarslan vd. [84], İspendere ve Kömürhan ofiyolitlerindeki ultramafik ve mafik kümülat kayaçları inceleyerek, İspendere ve Kömürhan ofiyolitlerinin dalma-batmaya ait üç ayrı magmatik süreç gösterdiğine değinmişlerdir.

Rızaoğlu vd. [44], Hekimhan-Kuluncak (Malatya) bölgesinde gözlenen ofiyolitleri tanımlamışlardır. Geç Kretase döneminde, Toros platformu ve Kırşehir bloğu arasındaki İç Toros okyanusunda oluştuklarına değinerek, güneybatıda Pınarbaşı, kuzeydoğuda Divriği ofiyoliti ile karşılaştırılabileceğini öne sürmüşlerdir.

Camuzcuoğlu [45], Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik kayaçlarındaki kümülatların petrografisi ve jeokimyasını isimli yüksek lisans tezinde, Hekimhan bölgesinde gözlenmekte olan mafik kümülatların, olivinli gabro ve gabro kayaçları ile temsil edildiğini, mezokümülat ve ortokümülat doku sunduğunu belirtmiştir. Mafik kümülatlar içerisindeki yüksek anortit içerikli plajiyoklazların varlığının okyanusal kabuk gelişimi sırasındaki sulu ortamı işaret ettiğini, magnezyumca zengin olivin, klinopiroksen ve ortopiroksen minerallerinin okyanus içi dalma-batma zonu üzerinde oluşan ofiyolitlerin özelliklerini yansıttığına değinmiştir.

Karaoğlan vd. [85], Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağında gözlenen İspendere (Malatya), Kızıldağ (Hatay) ve Kömürhan (Elazığ) ofiyolitlerine ait gabroyik kayaçlar üzerinde U-Pb ve Sm-Nd yaşlandırma çalışmaları yapmışlardır. Bitlis-Pütürge kıtasının kuzeyinde ve güneyinde bulunan ofiyolitlerin arasında 10 My farklılık olduğuna değinerek, okyanusal kabuk oluşumunun iki farklı okyanusal basende geliştiğini belirtmişlerdir.

Robertson vd. [86], Doğu Akdeniz bölgesinin jeodinamik evrimini açıklamaya yönelik yaptıkları çalışmada, okyanusal basenlerin Anadolu ve çevresinde geliştiğine değinmişlerdir. Orta Permiyen-Orta Triyas dönemlerinde kısmi riftleşmenin geliştiğini, Geç Triyas-Erken Jura'da okyanus tabanı yayılmasının devam ettiğini, Geç Jura-Erken Kretase alkali volkanizmanın (okyanus adası) gelişerek, Geç Kretase'de okyanus içi yitime bağlı ofiyolitin yerleşmesi ile kapanmaya başladığını belirtmişlerdir.

Çelik vd. [87], İzmir-Ankara-Erzincan (IAE) sütur bölgesinin orta kısmındaki Eldivan ofiyolitinin gabroları ve dolerit daykları ile ofiyolitik melanja ait bazaltik volkanik kayaçlarda $^{40}Ar/^{39}Ar$ yaşlarını, tüm kaya ana-iz elementleri ve Sr–Nd–Pb izotop bileşimlerini incelemişlerdir. Jeokimyasal verilerle birlikte, 150 Ma $^{40}Ar/^{39}Ar$ amfibol-plato yaşı, Geç Jura dönemlerinde IAE okyanusu alanında, dalan okyanusal litosferin üstünde oluştuğuna değinmişlerdir. Bu nedenle, IAE sütür bölgesindeki Eldivan ofiyoliti, batıdaki Hellenid-Dinarid ofiyolit kuşağı ile doğuda Ermenistan-İran ofiyolitleri arasında bir bağlantı oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Metin vd. [46], Doğu Torosların kuzey kesimlerinde yaptıkları çalışmada Pınarbaşı ve Kuluncak ofiyolitik naplarının SSZ karakterinde olduğunu, İç Torid okyanusal kabuğunun kendi içerisinde dilinimlenmesiyle oluştuğunu söylemişlerdir. Çalıştıkları alanlar içerisinde yüzeyleyen okyanusal kabuk kayalarını Kuluncak Ofiyoliti olarak tanımlamışlardır. Kuluncak ofiyolitinin eksiksiz bir ofiyolit dizisini oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca bölgenin jeodinamik evriminde Üst Maastrihtiyen öncesinde varlığı tartışılabilecek doğrultu atımlı fay sistemlerinin etkili olduğunu düşünmüşlerdir. Petrografik ve jeokimyasal çalışmalar sonucunda ofiyolit istifinin ada yayı toleyitikten, boninitik karakterdeki kaynağın tüketilmesi ile İç Torid okyanusunun kapanması esnasında okyanus içi dalma-batma zonu üzerinde yay önü ortamda oluştuğunu gösterdiğini belirtmişlerdir.

Karaoğlan vd. [88], Kızıldağ ofiyolitindeki plajiyogranit ve gabrolarda jeokronolojik yaşlandırma (U-Pb ve Sm-Nd) yapmışlardır. U-Pb yaşlandırması ile yaklaşık 91-92 My yaş aralığı hesaplarken, Sm-Nd yaşlandırmasında yaklaşık 95 My izokron yaşı hesaplamışlardır. Bu yaşlandırmalar sonucunda; Kızıldağ ofiyolitini oluşturan kabuksal kayaçların gelişimini 6 My'lık süreçte tamamladığını vurgulamışlardır.

Karaoğlan vd. [89], Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağında gözlenen Göksun (Kahramanmaraş) ve Kömürhan (Elazığ) ofiyolitlerine ait volkanik kayaçlar üzerinde U-Pb zirkon yaşlandırma çalışmaları yapmışlardır. Her iki ofiyolitin SSZ tipindeki kabuk üzerinde gelişen yay magmatizmasının 75-83 My yaş aralığında geliştiğine değinmişlerdir.

Karaoğlan vd. [33], Doğanşehir bölgesinde yaptıkları çalışmada, yüksek sıcaklık/basınç metamorfizmasına sahip Berit metaofiyolitinin Eosen yaşlı granitoyidler tarafından kesildiğini belirtmişlerdir. Eosen yay magmatizmasını, Güney Neotetis'in kuzeye doğru dalması ile açıklamışlardır.

Parlak vd. [35], Güneydoğu Anadolu İspendere (Malatya) ofiyolitinin petrolojisi isimli çalışmasında; İspendere ofiyolitini, Göksun, Kömürhan ve Guleman ofiyolitleri ile karşılaştırarak, Torid aktif kıta kenarının tabanına, yay tipi magmatik kayaçlar tarafından kesilerek eklendiği, tek bir bölgesel ölçekli okyanusal litosfer tabakasının bir parçasını temsil ettiğini belirtmişlerdir.

Robertson vd. [90], Doğu Akdenizin, Paleozoyik'ten Neojen'e kadar olan süreçte tektonik gelişimi hakkında çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmalar sonucunda; Geç Kretase'de kuzeyde İzmir-Ankara-Erzincan okyanusu ve iç Toros okyanusunun varlığına, güneyde Berit okyanusu ve Neotetis'in güney koluna ait okyanusun varlığına değinmişlerdir.

Booth vd. [91], Hekimhan baseninde yaptığı çalışmada, birkaç değişik tektonik model olduğunu, özellikle güneyde Neotetis'in kuzeye doğru dalması ile ilgili yay ardı uzantısı olduğunu, ayrıca; komşu supra-ofiyolit havzalarının (Ulukışla ve Darende havzaları) gelişimi ile

ve başka yerlerdeki (Güneydoğu Türkiye; Balkanlar; Umman) ofiyolit havzaları ile uyumlu olduğunu belirtmişlerdir.

Karaoğlan vd. [92], Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağında gözlenen ofiyolitleri (Göksun, İspendere ve Kömürhan) kesen granitoyidler (Esence, Doğanşehir ve Baskil) üzerine U-Pb, ^{40}Ar-^{39}Ar ve AFİ (Apatit fizyon izi) yaşlandırmaları yapmışlardır. Zirkon, amfibol, mika ve apatit gibi farklı mineral fazlarında yaptıkları yaşlandırmalar sonucunda; Baskil ve Esence granitoyidlerinin, Geç Kretase (88-82 My) döneminde intrüzyon yaptıklarına ve soğumalarının (≤300˚C) 6-10 My 'lık bir zaman aralığında gerçekleştiğine değinmişlerdir. Ayrıca; Maden baseninin açılımının, Eosen döneminde Berit metaofiyolitinin yükselimine eşlik ettiğini ve Oligosen-Miyosen döneminde de Toroslar ile Arap platformunun çarpışmalarının izlerini taşıdıklarını belirtmişlerdir.

Nurlu vd. [93], Helete (Kahramanmaraş) bölgesinde gözlenen volkanikler ve bu kayaçları kesen granitik kayaçlar üzerinde yaptığı jeokimyasal ve jeokronolojik çalışmalar sonucunda; volkaniklerin, okyanusal yay ortamında oluştuğunu, volkanikleri kesen granitik kayaçların, I-tipi kalkalkalen karakterde ve Geç Kretase (83.1-92.9) yaşlı olduğunu belirterek, Sr-Nd-Pb izotop jeokimyası analizleriyle volkanikleri kesen granitik kayaçların aktif kıta kenarında manto ve kabuksal kökende olduğuna değinmişlerdir.

Parlak [94], Toros ofiyolitlerine (Türkiye) ait yaptığı derlemede, Toros ofiyolitlerinin temel olarak üç tektonik birimden (ofiyolitik melanj, alt-ofiyolitik metamorfik taban ve okyanusal litosferin kalıntıları) oluştuğunu belirtmiştir. Ayrıca; okyanus içi dalma-batma bölgelerinin üzerinde oluştuğuna ve Geç Kretase'deki farklı Neotetis okyanusu havzalarından Toros karbonat platformu üzerine yerleştiğine değinmiştir.

Rizeli vd. [95], Guleman ofiyolitine (Güneydoğu Anadolu, Türkiye) ait manto peridotitlerinin mineral kimyası ve petrolojisini çalışarak, Guleman peridotitlerinin, Neotetis'in güney kolunun, Arap ve Anadolu plakaları arasındaki yakınlaşmaya tepki olarak, kuzeyden yitim sonucunda ortaya çıkan bir yay önü ortamında oluştuğuna değinmişlerdir.

Beyarslan, [96], Güneydoğu Türkiye'deki Koçali ofiyolitinin dalma-batma zonu magmatizması isimli çalışmasında; radyolarya faunası ve jeokronolojik verilerin iki farklı volkanik birimi işaret ettiğine değinerek, Tarasa volkanikleri ile Koçali ofiyolitinin volkaniklerini jeokimyasal özellikleri açısından bir biri ile kıyaslamıştır. Tarasa volkanikleri için E-MORB kaynağını önerirken, Koçali ofiyoliti için yay önü kaynağını önermiştir.

Camuzcuoğlu vd. [49], Kuluncak ofiyolitine ait kümülat gabrolar hakkında yaptığı çalışmasında; gabroyik kümülat kayaçlardaki anortitçe zengin plajiyoklazların, yüksek magnezyumlu olivin, klinopiroksen ve ortopiroksenlerle birlikte bulunmasının, okyanus içi bir yitim durumunu gösterdiğini ve Kuluncak ofiyolitinin İç Toros okyanusunun Geç Kretase döneminde kapanmasıyla oluştuğunu belirtmişlerdir.

Kavak vd., [97], Sivas havzasının güney kenarındaki ofiyolitik kayaçların jeokimyasal özellikleri ve İç Toros okyanusu üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Ofiyolitik kayaçları güneydoğuda bulunan Divriği ofiyoliti ile karşılaştırarak, Tecer Dağı bölgesindeki izole daykların, Divriği ofiyolitini kesen alkali izole dayklardan farklı olduğuna değinmişlerdir. Divriği bölgesindeki izole daykların alkalin karakterde (76 My) olduğuna değinerek, çalışma alanındaki toleyitik karaktere sahip izole daykların, İç Toros okyanusunda Geç Kretase (90 my) dönemine ait SSZ yayılması sırasında alkalin dayklardan önce yerleştiğini belirtmişlerdir.

Bingöl vd. [98] Güneydoğu Anadolu ofiyolitlerinin magma oluşumunu, oluşum yaşlarını ve jeotektonik etkilerini belirlemek için jeokimya çalışmalarının yanı sıra, zirkon U-Pb yaşı, zirkon Lu-Hf ve Sr-Nd izotopları üzerinde çalışmışlardır. Yapılan çalışmalar sonucunda; nadir toprak element (REE) desenlerinde, Nb ve Ta'da tüketilme, gabroların LILE'lerinde (Ba, Rb, Th, Sr, Pb) zenginleşme ve yay önü ortamlarında çok düşük Ti (boninitik) lavları ile yakın benzerlikler sunduğuna değinmişlerdir. Ayrıca; zirkon mineralleri üzerine yaptıkları U-Pb izotop çalışmalarında 83-92 my arasında yaş hesaplamışlardır. Güneydoğu Anadolu ofiyolitlerinin, SSZ tipi bir ofiyolit ile temsil edildiğine değinerek, Geç Triyas sırasında açılan ve Geç Kretase sırasında kapanan okyanusal litosferin bir parçası olduğunu belirtmişlerdir.

Bilici vd. [99], Ulaş (Sivas) bölgesindeki harzburjitler içerisine yerleşen klinopiroksenit dayklarından yararlanarak petrojenez ve tektonik ortam yorumu yapmışlardır. Klinopiroksenitlerdeki, düşük Mg numarası ve spinellerin nispeten yüksek Cr değerine göre dalma-batma (SSZ) ile ilişkili olarak geliştiğini belirlemişlerdir.

Uysal vd. [100], Guleman ofiyolitine ait kromitlerin, yay önü havzasının derinlere dalması sonucunda heterojen bir manto kaynağından oluştuğuna değinerek, tipik bir okyanus ortası sırtı veya dalma-batma ortamını temsil etmediğine değinmişlerdir.

Parlak vd. [101], Türkiye'nin güneydoğusundaki Göksun (Kahramanmaraş) ofiyolitindeki ultramafik ve mafik kümülatların petrolojisini inceleyerek, Göksun (Kahramanmaraş) ofiyolitinin Üst Kretase dönemine ait dalma-batma (SSZ) ile ilişkili olarak geliştiğini belirtmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

"Kuluncak (Malatya) Ofiyolitinin Petrolojisi, Jeokronolojisi ve Tektonik Önemi" isimli doktora tezi, arazi öncesi büro çalışması, arazi çalışması, laboratuvar çalışması, değerlendirme ve tez yazımı olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilmiştir.

3.1. Arazi Öncesi Büro Çalışması

Çalışma alanı Hekimhan, Hasançelebi ve Kuluncak (Malatya) civarının jeolojisi ve bölgede yüzeylenen ofiyolitler ile ilgili daha önce çeşitli araştırmacılar tarafından yapılmış olan rapor-yayınlar gözden geçirilerek, arazi öncesi çalışılmış, bölge ile ilgili fikir edinilmiş ve jeolojik harita alımı ilgili çalışmanın planı yapılmıştır.

3.2. Arazi Çalışması

Malatya K39-a1, a2, a3, a4 ve K39-b1, b2, b3, b4 paftalarında yer alan daha önce yapılmış olan 1/25.000 ölçekli temel jeoloji haritalarından faydalanılarak, ofiyolit birimlerinin haritalanması gerçekleştirilmiştir (EK 6). Ofiyolitik birimler detaylı olarak tanımlanmış ve birbiri ile olan dokanak ilişkisi ayrıntılı olarak ortaya konmuştur. Ofiyolitik istifin yapısal özellikleri detaylı bir şekilde çalışılarak, istifin bütün birimlerinden petrografik, jeokimyasal ve jeokronolojik çalışmalar için örnek alımı ve fotoğraf çekimi gerçekleştirilmiştir.

3.3. Laboratuvar Çalışması

Arazi çalışması sonucunda ofiyolitik birimlerden derlenen örnekler üzerinde yapılacak olan laboratuvar çalışmaları aşağıda belirtilen şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.3.1. Petrografik Tanımlamalar

Arazi çalışması sırasında ofiyolitik birimlerden derlenen 236 adet (EK 1) kayaç örneğinin ince kesitleri, Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit atölyesinde, taş kesme makinesi, vakumlu ince kesit makinesi ve aşındırma-parlatma tezgahı kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.1). Kayaç örneklerinden yapılan ince kesitler polarizan mikroskopta (OLYMPUS CX31) incelenmiş, detaylı mineralojik-petrografik tanımlamaları (modal analiz, bileşim, doku) yapılmış ve fotoğraf çekimi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1. Ofiyolitik birimlere ait kayaçların laboratuvarda ince kesit yapım aşamaları.

3.3.2. Ana-İz ve Nadir Toprak Element Analizleri

Yapılan mineralojik-petrografik tanımlamalar sonucunda alterasyondan en az etkilenmiş olan 66 adet örnek seçilerek, çeneli kırıcıyla küçük parçalar haline getirildikten sonra halkalı öğütücü yardımıyla toz haline getirilmiştir (Şekil 3.2). Toz örnekler üzerinde tüm kayaç, ana- iz (major-trace) ve nadir toprak element (REE) analizleri ACME analitik laboratuvarında (Kanada) yaptırılmıştır. Ana elementler ile bazı iz element analizleri; 0.2 gr toz örneğe, Lityum metaborat/tetraborat katılmasıyla elde edilen camın % 2'lik nitrik asit çözeltisinde çözündürülerek, İndüktif Eşleşmiş Plazma Emisyon Spektrometresi (Inductively Coupled PlasmaEmisyon Spektrometresi, ICP-ES) ile ölçülmüştür. Ateşte kayıp değerleri (LOI) ise; toz numunelerin 1000°C' de ısıtıldıktan sonraki, aradaki ağırlık farkı alınarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.2. Kayaç örneklerinin jeokimya analizi için kırıcından geçirilip toz haline getirilmesinin aşamaları.

Nadir toprak elementleri ile diğer iz elementler aynı yöntem kullanılarak, ICP-ES ile ölçülmüştür (EK 2). Ana oksitler ve iz elementler için dedeksiyon limitleri Tablo 3.1' de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. ACME analitik laboratuvarı (Kanada) dedeksiyon limitleri.

*SiO_2	0.01%	*Sc	1 ppm	**Ga	0.5 ppm	**La	0.1 ppm
*TiO_2	0.01%	*Sr	2 ppm	**Zn	1 ppm	**Ce	0.1 ppm
*Al_2O_3	0.01%	*Y	3 ppm	**Cu	0.1 ppm	**Pr	0.02 ppm
*Fe_2O_3	0.04%	*Zr	5 ppm	**Ni	0.1 ppm	**Nd	0.3 ppm
*MnO	0.01%	*Ce	30 ppm	**V	8 ppm	**Sm	0.05 ppm
*MgO	0.01%	*Co	20 ppm	**Hf	0.1 ppm	**Eu	0.02 ppm
*CaO	0.01%	*Cu	5 ppm	**Cs	0.1 ppm	**Gd	0.05 ppm
*Na_2O	0.01%	*Zn	5 ppm	**Rb	0.1 ppm	**Tb	0.01 ppm
*K_2O	0.01%	**Sr	0.5 ppm	**Ta	0.1 ppm	**Dy	0.05 ppm
*P_2O_5	0.01%	**Y	0.1 ppm	**Co	0.2 ppm	**Ho	0.02 ppm
*Cr_2O_3	0.002%	**Zr	0.1 ppm	**U	0.1 ppm	**Er	0.03 ppm
*Ba	5 ppm	**Nb	0.1 ppm	**Sn	1 ppm	**Tm	0.01 ppm
*Nb	5 ppm	**Th	0.2 ppm	**Mo	0.1 ppm	**Yb	0.05 ppm
*Ni	20 ppm	**Pb	0.1 ppm	**Au	0.5 ppb	**Lu	0.01 ppm

*** ICP-AES; ** ICP-MS**

3.3.3. Mineral Kimyası Analizleri

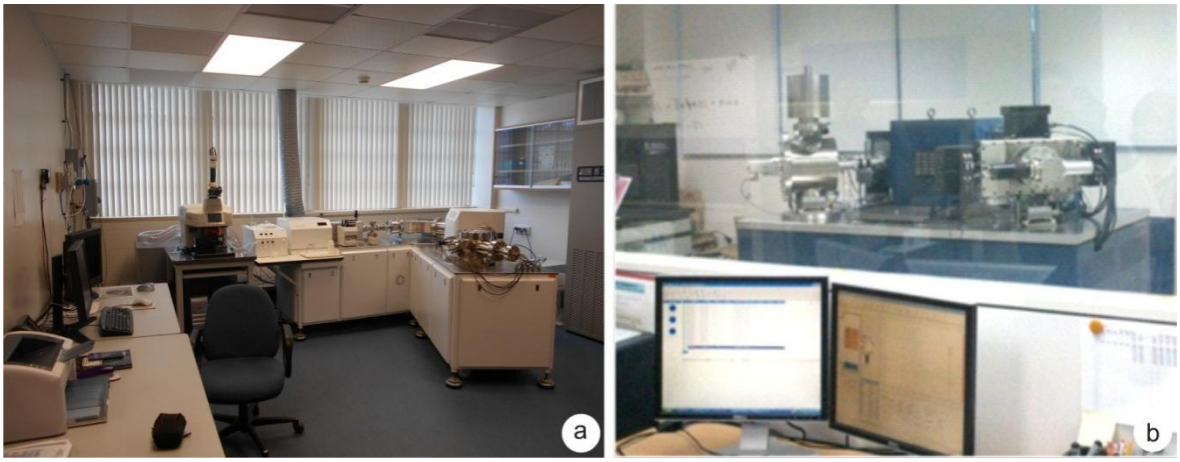
Ofiyolitik istifi temsil eden birimlerden derlenen örneklerden seçilen bazı kayaç örnekleri mineral kimyası analizine tabi tutulmuştur. Bunun için 10 adet örnek parlak kesit yapımı için Vancouver Petrographics LTD.'ye (Kanada) gönderilmiştir. Yapılan parlatılmış ince kesitlerde (polished thin section) mineral kimyası (microprobe) analizleri, Hannover Leibniz Üniversitesi Mineraloji Enstitüsünde (Almanya) gerçekleştirilmiştir. Mineral kimyası analizleri (Elektron Microprobe CAMECA SX100) sırasındaki analitik koşullar, 13 saniye hesap aralığı (Counting interval), 15 nA ışık akımı (Beam current), 15 kV ivme voltajı (acceleration voltage) şeklindedir. Kesit üzerinde analiz yapılacak mineraller seçilmiş, belirli sayıdaki alanlara (her bir kesit için üç bölge) ayrılmıştır. Çalışma sırasında kolaylık sağlaması amacıyla seçilen bu bölgeler kesit üzerinde işaretlenmiştir. Kesitler etil alkolle silinerek karbon kaplama makinasında (Şekil 3.3) karbon kaplanmış, kaplanan bu kesitler grafitlenerek Elektron Microprob makinasının içine yerleştirilen aparata tutturulmuştur. Mikroprob ekranından her bir ince kesitteki (farklı kayaç grubu) seçilen bölgeler üzerinde piroksenler (Cpx-Opx) ve plajiyoklazlardan ortalama 12 nokta, olivinlerden 8 nokta, amfibollerden 8 nokta, kromitlerden 4 nokta seçilerek toplamda 427 noktadan ana oksit değerleri belirlenmiştir (EK 3). Mineral kimyası yapılma aşamasında, geri saçılmış electron (Back Scattered Electron, BSE) görüntüleri çekilmiştir (Şekil 3.3). Mineral kimyası analizleri için kullanılan Mikroprob cihazının dedeksiyon limitleri; Si ve Mg; 0.09 - Al, Ca ve Na; 0.07 - Fe ve Mn; 0.13 - Ti; 0.04 - Cr; 0.08 - K; 0.02 ve Ni için; 0.1'dir.



Şekil 3.3. Mineral kimyası analizlerinin gerçekleştirildiği laboratuvarın görünümü.

3.3.4. İzotop Jeokimyası Çalışmaları

Tüm kayaç toz örneklerinden Sr-Nd-Pb izotop analizleri yaptırılarak, ana magma kaynak bölgeleri saptanmıştır. Sr, Nd ve Pb izotop analizleri Amerika'da Florida Üniversitesi Jeoloji bölümünde (6 adet) çoklu toplayıcılı İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometre (Multi Collector Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer, MC-ICP-MS) cihazı ile ve Güney Kore'deki Temel Bilimler Enstitüsü (Kore Basic Science Enstitude, KBSI) laboratuvarında (13 adet) Termal İyonizasyon Kütle Spektrometresi (Thermal Ionization Mass Spectrometry, TIMS) cihazı ile yaptırılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. a; MC-ICP-MS (Florida Üniversitesi, ABD) ve b; TIMS (Güney Kore Temel Bilimler Enstitüsü) laboratuvarlarının görünümü.

3.3.4.1. Sr-Nd-Pb İzotoplarının MC-ICP-MS ile Analizi

Seçilen kaya örneklerinin öğütülmesi sonucu 50 - 100 mg ağırlığında toz numune kullanılmıştır. Numuneler, HF-HNO_3 karışımında 1100 °C' de kapalı teflon şişeleri içinde çözülmüştür. Çözündükten sonra numuneler kuruyana kadar buharlaştırılmıştır. Sr, Nd ve Pb izotop analiz ölçümleri ile elde edilen, Sr, Nd ve Pb izotop oranları $^{87}Sr/^{86}Sr$=0.710259 ± 0.000002 (N=10, 2σ Standard error) için ortalama NBS 987 değerleri, $^{143}Nd/^{144}Nd$=0.512115±0.000008 (N=10, 2σ Standard error) için ortalama JNdi-1 değerleri ve $^{206}Pb/^{204}Pb$=16.942±0.005, $^{207}Pb/^{204}Pb$=15.496±0.006, $^{208}Pb/^{204}Pb$=36.701±0.011 değerleri için ortalama NBS981 değerleri kullanılmıştır. İzotop analizi ölçümleri sonrasında ilksel izotop değerlerinin hesaplaması, Kretase (90 My) yaşına göre yapılmıştır. Bu değerlerin hesaplanabilmesi için ICP-MS analizi sonucunda ilgili kayalardan elde edilen Rb, Sr, Sm, Nd, U, Th ve Pb içerikleri kullanılmıştır (EK 4).

3.3.4.2. Sr-Nd-Pb İzotoplarının TIMS ile Analizi

Kimyasal ayrıştırma ve Çoklu Toplayıcı Termal İyonizasyon Kütle Spektrometresi (TIMS; Isoprobe-T) dahil tüm kaya tozu numunelerinin Sr, Nd ve Pb izotop analizleri, kromatografik çalışmaları ve tüm deneyleri Kore Temel Bilimleri Eenstitüsünde yapılmıştır. Bunun için yaklaşık 50 mg tüm kaya tozu numunesi 150 °C' de kapalı bir teflon kapta HF+HNO_3+$HClO_4$ (5:3:1)'den oluşan bir asit karışımında 24 saatte çözünmüştür.

Sr, HCl asit kullanılarak klasik katyon kolonu ile ekstrakte edilmiş ve 1M H_3PO_4 ile Ta flament üzerine yüklenmiştir. REE fraksiyonu klasik katyon değiştirme kolonu kullanılarak ayrılmıştır. Nd, Sr ayrıldıktan sonra ikinci bir katyon değiştirme kolonu ile Ln reçine kullanarak HCl asit ile ayrılmış ve 0,1M H_3PO_4 ile Re flament üzerine yüklenmiştir. Pb, anyon kolon kullanarak HBr asit ile çıkarılarak, silika jel ve H_3P0_4 ile Re flamenti üzerine yüklenmiştir.

İzotopik oranlar, Çoklu Toplayıcı Termal İyonizasyon Kütle Spektrometrisi ile ölçülmüştür. Sr ve Nd izotopik ölçümleri, dinamik mod ile yapılırken, Pb izotopik oran ölçümleri statik mod ile yapılmıştır. ^{87}Sr / ^{86}Sr ve ^{143}Nd / ^{144}Nd oranları, sırasıyla ^{87}Sr / ^{86}Sr = 0.1194 ve ^{146}Nd / ^{144}Nd = 0.7219 kullanılarak aletsel fraksiyonlanma için düzeltilmiştir. Normal kütle spektrometrik prosedürleri kullanılarak elde edilen Pb izotopik veriler, örnek çalışmadan hemen önce izotopik kompoziyonları bilinen Pb standartları çalışılarak ve 1100-1200 °C sıcaklık aralığı üzerindeki oranlar ölçülerek kontrol edilmiştir.

NBS987 ve JNdi-1 standart malzemelerinin tekrarlanan analizleri, ^{87}Sr / ^{86}Sr = 0.710259 ± 0.000002 (n = 10, 2σ SE) ve ^{143}Nd / ^{144}Nd = 0.512115 ± 0.000002 (n = 10, 2σ SE) için ortalama vermektedir. Analizlerdeki Sr ve Nd için dedeksiyon limiti 0,1 ng' dan azdı. NBS981'in

tekrarlanan analizleri $^{206}Pb / ^{204}Pb = 16.942 \pm 0.005$, $^{207}Pb / ^{204}Pb = 15.496 \pm 0.006$ ve $^{208}Pb / ^{204}Pb = 36.701 \pm 0.011$ (n = 10, 2σ SE) vermiştir. Analizdeki Pb dedeksiyon limiti 1.0 ng' dan azdır. TIMS analizlerinde, Todt vd., [102] tarafından hazırlanan standartlar kullanılarak düzeltilmeler yapılmıştır. İzotop analizi ölçümleri sonrasında ilksel izotop değerlerinin hesaplaması, Kretase (90 My) yaşına göre yapılmıştır. Bu değerlerin hesaplanabilmesi için ICP-MS analizi sonucunda ilgili kayalardan elde edilen Rb, Sr, Sm, Nd, U, Th ve Pb içerikleri kullanılmıştır (EK 4).

3.3.5. Jeokronoloji Çalışmalar

3.3.5.1. U-Pb Analizi İçin Zirkon Ayıklama

Ofiyolitik kayaçlara ait 18 örnekten her birinden yaklaşık 20 kg alınmıştır. Bu örnekler tungsten karbidten yapılmış çeneli kırıcıda kırılmış, 0.500 µm ve 0.250 µm olmak üzere iki farklı boyuttaki eleklerden geçirilmiştir. Zirkon yaş tayini için elemesi yapılan örneklerden 0.250 µm boyutunun altına geçen taneler kullanılmıştır. Bu çalışma kapsamında U-Pb analizi için zirkon ayıklaması için üç farklı ayırma yöntemi kullanılmıştır.

A) Sallantılı masa (Gemini tipi) kullanılarak yoğunluk farkı ile ayırma: Eleme sonrası iki farklı boyuta ayrılmış örneklerden 0.250 µm altına geçen örnek Çukurova Üniversitesinde bulunan Gemini tablası ile farklı yoğunluklarda dört ayrı parçaya ayrılmıştır (Şekil 3.5). Ayrılan dört parçalık numunelerden en ağır olan kısım alınarak etüvde 70 ^{0}C' de kurutulmuştur.



Şekil 3.5. Sallantılı Masa (Gemini Tip) ve farklı yoğunluktaki minerallerin fraksiyonlara ayrılması.

B) Yıkama tavası (Goldpan) kullanılarak yoğunluk farkı ile ayırma: Eleme sonrası iki farklı boyuta ayrılmış örneklerden 0.250 µm altına geçen örnekler Mersin Üniversitesi laboratuvarında goldpan yardımıyla kova içerisine batırma yöntemi kullanılarak içerisindeki

ağır minerallerin tabana çökeltilmesi prensibine göre yapılmıştır (Şekil 3.6). Tabana çöken taneler bir kaba alınarak etüvde 70 ^{0}C' de kurumaya bırakılmıştır.



Şekil 3.6. Toz haline (250 µm>) getirilmiş numunelerin yıkanma aşaması.

C) Hidroseperasyon cihazı kullanılarak yoğunluk farkı ile ayırma: Bu ayırma; Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde bulunan hidroseperasyon (hydroseperasyon) laboratuvarında, hidroseperasyon cihazı kullanılarak yapılmıştır. Kullanılan bu yöntem diğer iki yöntemden farklı olarak; numunenin tane boyutlarının diğer iki yönteme göre daha küçük boyutlara getirilmesi gerekmektedir. Bunun için örnekler Karadeniz Teknik Üniversitesi laboratuvarında kırıcı yardımı ile kırılarak 0.115 µm, 0.078 µm, 0.055 µm ve 0.030 µm boyutlara sahip eleklerden geçirilmiştir. Her bir eleğin üzerinde kalan malzeme ıslak elek yapılarak bir alttaki daha küçük elek açıklığına sahip eleğe geçmesi sağlanmıştır. Islak eleklerden geçirilerek 0.115-0.078 µm, 0.078-0.055 µm ve 0.055-0.030 µm olmak üzere üç farklı kaba alınan örnekler, hidroseperasyon cihazında yıkanarak ağır minerallerin ayrılması sağlanmıştır (Şekil 3.7). Ayrılan mineraller etüvde 70 ^{0}C kurutulmuştur.



Şekil 3.7. Numunelerin, ıslak elekten geçirildikten sonra hidroseperasyon cihazı ile ağır minerallerin elde edilme aşamaları.

Her üç yöntemle de ayrılan ve kurutulan ağır minerallerce zengin örnekler kuvvetli bir el mıknatısından (Şekil 3.8) geçirilerek manyetik özelliğe sahip minerallerin ortamdan

uzaklaştırılması sağlanmıştır. Ancak, el mıknatısının yeterli olamayacağı düşünülerek Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği bölümündeki Frantz manyetik seperatör cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.8). Manyetik seperatörde manyetik özellik göstermeyen zirkon ve apatit minerallerine 20° eğim ve 1.5 amper voltaj verilmiştir. Bu sayede mineraller diğer kayaç yapıcı plajiyoklaz ve amfibol gibi minerallerden ayrılmıştır. Manyetik seperatördeki işlem sırasında manyetik olmayan mineraller (zircon ve apatit) ve manyetik özellik gösteren mineraller iki farklı toplama kabında biriktirilmektedir.



Şekil 3.8. Minerallerin manyetik özelliklerinden yararlanarak istenmeyen minerallerin ortamdan uzaklaştırılması (sol) ve manyetik seperatör aletinin görünümü (sağ).

Zirkon mineralinin yoğunluğu 4.6-4,7 gr/cm^3'tür. Zirkonların ayrılması için kullanılan ağır sıvı diiodomethane (DIM) olup 3.3 gr/cm^3 yoğunluğa sahiptir. Yoğunluğu 3.3 gr/cm^3'ten yüksek olan zirkon, monazit gibi mineraller tabana çökerken, feldispat grubu mineralleri ve apatit gibi yoğunluğu 3.3 gr/cm^3'ten düşük olan mineraller ağır sıvı üzerinde yüzmektedir (Şekil 3.9).

Ağır sıvı altında çöken mineral fazları filtre kağıdına alınıp aseton ile yıkandıktan sonra üstten aydınlatmalı mikroskop altında taneler incelenip, Güney Kore'de yapılacak olan U-Pb yaşlandırma analizi (LA-MC-ICP-MS) için her bir örnekten yeterli miktarda zirkon tanesi seçme işlemi tamamlanmış ve seçilen zirkon taneleri saklama kabına aktarılmıştır (Şekil 3.10). Zirkon minerallerinin seçimi ve ağır sıvı seperasyonu için Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünün seperasyon laboratuvarı kullanılmıştır.



Şekil 3.9. Laboratuvarda ağır sıvıların kullanılması ile minerallerin yoğunluklarına göre ayırımı.



Şekil 3.10. Üstten aydınlatmalı mikroskopta zirkon minerallerinin elle seçimi ve saklama tüplerine aktarılması

3.3.5.2. U-Pb Analizi (LA-MC-ICP-MS) ve Hazırlık Aşamaları

Lazer Aşındırmalı Çoklu Toplayıcılı İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometre (Laser Ablation Multi Collector Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer, LA-MC-ICP-MS) cihazı

ile zirkon minerallerinde yapılan U-Pb analizleri Güney Kore Temel Bilimler Enstitüsünde gerçekleştirilmiştir.

U-Pb analizleri öncesi zirkon taneleri seçilerek 1 inç' lik alan içerisinde çift taraflı bant üzerine dizilmiştir. Dizilen zirkonların üzerine (zirkonları içine alacak şekilde) 1 inç' lik yüzük yerleştirilmiştir. Zirkonların dizimi aşamasında zirkon boyutlarının birbirinden farklı olduğu gözlenmiş, mountun aşındırma ve parlatma aşamasında zirkonların kaybedilmemesi için 2 mount yapılmaya karar verilmiştir. Diğer tarafta hazırlanan 2/10 oranında hazırlanan epoksi, 1 inç' lik yüzükler içerisine dökülmüştür. Yüzük içerisine dökülen epoksinin etüv içerisinde 55-60 °C' de kurutulması sağlanarak, mount elde edilmiştir. Mount içerisindeki zirkon minerallerinin aşındırma ve parlatma işlemleri yapılmıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Zirkon minerallerinin mikroskop altında yüzükler içerisine yerleştirilmesi, epoksiye yatırılması ve aşındırma aşamaları.

Aşındırma ve parlatma işlemleri tamamlanan mount içerisindeki zirkon minerallerinin Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscope, SEM) ile katodoluminesans (CL) fotoğraflarının çekimi için, mount yüzeyi, iletkenliğin artırılması için 60 amperde $6x10^{-4}$ milibarda 4.5 nano mikron altınla kaplanmıştır. Daha sonrasında zirkonların CL fotoğrafları çekilmiş ve LA-MC-ICP-MS cihazında ölçümü yapılacak (U-Pb) analiz noktaları bu fotoğraflar üzerinde işaretlenerek belirlenmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Yüzeyi parlatılmış kalıplardaki zirkon minerallerinin iç yapısını ortaya çıkarmak için Taramalı Elektron Mikroskobu (orta)'nda gerçekleştirilecek CL çekimi (sağ) öncesinde yapılan yüzey kaplaması (sol) işlemleri.

U-Pb analizi için hazırlanan kalıplar LA-MC-ICP-MS cihazı içine yerleştirilerek daha önceden çekilen ve analiz yerleri işaretlenen CL fotoğrafları yardımı ile analiz aşamasına (U-Pb miktarları) geçilmiştir Analizler bitirildikten sonra analizi yapılan her bir zirkon mineralinin SEM cihazı ile yüksek çözünürlüğe sahip CL fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 3.13). Diğer taraftan analizi tamamlanan zirkon minerallerinin Isoplot programı [103] yardımı ile yaş hesaplamaları yapılmıştır (EK 5).



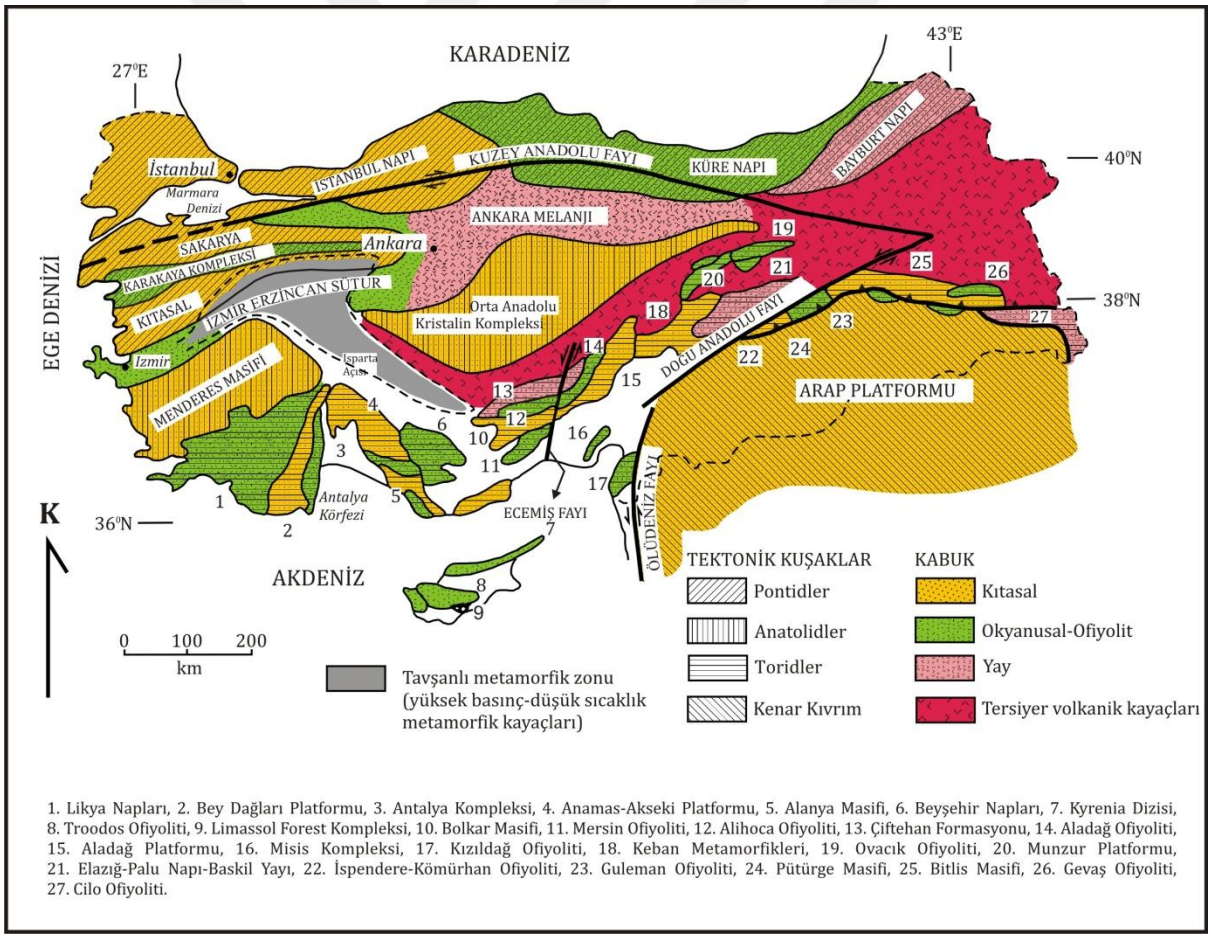
Şekil 3.13. U-Pb tarihlendirmesi gerçekleştirilen laboratuvar ve zirkonlarda analizi yapılan noktaların tekrar fotoğraflandırılması işlemleri.

3.4. Değerlendirme ve Tez Yazımı

Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen tüm verilerin değerlendirilmesinde Microsoft Excel, Grapher 5, Triplot ve Minpet 2.02 bilgisayar programları kullanılmıştır. Tez içerisindeki şekillerin çiziminde Corel Draw 14 (Corel Corporation) programı kullanılırken, kayaç içerisinden seçilen zirkon minerallerinden yaş hesaplamaları ve grafikleri Isoplot programı kullanılarak yapılmıştır. Bütün verilerin değerlendirilmesinin sonucunda Microsoft Word programı kullanılarak “Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Esasları” yönergesine göre "Kuluncak (Malatya) Ofiyolitinin Petrolojisi, Jeokronolojisi ve Tektonik Önemi " isimli doktora tezi yazılmıştır.

4. BÖLGESEL JEOLOJİ

Türkiye; Pontidler, Anatolidler, Toridler ve Kenar Kıvrım Kuşağı olmak üzere 4 ana tektonik kuşaktan oluşmuştur [104]. Neotetis ofiyolitlerinin kalıntılarını içeren Kırşehir Masifi kuzeyindeki, İzmir-Ankara-Erzincan sütur zonu, kuzeydeki Pontid Kuşağı ile temsil edilmektedir. Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı kristalin kayaçlardan oluşan Kırşehir ve Niğde metamorfik masifleri, Anatolid kuşağı ile temsil edilirken, kıvrımlı ve bindirme faylı Bitlis-Zagros çarpışma zonunun, alt plakasını oluşturan Arap Platformuna ait Mesozoyik-Senozoyik yaşlı sedimanter kayaçlar, kenar kıvrım kuşağı ile temsil edilmektedir (Şekil 4.1). Torid kuşağı, Paleozoyik-Erken Kretase dönemi platform karbonatlarından oluşan nap sistemleri, Paleozoyik-Erken Mesozoyik dönemi volkanosedimanter ve epiklastik kayaçları, Geç Kretase dönemi ofiyolit kompleksleri ile Geç Kretase ve daha genç dönemdeki çarpışma sonrası sedimanter ve volkanik kayaçlardan oluşmaktadır [105].

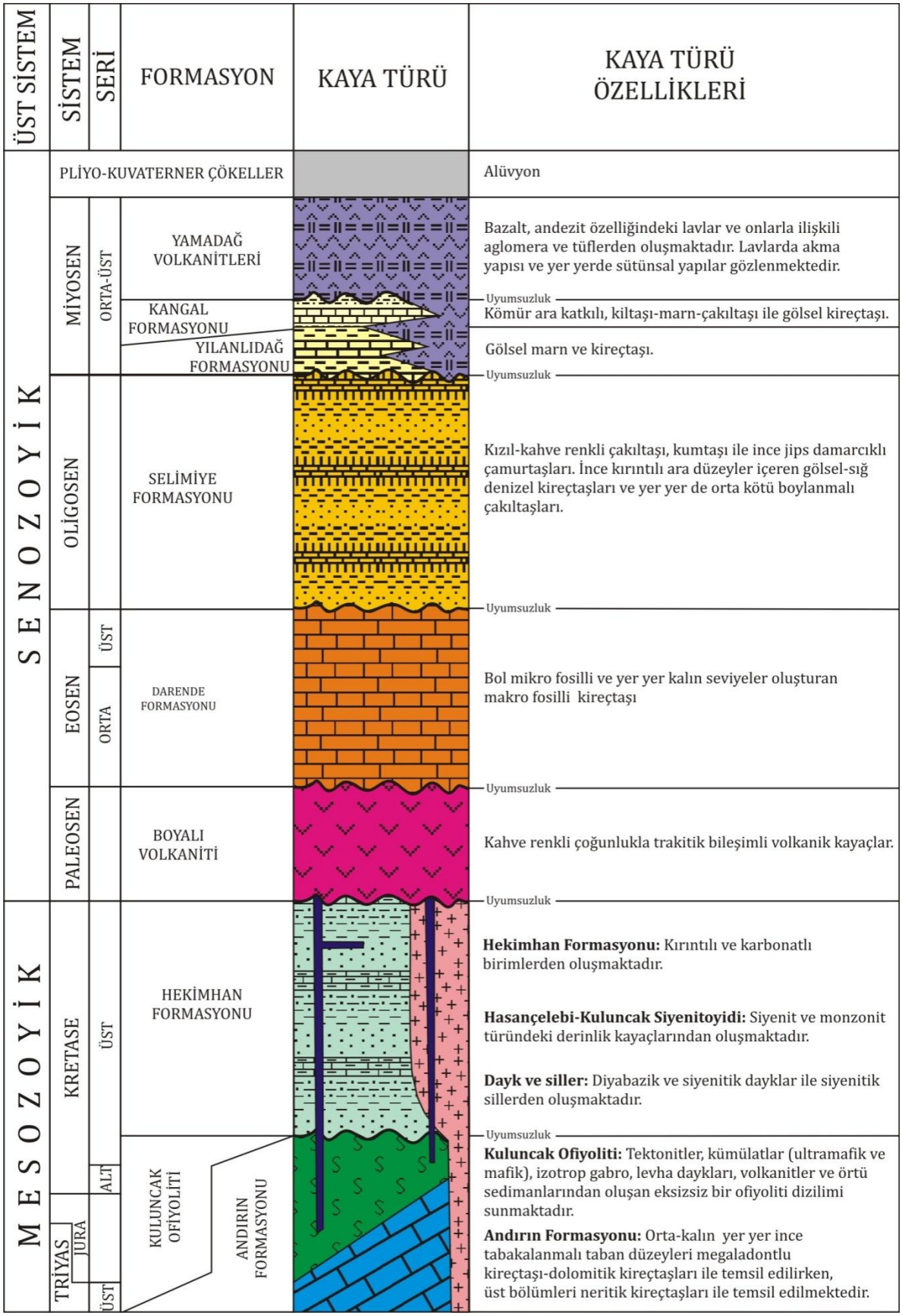


Şekil 4.1. Ana Tektonik kuşaklar, ofiyolit ve kenet zonlarını gösteren basitleştirilmiş Türkiye jeoloji haritası [41]

Malatya kuzeybatısında Hekimhan, Hasançelebi, Kuluncak yörelerini kapsayan çalışma alanı Ketin [104,106], Şengör ve Yılmaz [1]'a göre Toridlerde, Özgül [105], Perinçek ve Kozlu [107]' ya göre Bozkır Birliğinde, Özkaya [108]' ya göre ise Keban Levhası üzerinde bulunmaktadır. Doğu Toros Orojenik Kuşağının jeodinamik evrimi ile ilgili pek çok araştırma Güney Türkiye'de riftleşmeyi işaret etmektedir. Üst Triyas' tan itibaren başlayan evrim süreci, Orta Eosen sonrası tektonik hareketler sonucunda [109], Doğu Torosların tektonik birimleri bugünkü konumlarını kazanmıştır.

Türkiye'deki dağ kuşakları, tekrarlanan çarpışmalarla oluşmuştur. Bu çarpışmalar sonucunda; iki eski kıta Lavrasya ve Gondwana birbirleri ile kenetlenmiştir. Tetis okyanusu Geç Paleozoyik döneminde Pangea'nın bir araya gelmesi ile oluşmuştur. Tetis okyanusunun evrimi Alp-Himalaya sisteminde birbirini izleyen ve birbirlerini üzerleyen iki ayrı orojenik kuşak olarak gözlenmektedir [110]. Bu dağ kuşakları Tetis evriminde iki farklı okyanus varlığını göstermektedir. Her iki okyanustan daha yaşlı olanı Geç Paleozoyik döneminde oluşan ve Pangea içerisinde doğuya doğru açılan Paleotetis'dir. Paleotetis en erken Triyas döneminden itibaren Gondwana kıtasının, kuzeyinden kopan Kimmer kıtası [110] ile Gondwana'nın kuzey kenarı arasında Neotetis gelişmeye başlamıştır [1].

Çalışma alanının yakın çevresinde, farklı; yaş, kayaç türleri ve jeotektonik konuma sahip birimler bulunmaktadır. Bu birimlerden, Divriği Ofiyolitli Karışığı'nı [111] da kapsayan Kuzey Anadolu ofiyolitleri, Neotetis okyanusunun kuzey koluna ait allokton toplulukları temsil etmekte ve bu toplulukların Üst Kretase-Paleosen döneminde [112] ya da Üst Kretase döneminde [37] güneye doğru Torid-Anatolid Platformu üzerine yerleştiği ileri sürülmektedir. Sakarya kompozit kıtası ve Orta Anadolu metamorfitlerinin içinde bulunduğu Kırşehir bloğunun Geç Kretase döneminden itibaren Neotetis'in kapanmaya başlamasıyla, iki kıtasal birim üzerinde [1], Hekimhan basenini de kapsamakta olan Orta Anadolu havzaları [113-116] oluşmaya başlamış ve Orta Miyosen döneminde Anadolu ve Arap levhalarının çarpışmaları ile bu havzalar evrimini tamamlamıştır. Neotetis'in kapanma sürecinde çarpışma ile ilişkili magmatiklerden Üst Kretase döneminde yay volkanikleri [117], Paleosen döneminde Orta Anadolu granitoyidleri [118], Orta-Üst Eosen döneminde; Orta Anadolu siyenitoyidleri [119] ve Orta Anadolu volkanikleri gelişmiştir. Orta Miyosen döneminden itibaren ise; neotektonik ''Ova''rejimi [110] altında intrakratonik ve/veya kıta içi havzalar gelişerek [115,116], bu rejim Geç Pliyosen dönemine kadar [113] devam etmektedir. Çalışma alanı içerisinde gözlenen birimler detaylı olarak aşağıda tanımlanmıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Çalışma alanındaki birimlerin genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti. Metin vd., [46]'den değiştirilerek.

4.1. Temel Birimler

Bölgenin temel birimleri sırasıyla Domuzdağı Napı ve Kuluncak Ofiyolit birimlerinden oluşmaktadır. Daha önceki çalışmalarda Metin vd., [120] tarafından detaylı olarak tanımlanan Domuzdağı Napı, Çalışma alanında Geç Triyas-Geç Senomaniyen aralığında çökelmiş neritik karbonatlardan oluşan Andırın Formasyonu ile temsil edilmektedir. Ayrıca bölgede taban ilişkisi gözlenemeyen bu kaya birimleri Maestrihtiyen öncesi gelişen ilksel tektonik süreç sonucunda Kuluncak Ofiyoliti tarafından üzerlendiği görülmektedir [46]. Çalışma alanı içerisinde, allokton birimlerin, sedimanter kaya örtüsü birimlerini, Üst Maestrihtiyen yaşlı Hekimhan Formasyonu oluşturmaktadır.

4.1.1. Domuzdağı Napı

Batı Torosları uzun yıllar boyunca çalışan Graciansky tarafından tanımlanan Domuzdağı birimlerine atfen Şenel vd., [121,122] tarafından; ağırlıklı olarak neritik karbonatlardan oluşan istif, Domuzdağı Napı olarak adlandırılmıştır. Bu adlandırma, Metin vd., [120] tarafından; Doğu Toroslardaki çalışmalarında farklı adlar ile tanımlanmış, ancak genel olarak neritik karbonatlar ile pelajik/yarı pelajik kireçtaşları ile kırıntılı-karbonat ardalanması ve ağırlıklı olarak kaba tanelerden oluşan istiflenme için Domuzdağı Napı adlamasını kullanmışlardır. Çalışma alanı içerisinde Domuzdağı Napı, Andırın Formasyonu ile temsil edilmektedir.

4.1.1.1. Andırın Formasyonu

Çalışma Alanı içerisinde taban düzeyleri gözlenebilen, kalın tabakalanmalı Megaladont'lu, yer yer küçük farklı mercan türlerinin eşlik ettiği kireçtaşı ile bu birimlerle yanal ve dikey yönlü geçişli dolomit-dolomitik kireçtaşları ile temsil edilirken, orta ve üst seviyeleri genellikle orta-kalın, bazen ince tabakalanmalı, oolitik, yer yer iri milliolidli, yer yer dolomitik, yer yerde çörtlü birimlerle temsil edilmektedir. En üst seviyeleri ise; rudistli kireçtaşları, oolitlli-milliolidli kireçtaşı ardalanmalı, özellikle orta kesimlerde seyrek radyolaryalı kireçtaşı-rekristalize kireçtaşları ile temsil edilmektedir [46]. Bu birim Andırın [Adana] çevrelerinde yüzeylenmeleri ile Ayaşlıoğlu [123], tarafından Andırın kireçtaşı olarak adlandırılmıştır. Formasyonun çalışma alanı içerisinde en geniş yüzeylenmeleri K39-a2, b1 paftaları ile çalışma alanının güney kesimlerinde gözlenmektedir [EK 6].

Neritik karbonatlardan oluşan formasyon, çok kıvrımlı, kırıklı ve genellikle tabaka ara yüzeyler kaybolmuş masif görünümlü olarak gözlenmektedir. Bu seviyeler; kireçtaşı, rekristalize kireçtaşları ile dolomit ve dolomitik kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Megalodont'lu seviyeler orta-kalın tabakalanmalı, masif görünümlü, koyu gri, gri ve bej

renklerdedir. Dolomitik düzeyler kalın tabaklanmalı, masif görünümlü beyaz, kirli beyaz, sarımtırak renklerdedir. Bu seviyeleri takiben yer yer rekristalize oolitik kırmızımsı gri renklerde kireçtaşları gelmektedir. Formasyonun fosil azlığı bakımından en problemli düzeylerini oluşturan Liyas-Dogger'e karşılık gelen orta kesimleri ince-orta, yer yer kalın tabakalanmalı dolomitik, rekristalize, seyrek radyolaryalı kireçtaşlarından oluşmaktadır. Formasyonun üst kesimleri arazide en fazla yayılıma sahiptir. İnce-orta-kalın tabakalanmalı, krem, bej, gri renklerde, yer yer kalın seviyeler oluşturan düzgün oolitli, irili ufaklı bol milliolidli, ince kiltaşı ara seviyeli, zaman zaman üst kesimlerinde yoğun rudist ara düzeyli kireçtaşlarından oluşur. Formasyonun taban düzeylerinde Megalodont'lu kireçtaşları ile dolomitik kireçtaşlarının yanal yönde geçişli olduğu alanlar ile bazı yüzleklerinde üst seviyelerdeki rudistli düzeylerin varlığı da bu düzeylerde yanal rudistli kireçtaşları ile milliolid'li kireçtaşlarının geçiş gösterdikleri söylenebilmektedir.

Kuluncak ofiyoliti Andırın Formasyonunun üzerinde tektonik olarak bulunmaktadır. Ayrıca formasyonu Hekimhan Formasyonu ile Darende Formasyonu uyumsuzlukla örtmektedir.

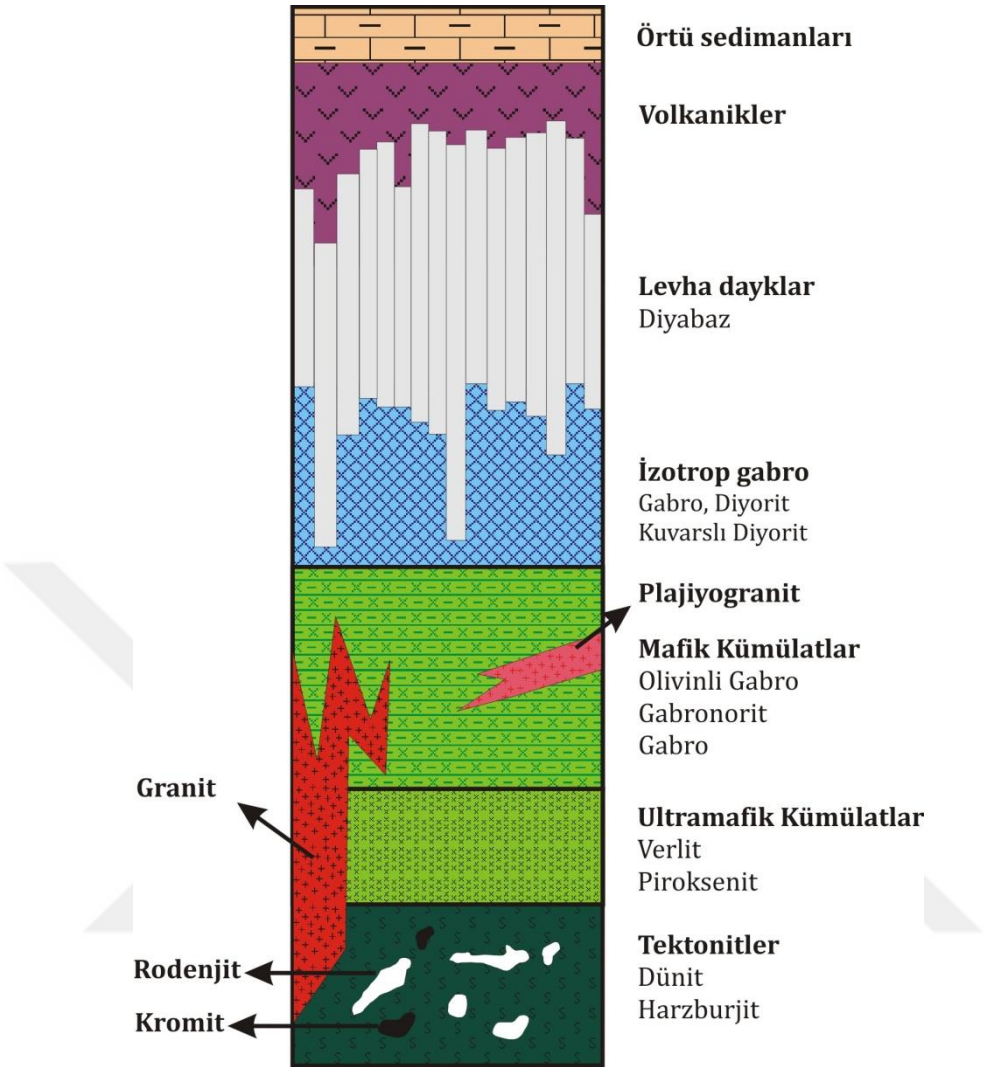
Andırın Formasyonunu oluşturan kaya birimlerinin; önceki yapılan çalışmalarda tanımlanan fosil içeriklerine göre Noriyen-Resiyen (Geç Triyas) / Senomaniyen (Geç Kretase) aralığında olduğu görülmektedir [46].

Formasyonun alt düzeylerini oluşturan megalodont'lu kireçtaşları ve dolomitik kireçtaşları sığ şelf ile zaman zaman resif ve resif gerisi koşullarda, orta düzeyleri açık şelf ile karışık ortam koşulları sunan sığ şelf koşullarında, formasyonun üst düzeyleri ise bazen resif gelişimine uygun sığ şelf koşullarında, genellikle yüksek enerjili porselen kavkı formlarının çoğalabildiği resif gerisi ortamsal koşullarda çökelmiştir [46].

4.1.2. Kuluncak Ofiyoliti

Çalışma alanı içerisinde özellikle kuzey kesimlerinde yaygın yüzeylemeleri bulunan, sırasıyla tektonitler, kümülatlar, izotrop gabrolar, levha daykları, volkanikler ve örtü sedimanları ile eksiksiz bir istiflenme sunan kaya birimleri ilk kez İzdar [75,124] tarafından Kuluncak ofiyoliti olarak isimlendirmiştir (Şekil 4.3).

Kuluncak ofiyoliti K39-a1 paftası güney kesimlerinde, K39-a2 paftasında Kuluncak çevresinde, K39-b3, b4 paftalarında Hekimhan güneyi ile Hekimhan, Yayladamı ve Sarıkız köyleri arasında en geniş yayılımı sunmaktadırlar. Ayrıca, K39-a2 paftası kuzey kesimlerinde, K39-b1 paftasında Dereköy vadisi kuzey yamaçlarında, K39-b2 paftasında doğu-batı uzanımlı Güvenç vadisi kuzey yamaçları ile daha düzensiz şekilde paftanın doğu uzanımında yüzeylenmeler sunmaktadır [EK 6]. Tez içerisinde Kuluncak ofiyolitik birimleri hakkında detaylı araştırmalar arazi gözlemleri ve petrografi başlığı altında sunulacaktır.



Şekil 4.3. Çalışma alanında yüzeylenen Kuluncak ofiyolitine ait dikme kesit.

4.1.3. Hekimhan Formasyonu

Çalışma alanında geniş yüzeylenmeler sunan alttan üste doğru sırasıyla; çamurtaşı-kumtaşı ara seviyeli kil-kum boyu malzemeyle bağlanmış, genellikle ofiyolit kökenli malzemeden oluşmuş, üste doğru kumtaşlarının artış gösterdiği çakıltaşları. Orta seviyeleri; kalın bir istif sunan birimin alt kesimleri yeşil-yeşilimsi kahve renkli kumtaşı-kalkarenitik kireçtaşı ara seviyeli silttaşı-kiltaşı düzeyleri ile üst düzeyleri açık gri-krem renkli marnlardan, istifin en üst düzeyleri, yanal yönde yer yer kalın tabakalı kireçtaşlarından breşik kireçtaşlarına doğru geçiş gösteren ince tabakalı mikritler ile ardalanmalı killi kireçtaşı ve marnlardan oluşmaktadır [46]. Tüm bu klastik ve karbonatlı birimler Hekimhan Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Formasyon K39-a1, a2 paftalarında geniş alanlarda, Tohma Çayı'nın açtığı vadinin güney kesimlerinden, kuzey kesimlerine doğru eğimli bir şeklide Kuluncak ofiyolitinin

üzerine gelmektedir. Vadinin kuzey kesimlerinde formasyon farklı birimler altında yüzeylenmektedir. Çalışma alanı içerisinde, Hekimhan formasyonu en geniş yayılımını K39-b1, b2, b3, b4 paftalarında göstermekle birlikte; K39-a3, a4 paftalarında sınırlı yüzeylenmeler sunmaktadır [EK 6].

Formasyon Domuzdağı Napı birimleri ile Kuluncak Ofiyoliti birimlerini açılı uyumsuzluk düzlemi ile üzerlemektedir. Bu ilişki özellikle ofiyolitik kayalar üzerinde ofiyolit çakıllarından oluşmuş, kötü boylanmalı, köşeli/yarı köşeli çakıllardan oluşmuş, gevşek tutturulmuş monojenk çakıltaşları ile temsil edilmektedir. Kuluncak ve Hasançelebi çevrelerinde formasyon Boyalı trakiti ile örtülmektedir. Formasyon ayrıca bu birimlerden daha genç düzeyler tarafından da uyumsuzlukla örtülmektedir.

Hekimhan Formasyonunu oluşturan kaya birimlerinin; önceki yapılan çalışmalarda tanımlanan fosil içeriklerine göre Maestrihtiyen yaşında olduğu görülmektedir [46].

Hekimhan Formasyonu tektonik kontrolün etkili olduğu, zaman zaman yüksek enerjili, gittikçe derinleşen örgülü akarsu, sığ deniz, sığ ve derin şelf ortamlarında gelişmiştir. Zaman zaman resif gelişimine ve karbonat çökelimine uygun sıcak bir denizin hüküm sürdüğü, üste doğru kıyıdan malzeme geliminin ve tane boyunun azaldığı, havzanın kuzey kesimlerinde çökelime, havzayı kontrol eden faylardan itibaren bazik volkanizmanın eşlik ettiği görülmektedir.

4.1.3.1. Hekimhan Formasyonunu Kesen Magmatik Kayalar [Hasançelebi-Kuluncak Magmatikleri]

Çalışma alanının kuzey kesimlerinde Hasançelebi ve Kuluncak çevresinde Hekimhan Formasyonu birimlerini keserek, formasyon içerisine ve üzerine; dayk, sil, plüton ve volkanik şeklinde yerleşen derinlik ve yüzey kayaçları, Hasançelebi-Kuluncak Magmatikleri olarak adlandırılmıştır [46]. Hasançelebi-Kuluncak Magmatikleri sırasıyla;

Hasançelebi-Kuluncak siyenitoyidi; Çalışma alanı içerisinde siyenitik derinlik kayaçları Hasançelebi-Kuluncak siyeniti olarak tanımlamıştır. Genellikle siyenit, kuvars siyenit ve nefelinli siyenit olarak tanımlanan derinlik kayaçlarından oluşmaktadır [46]. Hasançelebi-Kuluncak siyenitoyidi Korukoyağı köyü yakın güneyinde (K39-a1, a2), Hasançelebi batısında, Kırmızı Tepe ile Fenk Tepe güneyinin yanı sıra Konukdere Mahallesi batısı ve Yüceşafak Tepe'de (K39-b1) yüzeylenmeler sunmaktadır.

Dereköy-Sofular dayk ve silleri; Hekimhan Formasyonu kaya birimleri içerisine dayk şeklinde yerleşen diyabaz, kuvars diyorit, siyenit porfir ile sill şeklinde yerleşen trakitik/siyenitik kayalar adlandırılmasını Hasançelebi güneybatısında yer alan Dereköy ile

Kuluncak batısında, Tohma Çayı kenarında bulunan Sofular köyünden almıştır. Çalışma alanı içerisinde K39-a1 paftası içerisinde gözlenmektedirler.

4.1.4. Boyalı Volkaniti

Çalışma alanı içerisinde Hasançelebi ve Kuluncak civarında, Hekimhan birimleri üzerinde, sarımsı kahve, kızılımsı kahve renklerde trakitik volkanizma ürünleri olup, trakit, trakiandezit, andezit ve latit türü volkanik kaya birimlerinden oluşmaktadır. Trakitik volkanizma ürünleri Metin vd., [120] tarafından, Boyalı volkaniti olarak tanımlanmıştır. Boyalı volkaniti, batıdan doğuya sırasıyla K39-a1 paftasında Boyalı köyü, Arıkdamı köyü ve Sofular köyü kuzeydoğusunda Yüce Tepe'de, K39-a2 paftasında Kuluncak batısında ve güneybatısında Sığırkıran Tepe çevresinde, K39-b1 paftasında Taş Tepe'de ve Karakuz Dağı çevresinde, K39-b2 paftasında Çulhalı ve Karasivri Tepe çevresinde, K39-b3 paftasında Karadağ çevresinde gözlenmektedir (EK 6).

Çalışma alanı içerisinde topografik olarak olarak sivri tepeler ve dar uzun sırtlar oluşturmakta olup, genellikle koyu kahve-kızıl alterasyon renkleri ve yer yer de bal-pembe renklerde gözlenmektedir. Boyalı volkanitine ilişkin en net yaş verisi Hekimhan Formasyonu birimlerini kesmesi ve üzerine yayılmasıdır. Bu kapsamda Boyalı volkaniti birimlerinin yüzeylenmesi için volkanizma faaliyetlerinin başlangıcının kesme-kesilme ve üzerleme olarak düşünüldüğünde, Hekimhan Formasyonu birimlerinin yaşından (Maestrihtiyen) daha genç olduğunu varsayılmaktadır. Boyalı volkanitleri; Maestrihtiyen sonrasında büyük olasılıkla erken Paleosen yaşlı olup, çok evreli bir volkanizma sonucunda oluşmuştur.

4.1.5. Darende Formasyonu

Farklı kaya birimlerinden türemiş çakıltaşları ile kendinden daha yaşlı birimleri açısal uyumsuzlukla örten, bol makro-mikro fosil içeren, genellikle kireçtaşı, killi kireçtaşı, marn, kumtaşı-kiltaşı ve yer yer kalın, çok kalın tabakalı iri nummulitli kireçtaşları ile yer yer çökelime eşlik eden bazalt ve andezitik volkanizma ürünlerini de kapsamaktadır [46]. Farklı birimler içeren Darende formasyonu Korgantepe üyesi, Aşartepe üyesi, Karakayalar volkaniti, Yenice üyesi, Karataş volkaniti ve İriağaç üyesi olmak üzere 6 birimden oluşmaktadır. Ancak çalışma alanı içerisinde Aşartepe üyesi gözlenmektedir. Bu nedenle aşağıda Darende Formasyonuna ait birimlerden Aşartepe üyesinin tanımlanması yapılmıştır.

Aşartepe üyesi ince, orta, yer yer kalın tabakalanmalı, gri, sarımsı gri, soluk kırmızımsı gri, kahve, yeşilimsi kahve renklerde bol makro fosilli [farklı cins ve boyutlarda gastropod, echinolampas], biyomikritik kireçtaşı, biyoklastlı kireçtaşı, resifal bol makro fosil yığışımlı

kireçtaşları, bol mikro fosilli; nummulitli kireçtaşı, alveolinalı, milliolidli, killi ve kumlu kireçtaşlarından oluşmaktadır [46]. Aşartepe Üyesi çalışma alanı içerisinde Konaktepe çevresinde ve Leylek Dağının güneyinde olmak üzere dar bir alanda gözlenmektedir (EK 6).

Darende Formasyonu kendinden yaşlı özellikle Andırın Formasyonu kireçtaşlarını, Kuluncak Ofiyoliti ile Hekimhan Formasyonu birimlerini belirgin açısal uyumsuzlukla üzerlemektedir. Darende Formasyonunu oluşturan kaya birimlerinden; Aşartepe üyesinin önceki yapılan çalışmalarda tanımlanan fosil içeriğine göre; Lütesiyen (Orta Eosen) yaşında olduğu görülmüştür [46].

Transgresif olarak çakıltaşları ile çökelimine başlayan istif; genel olarak sınırlı platform, açık platform, platform kenarı koşullardan açık şelf koşullarına erişen ortamlarda gelişmiştir. Aşartepe üyesi; iç-dış şelfte; sınırlı platform ve açık platform koşullarında gelişmiştir.

4.1.6. Selimiye Formasyonu

Darende çevresinde yüzeyleyen jips ara seviyeli konglomera-kumtaşı-marn ardalanmasından oluşan Balaban üyesi ile kırmızı-bordo renkli, taban düzeylerinde karbonat ara seviyeli, kalın çakıltaşı-kumtaşı-çamurtaşı çökellerinde oluşmakta olup, yer yer kalın seviyeler oluşturan karbonat düzeyleri Akçal üyesi olarak isimlendirilmektedir [46]. Çalışma alanı içerisinde K39-a1, a2, a3, a4, b1, b2 paftalarında genellikler kırmızı-bordo renkli, taban düzeylerinde karbonat ara seviyeli, kalın çakıltaşı-kumtaşı-çamurtaşı çökeller geniş bir alanda gözlenmektedir. K39-a2 paftasında Yunuk mahallesi civarında ve K39-a3 paftasında Kelle Tepe çevresinde Akçal Üyesine ait karbonat düzeyleri gözlenmektedir (EK 6).

Selimiye Formasyonu kalın tabakalanmalı, masif bireşik çakıltaşı-çakıltaşı ile çakıltaşı-kumtaşı-çamurtaşı ardalanmalı düzeylerden oluşmaktadır. Bu düzeyler genellikle bordo, kızıl renklere sahip olup, tabakalanma çoğunlukla belirgin değildir. Ayrıca çakıltaşları köşeli-yarı yuvarlak olup, boylanma genellikle kötüdür. Çakıltaşları düzeylerinde en genç bileşenleri Eosen yaşlı nummulitli kireçtaşı çakıllarıdır. Ayrıca; Kuluncak ofiyoliti, Andırın Formasyonu ile bazalt, siyenit ve trakit çakılları gözlenmektedir.

Selimiye Formasyonu üzerine oturduğu en genç kaya birimi Eosen çökelleridir. Ancak genellikle Hekimhan Formasyonu çökelleriyle dokanak ilişkisi gözlenmektedir. Formasyon kendinden yaşlı birimler ile açısal uyumsuzdur. Özellikle alt düzeylerinde Akçal Üyesi kireçtaşlarının olmadığı yerlerde, aşırı döküntü nedeniyle formasyonun alt dokanağı çoğunlukla kapalıdır.

Selimiye Formasyonunda doğrudan yaş verisi olarak kullanılabilecek yeterli ve tutarlı bulgu olmaması nedeniyle formasyon yaşını altındaki Eosen, üzerindeki Alt Miyosen yaşlı birimlere bağlı olarak Oligosen yaşlı olduğu varsayılmıştır.

Formasyon başlangıç evresini oluşturan çökeller, köşeli/yarı köşeli çakıltaşları ile kumtaşı ve çamurtaşından oluşan düzeyler, kısa mesafeli taşınmayı, yer yer gözlenen karbonat çimentolanmanın da karbonatlı tanelerin atmosferik koşullarda eriyip, yeniden kristallendiği, tektonizmanın etkili olduğu, kütle kayması çökellerinin gözlendiği koşullarda oluşmuşlardır. Formasyon daha sonra gölsel ortamda, ince kavkılı tatlı su karbonatları içeren, zaman zaman sellenme dönemlerine ait kırıntılı malzemenin çökelme ortamına katıldığı, karbonat düzeyleri arasındaki alacalı görüntünün oluşmasına neden olan ortamda çökelmiştir. İstifin üst kesimleri zaman zaman kuraklık dönemlerini yansıtan özellikle örgülü ve menderesli akarsu çökellerinden oluşmaktadır.

4.1.7. Yılanlıdağ Formasyonu

Çalışma alanı içerisinde çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı ile killi kireçtaşı, kireçtaşı birimlerinden oluşmakla birlikte yer yer değişik kalınlıklarda Yamadağ volkanitlerine ait ürünleri ara düzey olarak içermektedir. K39-a4 paftası içerisinde Yukarıçay Mahallesi çevresinde geniş bir alanda yayılım sunmaktadır (EK 6).

Yılanlıdağ Formasyonun stratigrafik olarak eşlenikleri ile karşılaştırılması sonucunda Alt Miyosen yaşlı olduğu görülmektedir. Formasyon doğrudan bağlantıları gözlenmeyen çanaklarda akarsu ve gölsel ortamlarda çökelmiştir. Akarsu, taşkın ovası, alüvyal yelpaze ve göl çökelleriyle temsil edilmektedir. Göl çökelleri; kıyıya yakın alanlarda, akarsu ve alüvyal yelpaze çökelleriyle yanal yönde geçişli, kızıl, bordo renkli ince taneli kıyı fasiyesleri üzerine gelmektedir. Çakıltaşı düzeyleri ise; bazen yamaç molozu şeklinde gözlenmektedir.

4.1.8. Kangal Formasyonu

Çalışma alanının kuzey ve kuzeybatısında gözlenmekte olup, akarsu ve göl çökellerinden oluşan Kangal Formasyonu Aktimur vd., [125] tarafından tanımlanarak adlandırılmıştır. Formasyonun alt düzeyleri kaba kırıntılı istiflerden oluşmaktadır. Kaba kırıntılı egemen istifler alacalı, orta yuvarlak, kötü boylanmalı konglomera, gri-kırmızı kumtaşı ve pembe-kırmızı çamurtaşı litolojilerinin ardalanması sonucu oluşur ve litolojik özellikleri akarsu ortamında oluşmayı temsil eder. İnce kırıntılı egemen istifler, iyi yuvarlaklaşmış ince taneli konglomera, yeşil-gri tonlarında iyi yuvarlaklaşmış kumtaşı, gri-sarı-beyaz, renkli ince tabakalı marn, gri renkli, ince-orta tabakalı kireçtaşı litolojilerini ardalanmasında oluşur. İçerisinde ince kömür seviyeleri gözlenmektedir. Marn içerisindeki gastropod fosilleri, göl-lagün ortamında oluşmayı ifade etmektedir [46]. Formasyonun en üst seviyeleri marn ve kireçtaşı litolojilerinden oluşmaktadır. Kireçtaşları sarı, krem, beyaz renkli, ince tabakalı olup, yer yer masiftir. K39-a1

paftasında Karlık Mahallesi çevresinde ve Boyalı Mahallesinin doğusunda gözlenmektedir. K39-a2 paftasında Bıyıkboğazı çevresinde gözlenmektedir (EK 6).

Beyazpirinç vd., [126] Yamadağ volkanitlerinden elde ettikleri radyometrik yaşlar ve Yamadağı Volkanitleri ile Kangal Formasyonunun dokanak ilişkilerine göre,; Kangal Formasyonunun yaşını Alt Miyosen olarak belirlemişlerdir. Kangal Formasyonunun alt düzeyleri akarsu koşullarında, orta ve üst düzeyleri ise; göl koşullarında çökelimi işaret etmektedir.

4.1.9. Yamadağ Volkaniti

Çalışma alanının kuzey-kuzey doğusunda yüzeylemeleri olan; esas olarak tüf, aglomera ile bazalt ve andezitlerden oluşan volkanik kayalar; Yılmaz [2] tarafından Yamadağ volkaniti, Gürer [78] tarafından ise Yamadağ volkanitleri olarak tanımlanmıştır.

Yamadağ volkanitleri farklı zamanlarda aktive olmuş bazalt ve andezitik lavlardan oluşmaktadır. Siyah, koyu kahve renklerde gözlenen lavlar genel olarak bazalt ve andezitlerden oluşmakta olup, genellikle akma ve yer yer de sütunsal yapılar göstermektedir. Çalışma alanı içerisinde K39-a1, a2 paftalarında Korukoyağı Mahallesinin hem batısında hem de doğusunda gözlenmekte olup, K39-b2 paftasında Hasançelebi'nin kuzey ve kuzey batısında yoğun olarak yüzeylenmektedir (EK 6).

Yamadağ Volkaniti'nde yapılan önceki çalışmalardaki stratigrafik ve radyometrik veriler dikkate alındığında; çok evreli volkanizmanın başlangıç evrelerinin Üst Oligosen-Alt Miyosen dönemini kapsadığı, ancak yaygın yüzeylenmelerinin Orta-Üst Miyosen döneminde geliştiği görülmektedir.

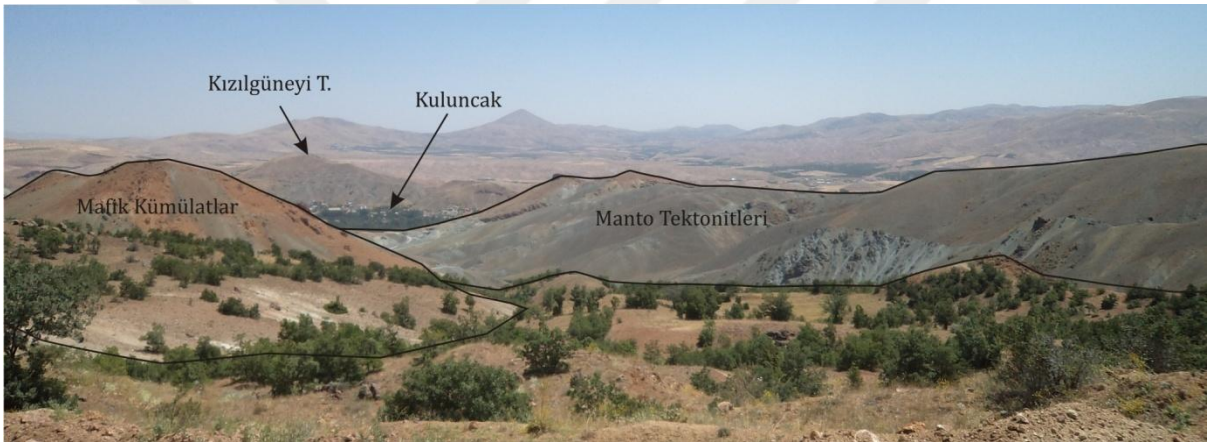
4.1.10. Pliyo-Kuvaterner Birimler

Çalışma alanı içerisinde bu zaman dilimine ait birimler alüvyon, eski alüvyon/tutturulmuş yamaç molozu ve yer yer travertenlerden meydana gelmektedir. Alüvyon; çakıllı, kumlu, killi çökellerden oluşmaktadır. Tohma Çayı, Ulu Dere, Kuruçay, Kesikköprü Çayı ve bunların kollarında oluşmuş, dere yataklarında iri çakıl, çakıl ve kum şeklinde gözlenirken taşkın ovalarında ince taneli çökeller şeklinde gözlenmektedir. Eski alüvyonlar, eski dere yatakları çökelleri ve Yamadağ volkanitlerinin yamaç molozlarının kalıntıları olarak gözlenmektedir (EK 6).

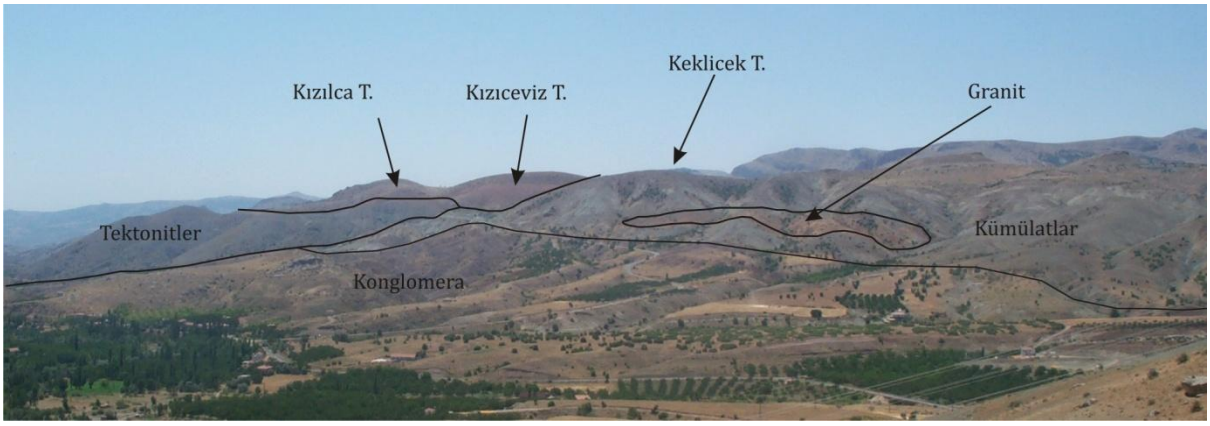
5. ARAŞTIRMA BULGULARI

5.1. Arazi Gözlemleri ve Petrografi

Kuluncak ofiyoliti kaya birimleri sırasıyla tektonitler, kümülatlar, izotrop gabrolar, levha dayklar, volkanikler ve pelajik çökellerden oluşmaktadır. Bu kayaç birimleri arasında tektonik ilişki bulunmaktadır. Ayrıca bölgede, tektonitler içerisinde rodenjitleşmiş dayklar ile lisvenit kayaçları ve ofiyolitleri kesen granitler gözlenmektedir. Bu birimler aşağıda sırasıyla anlatılacaktır. Kuluncak ofiyolitini özellikle tektonitler ve kümülatlar oluşturmakta, geniş yayılımlar sunmaktadır. Kuluncak ofiyolitine ait kaya birimlerinden tektonitler ve kümülatlar, Kuluncak civarında yoğun bir şekilde gözlenirken (Şekil 5.1), Hekimhan civarında ise, Kuluncak ofiyolitine ait tüm kaya birimleri gözlenmektedir (Şekil 5.2).



Şekil 5.1. Kuluncak (Malatya) bölgesinde manto tektonitleri ve kümülat kayaçların arazi görünümü.



Şekil 5.2. Hekimhan (Malatya) bölgesinde ofiyolitik birimler ve onları kesen Keklicek granitinin görünümü.

5.1.1. Tektonitler

Özellikle harzburjitlerden oluşan tektonitlerde serpantinleşmeler yaygın olarak gözlenmekte olup, serpantinleşmenin daha az olduğu kesimlerde piroksen mineralleri rahatlıkla gözlenmektedir. Tektonitler içerisinde rodenjitleşmiş dayklar yaygın olarak bulunmaktadır. Tektonitleri kesen rodenjitler yer yer elipsoidal ve damar şekilli gözlenmektedir (Şekil 5.3). Bol çatlaklı yapı sunan tektonitlerin ayrışma yüzeyi kızıl-kırmızımsı ve kahve renklerde, taze yüzeyi ise koyu yeşil-yeşil renklerdedir. Serpantinleşme nedeniyle yağsı parlaklık gösteren kayaçlarda plastik deformasyon izlerini yansıtan foliasyon ve lineasyon gibi yapısal özellikler gözlenmektedir (Şekil 5.4).



Şekil 5.3. Tektonitleri kesen elipsoidal ve damar şekilli rodenjit dayklarının görünümü.

Yaygın olarak serpantinitlerle temsil edilen tektonitler, K39-b2 paftasında Konukdere, Eskikent mevkilerinde, Karakuz Tepe, Çatalgüney Tepe, Rahatlık Sırtı, Kale Tepede, K39-b3 paftasında Ataçoğlu Evsünü Tepe, Karatepe, Kösrelik mevkii eteklerinde, K39-b4 paftasında Karadere mahallesi civarı (EK 6), Büyükpur sırtı ve Dursunlu mahallesi batısında Tepebaşı sırtı civarında geniş yüzlekler vermektedirler (Şekil 5.4).



Şekil 5.4. Tektonitlerde gözlenen ayrışma yüzeyi kızıl-kırmızımsı, kahve renkler ve serpantinleşme nedeniyle yağsı parlaklık (Kara Tepe kuzeyi ve Kızılceviz Tepe kuzeybatısı).

Yapılan ince kesit çalışmalarında tektonitlerin; dünit, harzburjit, serpantinize harzburjit ve serpantinitlerden oluştuğu gözlenmiştir. İnce kesit fotoğraflarında mineral kısaltmaları Whitney vd., [127]'nin kayaç oluşturan mineral isimlerinin kısaltmaları isimli çalışmasından alınmıştır.

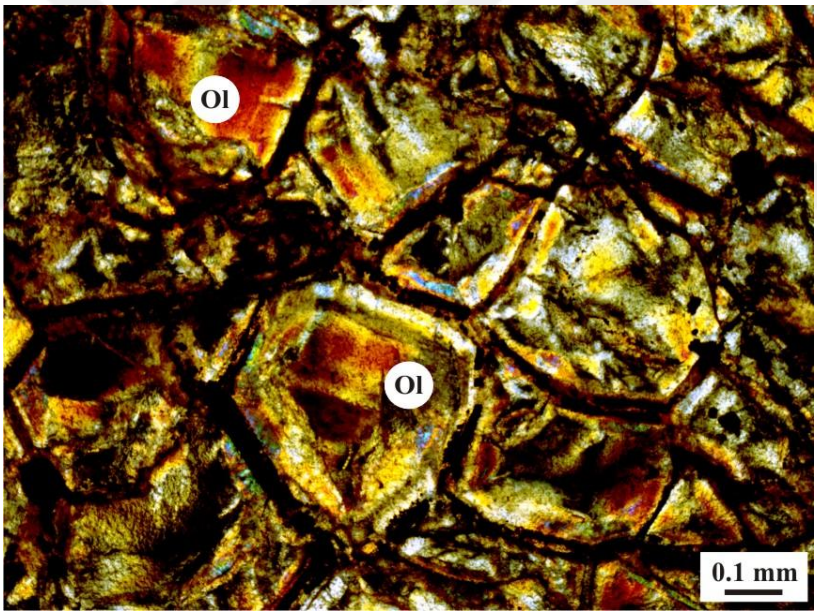
5.1.1.1. Dünit

Doku: Taneli-Elek

İçindeki Mineraller:

Olivin: Kayaç içerisinde % 95'ten fazla bulunan olivin minerali bol çatlaklı yapı sunmakla birlikte, kenarlarından ve çatlaklarından itibaren serpantinleşme göstererek sivri, köşeli olivin tanelerine (0,1-0,7 mm) dönüşmüşlerdir (Şekil 5.5).

Opak mineral: Yaklaşık % 5 oranında bulunan opak mineraller (0,01-0,2 mm) kırık ve çatlak aralarında bulunmaktadır.



Şekil 5.5. Taneli-elek doku gösteren dünit kayacının ince kesit görüntüsü (Ol: Olivin).

5.1.1.2. Harzburjit

Doku: Taneli-Elek

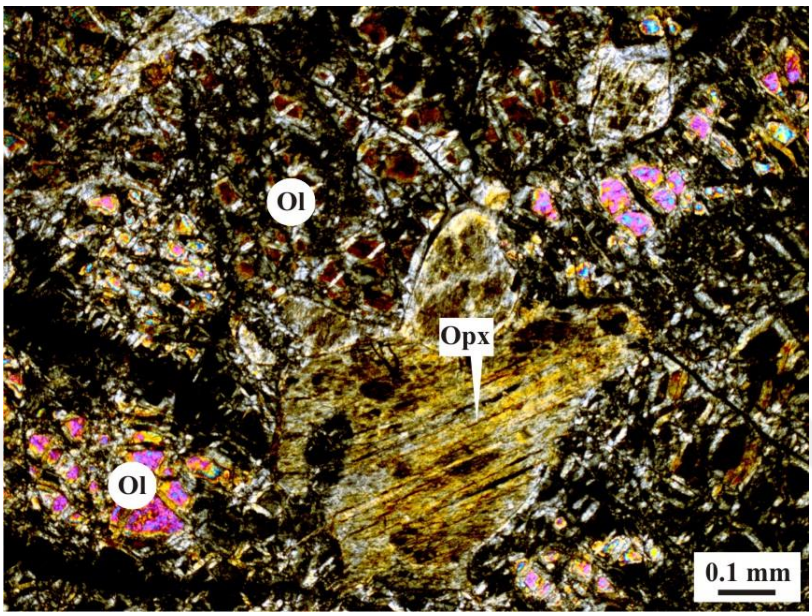
İçindeki Mineraller:

Olivin: Kayaç içerisinde % 50-62 arasında gözlenen olivinler, çeşitli (0.05-1.6 mm) boyutlarda görülürler. Kayaç içerisinde oldukça fazla miktarda bulunan olivin kristalleri yüksek

rölyefli olup, canlı girişim renklerine sahip, özşekilsiz, bol çatlaklı ve çatlaklarından itibaren serpantinleşmeler göstermektedir (Şekil 5.6).

Piroksen: % 35-40 oranında bulunan ortopiroksenler, tek yönde belirgin dilinimlere sahip, dilinimine göre paralel sönme göstermekle birlikte, sarı-gri tonlarında polarize olmaktadır. Çatlaklardan itibaren kısmen serpantinleşme ve opaklaşma gösteren ortopiroksen kristalleri özşekilsiz ve yarı özşekilli olarak çeşitli (0,1-1,8 mm) boyutlarda gözlenmektedir. Klinopiroksenler ise kayaç içerisinde % 1'den daha az miktarda bulunmaktadır (Şekil 5.6).

Opak mineral: Kayaç içerisinde % 3-7 oranında bulunan opak mineraller, kırık ve çatlaklarda gelişen çeşitli (0,01-0,6 mm) boyutlarda kromit olarak tespit edilmiştir.



Şekil 5.6. Taneli-elek doku gösteren harzburjit kayacına ait ince kesit görüntüsü (Ol: Olivin, Opx: Ortopiroksen).

5.1.1.3. Serpantinize Harzburjit

Doku: Taneli-Elek

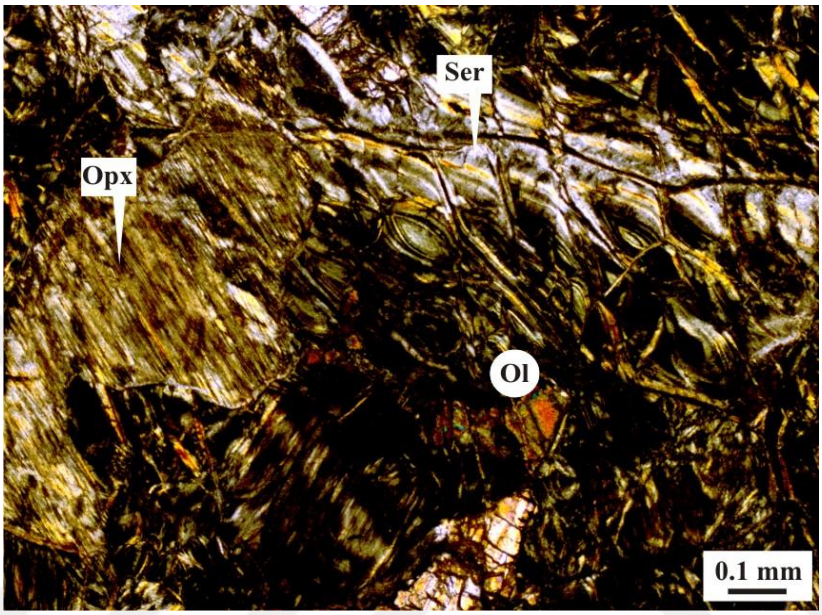
İçindeki Mineraller:

Piroksen: Kayaç içerisinde % 32-40 miktarda bulunan ortopiroksenler genellikle özşekilsiz olarak 0,1-2 mm boyutlarında bulunmaktadır. Sarı-gri tonlarında polarize gösteren ve tek yönde belirgin dilinim izlerine sahip olan ortopiroksenler rahatlıkla tanımlanabilirken, belirli bir kısmında bozunmaya bağlı gelişen bastit mineralleri gözlenmektedir (Şekil 5.7).

Olivin: Kayaç içerisinde bulunan olivin kristalleri % 15-20 oranında bulunmakla birlikte ileri derecede serpantinleşme göstermektedir. Yüksek optik engebeye sahip olmalarının yanı sıra II. dizinin canlı girişim renklerini sunmaktadır.

Serpantin grubu mineraller: Kayaç içerisinde bulunan olivin ve ortopiroksen mineralleri bozunarak lizardit, krizotil ve bastit minerallerine yani serpantin grubu minerallerine dönüşmüştür. Serpantin grubu mineralleri (% 60-65), düşük optik engebeye sahip olmalarının yanı sıra, gösterdikleri birinci dizi renkleri ile karakteristiktir (Şekil 5.7).

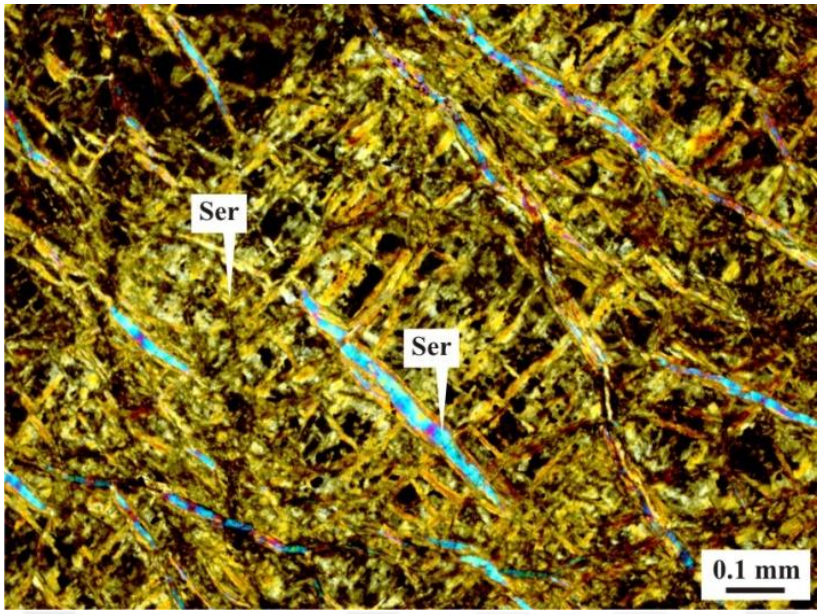
Opak mineral: Kayaç içerisinde % 3-5 oranında bulunan opak mineraller, kırık ve çatlaklarda gelişen çeşitli (0,01-0,4 mm) boyutlarda kromit olarak tespit edilmiştir.



Şekil 5.7. Taneli-elek doku gösteren serpantinize harzburjit kayacına ait ince kesit görüntüsü (Ol: Olivin, Opx: Ortopiroksen, Ser: Serpantin grubu mineraller).

5.1.1.4. Serpantinit

Elek dokusunun gözlendiği kayaç içerisindeki birincil mineraller (olivin-piroksen) kırık ve çatlaklar içerisinde bastit, lizardit, krizotil ve brusit gibi serpantin grubu minerallerine dönüşmektedir. Serpantin grubu mineraller düşük optik engebeye sahip, gri-sarı tonlarında girişim renkleri göstermekle birlikte tek nikolde sarımsı pleokroizma göstermektedir. Bastit mineralleri piroksenlerin sulu ortamda bozuşması sonucu gelişen, gri tonlarında girişim rengine sahip, iyi gelişmiş dilinim izleri göstermektedir. Krizotiller, lifler halinde olivin çatlaklarında gelişmektedir. Brusit mineralleri olivin çatlaklarında gelişmekle birlikte, sarı tonlarında girişim rengine sahiptir (Şekil 5.8). Kayaç içerisinde % 1'den daha az miktarda küçük köşeli kromit mineralleri gözlenmektedir.

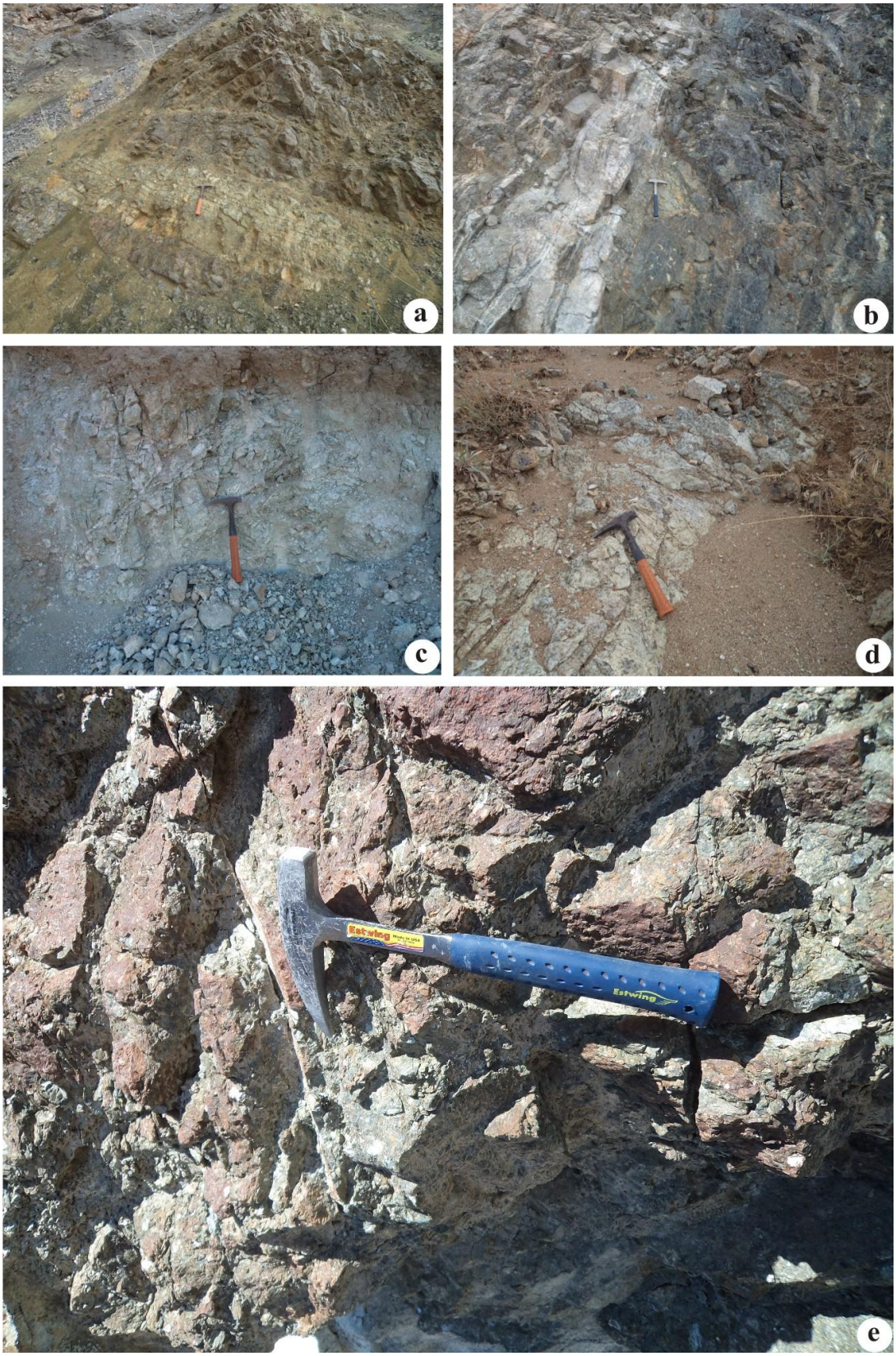


Şekil 5.8. Elek doku gösteren serpantinit kayacına ait ince kesit görüntüsü (Ser: Serpantin grubu mineraller).

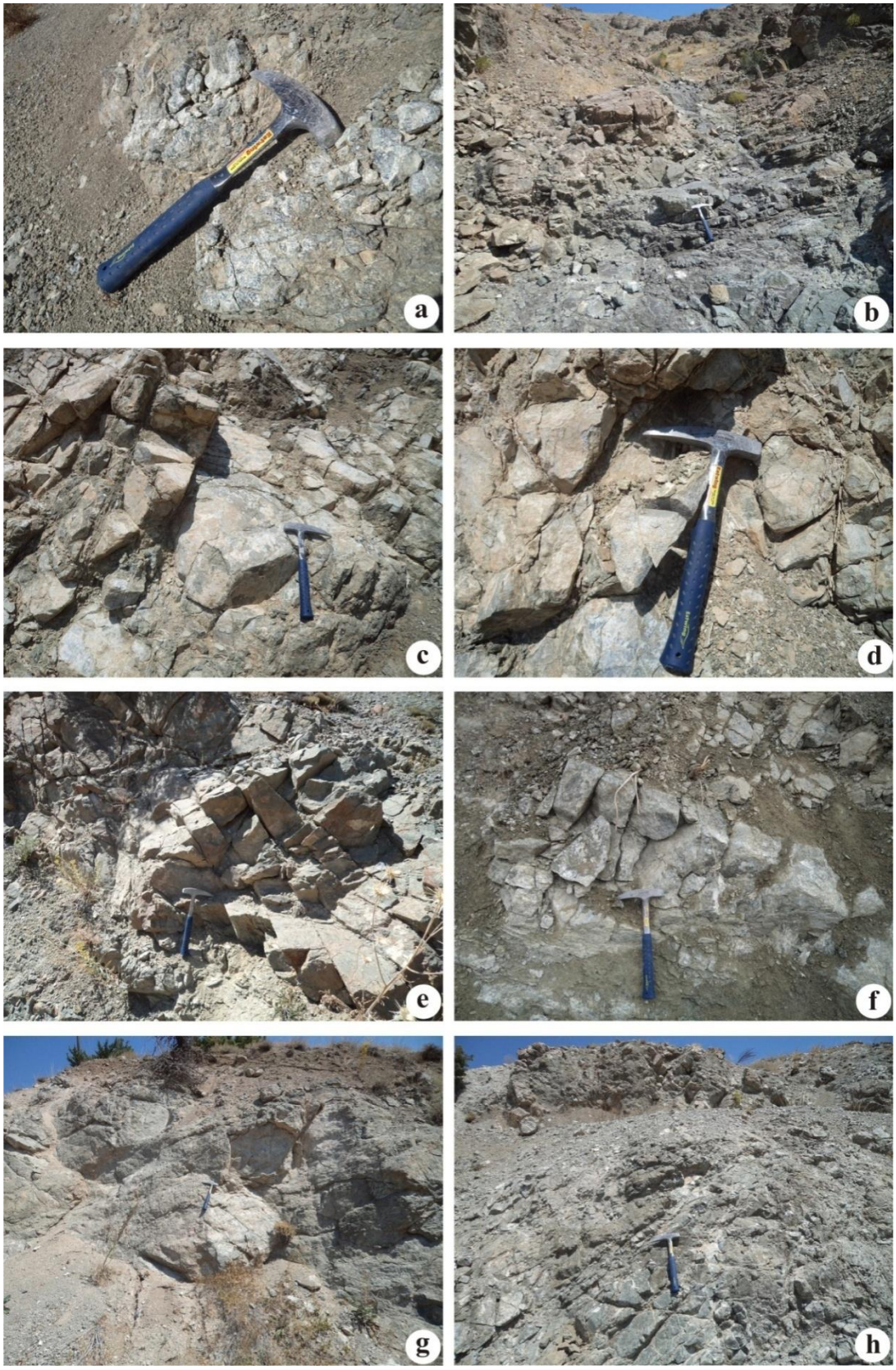
5.1.2. Kümülatlar

Ultramafik ve mafik kümülatlardan oluşmaktadırlar. Ultramafik kümülatlar; K39-b4 paftasında Tepebaşı sırtı kuzeydoğusunda dere içerisinde oldukça dar bir alanda yüzlek vermekte olup, K39-a1 ve K39-a2 paftalarında; Kuluncak kuzey-kuzeybatısı ile Sığırkıran tepe güney-güneybatısında geniş yüzlekler vermektedir (EK 6). Genellikle verlit ve klinopiroksenit kayaçları ile temsil edilmektedir (Şekil 5.9). Bu birimler yer yer laminalanma ve derecelenme gibi sedimantasyon yapıları içermektedir. Oldukça iri kristallere sahip piroksenitler yer yer parçalanmış ve breşleşmiş olarak gözlenmektedirler.

Çalışma alanı içerisinde mafik kümülatların dayanıklı olması ve oldukça yaygın mafik ve felsik bileşenlerinin ayrımlı yerleşmelerine bağlı olarak gelişen magmatik bantlaşma (tabakalı), çapraz tabakalanma ve derecelenme gibi yapılar sunması ofiyolite ait diğer birimlerden kolaylıkla ayrılmasını sağlamaktadır. Kümülat gabroların ayrışma renkleri koyu kahve ve yeşil renkler göstermektedir. Ayrıca, yer yer deformasyon etkisiyle devrilmiş ve yüksek açılı tabakalı yapılar sunmaktadırlar (Şekil 5.10). Mafik kümülatlar, çalışma alanı içerisinde K39-b3 paftasında; Kösrelik Mezrası, Kösrelik Dere, Keklicek Tepede, K39-b4 paftasında Dursunlu deresinin her iki yanında, İğnekaya Tepe ve Kızılağaç Tepede K39-a1 ve K39-a2 paftalarında Alvar köyü, Yeşildere mevki güney-güneydoğusunda geniş yayılımlar göstermektedir (EK 6). İnce kesit çalışmaları ile ultramafik kümülatlar; verlit ve klinopiroksenit olarak belirlenirken, mafik kümülatlar; anortozit, gabro, olivinli gabro ve gabronorit olarak tanımlanmıştır.



Şekil 5.9. a,b; Ultramafik kümülat kayaçlardan verlit kayacı görüntüsü (Kamışlıyivek mevki kuzey batısı), (Hüseyinkulu mevki kuzeyi). c,d,e; Klinopiroksenit kayacı görüntüsü (Yazıyurdu mevki güneyi), (Katranlık mevki güneydoğusu), (Kara Tepe Kuzeybatısı).



Şekil 5.10. Mafik kümülatlardan, a; Anortozit (Karaelif Tepe Batısı), b,c,d; Gabro (Karadere mahallesi Dursunlu dere boyu), e,f; Olivinli gabro (Kaleboynu Tepe Batısı), (Hüseyinkulu mevki Güneybatısı Kaçakboğaz dere boyu), g,h; Gabronorit (Karadere mahallesi Dursunlu dere boyu) kayaçlarına ait arazi görüntüleri.

5.1.2.1. Verlit

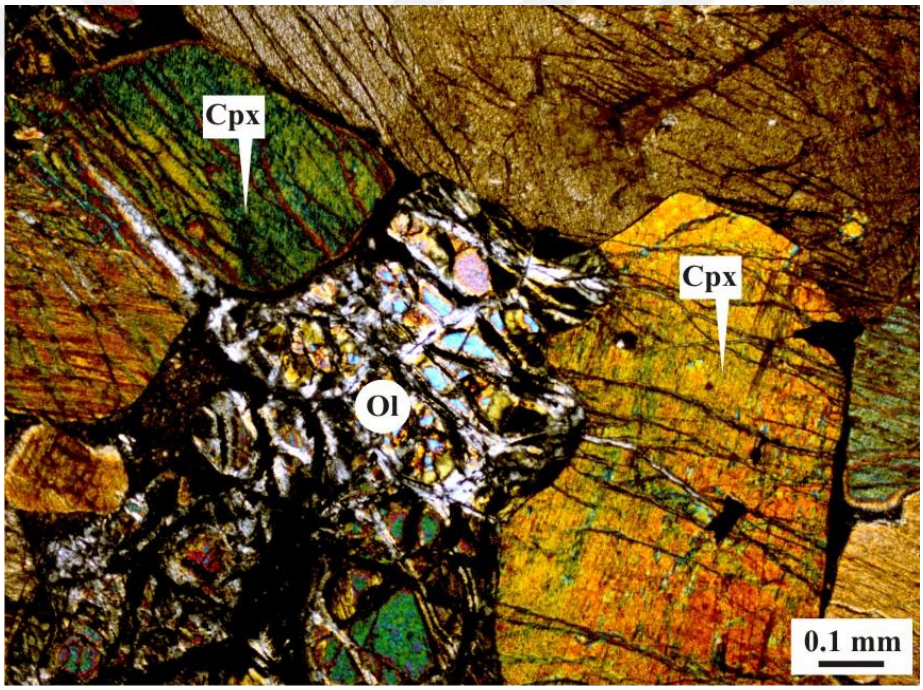
Doku: Adkümülat

İçindeki Mineraller:

Olivin: Kayaç içerisinde % 40-60 oranında bulunan olivin kristalleri (0,1-1,6 mm) tek nikolde renksiz gözlenirken, çatlaklardan itibaren yer yer gelişen serpantinleşme nedeniyle sarımsı yeşil-kahverengi gözlenmektedir (Şekil 5.11).

Piroksen: Canlı girişim rengine sahip, belirgin dilinim izleri gösteren, özşekilsiz klinopiroksenler (0,1-2,5 mm) kayaç içerisinde % 33-60 oranında bulunmaktadır. Yer yer uralitleşmeler, opaklaşmalar gözlenmektedir (Şekil 5.11).

Opak mineral: Kayaç içerisinde % 1'den daha az miktarda bulunmaktadır.



Şekil 5.11. Adkümülat doku gösteren verlit kayacına ait ince kesit görüntüsü (Ol: Olivin; Cpx: Klinopiroksen).

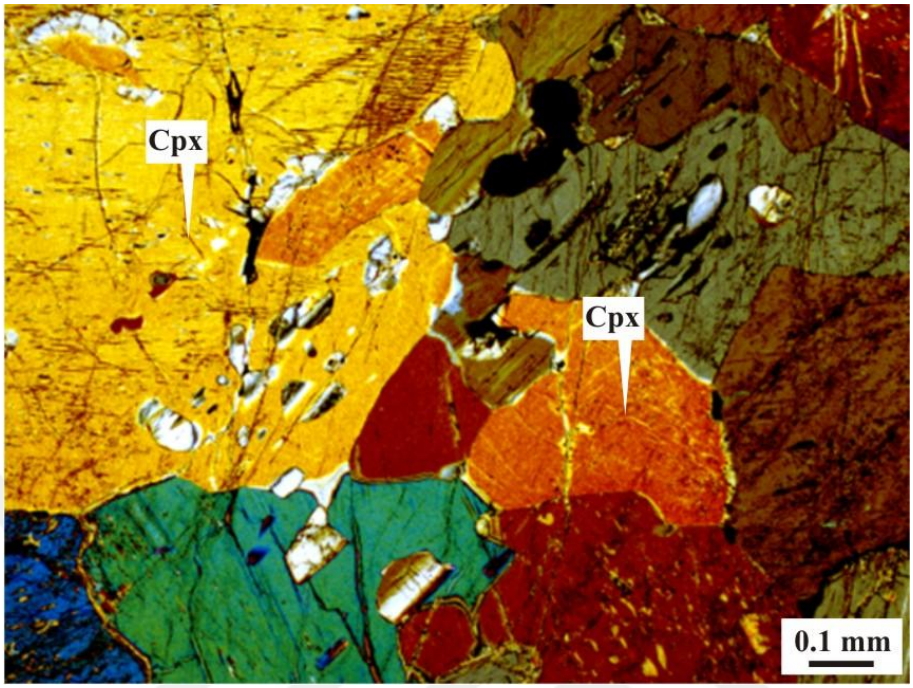
5.1.2.2. Klinopiroksenit

Doku: Adkümülat, Poikilitik

İçindeki Mineraller:

Piroksen: Kayacın tamamı canlı girişim renklerine sahip, belirgin dilinim izleri gösteren, özşekilsiz klinopiroksenlerden (0,05-4 mm) oluşmaktadır. Klinopiroksenler yer yer uralitleşerek ikincil gelişen amfibol (tremolit ve aktinolit) grubu minerallerine dönüşmüştür (Şekil 5.12).

Opak mineral: Kayaç içerisinde % 1'den daha az gelişi güzel dağılmış küçük taneler halinde bulunmaktadır.



Şekil 5.12. Adkümülat ve poikilitik doku gösteren klinopiroksenit kayacına ait ince kesit görüntüsü (Cpx: Klinopiroksen).

5.1.2.3. Anortozit

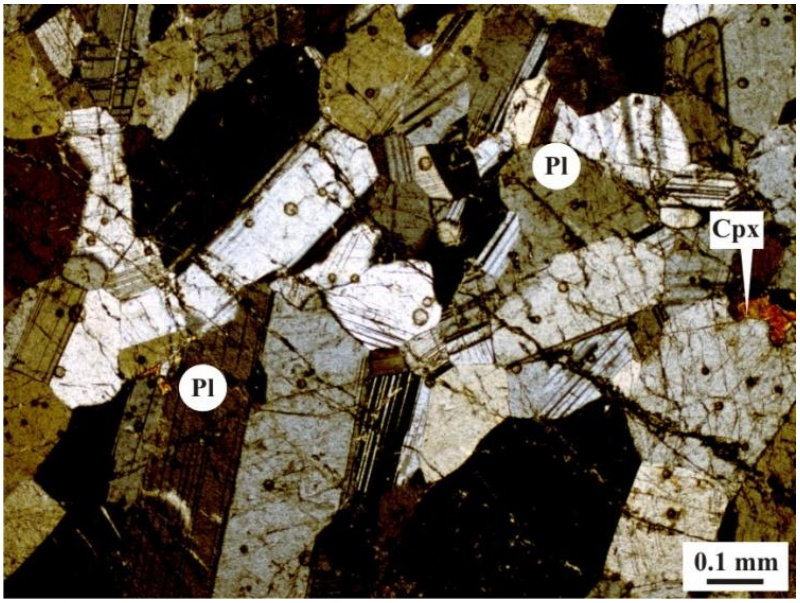
Doku: Adkümülat

İçindeki Mineraller:

Plajiyoklaz: Kayaç içerisinde % 93-96 oranında bulunmakta olup, özşekilli, yarı-özşekillli ve özşekilsiz (0,05-2 mm) kristallerden oluşmaktadır. I. dizinin gri renklerinde polarizasyon gösteren paljiyoklazlar polisentetik ve karlsbad ikizlenmesi göstermektedir. Yer yer bozunmaya (serisitleşme) uğrayan plajiyoklaz kil minerallerine dönüşmüştür (Şekil 5.13).

Piroksen: Klinopiroksenler kayaç içerisinde % 3-5 oranında özşekilsiz (0,01-0,3 mm) kristaller halinde bulunmakla birlikte, canlı girişim renklerine sahiptir. Ortopiroksenler ise kayaç içerisinde % 2 civarında bulunmakla birlikte, özşekilsiz (0,05-0.2 mm) kristaller halinde bulunmaktadır. Her iki piroksen grubuna sahip mineraller yer yer uralitleşerek amfibol grubu minerallerine (aktinolit, tremolit) dönüşmüşlerdir (Şekil 5.13).

Olivin: Kayaç içerisinde % 1'den daha az miktarda serpantinleşmeye uğramış olivin mineralleri bulunmaktadır.



Şekil 5.13. Adkümülat doku gösteren anortozit kayacına ait ince kesit görüntüsü (Pl: Plajiyoklaz, Cpx: Klinopiroksen)

5.1.2.4. Gabro

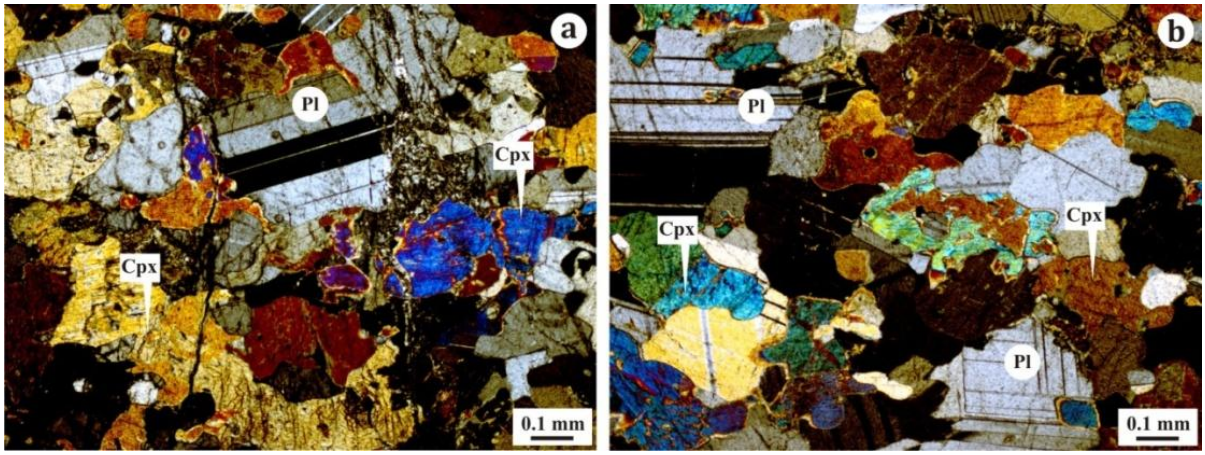
Doku: Mezokümülat, Ortokümülat, Poikilitik

İçindeki Mineraller:

Plajiyoklaz: Kayaç içerisinde % 50-66 oranında gözlenen özşekilli, yarı-özşekilli ve özşekilsiz (0,02-1,8 mm) kristallere sahip plajiyoklaz mineralleri yer yer serisitleşmeler göstermektedir. I. dizinin gri renk tonlarında polarize olmalarının yanı sıra polisentetik ikizlenme ve yer yer de zonlanmalar gözlenmektedir (Şekil 5.14).

Piroksen: Canlı girişim renklerine ve tek yönde dilinime sahip olan klinopiroksenler % 32-48 oranında kayaç içerisinde bulumaktadır. Yarı-özşekilli ve özşekilsiz 0,01-2,5 mm boyutlarında olan klinopiroksen mineralleri uralitleşerek amfibol grubu minerallere (aktinolit-tremolit) dönüşmüştür (Şekil 5.14).

Opak mineral: Kayaç içerisinde % 1-10 oranında sahip opak mineraller 0,01-0,3 mm boyutlarında bulunmaktadır.



Şekil 5.14. a; Mezokümülat ve poikilitik doku, b; Ortokümülat ve poikilitik doku gösteren gabro kayacına ait ince kesit görüntüleri (Pl: Plajiyoklaz, Cpx: Klinopiroksen).

5.1.2.5. Olivinli Gabro

Doku: Mezokümülat, Ortokümülat, Poikilitik

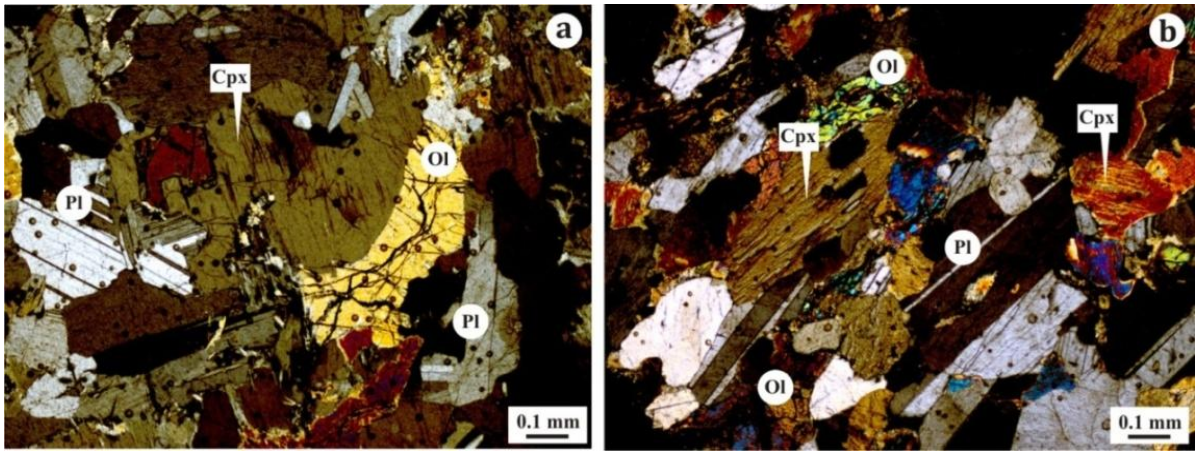
İçindeki Mineraller:

Olivin: Kayaç içerisinde %10-25 arasında bulunan olivinler, özşekilsiz olarak çeşitli boyutlarda (0,05-1,5 mm) gözlenirler. Bol çatlaklı ve canlı girişim rengine sahip olan olivinler yer yer serpantinleşme ve iddingisitleşme göstermektedir. Serpantinleşmeye bağlı olarak olivin mercekleri yer yer köşeli ve yuvarlağımsı görülmektedir. Serpantinleşmeler tek nikolde yeşil-siyah renk tonlarında gözlenirken, iddingisitleşmeler demir getirimine bağlı olarak kırmızı-kahverengi renklerde gözlenmektedirler (Şekil 5.15).

Piroksen: Canlı girişim rengine sahip, eğik sönme gösteren klinopiroksenler % 25-49 oranında yarı-özşekilli ve özşekilsiz olarak çeşitli boyutlarda (0,02-2 mm) bulunmaktadır. Klinopiroksenler yer yer uralitleşerek amfibol grubu minerallere (aktinolit, tremolit) dönüşüm göstermektedir. Ortopiroksenler ise kayaç içerisinde % 1'den daha az bulunmaktadır.

Plajiyoklaz: %35-47 oranında bulunan plajiyoklazlar özşekilli, yarı-özşekillli ve özşekilsiz (0,1-1 mm) kristallerden oluşmaktadır. I. dizinin gri renklerinde polarize olan plajiyoklazlar polisentetik ve karlsbad ikizlenmeleri göstermektedir. Yer yer bozunmalar (serisitleşme) gözlenmektedir (Şekil 5.15).

Opak mineral: Kayaç içerisinde % 1-6 oranında sahip opak mineraller 0,01-0,3 mm boyutlarında bulunmaktadır.



Şekil 5.15. a; Mezokümülat ve poikilitik doku, b; Ortokümülat ve poikilitik doku gösteren olivinli gabro kayacına ait ince kesit görüntüleri (Ol: olivin, Pl: Plajiyoklaz, Cpx: Klinopiroksen).

5.1.2.6. Gabronorit

Doku: Mezokümülat, Ortokümülat, Poikilitik

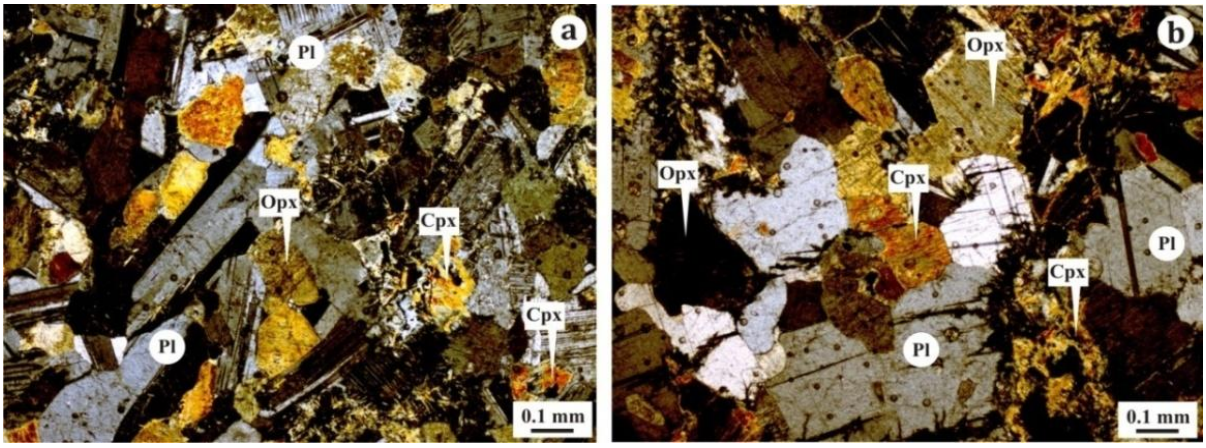
İçindeki Mineraller:

Plajiyoklaz: Polisentetik ve karlsbad ikizlenmesi gösteren plajiyoklaz mineralleri kayaç içerisinde % 48-54 oranında bulunmakta olup, özşekilli, yarı-özşekilli ve özşekilsiz (0,01-1 mm) kristallere sahiptir. I. dizinin gri renk tonlarında polarize olmaları ile tanımlanmakta olup, yer yer serisitleşmeler göstermektedir (Şekil 5.16).

Piroksen: Kayaç içerisinde % 40-50 oranında bulunan piroksen grubu minerallerini, canlı girişim rengine sahip eğik sönme gösteren özşekilsiz klinopiroksenler (0,03-2,2 mm) ile paralel sönme gösteren özşekilsiz ortopiroksenler (0,05-1,2 mm) temsil etmektedir. Her iki piroksen grubu mineraller uralitleşme göstermekte ve yer yer amfibol grubu minerallere (aktinolit-tremolit) dönüşmektedir (Şekil 5.16).

Opak mineral: % 1-8 oranında bulunan opak mineraller 0,01-0,7 mm boyutlarında bulunmaktadır.

Petrografik gözlemlere bağlı olarak Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait kümülat kayaçların mineral fazlarının kristallenme sırası; olivin ± krom (spinel) → klinopiroksen → plajiyoklaz → ortopiroksen şeklindedir.



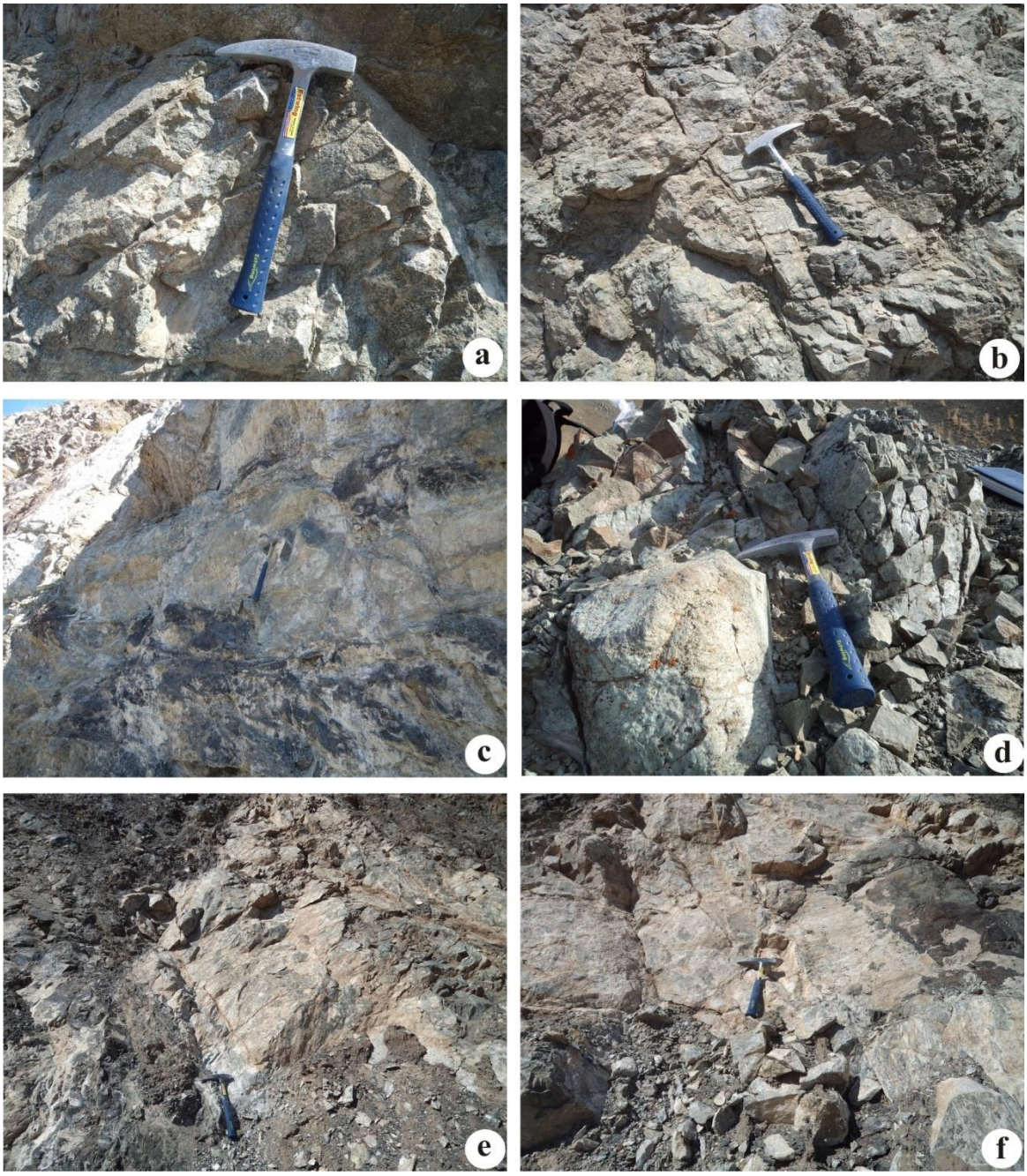
Şekil 5.16. a; Mezokümülat ve poikilitik doku, b; Ortokümülat ve poikilitik doku gösteren gabronorit kayacına ait ince kesit görüntüleri (Pl: Plajiyoklaz, Cpx: Klinopiroksen, Opx: Ortopiroksen).

5.1.3. İzotrop Gabro

İzotrop gabroyik kayaçların en yaygın ve karakteristik yüzleklerine Boğazgören kuzeyi ile Çulhalının güneyinde rastlanmaktadır (EK 6). Birimin üzerine gelen levha dayklar ile olan dokanak ilişkisi çalışma alanı içerisinde oldukça dar bir alanda net bir şekilde gözlenmektedir.

Bunun dışında Bıcır Köyü güneyi ve Kuluncak güneybatısında peridotitler içerisinde tektonik olarak küçük mostraları da bulunmaktadır. Çalışma alanı içerisinde; İzotrop gabro kayaçları koyu yeşilden-yeşile doğru renk değişimi göstermekte olup, yer yer beyaz renk tonlarında da gözlenmektedir (Şekil 5.17).

İnce kesit çalışmaları ile izotrop gabro kayaçları; gabro, diyorit ve kuvarslı diyoritle temsil edilmektedir.



Şekil 5.17. İzotrop gabroyik kayaçlardan a,b; İzotrop Gabro (Sarıbaşlı Mahallesi Kuzeyi), c,d; Diyorit (Kara Tepe güneydoğusu Şıpşıp dere boyu), (Yayladamı Mahallesi Güneyi) e,f; Kuvarslı diyorit (Peri Tepe Kuzeydoğusu) arazi görüntüleri.

5.1.3.1. Gabro

Doku: Ofitik

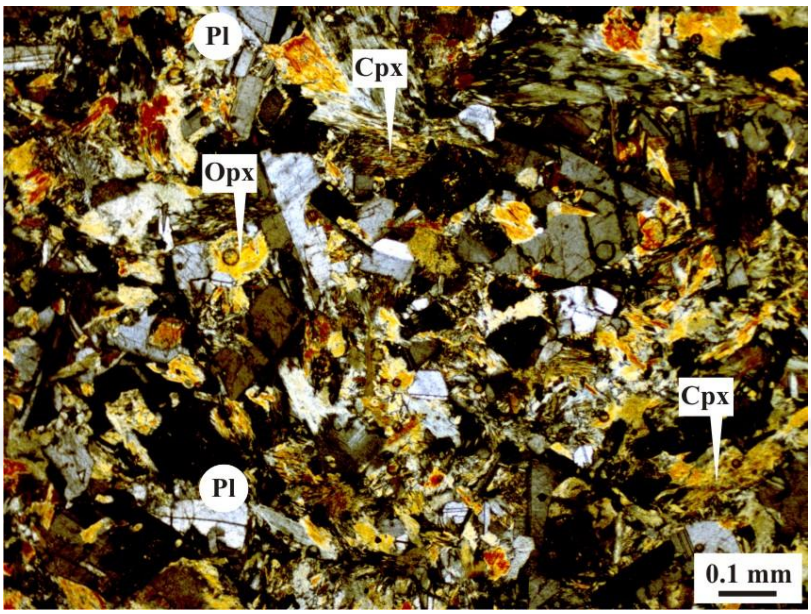
İçindeki Mineraller:

Plajiyoklaz: Kayaç içerisinde % 51-60 oranında bulunan plajiyoklaz mineralleri (0,01-1,5 mm) küçük-orta taneli, özşekilli-yarı özşekilli olarak prizmatik latalar halinde bulunmaktadır. I.

dizinin gri renk tonlarında polarize olmaları ile tanınmakta olup, yer yer alterasyona bağlı olarak gelişen serisitleşmeler göstermektedir (Şekil 5.18).

Piroksen: Tek yönde dilinime sahip klinopiroksenler kayaç içerisinde % 26-43 oranında bulunmakla birlikte, II. Dizinin canlı girişim renklerini göstermektedir. Özşekilsiz küçük-orta taneli (0,01-0,9 mm) klinopiroksenler yer yer alterasyona bağlı olarak uralitleşerek aktinolit-tremolit gibi minerallere dönüşmektedirler. Ayrıca kayaç içerisinde % 1'den daha az miktarda gri-sarı girişim rengi gösteren ortopiroksenler gözlenmektedir (Şekil 5.18).

Opak mineral: Kayaç içerisinde % 6-16 oranında ferromagnezyen minerallerin manyetit (0,01-0,9 mm) olacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 5.18. Ofitik doku gösteren gabro kayacına ait ince kesit görüntüsü (Pl: Plajiyoklaz, Cpx: Klinopiroksen, Opx: Ortopiroksen).

5.1.3.2. Diyorit

Doku: Taneli

İçindeki Mineraller:

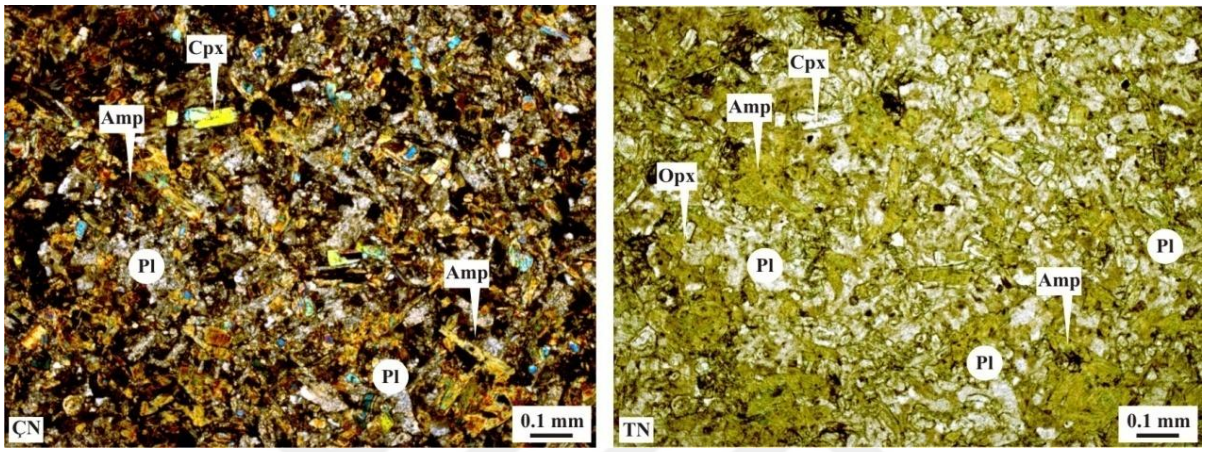
Plajiyoklaz: Genellikle yarı özşekilli kritaller halinde bulunan plajiyoklaz mineralleri (0,01-0,8 mm) I. dizinin gri renk tonlarında girişim renkleri sunmakla birlikte, kayaç içerisinde % 52-60 oranında bulunmaktadır. Plajiyoklaz mineralleri yer yer polisentetik ve karlsbad ikizlenmeleri göstermelerinin yanı sıra serisitleşme gibi ayrışma da göstermektedirler (Şekil 5.19).

Amfibol: Kayaç içerisinde % 30-48 oranında bulunan amfibol mineralleri özşekilsiz (0,01-1 mm) olarak bulunmaktadır. Çift nikolde canlı girişim renklerine sahip amfiboller, tek

nikolde kahve-yeşil renklerinde pleokroizma sunan amfibol mineralleri yer yer kloritleşmeler de göstermektedir (Şekil 5.19).

Piroksen: Kayaç içerisinde % 1'den daha az bulunan klinopiroksenler yer yer tremolit ve aktinolite dönüşmüşlerdir.

Opak mineral: Kayaç içerisinde % 1'den daha az bulunan köşeli ve düzensiz opak minerallerin manyetit olabilecekleri düşünülmektedir.



Şekil 5.19. Taneli doku gösteren diyorit kayacına ait ince kesit görüntüsü
(Pl: Plajiyoklaz, Amp: Amfibol, Cpx: Klinopiroksen).
ÇN; Çift nikol, TN; Tek nikol görüntüsü.

5.1.3.3. Kuvarslı Diyorit

Doku: Taneli

İçindeki Mineraller:

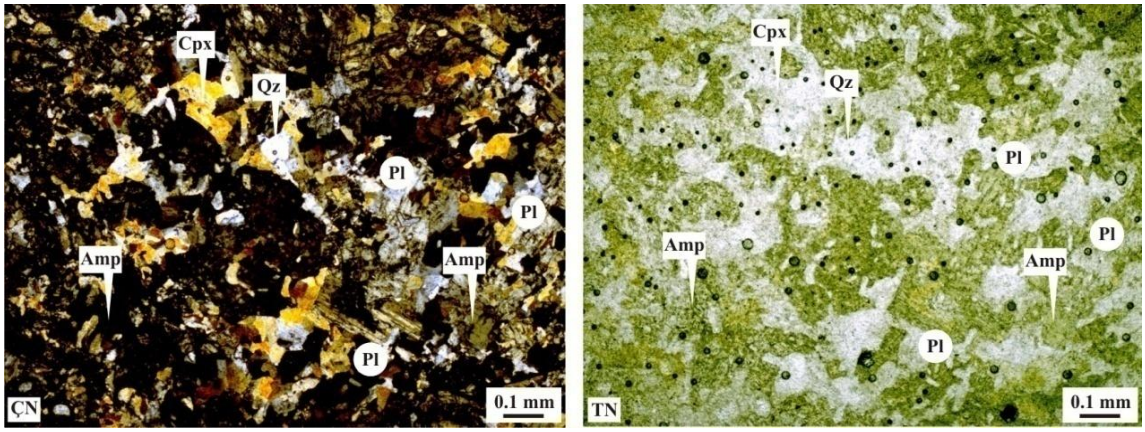
Plajiyoklaz: Kayaç içerisinde yarı özşekilli-özşekilsiz bulunan plajiyoklazlar mineralleri (0,01-0,4 mm) latalar halinde % 55-58 oranında bulunmaktadır. Gri-beyaz girişim renklerine sahip olan plajiyoklazlar serisitleşmeden dolayı renksiz toprağımsı kirli yüzey göstermektedir (Şekil 5.20).

Amfibol: Kayaç içerisinde % 31-35 oranında bulunan amfibol mineralleri özşekilsiz (0,01-0,4 mm) olarak, yer yer çift yönde dilinim göstermektedir. Çift nikolde canlı girişim renklerine sahip amfiboller, tek nikolde kahve-yeşil renklerinde pleokroizma göstermektedir (Şekil 5.20).

Piroksenler: Kayaç içerisinde bulunan klinopiroksenlerin hemen hepsi amfibol minerallerine dönüşmüşlerdir.

Kuvars: Kayaç içerisinde % 10 civarında bulunan kuvars mineralleri özşekilsiz (0,01-0,2 mm) olarak bulunmaktadır. Dalgalı yanıp sönme göstermektedir.

Opak mineral: Kayaç içerisinde % 1'den daha az miktarda köşeli ve düzensiz olarak bulunmaktadır.



Şekil 5.20. Taneli doku gösteren kuvarslı diyorit kayacına ait ince kesit görüntüsü (Pl: Plajiyoklaz, Amp: Amfibol, Cpx: Klinopiroksen, Qz: Kuvars).
ÇN; Çift nikol, TN; Tek nikol görüntüsü.

5.1.4. Levha Dayklar ve İzole Dayklar

Çalışma alanı içerisinde oldukça sınırlı yüzeylenmeler gösteren levha dayklar genellikle diyabazlardan oluşmaktadır. Genellikle yeşil-açık yeşil ayrışma yüzey rengi ve koyu yeşil taze yüzey rengine sahip olup, 15-20 cm kalınlıkta birbirine paralel uzanan bol çatlaklı dayklardan oluşmaktadır (Şekil 5.21). İzole dayklar ise; Kuluncak ofiyolitini farklı seviyelerde kesmektedir. İnce kesit çalışmaları sonucunda levha ve izole daykların diyabazlar ile temsil edildiği gözlemlenmiştir.



Şekil 5.21. Levha dayklarına ait diyabaz kayacının arazi görüntüsü (Dereköy mevki).

5.1.4.1. Diyabaz

Doku: Entergranüler

İçindeki Mineraller:

Plajiyoklaz: Kayaç içerisinde % 48-52 oranında bulunan plajiyoklazlar (0,01-0.2 mm) yer yer kaolenleşme göstermektedirler. Plajiyoklazlar özşekilli-yarıözşekilli çubuğumsu, latalar halinde bulunmakta ve I. dizinin gri-siyah girişim renklerini sunmaktadırlar. Polisentetik ikizlenmeler gösteren plajiyoklaz mineralleri tek nikolde renksiz, ancak bozunmadan dolayı kirli toprağımsı yüzey sunmaktadırlar (Şekil 5.22).

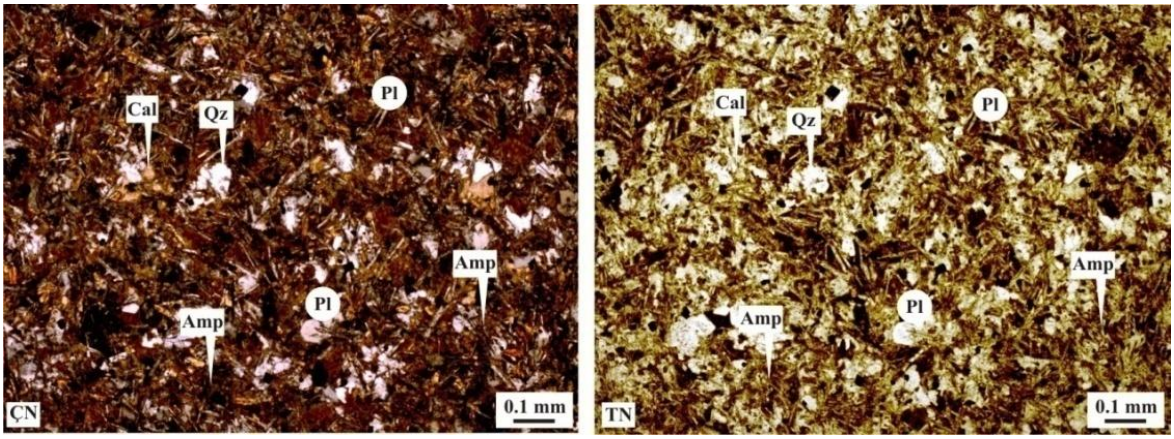
Amfibol: Kayaç içerisinde % 30-40 oranında bulunan amfibol mineralleri özşekilsiz (0,01-0,3 mm) olarak bulunmaktadır. Çift nikolde canlı girişim renklerine sahip amfiboller, tek nikolde kahve-yeşil renklerinde pleokroizma göstermektedir (Şekil 5.22).

Kalsit: İkincil gelişen kalsit mineralleri kayaç içerisinde % 10 civarında bulunmaktadır. Genellikle özşekilsiz ve damar şekilli (0,01-0,6 mm) olarak gözlenen kalsit mineralleri belirgin tek yönde dilinime sahip olup, tek nikolde inci grisi renk göstermektedir.

Klorit: Kayaç içerisinde % 5 civarında bulunan ve ikincil olarak gelişen klorit mineralleri (0,01-0,6 mm) mavi-lacivert girişim renkleri sunmakta olup, tek nikolde yeşil-sarı pleokroizma sunmaktadırlar.

Kuvars: Kayaç içerisinde % 3 civarında bulunan ikincil gelişen kuvars mineralleri (0,01-0,06 mm) gözlenmekte olup, I. dizinin gri renk tonlarında girişim renkleri göstermektedirler.

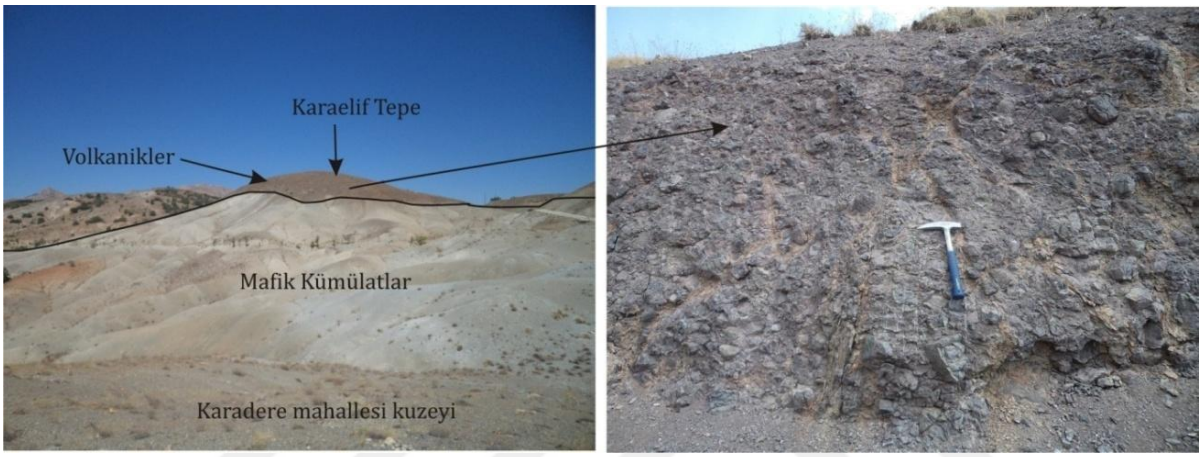
Opak mineral: Özşekilli-yarıözşekilli ve ikincil olarak gelişen özşekilsiz ferromagnezyen minerallerinden itiaren gelişen opak mineraller (0,01-0,1 mm) kayaç içerisinde %1-4 oranında bulunmaktadırlar.



Şekil 5.22. Entergranüler doku gösteren diyabaz kayacına ait ince kesit görüntüsü (Pl: Plajiyoklaz, Amp: Amfibol, Cal: Kalsit, Qz: Kuvars). ÇN; Çift nikol, TN; Tek nikol görüntüsü.

5.1.5. Volkanik Birim

Ofiyolitik kayaçlara ait volkanik kayaçlar Karaelif Tepe (Karadere mahallesi kuzeyi), Çadıryeri sırtı ve Çavarık sırtı civarında yüzeylenmeler göstermekte olup, bazaltik volkaniklerle temsil edilmekte ve yer yer oldukça bol gaz boşluğu içeren bazaltlardan meydana gelmektedir (Şekil 5.23). Ayrışmış yüzeyleri vişne çürüğü rengi göstermektedir. Yer yer izotrop gabroların üzerine gelmekte, yer yer de levha dayklar ile dokanak halinde gözlenmektedir. İnce kesit çalışmaları ile volkanik birim bazalt kayacı ile temsil edilmektedir.



Şekil 5.23. Volkanik kayaçlara ait bazalt görüntüsü (Karadere mahallesi kuzeyi).

5.1.5.1. Bazalt

Doku: Entersertal

İçindeki Mineraller:

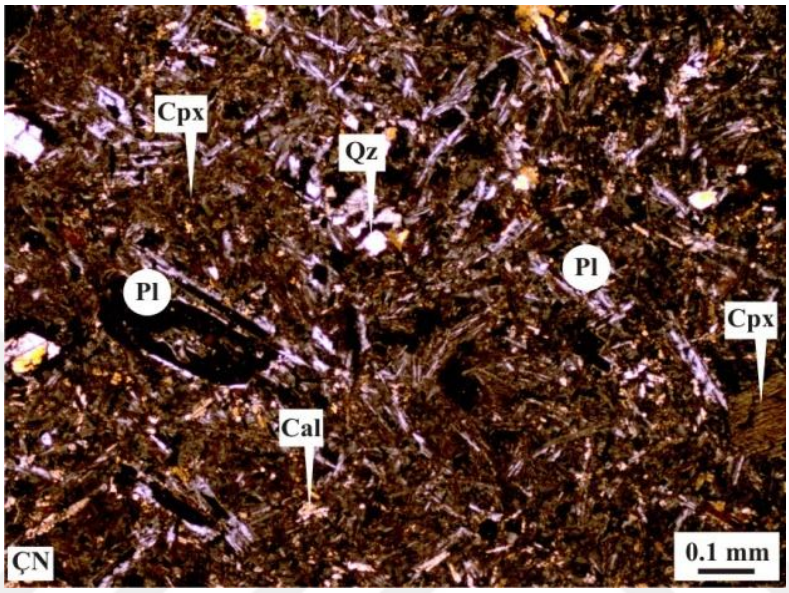
Plajiyoklaz: Kayaç içerisinde % 40-55 oranında bulunan plajiyoklazlar mineralleri (0,01-0.7 mm) fenokristaller ve mikrolitler halinde olmak üzere iki farklı soğuma zamanının ürünleri olarak gözlenmektedirler. Plajiyoklaz mineralleri özşekilli-yarıözşekilli-özşekilsiz halde, I. dizinin gri-siyah girişim renklerini sunmaktadırlar. Fenokristallerdeki polisentetik ikizlenmeler oldukça fazla bozunma (kaolenleşme) nedeniyle zor farkedilmektedir (Şekil 5.24).

Piroksen: İri fenokristaller ve hamur içerisinde özşekilsiz küçük-orta taneli (0,01-1 mm) kristaller halinde yer alan klinopiroksenler, kayaç içerisinde % 30-45 oranında bulunmakla birlikte, II. dizinin canlı girişim renklerini göstermektedir. Klinopiroksenler bozunmaya bağlı olarak uralitleşmeler göstermektedirler (Şekil 5.24).

Kalsit: Genellikle ikincil gelişmiş epidot mineralleri ile bir arada gözlenen kalsit mineralleri (0,01-0,6 mm) % 8 oranında kayaç içerisinde bulunmaktadırlar. Yer yer belirgin polisentetik ikizlenmeler ve iki yönde dilinimler sunmaktadırlar.

Epidot: Kayaç içerisinde % 3-8 oranında, genellikle boşluk dolgusu şeklinde gelişen kalsit mineralleri ile birlikte bulunan epidot mineralleri boşluk dolgusunun yanı sıra kayaç içerisindeki çatlakların yanı sıra bağımsız halde dağılmış kristaller halinde de gelişmektedirler. Canlı girişim renklerine sahip epidot mineralleri, limon sarısı pleokroizma göstermektedirler.

Opak mineral: Kayaç içerisinde % 5-8 oranında bulunan ferromagnezyen minerallerden manyetit (0,01-0,2 mm) olabileceği tahmin edilmektedir.



Şekil 5.24. Entersertal doku gösteren bazalt kayacına ait ince kesit görüntüsü (Pl: Plajiyoklaz, Cpx: Klinopiroksen, Cal: Kalsit, Qz: Kuvars).

5.1.6. Plajiyogranitler

Kuluncak Ofiyolitine ait mafik kümülat kayaçları kesen plajiyogranitler haritalanabilecek boyutta mostralar sunmamaktadır (Şekil 5.25). Plajiyogranit kayacının ince kesit incelemesinde taneli doku gösterdiği belirlenmiş ve aşağıdaki mineraller tespit edilmiştir.



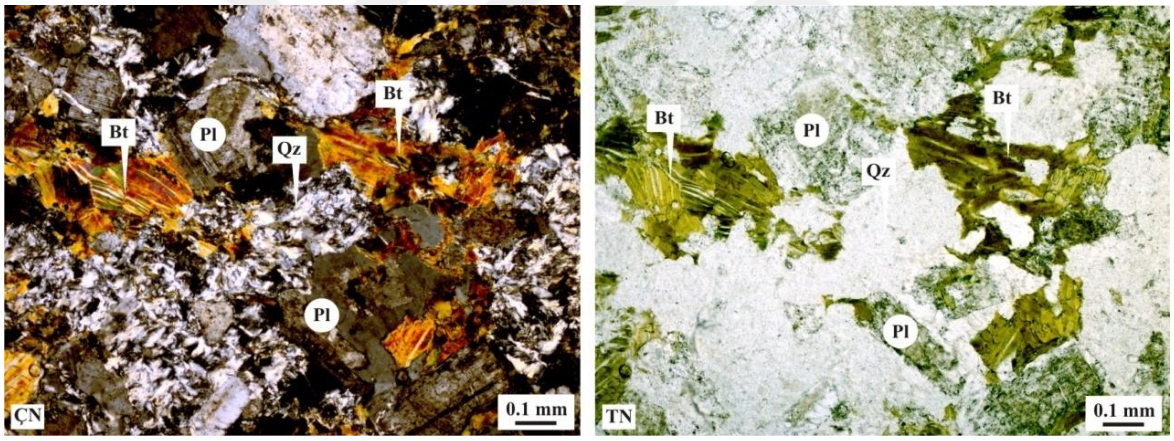
Şekil 5.25. Kuluncak ofiyolitine ait mafik kümülatları kesen plajiyogranitlerin arazi görüntüsü.

Plajiyoklaz: Kayaç içerisinde özşekilli-yarı özşekilli (0,05-3,4 mm) halde bulunan plajiyoklazlar mineralleri % 45-60 oranında bulunmaktadır. Yer yer polisentetik ikizlenmeler gözlenmektedir. I. dizinin gri-siyah girişim renklerini sahip olan plajiyoklaz mineralleri tek nikolde renksiz gözlenirken, kaolenleşmeden dolayı kirli toprağımsı bir renge sahiptirler (Şekil 5.26).

Kuvars: Kayaç içerisinde dalgalı sönme göstermeleri ile tanınan özşekilsiz kuvars mineralleri (0,01-0,6 mm) % 38-45 oranında bulunmaktadır. I. dizinin sarı-gri renk tonlarında girişim renkleri göstermektedirler (Şekil 5.26).

Biyotit: Kayaç içerisinde % 2-10 oranında öz şekilsiz olarak bulunan biyotit minerali (0,01-0,7 mm) çift nikolde kahverengi renkli girişim rengi sunarken, tek nikolde de kahverengi renkte gözlenmektedir. Yer yer bozunmalara (kloritleşme) bağlı olarak yeşil renk tonlarında da gözlenmektedir.

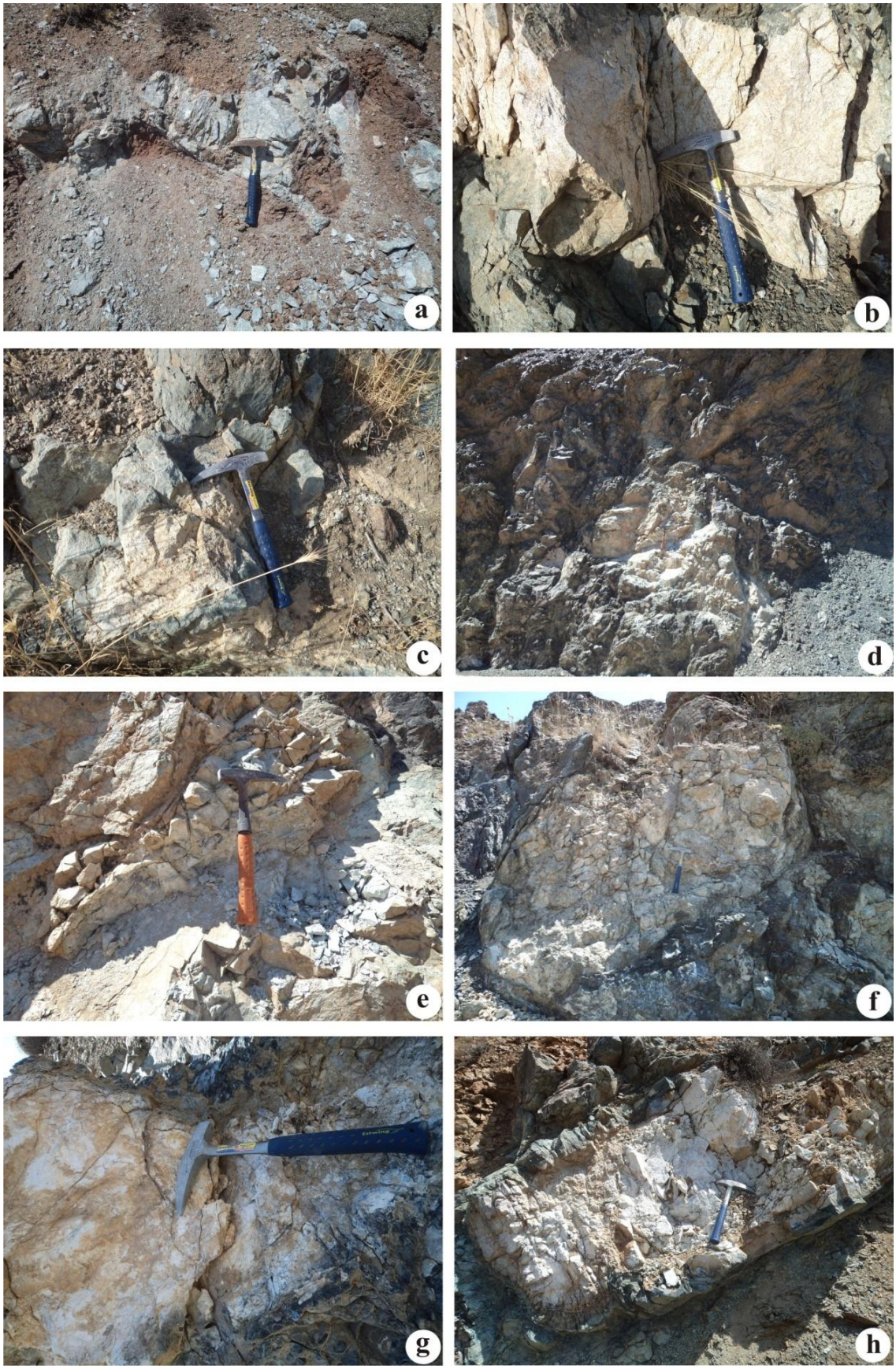
Opak mineral: Kayaç içerisinde % 1'den daha az miktarda köşeli ve düzensiz olarak bulunmaktadırlar.



Şekil 5.26. Taneli doku gösteren plajiyogranit kayacına ait ince kesit görüntüsü (Pl: Plajiyoklaz, Qz: Kuvars, Bt: Biyotit). ÇN; Çift nikol, TN; Tek nikol görüntüsü.

5.1.7. Rodenjitik Dayklar

Çalışma alanı içerisinde; Kuluncak ofiyolitine ait tektonitleri kesen rodenjitlerin bir kısmı az rodenjitleşme gösterirken, diğer bir kısmı oldukça fazla rodenjitleşme göstermektedir (Şekil 5.27). İnce kesit çalışmaları ile rodenjitleşmenin az görüldüğü kayaçlar; mikrodiyorit ve kuvarslı mikrodiyorit kayacı olarak belirlenirken, rodenjitleşmenin fazla olduğu kayaçlar rodenjitler olarak tanımlanmıştır.



Şekil 5.27. Az rodenjitleşme gösteren a, b; Mikrodiyorit, c; Kuvarslı mikrodiyorit ile çok rodenjitleşme gösteren d, e, f, g, h; Rodenjitlere ait arazi görüntüleri.

5.1.7.1. Mikrodiyorit

Doku: Mikrogranüler, porfirik

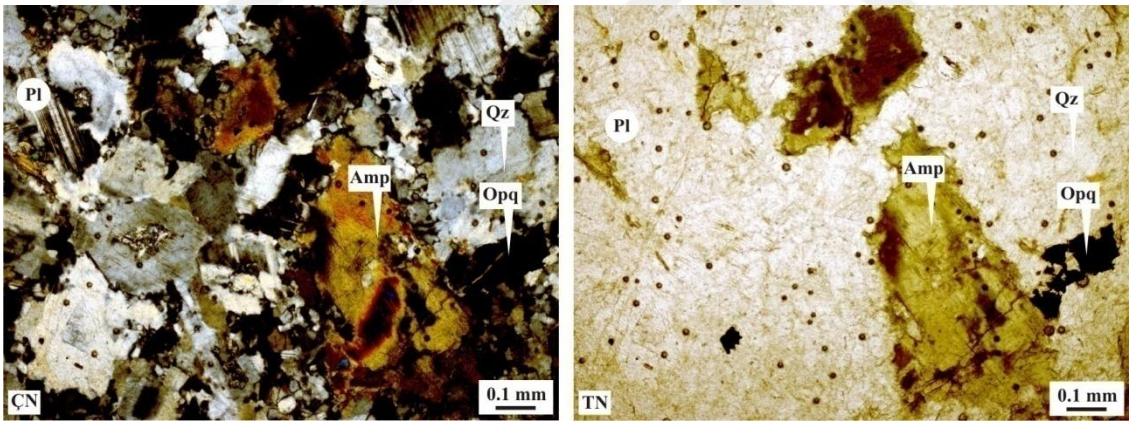
İçindeki Mineraller:

Plajiyoklaz: Genellikle özşekilli-yarı özşekilli halde bulunan plajiyoklaz mineralleri (0,01-2 mm) I. dizinin gri renk tonlarında girişim renkleri sunmakla birlikte, kayaç içerisinde % 60-65 oranında bulunmaktadır. Plajiyoklaz mineralleri yer yer zonlanma ve polisentetik ikizlenmeler göstermektedir. Yer yer dalgalı yanıp sönme göstermeleri kayacın yoğun deformasyon/basınca maruz kaldığını işaret etmektedir (Şekil 5.28).

Amfibol: Kayaç içerisinde % 30-35 oranında bulunan amfibol mineralleri özşekilsiz (0,05-0,8 mm) olarak bulunmaktadır. Çift nikolde canlı girişim renklerine sahip amfiboller, tek nikolde kahve-yeşil renklerinde pleokroizma göstermektedir (Şekil 5.28).

Kuvars: Kayaç içerisinde % 1'den daha az miktarda, dalgalı sönme göstermeleri ile tanınan özşekilsiz kuvars mineralleri bulunmaktadır.

Opak mineral: Kayaç içerisinde % 5 oranında bulunan ve ferromagnezyen minerallerden itibaren gelişen opak minerallerin manyetit (0,01-0,2 mm) olacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 5.28. Mikrogranüler ve porfirik doku gösteren mikrodiyorit kayacına ait ince kesit görüntüsü (Pl: Plajiyoklaz, Amp: Amfibol, Qz: Kuvars, Opq: Opak). ÇN; Çift nikol, TN; Tek nikol görüntüsü.

5.1.7.2. Kuvarslı Mikrodiyorit

Doku: Mikrogranüler, porfirik

İçindeki Mineraller:

Plajiyoklaz: Kayaç içerisinde yarı özşekilli-özşekilsiz bulunan plajiyoklazlar mineralleri (0,05-0,4 mm) % 55-60 oranında bulunmaktadır. Gri-beyaz girişim renklerine sahip olan

plajiyoklazlar serisitleşmeden dolayı renksiz toprağımsı kirli bir yüzey sunmaktadır (Şekil 5.29).

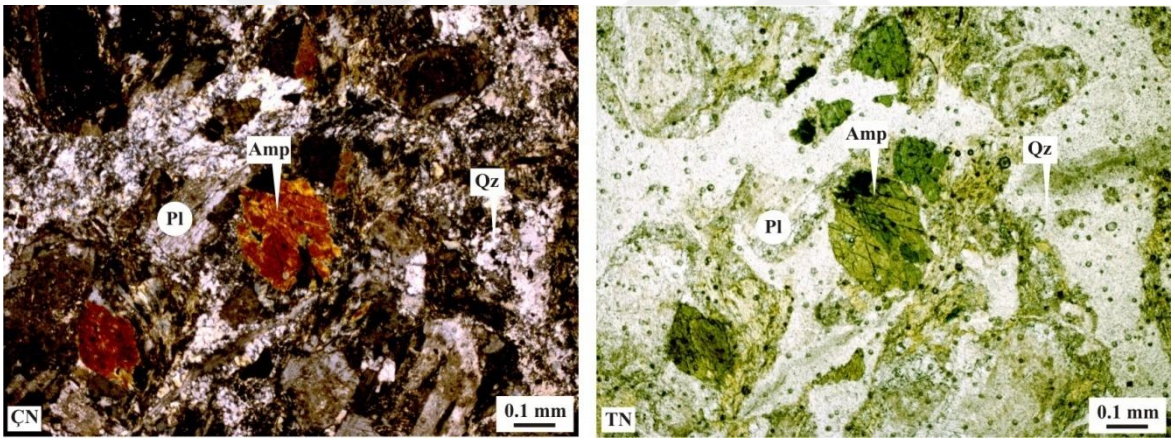
Amfibol: Kayaç içerisinde % 20 oranında bulunan amfibol mineralleri özşekilsiz (0,05-1 mm) olarak, yer yer çift yönde dilinim göstermektedir. Çift nikolde canlı girişim renklerine sahip amfiboller, tek nikolde kahve-yeşil renklerinde pleokroizma sunmaktadır (Şekil 5.29).

Kuvars: Kayaç içerisinde % 10 civarında bulunan kuvars mineralleri özşekilsiz (0,01-0,2 mm) olarak bulunmaktadır. Dalgalı sönme göstermektedirler

Kalsit: Kayaç içerisindeki çatlaklarda genellikle damar şekilli olarak % 5 oranında gelişen kalsit mineralleri (0,01-1 mm) tek ve çift yönde dilinime sahiptirler.

Epidot: % 2 oranında bulunan öz şekilsiz epidot minerali (0,05-0,2 mm) çift nikolde canlı girişim renkleri gösterirken, tek nikolde soluk yeşilimsi sarı tonlarında pleokroizma gösterirler.

Opak mineral: Kayaç içerisinde % 5 oranında gelişen opak mineraller (0,01-0,3 mm) köşeli ve düzensiz olarak bulunmaktadır.



Şekil 5.29. Mikrogranüler ve porfirik doku gösteren kuvarslı mikrodiyorit kayacına ait ince kesit görüntüsü (Pl: Plajiyoklaz, Amp: Amfibol, Qz: Kuvars,). ÇN; Çift nikol, TN; Tek nikol görüntüsü.

5.1.7.3. Rodenjitler

Doku: Mikrogranüler, porfirik

İçindeki Mineraller:

Plajiyoklaz: Kayaç içerisinde % 10-70 oranında bulunan plajiyoklazlar (0,01-2mm) yer yer yoğun serisitleşmeler göstermektedirler. Plajiyoklazlar yarıözşekilli-özşekilsiz çubuğumsu, latalar halinde bulunmakta ve I. dizinin gri-siyah girişim renklerini sunmaktadırlar. Tek nikolde renksiz, ancak bozunmadan dolayı kirli toprağımsı yüzey sunmaktadırlar.

Kuvars: Kayaç içerisinde, özşekilsiz, yer yer damar şekilli olarak gelişen kuvars mineralleri (0,01-0,8 mm) % 5-50 oranında bulunmaktadırlar. Yer yer kuvars mineralleri mikro kuvars olarak bilinen çok küçük taneler sunmaktadırlar. Dalgalı sönme göstermeleri ile tanınan kuvars mineralleri I. dizinin sarı-gri renk tonlarında girişim renkleri sunarlar.

Muskovit: Canlı girişim renklerine sahip muskovit mineralleri (0,1-0,5 mm) % 3 oranında bulunmaktadırlar. Kayaç içerisindeki muskovit mineralleri, biyotit mineralleri yanında veya içerisinde kapantılar halinde gelişmişlerdir. Tek nikolde renksiz olmalarının yanı sıra, pulsu-paralel sönme göstermeleri ile tanınmaktadırlar (Şekil 5.30).

Amfibol: Kayaç içerisinde % 3-5 oranında bulunan amfibol mineralleri (0,02-0,4 mm), kayaç içerisinde özşekilsiz olarak gözlenmektedir. Tek nikolde kahve-yeşil renklerinde pleokroizma göstermektedir.

Biyotit: Kayaç içerisinde % 2-25 oranında öz şekilsiz olarak bulunan biyotit minerali (0,01-0,7 mm) çift nikolde kahverengi tonlarında girişim renkleri sunarken, tek nikolde de kahverengi tonlarda gözlenmektedir. Yer yer bozunmalara (kloritleşme) bağlı olarak yeşil renk tonlarında da gözlenmektedir (Şekil 5.30).

Kalsit: Kayaç içerisindeki çatlaklarda damarlı olarak % 10 oranında gelişen kalsit mineralleri (0,01-1 mm) tek ve çift yönde dilinime sahiptirler.

Granat: % 40 civarında öz şekilsiz olarak bulunan granat mineralleri 0,05-1,6 mm tane boyutuna sahiptir. İzotropik özelliğinden dolayı çift nikolde siyah rengi ve tek nikolde çatlaklı görüntüsü ve yüksek optik engebesi ile tanımlanmaktadırlar (Şekil 5.30).

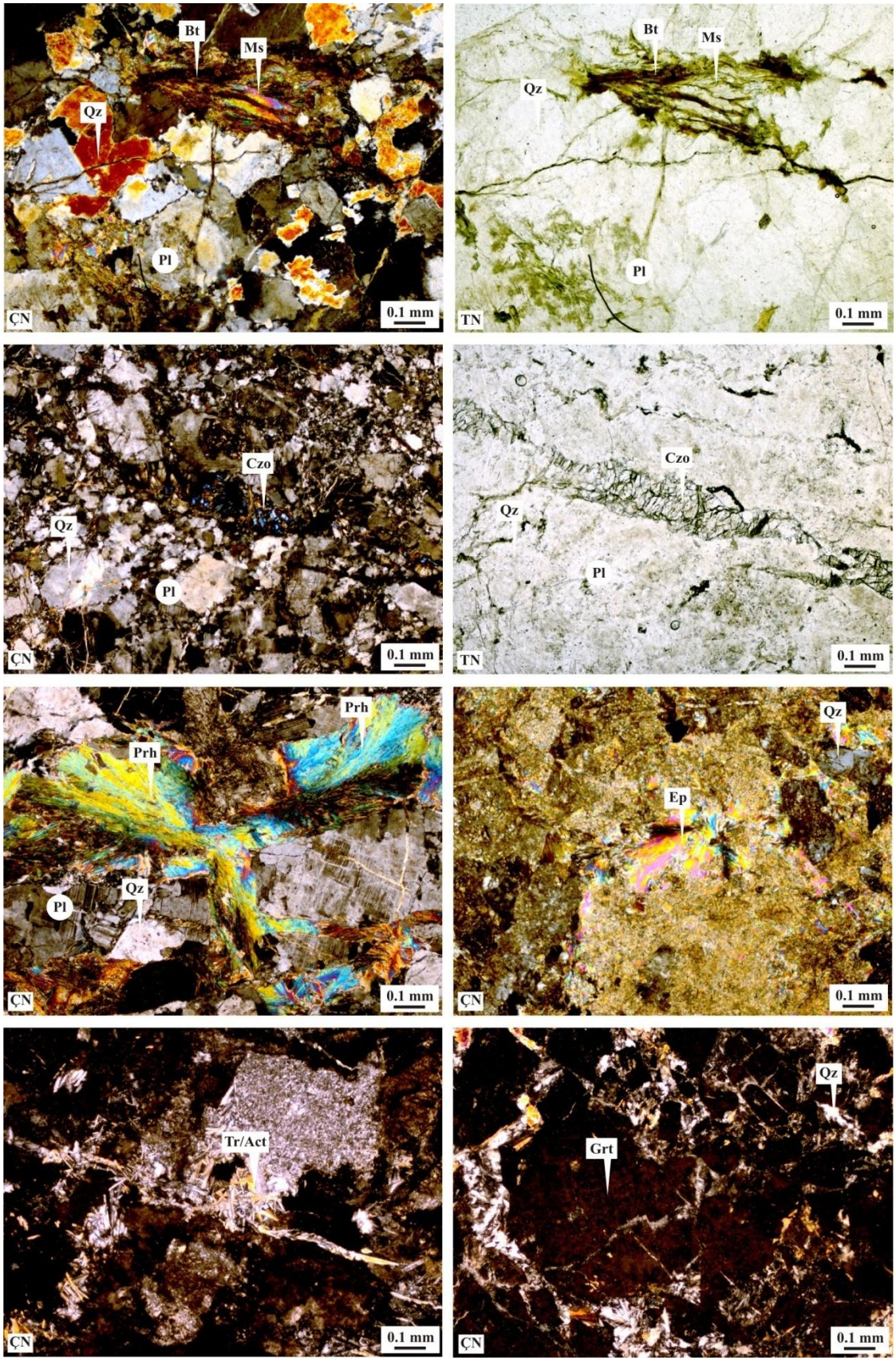
Prehnit: Kayaç içerisinde % 3-20 oranında bulunan prehnit minerali (0,01-1,2 mm) özşekilsiz, mozayik ve demet şeklindeki agregatları ile karakterize edilirler. Dilinim izlerine göre paralel sönme göstermesinin yanı sıra mozayik yapısından dolayı dalgalı yanıp sönme de gözlenmektedir. II. dizinin canlı girişim renklerini sunarken, tek nikolde renksizdirler.

Klinozoisit: Kayaç içerisinde % 3-12 oranında bulunan klinozoisit minerali (0,01-0,2 mm) özşekilsiz çubuksal agregatlar olarak gelişmiştir. Tek nikolde renksiz olarak gelişen klinozoisit minerali, çift nikolde mavi-gri renkte girişim renkleri göstermektedirler (Şekil 5.30).

Epidot: % 3 oranında bulunan öz şekilsiz epidot minerali (0,02-05 mm) çift nikolde canlı girişim rengi gösterirken, tek nikolde soluk yeşilimsi sarı tonlarında pleokroizma gösterir.

Tremolit/Aktinolit: Piroksen minerallerinin alterasyonunda sonucunda, öz şekilsiz olarak gelişen tremolitler/aktinolitler (0,01-0,5 mm) kayaç içerisinde %10-68 oranında bulunmaktadırlar.

Opak mineral: Kayaç içerisinde % 5 oranında köşeli ve düzensiz olarak bulunmaktadır.



Şekil 5.30. Rodenjitlere ait ince kesit görüntüleri (Ms: Muskovit, Bt: Biyotit, Qz: Kuvars, Pl: Plajiyoklaz, Czo: Klinozoisit, Prh: Prehnit, Ep: Epidot, Tr/Act: Tremolit/Actinolit, Grt: Granat, ÇN: Çift Nikol, TN: Tek Nikol).

5.1.8. Güvenç Listveniti

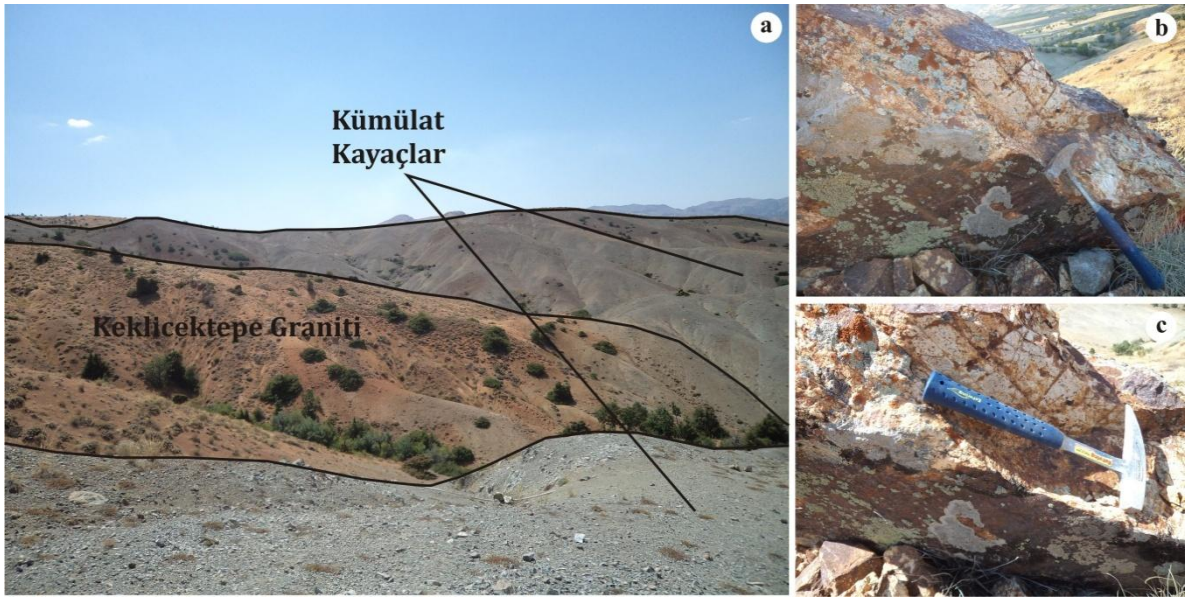
Listvenitler, ofiyolitik kayaçlarda serpantinleşmiş ultramafik kayaçların karbonatlaşmış ve çeşitli oranlarda silisleşmiş eşdeğerleri olarak tanımlanmaktadır [128]. Kuluncak ilçe merkezi yakınlarında Alvar köyü çevresinde (K39-a2) ve Hekimhan kuzeyinde doğu-batı uzanımlı Güvenç vadisi çevresinde, Güvenç köyü çevresinde (K39-b2) yüzeylenmeler sunmaktadır. Güvenç Listveniti adlaması ilk olarak Yılmaz [2] tarafında yapılmıştır. Çalışma alanında serpantinitlerin içerisinde gözlenen ve serpantinitlerin düşük dereceli hidrotermal çözeltiler ile alterasyona uğraması sonucunda oluşan listvenitler SiO_2 ve CaO değerlerinin artış ve azalışına bağlı olarak adlandırılmaktadır. Özellikle tektonik zonlar boyunca gelişen Listvenitler kızıl, kırmızı, kahve renklerde, dik ve sert topografya sunmaktadırlar (Şekil 5.31).



Şekil 5.31. Lisvenitlerin arazi görüntüsü (Kızılçeşme Sırtı kuzeybatısı).

5.1.9. Keklicek Graniti

Keklicek Tepe'de (K39-b3) Kuluncak ofiyolitini keserek aynı kayalar içerisine yerleşen plütonik kayaçlar, yüzeylendikleri tepeye atfen Gürer [77] tarafından ''Keklicek Graniti'' olarak adlanmıştır (Şekil 5.32). Granitler; Kuluncak ofiyolitik kaya birimleri içerisinde açık renkli olmaları ile kolayca fark edilirler. Genellikle açık bej renklerdeki granitler düşey konumda bulunmakla birlikte yer yer doğu-batı yönünde küçük sokulumlar halinde gözlenmekte olup, ofiyolitik kayaları keskin bir dokanakla kesmektedirler (Şekil 5.32). İnce kesit çalışması sonucunda kayaç granit olarak tanımlanmıştır.



Şekil 5.32. a; Keklicektepe genel görünümü. b,c; Keklicektepe graniti (Keklicek tepe).

Doku: Taneli

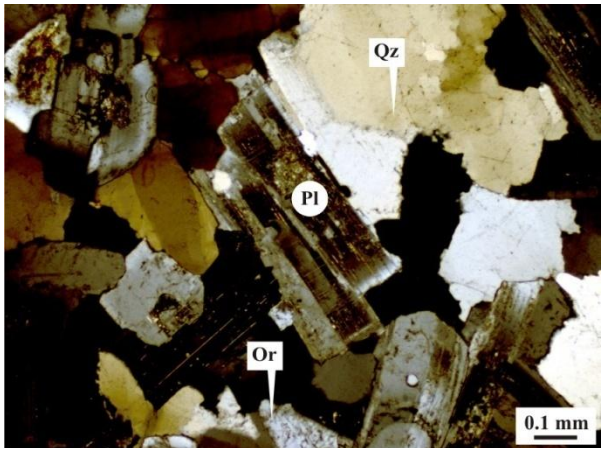
İçindeki Mineraller:

Plajiyoklaz: Kayaç içerisinde özşekilli-yarı özşekilli (0,05-1,3 mm) halde bulunan plajiyoklazlar mineralleri % 35-45 oranında bulunmaktadır. Yer yer polisentetik ikizlenmeler gözlenmektedir. I. dizinin gri-siyah girişim renklerini sahip olan plajiyoklaz mineralleri tek nikolde renksiz gözlenirken, kaolenleşmeden dolayı kirli toprağımsı bir renge sahiptirler (Şekil 5.33).

Ortoklaz: Kayaç içerisinde, karlsbad ikizlenmesi gözlenen yarı özşekilli-özşekilsiz (0,07-1 mm) halde gözlenen ortoklaz mineralleri % 20-35 oranında bulunmaktadır. Ortoklazların hemen hepsinde kaolenleşme mevcuttur .

Kuvars: Kayaç içerisinde dalgalı sönme göstermeleri ile tanınan özşekilsiz kuvars mineralleri (0,01-1,2 mm) %30-42 oranında bulunmaktadır. I. dizinin sarı-gri renk tonlarında girişim renkleri sunmaktadırlar.

Opak mineral: Kayaç içerisinde % 3-5 oranında bulunan ve ferromagnezyen minerallerden itibaren gelişen opak minerallerin manyetit (0,01-0,3 mm) olabileceği tahmin edilmektedir.



Şekil 5.33. Taneli doku gösteren granit kayacına ait ince kesit görüntüsü (Pl: Plajiyoklaz, Or: Ortoklaz, Qz: Kuvars).

5.2. Mineral Kimyası

Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait tektonitler, ultramafik kümülatlar, mafik kümülatlar ve izotrop gabrolardan seçilen 10 adet parlak kesit örneği üzerinde olivin, klinopiroksen, ortopiroksen, amfibol, plajiyoklaz ve kromit minerallerinin kimyasal analizleri yapılarak detayları aşağıda verilmiştir.

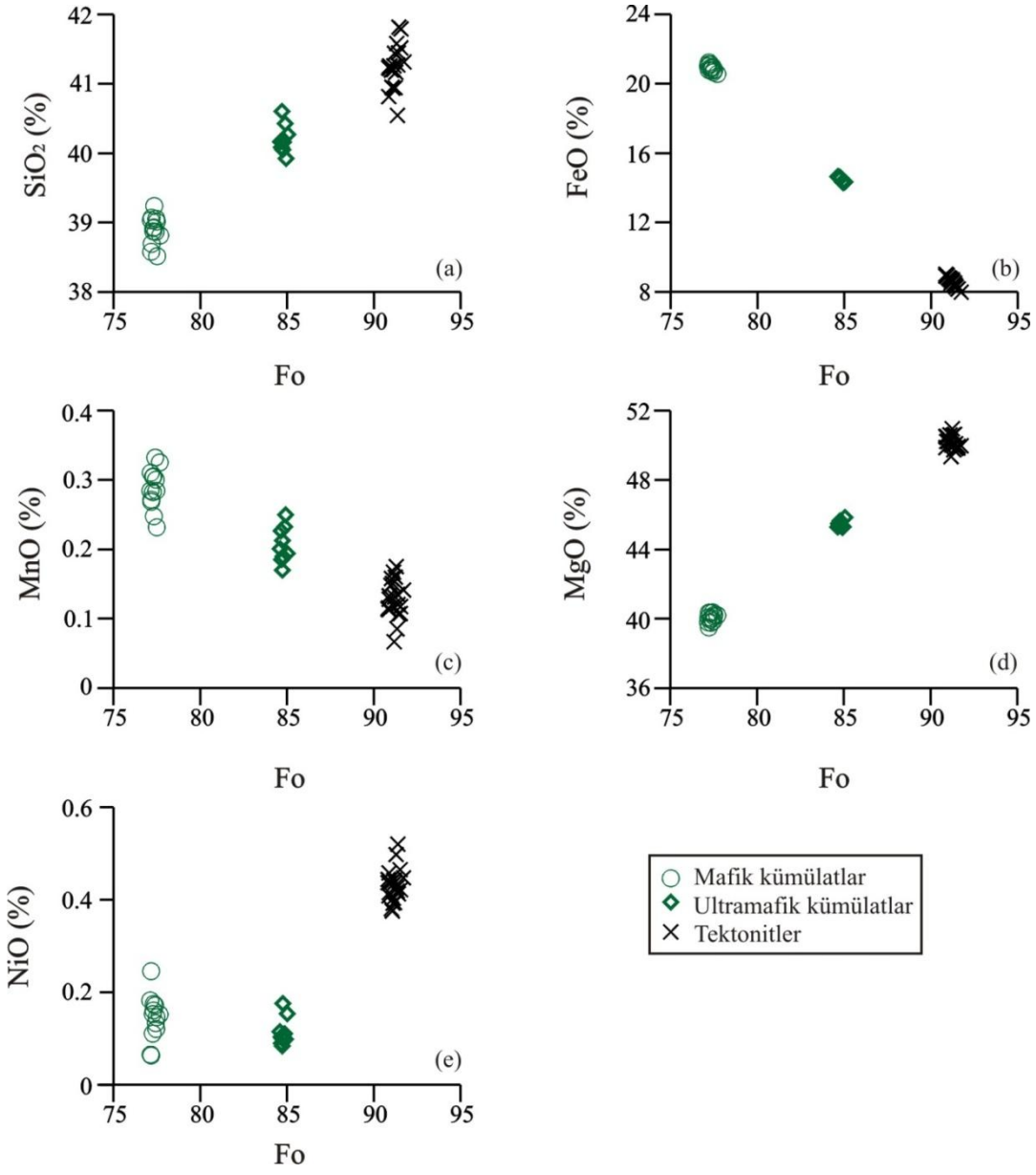
5.2.1. Olivin

Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait tektonitlerden, ultramafik kümülatlardan ve mafik kümülat kayaçlardan hesaplanan olivin minerallerinin kimyasal içerikleri EK 3.1 - 3.3'te verilmiştir. Olivinlerin bazı ana element içerikleri ile hesaplanan Fosterit (Fo) bileşenleri ve Magnezyum numaraları (Mg#) içerikleri Tablo 5.1'de verilmiştir.

Tablo 5.1. Olivinlerin ana element içerikleri ile hesaplanan Forsterit (Fo) ve Magnezyum numaraları (Mg#= Mgx100/Mg+Fe).

Ana elementler	Tektonitler	Ultramafik kümülatlar	Mafik kümülatlar
SiO_2	% 40.55-41.82	% 39.93-40.61	% 38.52-39.24
FeO	% 7.98-9.02	% 14.31-14.67	% 20.59-21.26
MnO	% 0.07-0.18	% 0.17-0.25	% 0.23-0.33
MgO	% 49.38-50.98	% 45.28-45.87	% 39.50-40.36
CaO	% 0-0.04	% 0.03-0.09	% 0.01-0.05
NiO	% 0.38-0.52	% 0.08-0.18	% 0.06-0.25
Forsterit (Fo)	% 90.90-91.78	% 84.63-85.06	% 77.14-77.68
Mg#	% 90.79-91-65	% 84.45-84.89	% 76.90-77.40

Olivinlerin ana element içerikleri ile hesaplanan Forsterit (Fo) bileşenlerine göre korelasyon yapıldığında; mafik kümülat kayaçlardan, tektonitlere doğru SiO_2, MgO, NiO içerikleri artan bir yönelim gösterirken (Şekil 5.34a, d, e), FeO ve MnO içeriklerinin ise azalan bir yönelim sunduğu gözlenmiştir (Şekil 5.34b, c). Olivinlerden hesaplanan Forsterit (Fo) bileşenlerinin tektonitlerden, mafik kümülat kayaçlara doğru azalma göstermesi, kümülat kayaç grupları arasında önemli bir bileşim farklılığının olmaması, benzer magma odasından itibaren franksiyonlanmayı ve magma odasının devamlı olarak yeni bazik ergiyikler ile beslendiğini işaret etmektedir [129].



Şekil 5.34. Kuluncak (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait tektonitlerden, ultramafik kümülatlardan ve mafik kümülat kayaçlardan analiz edilen olivin minerallerinin Forsterit (Fo) bileşenleri ve ana element içerikleri arasındaki korelasyon.

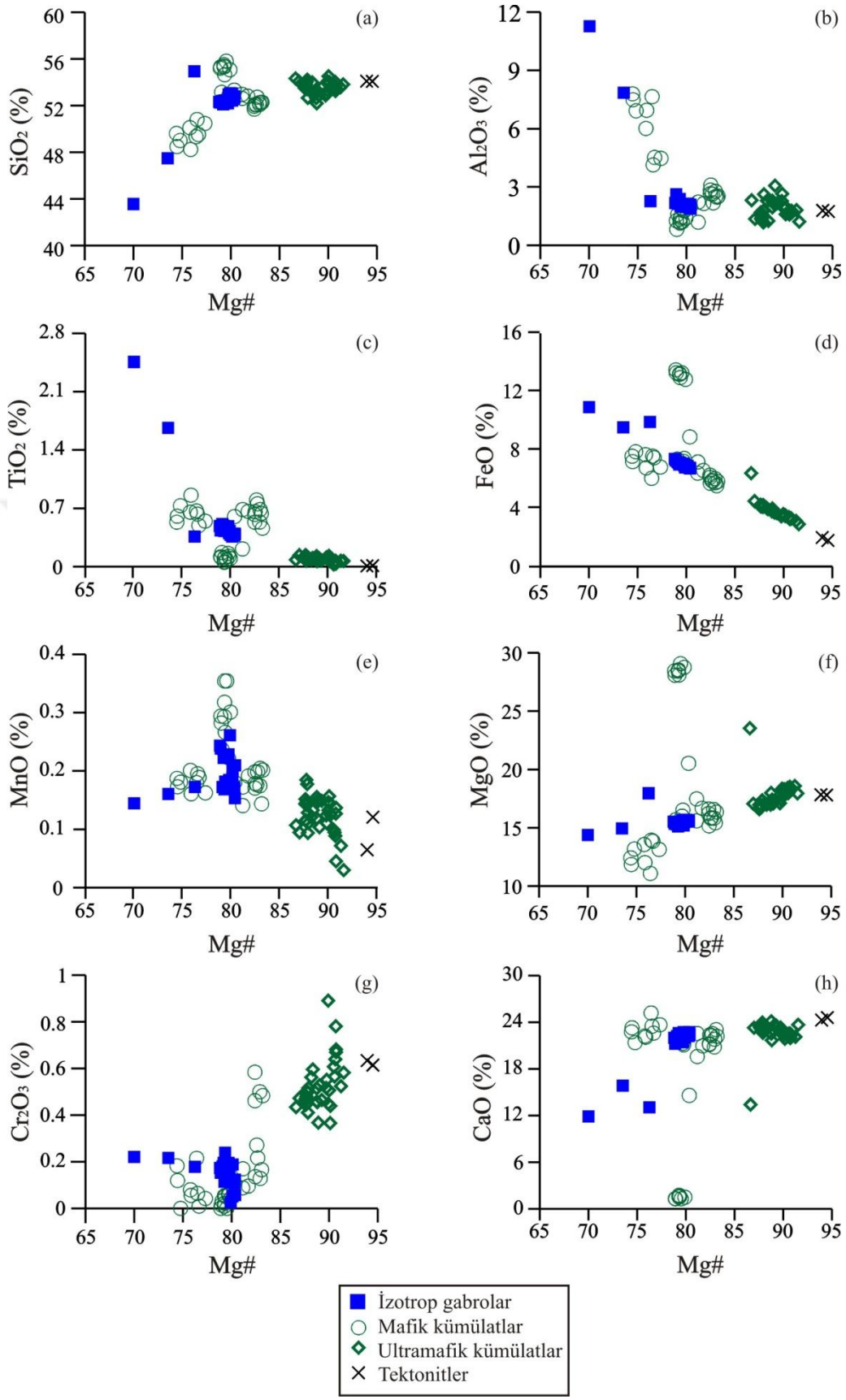
5.2.2. Klinopiroksen

Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait tektonitlerde, ultramafik-mafik kümülatlarda ve izotrop gabrolarda gözlenen klinopiroksen minerallerinin kimyasal içerikleri EK 3.4-3.7'de verilmiştir. Klinopiroksenlerin bazı ana element içerikleri ile hesaplanan Enstatit (En), Ferrosillit (Fs), Wollastonit (Wo) içerikleri ve Magnezyum numaraları (Mg#) Tablo 5.2'de verilmiştir.

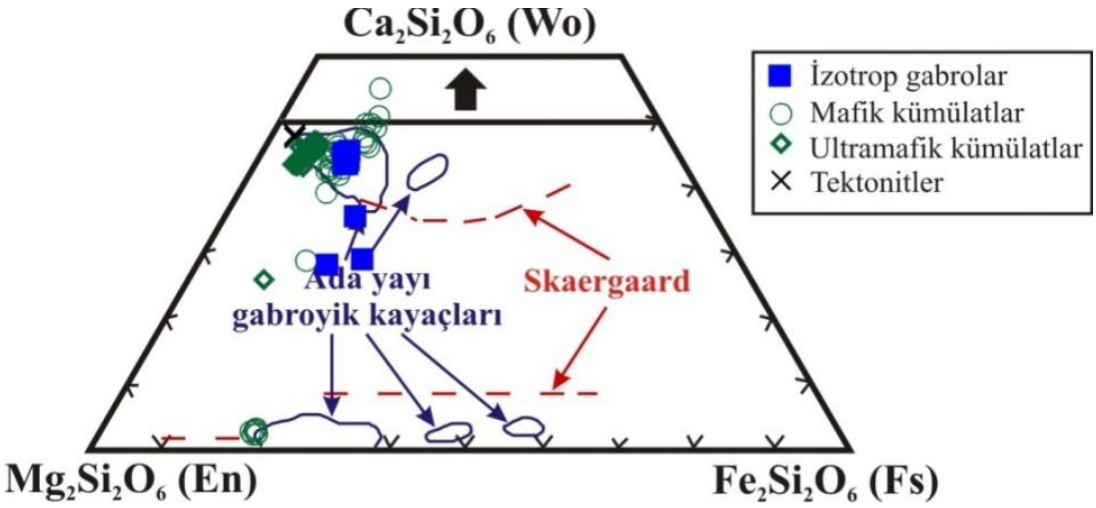
Tablo 5.2. Klinopiroksenlerin ana element içerikleri ile hesaplanan Enstatit (En), Ferrosillit (Fs), Wollastonit (Wo) ve Magnezyum (Mg#= Mgx100/Mg+Fe) değerleri.

Ana Elementler	**Tektonitler**	**Ultramafik kümülatlar**	**Mafik kümülatlar**	**İzotrop gabrolar**
SiO_2	% 54.11-54.13	% 52.22-54.55	% 48.26-55.84	% 43.57-54.97
Al_2O_3	% 1.74-1.79	% 1.17-3.08	% 0.82-7.81	% 1.89-11.30
TiO_2	% 0-0.01	% 0.03-0.14	% 0.05-0.86	% 0.36-2.46
FeO	% 1.81-2.02	% 2.93-6.44	% 5.58-13.54	% 6.76-10.98
MnO	% 0.06-0.12	% 0.03-0.18	% 0.14-0.36	% 0.14-0.26
MgO	% 17.83-17.84	% 16.59-23.56	% 11.08-29.11	% 14.38-17.97
Cr_2O_3	% 0.62-0.64	%0.37-0.89	% 0-0.59	% 0.02-0.24
CaO	% 24.34-24.66	% 13.46-24.18	% 1.29-25.25	% 11.90-22.79
Na_2O	% 0-0.04	% 0.08-0.24	% 0-0.87	% 0.20-2.15
Enstatit (En)	% 48.67-48.87	% 46.14-63.84	% 33.84-77.26	% 42.67-54.34
Ferrosillit (Fs)	% 2.96-3.21	% 4.53-9.95	% 9.10-20.88	% 10.87-21.39
Wollastonit (Wo)	% 47.92-48.38	% 26.20-47.50	% 2.46-55.42	% 28.46-45.93
Mg#	% 94.02-94.61	% 86.71-91.62	% 74.44-83.26	% 70.01-80.42

Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait tektonitlerde, ultramafik-mafik kümülatlarda ve izotrop gabrolarda gözlenen klinopiroksen minerallerinden hesaplanan Enstatit (En), Ferrosillit (Fs), Wollastonit (Wo) bileşenleri ve Magnezyum (Mg#) numaraları sınırlı değişim göstermektedir. Klinopiroksen minerallerinde hesaplanan Magnezyum (Mg#= Mgx100/Mg+Fe) numaraları ile ana element içerikleri kıyaslandığında; SiO_2, MgO, Cr_2O_3 ve CaO içeriklerinin (Şekil 5.35a, f, g, h). İzotrop gabrolardan, tektonitlere doğru artan bir yönelim sunduğu gözlenirken, Al_2O_3, TiO_2, FeO ve MnO içerikleri azalan bir yönelim sunmaktadır (Şekil 5.35b, c, d, e). Morimoto [130]'ya ait piroksen (Wo-Ens-Fs) sınıflama diyagramında tektonitlere, ultramafik-mafik kümülatlara ve izotrop gabrolara ait klinopiroksen minerallerinin diyopsit alanına düştüğü ve ada yayı gabroyik kayaçlarına ait klinopiroksen mineralleri ile benzer özellikler sunduğu gözlenmiştir (Şekil 5.36).



Şekil 5.35. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait tektonitlerde, ultramafik-mafik kümülatlarda ve izotrop gabrolarda gözlenen klinopiroksenlerin Magnezyum numarası (Mg#= Mgx100/Mg+Fe) ile ana element içeriklerinin korelasyonu.



Şekil 5.36. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait tektonitlerde, ultramafik-mafik kümülatlarda ve izotrop gabrolarda gözlenen klinopiroksenlerin Wo-En-Fs üçgen diyagramındaki konumları [130]. Ada yayı gabroyik kayaçları alanı ve Skaergaard yönelimi Burns, [131]'den alınmıştır.

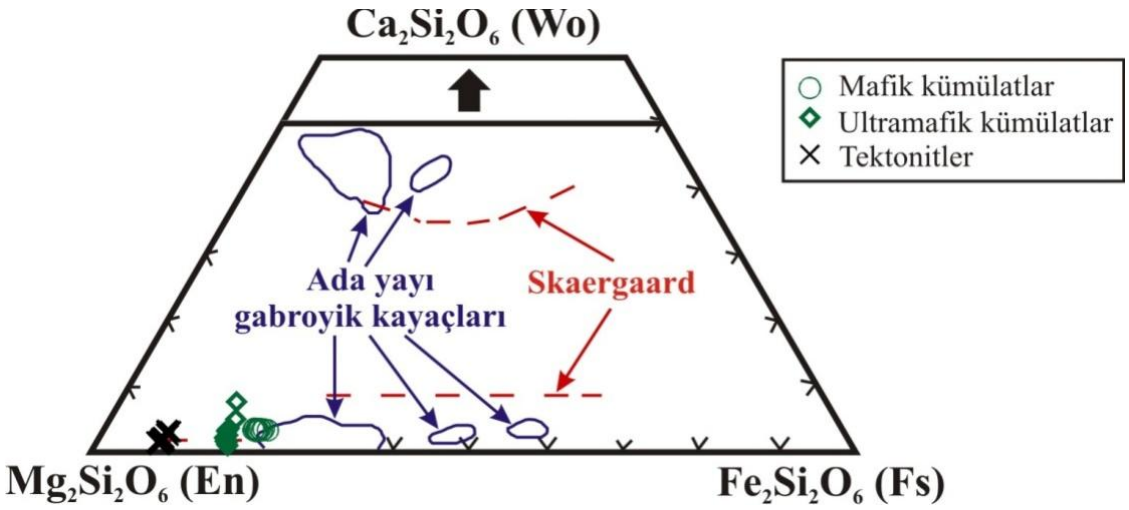
5.2.3. Ortopiroksen

Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait tektonitlerde, ultramafik ve mafik kümülatlarda gözlenen ortopiroksen minerallerinin kimyasal içerikleri EK 3.8-3.10'da verilmiştir. Ortopiroksenlerin bazı ana element içerikleri ile hesaplanan Enstatit (En), Ferrosillit (Fs), Wollastonit (Wo) bileşenleri ve Magnezyum numaraları (Mg#) Tablo 5.3'de verilmiştir.

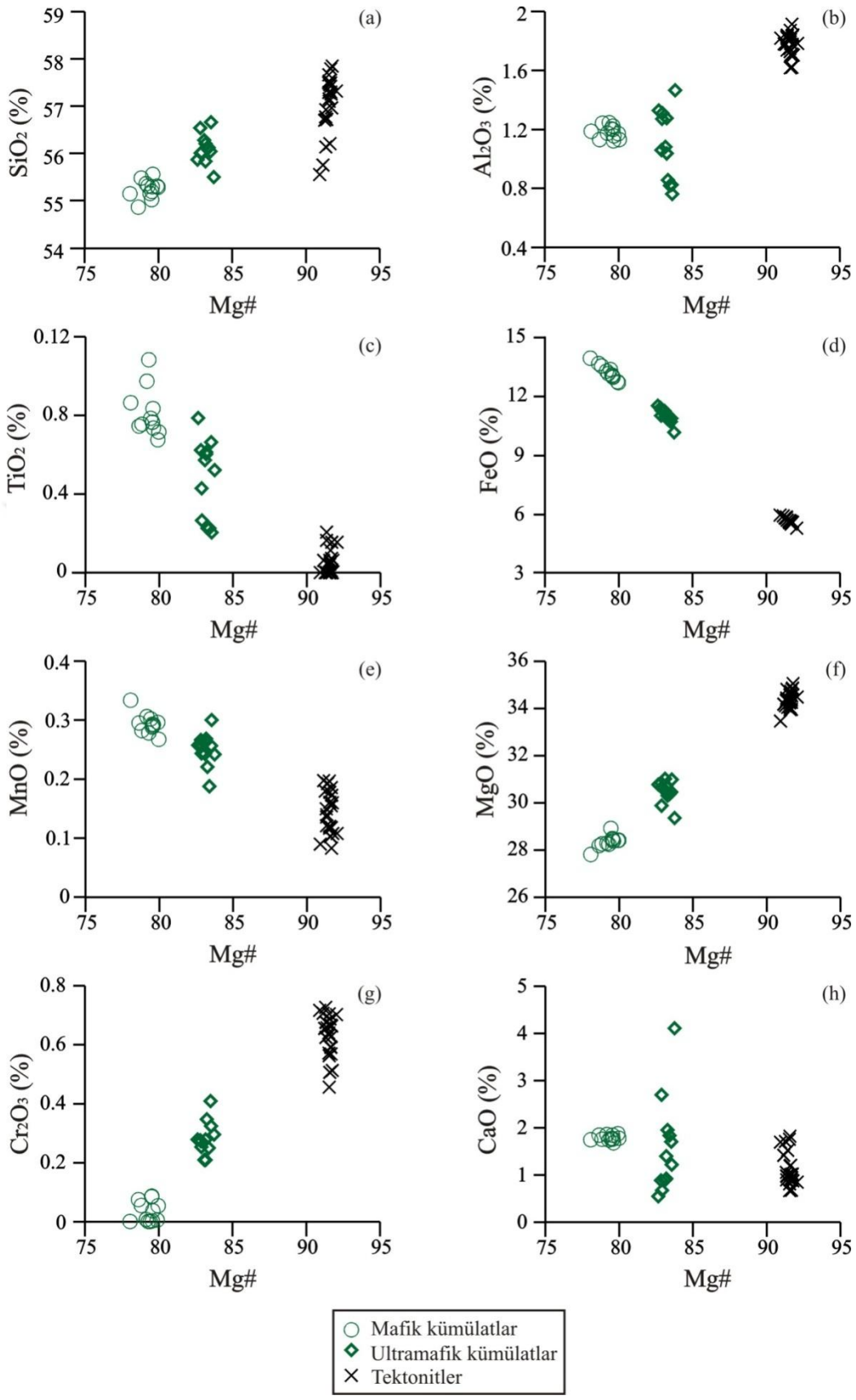
Tablo 5.3. Ortopiroksenlerin ana element içerikleri ile hesaplanan Enstatit (En), Ferrosillit (Fs), Wollastonit (Wo) ve Magnezyum (Mg#= Mgx100/Mg+Fe) değerleri.

Ana Elementler	**Tektonitler**	**Ultramafik kümülatlar**	**Mafik kümülatlar**
SiO_2	% 55.57-57.87	% 55.51-56.68	% 54.88-55.57
Al_2O_3	% 1.62-1.92	% 0.76-1.47	% 1.12-1.25
TiO_2	% 0-0.02	% 0.02-0.08	% 0.07-0.11
FeO	% 5.26-5.92	% 10.14-11.51	% 12.68-13.92
MnO	% 0.08-0.20	% 0.19-0.30	% 0.27-0.33
MgO	% 33.49-35.08	% 29.36-31.03	% 27.82-28.93
Cr_2O_3	% 0.46-0.73	% 0.21-0.41	% 0-0.09
CaO	% 0.66-1.82	% 0.54-4.11	% 1.68-1.87
Na_2O	% 0-0.04	% 0-0.07	% 0-0.04
Enstatit (En)	% 87.95-90.51	% 76.99-81.54	% 75.04-76.90
Ferrosillit (Fs)	% 7.90-8.86	% 15.27-17.48	% 19.65-21.58
Wollastonit (Wo)	% 1.25-3.38	% 1.02-7.75	% 3.25-3.62
Mg#	% 90.98-32.12	% 82.66-83.78	% 78.08-79.99

Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait tektonitlerde, ultramafik ve mafik kümülatlarda gözlenen Ortopiroksen minerallerinden hesaplanan Enstatit (En), Ferrosillit (Fs), Wollastonit (Wo) bileşenleri ve Magnezyum numaraları (Mg#) sınırlı değişim göstermektedir. Ortopiroksen minerallerinde hesaplanan Magnezyum (Mg#= Mgx100/Mg+Fe) numaraları ile ana element içerikleri kıyaslandığında; SiO_2, Al_2O_3, MgO ve Cr_2O_3 içeriklerinin mafik kümülatlardan, tektonitlere doğru artan bir yönelim sunduğu gözlenirken (Şekil 5.37a, b, f, g), TiO_2, FeO, MnO ve CaO içerikleri ise azalan bir yönelim sunmaktadır (Şekil 5.37c, d, e, h). Morimoto [130]'ya ait üçgen piroksen (Wo-Ens-Fs) sınıflama diyagramında tektonitlere, ultramafik ve mafik kümülatlara ait ortopiroksen minerallerinin hipersten bileşiminde olduğu gözlenmiştir (Şekil 5.38).



Şekil 5.38. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait tektonitlerde, ultramafik ve mafik kümülatlarda gözlenen ortopiroksenlerin Wo-Ens-Fs üçgen diyagramındaki konumları [130].



Şekil 5.37. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait tektonitlerde, ultramafik ve mafik kümülatlarda gözlenen ortopiroksenlerin Magnezyum numaraları (Mg#= Mgx100/Mg+Fe) ile ana element içeriklerinin korelasyonu.

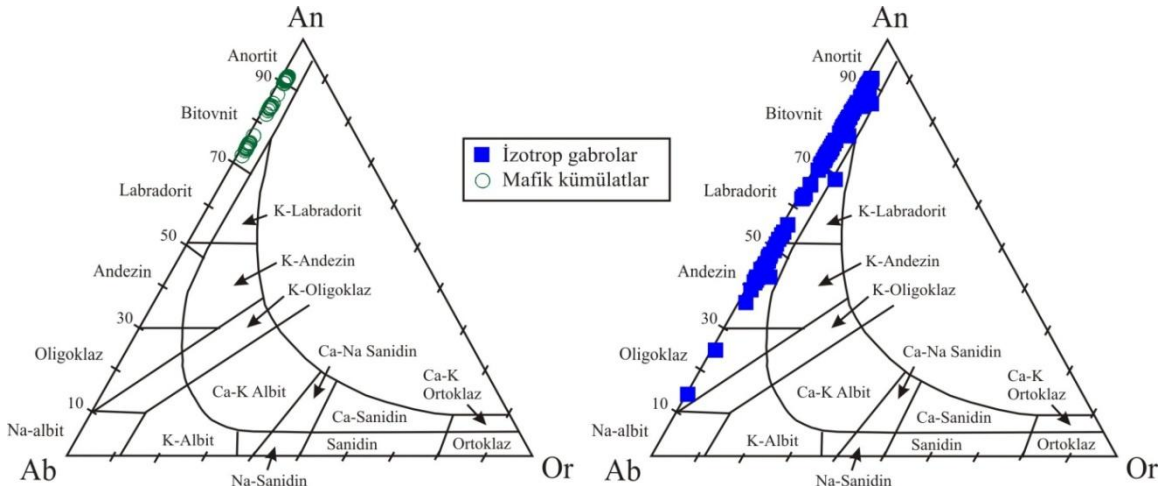
5.2.4. Plajiyoklaz

Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait mafik kümülatlarda ve izotrop gabrolarda gözlenen plajiyoklaz minerallerinin kimyasal içerikleri EK 3.11-3.12'de verilmiştir. Plajiyoklaz minerallerinin bazı ana element içerikleri ile hesaplanan Anortit (An) ve Albit (Ab) bileşenleri Tablo 5.4'de verilmiştir.

Tablo 5.4. Plajiyoklazların ana element içerikleri ile hesaplanan Anortit (An) ve Albit (Ab) bileşenleri.

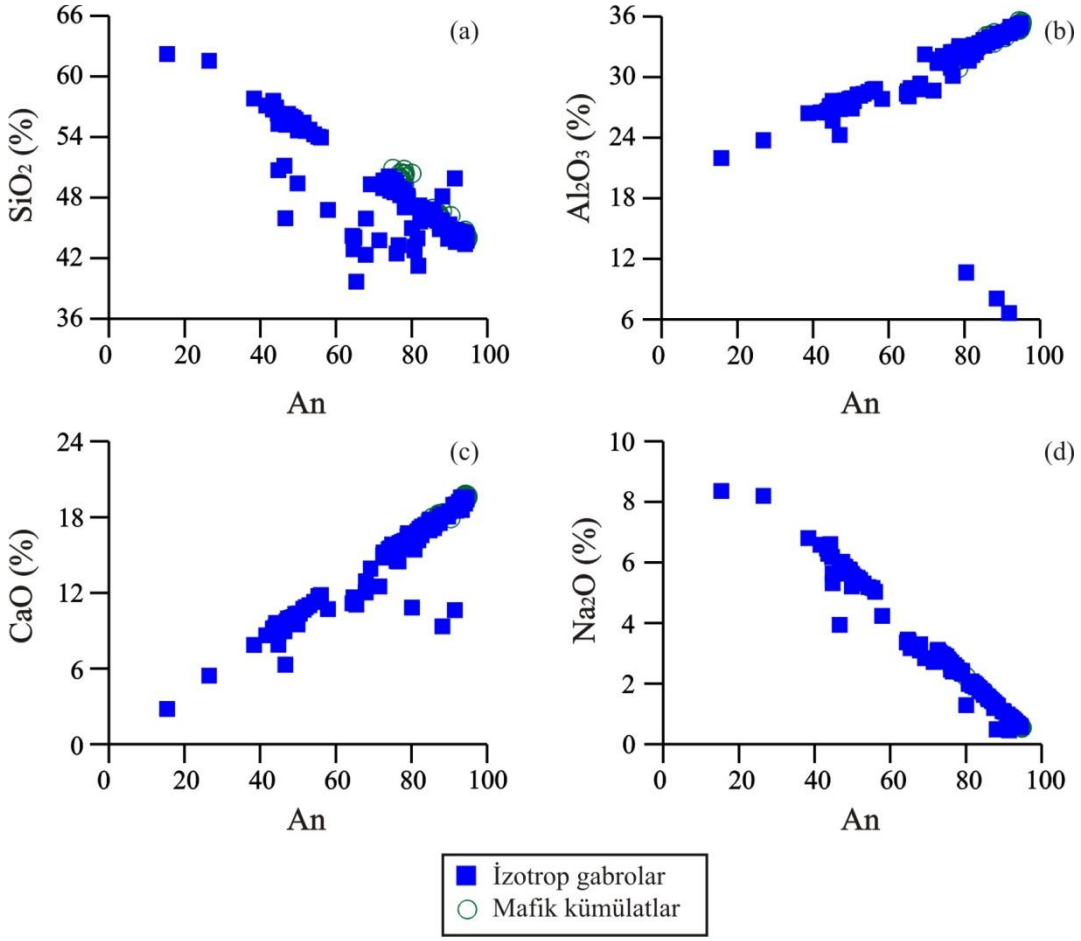
Ana Elementler	Mafik kümülatlar	İzotrop gabrolar
SiO_2	% 43.76-50.90	% 39.69-62.28
Al_2O_3	% 30.87-35.58	% 6.56-35.33
FeO	% 0.25-2.79	% 0-18.55
MgO	% 0-0.55	% 0-12.06
CaO	% 15.49-19.83	% 2.78-19.60
Na_2O	% 0.54-2.79	% 0.46-8.38
K_2O	% 0-0.05	% 0-0.84
Anortit (An)	% 75.31-95.12	% 15.49-94.80
Albit (Ab)	% 4.69-24.53	% 5.03-84.43

Plajiyoklaz minerallerine ait Anortit (An) ve Albit (Ab) içerikleri geniş bir değişim sunmaktadırlar. An-Ab-Or üçgen diyagramında [132], mafik kümülat kayaçların Anortit-Bitovnit bileşiminde olduğu gözlenirken, izotrop gabroların Anortit-Oligoklaz bileşimli olduğu gözlenmektedir (Şekil 5.39).



Şekil 5.39. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait mafik kümülatlarda ve izotrop gabrolarda gözlenen plajiyoklazların Anortit (An), Albit (Ab) ve Ortoklaz (Or) üçgen diyagramındaki konumları [132].

İzotrop gabrolara ait plajiyoklazlardaki geniş spektrumlu bu bileşim aralığı farklı kayaç türlerinin varlığını ve ayrışmanın etkili olduğunu göstermektedir. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait mafik kümülatlarda ve izotrop gabrolarda gözlenen plajiyoklazların Anortit (An) içerikleri ile bazı ana element içerikleri kıyaslandığında; Al_2O_3 ve CaO içeriklerinin izotrop gabrolardan, mafik kümülatlara doğru artan bir yönelim sunduğu gözlenirken (Şekil 5.40b, c), SiO_2 ve Na_2O içerikleri ise azalan bir yönelim sunmaktadır (Şekil 5.40a, d).

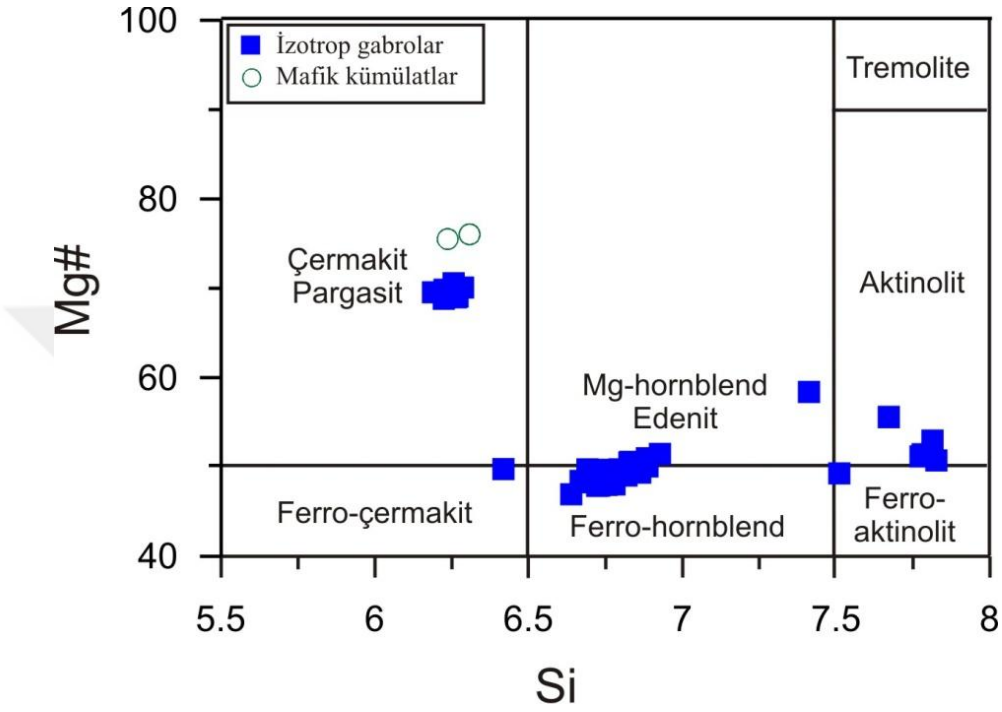


Şekil 5.40. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait Mafik kümülatlarda ve İzotrop gabrolarda gözlenen plajiyoklazların Anortit (An) içerikleri ile bazı ana element içeriklerinin korelasyonu.

5.2.5. Amfibol

Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait mafik kümülatlarda ve izotrop gabrolarda gözlenen amfibol minerallerinin kimyasal içerikleri EK 3.13-3.14' te verilmiştir. Amfiboller, ofiyolit istifin, mafik kümülat gabro örneklerinde çok nadir bulunmakla birlikte çoğunlukla izotrop gabro örneklerinde gözlenmiştir. Her iki kayaç grubunda gözlenen amfibollerin Al_2O_3 içeriği, % 1.59-12.21 arasında iken, TiO_2 içeriği, % 0.11-2.82 arasında değişmektedir. Si katyon değerleri ise, % 6.19-7.84 aralığındadır. Mafik kümülatlarda ve izotrop gabrolarda gözlenen

amfiboller primer kökenli olup, Magnezyum (Mg#=Mgx100/Mg+Fe) ve Silisyum (Si) katyona göre yapılan amfibol sınıflaması [133] diyagramında; mafik kümülatlara ait amfibollerin çermakit-pargasit bileşiminde olduğu gözlenirken, izotrop gabrolardaki amfibollerin ise aktinolit, magneziyohorblend-edenit, ferro-hornblend ve çermakit-pargasit bileşimli olduğu gözlenmiştir (Şekil 5.41).

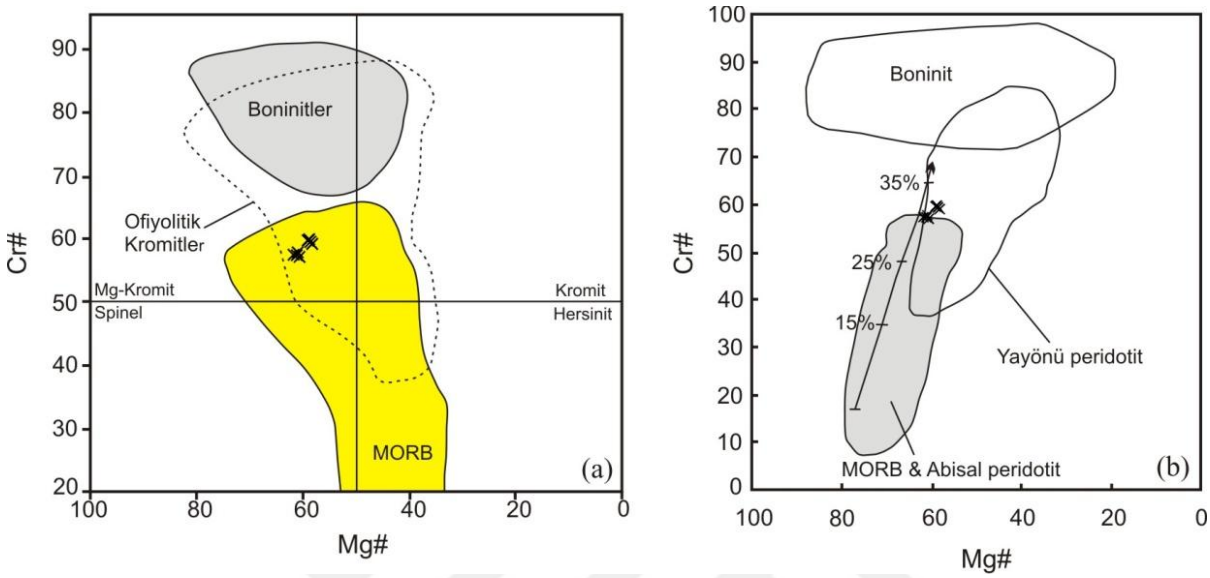


Şekil 5.41. Kuluncak ofiyolitine ait mafik kümülat ve izotrop gabrolarda gözlenen amfibollerin sınıflama diyagramı [133].

5.2.6. Kromit

Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait tektonitlerde gözlenen Spinel (Cr) minerallerinin kimyasal içerikleri EK 3.15'te verilmiştir. Spinel, manto kayaçlarında modal olarak önemli oranda bulunmamasına karşın (genellikle < % 2) diğer silikat minerallerine göre alterasyondan az etkilenen mineral olmasının yanı sıra kimyasal bileşimleri manto kayaçlarının evrimi hakkında ve özellikle kısmi ergime derecesinin belirlenmesinde önemli bilgiler vermektedir. Tektonitlerde gözlenen spinel kristallerinin hesaplanan magnezyum numarası (Mg#=Mgx100/Mg+Fe) değerleri 58.1-61.6 arasında ve hesaplanan krom numarası (Cr#=Crx100/Cr+Al) değerleri ise 56.9-59.7 arasında değişmektedir. Analiz edilen tektonitlere ait spinel fazların analiz sonuçları Mg# ve Cr# değerleri spinel sınıflama diyagramına [134] yerleştirildiğinde, Spinellerin ofiyolitik kromitlerden oluşmuş, Mg-kromit bileşiminde ve MORB karakterde olduğu gözlenmiştir (Şekil 5.42a). Tektonitlere ait spinel kristalleri düşük TiO_2

içeriklerine (<0.05 % ağ.) sahiptir. Cr_2O_3 ve Al_2O_3 değerleri ise sırasıyla % 45.20-48.07 ile % 21.68-23.29 aralığındadır. Hesaplanan Mg# ve Cr# değerleri Mg#-Cr# diyagramında değerlendirildiğinde, Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait tektonitlerin yay önü peridotit alanı ile temsil edildiği gözlenmektedir (Şekil 5.42b).



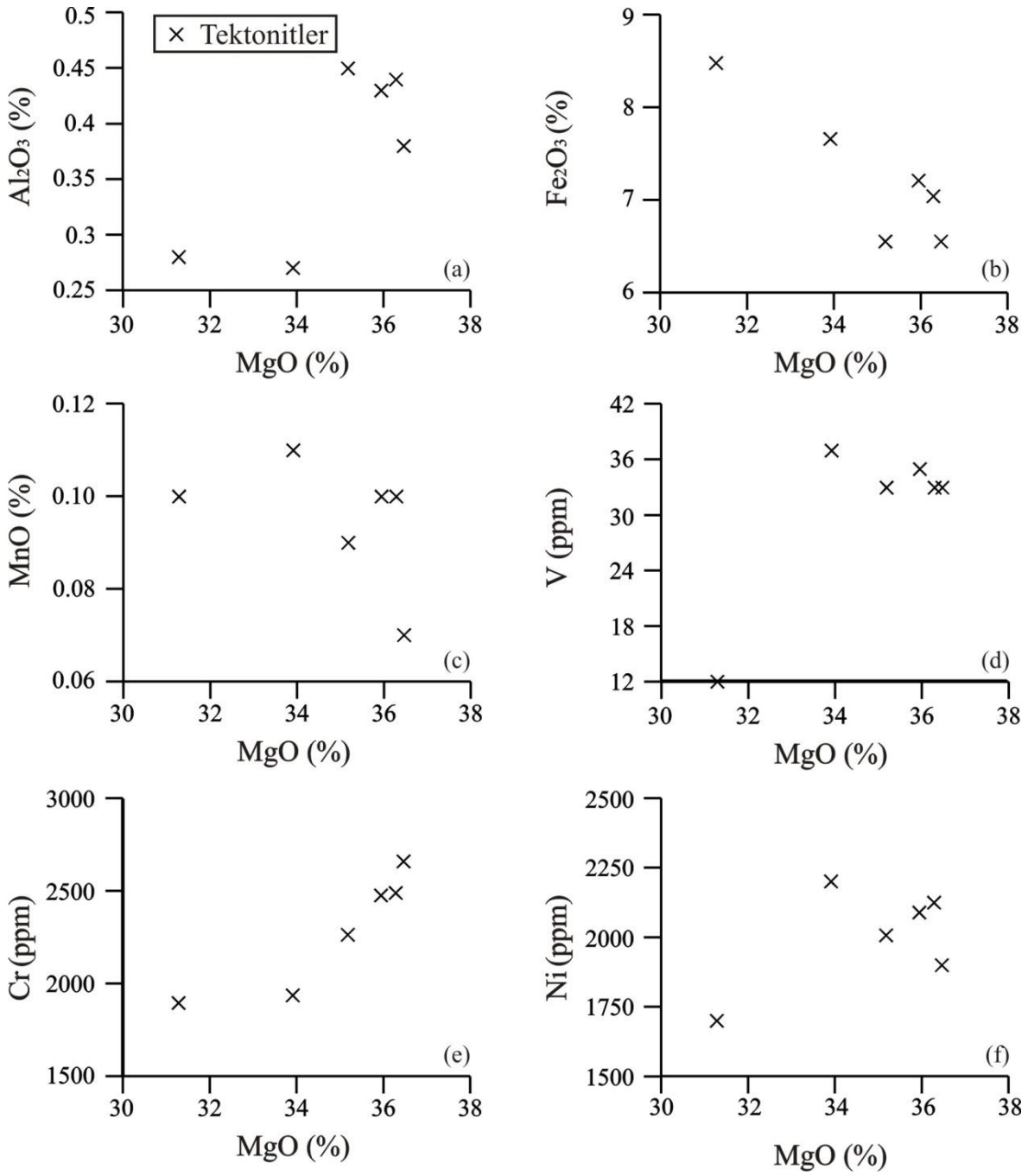
Şekil 5.42. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait tektonitlerde gözlenen spinellerin a; Mg# ve Cr# sınıflama diyagramları. a; [134], b; [135,136].

5.3. Jeokimya

Petrografik çalışmaların sonucunda seçilen örnekler üzerinde ana-iz ve nadir toprak element (REE) analizleri yaptırılmıştır. Ana oksit (% ağırlık) - iz element (ppm) ve REE analiz sonuçları EK 2' de verilmiştir.

5.3.1. Tektonitler

Kuluncak (Malatya) ofiyolitinde gözlenen tektonitlerin ana-iz element içerikleri EK 2.1'de gösterilmiştir. Tektonitlerde gözlenen bazı ana-iz element içerikleri Al_2O_3 0.27-0.45 (%), Fe_2O_3 6.55-8.48 (%), MgO 31.29-36.49 (%), MnO 0.07-0.11 (%), Ni 1628-2114 (ppm), V 12-37 (ppm) ve Cr 1895-2661 (ppm) aralığında değişmektedir. Tektonitlerin ana ve iz element içeriklerinin MgO'e karşı değişimleri incelendiğinde (Şekil 5.43), MgO içeriğinin artması ile oksit ve iz element değerleri arasında negatif bir yönelim gözlenirken Cr ve Ni elementleri bakımından ise pozitif bir yönelim sözkonusudur.



Şekil 5.43. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait tektonitlerin ana-iz element içeriklerinin MgO'e karşı değişim diyagramı.

5.3.2. Kümülatlar

Kuluncak (Malatya) ofiyolitinde gözlenen ultramafik kümülat ve mafik kayaçların ana-iz element içerikleri EK 2.1-2.2'de gösterilmiştir. Ultramafik kümülat ve mafik kümülatlara ait bazı ana ve iz element içerikleri Tablo 5.5'te verilmiştir. Ultramafik kümülat ve mafik kümülat kayaçların ana element içeriklerinin MgO'e karşı değişiminin incelendiği Harker diyagramı Şekil 5.44 'de verilmektedir.

Tablo 5.5. Ultramafik kümülat ve mafik kümülat kayaçlara ait bazı ana ve iz element içerikleri.

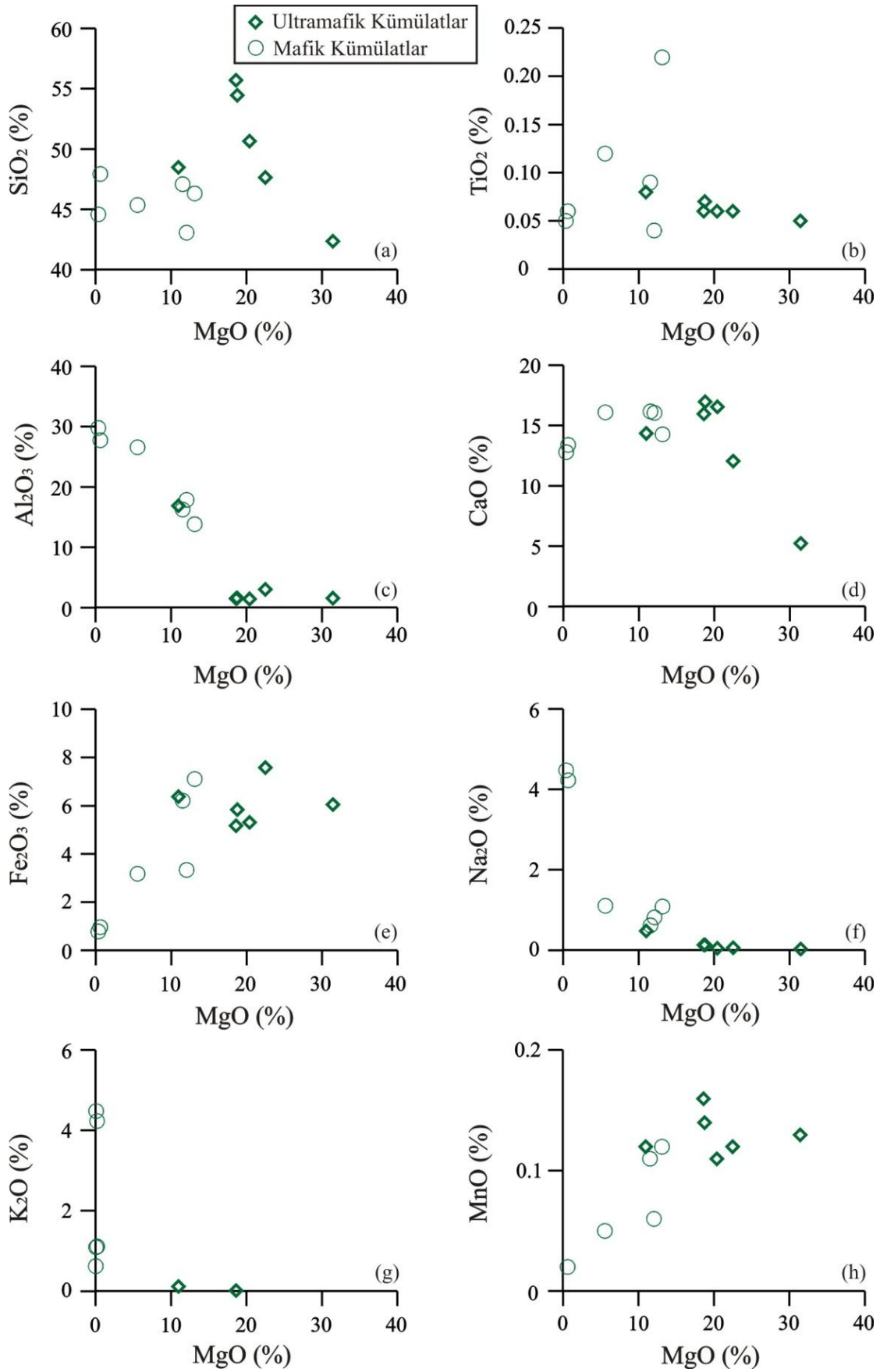
Ana ve İz Elementler	Ultramafik kümülatlar	Mafik kümülatlar	Ana ve İz Elementler	Ultramafik kümülatlar	Mafik kümülatlar
SiO_2	% 42.34-55.74	% 43.06-47.94	**Na_2O+K_2O**	% 0.04-0.59	% 0.63-4.69
Al_2O_3	% 1.46-16.95	% 13.88-29.89	**Ni (ppm)**	85-887	135-311
Fe_2O_3	% 5.18-7.59	% 0.78-7.12	**Co (ppm)**	36.5-82	1.2-53.4
MgO	% 11.00-31.56	% 0.36-13.17	**Ga (ppm)**	0.9-8.5	5.4-16.4
CaO	% 5.25-7.03	% 12.84-16.22	**Sr (ppm)**	3.4-59.3	74.7-378.8
Na_2O	% 0.03-0.48	% 0.62-4.49	**V (ppm)**	97-175	9-159
K_2O	% 0.01-0.11	% 0.01-0.20	**Zr (ppm)**	0.6-2.1	0.5-2.8
TiO_2	% 0.05-0.08	% 0.04-0.22	**Y (ppm)**	1.5-2.7	0.5-5.1
MnO	% 0.11-0.17	% 0.02-0.12	**Cr (ppm)**	212.1-3790.5	27.4-862.1

Kuluncak (Malatya) ofiyolitinde gözlenen ultramafik kümülat ve mafik kayaçların SiO_2, TiO_2, Al_2O_3, CaO, Na_2O ve K_2O içeriklerinde genel olarak artan MgO'e göre mafik kümülat kayaçlardan ultramafik kümülatlara doğru azalan bir yönelim gözlenmektedir. (Şekil 5.44a, b, c, d, f, g). MnO ve Fe_2O_3 içeriği ise ultramafik kayaçlardan mafik kayaçlara doğru bir azalma söz konusudur (Şekil 5.44e, h). Ultramafik kümülat kayaçlardan mafik kümülat kayaçlara doğru gidildikçe Al_2O_3 ve CaO içeriklerindeki artış kalsik plajiyoklazlar, piroksen ve olivin fraksiyonlanması ile açıklanabilmektedir. (Şekil 5.44c, d).

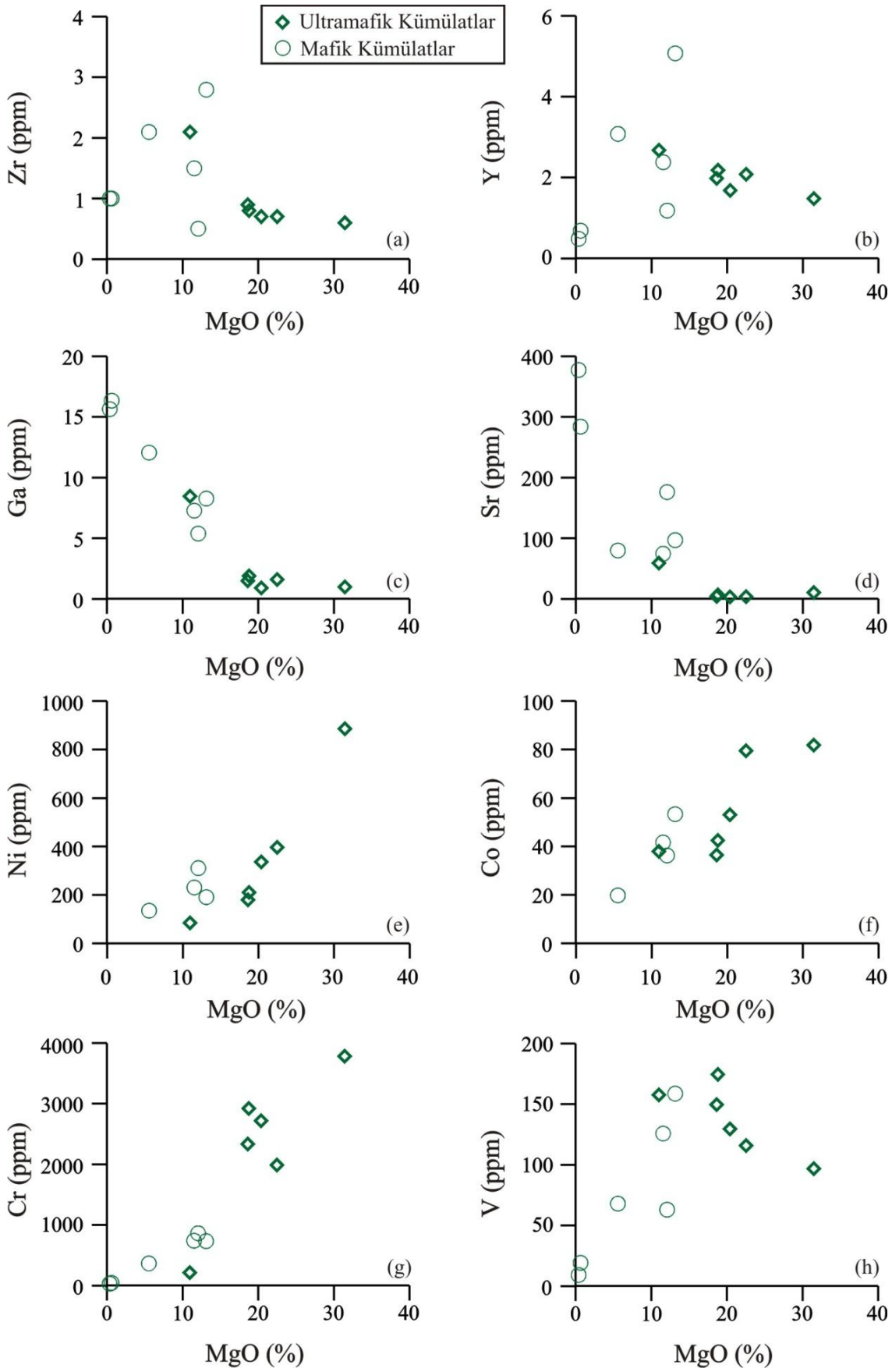
Kuluncak (Malatya) Ofiyolitine ait mafik ve ultramafik kümülat kayaçların iz element içeriklerinin MgO' e karşı değişiminin incelendiği Harker diyagramı Şekil 5.45 'da verilmektedir.

Genel olarak bakıldığında Ni, Co ve Cr içeriklerinde artan MgO içeriğine göre bir artma (Şekil 5.45e, f, g); Zr, Y, Ga, Sr ve V içeriklerinde bir azalma görülmektedir (Şekil 5.45a, b, c, d, h). Harker diyagramlarında gözlenen MgO içeriklerine karşı lineer bir artma veya azalma yönelimi fraksiyonel kristalleşme ile açıklanabilmektedir. Ultramafik kümülatlarda Ni, Co, ve Cr içeriklerinin, mafik kümülatlara oranla daha yüksek olması olivin, spinel ve klinopiroksen fraksiyonlanmasına işaret etmektedir (Şekil 5.45e, f, g). Mafik kümülatlardaki V elementinin ultramafik kümülatlardan fazla olması bu elementin magma kristallenmesi esnasında klinopiroksenler tarafından tutulmasının bir sonucudur [137-139] (Şekil 5.45h).

Mafik kümülatlardan, ultramafik kümülatlara doğru Sr içeriğinde gözlenen azalma yöneliminin varlığı kümülatlardaki plajiyoklaz içeriğinden kaynaklanmaktadır [140,141]. Kümülat kayaçların Zr ve Y gibi kalıcılığı yüksek element (HFS) konsantrasyonları açısından fakir olmaları, kümülatlardaki kümülüs minerallerin fazlalığı ve post-kümülüs gerecin azlığı ile açıklanabilir [142,143].

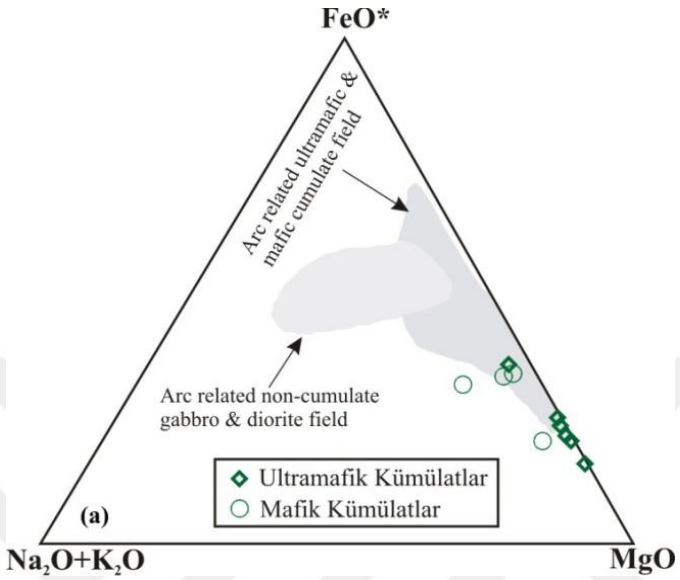


Şekil 5.44. Kuluncak (Malatya) ofiyolitinde gözlenen ultramafik ve mafik kümülat kayaçların ana element içeriklerinin MgO'e karşı değişim diyagramı.



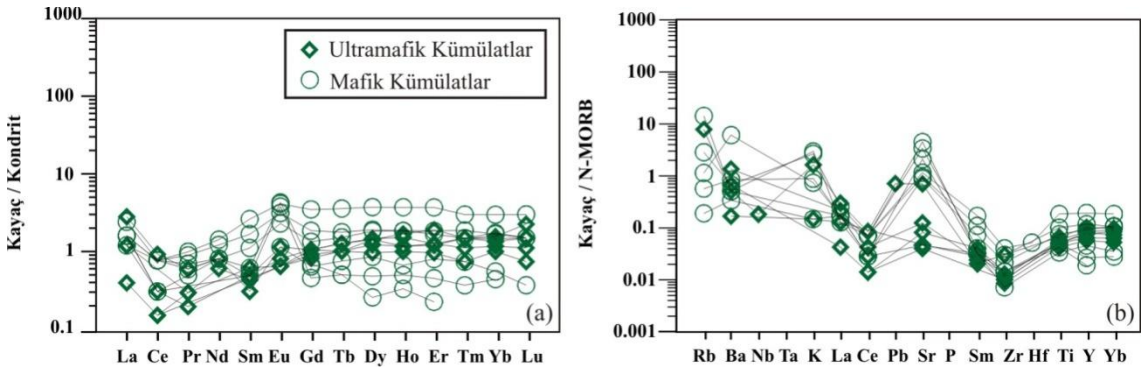
Şekil 5.45. Kuluncak (Malatya) ofiyolitinde gözlenen ultramafik ve mafik kümülat kayaçların iz element içeriklerinin MgO'e karşı değişim diyagramı.

Kuluncak (Malatya) ofiyolitinde gözlenen ultramafik ve mafik kümülat kayaçların ana-iz element içerikleri Tablo 5.5'de gösterilmiştir. Ultramafik ve mafik kümülat kümülat kayaçlar Na_2O+K_2O, MgO ve FeO içerikleri AFM diyagramında [141] yay ile ilişkili ultramafik-mafik kümülat alanına düşmekte ve dalma-batma zonu üstü tektonik ortamı işaret etmektedir (Şekil 5.46).



Şekil 5.46. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait ultramafik ve mafik kümülat kayaçların AFM diyagramında gösterimi [141].

Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait ultramafik ve mafik kümülat kayaçların Kondrit ve N-MORB'a göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri (REE) ve çoklu element diyagramları Şekil 5.47'de gösterilmiştir. Hafif nadir toprak elementleri (LREE) tüketilme göstermekte olup, Eu elementi bakımından zenginleşme göstermektedir. (Şekil 5.47a). N-MORB çoklu element diyagramında ise büyük iyon yarıçaplı elementler (LIL), (Rb, Ba, K) elementlerince zayıf bir zenginleşme, negatif Nb anomalisi ve kalıcılığı yüksek (HFS) (Y, Zr, Hf) elementlerce tüketilme gözlenmektedir (Şekil 5.47b).



Şekil 5.47. Kuluncak (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait ultramafik ve mafik kümülat kayaçların Kondrite ve N-MORB'a göre [144] normalize edilmiş iz element değişim diyagramı.

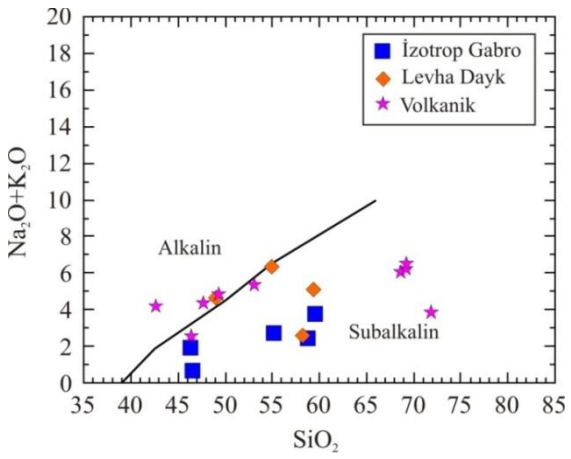
5.3.3. İzotrop Gabrolar, Levha Dayklar ve Volkanikler

Kuluncak (Malatya) ofiyolitinde gözlenen levha dayklar ve izotrop gabrolar ve volkaniklerin ana-iz element içerikleri EK 2.2-2.3' te gösterilmiştir. İzotrop gabrolar, levha dayklar ve volkaniklere ait bazı ana ve iz element içerikleri Tablo 5.6' da verilmiştir.

Tablo 5.6. İzotrop gabrolar, levha dayklar ve volkaniklere ait bazı ana ve iz element içerikleri.

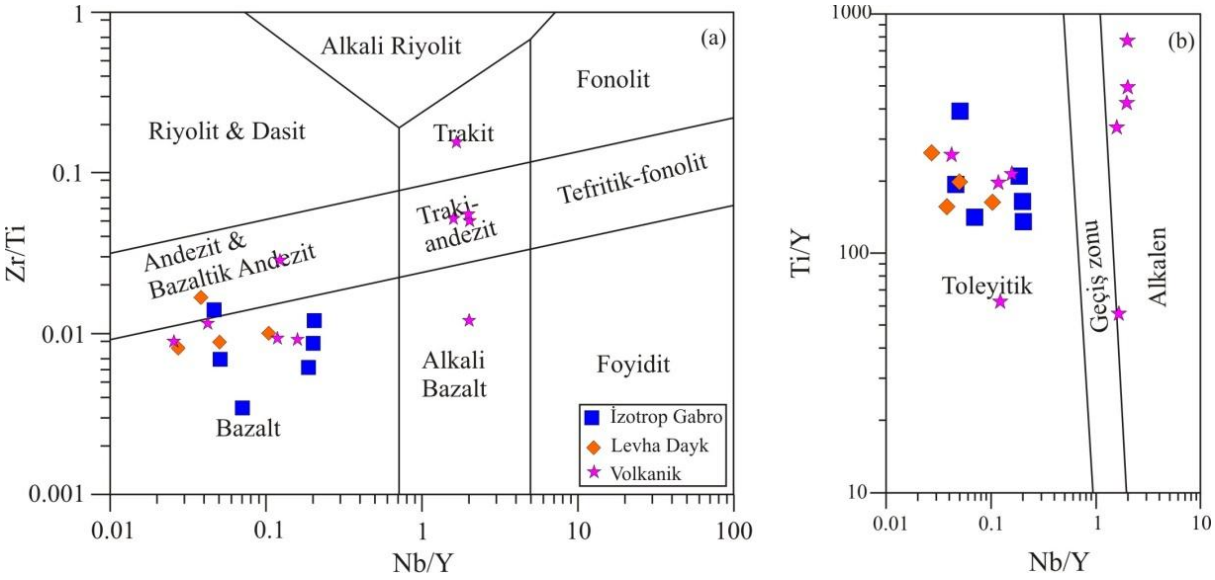
Ana ve İz Elementler	İzotrop Gabrolar	Levha Dayklar	Volkanikler	Ana ve İz Elementler	İzotrop Gabrolar	Levha Dayklar	Volkanikler
SiO_2	% 42.19-59.65	% 43.71-59.47	% 42.64-71.87	**Zr/Ti (ppm)**	0.002-0.033	0.008-0.019	0.01-0.16
Al_2O_3	% 9.94-17.95	% 12.20-16.30	% 10.80-15.95	**Ti/Y (ppm)**	136.0-392.9	157.0-437.9	55.9-770.8
Fe_2O_3	% 6.33-13.16	% 8.19-13.12	% 1.39-10.86	**Nb/Th (ppm)**	8.0-10.0	4.08-5.67	1.3-10.8
MgO	% 2.70-15.10	% 1.63-5.13	% 0.53-11.76	**Zr/Yb (ppm)**	3.1-38.0	14.5-83.4	13.5-266.5
CaO	% 4.11-17.75	% 3.64-8.05	% 0.03-14.62	**Y/Yb (ppm)**	6.3-10.0	8.8-10.9	7.4-12.3
K_2O	% 4.11-17.76	% 0.03-3.65	%1.75-6.90	**La/Yb (ppm)**	0.5-4.3	0.6-15.5	0.7-40.4
TiO_2	% 0.02-0.79	% 0.39-2.08	% 0.20-2.97	**Sm/Yb (ppm)**	0.3-0.8	0.6-2.2	0.43-4.04
P_2O_5	% 0.02-0.12	% 0.04-0.59	% 0.01-0.43	**U/Yb (ppm)**	0.03-0.51	0.57-0.82	0.10-4.23
MnO	% 0.07-0.29	% 0.08-0.68	% 0.02-0.28	**Th/Yb (ppm)**	0.05-1.14	0.06-3.37	0.07-16.54
Na_2O+K_2O	% 0.36-5.86	% 2.58-7.40	% 2.54-6.50	**Nb/Yb (ppm)**	0.4-11.3	0.3-13.8	0.25-25.21
Ba (ppm)	12-389	13-3221	415-1672	**Ta/Yb (ppm)**	0.05-1.89	0.02-0.78	0.02-1.65
Th (ppm)	0.2-0.9	0.3-9.5	0.3-16.5	**Nb/Y (ppm)**	0.05-1.53	0.03-1.37	0.03-2.07
V (ppm)	151-454	153-468	11-343	**Hf/3 (ppm)**	0.07-0.93	0.23-1.70	0.13-2.70
Zr (ppm)	3.0-93.6	23.5-235.2	11-381.4	**Nb/16 (ppm)**	0.05-0.56	0.06-2.42	0.05-4.68
Y (ppm)	3.7-34.3	14.3-47.4	2.8-44.0	**Nb*2 (ppm)**	1.4-17.8	1.8-77.6	1.6-149.6
Ti (ppm)	779.3-9232.3	2338.1-12469.6	1199.3-17805.1	**Zr/4 (ppm)**	0.75-23.40	5.9-58.8	2.75-95.35
K (ppm)	166.0-6557.8	249.0-30298.7	166-14529				

Kuluncak (Malatya) ofiyolitinde gözlenen izotrop gabro, levha dayk ve volkaniklere ait kayaçlar Irvine ve Baragar [145] tarafından geliştirilen Na_2O+K_2O içeriğinin SiO_2 içeriğine göre korele edildiği toplam alkaliler-silika (TAS) diyagramında levha dayklara ve volkaniklere ait kayaçların birkaçının alkalen karakterde, diğer birkaçının ise subalkalen karakterde olduğu, izotrop gabroların ise tamamının subalkalen karakterde olduğu gözlenmektedir (Şekil 5.48).



Şekil 5.48. Kuluncak (Malatya) ofiyolitinde gözlenen izotrop gabro, levha dayk ve volkaniklere ait toplam alkali silika (TAS) diyagramı [145].

Kuluncak (Malatya) ofiyolitinde gözlenen izotrop gabro, levha dayk ve volkaniklere ait kayaçlar, Pearce [146] tarafından geliştirilen Zr/Ti ile Nb/Y oranlarının karşılaştırılması ile oluşturulan kaya sınıflama diyagramına yerleştirilmiştir. (Şekil 5.49a). Levha dayklarına ait kayaçlar diyabazlar, izotrop gabrolar; gabro, diyorit ve kuvarslı diyoritlerle, volkanikler ise bazaltlarla temsil edilmektedirler. Kuluncak (Malatya) ofiyolitinde gözlenen izotrop gabroların Nb/Y oranları 0.05-1.53 arasında, levha dayklarının Nb/Y oranları 0.03-1.37 arasında ve volkaniklerin Nb/Y oranları 0.03-2.07 arasında değişmekte olup, her üç kayaç grubu Winchester ve Floyd, [147] tarafından geliştirilen Nb/Y - Ti/Y değişimi diyagramında örneklerin tamamına yakını toleyitik kayaç alanına düşerken, volkaniklere ait 5 örneğin ise alkalen ve geçiş zonu bölgesine düştüğü görülmektedir (Şekil 5.49b).



Şekil 5.49. a; Kuluncak (Malatya) ofiyolitinde gözlenen izotrop gabro, levha dayk ve volkaniklere ait kayaçların Zr/Ti ile Nb/Y oranlarına göre sınıflandırma diyagramı [146]. b; Kuluncak (Malatya) ofiyolitinde gözlenen izotrop gabro, levha dayk ve volkaniklere ait kayaçların Nb/Y-Ti/Y değişim diyagramı [147].

Kuluncak (Malatya) ofiyolitinde gözlenen izotrop gabroların, levha daykların ve volkaniklerin MgO, CaO, TiO_2, Zr, Y ve V içeriklerine bakıldığında, izotrop gabroların iki (IAT ve BON), levha daykların iki (IAT ve BON) ve volkaniklerin üç (IAT, BON ve OIB) üç farklı magmadan türedikleri görülmektedir (EK 2.2- 2.3).

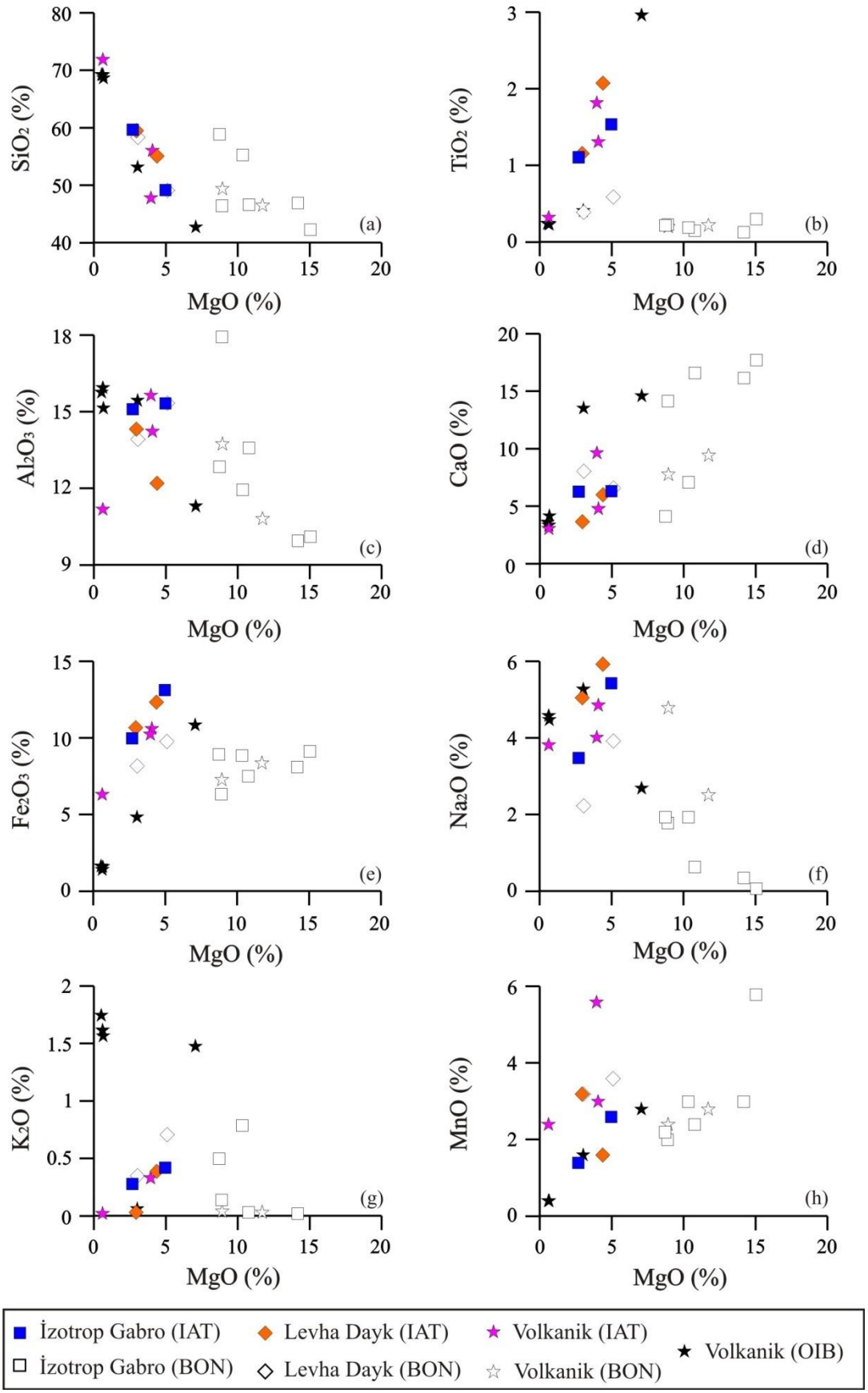
İzotrop gabrolara ait 2 örneğin yüksek miktarda TiO_2 (% 1.11-1.54), Zr (63.9-93.6 ppm), Y (23.5-34.3 ppm), V (218-454 ppm) ve düşük miktarda MgO (%2.70-4.98), CaO (%6.27-6.32) içeriğine sahip olması IAT (ada yayı toleyitik) karakterde olduğunu gösterirken, diğer 6 örneğin düşük miktarda TiO_2 (% 0.13-0.30), Zr (3-30 ppm), Y (3.7-12.7 ppm), V (151-260 ppm) ve yüksek miktarda MgO (% 8.75–15.10), CaO (% 4.11-17.75) içeriğine sahip olması boninitik karakterde olduğunu göstermektedir [148].

Levha dayklara ait 2 örneğin yüksek miktarda TiO_2 (% 1.16-2.08), Zr (101.3-116.9 ppm), Y (44.3-47.4 ppm), V (218-468 ppm) ve düşük miktarda MgO (% 2.96-4.41), CaO (% 3.64-6) içeriğine sahip olması IAT (ada yayı toleyitik) karakterde olduğunu gösterirken, diğer 2 örneğin düşük miktarda TiO_2 (% 0.39-0.59), Zr (23.5-31.3 ppm), Y (14.3-17.8 ppm), V (260-279 ppm) ve yüksek miktarda MgO (% 3.06–5.13), CaO (% 6.58-8.05) içeriğine sahip olması boninitik karakterde olduğunu göstermektedir.

Volkanik kayaçlara ait 2 örneğin yüksek miktarda TiO_2 (% 0.32-1.82), Zr (54.7-125.9 ppm), Y (30.6-42.4 ppm), V (11-343 ppm) ve düşük miktarda MgO (%0.62-4.08), CaO (%3.03-9.64)içeriğine sahip olması IAT (ada yayı toleyitik) karakterde olduğunu gösterirken, diğer 2 örneğin düşük miktarda TiO_2 (% 0.2-0.22), Zr (11-12.3 ppm), Y (5.6-6.7 ppm), V (201-208 ppm) ve yüksek miktarda MgO (%8.96–11.76), CaO (%7.76-9.43) içermesi boninitik karakterde olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu iki sınıftan ayrı olarak, 5 örneğin yüksek miktarda TiO_2 (% 0.23-2.97), P_2O_5 (% 0.07-0.43), LREE ve düşük miktarda MgO (% 0.53-7.10) içeriğine sahip olması alkalen karakterde olduğunu göstermektedir.

Ana oksit içeriklerinin MgO içeriğine göre değişimini gösteren Harker diyagramı Şekil 5.50'de gösterilmektedir. Harker diyagramı incelendiğinde izotrop gabrolar, levha dayklar ve volkaniklerin artan MgO içeriklerine karşılık SiO_2, Al_2O_3, Na_2O, K_2O değerlerinde negatif bir yönelim gözlenirken (Şekil 5.50a, c, f, g), CaO ve MnO içeriklerinde ise genel olarak pozitif bir yönelim gözlenmektedir (Şekil 5.50d, h). TiO_2 ve Fe_2O_3 içeriklerinde ise önce pozitif yönde yönelim gözlenirken, evrimleşen kesimlerinde negatif bir yönelim gözlenmektedir (Şekil 5.50 b, e).

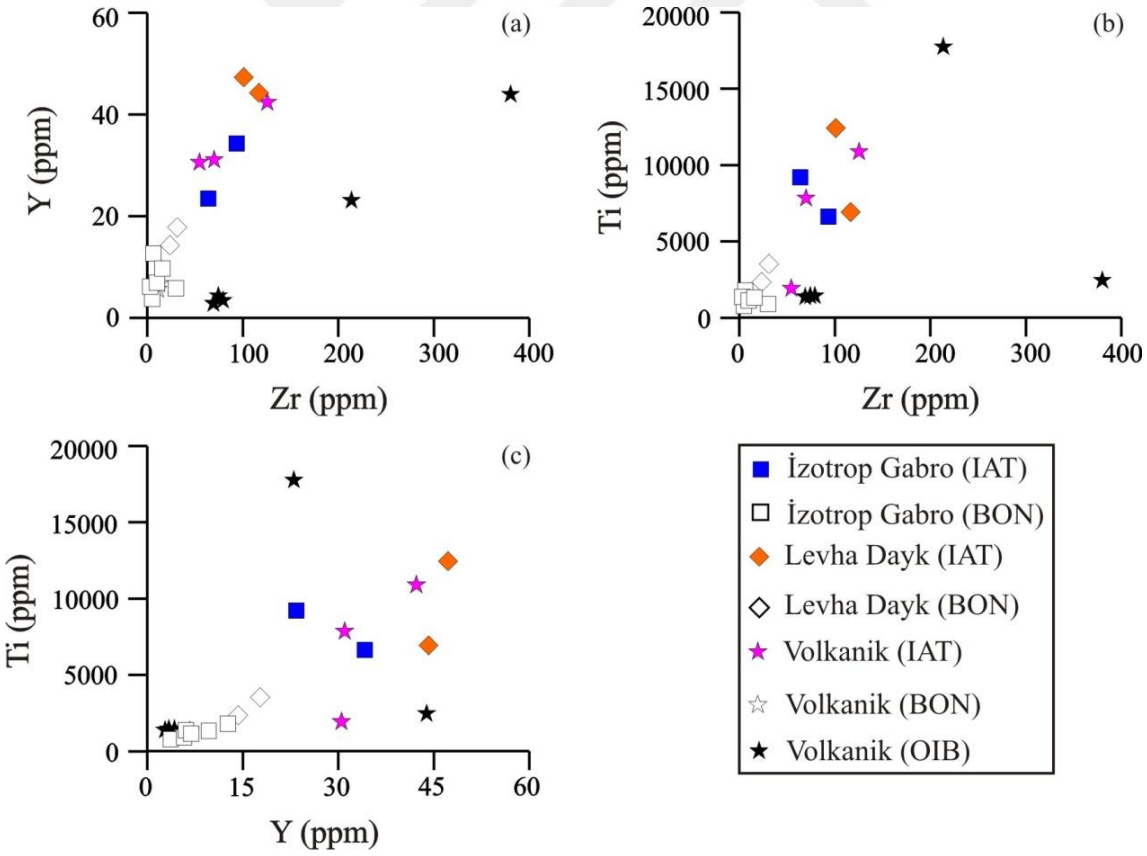
Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait izotrop gabroların, levha dayklarının ve volkaniklerin artan MgO içeriklerine karşılık gelen SiO_2, Al_2O_3, Na_2O, K_2O içeriklerindeki negatif yönelim alüminyum silikatların ve plajiyoklazların fraksiyonlaşması ile tanımlanır. CaO ve MnO içeriklerinde gözlenen pozitif yönde lineer artış ise; yine fraksiyonel kristallenme süreçleri ile tanımlanmaktadır. [149]. İzotrop gabrolara, levha dayklara ve volkaniklere ait örneklerde evrimleşmiş kesimlerindeki TiO_2 ve Fe_2O_3 içeriklerindeki ani düşüş demir-titan ve mangan oksitlerinin fraksiyonlaşması ile açıklanabilmektedir. Tüm bu özelliklere dayanarak Kuluncak ofiyolitine ait izotrop gabroların, levha dayklarının ve volkaniklerin farklı magmadan itibaren geliştikleri söylenebilir.



Şekil 5.50. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait izotrop gabroların, levha daykların ve volkaniklerin ana element içeriklerinin MgO'e karşı değişim diyagramları.

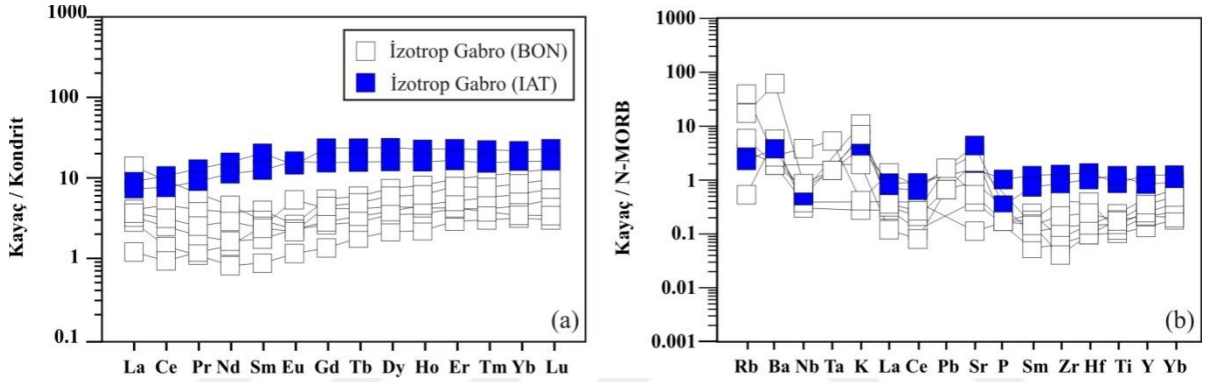
Uyumsuz (incompatible) elementler olarak tanımlanan Zr ve Y magma evrimleşmesi sırasında birbirleriyle benzer jeokimyasal davranışlar sunmaktadırlar [142,143]. Bu elementler birbirleriyle kıyaslandığında pozitif bir yönelim sunmaları magma kristallenmesi esnasında kristalleşen gereçlerin magmadan ayrılması ile artık sıvı içerisinde yoğunlaştığını göstermektedir (Şekil 5.51a). Pearce ve Norry [150] ada yayı sistemlerindeki toleyitik fraksiyonlanma yöneliminin olivin-klinopiroksen ve plajiyoklaz minerallerinin kristallenmesi ile karakterize edildiğini ve Zr-Y elementlerinin tüm seri boyunca pozitif yönde bir korelasyon sergileyeceklerini belirtmişlerdir.

Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait izotrop gabro, levha dayk ve volkanik kayaçların Ti içeriklerinin Zr ve Y içeriğine göre değişimini gösteren diyagram (Şekil 5.51b, c) incelendiğinde Ti içeriğinin izotrop gabrolarda artış gösterdiği levha daykların ve volkaniklerin ise evrimleşmemiş bölümlerde bu lineer pozitif yönde artışın sürdüğü, evrimleşmiş bölümlerinde ise manyetit ve ilmenit gibi minerallerin kristalleşmesinin bir sonucu olarak ani düşüş olduğu gözlenmektedir. Magma evriminin son aşamalarında bu minerallerin (manyetit ve ilmenit) kristalleşmesi Ti/Zr ve Ti/Y oranında bir düşüşe neden olmaktadır [147,150,151].



Şekil 5.51. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait izotrop gabroların, levha daykların ve volkaniklerin iz element içeriklerinin Zr'a karşı değişim diyagramları.

İzotrop gabroların Kondrit ve N-MORB'a göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri (REE) ve çoklu element diyagramları Şekil 5.52' de gösterilmiştir. İzotrop gabroların nadir toprak elementlerine (REE) bakıldığında (Şekil 5.52a), yatay ve yataya yakın görünümü ada yayı toleyitlerinin tipik özelliklerindendir [152]. Boninitik kayaların nadir toprak elementleri bakımından daha fazla tükeltildiği görülmektedir. N-MORB çoklu element diyagramında ise büyük iyon yarıçaplı elementler (LIL), (Rb, Ba, K) elementlerince bir zenginleşme görülmekte (Şekil 5.52b), bu durum dalan levhadan ayrılan elementlerin metasomatizma yoluyla manto kamasında zenginleşmeye neden oldukları şeklinde belirtilmektedir [153]. Negatif Nb anomalisi ise; bu kayaçların dalma-batma zonu ile ilgili ortamı işaret etmektedir [9,154,155].

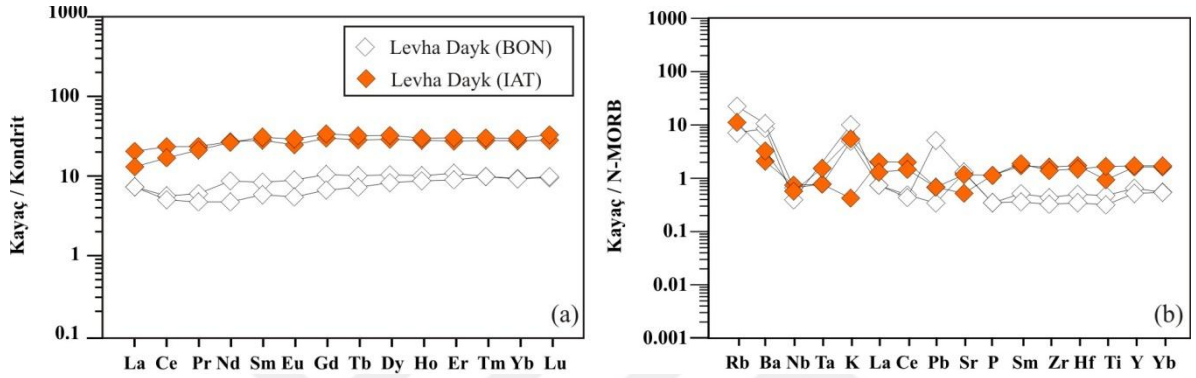


Şekil 5.52. Kuluncak (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait izotrop gabroların Kondrite ve N-MORB'a göre [144] normalize edilmiş iz element dağılım diyagramı.

Levha daykların Kondrit ve N-MORB'a göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri (REE) ve çoklu element diyagramları Şekil 5.53'de gösterilmiştir. Levha daykların nadir toprak elementlerine (REE) bakıldığında iki farklı karakterde kaya türü gözlenmektedir. Bu kayalar yatay ve yataya yakın görünümlü ada yayı toleyitleri ile hafif nadir toprak elementleri bakımından tüketilme gösteren Boninitik karakterdeki kayaçlardır (Şekil 5.53a). N-MORB çoklu element diyagramında ise büyük iyon yarıçaplı elementler (LIL), (Rb, Ba, K) elementlerince bir zenginleşme görülmekte (Şekil 5.53b)., bu durum dalan levhadan ayrılan elementlerin metasomatizma yoluyla manto kamasında zenginleşmeye neden oldukları şeklinde ifade edilmektedir [9]. Kalıcılığı yüksek elementler (HFS) Nb ve Ta, dalan levhada kalmakta ve manto kamasına katılmamaktadır [156-160]. Bu nedenle Kuluncak ofiyolitine ait levha dayklarında görülen negatif Nb anomalisinin onu oluşturan magmanın birincil özelliği olduğu düşünülmektedir.

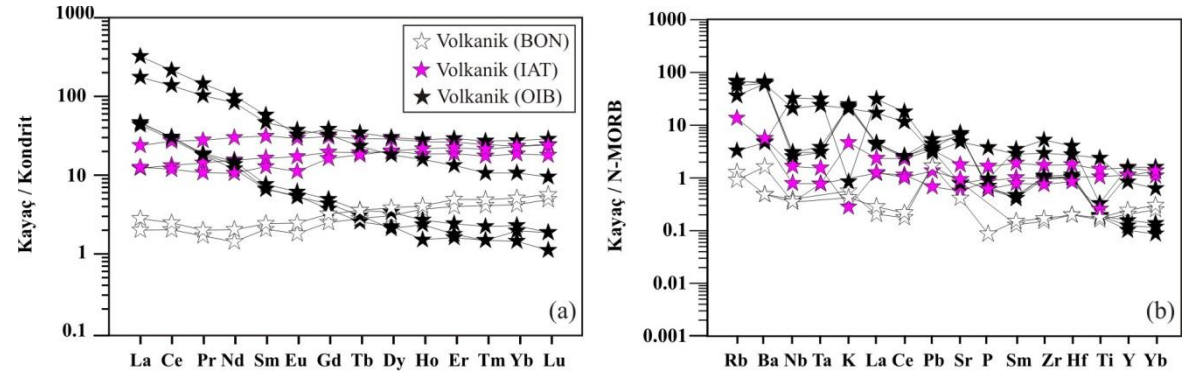
Kuluncak (Malatya) ofiyolitinin volkanik kayaları 3 farklı nadir toprak element deseni sunmaktadır (Şekil 5.54a). Birinci grup kayalar hafif nadir toprak elementler bakımından zenginleşme göstermektedir. İkinci grup kayalar nadir toprak elementler açısından yatay ve

yataya yakın desenler sunmaktadır (Şekil 5.54a). Üçüncü grup kayalar ise hafif nadir toprak elementler açısından tüketilme göstermektedir. Kuluncak (Malatya) ofiyolitinin volkanik kayalarında gözlendiği gibi yataya yakın veya hafif nadir toprak elementleri açısından zenginleşme gösteren volkanik kayaçlar tipik olarak ensimatik ada-yayı [152] ve Doğu Akdenizdeki okyanus içi dalma-batma zonu üzerinde oluşan (SSZ) ofiyolitlerinde görülmektedir [5,16,18-20,28,35,151,153,161-165]. Hafif nadir toprak elementleri açısından tükeltilme de boninitik karakterde olduğunu göstermektedir.



Şekil 5.53. Kuluncak (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait levha dayklarının Kondrite ve N-MORB'a göre [144] normalize edilmiş iz element dağılım diyagramı.

Kuluncak (Malatya) ofiyolitinin volkanik kayaçların N-MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element diyagramları Şekil 5.54b'de verilmektedir. Volkanik kayaların yüksek iyon yarıçaplı (LIL) elementler (Rb, Ba, K, Sr)'deki zenginleşme göstermesinin yanı sıra kalıcılığı yüksek elementlerce (HFS) yataya yakın bir dağılım sunması, N-MORB'a benzediklerini göstermektedir (Şekil 5.54b).

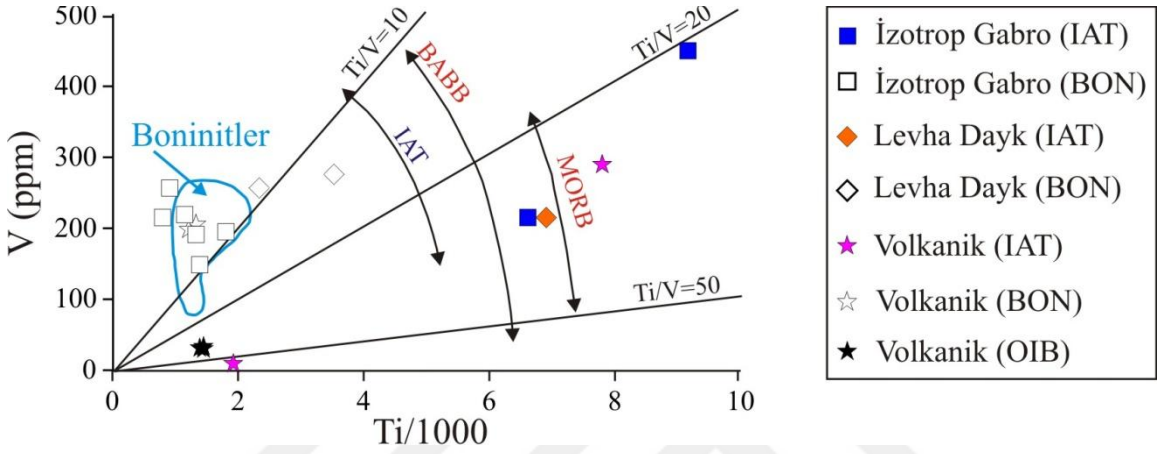


Şekil 5.54. Kuluncak (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait volkanik kayaların Kondrite ve N-MORB'a göre [144] normalize edilmiş iz element dağılım diyagramı.

Bununla beraber HFS elementlerden Nb (Ta) bakımından negatif bir anomali sunmaktadır. Nb elementi bakımından tüketilme okyanus içi dalma-batma zonu üzerinde oluşan

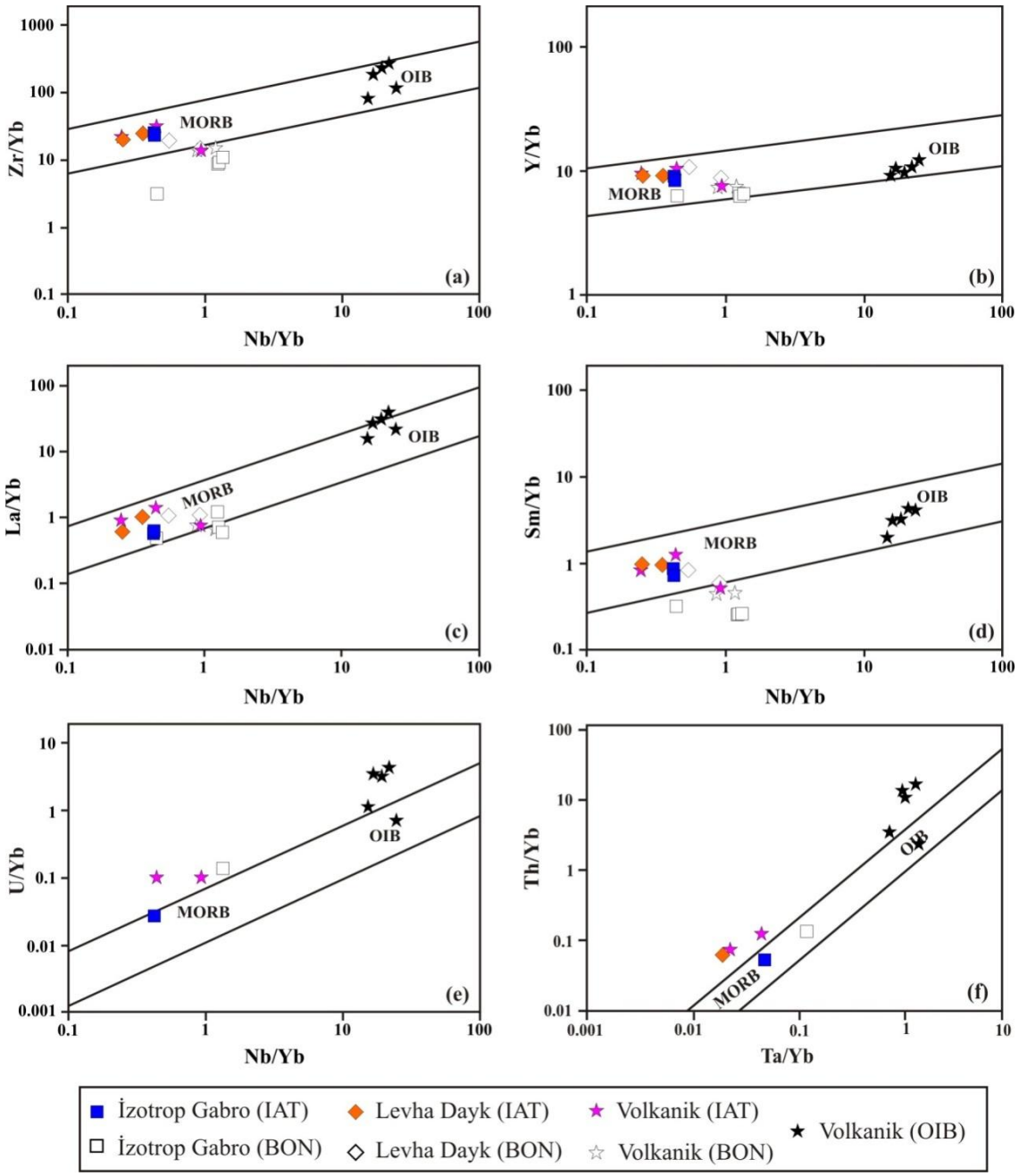
volkanik kayaların temel özelliklerinden biri olup, bu tüketilmenin Nb'un dalan okyanusal kabuğun kısmi ergimesi esnasında Ti içeren minerallerce (ilmenit, sfen) tutulmasına bağlanmaktadır [166].

İzotrop gabroların, levha dayklarının ve volkaniklerin bir kısmının Ti bakımından oldukça tüketilmiş oldukları görülmektedir (Tablo 5.6). Ti-V değişim diyagramı üzerinde, izotrop gabrolara, levha dayklara ve volkaniklere ait bazı kayaların Ti bakımından fakirlik sunduğu, ada yayı bazaltları ve boninitik kayalarla benzerlikler gösterdiği anlaşılmaktadır (Şekil 5.55).



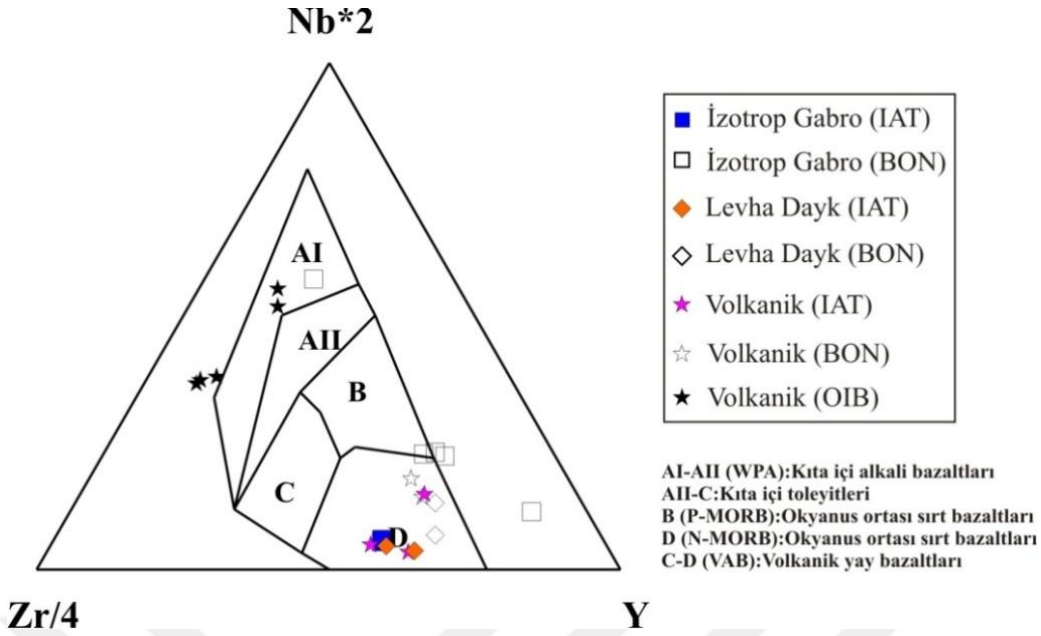
Şekil 5.55. Kuluncak ofiyoliti levha daykları ve izotrop gabrolara ait kayaçların V - Ti diyagramı [167]. IAT: Ada yayı toleyitleri, MORB: Okyanus ortası sırt bazaltları, BABB: Yay ardı havza bazaltları, Boninitlerin alanı [148].

Nb/Yb ve diğer Ana ve iz elementlerin oranına göre değişim diyagramlarında izotrop gabroların, levha dayklarının ve volkaniklerin büyük bir çoğunluğu tüketilmiş manto (MORB) alanına düşerken volkaniklere ait bazı örneklerin ise zenginleşmiş manto (OIB) alanına düştükleri görülmektedir (Şekil 5.56). Bu diyagramlar genel olarak Kuluncak ofiyolitinde gözlenen izotrop gabroların, levha dayklarının ve volkaniklerin okyanus içi yitim zonu üzerinde oluştuğunu işaret etmektedir (Şekil 5.56).



Şekil 5.56. Kuluncak-Hekimhan (Malatya) bölgesindeki ofiyolitik kayaçlar için Zr-Y-La-Sm-U / Yb'ye karşı Nb/Yb diyagramları. MORB - OIB sırasıyla okyanus ortası sırt ve okyanus adası manto kaynağının konumunu temsil etmektedir [168]. Th / Yb'ye karşı Ta / Yb diyagramları [169].

Meschede [170], tarafından geliştirilen 2*Nb-Zr/4-Y tektonomagmatik ayrım diyagramına göre Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait hem toleyitik hem de boninitik karakter sunan izotrop gabro, levha dayk ve volkaniklerin iki örnek dışında hepsinin volkanik yay bazaltları alanına düştükleri gözlenmektir. Alkali karakter sunan volkanik kayaçlar ise kıta içi alkali bazaltları alanı ile temsil edilmektedir (Şekil 5.57).



Şekil 5.57. Kuluncak (Malatya)ofiyolitine ait izotrop gabroların, levha dayklarının ve volkaniklerin Nb-Y-Zr tektonomagmatik ayrım diyagramındaki konumları [170].

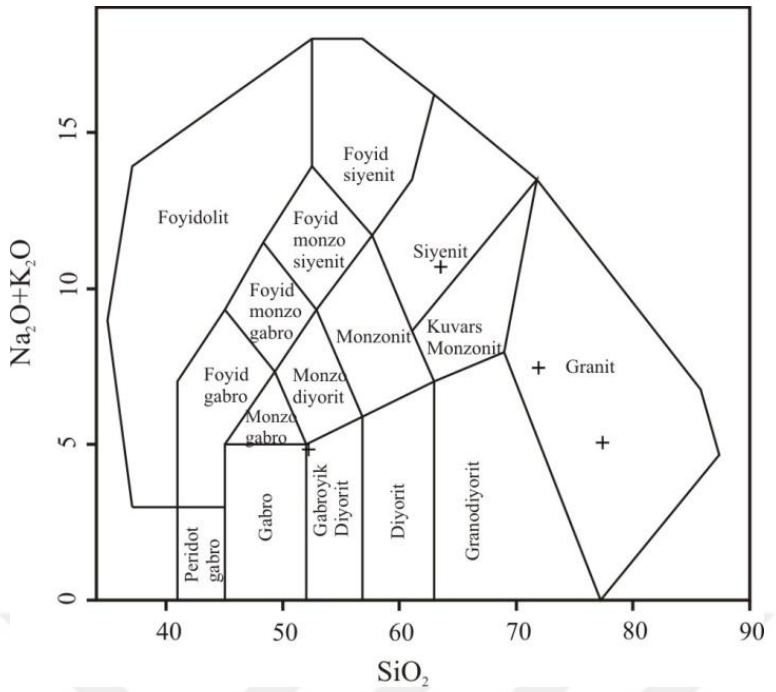
5.3.4. Granitler

Kuluncak (Malatya) ofiyolitini kesen granitik kayaçlara (Keklicek graniti) ait ana-iz element içerikleri EK 2'de gösterilmiştir. Granitik kayaçlara ait bazı ana-iz element içerikleri ve hesaplamaları Tablo 5.7' de verilmiştir.

Tablo 5.7. Granit kayacına ait bazı ana-iz element içerikleri ve hesaplamaları.

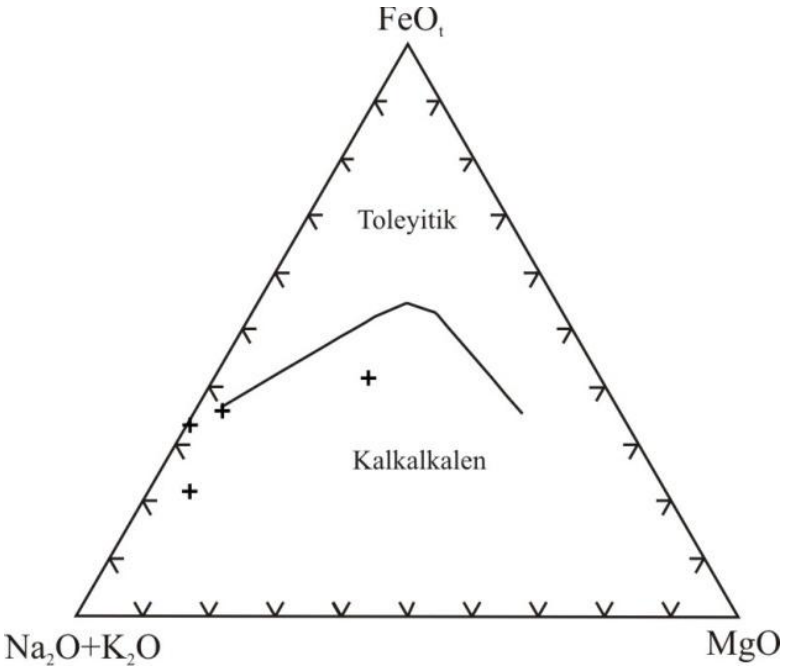
Ana ve İz Elementler	Granitler	Ana ve İz Elementler	Granitler	Ana ve İz Elementler	Granitler
SiO_2	% 52.71-77.57	**Na_2O+K_2O**	% 4.90-10.76	**Y (ppm)**	8.2-47.8
Fe_2O_3	% 2.64-5.96	**Rb (ppm)**	1.4-4.4	**Nb+Y (ppm)**	14.20-50.10
MgO	% 0.03-3.30	**Nb (ppm)**	1.9-13.8	**Ga*3 (ppm)**	29.4-46.2

Çalışma alanında yüzeyleyen petrografi çalışmasında granit olarak tanımlanan intrüzif kayaçlar Middlemost (171) tarafından geliştirilen SiO_2'ye göre Na_2O+K_2O kaya sınıflaması diyagramında iki örnek granit alanına, diğer iki örnek ise siyenit ve gabroyik diyorit alanına düşmektedir (Şekil 5.58).

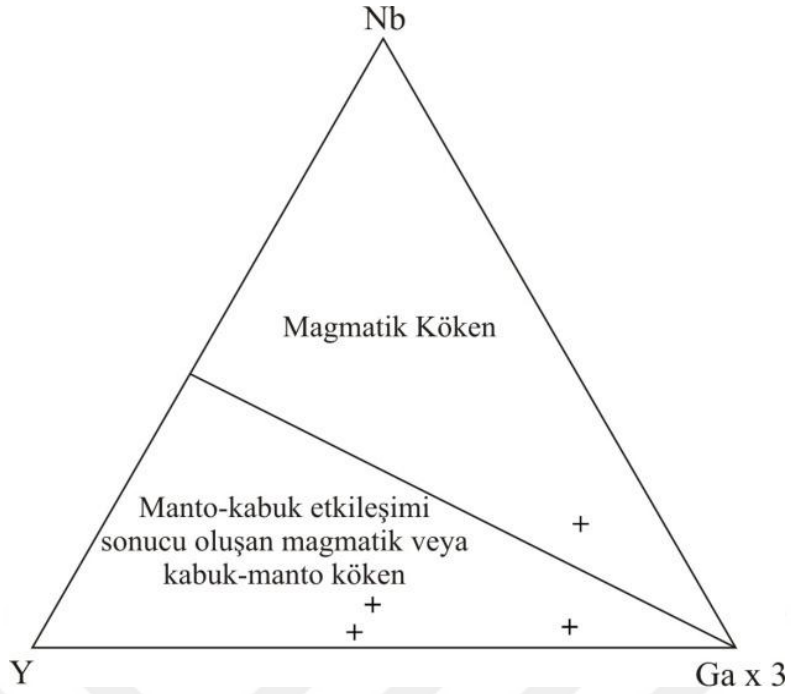


Şekil 5.58. Çalışma alanındaki granitlerin adlandırma diyagramı [171].

Çalışma alanındaki granitik kayaçlar toplam alkali (Na_2O+K_2O)+FeO+MgO (AFM) diyagramında çoğunlukla kalk-alkalen karakter sundukları görülmektedir (Şekil 5.59). Eby [172]' nin önerdiği Nb-Y-Ga*3 üçlü diyagramında 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 5.60).

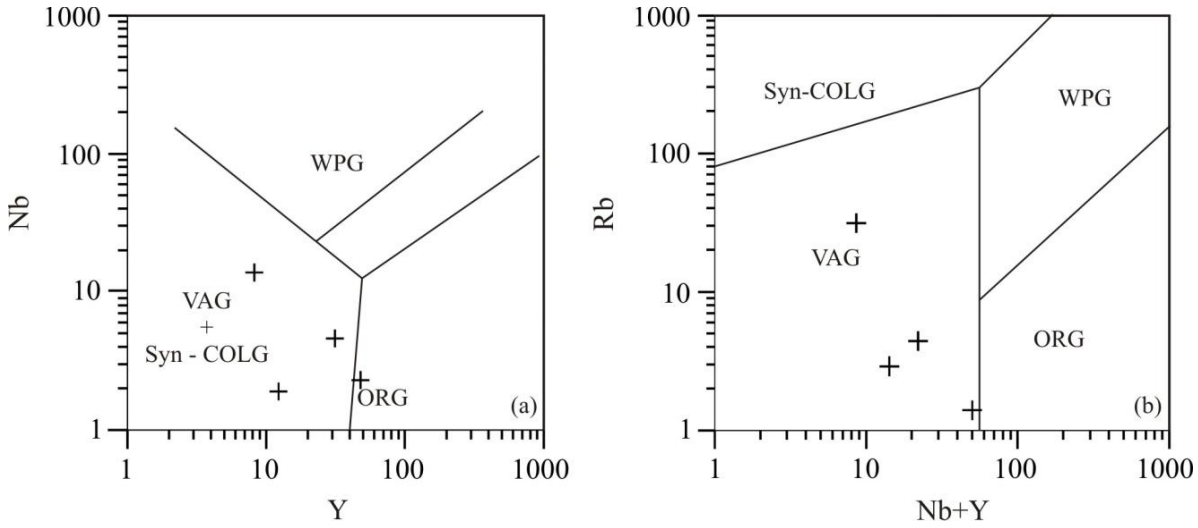


Şekil 5.59. Granitlerin AFM diyagramındaki konumları [145].



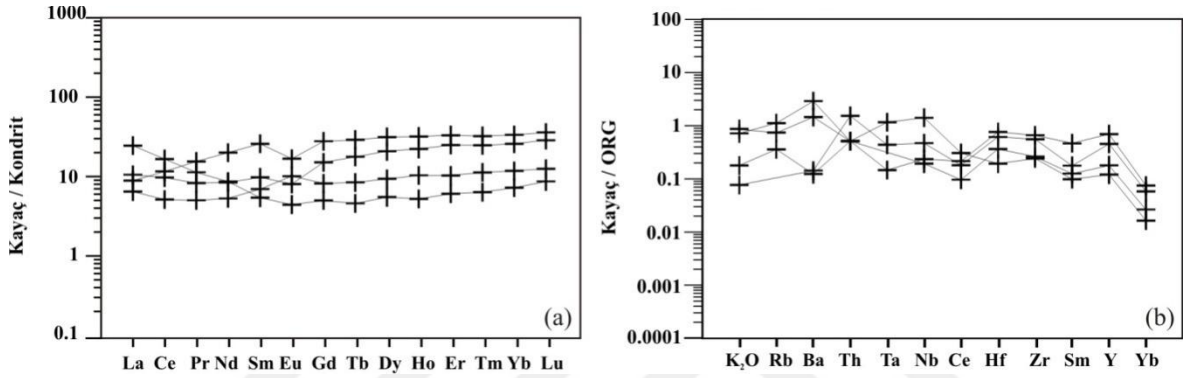
Şekil 5.60. Granitlerin Nb-Y-Ga*3 üçgen diyagramındaki konumları [172].

Pearce vd., [153] tarafından ortaya konulan Nb-Y (a) / Rb-Y+Nb (b) elementlerinin korelasyonlarına dayandırılan tektonomagmatik ortam ayırtlama diyagramlarında; kıta içi graniti (WPG), okyanus ortası sırtı graniti (ORG), volkanik yay graniti (VAG), çarpışmayla eş yaşlı granitler (Syn-COLG) ortamlarında oluşan granitleri birbirinden ayırmak mümkündür. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait granitlerin büyük bir kısmının volkanik yay granitleri (VAG) ve çarpışmayla eş yaşlı granitler (Syn-COLG) alanına düştükleri gözlenmiştir (Şekil 5.61a, b).



Şekil 5.61. Granitlerin Nb-Y (a) / Rb-Y+Nb (b) tektonomagmatik ayrım diyagramı [9].

Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait granitik kayaların Kondrit'e göre normalize edilmiş nadir toprak element (REE) ve okyanus ortası sırtı granitlerine (ORG) göre normalize edilmiş çoklu element diyagramları Şekil 5.62'de verilmektedir. Nadir toprak element (REE) diyagramına bakıldığında; genel olarak kayaçların yatay veya yataya yakın bir yönelim sundukları görülmektedir (Şekil 5.62a). Eu elementi bakımından hafif bir negatif anomali gözlenmekte olup, bu durum feldispat fraksiyonlanmasını işaret etmektedir (Şekil 5.62a). Çoklu element 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 gözlenmektedir (Şekil 5.62b).



Şekil 5.62. Granitlerin Kondrite [144] ve okyanus ortası sırtı granitlerine (ORG) göre [9] normalize edilmiş iz element dağılımı.

5.3.5. Rodenjitler

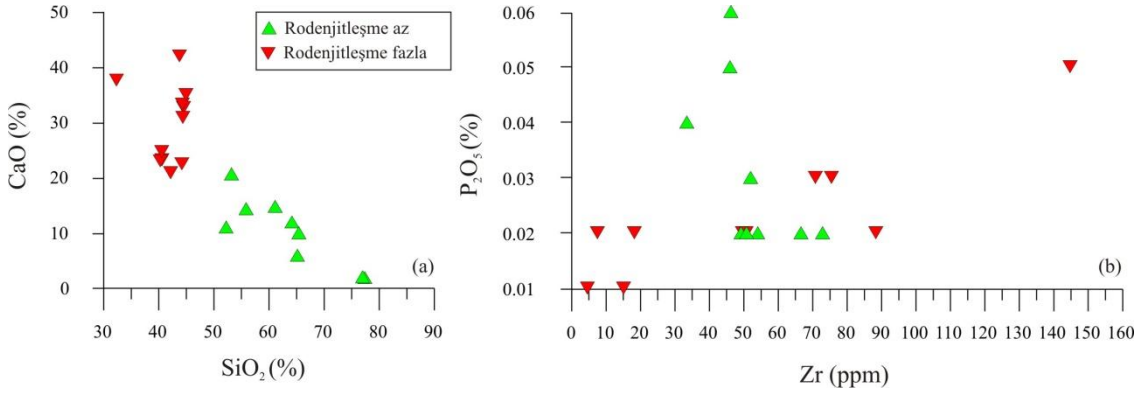
Kuluncak (Malatya) ofiyolitinde gözlenen rodenjitik dayklar bu bölümde rodenjitler olarak anlatılmıştır. Rodenjitlere ait ana-iz element içerikleri EK 2'de gösterilmiştir. Rodenjitlerin tüm kayaç ana ve iz element içerikleri yüksek CaO, Al_2O_3, Sr; düşük SiO_2, MgO, P_2O_5, Zr sunmaktadır (Tablo 5.8).

Tablo 5.8. Rodenjitlere ait bazı ana ve iz element içerikleri.

Ana ve İz Elementler	Rodenjitler	Ana ve İz Elementler	Rodenjitler
SiO_2	% 32.36-77.63	**P_2O_5**	% 0.01-0.06
Al_2O_3	% 8.09-23.15	**MnO**	% 0.02-0.17
MgO	% 0.15-14.08	**Sr (ppm)**	7.7-465.3
CaO	% 2.08-42.14	**Zr (ppm)**	1.0-145.4

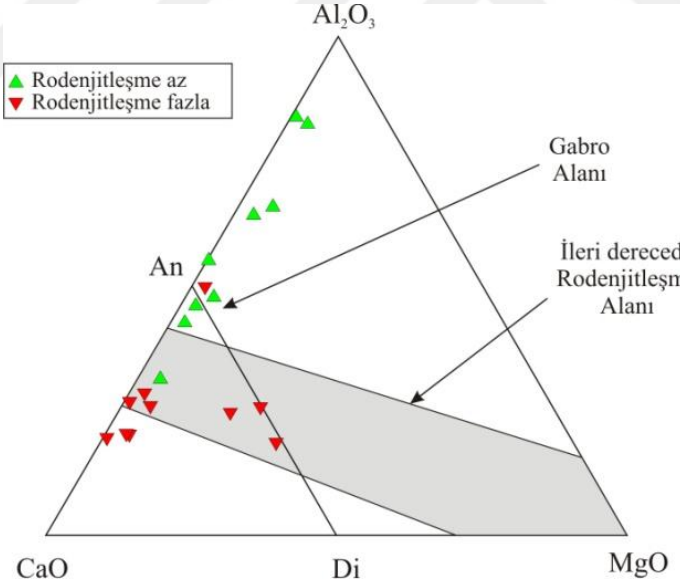
Rodenjitleşmeyi sağlayan metasomatik kaynakta kalsiyumun (Ca) artışı kalsik piroksenlerin serpantinleşme esnasındaki bozunmalarıyla gerçekleşmektedir. Kalsik

piroksenlerin serpantinizasyonundan türeyen sıvıların silika aktivitelerinin düşüklüğü rodenjitleşme kaynağındaki SiO_2 tüketilmişliğinin sebebi olarak yorumlanmaktadır [173] (Şekil 5.63).



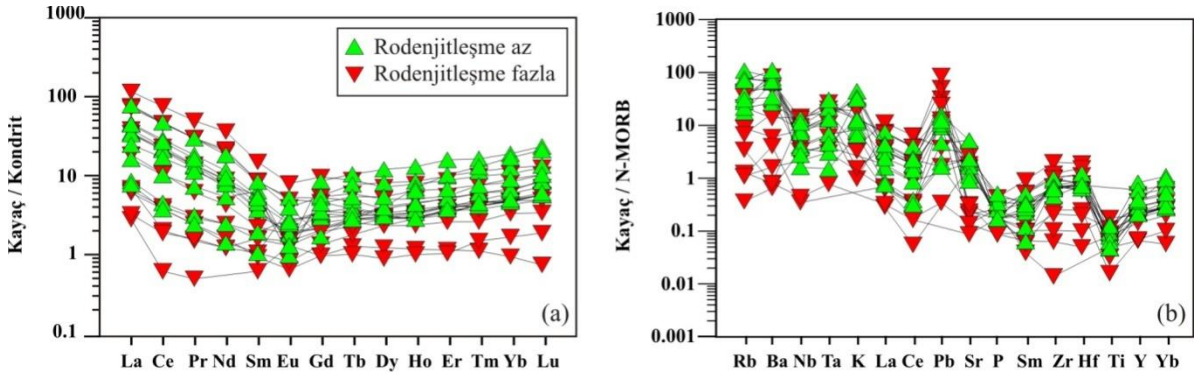
Şekil 5.63. CaO/SiO_2 Harker diyagramı ve P_2O_5/Zr sınıflama diyagramı [147].

Rodenjitler Al_2O_3, CaO ve MgO üçgen diyagramında bazı kayaç örneklerinin ileri derece de rodenjitleşme gösterdiği gözlenmiştir (Şekil 5.64).



Şekil 5.64. Rodenjitleşme alanlarının gösterildiği ana oksitlere bağlı üçgen diyagram. Rodenjitleşme alanı [173].

Rodenjitlerin Kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element (REE) içerikleri hafif nadir toprak elementlerince zenginleşen [(LaN/SmN (1.99–10.85) ve SmN/YbN (0.06–1.77)] desenler sunmaktadırlar (Şekil 5.65a). N-MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında büyük iyon yarıçaplı (LIL; Rb, Ba, K) elementlerin, yüksek çekim alanlı (HFS; Y, Zr, Hf, Ti) elementlere göre zenginleştiği gözlenmektedir (Şekil 5.65b).



Şekil 5.65. Kuluncak (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait rodenjitlerin Kondrite ve N-MORB'a göre [144] normalize edilmiş iz element dağılımı.

5.3.5.1. İzokon Analizi

Çeşitli araştırmacılar [174-179] tarafından alterasyona uğramış kayaçlarda meydana gelen kütlesel ve kimyasal değişimleri anlamak için, hareketsiz elementi esas alan farklı jeokimyasal yöntemler geliştirilmiştir. Kayaçların alterasyonu esnasında, bazı elementler hareketli davranırken diğer elementler hareketsiz davranarak geride kalan kayaçta zenginleşme gösterirler. Çalışma alanındaki Kuluncak ofiyolitik birimlerine ait tektonitlerin içerisindeki rodenjitlerde gözlenen hidrotermal alterasyonun oluşturduğu değişimi irdelemek amacıyla Grant [174] tarafından geliştirilen "İzokon Analizi" kullanılmıştır. Grant [174] geliştirdiği formül hesaplamasında altere ve altere olmamış kayaçlarda hareketsiz elementlerden (Al, Ti, Y, Zr, Hf, Nb ve NTE gibi) yararlanılmaktadır. İzokon analizi Grant [174]'a göre hesaplama formülü;

$$\% \boldsymbol{Di} = \frac{\left[\left(\frac{C^{P}_{Al_2O_3} x C^{D}_{\dot{I}}}{C^{D}_{Al_2O_3}}\right)\right] - \boldsymbol{C^{P}_{\dot{I}}}}{\boldsymbol{C^{P}_{\dot{I}}}} \boldsymbol{x100}$$

$\boldsymbol{C^{P}_{Al_2O_3}}$ = Al_2O_3 ana kayaçtaki oran $\boldsymbol{C^{D}_{Al_2O_3}}$ = Al_2O_3 altere olmuş kayaçtaki oran

$\boldsymbol{C^{P}_{\dot{I}}}$ = Aranılan (kimyasal formüldeki) elementin ana kayaçtaki miktarı

$\boldsymbol{C^{D}_{\dot{I}}}$ = Aranılan (kimyasal formüldeki) elementin altere kayaçtaki miktarı

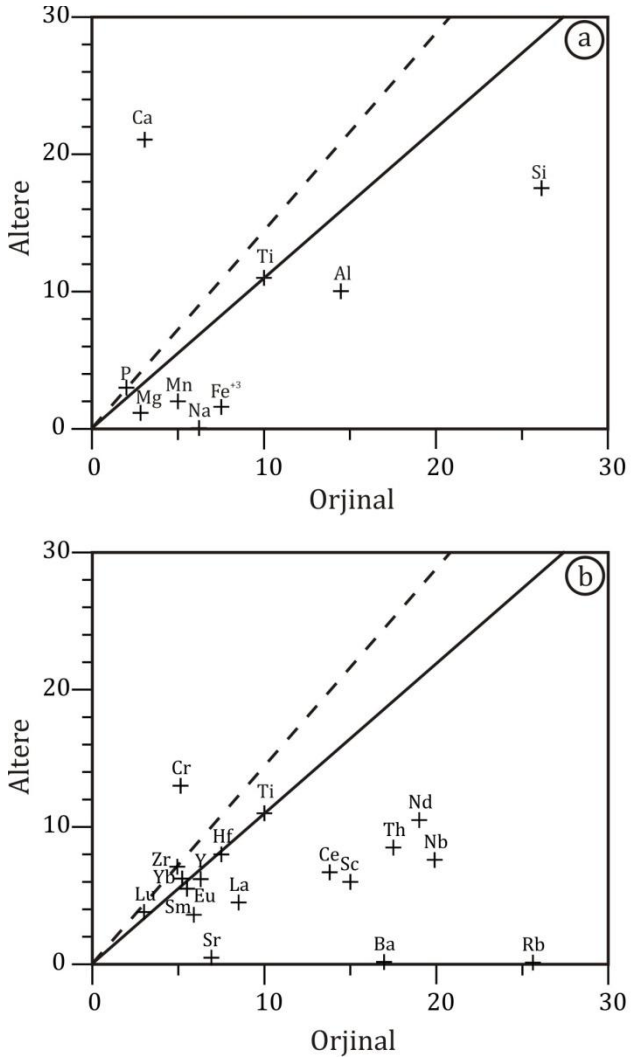
Kuluncak ofiyolitik birimlerine ait tektonitleri kesen kayaçların değişimi incelenirken, Grant'ın [174] geliştirdiği formülde Al_2O_3 yerine TiO_2 hareketsiz kabul edilerek elementlerin kütle kazanımı ve kütle kaybı hesaplanmıştır. Hesaplamalar esnasında kayaçların jeokimya sonuçları kullanılmıştır (EK 2). Hesaplanan kütle kazanımı ve kütle kaybı seçilen kuvarslı mikrodiyorit (K-117) ve mikrodiyorite (HK-13) göre ayrı ayrı hesaplanarak, diyagram üzerinde gösterilmiştir (Şekil 5.66c ve 5.67c). Kütle kazanımı olan elementler diyagram üzerinde çizilen

(Ti hareketsiz element üzerinde çizilen) çizginin üzerinde kalırken, kütle kaybına uğrayan element içerikleri diyagram üzerine çizilen çizginin altında kalmıştır. Çizilen Ti ana elementine karşılık gelen düz çizgiye alternatif olarak çizilen Zr iz elementi kesikli çizgi ile gösterilmiştir (Şekil 5.66a, b ve 5.67a, b).

Bu analiz için iki örnek seçilmiştir. Kuvarslı mikrodiyorit (K-117) ve mikrodiyorit (HK-13) örnekleri ile rodenjit (HK-15) örneği karşılaştırılarak, izokon analizleri yapılmış, kütle kazanımı ve kütle kaybı hesaplamaları her iki kayaç grubu için ayrı ayrı verilmiştir.

K-117 kuvarslı mikrodiyorit kayacı ile HK-15 rodenjit kayacına göre hazırlanan izokon diyagramlarında ana elementlerden P ve Ti, iz elementlerden Hf, Y, Yb ve Eu elementlerinin çizilen izokon doğrusunun yakınına düşmesi bu elementlerin kütle değişim miktarlarının az olduğunu göstermiştir. Ayrıca; Ca, P, Zr, Cr, Lu gibi elementlerde önemli miktarda kütle kazanımı gözlenirken, Si, Al, Fe^{+3}, Mn, Mg, Na, Ba, Sr, Sc, Rb, Nb, Th, La, Ce, Nd, Sm gibi elementlerde önemli miktarda kütle kaybı gözlenmektedir (Şekil 5.66c). Ayrıca, K ve Ni elementi için jeokimya analiz sonuçlarında; bu elementler ölçülebilirlik sınırının altında kaldığı için hesaplanması yapılamamıştır.

HK-13 mikrodiyorit kayacı ile HK-15 rodenjit kayacına göre hazırlanan izokon diyagramlarında ana elementlerden P ve Ti , iz elementlerden Zr ve Hf elementlerinin çizilen izokon doğrusunun yakınına düşmesi bu elementlerde kütle değişim miktarlarının az olduğunu göstermiştir. Ca, Sc, La, Ce, Nd, Sm gibi elementlerde önemli miktarda kütle kazanımı gözlenirken, Si, Al, Fe^{+3}, Mn, Mg, Na, Ba, Sr, Y, Cr, Rb, Nb, Hf, Eu, Yb, Lu gibi elementlerde önemli miktarda kütle kaybı gözlenmektedir (Şekil 5.67c). Ayrıca, K ve Ni elementi için jeokimya analiz sonuçlarında; bu elementler ölçülebilirlik sınırının altında kaldığı için hesaplanması yapılamamıştır.

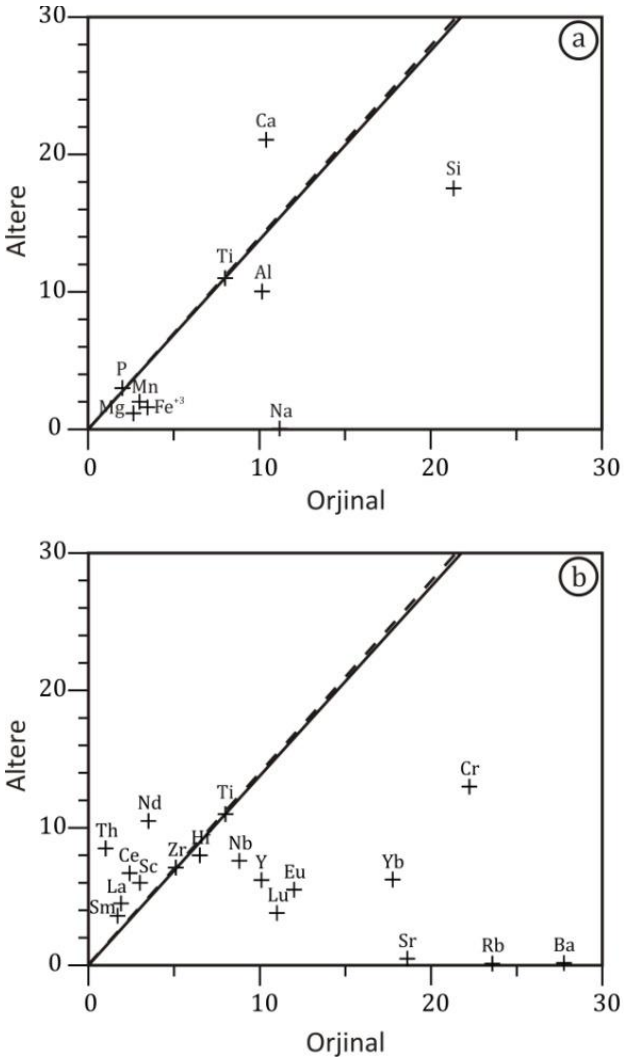


c

Elementlerin Kayıp ve Kazancı			
Si	-39.01	Zr	30.84
Ti	0.00	Cr	130.30
Al	-36.99	Ni	n.a
Fe^{+3}	-80.66	Rb	-99.57
Mn	-63.64	Nb	-65.28
Mg	-62.60	Hf	-3.03
Ca	524.94	Th	-55.84
Na	-99.12	La	-51.87
K	n.a	Ce	-55.86
P	36.36	Nd	-49.76
Ba	-99.14	Sm	-44.53
Sr	-93.69	Eu	-9.09
Y	-10.53	Yb	8.67
Sc	-63.64	Lu	15.15

Şekil 5.66. K-117 kuvarslı mikrodiyorit ve HK-15 rodenjit kayaçlarına göre hazırlanmış izokon diyagramı (a: Ana element içeriklerine göre hazırlanmış, b: iz element içeriklerine göre hazırlanmış) ile elementlerin kütle kaybı ve kazanç miktarları (c). n.a; hesaplanamamış değer. Elementlerin hesaplamasında kullanılan ölçeklendirme faktörü: SiO_2 (x 0.4), TiO_2 (x 100), Al_2O_3 (x 1), Fe_2O_3(x 2), MnO (x 100), MgO (x 2), CaO (x 0.5), Na_2O (x 2), P_2O_5 (x 100), Cr_2O_3 (x 100), Ba (x 0.04), Sr (x 0.04), Y (x 1), Sc (x 1), Zr (x 0.1), Cr (x 0.05), Rb (x 0.6), Nb (x 1), Hf (x 5), Th (x 5), La (x 1), Ce (x 1), Nd (x 5), Sm (x 10), Eu (x 50), Yb (x 6), Lu (x 20).

Rodenjitlerdeki Ca metazomatizmasının denge reaksiyonları, CaO değerlerinde zenginleşmeye neden olurken, SiO_2 değerlerinde tüketilmeye neden olmuştur. Bu duruma bağlı olarak; Ca değerlerinde artış gözlenirken, Si değerlerinde azalma gözlenmiştir (Şekil 5.66c-5.67c). Metazomatik süreçlerde gelişen denge reaksiyonlarında ise, metazomatizmanın şiddetine ve sonucuna bağlı olarak akışkanların alkalinitesi yükselmektedir. Yüksek dereceli alkali akışkanlar ise; peridotitlerle (yan kayaç) reaksiyonları sonucunda, REE elementlerince zenginleşme gösterebilmektedir.



c

Elementlerin Kayıp ve Kazancı			
Si	-40.22	Zr	1.39
Ti	0.00	Cr	-57.48
Al	-28.20	Ni	n.a
Fe^{+3}	-66.37	Rb	-99.63
Mn	-51.52	Nb	-37.19
Mg	-68.04	Hf	-10.49
Ca	47.34	Th	518.18
Na	-99.61	La	72.25
K	n.a	Ce	103.03
P	9.09	Nd	118.18
Ba	-99.58	Sm	54.01
Sr	-98.12	Eu	-66.67
Y	-55.36	Yb	-74.45
Sc	45.45	Lu	-74.88

Şekil 5.67. HK-13 mikrodiyorit ve HK-15 rodenjit kayaçlarına göre hazırlanmış izokon diyagramı (a: Ana element içeriklerine göre hazırlanmış, b: iz element içeriklerine göre hazırlanmış) ile elementlerin kütle kaybı ve kazanç miktarları (c). n.a; hesaplanamamış değer. Elementlerin hesaplamasında kullanılan ölçeklendirme faktörü: SiO_2 (x 0.4), TiO_2 (x 100), Al_2O_3 (x 1),Fe_2O_3 (x 2), MnO (x 100), MgO (x 2), CaO (x 0.5), Na_2O (x 2), P_2O_5 (x 100), Cr_2O_3 (x 100), Ba (x 0.04), Sr (x 0.04), Y (x 1), Sc (x 1), Zr (x 0.1), Cr (x 0.05), Rb (x 0.6), Nb (x 1), Hf (x 5), Th (x 5), La (x 1), Ce (x 1), Nd (x 5), Sm (x 10), Eu (x 50), Yb (x 6), Lu (x 20).

Rodenjitlerde yapılan izokon analizlerinin rodenjitlere ait farklı köken kayaç gruplarındaki (kuvarslı mikrodiyorit ve mikrodiyorit) element içeriklerinin bazı kayaç grubunda artarken, bazı kayaç grubunda azaldığı gözlenmiştir. Bu elementlerdeki farklı değişimler; bölgenin jeolojisine, tektonik ortamın yapısına, ortamda gelişen akışkanların kimyasal bileşimine, sıcaklığına ve kısmi basıncına (oksijen), bağlı olarak rodenjitleşmenin farklı safhalarda gelişebileceğini göstermektedir.

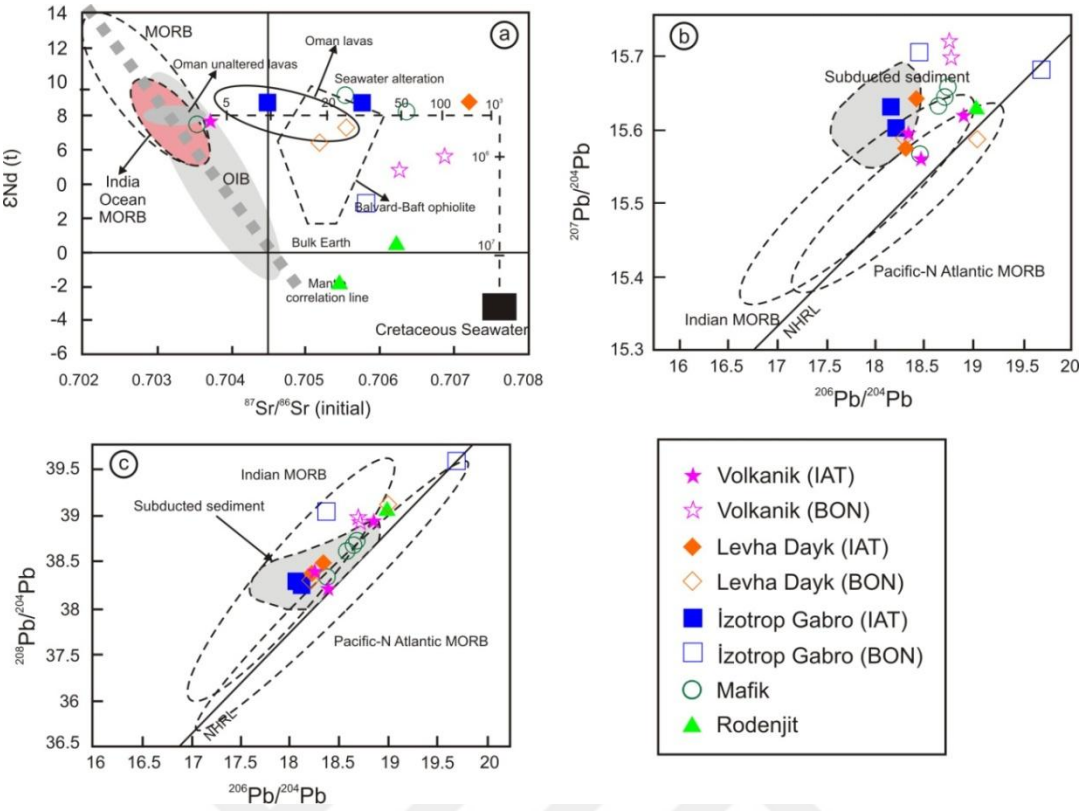
5.4. İzotop Jeokimyası

Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait kümülatların (4 adet), izotrop gabroların (4 adet), levha dayklarının (4 adet), volkaniklerin (5 adet) ve rodenjitlerin (2 adet) izotop jeokimyası analizleri yapılarak, ilksel Sr-Nd-Pb izotop oranları Geç Kretase (90 My) yaşına göre düzeltilmiştir (EK 4.1-4.2).

Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait farklı birimlerden derlenen kayaçların Nd-Sr-Pb izotopik oranları (EK 4.1-4.2) verilmiştir. Bu kayaçların ilksel ^{87}Sr / $^{86}Sr(i)$ içerikleri 0.703548 ile 0.707212 arasında değişmektedir (EK 4.1). Bu yüksek ve değişken ^{87}Sr / ^{86}Sr içerikleri kayaçların deniz suyu ile değişimini ve etkileşimini veya kıtasal kabukla kirlenmeyi göstermektedir [180] (Şekil 5.68a). εNd değerleri ise -1,70 ile 9.17 arasında değişmektedir. Bu geniş aralıklar ergimenin oluşması veya kıtasal kabukla kirlenme için farklı kaynakları gösterir. εNd değerinin negatif değerler sunması okyanusal kabuğun kıtasal kabuk altına daldığı bölgelerde kıtasal kabuk katkısının yüksek olduğunu göstermektedir [181,182]. εNd değerinin pozitif değerler sunması ise bu kayaların oluşumları sırasında kıtasal kabuk katkısının olmadığını göstermektedir.

Pb izotopik konsantrasyonlarında, radyojenik büyümenin belirlenebilmesi için düzeltilme yapılmamış ve erüpsiyon değerleri için maksimum değerler kullanılmıştır. Pb izotopları geniş bir aralık sunmakla birlikte, ^{206}Pb / ^{204}Pb, ^{207}Pb / ^{204}Pb ve ^{208}Pb / ^{204}Pb sırasıyla, 18.07-20.24, 15.56-15.72 ve 38.20-40.60 değerleri arasında değişmektedir (EK 4.2). Kuluncak ofiyolitine ait farklı birimlerden derlenen kayaçların Pb izotop değerleri sonuçları diyagrama aktarıldığında ofiyolitik birimlerin Kuzey yarımküre referans çizgisi (NHRL) [183] üzerinden ve yakınından geçtiği gözlenmekte olup dalma batmaya ait sedimentlerin etkisinin olduğu gözlenmiştir (Şekil 5.68b, c).

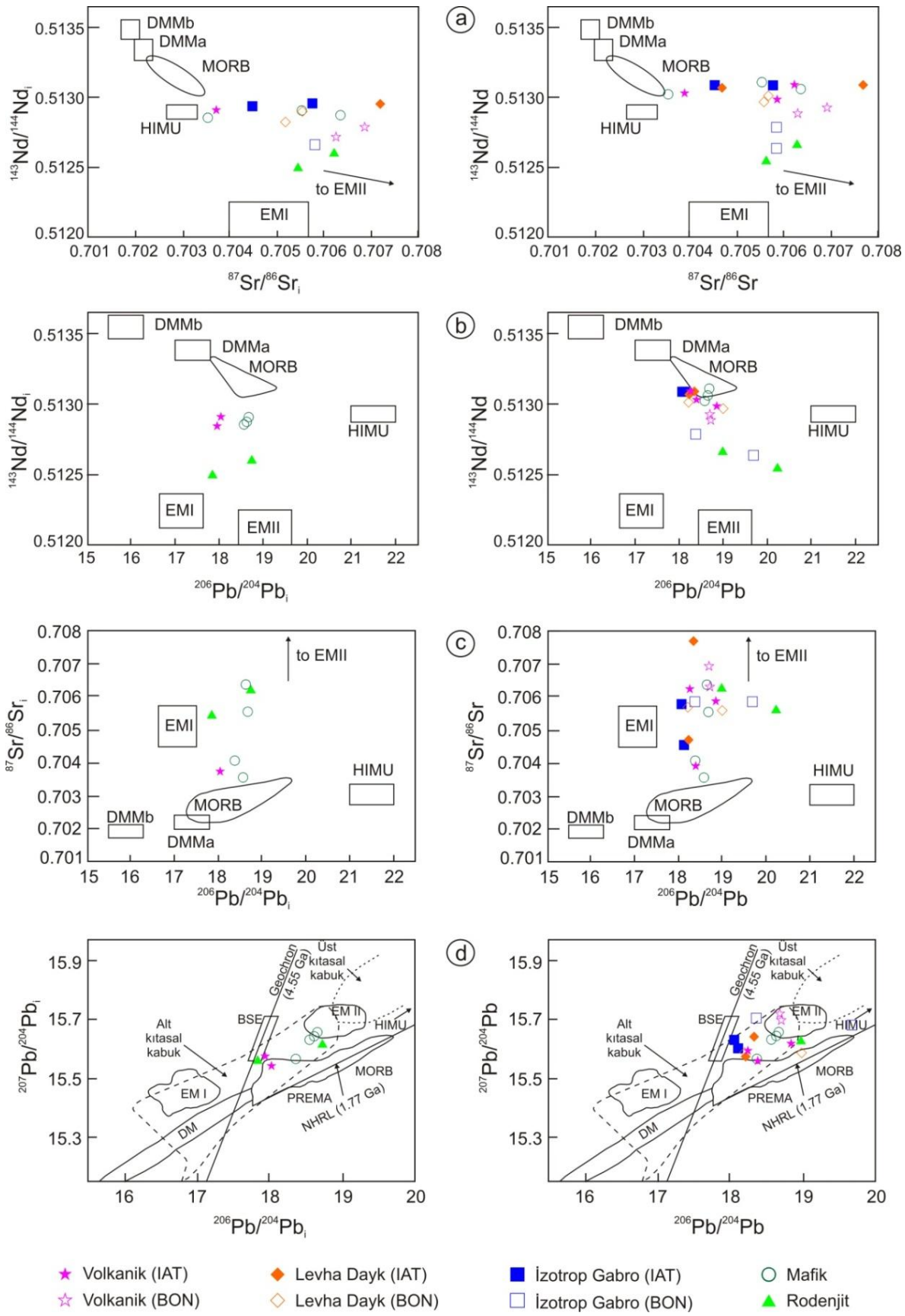
Kuluncak ofiyolitik kayaçlarının $^{143}Nd/^{144}Nd$ ve $^{87}Sr/^{86}Sr$ ilksel ve günümüz değerleri incelendiğinde benzer kaynakların ürünleri oldukları açık görülmektedir (Şekil 5.69a). Ofiyolitik kayaçların $^{143}Nd/^{144}Nd(i)$ izotop oranları 0.512502 ve 0.512966, $^{87}Sr/^{86}Sr(i)$ izotop oranları ise 0.703548-0.707212 arasında değişmekte olup, EMII kaynak alanını işaret etmektedirler (Şekil 5.69a, b ve c). Kuluncak ofiyolitine ait farklı birimlerden derlenen kayaçlarda yapılan tüm kaya analiz sonuçlarında bazı numunelerin Uranyum (U), Toryum (Th) değerleri, uygulanan analiz yönteminin ölçülebilirlik sınırlarının altında kalmıştır (EK 4.2). Ölçülebilirlik sınırları altında kalan numunelerin ilksel izotop değerleri hesaplanamadığından ilgili diyagramlarda gösterilememiştir.



Şekil 5.68. (a) εNd ve$^{87}Sr/^{86}Sr$(i) diyagram [180,184] (b) $^{207}Pb/^{204}Pb$ ve (c) $^{208}Pb/^{204}Pb$ içerikleri, $^{206}Pb/^{204}Pb$ içeriklerine göre çizilen diyagram [180,184,185]. Oman lavas [184], Balvard-Baft ofiyoliti [186]).

İlksel izotop oranları hesaplanabilen ofiyolitik kayaçlarda$^{206}Pb/^{204}Pb$(i) oranları 17.8465 ve 18.7433 arasında değerler sunarken, $^{207}Pb/^{204}Pb$(i) oranları 15.5425- 15.6566 arasında değerler sunmaktadır. $^{206}Pb/^{204}Pb$ izotop değerleri fazla değişkenlik göstermektedirler (Şekil 5.69b, c ve d). Bu durumun en önemli nedeni U, Th ve Pb elementlerinin bu kayaçlarda çok az miktarda oluşu ve alterasyon süreçlerinde Pb izotopunun daha mobil olmasıdır [187]. Ofiyolitik kayaçların $^{206}Pb/^{204}Pb$'ye karşılık $^{207}Pb/^{204}Pb$ korelasyon diyagramında EMII (Zenginleşmiş Manto II) alanına doğru hareket ettiği ve NHRL (kuzey yarım küre referans çizgisi)' in üzerinde olduğu gözlenmektedir (Şekil 5.69d).

Radyojenik izotoplar, Kuluncak ofiyolitik kayaçlarının tüketilmiş manto ve yitime uğrayan sedimanların (büyük olasılıkla EMII) karışımından meydana gelmiş olabileceğini göstermekte olup, bu kayaçların oluşumunda HIMU (yüksek uranyum/kurşun) bileşeni etkisi görülmemektedir. Bu tür izotop dağılımlarının okyanusal kabuk üstünde gelişen ada yaylarında görülmekte olduğu ve dolayısıyla yitim zonu üstünde gelişen kayaçların karakteristik özelliklerinden olduğu bilinmektedir [188]. İzotopik oranlar incelendiğinde DMM/MORB ve EMII haznelerinin karışık katkılarını sundukları gözlenmekte olup, bu haznelerin okyanusal kabuk, manto kaması, pelajik ve kıtasal sedimanların farklı oranlarda ergimesiyle oluştuğu görülmüştür [189].



Şekil 5.69. Kuluncak Ofiyolitik kayaçlarına ait a) Nd-Sr, b) Nd-Pb, c) Sr-Pb ve d) Pb-Pb ilksel ve günümüz izotop oranları diyagramları (Manto ve uç üye bileşimleri Zindler ve Hart [189]'dan MORB, DMMa ve DMMb kesikli çizgi alanları ise Hart vd., [190]'den).

5.5. Zirkon U-Pb Jeokronolojisi

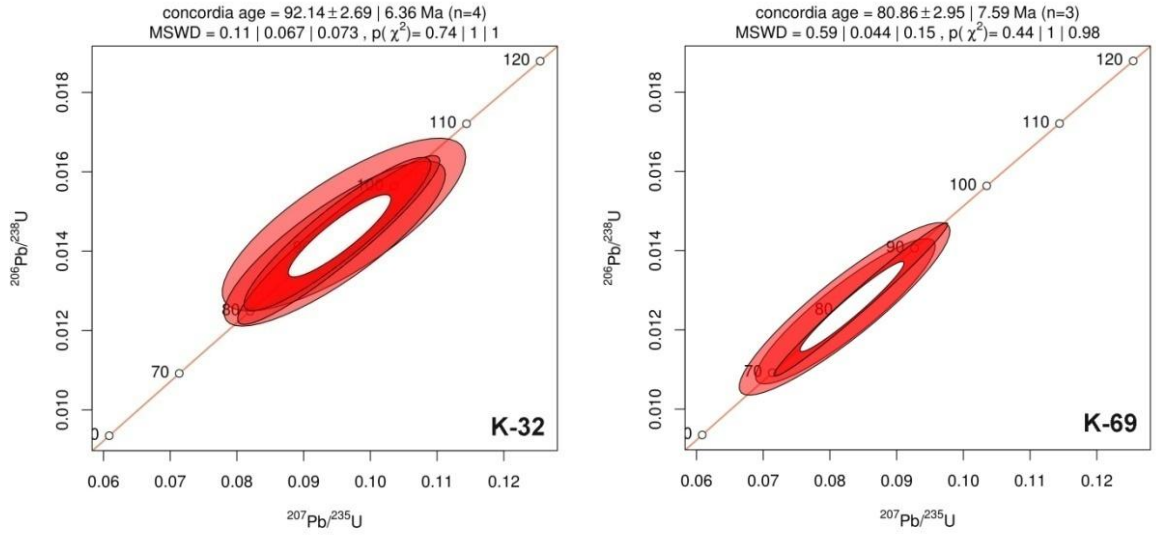
Doktora tez çalışması kapsamında yapılan jeokronolojik çalışmalar Kuluncak, Hekimhan ve Hasançelebi yörelerine ait ofiyolitik ve granitik kayaçların yaşlandırılması gerçekleştirilmiştir. Analiz öncesi yapılan arazi çalışmalarından belirlenen 4 kaya biriminden (kümülatlar, izotrop gabrolar, rodenjitler ve granitler) 18 kayaç örneği alınmış, yapılan zirkon mineral ayıklama süreçleri ve hesaplamaları sonucunda 13 kayaç örneğinden LA-MC-ICP-MS tarihlendirilmesi ile yaş verisi hesaplanmıştır. Tablo 5.9' da kayaç isimleri ile elde edilen yaşlar özet olarak verilmiştir. Yapılan analizler sonucunda Kuluncak yöresine ait ofiyolitik ve granitik kayaçların Üst Kretase yaşlarında oldukları tespit edilmiştir.

Tablo 5.9. LA-MC-ICP-MS cihazı ile hesaplanmış yaş verilerinin özeti.

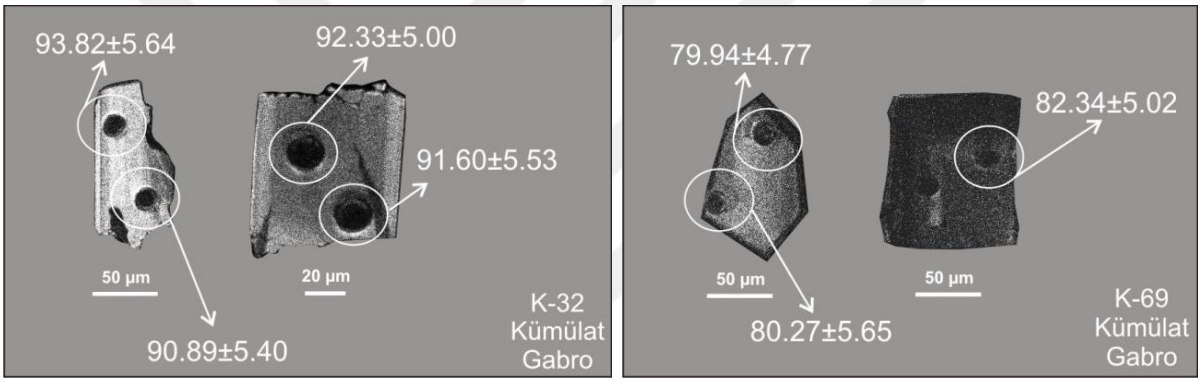
Örnek No	Litoloji	Zirkon sayısı	U/Pb hesaplanan Nokta sayısı	Yaş (My)
K-32	Kümülat gabro	2	4	92.14 ± 2.69
K-69	Kümülat gabro	2	3	80.86 ± 2.95
K-20	İzotrop gabro	1	1	86.50 ± 5.16
K-22	İzotrop gabro	1	2	82.07 ± 3.87
K-78	İzotrop gabro	1	2	79.84 ± 3.45
K-184	İzotrop gabro	14	14	94.31 ± 1.56
HK-9	Rodenjit	16	22	96.09 - 0.34
K-205	Rodenjit	16	17	92.54 ± 0.21
K-208	Rodenjit	18	18	94.32 ± 0.39
K-48	Granit	22	22	92.81 ± 0.27
K-66	Granit	27	28	89.18 ± 0.32
K-72	Granit	19	20	93.18 ± 0.40
K-133	Granit	20	20	92.18 ± 0.20

K-32 kümülat gabro örneğindeki zirkon kristalleri transparan ve renksiz olup, ince uzun prizmatik şekilli, yer yer de kısa ve küt şekillidirler. Zirkon kristallerinin boyutları ise 56-135 µm arasında değişmektedir. K-32 örneğine ait 2 zirkon minerali üzerinden 4 nokta da yaş verisi hesaplanmıştır. Yapılan U-Pb hesaplamaları sonucunda, K-32 numaralı kümülat gabro örneğinden 92.14 ± 2.69 m yaş hesaplanarak (Şekil 5.70), CL fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 5.71).

K-69 kümülat gabro örneğindeki zirkon kristalleri transparan ve renksiz olup, ince uzun prizmatik şekilli, yer yer de kısa ve küt şekillidirler. Zirkon kristallerinin boyutları ise 81-128 µm arasında değişmektedir. K-69 örneğine ait 2 zirkon minerali üzerinden 3 nokta da yaş verisi hesaplanmıştır. Yapılan U-Pb hesaplamaları sonucunda, K-69 numaralı kümülat gabro örneğinden 80.86 ± 2.95 m yaş hesaplanarak (Şekil 5.70), CL fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 5.71).

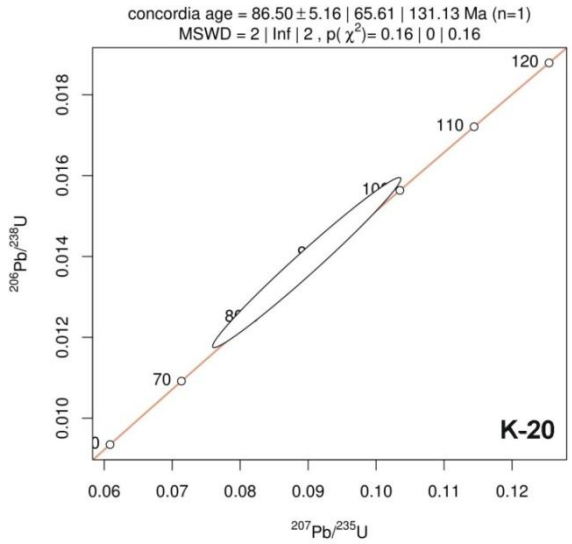


Şekil 5.70. K-32 ve K-69 no'lu kümülat gabro örneklerine ait U-Pb konkordiya yaş verisi.

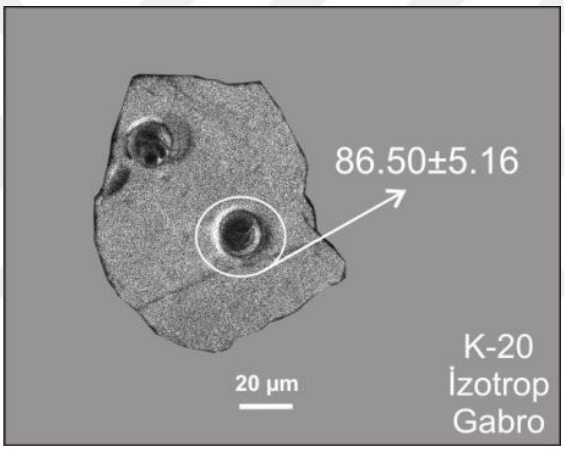


Şekil 5.71. K-32 ve K-69 no'lu kümülat gabro örneklerine ait zirkon fotoğrafları ve yaş analizi yapılan noktalar.

K-20 izotrop gabro örneğinden sadece 1 adet zirkon mineralinden yaş verisi alınmıştır. K-20 örneğindeki zirkon kristali transparan ve renksiz olup, kısa ve küt şekillidir. Zirkon kristalinin boyutu ise 68-88 µm arasında değişmektedir. Hesaplanan U-Pb yaş verileri sonucunda, K-20 numaralı izotrop gabro örneğinden 86.50 ± 5.16 m yaş hesaplanmakta olup (Şekil 5.72), ayrıca CL fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 5.73).



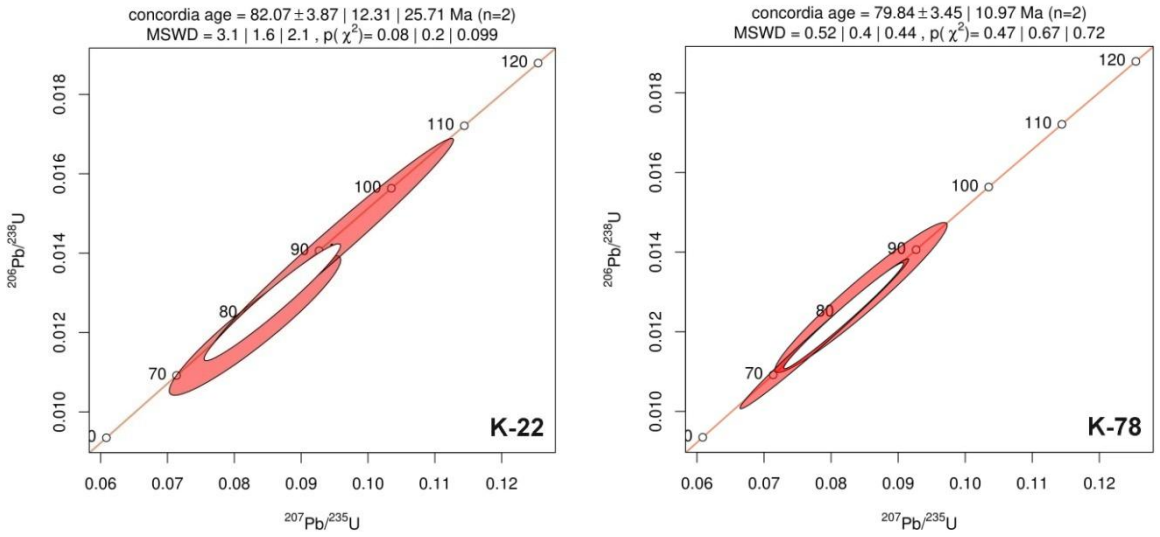
Şekil 5.72. K-20 izotrop gabro örneğinden elde edilen U-Pb konkordiya yaş verisi.



Şekil 5.73. K-20 izotrop gabro örneğine ait zirkon fotoğrafları ve yaş analizi yapılan noktalar.

K-22 izotrop gabro örneğinden sadece 1 adet zirkon mineralinden yaş verisi alınmıştır. K-22 örneğindeki zirkon kristali transparan, kısa ve renksizdir. Zirkon kristalinin boyutu ise 46-75 µm arasında değişmektedir. K-22 örneğinden ayıklanan 1 zirkon minerali üzerinden 2 nokta da yaş verisi hesaplanmıştır. Yapılan U-Pb hesaplamaları sonucunda, K-22 numaralı izotrop örneğinden 82.07 ± 3.87 m yaş hesaplanarak (Şekil 5.74), katodoluminesans (CL) fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 5.75).

K-78 izotrop gabro örneğinden sadece 1 adet zirkon mineralinden yaş verisi alınmıştır. K-78 örneğindeki zirkon kristali transparan, kısa ve renksiz olup, zonlanmalar net olarak gözlenmektedir (Şekil 5.75). Zirkon kristalinin boyutu ise 50-95 µm arasında değişmektedir. K-78 örneğinden ayıklanan 1 zirkon minerali üzerinden 2 nokta da yaş verisi hesaplanmıştır. Yapılan U-Pb hesaplamaları sonucunda, K-78 numaralı izotrop gabro örneğinden 79.84 ± 3.45 m yaş hesaplanarak (Şekil 5.74), katodoluminesans (CL) fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 5.75).

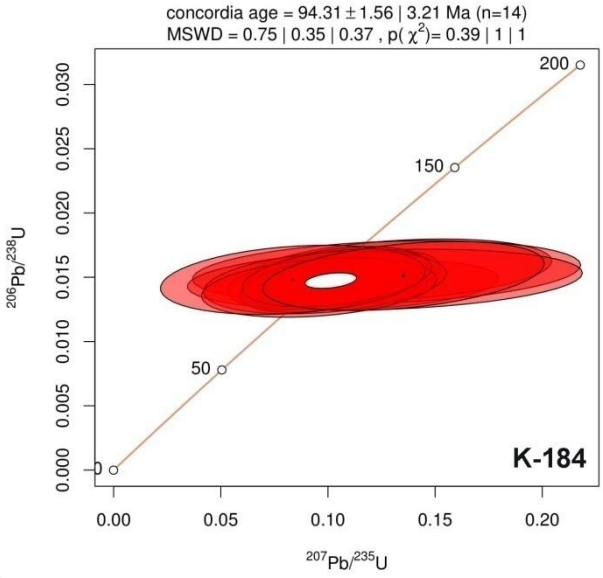


Şekil 5.74. K-22 ve K-78 no'lu izotrop gabro örneklerine ait U-Pb konkordiya yaş verisi.

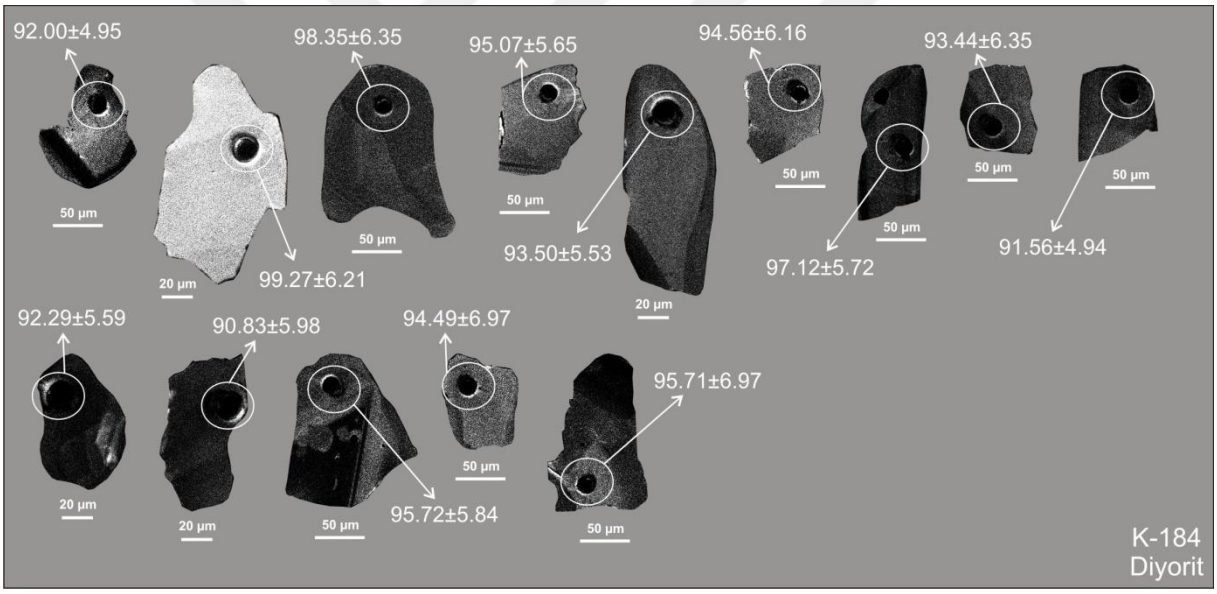


Şekil 5.75. K-22 ve K-78 numaralı izotrop gabro örneklerine ait zirkon fotoğrafları ve yaş analizi yapılan noktalar.

K-184 izotrop gabro örneğindeki zirkon kristalleri transparan ve renksiz olup, ince uzun prizmatik şekilli, yer yer de kısa ve küt şekillidirler. Zirkon kristallerinin boyutları ise 85-125 µm arasında değişmektedir. K-184 örneğinden ayıklanan 14 adet zirkon mineralinden yaş verisi alınmıştır. Hesaplanan U-Pb yaş verileri sonucunda, ortalama 94.31 ± 1.56 m yaş hesaplanmakta olup (Şekil 5.76), ayrıca katodoluminesans (CL) fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 5.77).

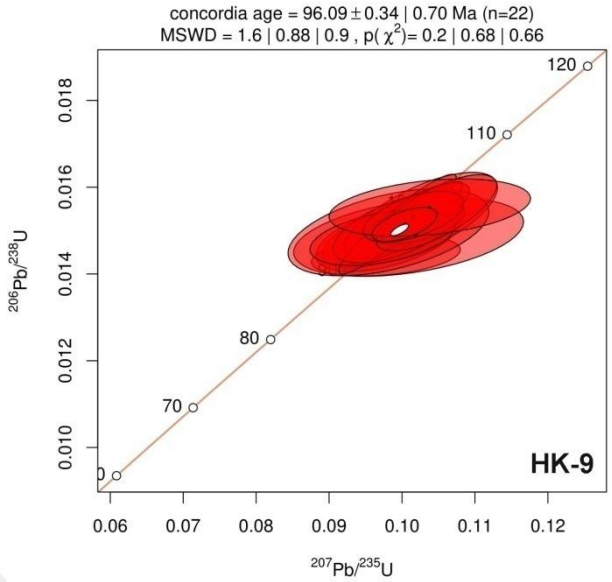


Şekil 5.76. K-184 izotrop gabro örneğinden elde edilen U-Pb konkordiya yaş verisi.

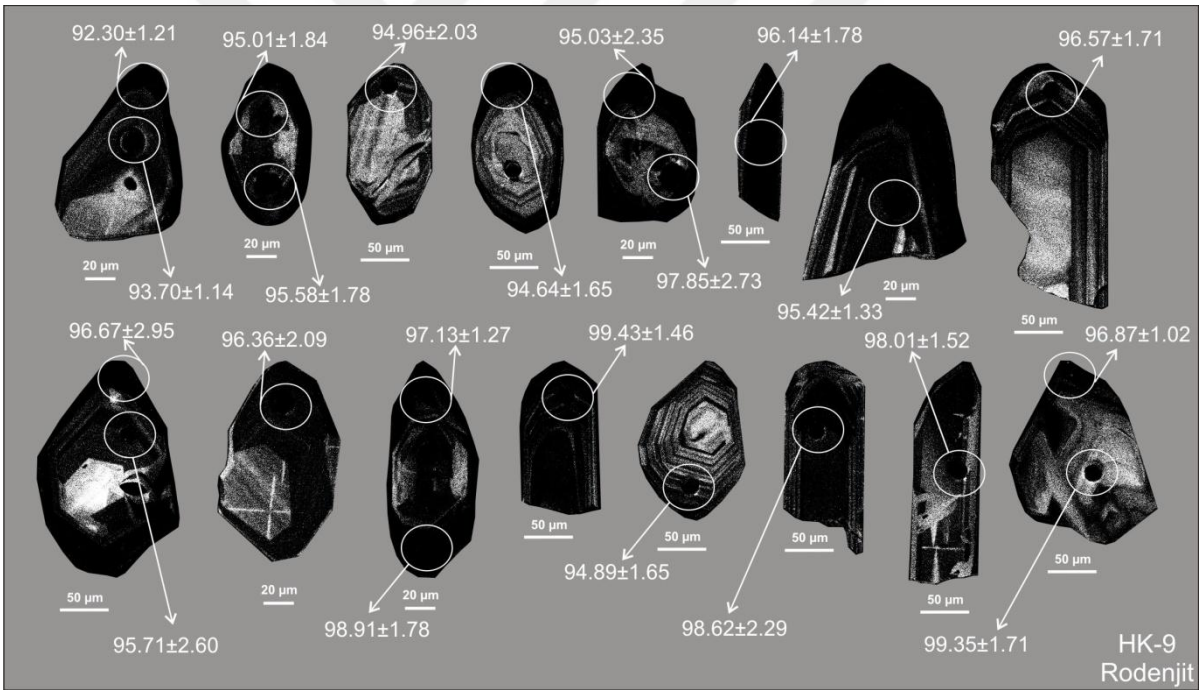


Şekil 5.77. K-184 izotrop gabro örneğine ait zirkon fotoğrafları ve yaş analizi yapılan noktalar.

HK-9 rodenjit örneğindeki zirkon kristalleri transparan ve renksiz olup, ince uzun prizmatik şekilli, yer yer de kısa ve küt şekillidirler. Zonlanmalar net olarak gözlenmektedir. Zirkon kristallerinin boyutları ise 125-245 µm arasında değişmektedir. HK-9 örneğinden ayıklanan 16 zirkon minerali üzerinden 22 nokta da yaş verisi hesaplanmıştır. Yapılan U-Pb hesaplamaları sonucunda, HK-9 numaralı rodenjit örneğinden 96.09 - 0.34 m yaş hesaplanarak (Şekil 5.78), katodoluminesans (CL) fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 5.80).

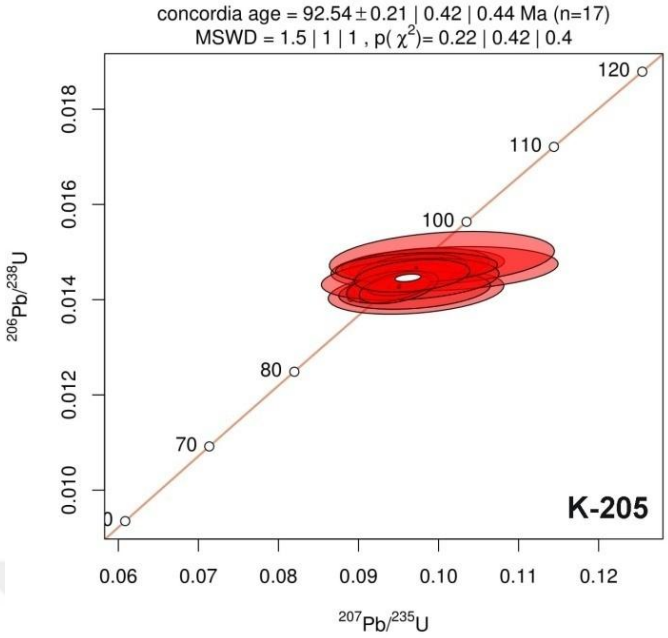


Şekil 5.78. HK-9 rodenjit örneğinden elde edilen U-Pb konkordiya yaş verisi.

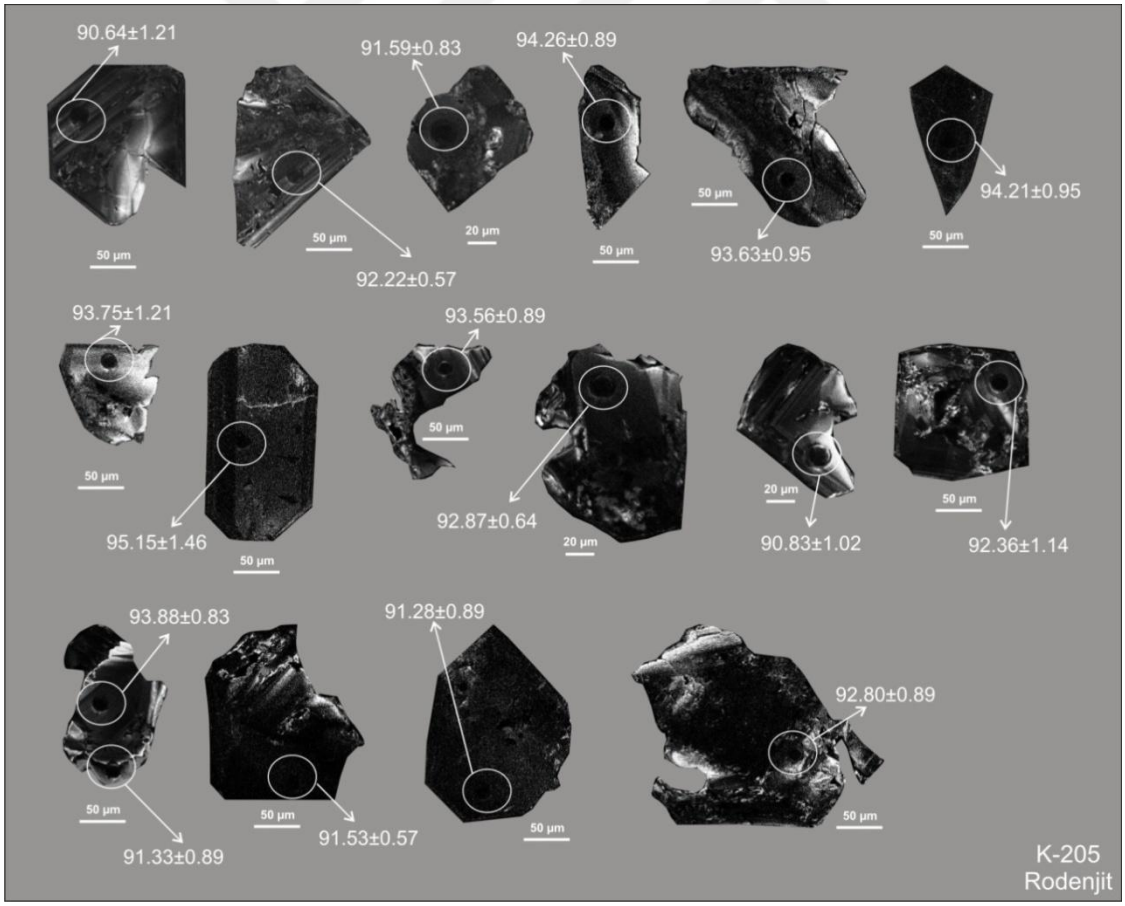


Şekil 5.79. HK-9 rodenjit örneğine ait zirkon fotoğrafları ve yaş analizi yapılan noktalar.

K-205 rodenjit örneğindeki zirkon kristalleri renkli (kahve-kızıl) olup, uzun ve küt şekillidirler. Zirkon kristallerinin boyutları ise 125-240 µm arasında değişmektedir. K-205 örneğinden ayıklanan 16 zirkon minerali üzerinden 17 nokta da yaş verisi hesaplanmıştır. Yapılan U-Pb hesaplamaları sonucunda, K-205 numaralı rodenjit örneğinden 92.54 ± 0.21 m yaş hesaplanmış (Şekil 5.80) ve katodoluminesans (CL) fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 5.81).

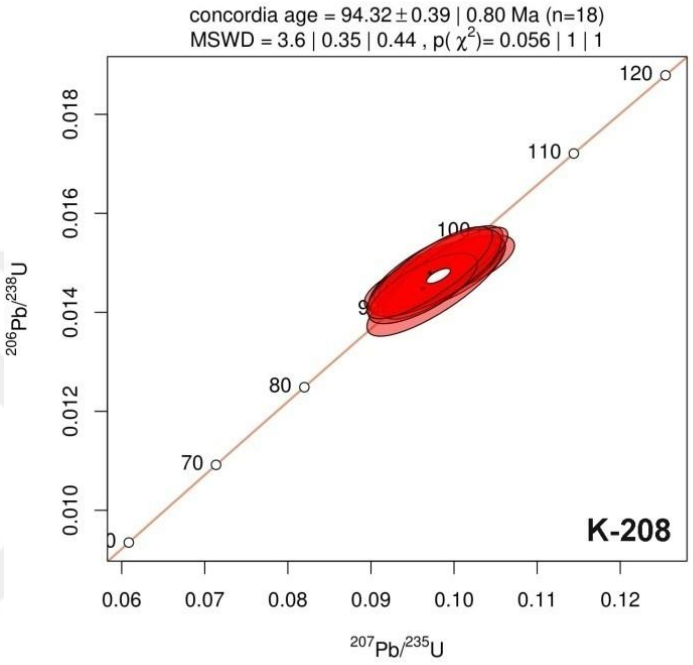


Şekil 5.80. K-205 rodenjit örneğinden elde edilen U-Pb konkordiya yaş verisi.

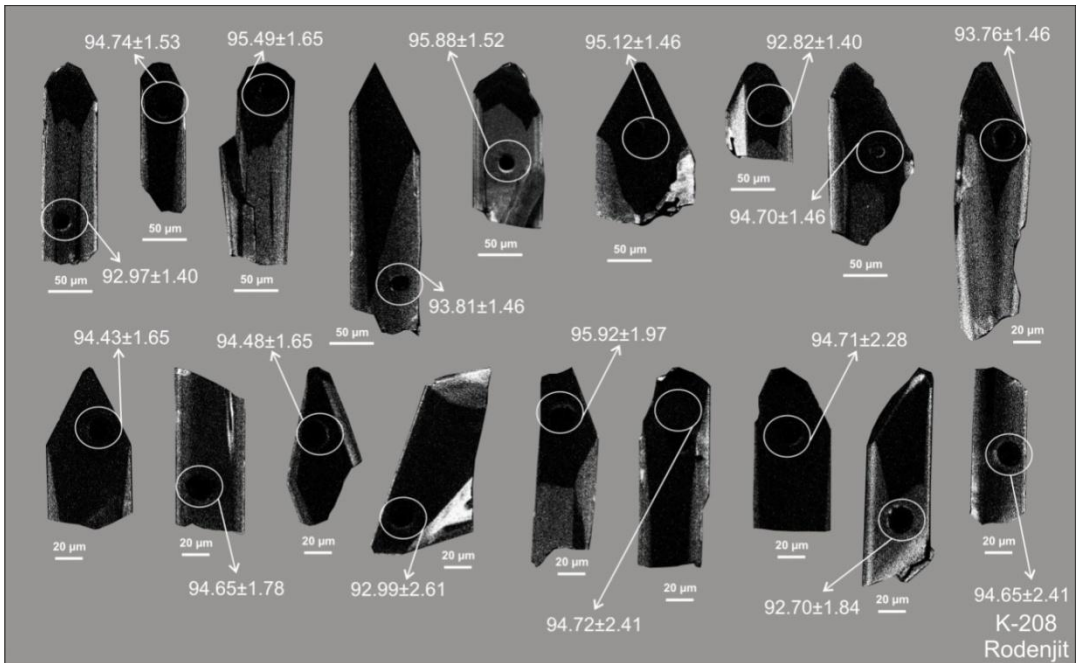


Şekil 5.81. K-205 rodenjit örneğine ait zirkon fotoğrafları ve yaş analizi yapılan noktalar.

K-208 rodenjit örneğindeki zirkon kristalleri transparan ve renksiz olup, ince uzun prizmatik şekillidirler. Zonlanmalar net olarak gözlenmektedir. Zirkon kristallerinin boyutları ise 125-295 µm arasında değişmektedir. K-208 örneğinden ayıklanan 18 adet zirkon mineralinden yaş verisi alınmıştır. Hesaplanan U-Pb yaş verileri sonucunda, K-208 numaralı rodenjit örneğinden 94.32 ± 0.39 m yaş hesaplanmakta olup (Şekil 5.82), ayrıca katodoluminesans (CL) fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 5.83).



Şekil 5.82. K-208 rodenjit örneğinden elde edilen U-Pb konkordiya yaş verisi.

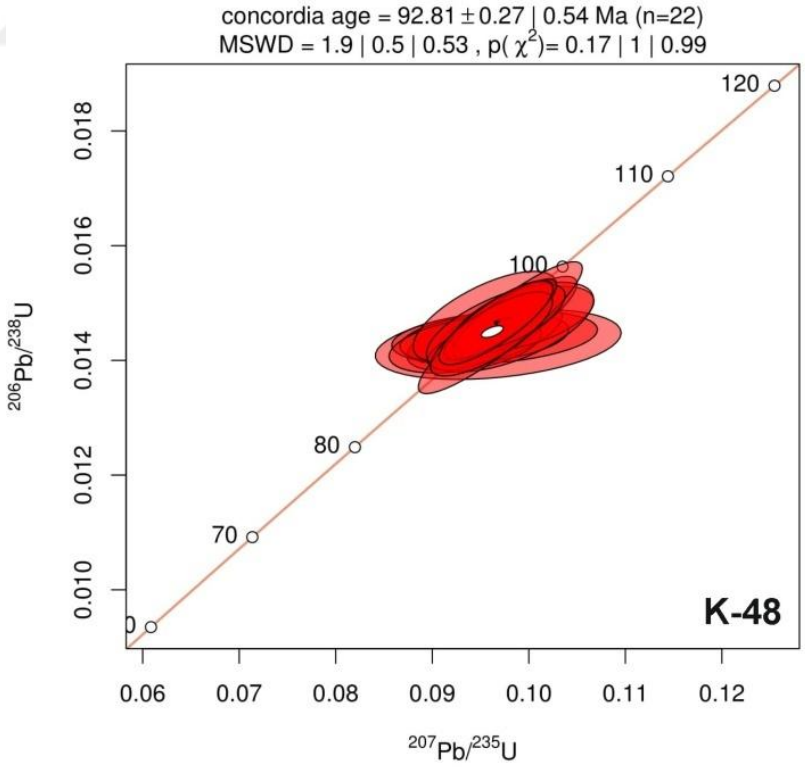


Şekil 5.83. K-208 rodenjit örneğine ait zirkon fotoğrafları ve yaş analizi yapılan noktalar.

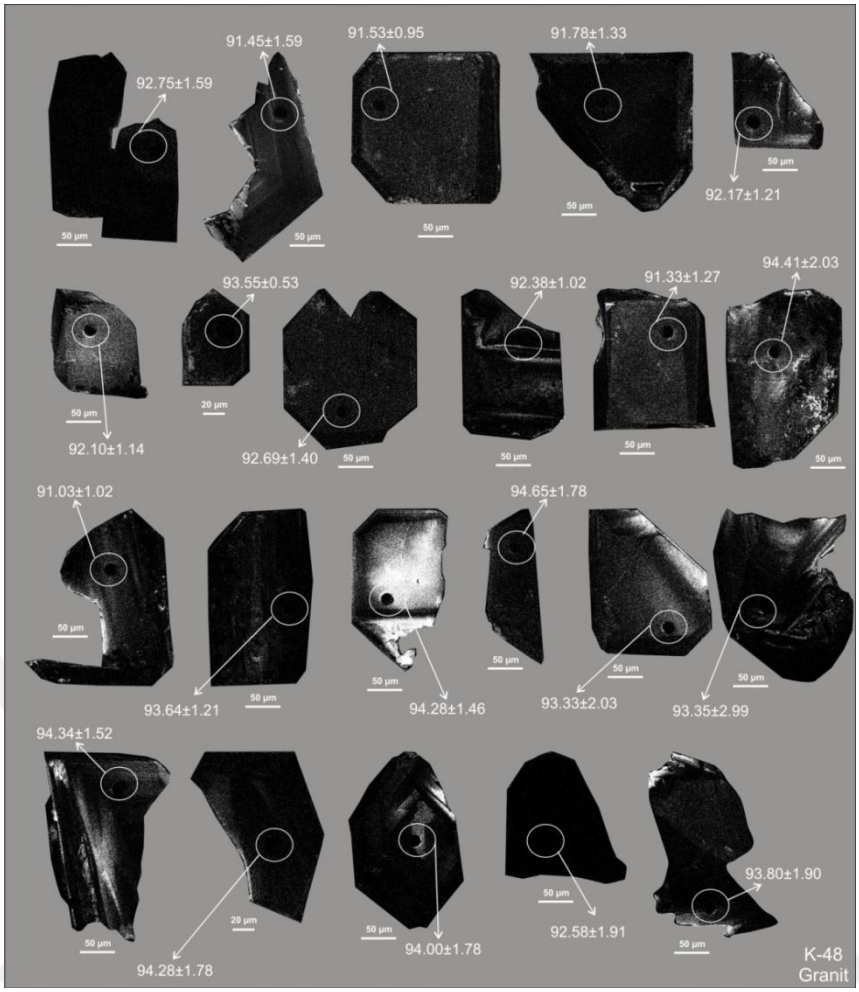
K-48 granit örneğindeki zirkon kristalleri renkli (kahve-kızıl) olup, uzun ve küt şekillidirler. Zirkon kristallerinin boyutları ise 135-325 µm arasında değişmektedir. K-48 örneğinden ayıklanan 22 adet zirkon mineralinden yaş verisi alınmıştır. Hesaplanan U-Pb yaş verileri sonucunda, K-48 numaralı granit örneğinden 92.81 ± 0.27 m yaş hesaplanmakta olup (Şekil 5.84), ayrıca katodoluminesans (CL) fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 5.85).

K-66 granit örneğindeki zirkon kristalleri transparan ve renksiz olup, ince uzun prizmatik şekillidirler. Zonlanmalar net olarak gözlenmektedir. Zirkon kristallerinin boyutları ise 118-245 µm arasında değişmektedir. K-66 örneğinden ayıklanan 27 zirkon minerali üzerinden 28 nokta da yaş verisi hesaplanmıştır. Yapılan U-Pb hesaplamaları sonucunda, K-66 numaralı granit örneğinden 89.18 ± 0.32 m yaş hesaplanarak (Şekil 5.86), katodoluminesans (CL) fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 5.87).

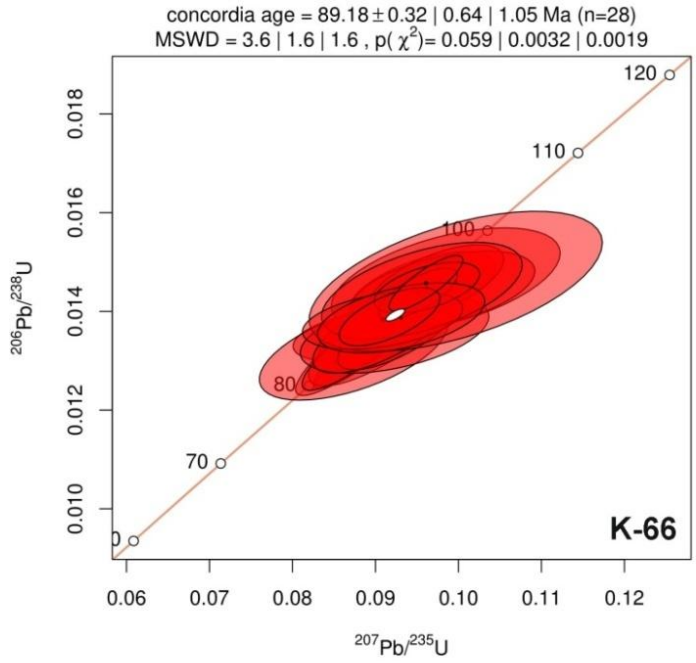
K-72 granit örneğindeki zirkon kristalleri transparan ve renksiz olup, ince uzun prizmatik şekilli, yer yer de kısa ve küt şekillidirler. Zonlanmalar net olarak gözlenmektedir. Zirkon kristallerinin boyutları ise 125-285 µm arasında değişmektedir. K-72 örneğinden ayıklanan 19 zirkon minerali üzerinden 20 nokta da yaş verisi hesaplanmıştır. Yapılan U-Pb hesaplamaları sonucunda, K-72 numaralı granit örneğinden 93.18 ± 0.40 m yaş hesaplanarak (Şekil 5.88) katodoluminesans (CL) fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 5.89).



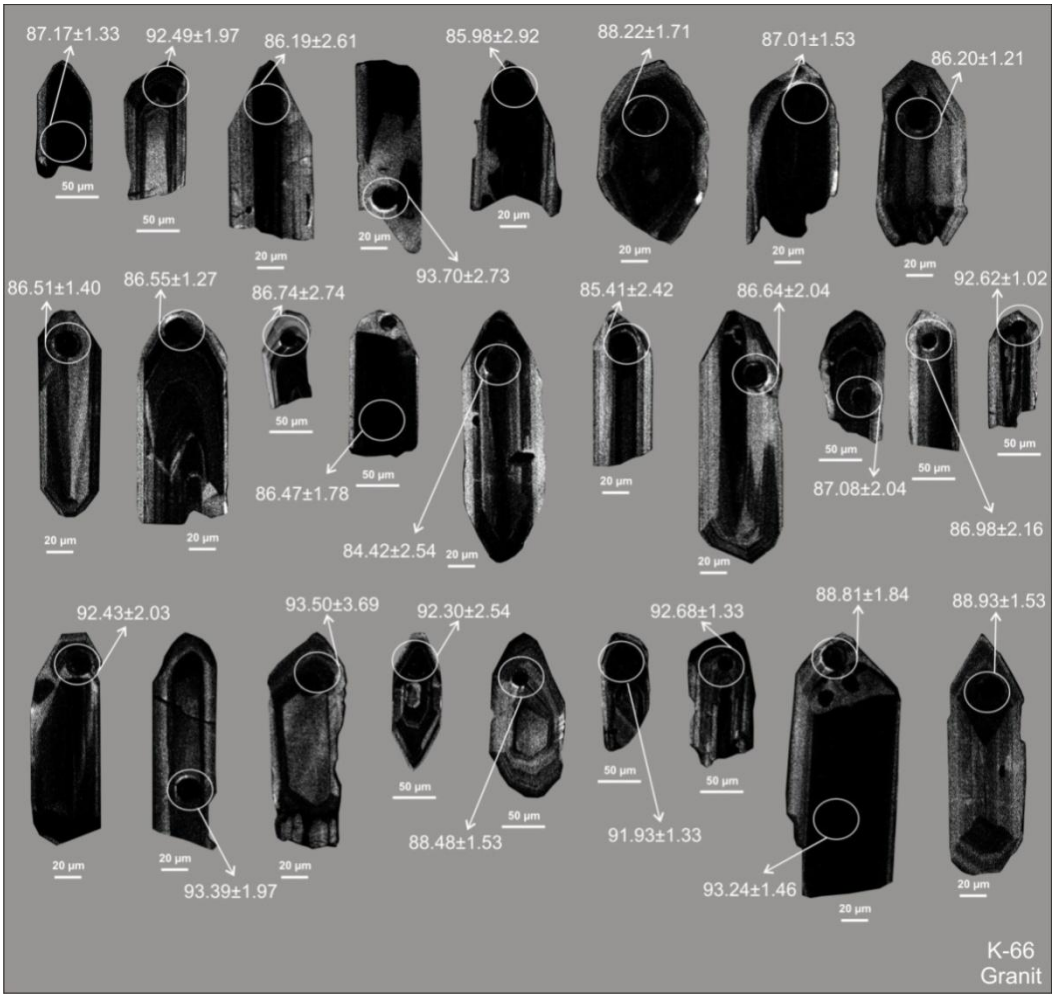
Şekil 5.84. K-48 granit örneğinden elde edilen U-Pb konkordiya yaş verisi.



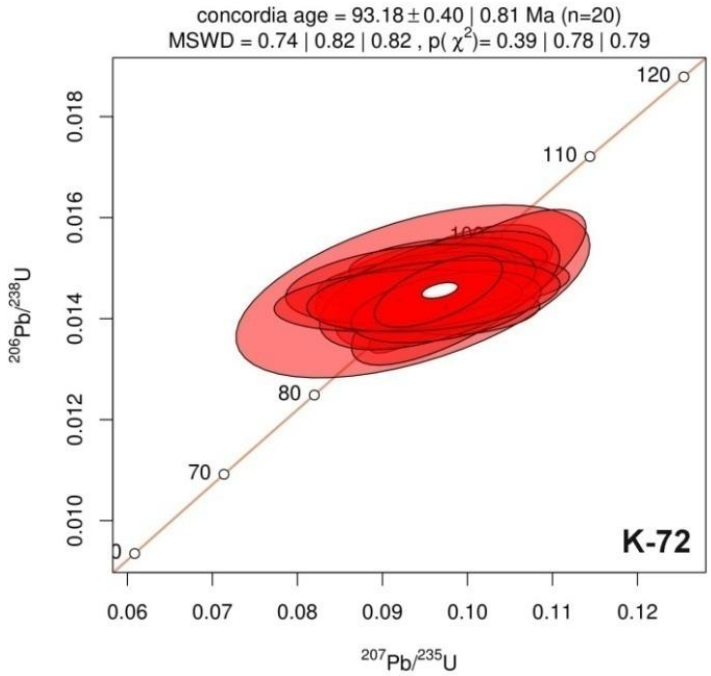
Şekil 5.85. K-48 granit örneğine ait zirkon fotoğrafları ve yaş analizi yapılan noktalar.



Şekil 5.86. K-66 granit örneğinden elde edilen U-Pb konkordiya yaş verisi.



Şekil 5.87. K-66 granit örneğine ait zirkon fotoğrafları ve yaş analizi yapılan noktalar.



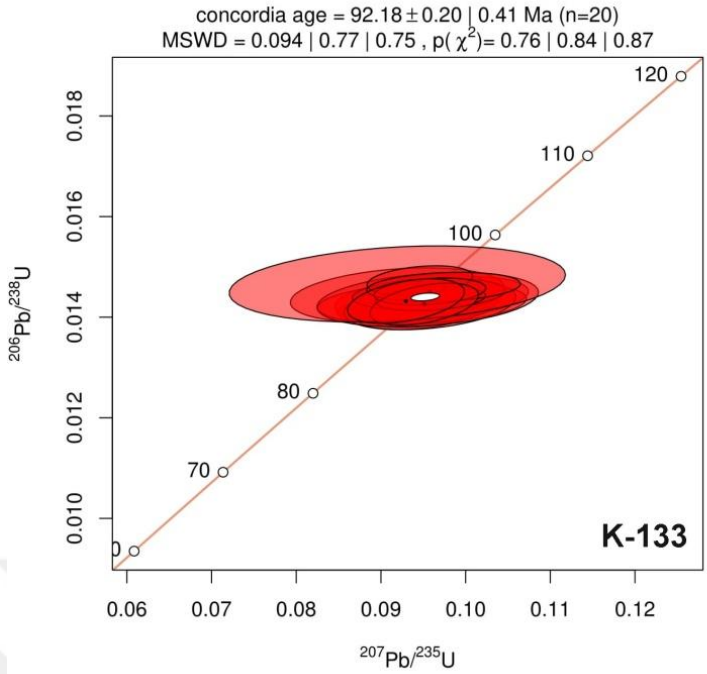
Şekil 5.88. K-72 granit örneğinden elde edilen U-Pb konkordiya yaş verisi.



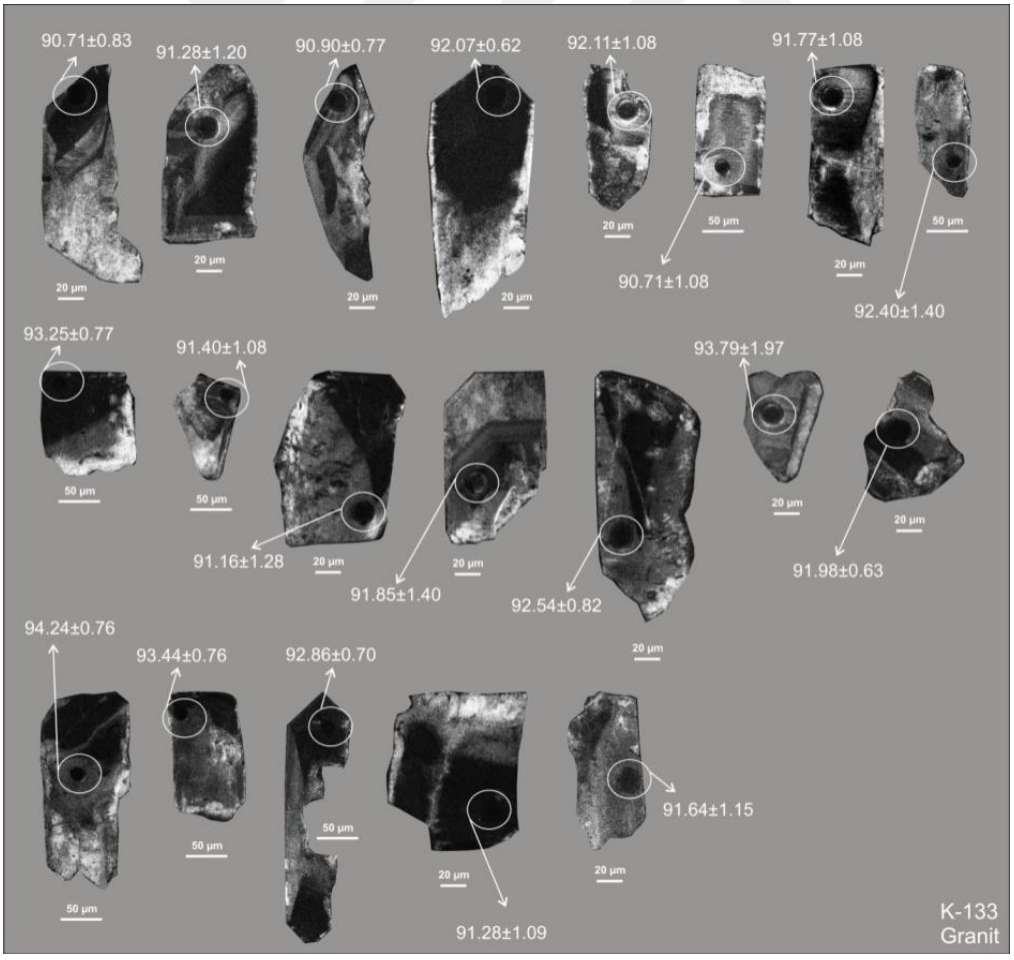
Şekil 5.89. K-72 granit örneğine ait zirkon fotoğrafları ve yaş analizi yapılan noktalar.

K-133 granit örneğindeki zirkon kristalleri renkli (kahve-kızıl) olup, uzun prizmatik yer yer de küt şekillidirler. Zirkon kristallerinin boyutları ise 95-275 µm arasında değişmektedir. K-133 örneğinden ayıklanan 20 adet zirkon mineralinden yaş verisi alınmıştır. Hesaplanan U-Pb yaş verileri sonucunda, K-133 numaralı granit örneğinden 92.18 ± 0.20 m yaş hesaplanmakta olup (Şekil 5.90), ayrıca katodoluminesans (CL) fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 5.91).

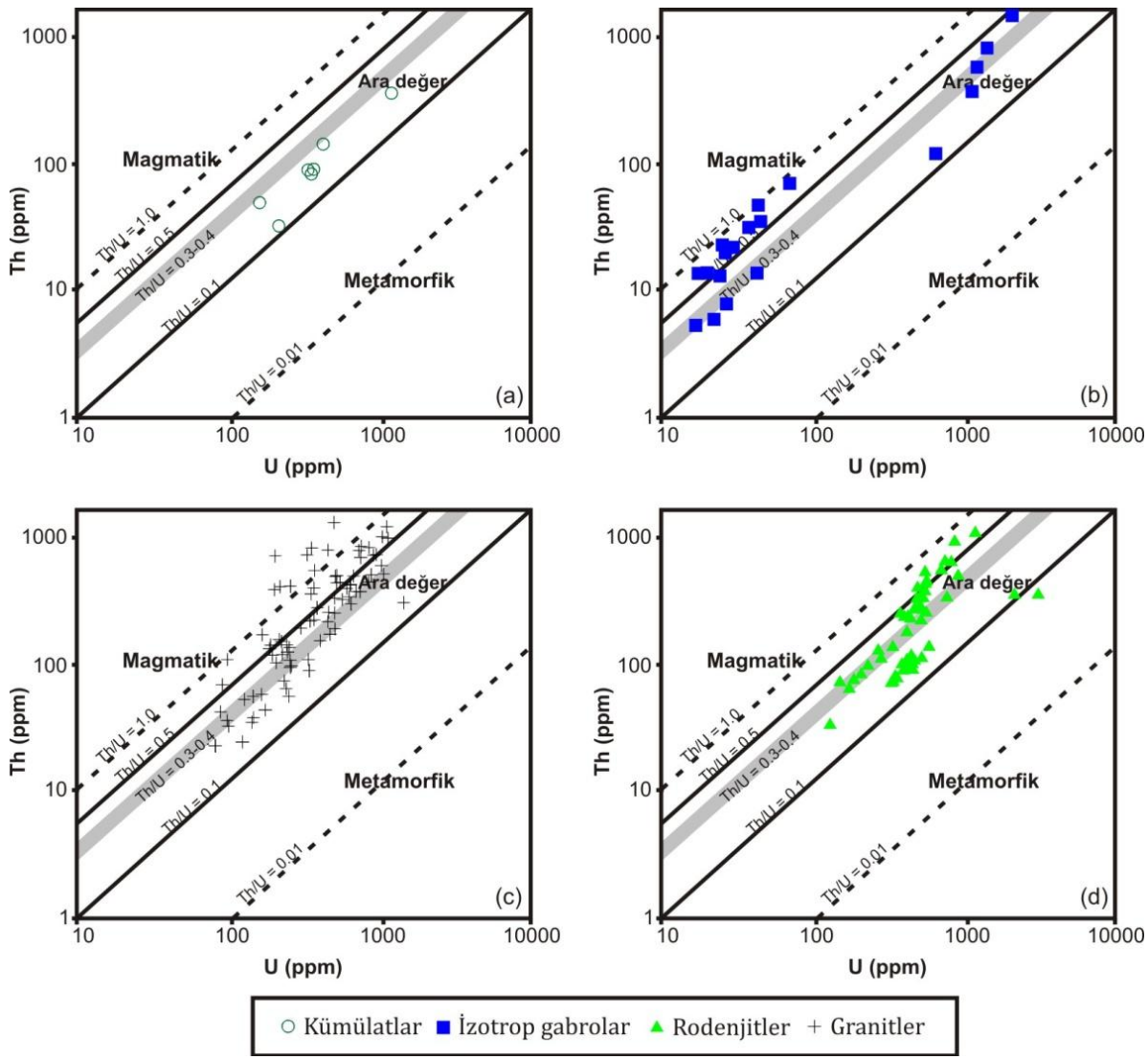
Kuluncak Ofiyolitik (Malatya) birimlerine ait kümülat kayaçlardan, izotrop gabrolardan, rodenjitlerden ve granitlerden elde edilen zirkonların Th/U içerikleri 0.116-1.077 aralığında olup, Th/U diyagramı [191] üzerine yerleştirildiğinde zirkon minerallerinin kökenlerinin tamamının magmatik kayaçlardan türedikleri görülmüştür (Şekil 5.92).



Şekil 5.90. K-133 granit örneğinden elde edilen U-Pb konkordiya yaş verisi.



Şekil 5.91. K-133 granit örneğine ait zirkon fotoğrafları ve yaş analizi yapılan noktalar.



Şekil 5.92. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait a; kümülat kayaçlardan, b; izotrop gabrolardan, c; rodenjitlerden ve d; granitlerden elde edilen zirkonların kökenine yönelik Th-U diyagramı [191].

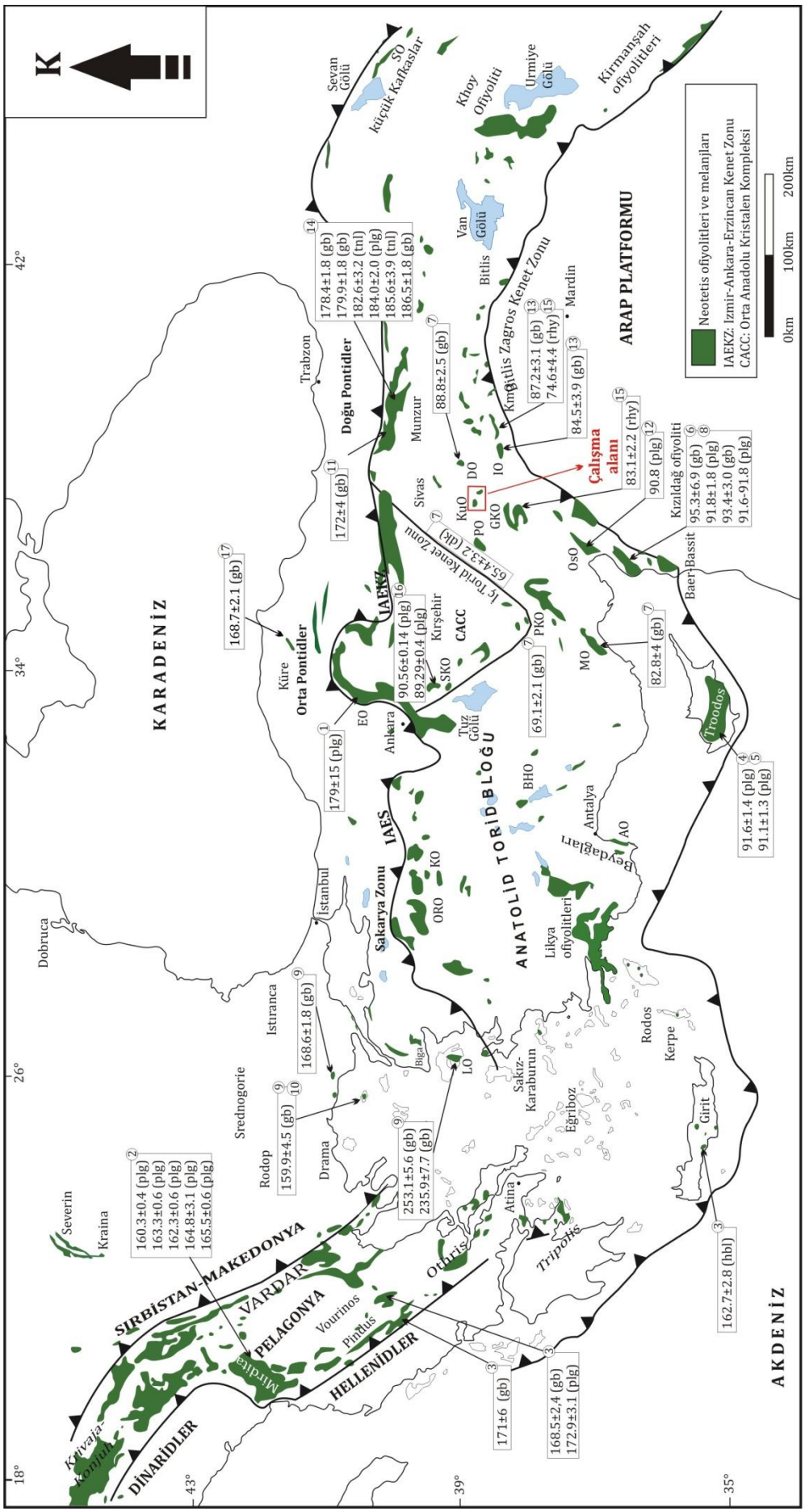
6. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu bölümde; Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait tektonitlerin, kümülatların, izotrop gabroların, levha dayklarının ve volkaniklerin tüm kayaç ve mineral bazındaki jeokimyasal verilerine dayanılarak, ofiyolitik istifin oluşmasında etkili olan petrolojik süreçlerin ortaya konması detaylı olarak tartışılacak ve Kuluncak ofiyolit masifinin jeodinamik ortam yorumu yapılacaktır.

6.1. Petrojenez

Alp-Himalaya orojenik kuşağı boyunca gözlenen ofiyolitler, oluştukları jeodinamik ortam ve oluşum yaşları açısından incelediğinde, Batı Alpler ve Doğu Akdeniz ofiyolitleri olarak iki gruba ayrılmıştır. Batı Alpler; Arnavutluk, Helenidler ve Dinaridler'in batısında kalan ofiyolitlerle temsil edilirken, Doğu Akdeniz ofiyolitleri; Pindos, Vourinos (Yunanistan), Troodos (Kıbrıs), Baer-Bassit (Suriye), güneydoğuya doğru Umman ofiyoliti ve Türkiye'deki ofiyolitlerin tamamı ile temsil edilmektedir. Batı Alpler kuşağı ofiyolitleri okyanus ortası sırtta (MORB) oluşmuş olup, Jura yaşlıdır (Şekil 6.1) [192]. Doğu Akdeniz ofiyolit kuşağına ait ofiyolitler ise; okyanus içi dalma-batma zonu (SSZ) üzerinde oluşmuş olup, Üst Kretase yaşlıdır [5,7,9,16,18, 19,151]. Nicolas [193] tarafından, ofiyolitler bileşimsel olarak incelendiğinde; yavaş yayılma ile oluşan sırtlardaki Lerzolit tipi ofiyolitler (LOT) ve hızlı yayılma ile oluşan Harzburjit tipi ofiyolitler (HOT) olmak üzere iki kısma ayrılmıştır. Batı Alplerdeki ofiyolitlerin baskın litolojisi lerzolitlerden oluştuğu için, lerzolit tipi ofiyolitler (LOT) olarak adlandırılırken, Doğu Akdeniz kuşağındaki ofiyolitlerin baskın litolojisi harzburjitlerden oluştuğu için, Harzburjit tipi ofiyolitler (HOT) olarak adlandırılmaktadır. LOT-tipi ve HOT-tipi ofiyolitler eksiksiz ofiyolitik birimler içermesine rağmen; Harzburjit tipi ofiyolitler (HOT), Lerzolit tipi ofiyolitlere (LOT) göre daha kalın bir istif sunmaktadır. Her iki tip ofiyolitin altında yüksek sıcaklıkta oluşan amfibolitik metamorfik birim yer almaktadır.

Türkiye'deki ofiyolitlerin Geç Kretase kristallenme (Şekil 6.1) yaşına sahip olduğu bilinmektedir, Ancak; Erken-Orta Jura yaşlı ofiyolitler ve metamorfik dilim kayalarının İzmir-Ankara-Erzincan kenedinin orta ve doğu kesimlerinde varlığından bahsedilmektedir (194-196).



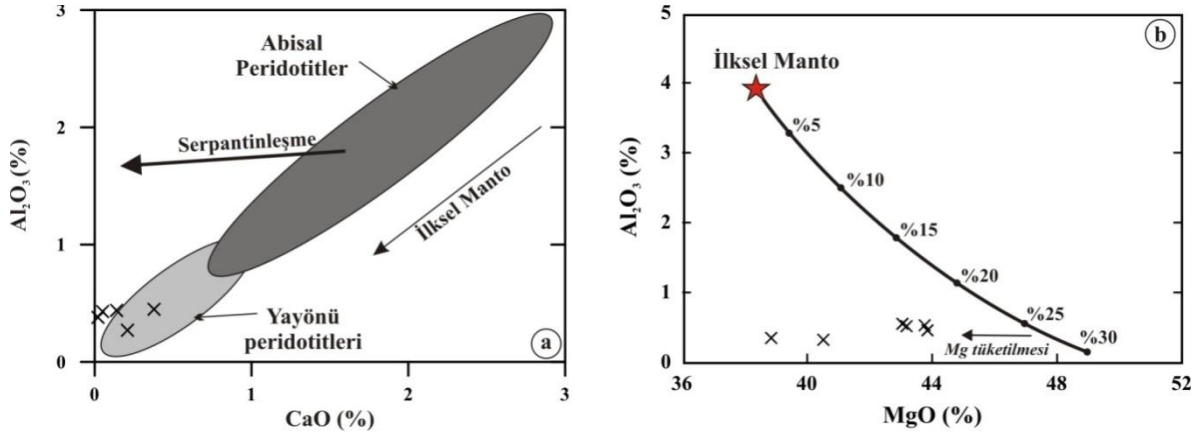
Şekil 6.1. Türkiye'de ve çevresinde Tetis ofiyolitlerinin U-Pb yaşları [101] ve ana tektonik kuşaklar [36,194]. (1) [197], (2) [198], (3) [199], (4) [200], (5) [201], (6) [30], (7) [35], (8) [88], (9) [202], (10) [203], (11) [195], (12) [204], (13) [85], (14) [196], (15) [89], (16) [205], (17) [206]. Ofiyolitik kompleksleri için Kısaltmalar: LO: Lesvos Ofiyoliti, AO: Antalya Ofiyoliti, BHO: Beyşehir-Hoyran Ofiyoliti, ORO: Orhaneli Ofiyoliti, KO: Kınık Ofiyoliti, EO: Eldivan Ofiyoliti, MO: Mersin Ofiyoliti, PKO: Pozantı-Karsantı Ofiyoliti; OsO: Osmaniye Ofiyoliti, GKO: Göksun (Kahramanmaraş) Ofiyoliti, PO: Pınarbaşı Ofiyoliti, IO: Ispendere Ofiyoliti, DO: Divriği Ofiyoliti, KmO: Kömürhan Ofiyoliti, SO: Sevan Ofiyoliti, SKO: Sarıkaraman Ofiyoliti, KuO: Kuluncak ofiyoliti; Kaya türleri için kısaltmalar: plg: plajiyogranit, gb: gabro, dk: dayk, tnl: tonalit, rhy: riyolit.

Türkiye'deki ofiyolitler; okyanus içi dalma batma zonu (SSZ-tipi) üzerinde yay, yay önü ve yay gerisi olarak farklı tektonik ortamlarda oluşmuştur. Türkiye'deki ofiyolitlerde; okyanus ortası sırtta oluşmuş MORB tipi okyanusal kabuk kayaçlarına rastlanılmamaktadır. MORB tipi okyanusal kabuk kayaçları, yitime uğramış olarak veya dilimler ve bloklar halinde ofiyolitik melanjlar içerisinde gözlenmektedir [7]. Son yıllarda Türkiye'deki ofiyolitlerin manto kayaçlarında yapılan çalışmalarda; manto peridotitlerinin farklı derecelerdeki kısmi ergime ve zenginleşme olaylarının etkisi ile farklı tektonik ortamlarda oluştuğu belirtilmiştir [31,207,208].

Çalışma alanında manto tektonitlerine ait kayaçların oldukça düşük CaO ve Al_2O_3 içeriklerine sahip olması, kayaçlarda serpantinleşme (Ca tüketilmesi) ile ilişkili olduğunu işaret etmektedir [209-214]. CaO ve Al_2O_3 içeriklerine göre çizilen diyagramda, Kuluncak ofiyolitine ait örneklerin yay-önü peridotit alanına [215,216] düştüğü gözlenmiştir (Şekil 6.2a).

Kısmi ergime esnasında uyumsuz davranış gösteren Al' un kısmi ergime sonrası kalıntı kayaçlardaki konsantrasyonları, genellikle üst mantodaki kısmi ergime derecesine ve ayrılan ergiyik miktarına bağlı olarak değişmektedir. Kuru koşullar altında, kısmi ergimenin düşük dereceli (% 3-15) olduğu, basınç ferahlaması koşullarında [135,214,217-220;] abisal peridotitler oluşurken, sulu koşullarda, kısmi ergimelerin yüksek dereceli (> % 20) olduğu yitim zonu peridotitleri oluşur [31,215,221-224].

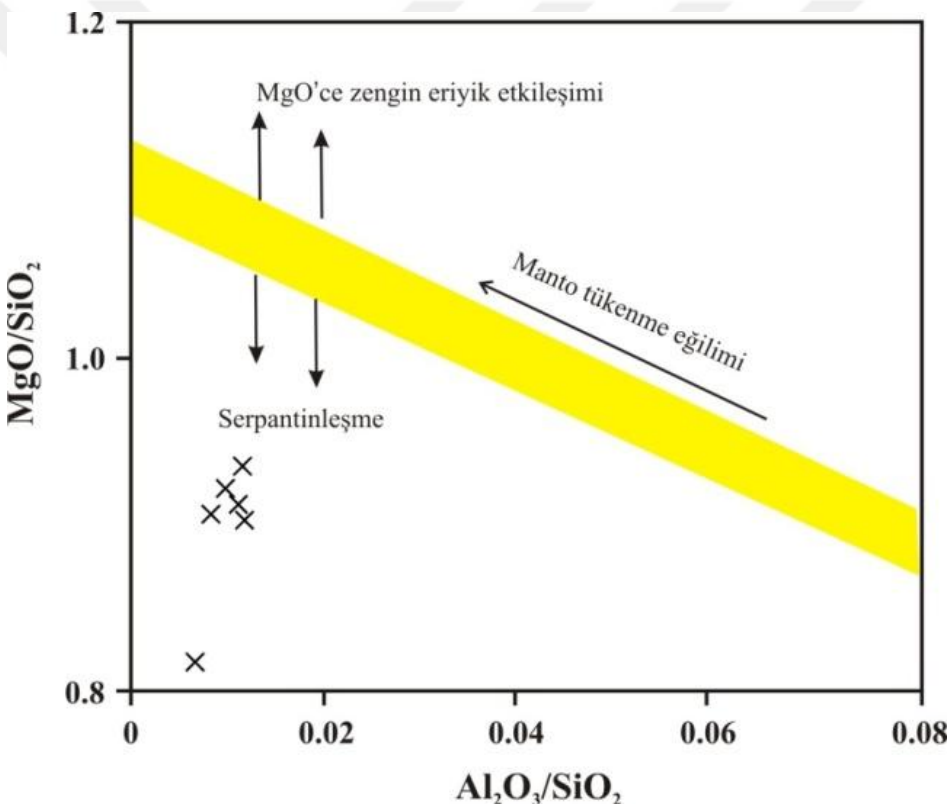
MgO ve Al_2O_3 içeriklerine göre çizilen diyagramda örneklerin Niu [217] tarafından belirlenen kısmi ergime yönsemesine az çok paralel dağılımlar sunduğu ve ilksel mantoya göre oldukça fazla tüketilmelerinin yanı sıra % 20-25 kısmı ergime kalıntıları oldukları gözlenmektedir (Şekil 6.2b). Ayrıca; tektonitlerin düşük MgO içerikleri, deniz suyu etkisi ile oluşan alterasyona bağlı MgO tüketilmesi ile ilişkilidir [219].



Şekil 6.2. (a) Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait tektonitlerin tüm kayaç CaO-Al_2O_3 içeriklerine göre çizilen diyagram. Abisal ve yay-önü peridotitler alanı ile manto tüketilme yönsemesi Ishii vd. [215] ve Pearce vd. [216] alınmıştır. (b) MgO-Al_2O_3 içeriklerine göre çizilen diyagramda; İlksel mantodan itibaren tüketilme yönsemesi ve kısmi ergime dereceleri Niu [217]'dan alınmıştır.

Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait tektonit örneklerinin çok düşük CaO ve Al_2O_3 içerikleri (EK 2.1), kısmen yüksek dereceli kısmi ergime kalıntıları olduklarını ve yitim ile ilişkili yay önü peridotitlere [223] benzediğini göstermektedir. Bu özellikleri ile çalışma alanındaki manto peridotitleri Güney Türkiye'de Pozantı-Karsantı, Mersin, Tekirova (Antalya), Kızıldağ (Hatay) ofiyolitlerine ait manto kayaçları ile benzerlikler sunmaktadırlar [225].

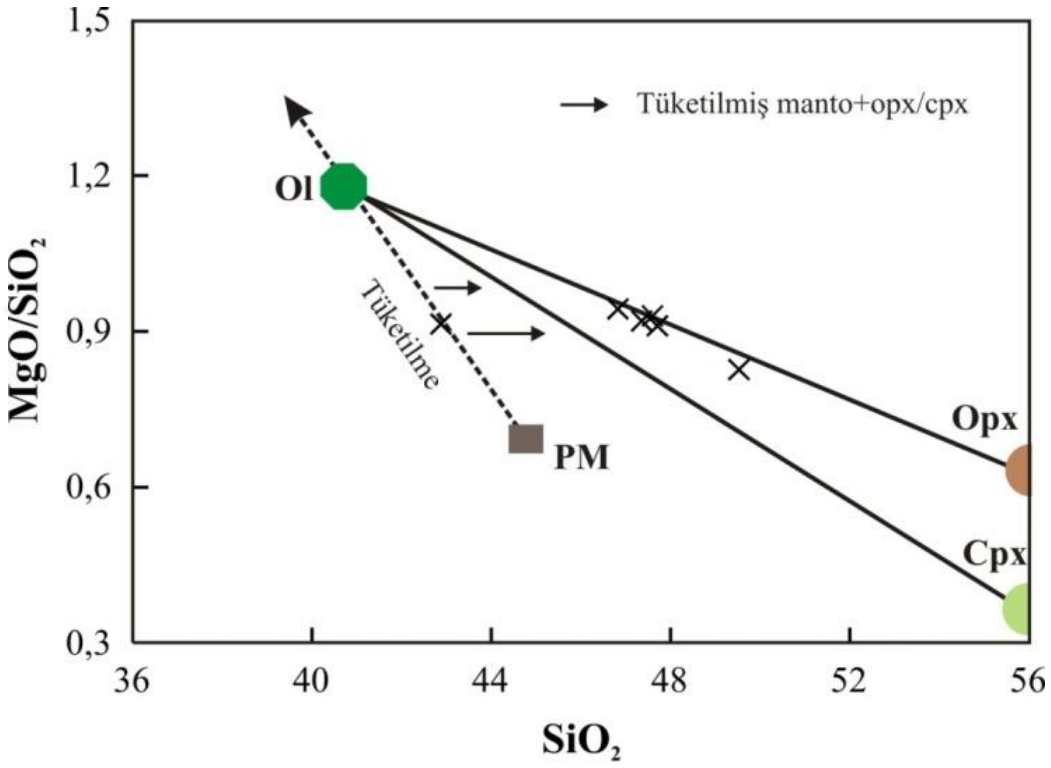
Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tektonitlerine ait tüm kayaç Al_2O_3/SiO_2 ve MgO/SiO_2 diyagramı incelendiğinde (Şekil 6.3); önemli bir bileşim çeşitliliği görülmektedir. Al_2O_3/SiO_2 içeriklerinin değişiklikten pek etkilenmediği görülmüştür [219,226,227]. Ancak; Al_2O_3/SiO_2 değerlerinin <0.02' den düşük olması okyanus ortamlarındaki refrakter peridotitlere benzer bir şekilde tüketildiğini göstermektedir [227,228]. MgO/SiO_2 içeriğinin <1'den düşük olması MgO kaybına bağlıdır. Bu durum kaya ve deniz suyu arasındaki etkileşimden kaynaklanmaktadır.



Şekil 6.3. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tektonitlerine ait tüm kayaç Al_2O_3/SiO_2 ve MgO/SiO_2 diyagramı. Manto dizisi [229,230].

Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tektonitlerinde kristalizasyon mekanizmasını incelemek için tüm kaya SiO_2 içeriği ile MgO/SiO_2 oranı diyagramı çizilmiştir (Şekil 6.4). Çizilen diyagram da sadece bir örnek ilkel manto ve olivin alanı arasında bulunmaktadır. Bu durum; kısmi ergime ile modifiye edilen ilkel manto bileşimli kayalar için gösterilmektedir. Diğer beş örnek ise, olivin ve ortopiroksen arasında farklı bir kompozisyon modeli sergilemektedir. Bu mineraller arasındaki bileşim, eriyik-manto etkileşimi esnasında olivinin erimesini ve ortopiroksen

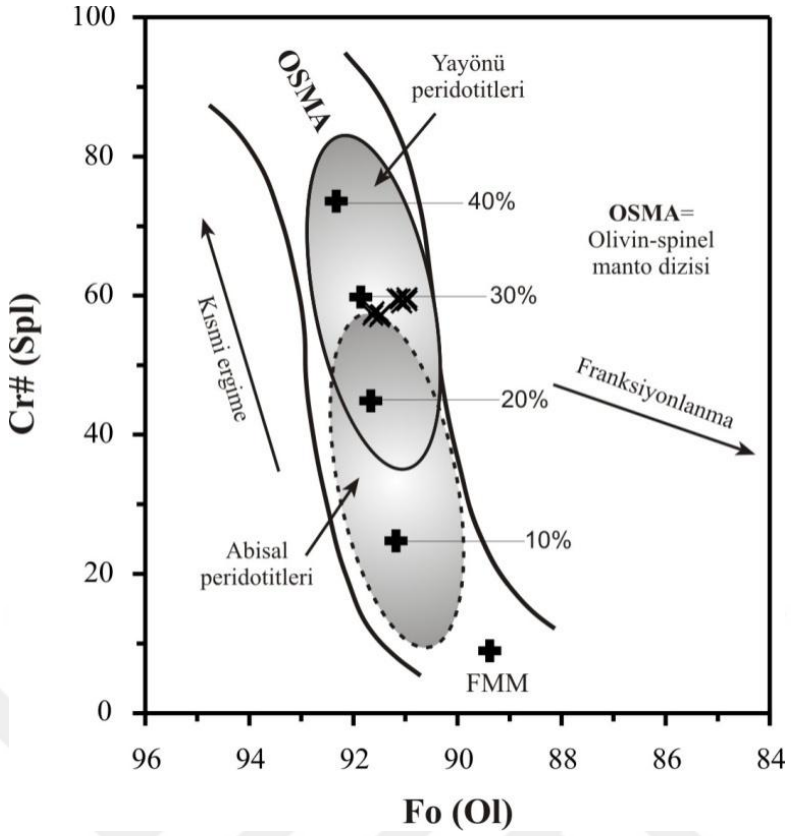
kristalleşmesini göstermektedir [231]. Olivin ve ortopiroksen arasındaki eğilim, Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tektonitlerinde daha önce tüketilmiş ilkel bir manto kayası ile ikincil süreçlerle zenginleştirildiğini göstermektedir [232,233]. Benzer ilişki, Kaapval ve Siberia Cratons'daki [234] düşük sıcaklıklı garnet peridotit ksenolitlerinde de gözlenmiş, bu kayaçların oluşumu, daha önce tüketilen ilksel bir mantodan zenginleşme ile ilişkilendirilmiştir [232,233].



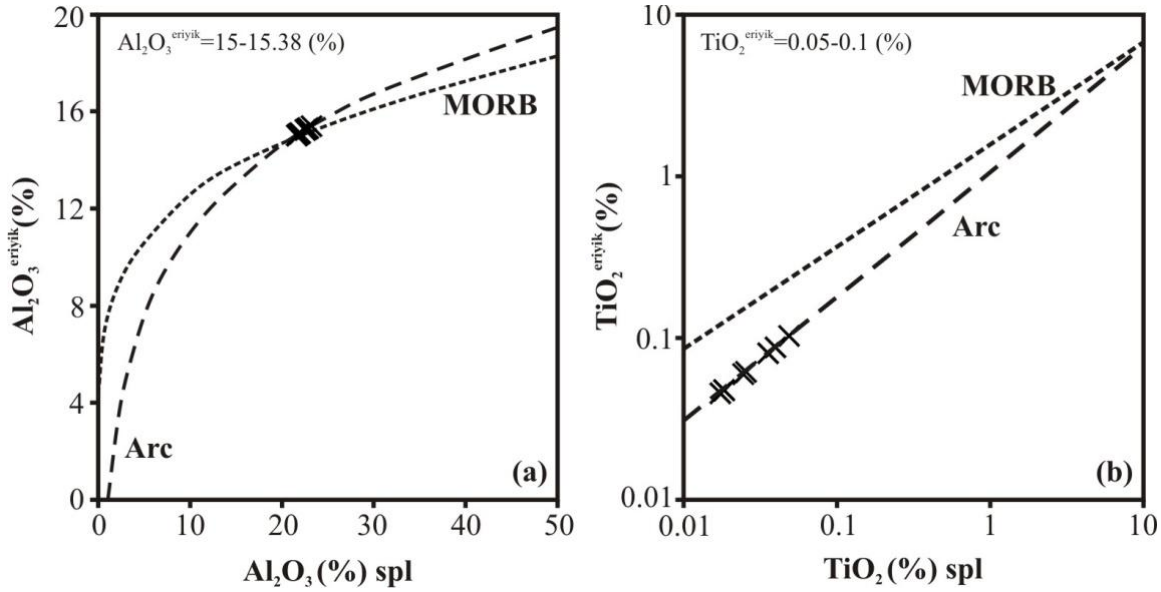
Şekil 6.4. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tektonitlerinde MgO/SiO_2 içeriğine karşı tüm kayaç SiO_2 içeriğine göre çizilen diyagram. PM: İlksel Magma ve Ol-Opx/Cpx karışım eğilimleri [234].

Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tektonitlerine ait olivinlerindeki Fo içeriği ile spinellerindeki Cr # değerleri göz önüne alındığında, analiz edilen tüm örneklerin olivin-spinel manto dizisi (OSMA) alanı ve tektonitlerin üst mantonun kısmi ergimesinden sonra geride kalan kalıntı materyali ile temsil edildiği görülmektedir (Şekil 6.5).

Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tektonitlerine ait kromitlerin, olası Al_2O_3 ($Al_2O_3^{eriyik}$=5.2181*ln($Al_2O_3^{spinel}$)-1.0505) ve TiO_2 (TiO_2^{eriyik}=1.0963*(TiO_2^{spinel})$^{0.7863}$) konsantrasyonları Rollinson [235] denklemleri kullanılarak modellenmiştir. Cr-spinel içerisindeki Al_2O_3 ve TiO_2 eriyik konsantrasyonları, jeotektonik yerleşimi ve jeokimyasal afinitesi üzerinde önemli veriler sağlamaktadır. Model hesaplamalarının sonuçları Şekil 6.6a ve 6b'de gösterilmektedir. Düşük Cr # değerine (EK 3.15) sahip sığ mantodan gelen kromitlerin ağırlıkça % 15-15.38 Al_2O_3 ve ağırlıkça % 0.05-0.1 TiO_2 içeren ergimelerden türetildiğini göstermektedir.

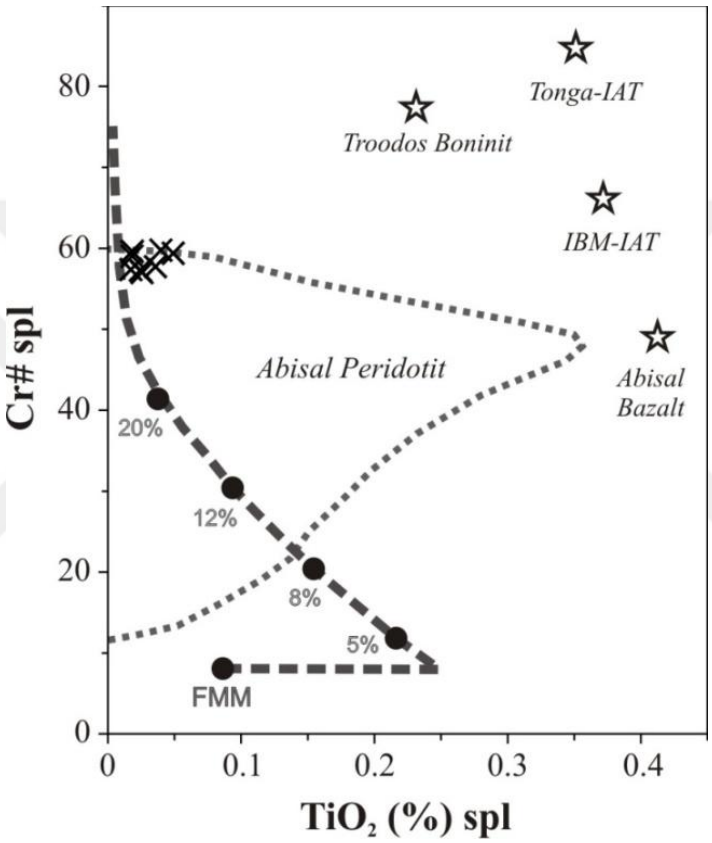


Şekil 6.5. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tektonitlerine ait spinel içerisinde hesaplanmış krom (Cr#) ve olivin (Fo) diyagramı. Olivin-Spinel manto dizisi ve ergime eğilimi [222], abisal peridotit alanı [135], yayönü peridotit alanı [215,223,224].



Şekil 6.6. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tektonitlerine ait kromitlerin eriyik kompozisyonlarının modelleme sonuçlarına göre; (a) Kromit numunelerinde Cr-spinel ile dengede bulunan hesaplanmış Al_2O_3 eriyik konsantrasyonu ve (b) Cr-spinel ile dengede bulunan hesaplanmış TiO_2 eriyik konsantrasyonu. Kesikli çizgiler MORB (okyanus ortası sırtı) ve Arc (yay) örnekleri için kompozisyon eğilimleri [235].

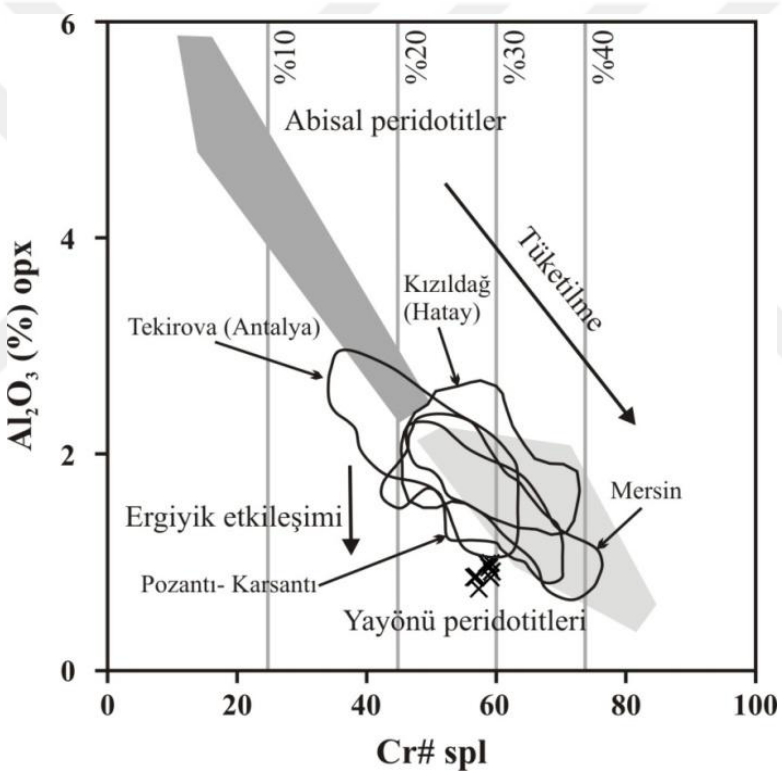
Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait tektonitlerin spinellerinde Cr # [100 × Cr / (Cr + Al)] ve TiO_2 (%) diyagramı incelendiğinde (Şekil 6.7), tektonitlerin basit bir eriyik ekstraksiyonunun ürünleri olması halinde TiO_2 gibi uyumsuz elementler, üst manto peridotitlerinde kısmi ergime derecesinin iyi bir ölçüsü olan Cr # artışı spinel içerisinde azalma gösterirdi. [135,222,236]. Ancak, Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tektonitleri sonradan ada yayı toleyitik eriyikleri (IAT) ile reaksiyondan etkilendiğinden, spinellerdeki TiO_2 içeriği, artan Cr # ile zenginleşme göstererek, Troodos Boninit alanına doğru yönelim göstermektedir (Şekil 6.7).



Şekil 6.7. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tektonitlerin spinellerinde Cr # [100 × Cr / (Cr + Al)] ve TiO_2 (%) diyagramı. Tonga-IAT (ada yayı toleyiti), IBM (Izu Bonin-Mariana)-IAT verileri ve Abisal Bazalt [224]. Abisal peridotit alanı ve Trodos boninit [135]. Kalın kesikli çizgi, zenginleşmiş bir MORB (FMM) mantosunun değişken derecelerde kısmi ergimesinden (5-30 %) sonraki spinel bileşimlerini göstermektedir. Yıldızlar; Boninit, IAT ve MORB tipi eriyiklerle denge halindeki spinel bileşimlerini temsil etmektedir.

Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tektonitlerine ait aynı örneklerdeki ortopiroksen minerallerinin Al_2O_3 içerikleri ile aynı örnek içerisindeki spinel kristallerinin hesaplanmış Cr# değerleri karşılaştırılmıştır. Ergime kalıntısının manto kayaçlarının içerisinde bulunmaları durumunda, kısmi ergime derecelerinde artış gözlenir, bu artışa bağlı olarak ortopiroksen Al içeriklerinde bir tüketilme beklenirken, spinel fazlarının hesaplanmış Cr# değerlerinde bir artış beklenmektedir. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti manto kesimini temsil eden tüm peridotit

örneklerinin kısmen yüksek Cr# değerlerine sahip spinel ve düşük Al_2O_3 içeriklerine sahip ortopiroksen mineralleri ile temsil edildiği, bununla birlikte çoğunlukla %25 ile %30'lara ulaşan kısmi ergime kalıntıları oldukları gözlenmiştir (Şekil 6.8). Güney Türkiye ofiyolitik istiflerin manto kesimini temsil eden tüm peridotit örnekleri birlikte değerlendirildiğinde (Şekil 6.8), örneklerin büyük bir kısmının kısmen yüksek Cr# değerlerine sahip spinel ve düşük Al_2O_3 içeriklerine sahip ortopiroksen mineralleri ile temsil edildiği, bununla birlikte çoğunlukla %15' ten % 40'lara ulaşan kısmi ergime kalıntıları oldukları gözlenmiştir. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tektonitlerine ait spinel kristallerinin hesaplanmış Cr# içerikleri ve ortopiroksen mineralindeki Al_2O_3 içeriklerine göre çizilen diyagramda; Kuluncak (Malatya) ofiyoliti manto peridotitleri Güney Türkiye'de Pozantı-Karsantı, Mersin, Tekirova (Antalya), Kızıldağ (Hatay) ofiyolitlerine ait manto kayaçları ve yay-önü peridotitleri ile benzerlikler sunduğu gözlenmiştir (Şekil 6.8).

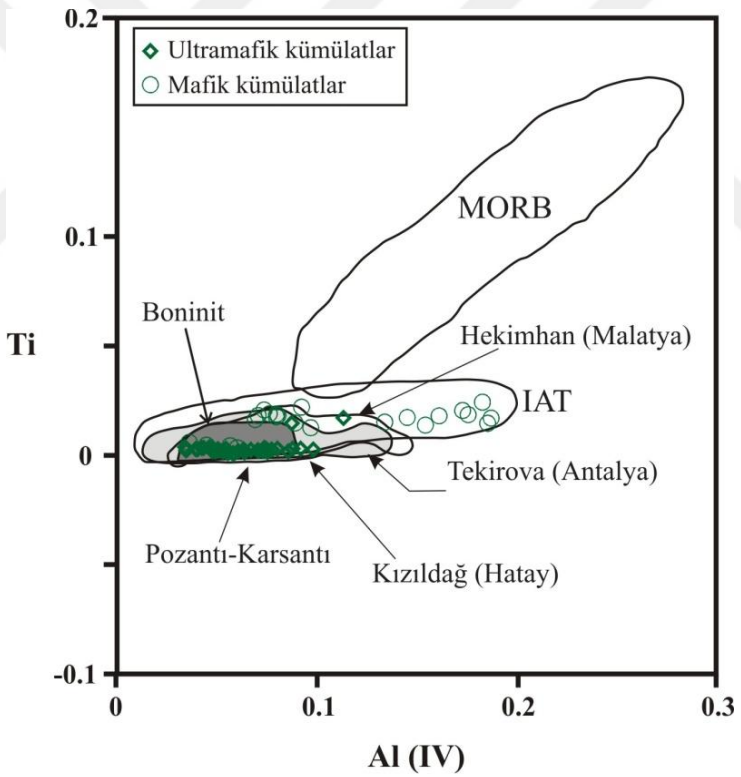


Şekil 6.8. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tektonitlerine ait spinel kristallerinin hesaplanmış Cr# içerikleri ve ortopiroksen mineralindeki Al_2O_3 içeriklerine göre çizilen diyagram. Abisal ve yay önü peridotit alanları Dick ve Bullen [135], Bonatti ve Michael [237], Hebert vd., [238], Johnson vd., [218], Ishii vd., [215], Arai, [222], Parkinson ve Pearce [223], Pearce vd., [224] ve Parkinson vd., [239]'den, dikey çizgiler ile gösterilmiş kısmi ergime dereceleri Arai, [222]'den alınmıştır. Güney Türkiye ofiyolitlerine ait tektonitlerde gözlenen spinel kristallerinin Cr# içeriklerine karşılık ortopiroksen minerali Al_2O_3 içeriklerindeki değişimler Uysal vd., [225]'den alınmıştır.

Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait ultramafik ve mafik kümülat kayaçlar birlikte değerlendirilmiştir. Beccaluva vd., [240] klinopiroksenlerin Ti-Al içeriklerine göre ofiyolitleri okyanus ortası sırtı (MORB), ada yayı toleyitleri (IAT) ve boninitler olmak üzere 3 farklı

tektonik ortamda tanımlamıştır. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait kümülat kayaçlardan ultramafik ve mafik kümülat kayaçların klinopiroksenlerindeki Ti-Al içerikleri Beccaluva vd., [240] göre incelendiğinde; klinopiroksenlerin düşük Ti içeriği, manto kaynağındaki tüketilme derecesini [150] yansıtmakta olduğu ve klinopiroksen kristallenmesinin düşük Ti içerikli magmadan türediği gözlenmiştir (Şekil 6.9). Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait ultramafik ve mafik kümülat kayaçları ada yayı toleyitik (IAT) ve bonititik karakterde olmasının yanı sıra, Hekimhan (Malatya) [49], Pozantı-Karsantı [19], Kızıldağ (Hatay) ve Tekirova (Antalya) ofiyolitleri [241] ile benzer özellikler sunduğu belirlenmiştir.

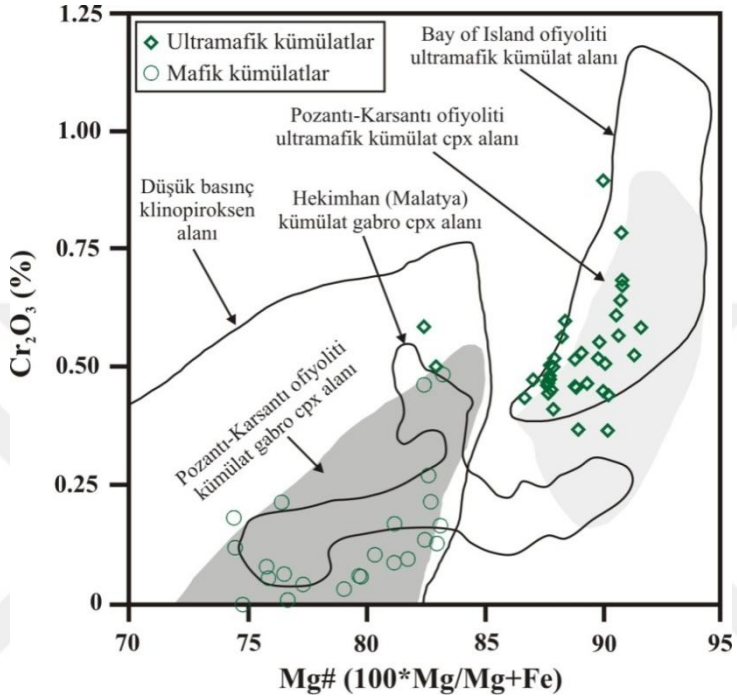
Klinopiroksenlerin Cr_2O_3 içerikleri ile hesaplanmış Mg (Mg#) içeriklerine göre çizilen yüksek basınç ortamında oluşan klinopiroksenler Bay of Island ofiyoliti ultramafik kayaçların alanı [241-243] ile düşük basınç klinopiroksen alanınında [241,244] gösterildiği bu diyagramda ultramafik ve mafik kümülat kayaçların artan Mg# değerlerine karşı Cr_2O_3 değerlerinde de bir artış gözlenmektedir (Şekil 6.10).



Şekil 6.9. Kuluncak (Malatya) ofiyolite ait ultramafik ve mafik kümülatlarda gözlenen klinopiroksenlerin Al (IV)-Ti içeriğinin değişim diyagramı [245]. MORB: Okyanus ortası sırt bazaltları, IAT: Ada yayı toleyitleri ve Boninit [245]. Pozantı-Karsantı ofiyoliti [19], Kızıldağ (Hatay) ofiyoliti [241], Tekirova (Antalya) ofiyoliti [241] (açık gri renk ile temsil ediliyor) ve Hekimhan (Malatya) ofiyoliti [49].

Mafik kümülat kayaçlardan ultramafik kümülatlara doğru Cr içeriklerinde zenginleşme olması, klinopiroksen fraksiyonlanmasını işaret etmektedir. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait

ultramafik ve mafik kümülat kayaçların klinopiroksenlerindeki Cr_2O_3 içerikleri ile hesaplanmış Mg (Mg#) içeriğine göre çizilen diyagramda ultramafik kümülat kayaçların yüksek basınç ortamında oluştuğu, mafik kümülat kayaçların ise düşük basınç ortamında oluştuğu gözlenirken, Pozantı-Karsantı ofiyoliti ultramafik ve mafik kümülat, Hekimhan (Malatya) ofiyoliti mafik kümülat kayaçları ile de benzerlik sunduğu gözlenmiştir (Şekil 6.10).

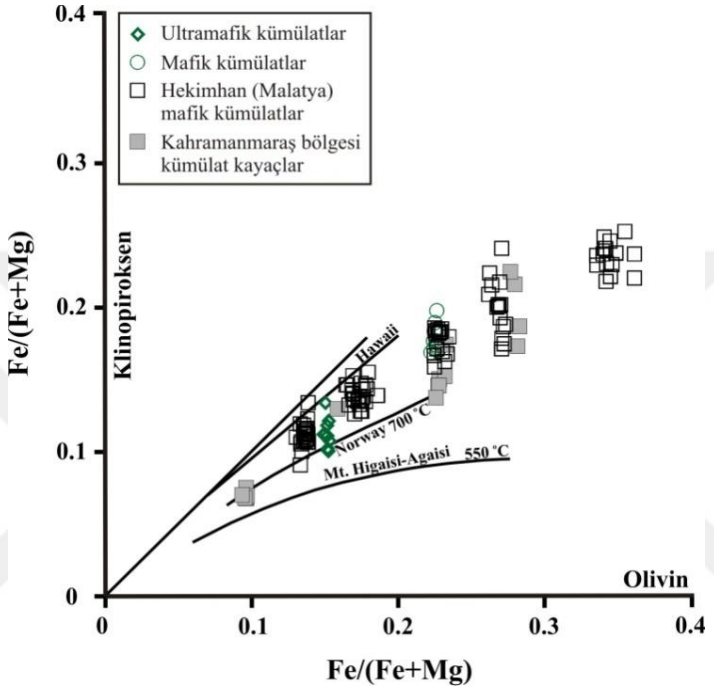


Şekil 6.10. Kuluncak (Malatya) ofiyolite ait ultramafik ve mafik kümülatlarda gözlenen klinopiroksenlere ait Mg# (100*Mg/Mg+Fe)-Cr_2O_3 içeriği değişim diyagramı. Bay of Island ofiyoliti ultramafik kayaçlar alanı [241-243], düşük basınç klinopiroksen alanı [241,244] ve Hekimhan (Malatya) ofiyoliti mafik kümülat alanı [49].

Olivin ve klinopiroksen arasındaki Mg-Fe paylaşımına göre çizilen diyagramda Fe-Mg dağılımı (Şekil 6.11), olivinlerin kimyasal olarak klinopiroksenler ile dengede olduklarını göstermektedir [246]. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait ultramafik kümülatlar 700 °C [247] civarında düşük dengeleme sıcaklıkların gösterirken, mafik kümülatlar yüksek dengeleme sıcaklıklarına işaret etmektedir (Şekil 6.11). Kuluncak (Malatya) ofiyoliti kümülat kayaçları, Kahramanmaraş bölgesi kümülat kayaçları ve Hekimhan (Malatya) mafik kümülat kayaçları ile benzer dengeleme sıcaklıkları göstermektedir.

Ultramafik ve mafik kümülat kayaçlarının kristalleşme koşullarını oluşturmak için literatürde çeşitli yöntemler ve hesaplamalar bulunmaktadır [248-250]. Kuluncak ofiyolitinin ultramafik kümülat kayaçları (K-58) için Brey ve Köhler'in [249] iki piroksen termometresi (klinopirokesen-ortopiroksen) ile 820 °C sıcaklığı hesaplanırken, mafik kümülat kayaçlarından (K-145) 936 °C sıcaklığı hesaplanmıştır (Tablo 6.1). İki piroksen jeo-termo-barometresi [251]

ise ultramafik ve mafik kümülat kayaçlarının kristalizasyon sıcaklıklarını ve basınçlarını tahmin etmek için kullanılmıştır. Bu yöntemde, ultramafik kümülatlar (K-58) için; denklem 36 ve 37'de 914-847 °C arası sıcaklık hesaplanırken, 1.6-2.8 kbar arası basınç hesaplanmıştır (Tablo 6.1). Mafik kümülatlar (K-145) içinse; denklem 36 ve 37'de 973-927 °C arası sıcaklık hesaplanırken, 2.6-3.6 kbar arası basınç hesaplanmıştır (Tablo 6.1). Bu basınç tahminleri, ultramafik ve mafik kümülatların kristalleşmesi için 8-15 km derinliği işaret etmektedir.



Şekil 6.11. Olivin ve klinopiroksen arasındaki Mg-Fe paylaşımına göre çizilen diyagramda İzotermler (700 °C ve 550 °C), Obata vd., [247] alınmıştır. Kahramanmaraş bölgesi kümülat kayaçlar [34], Hekimhan (Malatya) mafik kümülatlar [49].

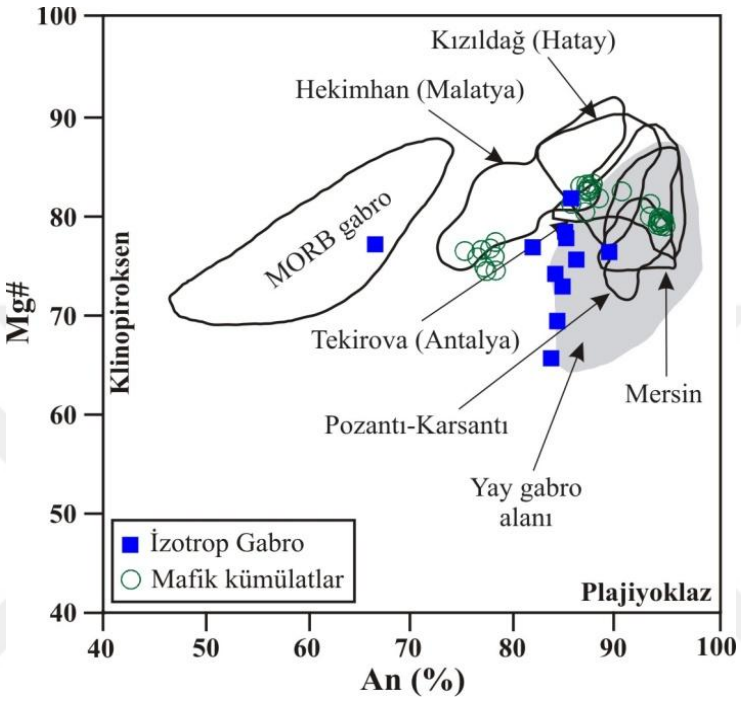
Tablo 6.1. Kümülat kayalardan ultramafikler (K-58)ve mafikler (K-145) için elde edilen tahmini sıcaklıklar (T) ve basınçlar (P).

	Brey ve Köhler [249]	**Putirka [251]**				**Gözlemlenen**
	T(BKN)	Eqn 36	Eqn 37	Eqn 38	Eqn 39	K_D(Fe-Mg)
Örnek	T(C)	T(C)	T(C)	P(kbar)	P(kbar)	
K-58	820	914	847	1.6	2.8	0.69
K-145	936	973	927	2.6	3.6	0.96

Denge testi: (K_D; 1.09±.14 olamalıdır)
Eqn 39, sıcaklık girişi için eqn 36'yı kullanır.
Piroksenler için hesaplanan basınç +/- 2.8 kbar [251].

Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait mafik kümülat kayaçlarındaki klinopiroksenlerin hesaplanmış magnezyum numarası (Mg#) ve plajiyoklazların anortit (An) içeriğine (Şekil 6.12) göre çizilen diyagramda mafik kümülat kayaçların okyanus ortası (MORB) tektonik ortamdan

farklı olarak, yay ile ilişkili tektonik ortamda oluştuğu, Hekimhan (Malatya) ofiyoliti [49], Pozantı-Karsantı [19], Mersin ofiyoliti [17], Kızıldağ (Hatay) ve Tekirova (Antalya) ofiyolitleri [22,23] ile benzer özellikler sunduğunu belirlenmiştir. İzotrop gabro örneklerinde yapılan mineral kimyası sonuçları aynı diyagramda kullanılmış bir örnek dışında, izotrop gabroların yay gabro alanına düştükleri görülmüştür (Şekil 6.12).

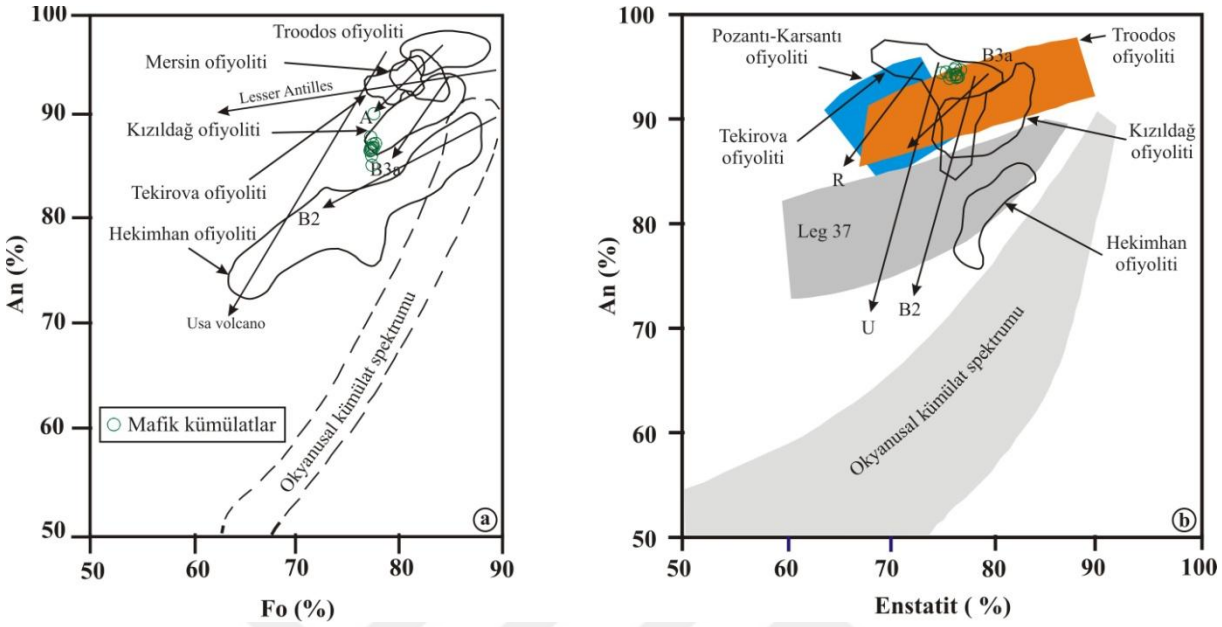


Şekil 6.12. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait mafik kümülatlar ve izotrop gabrolarda gözlenen plajiyoklazlardaki (An) içeriği ile klinopiroksenlerdeki Mg# (Mgx100/Mg+Fe) değişim diyagramı. MORB gabro ve yay gabro alanı [131], Mersin ofiyoliti [17], Pozantı-Karsantı ofiyoliti [19], Hekimhan (Malatya) ofiyoliti [49], Kızıldağ (Hatay) ve Tekirova (Antalya) ofiyolitleri [22,23],

Kuluncak (Malatya) ofiyoliti mafik kümülat kayaçlarının plajiyoklazlarındaki anortit (An) ve olivinlerindeki forsterit (Fo) içeriğine göre çizilen diyagramda (Şekil 6.13a); plajiyoklazların Anortit (An) ve olivinlerindeki Forsterit (Fo) içeriklerinin yüksek ve sınırlı değişim göstermesi, Kuluncak (Malatya) ofiyoliti mafik kümülat kayaçlarının okyanus ortası sırtı (MOR) gabrolarından farklı olduğunu göstermektedir. Mafik kümülat kayaçların Troodos, Mersin, Kızıldağ (Hatay), Tekirova (Antalya), Hekimhan (Malatya) ofiyolitlerinin yanı sıra ada yayı sistemlerindeki gabroyik kayaçlar ile de benzerlikler göstermektedir. (Şekil 6.13a).

Mafik kümülat kayaçların plajiyoklazlarındaki Anortit (An) ve ortopiroksenlerindeki Enstatitin (Mg#) içeriklerine göre çizilen diyagramda (Şekil 6.13b), Kuluncak (Malatya) ofiyolitlerindeki mafik kümülat kayaçların okyanus ortası sırt tektonik ortamında (MOR) oluşan gabroyik kayaçlardan farklı olduğu görülmektedir. Mafik kümülat kayaçların Troodos, Pozantı-Karsantı, Tekirova (Antalya) ve Kızıldağ (Hatay) ofiyolitlerinin yanı sıra Rindjami volkanı ve

Boisa volkanı gibi dalma batma zonu ile ilişkili tektonik ortam kayaçları ile de benzerlikler sunduğu görülmektedir (Şekil 6.13b).

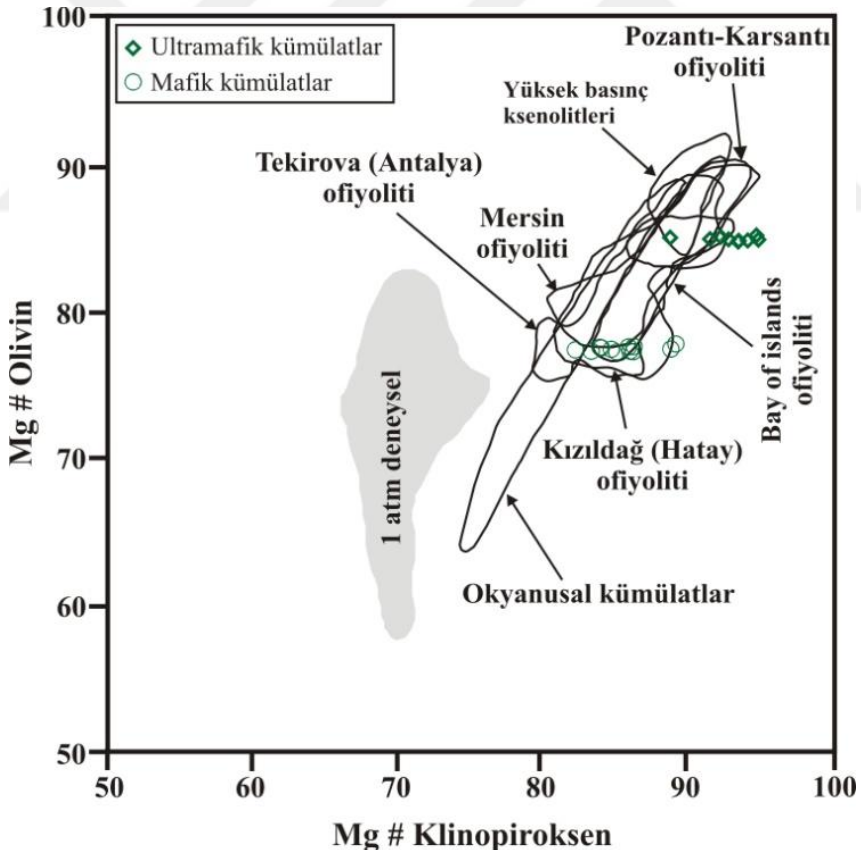


Şekil 6.13. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait mafik kümülat kayaçlarda gözlenen plajiyoklazlardaki anortit (An) içeriği ile (a) olivinlerdeki Forsterit (Fo) içerikleri ve (b) ortopiroksenlerdeki enstatit içeriklerini gösteren diyagram [131]. Troodos Ofiyoliti [252], Mersin ofiyoliti [17], Pozantı-Karsantı ofiyoliti [19], Hekimhan (Malatya) ofiyoliti [49], Kızıldağ (Hatay) ve Tekirova (Antalya) ofiyolitleri [22,23], R: Rindjami Volkanı [253], B3a, B2: Boisa Volkanı [254], U: Usa Volkanı [255], A: Agrigan Volkanı [256], Leg 37: [257], Lesser Antilles [258], Okyanusal Kümülat Spektrumu [259,260].

Piroksenlerdeki Al_2O_3 miktarının ortamdaki artan basınca bağlı olarak arttığı bilinmektedir [261]. Ortamdaki su buharı basıncının ve toplam basıncın artması magma fraksiyonlanması esnasında plajiyoklaz minerali kristallenmesini erteleyerek, ortamda var olan Ca ve Al 'un piroksenlerin yapısına girmesine neden olmaktadır [262]. Okyanusal bazalt ve ofiyolitik bazaltların magma odası modellemesi için laboratuvar koşullarında yapılan pek çok çalışma bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda; Düşük basınç ortamın da (1 atm) kristalleşen MORB tipi bazaltik magmalardan dünit, troktolit, olivinli gabro gibi kayaçların oluştuğu gözlenmiştir [9,242]. Yüksek basınç ortamında (~10 kbar) kristalleşen bazaltik magmaların düşük basınç ortamındakilerden farklı olarak olivin ± krom (spinel)→klinopiroksen→plajiyoklaz→ortopiroksen olarak gözlenmektedir [263,264]. Yüksek basınç altında (~10 kbar) klinopiroksenler plajiyoklazlardan önce kristallenmektedir. Kuluncak (Malatya) ofiyolitinde bulunan kümülat kayaçlarının mineral fazlarının kristallenme sırası olivin (Fo 77-85) ± krom (spinel)→klinopiroksen (Mg# 74-92)→plajiyoklaz (An 75-95)→ortopiroksen (Mg# 78-84) gibidir. Bununla birlikte verlit, klinopiroksenit, anortozit, gabro, olivinli gabro ve gabronorit gibi kümülat kayaçlarla temsil edilmektedir. Toros kuşağı üzerindeki ofiyolitlere ait

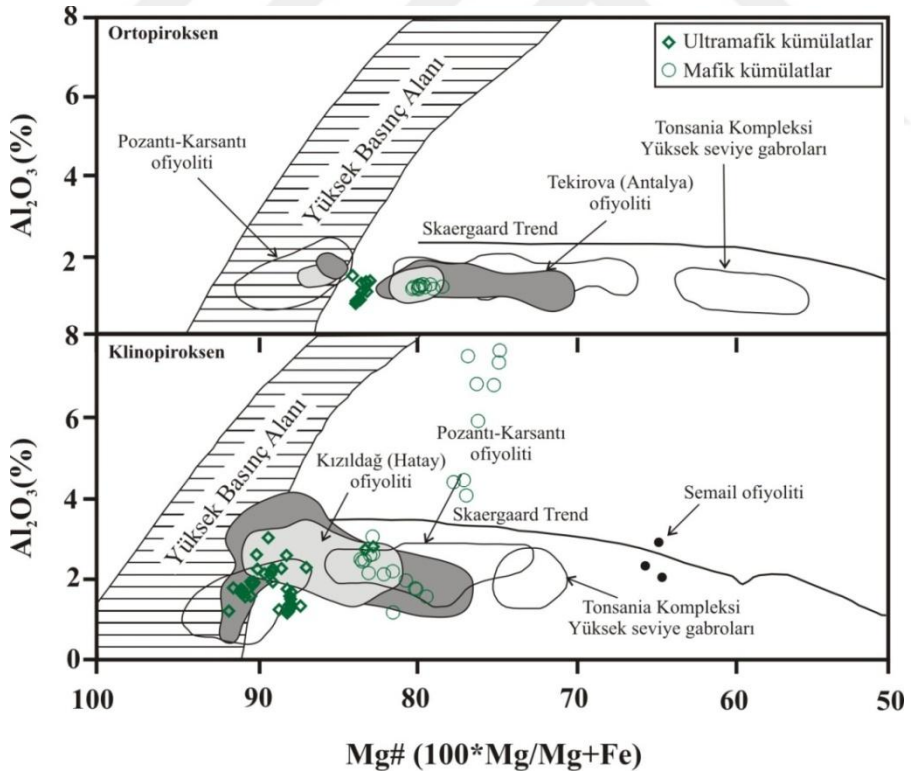
kümülat kayaçların kalınlıklarının 3 km' den fazla olduğu belirtilmektedir [5,265]. Bu durum, kümülat kayaçların oluşabilmesi için büyük bir magma odasının varlığına işaret etmektedir. Elthon vd., [242]'nin ofiyolitlerin oluşumu için geliştirdiği hızlı yayılma ve yavaş yayılma modelleri ile magma odasının büyüklüğü göz önüne alındığında, Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait ultramafik ve mafik kümülat kayaçların yüksek (10 kbar) ve düşük (2.5-3.5 kbar) basınç mineral franksiyonlanmasına bağlı olarak hızlı yayılan kanal (conduit) sisteminde oluştuğu düşünülmektedir.

Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait mafik kümülat kayaçlarda gözlenen olivin ve klinopiroksenlerindeki hesaplanmış magnezyum numaralarına (Mg#=100*Mg/Mg+Fe) göre çizilen diyagramda (Şekil 6.14). Ultramafik kümülat kayaçların yüksek basınç manto ksenolitleri ile yaklaşık olarak aynı alana düştüğü gözlenirken, mafik kümülat kayaçların yüksek basınç manto ksenolitleri alanından sapmakta olduğu görülmektedir. Genel olarak bakıldığında; kümülat kayaçların, Bay of island [242], Pozantı-Karsantı [19], Mersin ofiyoliti [17], Kızıldağ (Hatay) ve Tekirova (Antalya) ofiyolitleri [241] ile benzer özellikler sunduğunu belirlenmiştir.



Şekil 6.14. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait mafik kümülat kayaçlarda gözlenen olivin ve klinopiroksenlerindeki hesaplanmış magnezyum numaralarına (Mg#=100*Mg/Mg+Fe) göre çizilen diyagram: Bay of Island Ofiyoliti [242], 1-atm deneysel alan [242], Yüksek Basınç Manto Ksenolitleri [266], Okyanusal Kümülatlar [259,260], Mersin ofiyoliti [17], Pozantı-Karsantı ofiyoliti [19], Kızıldağ (Hatay) ve Tekirova (Antalya) ofiyolitleri [241],

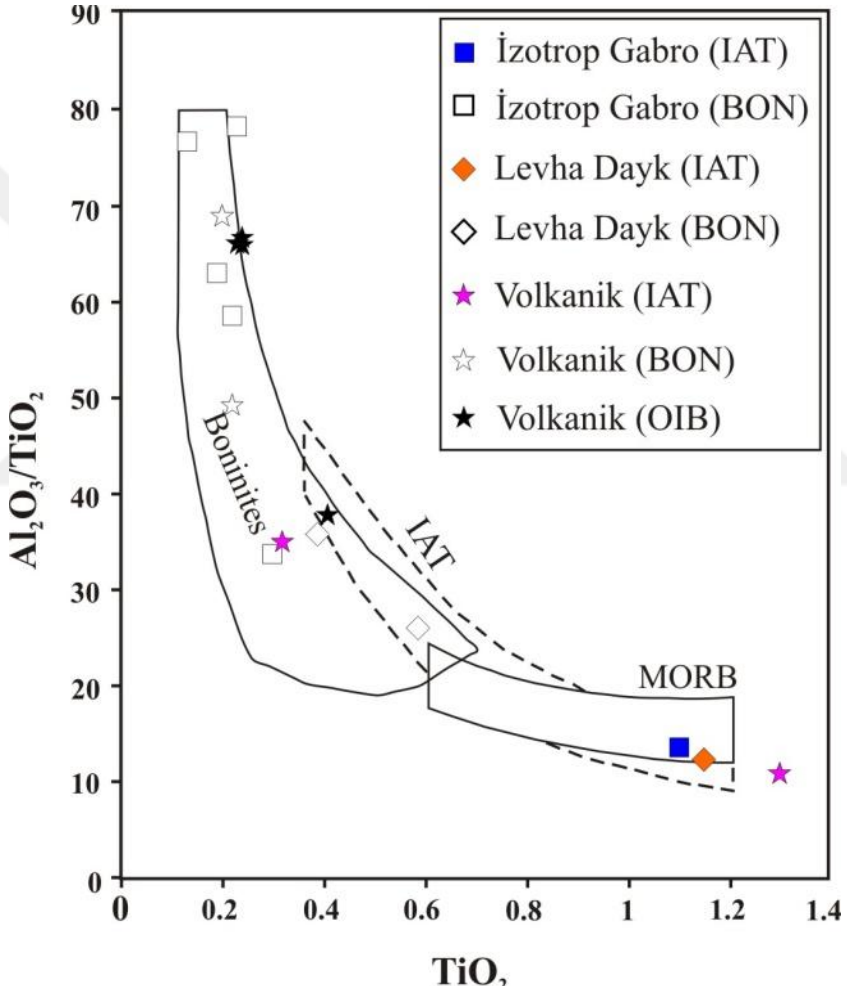
Ultramafik ve mafik kümülat kayaçlardaki piroksenlerin Al_2O_3 ve hesaplanmış Mg# içeriklerine göre çizilen diyagramda (Şekil 6.15), yüksek basınç ortamında oluşmuş peridotitler ve düşük basınç ortamında oluşmuş ultramafik ve mafik kayaçlar gösterilmektedir. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti ultramafik kayaçlarındaki klinopiroksenlerin Al_2O_3 ve hesaplanmış Mg# ilişkisine bakıldığında ultramafiklerin bir kısmı yüksek basınç alanı ile temsil edilirken diğer bir kısmı düşük basınç alanı ile temsil edilmektedir (Şekil 6.15). Ultramafik kayaçların ortopiroksenlerindeki Al_2O_3 ve hesaplanmış Mg# ilişkisine bakıldığında ise; tamamının düşük basınç alanı ile temsil edildiği görülmektedir (Şekil 6.15). Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait ultramafik kümülatların hem yüksek basınç hem de düşük basınç alanı ile temsil edildiği, Pozantı-Karsantı, Tekirova (Antalya) ve Kızıldağ (Hatay) ofiyolitine ait ultramafik kümülat kayaçlarla benzer özellikler sergilediği görülmektedir (Şekil 6.15). Kuluncak (Malatya) ofiyoliti mafik kayaçlarındaki klinopiroksen ve ortopiroksenlerindeki Al_2O_3 ve hesaplanmış Mg# ilişkisine bakıldığında mafiklerin tamamının düşük basınç alanı ile temsil edildiği görülmektedir (Şekil 6.15). Ayrıca; mafik kümülatların Pozantı-Karsantı, Tekirova (Antalya) ve Kızıldağ (Hatay) ofiyolitlerinin mafik kümlatlarının yanı sıra Tonsania Kompleksi, Skaergaard kompleksi ve Semail ofiyoliti ile de benzer özellikler sunduğu gözlenmiştir.



Şekil 6.15. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait kümülat kayaçlarda gözlenen piroksenlerin hesaplanmış Mg#-Al_2O_3 içeriklerini gösteren diyagram. Yüksek basınç alanı [267], Pozantı-Karsantı Ofiyoliti [18,19], Tonsania Kompleksi, Skaergaard ve Semail ofiyoliti [261], Kızıldağ (Hatay) ofiyoliti [241] (açık gri renk ile temsil ediliyor)., Tekirova (Antalya) ofiyoliti [241] (koyu gri renk ile temsil ediliyor).

Kuluncak (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait kümülat kayaçlarının (ultramafik ve mafik kümülat) ada yayı toleyitik (IAT) karakterdeki magmadan türediği, ada yayı serileri [141,261,268,269], Güney Akdeniz ofiyolitleri [23,28] ve Hekimhan (Malatya) ofiyoliti [49] ile benzer karakterde olduğu belirlenmiştir.

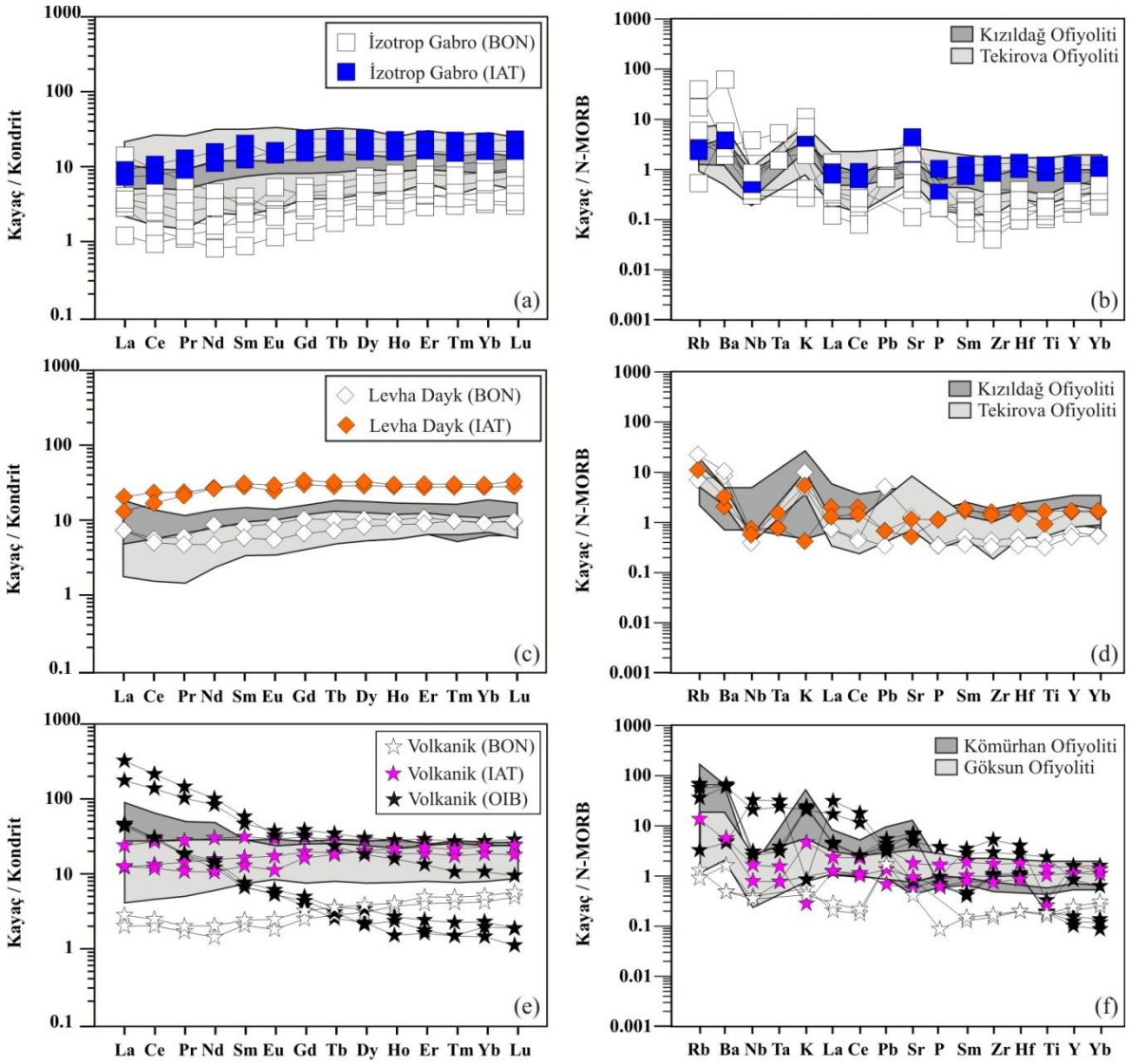
Kuluncak (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait kabuk kayalarında (izotrop gabrolar, levha dayklar ve volkanikler) TiO_2 'e karşı Al_2O_3/TiO_2 'ye göre çizilen diyagramda (Şekil 6.16), düşük Al_2O_3/TiO_2 ye karşın yüksek TiO_2 içeriklerine sahip olan kayaç grupları tipik ada yayı (IAT) ve MORB alanları ile çakışmakta olup, yüksek Al_2O_3/TiO_2 ye karşın düşük TiO_2 içeriklerine sahip olan kayaç grupları ise, boninit alanı ile çakışmaktadır.



Şekil 6.16. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait izotrop gabroların, levha daykların ve volkaniklerin TiO_2 'e karşı Al_2O_3/TiO_2 'ye göre çizilen diyagramda gösterimi. Boninit, MORB ve IAT alanları [270] ve [148]'den alınmıştır.

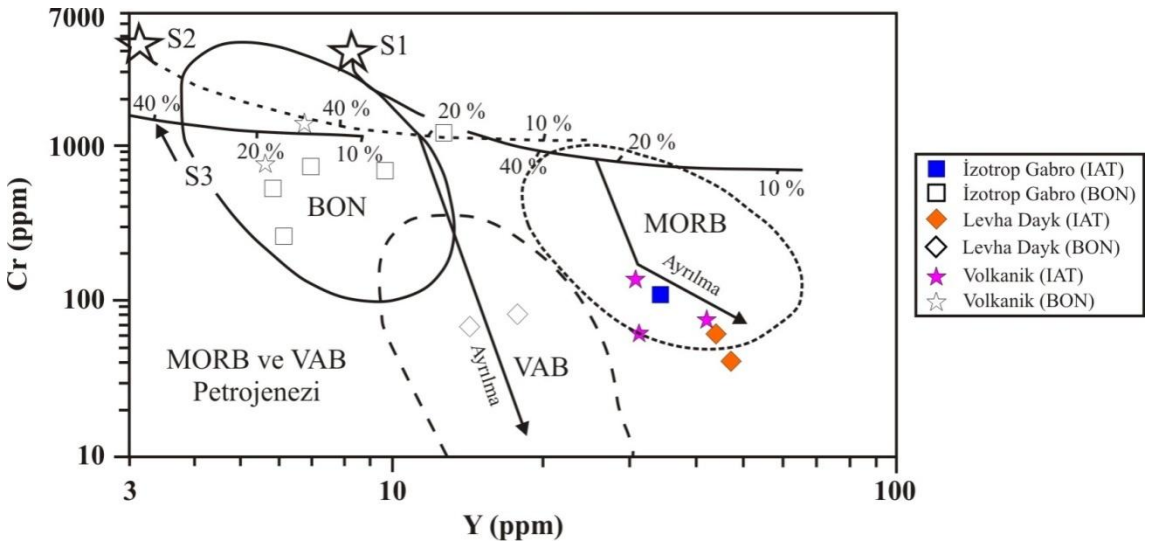
Modern boninitler; genel olarak yay önü ortamlarında oluşmaktadır [271-275]. Ancak, Falloon vd., [276] Lau yay arkası havzasında, boninit örneklerinin varlığını belirtmiştir. Modern ortamlar, yay önü bölgelerinde, deniz tabanı yayılmasına bağlı olarak, genişleme tektonizması ile karakterize edilmektedir [272,275,277-279]. Boninitik lavların, bileşimleri bazaltik karakterdedir. Kuluncak (Malatya) ofiyolitinin boninitik karakterdeki kayaçlarının (izotrop gabrolar, levha dayklar ve volkanikler) SiO_2 içerikleri; % 42.19-58.86 arasında değişirken, CaO/Al_20_3 oranları; % 0.32-1.76 ve FeO içerikleri; % 6.33-9.79 arasında değişmektedir. Toplam alkali içeriği % 0.36-4.83 arasında değişmekte olup, ana element jeokimyası, yüksek Ca içerikli boninitlere benzemekle birlikte, Troodos ofiyolitinin yastık yapılı lavları [148] ile çeşitli ofiyolitik komplekslere ait boninitik kayaçlara da benzemektedir [11,83,240,280-289]. Pek çok ofiyolit kompleksine ait boninitik lavlar ve sokulumlar bulunmaktadır [285]. Mariana yay önü bölgesinde, boninitler, yay toleyitlerinin üzerine gelmektedir [270,290]. Guam'da Cape Vogel bölgesinde; Paleosen yaşlı iki boninit serisi, ada yayı toleyitlerinin üzerinde bulunmaktadır [291,292]. Troodos ofiyolitine ait boninit magmatizması (Yastık Lav), ada yayı toleyitleri ile hem eş zamanlı olarak hem de yerleşmesinden sonra ortaya çıkmıştır [282,293]. Bu durum; ortama bağlı gibi görünse de, okyanus içi dalma batma bölgesinde farklı magma kaynaklarının eş zamanlı olarak aktif olduğunu göstermektedir. Boninitler; genellikle yay gelişiminin erken dönemlerinde oluşurlar, ancak genellikle yay toleyitlerinin oluşumuyla çakışırlar ve/veya bunları takip ederler [294]. Bu da, ada yayı toleyitlerinden, boninitlere doğru kaynağın tüketildiğini işaret etmektedir.

Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait izotrop gabroların, levha dayklarının REE ve iz element değerleri Kızıldağ (Hatay) ve Tekirova (Antalya) ofiyolitleri, volkanik kayaçların REE ve iz element değerleri ise (Şekil 6.17a, b, c, d) Kömürhan (Malatya) ve Göksun (K. Maraş) ofiyolitleri ile karşılaştırılmıştır (Şekil 6.17e, f). Bu karşılaştırmalar sonucunda Kuluncak ofiyolitine ait; İzotrop gabroların ve levha dayklarının; Kızıldağ (Hatay) ve Tekirova (Antalya) ofiyolitleri ile benzer özellikler sunduğu gözlenirken (Şekil 6.17a, b, c, d), volkaniklerin; Kömürhan (Malatya) ve Göksun (K. Maraş) ofiyolitleri ile benzer özellikler sunduğu gözlenmiştir (Şekil 6.17e, f). Tüm bu veriler, Kuluncak (Malatya) bölgesi ofiyolitine ait izotrop gabro, levha dayk ve volkanik kayaçlarının hem ada yayı toleyitik hem de boninitik karakterdeki magma kaynağının okyanus içi dalma batma zonu üstü yay önü tektonik ortamda oluştuğuna işaret etmektedir.



Şekil 6.17. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait izotrop gabroların, levha dayklarının ve volkaniklerin Kondrite ve N-MORB'a göre [144] normalize edilmiş iz element dağılımları. Kızıldağ (Hatay) ofiyoliti izotrop gabro ve levha dayklarının REE ve N-MORB değerleri [25]. Tekirova (Antalya) ofiyoliti izotrop gabro ve levha dayklarının REE ve N-MORB değerleri [27]. Kömürhan (Malatya) ofiyoliti volkaniklerin REE ve N-MORB değerleri [24]. Göksun (K. Maraş) ofiyoliti volkaniklerin REE ve N-MORB değerleri [20].

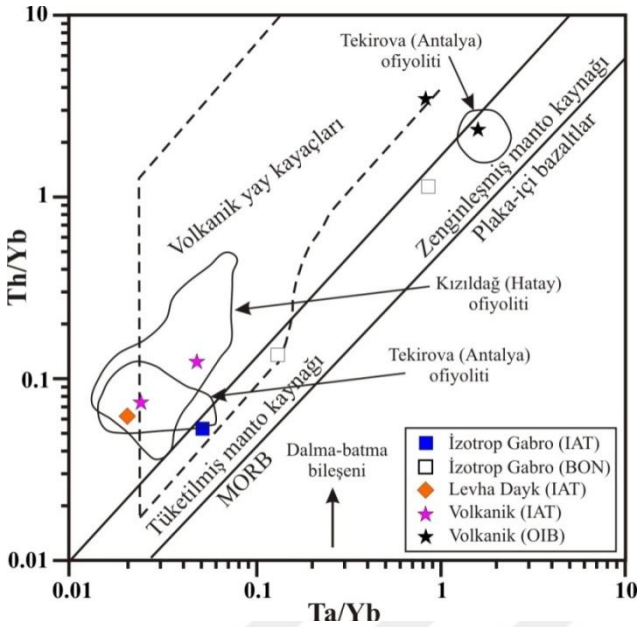
Manto kaynaklarının bileşimini ve farklı magma türlerini üreten kısmi erime derecesini tahmin etmek için Y' a karşı Cr diyagramı kullanılmıştır (Şekil 6.18). Bu diyagram üzerinde manto kaynağı bileşimleri ve ergime çizgilerine göre [274]; Kuluncak (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait izotrop gabroların, levha dayklarının ve volkaniklerin % 25-30 (S1) MORB eriyik ekstraksiyonu olan bir manto kaynağından oluştuğu ve buna bağlı olarak boninitik magmaların yaklaşık S2 kaynağının % 40-45 kısmi ergimesi sonucu oluştuğu görülmektedir (Şekil 6.18).



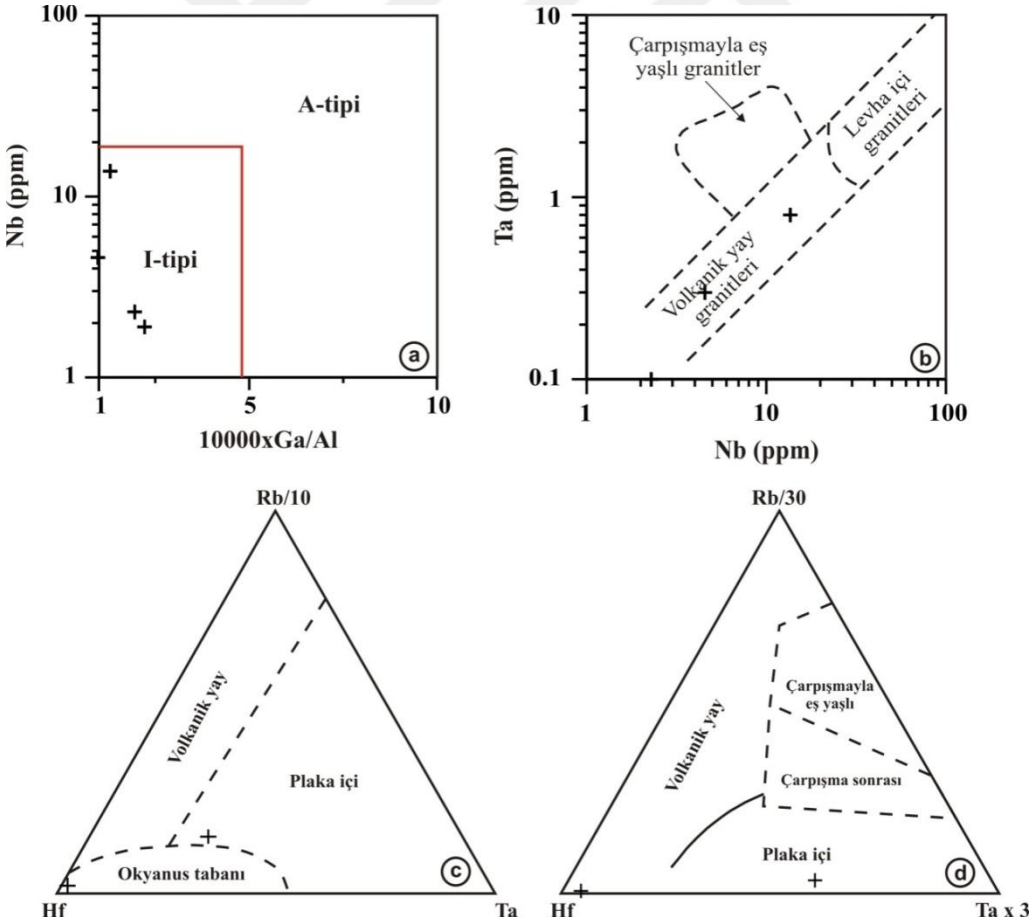
Şekil 6.18. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait izotrop gabroların, levha dayklarının ve volkaniklerin Y - Cr' a göre çizilen diyagram [295]. Manto kaynağı bileşimleri ve eklemeli yığışım ergimesi için ergime çizgileri [274]' den alınmıştır. S1: hesaplanan okyanus ortası sırt bazalt (MORB) kaynağı, S2: % 20 MORB ekstraksiyonundan sonra kalan, S3: % 12 M2 eriyik ekstraksiyonundan sonra kalan. MORB, VAB alanları [13] ve boninit (BON) alanı [296].

Th/Yb oranının Ta/Yb oranına (Şekil 6.19) göre değişimini gösteren diyagram tüketilmiş manto (MORB) ve zenginleşmiş mantoyu (plaka-içi) birbirinden ayırmakta kullanılmaktadır [157]. Şekildeki okun gösterdiği gibi dalan levhadan ayrılan uçucular ve sıvılar dalma-batmanın kimyasal bileşenine eklenerek, manto kaynağında Th/Yb oranında bir artış meydana getirmektedir (Şekil 6.19). Bu diyagramda; Kuluncak (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait izotrop gabroların, levha dayklarının ve volkaniklerin çoğunluğunun dalma-batma bölgesi sıvıları ile zenginleştirilmiş bir MORB tipi tükenmiş manto kaynağından türediği gözlenirken, volkaniklerin bir kısmının Ta ve Th içeriği bakımından diğerlerinden farklı ve zenginleştirilmiş bir manto kaynağından türediği gözlenmiştir. Genel olarak, Kuluncak (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait izotrop gabroların, levha dayklarının ve volkaniklerin Tekirova (Antalya) ofiyolitleri ve Kızıldağ (Hatay) ofiyolitleri ile benzerlikler sunarak volkanik yay alanına düştüğü görülmüştür.

Kuluncak (Malatya) ofiyolitini kesen granitik kayaçlarında 10000xGa/Al' a karşı Nb elementi sınıflama diyagramında (Şekil 6.20a) granitlerin magmatik kökenden türeme, I-tipi karakterde olduğu görülmüştür. Granitlerin düşük Nb ve Ta içeriklerine sahip olduğu, bu nedenle volkanik yay granit alanında düştüğü, kısmen de olsa levha içi granitlerine doğru bir yönelim gösterdiği gözlenmiştir (Şekil 6.20b). Harris vd. [297] 'ya ait Rb/10, Hf, Ta (Şekil 6.20c) ve Rb/30, Hf, Tax3 (Şekil 6.20d) her iki üçgen diyagramları incelendiğinde, granitlerin volkanik yay alanının yanı sıra, plaka içi ve okyanus tabanı alanlarına da düştüğü gözlenmiştir.

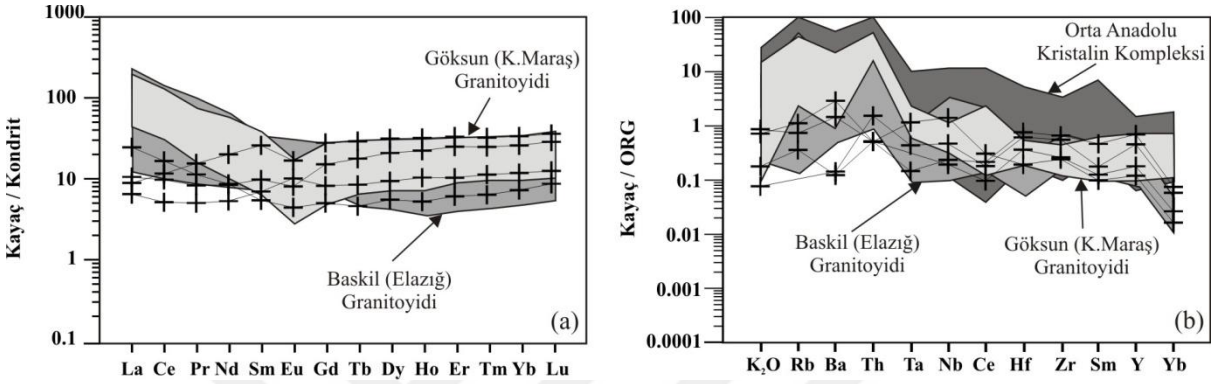


Şekil 6.19. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait izotrop gabroların, levha dayklarının ve volkaniklerin Ta/Yb oranının Th/Yb oranına göre değişim diyagramı [157]. Tekirova (Antalya) ofiyolit alanı [27] ve Kızıldağ (Hatay) ofiyolit alanı [25].



Şekil 6.20. Kuluncak (Malatya) ofiyolitini kesen granitik kayaçlarda a) 10000xGa/Al ve Nb sınıflama diyagramı [298]. b) Nb-Ta [297]. c,d) Rb/10, Hf, Ta ve Rb/30, Hf, Tax3 üçgen diyagramları [297].

Kuluncak ofiyolitini kesen Keklicek granitinin, Kondrite göre normalize edilmiş REE değerleri ile okyanus ortası sırt granitlerine (ORG) göre normalize edilmiş iz element değerleri Orta Anadolu Kristalin kompleksinde [299,300] Doğu Pontidlerde [196] ve güney kuşakta yer alan Baskil (Elazığ) [301] ile Göksun (K. Maraş) [302,303] ofiyolitleri ile ilişkili granitik kayaçlar ile karşılaştırıldığında benzer özellikler sunduğu gözlenmiş ve volkanik yay ortamında oluşmuş granitler olarak belirlenmiştir.



Şekil 6.21. Kuluncak (Malatya) ofiyolitini kesen granitlerin Kondrite [144] ve ORG'a göre [9] normalize edilmiş iz element dağılımı. Baskil (Elazığ) ofiyoliti granitik kayaçları REE ve ORG değerleri [301]' den alınmıştır. Göksun (K. Maraş) ofiyoliti granitik kayaçları ORG değerleri [302,303]' den alınmıştır.

Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait farklı kayaç birimlerinde yapılan, Sr-Nd-Pb izotop oranları hesaplamaları ile; okyanus kabuğunun, hidrotermal alterasyonu, kayaçlarda $^{87}Sr/^{86}Sr$ değerini yükselttiğinden [184,304], Kuluncak (Malatya) Ofiyolitine ait kayaçların Sr izotop bileşimlerinin magmatik olduğu düşünülmemektedir. Ayrıca; Nd'un, alterasyon sırasında su/kaya oranı $>10^5$'e ulaşmadıkça, akışkanlar içerisinde hareketsiz olduğu bilinmektedir [305]. Bu nedenle, kayaçların $^{143}Nd/^{144}Nd$ oranları muhtemelen deniz suyu değişiminden etkilenmemiştir. Hidrotermal alterasyon sırasında U ve Pb hareketliliği, alterasyondan etkilenen kayaçlarda, Pb izotopik kompozisyonunu değiştirebilmektedir [305]. Özellikle alterasyon sırasında U ilavesi zamanla $^{206}Pb/^{204}Pb$'yi artırabilmektedir. Th elementi, ^{235}U'nun düşük olması nedeniyle alterasyon sırasında hareketsiz olduğundan, magmatik kayaçların $^{207}Pb/^{204}Pb$ ve $^{208}Pb/^{204}Pb$ oranları manto kaynaklarının oranlarını yansıtmaktadır [306,307]. Bu nedenle, Kuluncak (Malatya) Ofiyolitine ait kayaçlarda yapılan Pb ve Nd izotop değerlerinin, alterasyonu değil, kaynak özelliklerini yansıttığı görülmektedir.

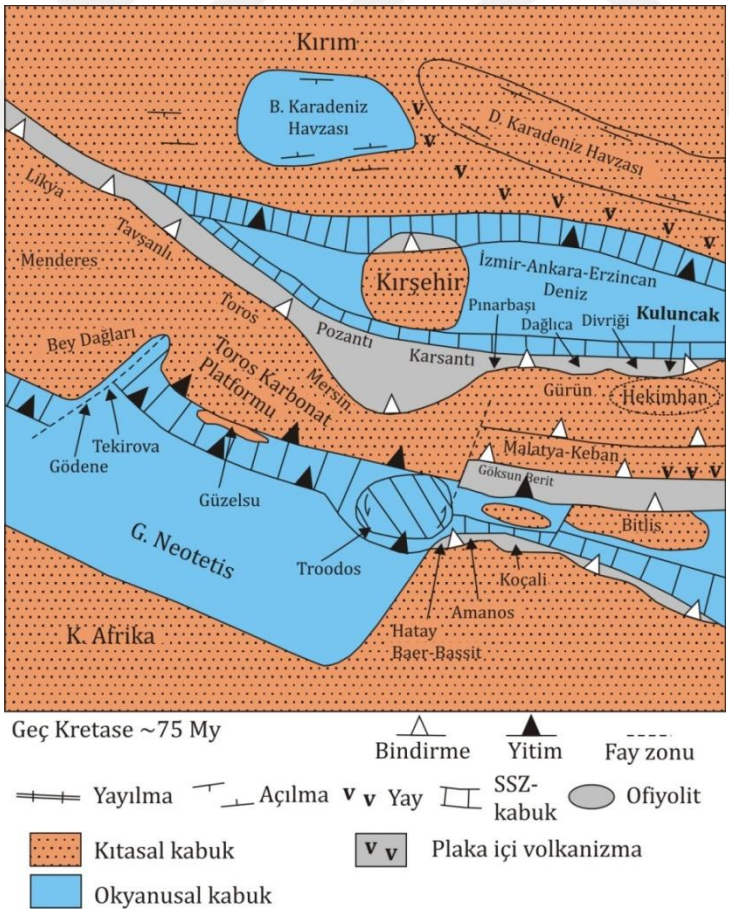
6.2. Paleocoğrafya ve Jeodinamik Evrim

Doğu Torosların jeolojik evrimi incelendiğinde birinci dönemi, Prekambriyen ve Permiyen dönemi oluşturmaktadır. Bu dönem kırıntılı-karbonat çökelimine elverişli platform koşullarını yansıtmakta olup, karbonat çökelimi ve biyolojik çeşitlilik (bolluk) göz önüne alındığında; bu dönemin ilk yarısı; daha soğuk koşullarda kıt biyolojik varlıklar ve karbonat çökelimi ile temsil edilirken, ikinci yarısı; daha sıcak ve karbonat çökelimini yansıtmaktadır [46].

İkinci dönem genel olarak Triyas- Kretase aralığında gerçekleşen, okyanuslaşma dönemi olarak adlandırılabilecek bir dönemdir. Bu dönemi kendi içerisinde birkaç açılma, olgunlaşma ve kapanma dönemi şeklinde, ayırmak olasıdır. Açılma dönemini coğrafik yönlere göre ifade edecek olursak; Gondwana, kuzey kenarında gelişen gerilmelere dayanamayarak doğu-batı yönünde kırılmaya ve açılmaya başlamıştır. Şengör ve Yılmaz [308] kuzeyde gelişen açılmayı Neotetisin kuzey kolu, güneyde gelişen açılmayı da Neotetisin güney kolu olarak tanımlamışlardır. Ayrıca; Şengör ve Yılmaz [308], İç Torid okyanusunun varlığına da işaret etmişlerdir. Okyanusal kabuğu temsil eden ofiyolitik kayalar üzerinde, çökelimi gerçekleştiren pelajik çökellerde Orta-Üst-Triyas yaşları alınmıştır [46]. Bu verilere dayanılarak, Triyas döneminden itibaren okyanusal kabuğun geliştiği söylenebilir. Aynı dönemde sığ neritik koşulları yansıtan Domuzdağı napı çökelleri gözlenmektedir. Zaman zaman blok faylanmalar ile derinleşen Domuzdağı napı çökelim alanında bu nedenle pelajik ve yarı-pelajik çökellerde görülmektedir. Triyas döneminde kırılmalara bağlı olarak platform üzerinde horst ve graben şeklinde gelişen alanlarda çökelim, ani fasiyes değişiklikleri gösteren çökelimlere neden olmuştur. Kuluncak ofiyolitinin pasif bir kıta kenarına yerleşmesinden sonra, İç Torid Okyanusunun ve İzmir-Ankara-Erzincan Okyanusunun çarpışması ve kenetlenmesi sırasında Hekimhan Havzası oluşmuştur [91]. Güney Neotetis okyanusunun kuzeye dalması ile kıta üzerine yerleşmiş ofiyolit kabuğunun ve kıtasal kabuğun ergimesiyle, önce Hekimhan Formasyonu havzasının derinleşmesini sağlayan bazaltik magmatizma gelişmiş, daha sonra asidik karakterli Hasançelebi-Kuluncak Magmatikleri gelişmiştir.

Akdeniz bölgesinin jeolojik tarihinde, özellikle Erken Mesozoyik döneminde, Neotetis okyanusunun açılması etkili olmuştur [309]. Triyas döneminde, bir ya da birkaç mikro kıta Gondwana'dan ayrılarak, kuzeye doğru sürüklenmiş ve Mesozoyik dönemine ait okyanus havzasını oluşturmuşlardır [1,3]. Erken Kretase Dönemi'nin sonunda, Güney Atlantik Okyanusu'nun açılışına bağlı olarak, Avrasya ve Afrika levhaları arasındaki Neotetis okyanus havzasında yakınlaşan rejim gelişmiştir [4,41,310,311]. Bu sıkışma rejiminde Neotetis'in güney kolundaki okyanusal basende kuzeye doğru bir yayılma gelişmiş, kuzeye doğru dalan okyanusal litosfer parçası astenosfer içine dalarak okyanus içi yitim zonu içinde oluşan ofiyolitlerin (SSZ-

tipi) oluşumuna olanak sağlamıştır. Orta Anadolu'daki ofiyolitlerin bir kısmı, konumu hala tartışılan İç Toros kenet kuşağı (Beyşehir, Pozantı (Alihoca), Karsantı, Mersin ve Pınarbaşı ofiyolitleri) ile ilişkilidir (Şekil 6.22). Kuluncak bölgesinde yüzeylenen ofiyolitlerin Toridler ile Kırşehir masifini birbirinden ayırdığı düşünülen, İç Toros okyanusundan türediği ve büyük bir olasılıkla kuzeyden güneye doğru hareket ederek bölgeye yerleştiği düşünülmektedir [3,312]. Doğu Toros orojenik kuşağı içerisinde bulunan çalışma alanı çevresinde Mesozoyik süresince karbonat platformunun geliştiği ortamlar egemen olmuştur [1]. Bu platform kuzeyde Neotetis'in bir kolu olan İç Torid okyanusu ile sınırlanırken, güneyde Neotetis'in Güney kolu ile sınırlanmıştır (Şekil 6.22). Kampaniyen döneminde her iki okyanusta kuzeye doğru dalma batma başlamıştır. Okyanus içi dalma-batma zonunda oluşan ofiyolitler, İç Torid okyanusunun kapanması sırasında, dilimler halinde kuzeyden güneye doğru kıtasal birliklerin üzerinde ilerlemişlerdir. Genel olarak; Erken Kretase Dönemi'nin sonunda, Güney Atlantik Okyanusu'nun açılışına bağlı olarak, Avrasya ve Afrika levhaları arasındaki Neotetis okyanus havzası sıkışması; kuzeye doğru yayılmayla birlikte, bazı okyanusal havzalarda; İzmir-Ankara-Erzincan, İç Toros ve Güney Neotetis de SSZ ofiyolitlerini oluşturmuştur [1,3,15,41,86,312] (Şekil 6.22).



Şekil 6.22. Geç Kretase döneminde Doğu Akdeniz bölgesinin, bölgesel paleotektonik oluşumu [86,91]

Okyanus içi dalma-batma zonu üzerinde oluşan ofiyolitler için en güvenilir tektonik model, Hawkins vd. [273], Casey ve Dewey [313] ve Leitch [314], tarafından ortaya atılan modellerin geliştirilmesi ile Stern ve Bloomer [275], tarafından ortaya konulan modeldir. Bu modelde, ofiyolitler genellikle dalma-batmanın ilk aşamasında yaşlı ve göreceli olarak daha yoğun olan okyanusal litosferin, astenosfer içine batmaya başlaması sırasında oluşurlar. Dalan litosferin üzerindeki bölgeye doğru hareket ile astenosferik eriyikler ile beslenmesi sonucu okyanusal kabuk oluşumu gerçekleşmektedir [275]. Ani basınç ferahlaması ve sıcak astenosferin ergimesi sonucu dalan levhadan açığa çıkan uçucuların etkisi, manto ergime ısısının düşmesine sebep olmakta, sığ derinlikliklerde manto kamasında çok fazla ergimeler oluşturarak boninit ve yüksek-Mg içerikli andezit gibi kayaçlar ile çok fazla tüketilmiş harzburjitik tektonitleri oluşturmaktadır [10].

Okyanus içi dalma-batma zonu üzerinde oluşan ofiyolitlerin, oluşumları ve evrimleri sırasında birbirleri ile uyumluluk gösteren olaylar zinciri (Başlangıç, Gençlik, Olgunluk, Ölüm ve Kıta üzerine yerleşme) Shervais [10], tarafından SSZ-tipi ofiyolitlerinin yaşam çevrimi olarak tanımlanmıştır. Başlangıç döneminde okyanus içi dalma-batmanın ilk safhasında meydana gelen ofiyolitler oluşmaktadır. Volkanik kayaçlar (bazalt-bazaltik andezit) düşük potasyumlu yay toleyitleri olup, Oman [315], Troodos [316,317], Bay of Island [318], ofiyolitlerinde gözlenmektedir. Gençlik aşaması sırasında dalan litosferden ayrılan uçucuların etkisiyle refrakter astenosferin devamlı olarak erimesi söz konusudur. Daha önceden oluşmuş kabuğun gerilmeye bağlı olarak deformasyona uğraması, yüksek magnezyumlu andezitlerin/boninitlerin oluşumu, verlit, piroksenit, gabro ve diyorit gibi plütonik kayaçların daha önceden oluşan kayaçlar içine sil, dayk ve stoklar halinde yerleşmesi ile temsil edilmektedir. Bu tür ofiyolitlere en güzel örnek Kızıldağ [25] ve Tekirova [27] ofiyolitleridir. Dalma-batma zonunun olgunlaşması ve duraylılık kazanması sırasında gittikçe kalk-alkalen karakter kazanan yarı duraylı yay volkanizmasının başlaması, kuvars diyoritlerin intrüzyonu ve asidik volkanizma ile ayırt edilen olgunlaşma dönemi ofiyolitlerinde magmaların silise doygunluğu söz konusudur. Yüksek iyon yarıçaplı elementlerce zenginleşme ve kalıcılığı yüksek elementlerce ise fakirleşme bu döneme ait ofiyolitlerin en belirgin özelliklerindendir. Volkanik kayaçlar toleyitlerden, kalk-alkalinlere doğru bir geçiş göstermekte olup, bazalt, bazaltik andezit, andezit, dasit ve riyolitler ile temsil edilirken, plütonik kayaçlar hornblendli diyoritler, kuvars diyoritler, tonalitler ve tronjemitler temsil edilmektedir. Göksun ofiyoliti [20,319] ve Kömürhan ofiyoliti [24,320] olgunluk aşamasına örnek ofiyolitlerdir.

Doğu Toroslarda Mesozoyik döneminde, güneyde İç Toros okyanusu ile kuzeyde İzmir-Ankara-Erzincan okyanusu olmak üzere iki Neotetis okyanus havzası vardır [3,15,43,312,321]. Bu iki okyanus Niğde-Kırşehir masifi ile ayrılmıştır. Niğde–Kırşehir masifinin genellikle Avrasya kıta kenarının bir parçası olan Pontidlerden, İzmir-Ankara-Erzincan Okyanusu [322] veya

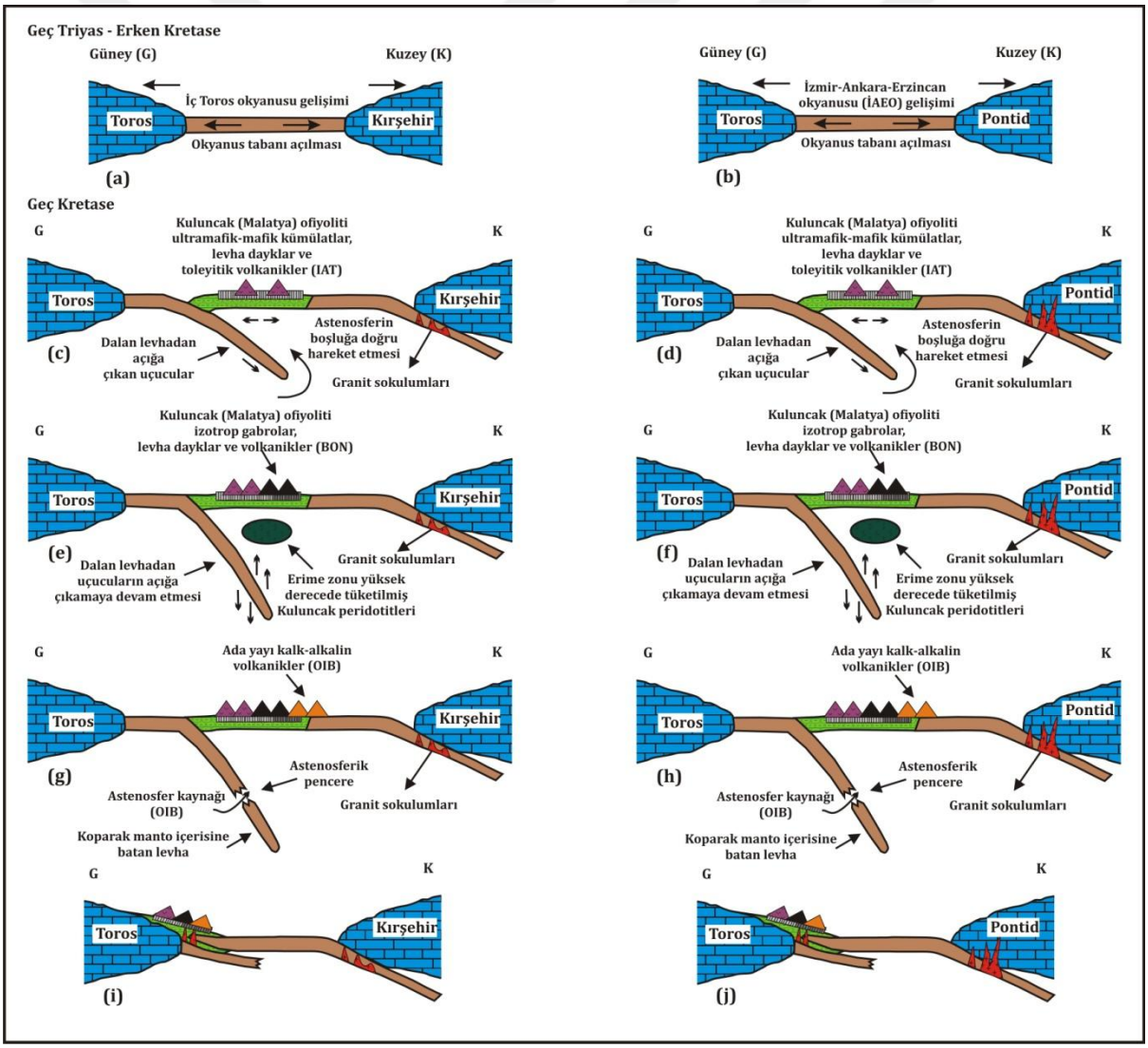
Kuzey Neotetis olarak bilinen okyanus havzası ile ayrıldığı kabul edilmektedir [1]. Niğde-Kırşehir masifinin kuzey ve güneyinde kuzeye dalan yitim bölgeleri bulunmaktadır [15,323]. SSZ tipi ofiyolitler, Geç Kretase döneminde yitim bölgelerinin her ikisinin üzerinde oluşmuştur [324]. İç Toros Okyanusu esas olarak Geç Kretase döneminde dalmaya başlamış ve kıta-kıta çarpışması Paleosen sonunda olmuştur. Niğde-Kırşehir Masifi'nin hem doğusundaki hem de batısındaki İzmir-Ankara-Erzincan okyanusunun dalması da benzer şekilde Geç Kretase'de başlamış ve bunu izleyen dönemde kıta-kıta çarpışması Paleosen sonunda gerçekleşmiştir [15,86,115,312].

Orta Anadolu Kristalin Kompleksi içerisinde gözlenen, Torid-Anatolid platformu ile Orta Anadolu Kristalin Kompleksi arasında İç Toros okyanusunda tekli dalma-batma zonunda oluşan ofiyolitleri kesen Geç Kretase yaşlı granitoyid kayaçlarının oluşumu için Orta Anadolu Kristalin Kompleksine doğru dalan okyanusal kabuktan gelen uçucular ve eriyikler üst manto kamasını metasomatize ederek granitoyidlerin oluşmasını sağlamaktadır [299,300]. Pontidlerde ofiyolitleri kesen granitoyidler için ise a) Pontid kıtasal kenarının altına dalan tekli dalma-batma zonu, b) okyanus içi dalma-batma ve Pontid kıtasal kenarının altına dalma şeklinde kuzeye dalan çiftli dalma-batma zonu c) güneye dalan tekli dalma-batma zonu şeklinde modeller önerilmiştir [90]. Bu kuşakların dışında Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağında ofiyolitlerin ve granitoyidlerin oluşumu ve yerleşimi için a) Tekli dalma-batma zonu (single subduction zone) modeli [68,325-330] b) Çiftli dalma-batma zonu (double subduction zone) modeli [7,20,328,329], c) Dengeli yitim zonu (steady state subduction zone) modeli [331] ve d) Çok fazlı yaklaşım (multiphase convergence) modeli [332] olmak üzere çeşitli tektonik modeller önerilmiştir.

Kuluncak (Malatya) ofiyoliti birimlerinin arazi, petrografik, jeokimyasal ve jeokronolojik verileri, bilinen ofiyolit sınıflandırma çalışmaları [7,9-14,287,333] ve Doğu Toros bölgesindeki çeşitli tektonik modelleri ele alındığında [78,83,86,90,107] Kuluncak (Malatya) ofiyolitinin Geç Kretase'deki İç Toros okyanusu ve/veya İzmir Ankara-Erzincan okyanusunun kapanması sırasında okyanuslar içi bir yitim zonunda oluştuğu ve Toros karbonat platformuna yerleşimini açıklayan evrimsel bir model Şekil 6.23' de sunulmaktadır.

Geç Triyas-Erken Kretase döneminde güneyde Toroslar ile Kırşehir masifini birbirinden ayırdığı düşünülen İç Toros okyanusu, kuzeyde Toroslar ile Pontidleri ayıran İzmir-Ankara-Erzincan okyanusu, MORB malzemelerinin üretimi ile yayılmaya devam etmektedir Şekil 6.23a, b). Kuluncak ofiyoliti İç Toros okyanusu ve/veya İzmir Ankara-Erzincan okyanusu içerisinde kuzeye dalan bir yitim bölgesi (SSZ) üzerinde oluşmuştur. Geç Kretase döneminde, kuzeye doğru dalma batmanın başlaması ile ultramafik-mafik kümülatlar, izotrop gabrolar ve levha dayklar gelişmiştir (Şekil 6.23c, d). Dalma-batmanın devamında, dalan levhada roll-back (geri kıvrılarak, dike yakın konuma gelme) gelişmekte olup, açığa çıkan uçucular ve tüketilmiş

harzburjitin ergimesi ile boninitik karakterde; izotrop gabrolar, levha dayklar ve volkanikler gelişmektedir (Şekil 6.23e, f). Ayrıca; ergiyik ayrılımı sonrasında geride kalan manto kalıntıları ile temsil edilen tüketilmiş manto peridotitleri de oluşmaktadır (Şekil 6.23e, f). OIB karakterdeki alkalin volkanik kayaçlar dalan levhanın roll-back'e devam etmesi ile, dalan levhanın kırılması (kopan levha manto içerisine dalmakta) sonucu gelişen astenosferik pencereden astenosfer kaynağının ortama girmesi ile oluşmuştur (Şekil 6.23g, h). Kuluncak ofiyolitini kesen Keklicek graniti ise çiftli dalma-batma zonu modeli ile kuzeye Kırşehir masifi ve/veya Pontid kıtasal kenarının altına dalan MORB tipi okyanusal kabuğun oluşturduğu yay magmatizması ile açıklanabilir (Şekil 6.23c-j). İç Torid ve/veya İzmir-Ankara-Erzincan okyanuslarının kapanması esnasında okyanus içi dalma-batma zonunda oluşan Kuluncak ofiyoliti, dilimler halinde kuzeyden güneye doğru Toros platformu üzerinde ilerlemiştir (Şekil 6.23i-j).



Şekil 6.23. Çalışma alanı içerisinde yüzeyleyen tektonomagmatik birimlerin oluşumu ve yerleşmesi için önerilen jeodinamik evrim modeli.

6.3. Sonuçlar

Doktora tez çalışması kapsamında yürütülen çalışmalardan (arazi, petrografi, jeokimyasal ve jeokronolojik) elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmaktadır.

1. Bu çalışmada 1/25.000 ölçekli Malatya K-39 a1, a2, a3, a4 ve K-39 b1, b2, b3, b4 paftalarında yer alan yaklaşık olarak 1.250 km²'lik bir alanın, temel jeoloji haritalarından faydalanılarak, detaylı jeoloji haritası (ofiyolitik birimlerin ayırtlanması) yapılmıştır (EK 6).

2. Çalışma alanı içerisinde yüzeyleyen Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tabandan tavana sırasıyla; tektonitler, kümülatlar, izotrop gabrolar, levha dayklar, volkanikler ve pelajik çökellerden oluşmakta olup, eksiksiz bir istif sunmaktadır. Tektonitler; dünit, harzburjit, serpantinize harzburjit ve serpantinit, kümülatlar; verlit, klinopiroksenit, anortozit, gabro, olivinli gabro, gabronorit, izotrop gabrolar; gabro, diyorit, kuvarslı diyorit, levha ve izole dayklar; diyabaz, volkanikler ise; bazaltlarla temsil edilmektedir.

3. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait tektonitleri kesen rodenjitler; rodenjitleşmenin az olduğu kayaçlar; kuvarslı mikrodiyorit ve mikrodiyorit kayacı olarak tanımlanırken, rodenjitleşmenin fazla olduğu kayaçlar rodenjitler olarak tanımlanmıştır. Ayrıca; Çalışma alanı içerisinde, serpantinitlerin düşük dereceli hidrotermal çözeltiler ile alterasyona uğraması sonucunda oluşan listvenitlerde bulunmaktadır.

4. Kuluncak (Malatya) ofiyolitini kesen granitler Keklicek graniti olarak tanımlanmıştır. Kuluncak Ofiyolitine ait mafik kümülat kayaçları kesen plajiyogranitler yer yer gözlenmekte olup, haritalanamamıştır.

5. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait tektonitlerde CaO ve Al_2O_3 içeriklerinin çok düşük olması, kısmen yüksek dereceli, kısmi ergime kalıntıları olduklarını ve yitim ile ilişkili yay önü peridotitlere benzediğini göstermektedir.

6. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti kümülat kayaçlarının mineral fazlarının kristallenme sırası; olivin (Fo 77-85) ± krom (spinel)→klinopiroksen (Mg# 74-92)→plajiyoklaz (An 75-95)→ortopiroksen (Mg# 78-84) şeklindedir. Yüksek anortit içerikli plajiyoklazlar ile magnezyumca zengin klinopiroksen ve olivinler; Kuluncak (Malatya) ofiyolitinin, okyanus içi dalma-batma zonu üstünde oluşan ofiyolitlerin özelliklerini yansıttığını ve ada yayı toleyitik (IAT) magmadan türediklerini göstermektedir.

7. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait kümülat kayaçların yüksek (10 kbar) ve düşük (2.5-3.5 kbar) basınç mineral franksiyonlanmasına bağlı olarak hızlı yayılan sisteminde oluştuğu düşünülmekle birlikte, bu basınç değerleri, kümülatların kristalleşmesi için 8-15 km derinliğe işaret etmiştir. Kümülat kayaçlardaki kalsiyumca zengin plajiyoklazların varlığı, okyanusal kabuk gelişimi esnasında, magmada CaO/Na_2O oranının yüksek olması, magma odasının yüksek su buharı basıncına sahip olduğunu göstermektedir.

8. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait izotrop gabro, levha dayk kayaçları ve volkanik kayaçları iki farklı; IAT (Düşük-K toleyitler) ve boninitik magmadan türemişlerdir. Hem ada yayı toleyitik, hem de boninitik karakterdeki magma kaynağının varlığı, ofiyolitin yitim ile ilişkili (SSZ) yay önü tektonik ortamda oluştuğuna işaret etmektedir. OIB karakterli alkali bazaltlar, dalan levhanın roll-back'e devam etmesi ile, dalan levhanın kırılması (kopan levha manto içerisine dalmakta) sonucu gelişen astenosferik pencereden, astenosfer kaynağının ortama girmesi ile oluşmaktadır.

9. Keklicek granitinin, jeokimyasal açıdan I-tipi kalk-alkalin karakterde ve yay ortamında oluşan granit olduğu saptanmıştır.

10. Rodenjitlerdeki Ca metazomatizmasının denge reaksiyonları, CaO değerlerinde zenginleşmeye neden olurken, SiO_2 değerlerinde tüketilmeye neden olmuştur. Bu duruma bağlı olarak; Ca değerlerinde artış gözlenirken, Si değerlerinde azalma gözlenmiştir. Ayrıca; Rodenjitlerde yapılan izokon analizlerinin rodenjitlere ait farklı köken kayaç gruplarındaki (kuvarslı mikrodiyorit ve mikrodiyorit) element içeriklerinin; bazı kayaç grubunda artarken, bazı kayaç grubunda azaldığı gözlenmiştir. Bu elementlerdeki farklı değişimler; bölgenin jeolojisine, tektonik ortamın yapısına, ortamda gelişen akışkanların kimyasal bileşimine, sıcaklığına ve kısmi basıncına bağlı olarak rodenjitleşmenin farklı safhalarda gelişebileceğini göstermektedir.

11. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait farklı birimlerden derlenen kayaçlarda yapılan Nd-Sr-Pb izotop analizlerinde $^{87}Sr/^{86}Sr$ içeriklerinin yüksek olması, kayaçların deniz suyu ile etkileşimini göstermekle birlikte; örneklerin çoğunda εNd değerlerinin pozitif değerler sunması, bu kayaçların tüketilmiş bir manto kaynağından oluştuğunu göstermektedir. Pb izotop oranları ise; yitim sedimanlarının manto kaynağına olan katkısına işaret etmektedir.

12. Jeokronoloji (zirkon U-Pb) çalışmaları sonucunda; kümülat kayaçlardan ortalama 80.86-92.14 my, izotrop gabrolardan ortalama 79.84-94.31 my, Rodenjitlerden ortalama 92.54-96.09 my, Granitlerden ortalama 89.18-93.18 my konkordiya yaş aralığı hesaplanmış olup, elde edilen yaşlar minumum 79,84 my ile maksimum 96.09 my arasında değişmektedir. Ayrıca; tüm kayaçlardan elde edilen minimum ve maksimum konkordiya yaşlar arasındaki 16,25 my'lık (79.84-96.09) fark SSZ tipi kabuk oluşumunun zaman aralığı olarak değerlendirilebilmektedir. Yaşlandırması yapılan zirkonların Th/U içerikleri 0.12-1.08 aralığında olup, magmatik kökeni işaret etmektedir.

13. Elde edilen tüm jeolojik ve jeokimyasal veriler, Kuluncak ofiyolitinin, Geç Kretase döneminde, İç Torid ve/veya İzmir-Ankara-Erzincan okyanuslarının kapanması sırasında okyanus içi dalma-batma zonu üstü yay önü jeodinamik ortamda oluştuğuna işaret etmektedir.

KAYNAKLAR

[1]. Şengör, A. M. C. ve Yılmaz Y. (1981). Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
[2]. Yılmaz, S. (1991). *Hekimhan-Hasançelebi (KB Malatya) yöresi jeolojisi magmatitlerinin mineralojik-petrografik ve jeokimyasal incelemesi*. Yüksek lisans tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas.
[3]. Robertson, A. H. F. ve Dixon, D. E. (1984). Introduction: Aspects of the Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. In: Dixon, J. E. ve Robertson A. H. F. (eds.) *the Geological Evolution of the Eastern Mediterranean.* Spec. Publ. of Geol. Soc. of London, 17, 1-74.
[4]. Dilek, Y. ve Moores, E. M. (1990). Regional Tectonics of the Eastern Mediterranean Ophiolites. In: Malpas, J., Moores, E., Panayiotou, A. ve Xenophontos, C. (eds.) Ophiolites-Oceanic Crustal Analogues. *Proceedings of Troodos Ophiolite Symposium*, 1987, 295-30.
[5]. Parlak, O. (1996). *Geochemistry and Geochronology of the Mersin Ophiolite within the Eastern Mediterranean Tectonic Frame (Southern Turkey).* These Doctorat, Universitede Geneve, İsviçre.
[6]. Floyd, P. A., Göncüoğlu, M. C., Winchester, J. A. ve Yalınız, M. K. (2000). Geochemical character and tectonic environment of Neotethyan ophiolitic fragments and metabasites in the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. In: Bozkurt, E., Winchester, J. A. ve Piper, J.D.A. (eds.) *Tectonics and magmatism in Turkey and the Surroundings Area*. Geological Society London Special Publication, 173, 183-202.
[7]. Robertson, A. H. F. (2002). Overwiev of the Genesis and Emplacement of Mesozoic Ophiolites in the Eastern Mediterranean Tethyan Region. *Lithos*, 65, 1-67.
[8]. Moores, E. M. ve Kellogg, L. H. (2000). Tethyan ophiolites, mantle convection and tectonic ''historical contingency'': A resolution of the ''ophiolite coundrum''. *Geological Society of America special Paper,* 349.
[9]. Pearce, J. A., Harris, N. B. W. ve Tindle, A. G. (1984). Trace Element Discrimination Diagram For The Tectonic Interpretation of Granitic Rocks. *Journ.of Petrol,* 25, 956-983.
[10]. Shervais, J. W. (2001). Birth, death and resurrection: The life cycle of suprasubduction zone ophiolites. *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 2, 2000GC000080.
[11]. Saccani, E. ve Photiades, A. (2004). Mid-ocean ridge and supra-subduction affinities in the Pindos Massif ophiolites (Greece): implications for magma genesis in a proto-forearc setting. *Lithos*, 73, 229–53.
[12]. Arai, S., Kadoshima, K. ve Morishita, T. (2006). Widespread arc-related melting in the mantle section of the northern Oman ophiolite as inferred from detrital chromian spinels. *Journal of the Geological Society of London*, 163, 1-11.
[13]. Pearce, J. A. (2008). Geochemical fingerprinting of oceanic basalts with applications to ophiolite classification and the search for Archean oceanic crust. *Lithos*, 100, 14-48.
[14]. Dilek, Y. ve Furnes, H. (2011). Ophiolite genesis and global tectonics: Geochemical and tectonic fingerprinting of ancient oceanic lithosphere. *Geological Society of AmericaI Bulletin*, 123, 387-411.
[15]. Robertson, A. H. F., Parlak, O., Ustaömer, T. (2009). Melange genesis and ophiolite emplacement related to subduction of the northern margin of the Tauride-Anatolide continent, central and western Turkey. *Geological society, London, Special Publications,* 311, 9-66.
[16]. Yalınız, M. K. Y., Floyd, P. A. ve Göncüoğlu, M. C. (1996). Supra-Subduction Zone Ophiolites of Central Anatolia: Geochemical Evidence from the Sarikaraman Ophiolite, Aksaray, Turkey. *Mineralogical Magazine,* 60, 697-710.
[17]. Parlak, O., Delaloye, M. ve Bingöl, 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, 647-661.
[18]. Parlak, O., Höck, V. ve 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. ve Piper J. D. A. (Eds) *Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surroundings Area*. Geological Society, London, Special Publications, 173, 219-234.

[19]. Parlak, O., Höck, V. ve Delaloye, M. (2002b). The Supra-Subduction Zone Pozantı-Karsantı Ophiolite Southern Turkey: Evidence for High-Pressure Crystal Fractionation of Ultramafic Cumulates. *Lithos*, 65, 205-224.
[20]. Parlak, O., Höck, V., Kozlu, H. ve Delaloye, M. (2004). Oceanic Crust Generation in an Island Arc Tectonic Setting, SE Anatolian Orogenic Belt (Turkey). *Geological Magazine,* 141, 583-603.
[21]. Vergili, Ö. ve Parlak O. (2005). Geochemistry and tectonic setting of metamorphic sole rocks and mafic dikes from the Pınarbaşı (Kayseri) ophiolite, Central Anatolia. *Ophiolite*, 30, 37-52.
[22]. Bağcı, U., Parlak, O. ve 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.
[23]. Bağcı, U., Parlak, O. ve Höck, V. (2006). Geochemical character and tectonik enviroment of ultramafic to mafic cumulates from the Tekirova (Antalya) ophiolite (southern Turkey). *Geol. J.,* 41, 193-219.
[24]. Rızaoğlu, T., Parlak, O., Höck, V. ve İşler, F. (2006). Nature and significance of Late Cretaceous ophiolitic rocks and its relation to the Baskil granitoid in Elazığ region, SE Turkey. In: Robertson, A. H. F. ve Mountrakis, D. (eds) *Tectonic Development of the Eastern Mediterranean Region*. Geological Society, London, Special Publications, 260, 327-350.
[25]. Bağcı, U., Parlak, O. ve 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*, 17, 43-71.
[26]. Çelik, O. F. ve Chiaradia, M. (2008). Geochemical and petrological aspects of dike intrusions in the Lycian ophiolites (SW Turkey): a case study for the dike emplacement along the Tauride Belt Ophiolites. *International Journal of Earth Sciences*, 97, 1151-1164.
[27]. Bağcı, U. ve Parlak, O. (2009). Petrology of the Tekirova (Antalya) ophiolite (Southern Turkey): Evidence for diverse magma generations and their tectonic implications during Neotethyan-subduction. *International Journal of Earth Sciences*, 98, 387-405.
[28]. Parlak, O., Rızaoğlu, T., Bağcı, U., Karaoğlan, F. ve Höck, V. (2009). Tectonic significance of the geochemistry and petrology of ophiolites in southeast Anatolia, Turkey. *Tectonophysics,* 473, 173-187.
[29]. Sarıfakıoğlu, E., Özen, H. ve Winchester, J. A. (2009). Whole rock and mineral chemistry of ultramafic-mafic cumulates from the Orhaneli (Bursa) ophiolite, NW Anatolia. *Turkish Journal of Earth Sciences,* 18, 55-83.
[30]. Dilek, Y. ve Thy, P. (2009). Island arc tholeiite to boninitic melt evolution of the Cretaceous Kizildag (Turkey) ophiolite: Model for multi-stage early arc-forearc magmatism in Tethyan subduction factories. *Lithos*, 113 (1-2), 68-87.
[31]. Uysal, İ., Ersoy, E. Y., Karslı, O., Dilek, Y., Sadıklar, M. B., Ottley, C. J., Tieplo, M. ve Meisel, T. (2012). Coexistence of abyssal and ultra-depleted SSZ type mantle peridotites in a Neo-Tethyan Ophiolite in SW Turkey: constraints from mineral composition, whole-rock geochemistry (major-trace-REE-PGE), and Re–Os isotope systematics. *Lithos*, 132-133, 50–69.
[32]. Sarıfakıoğlu, E., Dilek, Y. ve Winchester, J. A. (2013). Late Cretaceous subduction initiation and Palaeocene-Eocene slab breakoff magmatism in South-Central Anatolia, Turkey. *Int. Geol. Rev.*, 55, 66–87.
[33]. Karaoğlan, F., Parlak, O., Robertson, A. H. F., Thöni, M., Klötzli, U., Koller, F. ve Okay, A._I. (2013c). Evidence of Eocene high-temperature/high-pressure metamorphism of ophiolitic rocks and granitoid intrusion related to Neotethyan subduction processes (Doğanşehir area, SE Anatolia). In: Robertson, A. H. F., Parlak, O. ve Ünlügenç, U. C. (Eds.) *Geological Development of Anatolia and the Easternmost Mediterranean Region.* Geological Society, London, Special Publication, 372, 249-272.
[34]. Bağcı, U. (2013). The geochemistry and petrology of the ophiolitic rocks from the Kahramanmaraş region, southern Turkey. *Turk. J. Earth Sci*., 22, 1-27.
[35]. Parlak, O., Karaoğlan, F., Rızaoğlu, T., Nurlu, N., Bağcı, U., Höck, V., Önal Ö. A., Kürüm. S. ve Topak, Y. (2013). Petrology of the Ispendere (Malatya) ophiolite from the Southeast Anatolia:

implications for the Late Mesozoic evolution of the southern Neotethyan Ocean. *Geological Society, London, Special Publications*, 372, 219-247.
[36]. Dilek, Y. ve 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. ve Robinson, P. T. (eds) *Ophiolites in Earth History.* Geological Society, London, Special Publications, 218, 43-68.
[37]. Göncüoğlu, M. C., Dirik, K. ve Kozlu H. (1997). General Characteristics of pre-Alpine and Alpine Terranes in Turkey: Explanatory notes to the terrane map of Turkey. *Ann., Geology, Pays., Hell.,* 37, 515-536.
[38]. Özgül, N. (1984). Stratigraphy and Tectonic Evolution of the Central Taurides. In: Tekeli, O. ve Göncüoğlu, M. C. (eds.) *Geology of the Taurus Belt uluslararası sempozyumu bildiriler kitabı* içinde (ss. 77-99). Ankara: MTA.
[39]. Lytwyn, J. N. ve Casey, J. F. (1995). The Geochemistry of Postkinematic Mafic Dike Swarms and Subophiolitic Metabasites, Pozantı-Karsantı Ophiolite, Turkey: Evidence for Ridge Subduction. *Geological Society of American Bulletin*, 107, 830-850.
[40]. Collins, A. S. ve Robertson, A. H. F. (1998). Processes of late Cretaceous to late Miocene episodic thrust-sheet translation in the Lycian Taurides, SW, Turkey. *Journal of Geological Society*, 155, 759-772.
[41]. Dilek, Y., Thy, P., Hacker, B. ve 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.
[42]. Parlak, O. ve 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, 257-286.
[43]. Pourteau, A., Candan, O. ve Oberhänsli, R. (2010). High-pressure metasediments in central Turkey: constraints on the Neotethyan closure history. *Tectonics*, 29, doi.org/10.1029/2009TC002650.
[44]. Rızaoğlu T., Bağcı U., Parlak O., Robertson A. H. F., Metin Y., Vergili Ö., Booth M. (2010). Tectonic setting of ophiolitic rocks from the Hekimhan-Kuluncak (Malatya) region, Se Turkey. 7th Intern. Sym. on Eastern Mediterranean Geology bildiriler kitabı içinde (ss. 5). Adana.
[45]. Camuzcuoğlu M. (2012). Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik kayaçlarındaki kümülatların petrografisi ve jeokimyası. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Mersin Üniversitesi, Mersin.
[46]. Metin Y., Öcal H., Çobankaya M., Tunçdemir V., Bağcı U., Uçar L., Çörekçioğlu E., Taptık M. A., Duygu L., Duran S., Rızaoğlu T. ve Sevimli U. İ. (2013). *Geodynamic evolution of the northern part of the Eastern Taurus (Hekimhan-Darende-Kuluncak)*(Report No: 11685). Ankara; General Dir. Mineral Res. Explor.
[47]. Camuzcuoğlu M., Bağcı U., Koepke J. ve Wollf P. E. (2013). Geochemical characteristics and tectonic significance of mafic cumulates in Kuluncak ophiolite (Malatya), SE Turkey. *Goldschmidt uluslararası sempozyumu bildiriler kitabı* içinde (ss. 816) İtalya: Floransa.
[48]. Camuzcuoğlu, M., Bağcı, U., Koepke J. ve Wollf P. E. (2014). Hekimhan (Malatya) Bölgesi Ofiyolitik Kayaçlarındaki Kümülatların Petrografisi ve Jeokimyası. *Uluslararası Katılımlı 6. Jeokimya Sempozyumu bildiriler kitabı* içinde (ss. 14-17). Mersin: Mersin Üniversitesi.
[49]. Camuzcuoğlu, M., Bağcı, U., Koepke, J. and Wolff, P. E. (2017). Tectonic Significance of the cumulate gabbros within Kuluncak ophiolitic suite (Malatya, SE Turkey) inferred from geochemical data. *OFIOLIT*I, 42, 81-103.
[50]. Camuzcuoğlu, M. ve Bağcı, U. (2018). Kuluncak Ofiyolitine (Malatya, GD Türkiye) Ait Mafik Kümülatların Sr-Nd-Pb İzotop Jeokimyası. *Uluslararası Katılımlı 8. Jeokimya sempozyumu bildiriler kitabı* içinde (ss. 110). Antalya: Karadeniz Teknik Üniversitesi.
[51]. Karayolları Genel Müdürlüğü, (2012). 8. Bölge Elazığ Karayolları Haritası.
[52]. Chaput, E. (1936). *Voyages d' etüdes geologigues et geomorphologigues et Turguie.* Mem.de L'İnst. Francois d' Archeologie de Stamboul, I, Paris.
[53]. Kovenko, V. (1940). Hasançelebi mıntıkası demir yatakları. *MTA dergisi*, 5, 1-8.
[54]. Stechepinnsky, V. (1944). Malatya Bölgesi'nin jeoloji ve mineral varlıkları. *MTA dergisi*, 9 (1/31), 79-105.

[55]. Gattinger, T. E. (1957). *Malatya ve Elazığ bölgesine giren 1:100 000 ölçekli (6) pafta sahasında (79/1, 2, 3, 4 ve 80/1, 3) 1957 senesinde yapılan revizyon çalışmaları hakkında rapor* (Rap. No. 2797). Ankara: MTA.
[56]. Yılmaz, S. (1960). *Karakuz ve Deveci köyü demir yatakları hakkında rapor* (Rap. No. 63 Yayımlanmamış). Ankara: MTA.
[57]. Ayan, T. (1961). *Malatya kuzeyindeki Hekimhan-Ebreme Köyü bölgesinin (K39–c3) detay jeoloji ve petrol imkanları* (rapor, yayımlanmamış), Ankara: MTA.
[58]. Jacobson, S. H. (1969). *Hasançelebi-Hekimhan demir sahasının jeolojisi ve maden yatakları* (Rap. No: 1042 yayımlanmamış). Ankara: MTA.
[59]. Akkuş, M. F. (1971). Darende-Balaban havzasının jeolojik ve stratigrafik incelemesi. *MTA Dergisi*, 76, 1-60.
[60]. Çoban, A. (1973). *Malatya K39 b3 paftasının jeoloji incelemesi* (Rap. No. 1190 yayımlanmamış). Ankara: MTA.
[61]. Leo, G. W., Marvin, R. F. ve Mehnert, H. H. (1973). *Kuluncak Sofular Sahasındaki Magmatik Kayaçların Potasyum – Argon yaşları* (Rapor No, 28904 yayımlanmamış). Ankara: MTA.
[62]. İzdar, K. E. ve Ünlü, T. (1977). Hekimhan-Hasançelebi-Kuluncak Bölgesinin Jeolojisi. *Uluslararası 6. Ege Jeolojisi Kollogyumu bildiriler kitabı* içinde (ss. 303-330). İzmir.
[63]. Özer, T. ve Kuşçu, A. E. (1983). *Malatya-Hekimhan-Karakuz demir madenii jeoloji ve rezerv raporu* (Rap. No. 1856 yayımlanmamış). Ankara: MTA.
[64]. Özer, T. ve Kuşçu, A. E. (1986). *Malatya, Darende, Kuluncak- Düşüksöğüt, Kızılboynu, Yunnuk, Düşük Tenörlü Demir Cevherleşmeleri Jeoloji Raporu* (Rapor No, 7871 yayımlanmamış). Ankara: MTA.
[65]. Bozkaya, Ö. (1991). *Hekimhan güneyi (KB Malatya) Üst Kretase-Tersiyer yaşlı sedimanter istifin mineralojik-petrografik ve jeokimyasal incelenmesi.* Yüksek lisans tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas.
[66]. Boztuğ, D. ve Yılmaz, S. (1992). Konukdere metasomatitinin (Hekimhan-Hasançelebi, KB Malatya) petrolojisi. *45. Türkiye Jeoloji Kurultayı bildiriler özetleri kitabı* içinde (ss. 38-39). Ankara: MTA.
[67]. Özdemir, Z., ve Tunç, M. (1993). Hekimhan (Malatya) Yöresindeki Üst Kretase Yaşlı Birimlerin Paleontolojik ve Stratigrafik Özellikleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 36 (1), 131-145.
[68]. Yılmaz, S., Boztuğ, D. ve Öztürk, A. (1993). Geological setting, petrographic and geochemical characteristics of the Cretaceous and Tertiary igneous rocks in the Hekimhan-Hasançelebi area, north-west Malatya, Turkey. *Geological Journal*, 28, 383-398.
[69]. Gürer, Ö, F. (1996). Hekimhan yöresindeki alkali magmatik kayaların jeolojik ve petrolojik incelemesi. *Tr. J. of Earth Sciences,* 5, 71-88.
[70]. Sevimli, U. İ. (2009). *Yazıhan (Malatya) Batısının Tektono-Stratigrafisi*. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
[71]. Pektaş A. (2010). *Malatya, Kuluncak Kuzeyinin ve Batısının Maden Jeolojik İncelemesi.* Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
[72]. Çobankaya, M. (2011). *Hekimhan (Malatya) yöresi oligosen istifinin sedimantolojisi.* Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
[73]. Booth, M. G., Robertson, A. H. F., Taslı, K., İnan N., Ünlügenç U. C. ve Vincent S. (2013). Two-stage development of the Late Cretaceous to Late Eocene Darende Basin: implications for closure of Neotethys in central eastern Anatolia (Turkey). *Geological Society, London, Special Publications,* 372, 385-419.
[74]. Blumental, M. (1937). *Hasançelebi-Hekimhan (Malatya vilayeti) Sahasındaki Arazi Bünyesinin Tabakaların Teakubu ve Cevher Muhteviyatının Ana Hatları Hakkında Muvakkat Jeolojik Raporu* (Rap. No. 480 yayımlanmamış). Ankara: MTA.
[75]. İzdar, K. E. (1961). *Kuluncak bölgesi, jeolojisi ve mineral muhteviyatının etüdü* (Rapor No: 38). Ankara: MTA.
[76]. Yılmaz, S., Boztuğ, D., ve Öztürk, A. (1991). Hekimhan-Hasançelebi (KB Malatya) yöresinin stratigrafisi ve tektoniği. *C.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 8 (1), 1-18.
[77]. Gürer Ö. F. (1992). *Geological Study of Hekimhan-Hasançelebi (Malatya) region.* Yayımlanmamış doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

[78]. Gürer Ö. F. (1994). Upper Cretaceous statigraphy of Hekimhan-Hasançelebi region and the basin evolution. *Geol. Bull. Turkey,* 37 (2), 135-148.
[79]. Uçurum, A. (1998). Application of the correspondence-type geostatistical analysis on the Co, Ni, As, Ag and Au concentrations of the listwaenites from serpentinites in the Divriği and Kuluncak ophiolitic melanges. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 7, 87-95.
[80]. Uçurum, A. (2000). Geology, Geochemistry and Evolution of the Divriği and Kuluncak Ophiolitic Melanges with Reference to Serpentinites in East Central Turkey. *International Geology Review,* 42 (2), 172-191.
[81]. Parlak, O., Önal, A., Höck, V., Kürüm, S., Delaloye, M., Bağcı, U. ve Rızaoğlu, T. (2002a). Inverted Metamorphic Zonation Beneath the Yüksekova Ophiolite in SE Anatolia. *Ist International Symposium of the Faculty of Mines on Earth Sciences and Engineering abstract book* (ss. 133). İstanbul: İstanbul Üniversitesi.
[82]. Yılmaz, H., Dumanlılar, Ö., Ay, Y. ve Yılmaz, A. (2005). *Hekimhan-Kuluncak (Malatya) Yöresindeki Ofiyolitik Kayaların Tektonostratigrafik Özellikleri*. *58. Türkiye Jeoloji Kurultayı bildiri özetleri kitabı* içinde (ss, 271). Ankara: MTA.
[83]. Parlak O., Yılmaz H. ve Boztuğ D. (2006). Divriği Ofiyolitindeki (Sivas, Türkiye) Metamorfik Dilim ve İzole Dayklarının Kökeni ve Tektonik Önemi: Ofiyolit Yerleşmesinden Önce Dalan Levhanın Kopmasına İlişkin Veriler. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 15, 25-45.
[84]. Beyarslan, M. ve Bingöl, A. F. (2010). Ultramafics and mafic bodies in cumulates of Ispendere and Kömürhan ophiolites (SE Anatolian belt, Turkey). *Turkish Journal of Science and Technology,* 5 (1), 19-36.
[85]. Karaoğlan, F., Parlak, O., Klötzli, U., Thöni, M. ve Koller, F. (2012). U–Pb and Sm–Nd geochronology of the ophiolites from the SE Turkey: implications for the Neotethyan evolution. *Geodinamica Acta*, 25 (3-4), 146-161.
[86]. Robertson A. H. F., Parlak O. ve Ustaömer T. (2012). Overview of the Palaeozoic-Neogene evolution of Neotethys in the Eastern Mediterranean region (S Turkey, Cyprus, Syria). *Pet. Geosci.,* 18, 381–404.
[87]. Çelik, Ö. F., Chiaradia, M., Marzoli, A., Billor, Z. ve Marschik, R. (2013). The Eldivan ophiolite and volcanic rocks in the İzmir-Ankara Erzincan suture zone, Northern Turkey: Geochronology, whole-rock geochemical and Nd–Sr–Pb isotope characteristics. *Lithos*, 172-173, 31-46.
[88]. Karaoğlan, F., Parlak, O., Klötzli, U., Thöni, M. ve Koller, F. (2013a). 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 the Southern Neotethys. *Geological Magazine*, 150, 283-299.
[89]. Karaoğlan, F., Parlak, O., Klötzli, U., Koller, F. ve Rızaoğlu, T. (2013b). Age and duration of intra-oceanic arc volcanism built on a suprasubduction zone type oceanic crust in southern Neotethys, SE Anatolia. *Geoscience Frontiers*, 4, 399-408.
[90]. Robertson A. H. F., Parlak O., Metin Y., Vergili, Ö., Taslı K., İnan N. ve Soycan H. (2013). Late Palaeozoic-Cenozoic tectonic development of carbonate platform, margin and oceanic units in the Eastern Taurides, Turkey. In: Robertson, A. H. F., Parlak, O, ve Ünlügenç U. C. (Eds.) Geological Development of Anatolia and the Easternmost Mediterranean Region. *Geol. Soc. London, Spec. Publ.,* 372, 167-218.
[91]. Booth M. G., Robertson A. H. F., Taslı K. ve İnan N. (2014). Late Cretaceous to Late Eocene Hekimhan Basin (Central Eastern Turkey) as a supra-ophiolite sedimentary/magmatic basin related to the later stages of closure of Neotethys. *Tectonophysics,* 635, 6-32.
[92]. Karaoğlan, F., Parlak, O., Hejl, E., Neubauer, F. ve Klötzli, 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.
[93]. Nurlu, N., Parlak, O., Robertson, A. H. F. ve Quadt, A. V. (2016). Implications of Late cretaceous U-Pb zircon ages of granitic intrusions cutting ophiolitic and volcanogenic rocks for the assembly of the Tauride allochthon in SE Anatolia (Helete area, Kahramanmaraş Region, SE Turkey). *International Journal Earth Sciences (Geol. Rundsch),* 105, 283-314.
[94]. Parlak, O. (2016). The tauride ophiolites of Anatolia (Turkey): A review. *J. Earth Sci.,* 27, 901-934.

[95]. Rizeli, M. E., Beyarslan, M., Wang, K. L. ve Bingöl, F. (2016). Mineral chemistry and petrology of mantle peridotites from the Guleman ophiolite (SE Anatolia, Turkey): evidence of a forearc setting. *J. Afr. Earth. Sci.,* 123, 392-402.
[96]. Beyarslan, M. (2017). Supra-subduction zone magmatism of the Koçali Ophiolite SE Turkey. *Journal of African earth Science*, 129, 390-402.
[97]. Kavak K. Ş., Parlak, O., Temiz, H. (2017). Geochemical characteristics of ophiolitic rocks from the southern margin of the Sivas basin and their implications for the Inner Tauride Ocean, Central-Eastern Turkey. *GEODINAMICA ACTA*, 29, 160-180.
[98]. Bingöl, A. F., Beyarslan, M., Lin, Y. ve Lee, H. (2018). Geochronological and geochemical constraints on the origin of the Southeast Anatolian ophiolites, Turkey. *Arabian Journal of Geosciences,* 11 (18). doı: 10.1007/s12517-018-3880-0.
[99]. Bilici, Ö. ve Kolaylı H. (2018). Mineral records of the pyroxenites formed within harzburgites (Ulaş, Sivas, Turkey): implications on petrogenesis and tectonic setting. *Turkish J Earth Sci.,* 27, 384-404.
[100]. Uysal, I., Kapsiotis, A., Akmaz, R. M., Saka, S. ve Seitz, H. M. (2018). The Guleman ophiolitic chromitites (SE Turkey) and their link to a compositionally evolving mantle source during subduction initiation. *Ore Geol. Rev.,* 93, 98–113.
[101]. Parlak, O., Bağcı, U., Rızaoğlu, T., Ionescu, C., Önal, G., Höck, V. ve Kozlu, H. (2020). Petrology of ultramafik to mafic cumulate rocks from the Göksun (Kahramanmaraş) ophiolite, southeast Turkey. *Geoscience Frontiers*, 11, 109-128.
[102]. Todt, W., Cliff, R. A., Hanser, A. ve Hofmann, A. W. (1996). Evaluation of a ^{202}Pb–^{205}Pb double spike for high-precision lead isotope analysis. In: Basu, A. ve Hart, S. (Eds.), Earth Processes: Reading the Isotopic Code: Geophysical Monograph. *American Geophysical Union*, 95, 429-437.
[103]. Ludwig, K. R. (2003). Isoplot 3.00: A geochronological toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronology Center, Berkeley, 70.
[104]. Ketin, İ. (1966). Anadolu'nun tektonik birlikleri. *MTA dergisi*, 66, 20-34.
[105]. Özgül, N. (1976). Torosların bazı temel jeolojik özellikleri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 19 (1), 65-78.
[106]. Ketin, İ. (1959). Türkiyenin Orojenik Gelişmesi. *MTA. Dergisi*, 53, 78-86.
[107]. Perinçek D. ve Kozlu H. (1984). Stratigraphical and structural relations of the units in the Afşin-Elbistan-Doğanşehir region (Eastern Taurus). In: Tekeli, O. ve Göncüoğlu, M.C. (Eds.) *Proceedings of international symposium, geology of Taurus Belt* abstract book (ss. 181-198). Ankara, MTA.
[108]. Özkaya, İ. (1981). Origin and tectonic setting of some melange unit in Turkey. *Journal of geology*, 90, 269-278.
[109]. Yazgan, E. (1984). Geodynamic evolution of the eastern Taurus region (Malatya-Elazığ area, Turkey). In: *Proceedings of international symposium, geology of Taurus Belt* abstract book (ss. 199-208). Ankara, MTA.
[110]. Şengör, A. M. C. (1979). The north Anatolian transform fault: First age, offset and tectonic significance. *Journal of Geological Society of London*, 136, 269-282.
[111]. Öztürk, A., İnan, S., Terzioğlu, N. ve Gürsoy, H. (1988). *Ulaş-DeliktaşKavak-Sincan-Beypınarı-Ovacık (Sivas) yöresinin jeolojisi, tektonik özellikleri ve yeraltı zenginlikleri* (yayımlanmamış rapor). Ankara: TBAG.
[112]. Yılmaz, Y., Gürpınar, O., Kozlu, H., Gül, M. A., Yiğitbaş, E., Yıldırım, M., Genç, Ş. C. ve Keskin, M. (1985). *Maraş Kuzeyinin Jeolojisi (Engizek- Berit- Nurhak- Binboğa- Andırın dağları)* (Rapor no: 2028) Ankara: TPAO
[113]. Koçyiğit, A. (1991). An example of an accretionary forearc basin from northern central Anatolia and its implications for the history of subduction of Neo-Tethys in Turkey. *Bulletin of Geological Society of America,* 103, 22-36.
[114]. Poisson, A., Guezou, J. C., Öztürk, A., İnan, S., Temiz, H., Gürsoy, H., Kavak, K. Ş. ve Özden, S. (1996). Tectonic setting and evolution of the Sivas Basin, Central Anatolia, Turkey. *International Geology Review*, 38, 838-853.

[115]. Görür, N., Tüysüz, O., Şengör, A. M. C. (1998). Tectonic evolution of the central Anatolian basins. *International Geology Review*, 40 (9), 831-850.
[116]. Yılmaz, A. ve Yılmaz, H. (2006). Characteristic features and structural evolution of a post-collisional basin: The Sivas basin, Central Anatolia, Turkey. *Journal of Earth Science,* 27, 164-176.
[117]. Yalçın, H. ve Bozkaya, Ö. (2002). Hekimhan (Malatya) çevresindeki Üst Kretase yaşlı volkaniklerin alterasyon mineralojisi ve jeokimyası, deniz suyu-kayaç etkileşimine bir örnek. *Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi Seri A-Yerbilimleri,* 19, 81-98.
[118]. Boztug, D. (2000). S-I-A-type intrusive associations: geodynamic significance of synchronism between metamorphism and magmatism in Central Anatolia;Turkey. In: Bozkurt, E., Winchester, J. ve Piper, J. A. (Eds.). Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area. *Geological Society London Special Publication*, 173, 407-424.
[119]. Boztuğ, D., Yılmaz, S. ve Kesgin, Y. (1994). İç-Doğu anadolu alkalin provensindeki Kösedağ plütonu (Suşehri-KD Sivas) doğu kesminin petrografisi, petrokimyası ve petrojenezi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 37, 1-14.
[120]. Metin Y., Vergili Ö., Akçay, A., Tok, T., Taptık, M. A., Sarıkaya,H., Yumuk, O., Tunçdemir, V., Duygu, L., Evcimen, Ö. ve Duran, S. (2011). *Doğu Torosların Jeodinamik Evrimi: Sarız (Kayseri), Gürün (Sivas), Dağlıca (Kahramanmaraş), Darende (Malatya) ve çevresi* (Rapor no: 11386). Ankara: MTA.
[121]. Şenel, M., Selçuk, H., Bilgin, Z. R., Şen, A. M., Karaman, T., Dinçer, M. A., Durukan, E., Arbas, A., Örçen, S. ve Bilgi, C. (1989). *Çameli (Denizli), Yeşilova (Burdur), Elmalı (Antalya) ve dolayının jeolojisi* (Rapor no: 9429). Ankara: MTA.
[122]. Şenel, M. ve Bilgin, Z.R. (1997). *1:100000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Marmaris - L 6 Paftası,* Ankara: MTA Jeoloji Etütleri Dairesi.
[123]. Ayaşlıoğlu, Y. (1970). *Berke Projesi: Berke Barajı jeolojisi planlama raporu*. TPAŞ Mühendislik.
[124]. İzdar, K. E. (1963). *Geologischer bau, magmatismus und lagerstatten der östlichen Hekimhan-Hasançelebi Zone (Ostanatolien),* 122, Doktorarbeit, Ankara:MTA.
[125]. Aktimur, H. T., Ateş, Ş., Tekirli, E. ve Yurdakul, E. (1988). *Munzur dağların ile Çavuşdağı arasının jeolojisi* (Yayımlanmamış rapor no: 8320). Ankara: MTA.
[126]. Beyazpirinç, M., Akçay, A. E., Metin, Y., Taptık, M. A., Öcal, H., Çobankaya, M., Çoban, M., Doğan, A., Bağcı, U. ve Rızaoğlu, T. (2010). *Doğu Toroslar'ın Jeodinamik Evrimi (Sivas-Malatya-Kahramanmaraş-Kayseri) 2008 Yılı Arazi Raporu*. (yayımlanmamış Rapor No: 11331). Ankara: MTA.
[127]. Whitney D. L. ve Evans B. W. (2010). Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist*, 95, 185-187.
[128]. Buisson, G. ve Leblanc, M. (1985). Gold in carbonatized ultramafic rocks from ophiolite complexes. *Economic Geology*, 80, 2026-2029.
[129]. Spandler, C., Hermann, J., Arculus, R. ve Mavrogenes, J. (2003). Redistribution of trace elements during prograde metamorphism from lawsonite blueschist to eclogite facies: Implications for deep subduction-zone processes. *Contrib. Miner. Petrol.,* 146, 205-222.
[130]. Morimoto, N., Fabries, J., Ferguson, A. K., Ginzburg, I. V., Ross, M., Seifert, F. A., Zussman, J., Aoki, K. ve Gottardi, G. (1988). Nomenclature of the pyroxenes. *American Mineralogist,* 73, 1123-1133.
[131]. 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.
[132]. Smith J. V. ve Brown W. L. (1988). *Feldspar minerals, 1. Crystal Structures, Physical, Chemical and Mineralogical Properties.* New York: Springer-Verlag.
[133]. Leake, B. E., 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. ve Youzhi, G. (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.

[134]. Xiong, F., Yang, J., Xu, X., Kapsiotis, A., Hao, X. ve Liu, Z. (2018). Compositional and isotopic heterogeneities in the Neo-Tethyan upper mantle recorded by coexisting Al-rich and Cr-rich chromitites in the Purang peridotite massif, SW Tibet (China). *Journal of Asian earth Sciences,* 159, 109-129.
[135]. Dick, H. J. B. ve Bullen, T. (1984). Chromian spinel as a petrogenetic indicator in abyssal and alpine-type peridotites and spatially associated lavas. *Contrib. Mineral. Petrol.,* 86, 54-76.
[136]. Zhang, Y., Cao, H., Xu, M., Zhang, S., Tang, L., Wang, S., Pei, Q., Cai, G. ve Shen T. S. (2017). Petrogenesis of the late Mesozoic highly fractionated I-type granites in the Luanchuan district: Implications for the tectono-magmatic evolution of eastern Qinling. *Geosciences Journal,* 22, 253-272.
[137]. Ross, C. S., Foster, M. D., Myers, A. T. (1954). Origin of Dunites and Olivine Rich Inclusions in Basaltic Rocks. *Am., Mineral,* 39, 693-737.
[138]. Barisenko, L. F. (1967). Trace Elements in Pyroxenes and Amphiboles from Ultramafic rocks of the Urals. *Min. Mag.,* 36, 403-410.
[139]. 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 Analogue. *Geol. Soc. Spec. Publ.,* 60, 179-202.
[140]. Grove, T. L. ve Baker, M. B. (1984). Phase equilibrium controls on the tholeiitic versus calc-alkaline differentiation trends. *Journal of Geophysical Research*, 89, 3253-3274.
[141]. Beard, J. S. (1986). Charactesistic Mineralogy of Arc Related of Cumulate Gabbros: Implication for the Tectonic setting of Gabbroic Plutons and for Andesite Genesis. *Geology*, 14 (10), 848-851.
[142]. Pearce, J. A. ve Cann, J. R. (1973). Tectonic setting of basaltic volcanic rocks determined using trace element analysis. *Earth and Planetary Science Letters,* 19, 290-300.
[143]. Stern, C. R. ve Elthon, D. (1979). Vertical Variation in the Effects of Hydrothermal, Metamorphism in Chilean ophiolites: Their Implication for Ocean Flor Metamorphism. *Tectonophysics,* 55, 179-213.
[144]. Sun, S. S. ve Mcdonough, W. F. (1989). Chemical and Isotopic Systematics of Oceanic Basalts: Implications for Mantle Composition and Processes, in Magmatism in the Ocean Basins. (Saunders, A. D. ve Norry, M. J. (eds.) *Geological Society Special Publication,* 42, 313-345.
[145]. Irvine T. N. ve Baragar W. R. A. (1971). A Guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks. *Can. J. Earth Sci.,* 8, 523-548.
[146]. Pearce, J. A. (1996). A users guide to basalt discrimination diagrams. In: Trace Element Geochemistry of Volcanic Rocks, Wyman, D. A. (ed.) Applications for Massive Sulphide Exploration. *Geohemistry Short Course Notes, Geological Association of Canada,* 12, 79-113.
[147]. Winchester, J. A. ve Floyd, P. A. (1976). Geochemical Discrimination of Different Magma Series and Their Differentiation Products Using Immobile Elements. *Chemical Geology*, 20, 325-343.
[148]. Crawford, A. J., Falloon, T. J. ve Green, D. H. (1989). Classification, petrogenesis and tectonic setting of boninites. In: Crawford, A. J. (ed.) *Boninites and Related Rocks* (ss.1-49). UK: Unwin Hyman Ltd.
[149]. Pearce, J. A. (2002). The oceanic lithosphere. *Joint Oceanographic Institutions for Deep Earth*, 28, 1, 61-66.
[150]. Pearce, J. A. ve Norry, M. J. (1979). Petrogenetic Implications of Ti, Zr, Nb variations in Volcanic Rocks. *Contrib. Mineral. Petrol.,* 69, 33-47.
[151]. Parlak, O., Kozlu, H., Delaloye, M., Höck, V., ve Bağcı U. (2002c). *Göksun-Afşin (Kahramanmaraş) Arasında Yüzeyleyen Yüksekova Ofiyolitinin Jeokimyası ve Jeokronolojisi* (Rapor No. YDABÇAG-199Y011). Ankara: Tübitak.
[152]. Jakes, P. ve Gıll, J. (1970). Rare earth elements and the island arc tholeiitic series. *Earth and Planetary Science Letters*, 9, 17-28.
[153]. Pearce, J. A., Lippard, S. J. ve Roberts, S. (1984). Characteristics and tectonic significance of supra-subduction zone ophiolites. In: Kokelaar, B. P. ve Howells, M. F., (eds.) Marginal Basin Geology. *Geological Society London Special Publication*, 16, 77-89.

[154]. Wood, D. A., Joron, J. L. ve Treuıl, 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.
[155]. Wood, D. A. (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.
[156]. Perfit M. R., Gust D. A., Bence A. E., Arculus R. J. ve Taylor S. R. (1980). Chemical characteristics of island-arc basalts: implications for mantle sources. *Chem. Geol.,* 30, 227-256.
[157]. Pearce, J. A. (1982). Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. In: Thorpe, R. S. (ed.), *Andesites* (ss 525-548). New York: Wiley.
[158]. Arculus R. J. ve Powell R. (1986). Source component mixing in the regions of arc magma generation. *J. Geophys. Res.,* 91, 5913-5926.
[159]. Yogodzinski, G. M., Rubenstone, J. L., Kay, S. M. ve Kay, R. W. (1993). Magmatic and tectonic development of the western Aleutians: An oceanic arc in a strike-slip setting. *Journal of Geophysical Research,* 98, 11807-11834.
[160]. Wallin E. T. ve Metcalfe R. V. (1998). Supra-Subduction zone ophiolite formed in an extensional forearc: Trinity Terrane, Klamath Mountains, California. *J. Geol.,* 106, 591-608.
[161]. Desmons, J., Delaloye, M., Desmet, A., Gagny, C., Rocci, G. ve Voldet, P. (1980). Trace and REE Abundance in Troodos Lavas and Sheeted Dykes Cyprus. *Ofioliti*, 5, 35-56.
[162]. Searle, M. P., Lippard, S. J., Smewing, J. D. ve 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.
[163]. Alabaster, T., Pearce, J. A. ve Malpas, J. (1982). The volcanic stratigraphy and petrogenesis of the Oman ophiolite complex. *Contributions to Mineralogy and Petrology,* 81, 168-183.
[164]. Yalınız, K. M., Floyd, K. M. ve 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. ve Piper, J. D. A. (eds.) Tectonics and Magmatism in Turkey and Surrounding Area. *Geological Society Of London, Special Publication,* 173, 203-218.
[165]. Al-Riyami, K., Robertson, A. H. F., Dixon, J. ve Xenophontos, C. (2002). Origin and emplacement of the Late Cretaceous Baer-Bassit ophiolite and its metamorphic sole in NW Syria. *Lithos,* 65, 225–260.
[166]. McCulloch, M. T. ve Gamble, J. A. (1991). Geochemical and Geodynamical Constrains on Subduction Zone Magmatism. *Earth and Planetary Science Letters*, 102, 358-374.
[167]. Shervais, J. W. (1982). Ti-V plots and the petrogenesis of modern ophiolitic lavas. *Earth and Planetary Science Letters,* 59, 101-118.
[168]. Green, N. L. (2006). Influence of slab thermal structure on basalt source regions and melting conditions: REE and HFSE constraints from the Garibaldi volcanic belt, northern Cascadia subduction system. *Lithos*, 87, 23-49.
[169]. Pearce, J. A. (1983). Role of the Subcontinental Lithosphere in Magma Genesis at Active Continental Margins. In: Hawkesworth C. J. ve Norry M. J. (eds.), *Continental Basalts and Mantle Xenoliths* (ss. 230-249). Cheshire: Shiva Publishing.
[170]. 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.
[171]. Middlemost, E. A. K. (1985). *Magmas and Magmatic Rocks: An Introduction to Igneous Petrology.* New York: Longman.
[172]. Eby G. N. (1992). Chemical subdivision of the A-type granitoids: Petrogenetic and tectonic implications. *Geology,* 20, 641-644.
[173]. Frost, B. R. ve Beard, J. S. (2007). On silica activity and serpentinization. *Journal of Petrology,* 48, 1351-1368.
[174]. Grant, J. A. (1986). The isocon diagram: a simple solution to Gresens' equation for metasomatic alteration. *Econ. Geol.,* 81, 1976-1982.

[175]. MacLean, W. H. ve Kranidiotis, P. (1987). Immobile Elements as Monitors of Mass Transfer in Hydrothermal Alteration: Phelps Dogge Massive Sulfide Deposit, Matagami, Quebec. *Econ. Geology,* 82, 951-9.
[176]. Maclean, W. H. (1990). Mass change calculations in altered rock series. *Mineralium Deposita,* 25 (1), 44-49.
[177]. Huston, D. L. (1993). The Effect of Alteration and Metamorphism on Wall Rocks to the Balcooma and Dry River South VolcanikHosted Massive Sulphide Deposits, Quessnsland, Australia. *Jour. Of Geoch. Expl.,* 48, 277-307.
[178]. Huston, D. L. ve Cozens, G. J. (1994). The Geochemistry and Alteration of the White Devil Porphyry Implications to Intrusion Timing. *Mineral Deposita*, 29, 275-28.
[179]. Barrett, T. J. ve MacLean, W. H. (1994). Mass changes in hydrothermal alteration zones associated with VMS deposits of the Noranda area. *Exploration and Mining Geology*, 3, 131-160.
[180]. Moghadam H. S. ve Stern R. J. (2014). Ophiolites of Iran: keys to understanding the tectonic evolution of SW Asia: (I) Paleozoic ophiolites. *J. Asian Earth Sci.,* 91, 19-38.
[181]. James, D. E. (1982). A combined O, Sr, Nd and Pb isotopic and trace element study of crustal contamination in central Andes lavas", I. Local geological variations. *Earth and Planetary Science Letters,* 57, 47-62.
[182]. Hawkesworth, C. J., Hammil, M., Gledhill, A. R., Calsteren, P. V. ve 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.
[183]. Hart, S. R. (1984). A large-scale isotope anomaly in the southern hemisphere mantle. *Nature*, 309, 753-757.
[184]. Godard, M., Bosch, D. ve Einaudi, F. (2006). A MORB source for low-Ti magmatism in the Semail ophiolite. *Chem. Geol.,* 234, 58-78.
[185]. Liu, X., Xu, J., Castillo, P. R., Xia, W., Shi, Y., Fenga, Z. ve Guo, L. (2014). The Dupal isotopic anomaly in the southern Paleo-Asian Ocean: Nd–Pb isotope evidence from ophiolites in Northwest China. *Lithos,* 189, 185-200.
[186]. Moghadam, H. S., Stern, R. J., Chiaradia, M. ve Rahgoshay, M. (2013). Geochemistry and tectonic evolution of the Late Cretaceous Gogher-Baft ophiolite, central Iran. *Lithos,* 168-169, 33-47, (2013).
[187]. Chiaradia, M. (2009). Adakite-like magmas from fractional crystallization and melting-assimilation of mafic lower crust (Eocene Macuchi arc, Western Cordillera, Ecuador). *Chemical Geology,* 265, 468-487.
[188]. Çelik, Ö. F., Chiaradia, M., Marzoli, A., Özkan, M., Billor, Z. ve Topuz, G. (2016). Jurassic metabasic rocks in the Kızılırmak accretionary complex (Kargı region, Central Pontides, Northern Turkey). *Tectonophysics*, 672-673, 34-49.
[189]. Zindler A. ve Hart S. (1986). Chemical geodynamics. *Annual review Earth and Planet Sci*, 14, 493-571.
[190]. Hart, S. R., Blusztajn, J., Dick, H. J. B., Meyer, P. S. ve Muehlenbachs, K. (1999). The fingerprint of seawater circulation in a 500-meter section of ocean crust gabbros. *Geochimica Cosmochimica Acta,* 63, 4059-4080.
[191]. Teipel, U., Eichhorn, R., Loth, G., Rohrmuller, J., Holl, R. ve Kennedy, A. (2004). U-Pb SHRIMP and Nd isotopic data from the western Bohemian Massif (Bayerischer Wald, Germany): implications for Upper Vendian and Lower Ordovician magmatism. *International Journal of Earth Sciences,* 93, 782-801.
[192]. Koller, F. ve Höck, V. (1990). Mesozoic Ophiolites in the Eastern Alps. In: Malpas, J., Moores, E., Panayiotou, A. ve Xenophontos, C. (eds.) *Ophiolites-Oceanic Crustal Analogues* (ss. 253-263). Cyprus: Proceedings of Troodos Ophiolite Symposium-1987
[193]. Nicolas, A. (1989). *Structure of Ophiolites and Dynamics of Oceanic Lithosphere*. İsviçre: Kluwer Academic Publications.
[194]. Çelik, O. F., Marzoli, A., Marschik, R. ve Chiaradia, M. (2011). Early-Middle Jurassic intra-oceanic subduction in the İzmir-Ankara-Erzincan ocean, northern Turkey. *Tectonophysics,* 509, 120-134.

[195]. Topuz, G., Göçmengil, G., Rolland, Y., Çelik, F, Zack, T. ve Schmitt, A. K. (2013). Jurassic accretionary complex and ophiolite from northeast Turkey: No evidence for the Cimmerian continental ribbon. *Geology,* 41, 255-258.
[196]. Robertson, A. H. F., Parlak, O., Ustaömer, T., Taslı, K., İnan, N., Dumitrica, P. ve Karaoğlan, F. (2013b). Subduction, ophiolite genesis and collision history of Tethys adjacent to the Eurasian continental margin: new evidence from the Eastern Pontides, Turkey. *Geodinamica Acta,* 26 (3-4), 230-293.
[197]. Dilek, Y. ve Thy, P. (2006). Age and petrogenesis of plagiogranite intrusions in the Ankara mélange central Turkey. *Island Arc,* 15, 44-57.
[198]. Dilek, Y., Furnes, H. ve Shallo, M. (2008). Geochemistry of the Jurassic Mirdita ophiolite (Albania) and the MORB to SSZ evolution of a marginal basin oceanic crust. *Lithos,* 100, 174-209.
[199]. Liati, A., Gebauer, D. ve Fanning, M. (2004). The age of ophiolitic rocks of the Hellenides (Vourinos, Pindos, Crete): First U-Pb ion microprobe (SHRIMP) zircon ages. *Chemical Geology*, 207, 171-188.
[200]. Mukasa, S. B. ve Ludden, J. N. (1987). Uranium-lead ages of plagiogranites from the Troodos ophiolite, Cyprus, and their tectonic significance. *Geology*, 5, 825-828.
[201]. Konstantinou, A., Wirth, K. R. ve Vervoort, J. (2007). U-Pb isotopic dating of Troodos plagiogranite, Cyprus by LA-ICP-MS. *Geological Society of America, Annual Meeting* (ss. 31). Amerika: Denver.
[202]. Koglin, N. (2008). *Geochemistry, petrogenesis and tectonic setting of ophiolites and mafic-ultramafic complexes in the Northeastern Aegean region: New trace-element, isotopic and age constraints*. PhD thesis, University of Mainz, Germany.
[203]. Koglin, N. (2009). Kostopoulos, D., Reichmann, T., Reichmann, Geochemistry, petrogenesis and tectonic setting of the Samothraki mafic suite, NE Greece: Trace-element, isotopic and zircon age constraints. *Tectonophysics,* 473, 53-68.
[204]. Sarıfakıoğlu, E., Dilek, Y. ve Uysal, I. (2012). The Petrogenesis and geodynamic significance of Bahçe (Osmaniye) ophiolite. *5th Geochemistry Symposium Abstracts book*, (ss. 112-113). Denizli: Pamukkale Üniversitesi.
[205]. Van Hinsbergen, D. J., Maffione, M., Plunder, A., Kaymakci, N., Ganerød, M., Hendriks, B. W. H., Corfu, F., Gürer, D., de Gelder, G. I. N. O., Peters, K., McPhee, P. J., Brouwer, F. M., Advokaat, E. L. ve Vissers, R. L . M. (2016). Tectonic evolution and paleogeography of the Kırşehir Block and the Central Anatolian Ophiolites, Turkey. *Tectonics,* 35, 983-1014.
[206]. Alparslan, G. ve Dilek, Y. (2018). Seafloor spreading structure, geochronology and tectonic evolution of the Küre ophiolite, Turkey: A Jurassic continental backarc basin oceanic lithosphere in southern Eurasia. *Lithosphere,* 10, 14-34.
[207]. Aldanmaz, E., Schmidt, M. W., Gourgaud, A. ve Meisel, T. (2009). Mid-ocean ridge and suprasubduction geochemical signatures in spinel–peridotites from the Neotethyan ophiolites in SW Turkey: implications for upper mantle melting processes. *Lithos,* 113, 691-708.
[208]. Aldanmaz, E. (2012). Trace element geochemistry of primary mantle minerals in spinel-peridotites from polygenetic MOR–SSZ suites of SW Turkey: constraints from an LA-ICP-MS study and implications for mantle metasomatism. *Geological Journal*, 47, 59-76.
[209]. Coleman, R. G. (1963). Serpentinites, Rodingites, and Tectonic Inclusions in Alpine-type Mountain Chains. *Geological Society of America, Special Papers*, 73, 130-131.
[210]. Puga. E., Nieto, J. M., Diaz de Federico, A., Bodinier, J. L. ve Morten, L. (1999). Petrology and metamorphic evolution of ultramafi c rocks and dolerite dykes of the Betic ophiolitic association (Mulhacen Complex, SE Spain): evidence of eo-Alpine subduction following an ocean-floor metasomatic process. *Lithos*, 49, 23-56.
[211]. Li, X-P., Rahn, M. ve Bucher, K. (2004). Metamorphic processes in rodingites of the Zermatt-Saas ophiolites, *International Geology Review*, 46, 28-51.
[212]. Palandri, J. L. ve Reed, M. H. (2004). Geochemical models of metasomatism in ultramafi c systems: Serpentinization, rodingitization, and sea floor carbonate chimney precipitation, *Geochimica et Cosmochimica Acta,* 68, 1115-1133.

[213]. Shervais, J. W., Kolesar, P. ve Andreasen, K. (2005). A field and chemical study of serpentinization-Stonyford, California: chemical flux and mass balance. *International Geology Review,* 47, 1-28.
[214]. Rızaoğlu, T., Bağcı, U. ve Parlak, O. (2019). Yarpuz-Kaypak (Amanoslar, Osmaniye) yöresindeki ofiyolitik kayaçların jeokimyası ve tektonik önemi, *MTA Dergisi*, 159, 101-119.
[215]. Ishii, T., Robinson, P. T., Maekawa, H. ve Fiske, R. (1992). Petrological studies of peridotites from diapiric serpentinite seamounts in the izu-ogasawara-mariana forearc. In: Fryer, O., Pearce, J. A., Stokking, L. B. (Eds.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results* (ss. 445-485). Texas: 125. Ocean Drilling Program.
[216]. Pearce, J. A., Thirlwall, M. F., Ingram, G., Murton, B. J., Arculus, R. J. ve Van der Laan, S. R. (1992). Isotopic evidence for the origin of boninites and related rocks drilled in the Izu-Bonin (Ogasawara) forearc. In: Fryer, P., Pearce, J. A. ve Stokking, L. B. (Eds.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results* (ss. 237-261). Texas: 125. Ocean Drilling Program.
[217]. Niu, Y. (1997). Mantle melting and melt extraction process beneath ocean ridges: Evidence from abyssal peridotites. *J. Petrol.,* 38, 1047-1074.
[218]. Johnson, K. T., Dick, H. J. B. ve Shimizu, N. (1990). Melting in the oceanic upper mantle: an ion microprobe study of diopsides in abyssal peridotites. *J. Geophys. Res.,* 95, 2661-2678.
[219]. Niu, Y. (2004). Bulk-rock Major and Trace Element Compositions of Abyssal Peridotites: Implications for Mantle Melting, Melt Extraction and Post-melting Processes Beneath Mid-Ocean Ridges. *Journal of Petrology,* 45, 2423-2458.
[220]. Jean, M. M., Shervais, J. W., Choi, S. H. ve Mukasa, S. B. (2010). Melt extraction and melt refertilization in mantle peridotite of the Coast Range ophiolite: an LA-ICP-MS study. *Contrib. Miner. Petrol.,* 159, 113-136.
[221]. Parkinson, I. J., Pearce, J. A., Thirwall, M. F., Johnson, K. T. M. ve Ingram, G. (1992). Trace element geochemistry of peridotites from the Izu–Bonin–Mariana forearc, Leg 125. In: Fryer, P., Pearce, J. A., Stokking, L. B. (Eds.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results* (ss. 487-506). Texas: 125. Ocean Drilling Program.
[222]. Arai, S. (1994). Characterization of spinel peridotites by olivine–spinel compositional relationships: review and interpretation. *Chem. Geol.,* 113, 191-204.
[223]. Parkinson, I. J. ve Pearce, J. A. (1998). Peridotites from the izu-bonin-mariana forearc (ODP Leg 125), evidence for mantle melting and melt–mantle interaction in a supra-subduction zone setting. *J. Petrol.,* 39, 1577-1618.
[224]. Pearce, J. A., Barker, P. F., Edwards, S. J., Parkinson, I. J. ve Leat, P. T. (2000). Geochemistry and tectonic significance of peridotites from the south sandwich arc-basin systems, South Atlantic. *Contrib. Miner. Petrol.,* 139, 36-53.
[225]. Uysal, İ., Ersoy, Y., Bağcı, U., Köprübaşı, N., Saka, S., Akmaz, R.M. ve Avcı, E. (2013). *Güney Türkiye Manto Peridotitleri ve Ofiyolitik Kromititlerinin Petrolojisi: Mineral ve Kayaç Kimyası, Plâtin Grubu Element (PGE) Jeokimyası ve Mineralojisi ve Re/Os-İzotop Bileşimleri* (Proje No:109Y219). Trabzon:
[226]. Snow, J. E. ve Dick, H. J. B. (1995). Pervasive magnesium loss by marine weathering of peridotit. *Geochem. Cosmochim. Acta,* 59, 4219-4235.
[227]. Üner, T. (2020). Multi-stage evolution of forearc mantle peridotites of Kağızman Ophiolite (Ağrı-eastern Anatolia). *Journal of African Earth Sciences*, 161, 103667.
[228]. Bodinier, J. L. ve Godard, M. (2003). Orogenic, ophiolitic, and abyssal peridotites. *Treatise Geochem.,* 3, 103-167.
[229]. Jagoutz, E., Palme, H., Baddenhausen, H., Blum, K., Cendales, M., Gerlind D. B., Spettel, V., Lorenz, V. ve Wanke, H. (1979). The abundance of major, minor and trace elements in the earth's mantle as derived from primitive ultramafic nodules. *Geochem. Cosmochim. Acta,* 11, 2031-2050.
[230]. Hart, S. R. ve Zindler, A. (1986). In search of a bulk Earth composition. *Chem. Geol.,* 57, 247-267.
[231]. Kelemen, P. B., Dick, H. J. B. ve Quick, J. E. (1992). Formation of harzburgite by pervasive melt/rock reaction in the upper mantle. *Nature*, 358, 635-641.

[232]. Simon, N. S. C., Irvine, G. J., Davies, G. R., Pearson, D. G. ve Carlson, R. W. (2003). The origin of garnet and clinopyroxene in depleted Kaapvaal peridotites. *Lithos,* 71, 289-322.
[233]. Griffin, W. L., Suzanne, Y. O., Alfonso, J. C. ve Begg, G. C. (2009). The composition and evolution of lithospheric mantle: a re-evaluation and its tectonic implications. *Chem. Geol.,* 50, 1185-1204.
[234]. Walter, M. J. (1998). Melting of garnet peridotite and the origin of komatiite and depleted lithosphere. *J. Petrol.,* 39, 29-60.
[235]. Rollinson, H. (2008). The geochemistry of mantle chromitites fromthe northern part of the Oman ophiolite: inferred parental melt composition. *Contrib. Mineral. Petrol.,* 156, 273-288.
[236]. Uysal, İ., Şen, A. D., Ersoy, E. Y., Dilek, Y., Saka, S., Zaccarini, F., Escayola, M. ve Karsli, O. (2014). Geochemical make–up of oceanic peridotites from NW Turkey and the multi–stage melting history of the Tethyan upper mantle. *Mineral. Petrol.,* 108, 49-69.
[237]. Bonatti, E., ve Michael P. J. (1989). Mantle peridotites from continental rifts to ocean basins to subduction zones. *Earth and Planetary Science Letters,* 91, 297-311.
[238]. Hebert, R., Adamson, A. C. ve Komor, S. C. (1990). Metamorphic Petrology of ODP 109, Hole 670A Serpentinized Peridotites: Serpentinization Processes at a Slow Spreading Ridge Environment. In: Detrick, R. Honnorez, J., Bryan, W. B., Juteau, T. (Eds.), *Proceedings of the ODP, Sci. Results 106/109* (ss. 103-115). Texas: College Station.
[239]. Parkinson, I. J., Arculus, R. J. ve Eggins, S. M. (2003). Peridotite xenoliths from Grenada, Lesser Antilles Island Arc. *Contrib. Miner. Petrol*., 146, 241-262.
[240]. Beccaluva, L., Ohnenstetter, D., Ohnenstetter, M. ve Paupy, A. (1984). Two magmatic series with island arc affinities within the Vourinos ophiolite. *Contributions to Mineralogy and Petrology,* 85, 253-271.
[241]. Bağcı, U. (2004). *Kızıldağ (Hatay) ve Tekirova (Antalya) Ofiyolitlerinin Jeokimyası ve Petrolojisi.* Yayımlanmamış doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
[242]. Elthon, D., Casey, J. F, Komor, S. (1982). Mineral chemistry of ultramafic cumulates from the North Arm Mountain massif of the Bay of Islands ophiolite: Evidence of high pressure crystal fractionation of oceanic basalts. *Journal of Geophysical Research*, 87, 8717-8734.
[243]. Elthon, D., Casey, J. F. ve 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., Shelton, A. W. (Eds.), *Blackwell Ophiolites and Oceanic Lithosphere* (ss. 83-97). London.
[244]. Elthon, D. (1987). Petrology of the Gabbroic Rocks from the Mid-Cayman Rise Spreading Center. *J. Geophys. Res.,* 92, 658-682.
[245]. Beccaluva, L., Macciotta. G., Piccardo. G. B. ve Zeda, O. (1989). Clinopyroxene Composition of Ophiolite Basalts as Petrogenetic Indicator. *Chem. Geol.,* 77, 165-182.
[246]. Morı, T. ve Banno, S. (1973). Petrology of peridotite and garnet clinopyroxenite of the Mt. Higashi-Akaishi mass, Central Shikoku, Japan-Subsolidus relation of anhydrous phases. *Contributions to Mineralogy and Petrology,* 41, 301-323.
[247]. Obata, M., Banno, S. ve Mori, T. (1974). The iron–magnesium partitioning between naturally occurring coexisting olivine and Ca-rich clinopyroxene: an application of the simple mixture model to olivine solid solution. *Bulletin de la Société Française de Minéralogie et de Cristallographie,* 97, 101-107.
[248]. Wood, B. J. ve Banno, S. (1973). Garnet--orthopyroxene and orthopyroxene-clinopyroxene relationships in simple and complex systems. *Contributions to Mineralogy and Petrology,* 42, 109-124.
[249]. Brey, G. ve Köhler, T. (1990). Geothermobarometry in four-phase lherzolites II. New thermobarometers and practical assessment of existing thermobarometers. *Journal of Petrology,* 31, 1353-1378.
[250]. Taylor, W. R. (1998). An experimental test of some geothennometer and geobarometer formulations for upper mantle peridotites with application to the thermobarometry of fertile lherzolites and garnet websterite. *Neues Jahrbuch fiir Mineralogie, Abhandlungen,* 172, 381-408.
[251]. Putirka, K. D. (2008). Thermometers and barometers for volcanic systems. In: Putirka, K. D., and Tepley, F. (eds.). *Rev. Mineral. Geochem*., 69, 61-120.

[252]. Hebert, R. ve 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., Panayıotou, A. ve Xenophontos, C. (Eds.) *Ophiolites, Oceanic Crustal Analogues* (ss. 149-163). Proceedings Troodos Ophiolite Symposium.
[253]. Foden, J. D. (1983). The Petrolohy of Calcalkaline Lavas of Rindjani Volcano, East Sunda Arc: Model for Island Arcs. *J. Petrol.,* 24, 98-130.
[254]. Gust, D. A. ve Johnson, R. W. (1981). Amphibole Bearing Cumulates from Boisa Island, Papua New Guinea: Evalution of the Role of Fractional Crystallization in an Andesitic Volcano. *J. Geol.,* 89, 219-232.
[255]. Fujimaki 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.
[256]. Stern, R. J. (1979). On the origin of andesite in the northern Mariana island arc: imlications for agrigan. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 68, 207-219.
[257]. Falloon, T. J. ve 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.
[258]. Arculus, R. J. ve Wills, K. J. A. (1980). The Petrology of Plutonic Blocks and Inclusions from the Lesser Antilles Island Arc. *Journal of Petrology,* 21, 743-99.
[259]. Tiezzi, L .J. ve Scott, R. B. (1980). Crystal Fractionation in a Cumulate Gabbro, Mid-Atlantic Ridge, 260oN. *J. Geophys. Res.,* 85, 5438-5454.
[260]. Hodges, F. N. ve Papike, J. J. (1976). DSDP site 334: Magmatic cumulates from oceanic layer. *3. Journal of Geophysical Research,* 81, 4135-4151.
[261]. DeBari, S. M. ve Coleman ,R. G. (1989). Examination of the deep levels of an island arc: evidence from the Tonsina ultramafic-mafic assemblage, Tonsina, Alaska. *Journal of Geophysical Research,* 94, 4373-4391.
[262]. Yoder, H. S. ve Tilley, C. E. (1962). Origin of Basalt Magmas: An Experimental Study of Natural and Synthetic Rock Systems. *Journal of Petrology,* 3, 342-532.
[263]. Bender J. F., Hodges F. N. ve Bence A. E. (1978). Petrogenesis of basalts from the project FAMOUS area: experimental study from 0 to 15 kbar. *Earth Planet. Sci. Lett.,* 41, 277-302.
[264]. Green, D. H., Hibberson, W. O. ve Jaques, A. L. (1979). PetrogeneSis of mid-ocean ridge basalts. In: McElhinny, M. W. (Ed.), *The Earth: Its Origin Structure and Evolution* (ss. 265-290). London: Academic press.
[265]. Whitechurch, H., Juteau, T. ve Montigny, R. (1984). Role of the Eastem Mediterranean Ophiolites (Turkey, Syria, Cyprus) in the history of the Neo-Tethys. In: Dixon, J. A ve Robertson, A. H. F. (eds.), The Geological Evolution of the Eastem Mediterranean. *Geological Society, London, Special Publicatons,* 17, 301-317.
[266]. Frey, F. A. ve Prinz, M. (1978). Ultramafik Inclusions from San Carlos, Arizona: Petrologic and Geochemical Data Bearing on their Petrogenesis. *Earth and Planet Sci. Lett*., 38, 129-176.
[267]. Medaris, L. G. (1972). High pressure peridotites in southwestern oregon. *Geol. Soc. Am. bull.,* 83, 41-58.
[268]. Meijer, A. ve Reagan, M. (1981). Petrology and Geochemistry of the Island of Sarigan in the Marianas Arc: Calc-Alkaline Volcanism in an Oceanic Setting. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 77, 337-354.
[269]. Hebert, R. (1982). Petrography and Mineralogy of Ocenic Peridotites and Gabbros: Some Comparision with Ophiolite Examples. *Ofioliti*, 2/3, 299-324.
[270]. Hickey, R. ve Frey, F. A. (1982). Geochemical characteristics of boninite series volcanics: implications for their source. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 46, 2099-2115.
[271]. Cameron, W. E., Nisbet, E. G. ve Dietrich, V. J. (1979). Boninites, komatiites and ophiolitic basalts. *Nature,* 280, 550-553.
[272]. Meijer, A. (1980). Primitive arc series volcanism and a boninitic series: examples from western Pacific island arc. *American Geophysical Union Monograph*, 23, 269-282.
[273]. Hawkins, J. W., Bloomer, S. H., Evans, C. A. ve Melchior, J. T. (1984). Evolution of intra-oceanic arc-trench systems. *Tectonophysics*, 102, 175-205.

[274]. Murton, B.J. (1989). Tectonic controls on boninite genesis. In: Magmatism in the Ocean Basins. Saunders, A.D., Norry, M.J. (eds.), *Geological Society, London, Special Publications* , 42: 347-377.
[275]. Stern, R. J. ve Bloomer, S. H. (1992). Subduction zone infancy: examples from the Eocene Izu-Bonin-Mariana and Jurassic California arcs. *Geological Society of America Bulletin,* 104, 1621-1636.
[276]. Falloon, T. J., Malahoff, A., Zonenshain, L. P. ve Bogdanov, Y. (1992). Petrology and geochemistry of back arc basin basalts from Lau Basin spreading ridges at 15o, 18o, and 19oS. *Mineralogy and Petrology*, 47, 1-35.
[277]. Bloomer, S. H. ve Hawkins, J. W. (1983). Gabbroic and ultramafic rocks from the Mariana trench: an island arc ophiolite. In: Hayes, D. E. (ed.) The Tectonic and Geologic Evolution of Southeast Asian Seas. *American Geophysical Union, Washington, D. C., 2*, 294-317.
[278]. Taylor, R. N. ve Nesbitt R. W. (1994). Arc volcanism in an extensional regime at the initiation of subduction: A geochemical study of Hahajima, Bonin Islands, Japan, in Volcanism Associated With Extension at Consuming Plate Margins. In: Smellie, J. L., (Ed.), *Geol. Soc. Spec. Publ.,* 81, 115-134.
[279]. Wessel, J. K., Fryer, P., Wessel, P. ve Taylor, B. (1994). Extension in the Northern Mariana Inner Forearc. *Journal of Geophysical Research*, 99, 15181-15203.
[280]. Beccaluva, L., Coltortı, M., Saccanı, E. ve Sıena, F. (2005). Magma generation and crustal accretion as evidenced by supra-subduction ophiolites of the Albanide–Hellenide Subpelagonian zone. *The Island Arc*, 14, 551-563.
[281]. Malpas, J. ve Langdon, G. (1984). Petrology of upper pillow lava suite, Troodos ophiolite, Cyprus. In: Gass, I. G., Lippard, S. J. ve Shelton, A. W. (Eds.), Ophiolites and Oceanic Lithosphere. *Geological Society, London, Special Publications*, 13: 155-167.
[282]. Beccaluva L. ve Serri G. (1988). Boninitic and low-Ti subduction-related lavas from intraoceanic arc-backarc systems and low-Ti ophiolites: a reappraisal of their petrogenesis and original tectonic setting. *Tectonophysics*, 146, 291-315.
[283]. Smellie, J. L, Stone, P. ve Evans, J. (1995). Petrogenesis of boninites in the Ordovician Ballantrae Complex ophiolite, southwestern Scotland. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 69, 323-342.
[284]. Meffre, S., Aitchison, J. ve Crawford, A. J. (1996). Geochemical evolution and tectonic significance of boninites and tholeiites from the Koh ophiolite. New Caledonia. *Tectonics*, 15, 67-83.
[285]. Bedard, J. H., Lauziere, K., Tremblay, A. ve Sangster, A. (1998). Evidence for forearc seafloor-spreading from the Betts Cove ophiolite, Newfoundland: oceanic crust of boninitic affinity. *Tectonophysics*, 284, 233-245.
[286]. Bedard, J. H. (1999). Petrogenesis of Boninites from the Betts Cove Ophiolite, Newfoundland, Canada: identification of subducted source components. *Journal of Petrology*, 40, 1853-1889.
[287]. Pearce, J. A. (2003). Supra-subduction zone ophiolites: The search for modern analogues. In: Dilek, Y. ve Newcomb, S. (eds). Ophiolite concept and the evolution of geological thought. *Geological Society of America Special Paper*, 373, 269-293.
[288]. Pe-Piper, G., Tsikouras, B. ve Hatzipanagiotou, K. (2004). Evolution of boninites and island- arc tholeiites in the Pindos ophiolite, Greece. *Geological Magazine*, 141, 455-469.
[289]. Saccani, E. ve Photiades, A. (2005). Petrogenesis and tectonomagmatic significance of volcanic and subvolcanic rocks in the Albanide-Hellenide ophiolitic mélanges. *The Island Arc, 14,* 494–516.
[290]. Wood, D. A., Tarney, J. ve Weaver, B. L. (1981). Trace Element Variations in Atlantic Ocean Basalts and Proterozoic Dykes from Northwest Scotland: their Bearing upon the Nature and Geochemical Evolution of the Upper Mantle. *Tectonophysics,* 75, 91-112.
[291]. Jenner J. K. (1981). The structure and stratigraphy of the Kish Bank Basin. In: Illing L. V. ve Hobson G. D. (Eds.), *Petroleum Geology of the Continental Shelf of North-West Europe* (ss. 426-431). London: Heyden,

[292]. Walker, D. A. ve Cameron W. E. (1983). Boninite primary magmas: evidence from Cape Vogel Peninsula. *PNG Contrib. Mineral. Petrol.,* 83, 150-158.
[293]. Robinson, A. G., Banks, C. J., Rutherford, M. M. ve Hirst, J. P. P. (1995). Stratigraphic and structural development of the Eastern Pontides, Turkey. J. Geol. Soc. London, 152 (5), 861-872.
[294]. Lytwyn, J. N. ve Casey, J. F. (1993). The geochemistry and petrogenesis of volcanics and sheeted dikes from the Hatay (Kızıldağ) ophiolite, southern Turkey: pos- sible formation with the Troodos ophiolite, Cyprus, along fore-arc spreading centers. *Tectonophysics,* 232, 237-272.
[295]. Whattam S. A., Montes C. ve Stern R. J. (2020). Early central American forearc follows the subduction initiation rule. *Gondwana Research,* 79, 283-300.
[296]. Dilek, Y., Furnes, H. ve Shallo, M. (2007). Suprasubduction zone ophiolite formation along the periphery of Mesozoic Gondwana. *Gondwana Res*., 11, 453-475.
[297]. Harris, N. B. W., Pearce, J. A. ve Tindle, A. G. (1986). Geochemical Characteristics of Collision-Zone Magmatism. *Geological Society of London Special Publication,* 19, 67-81.
[298]. Whalen, J. B., Currie, K. L. ve Chappell, B. W. (1987). A-type granites: Geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. *Contributions to Mineralogy and Petrology,* 95, 407-419.
[299]. Kadıoğlu, Y. K., Dilek, Y., Güleç, N. ve Foland, K. A. (2003). Tectonomagmatic Evolution of Bimodal Plutons in the Central Anatolian Crystalline Complex. *The Journal of Geology*, 111 (6), 671-690.
[300]. Kadıoğlu, Y. K., Dilek, Y., ve Foland, K. A. (2006). Slab break-off and syncollisional origin of the Late Cretaceous magmatism in the Central Anatolian crystalline complex. *Geological Society of America Special Paper, 409*, 381–415,
[301]. Rızaoğlu, T., Parlak, O., Höck, V., Friedrich Koller, F., Hames, W. E. ve Billor, Z. (2009). Andean-type active margin formation in the eastern Taurides: Geochemical and geochronogical evidence from the Baskil granitoid (Elazığ, SE Turkey). Tectonophysics, 473, 188-207.
[302]. Rızaoğlu, T., Parlak, O. ve İşler, F. (2005). Geochemistry of the Esence Granitoid (Göksun-Kahramanmaraş) SE Turkey. *Yerbilimleri,* 26, 1-13.
[303]. Parlak, O. (2006). Geodynamic significance of granitoid magmatism in the southeast Anatolian orogen: geochemical and geochronogical evidence from Göksun-Afşin (Kahramanmaraş, Turkey) region. Int. J. Earth Sci (Geol Rundsch). 95: 609-627.
[304]. McCulloch, M. T., Gregory, R. T., Wasserburg, G. T. ve Taylor, H. P. (1981). Sm–Nd, Rb–Sr, and $^{18}O/^{16}O$ isotopic systematics in an oceanic crustal section: evidence from the Samail ophiolite. *Journal of Geophysical Research*, 86, 2721-2735.
[305]. Faure, G. ve Mensing, T. (2004). *Isotopes: Principles and Applications*. John Wiley and Sons Inc.
[306]. Hauff, F., Hoernle, K. ve Schmidt, A. (2003). Sr-Nd-Pb composition ofMesozoic Pacific oceanic crust (Site 1149 and 801, ODP Leg 185): implications for alteration of ocean crust and the input into the Izu-Bonin-Mariana subduction system. *Geochem., Geophys., Geosyst.,* 4 (8), 8913.
[307]. Liu, X., Xu, J., Castillo, P. R., Xia, W., Shi, Y., Fenga, Z. ve Guo, L. (2013). The Dupal isotopic anomaly in the southern Paleo-Asian Ocean: Nd–Pb isotope evidence from ophiolites in Northwest China. *Lithos*, 189, 185-200.
[308]. Şengör, A. M. C. ve Yılmaz Y. (1984). *Türkiye'de Tetis'in Evrimi: Levha tektoniği açısından bir yaklaşım.* Ankara.: TJK Yerbilimleri özel dizisi.
[309]. Robertson, A. H. F. ve Comas, M. (1998). Collision-related processes in the Mediterranean region-introduction. *Tectonophysics*, 298, 1-4.
[310]. Livermore, R. A. ve Smith, A. G. (1984). Some Boundary Conditions for the Evolution of the Mediterrannean Region. In: Stanley, D. J. ve Wezel, F. C. (Eds.), Geological Evolution of the Mediterranean Basin (ss: 83-100). Berlin: Springer-Verlag.
[311]. Savostin, L. A., Sibuet, J. C., Zonenshain, L. P., Le Pichon, X. ve Rolet, J. (1986). Kinematic Evolution of the Tethys Belt, from the Atlantic to the Pamirs since the Triassic. *Tectonophysics,* 123, 1-35.
[312]. Görür, N. , Oktay, F. Y, Seymen, İ. ve Şengör, A. M. C. (1984). Paleotectonic evolution of Tuzgölü basin complex, Central Turkey. Sedimantary record of a Neo-Tethyan, closur. In: Dixon,

J. E. ve Robertson, A. H. F. (Eds.). *The geological evolution of the Eastern Mediterranean* (ss. 824) London: Blackwell scientific publ.
[313]. Casey J. F. ve Dewey J. F. (1984). Initiation of subduction zones along transform and accreting plate boundaries, triple-junction evolution, and forearc spreading centres-implications for ophiolitic geology and obduction. *Geological Society London Special Publications,* 13(1), 269-290.
[314]. Leitch, E. C. (1984). Island arc elements and arc-related ophiolites. *Tectonophysics,* 106, 177-203.
[315]. Ernewein, M., Pflumio, C. ve Whitechurch, H. (1988). The death of an accretion zone as evidenced by the magmatic history of the Sumail ophiolite (Oman). Tectonophysics, 151 (1-4), 247-274.
[316]. Malpas, J. (1990). Crustal accretionary processes in the Troodos ophiolite, Cyprus; evidences from field mapping and deep crustal drilling. In: Malpas, J., Moores, E. M., Panayoutou, A. ve Xenophontos, C. (Eds.), *Ophiolites; oceanic crustal analogues.* Proceedings of Symposium "Troodos 1987" (ss. 65-74). Cyprus: Minist. Agric. And Natural Resources.
[317]. Laurent, R. (1992). Peridotite intrusions emplaced in the fossil suprasubduction zone environment of Cyprus. *Geological Society, London, Special Publications*, 60, 233-239.
[318]. Bedard, J. H. ve Hebert, R. (1996). The lower crust of the Bay of Islands ophiolite, Canada: petrology, mineralogy, and the importance of syntexis in magmatic differentiation in ophiolites and at ocean ridges. *J. Geophys. Res.* 101, 25105-25124.
[319]. Parlak, O., Delaloye, M. ve Demirkol, C. (2001). Geochemistry of Pliocene/Pleistocene basalts along the Central Anatolia Fault Zone (CAFZ), Turkey. *Geodinamica Acta,* 14 (1), 159-167.
[320]. Rızaoğlu, T. (2006). *Baskil-Sivrice (Elazığ) arasında yüzeyleyen tektonomagmatik birimlerin petrografisi ve jeokimyası*, Yayımlanmamış doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
[321]. Dilek, Y. ve Whitney, D. L. (2000). Cenozoic crustal evolution in Central Anatolia: Extension, magmatism and landscape development. In: Panayides, I., Xenophontos, C., Malpas, J. (Eds.). *Proceedings of the Third International Conference on the Geology of the Eastern Mediterranean:* (ss. 183-192). Cyprus: Geological Survey Department.
[322]. Okay, A. ve Tüysüz, O. (1999). Tethyan sutures of northern Turkey. In: Durand. B., Jolivet, L., Horvath, E. ve Seranne, M. (Eds.). The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen. *Geological Society, London, Special Publications*, 156, 475-515.
[323]. Nairn, S. P., Robertson, A. H. F., Ünlügenç, U. C., Taslı, K. ve İnan, N. (2012). Tectonostratigraphic evolution of the Upper Cretaceous-Cenozoic central Anatolian basins: an integrated study of diachronous ocean basin closure and continental collision. *Geological Society, London, Special Publications,* 372, 343-384.
[324]. Robertson, A. H. F. (2006). Contrasting modes of ophiolite emplacement in the Eastern Mediterranean region. In: Gee, D. G. ve Stephenson, R. A. (Eds.). European Lithosphere Dynamics. *Geological Society, London, Memoirs*, 32, 235-261.
[325]. Hall, R. (1976). Ophiolite emplacement and the evolution of the Taurus suture zone, southeastern Turkey. Geol. Sot. Am. Bull., 87, 1078-1088.
[326]. Aktaş, G. ve Robertson, A. H. F. (1984). The Maden Complex, SE Turkey: evolution of a Neotethyan active margin. *Geological Society, London, Special Publications*, 17, 375-405.
[327]. Aktaş, G. ve Robertson, A. H. F. (1990). Tectonic evolution of the Tethys suture zone in SE Turkey: evidence from the petrology and geochemistry of Late Cretaceous and Middle Eocene extrusives. In: Malpas, J. et Al. (Eds.), *Ophiolites, Oceanic Crustal Analogues* (ss. 311–328). Cyprus: Geological Survey Department, Proceedings of Symposium, Troodos 1987.
[328]. Robertson, A. H. F. (1998). Mesozoic-Tertiary tectonic evolution of the easternmost Mediterranean area: integration of marine and land evidence. In: Robertson, A. H. F., Emeis K. C., Richter, C,. ve Camerlenghi, A. (Eds.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results,* 160, 723-782.
[329]. Robertson, A.H.F. (2000). Mesozoic-Tertiary tectonic-sedimentary evolution of a south Tethyan oceanic basin and its margins in southern Turkey. In: Bozkurt, E., Winchester, J.A. ve

Piper, J. D. A. (Eds.), Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area. *Geological Society, London, Special Publications,* 173, 353-384.
[330]. Yılmaz, Y. (1993). New evidence and model on the evolution of the Southeast Anatolian orogen. *Bulletin of Geological Society of America*, 105, 251-271.
[331]. Robertson, A. H. F. (2004). Development of concepts concerning the genesis and emplacement of Tethyan ophiolites in the Eastern Mediterranean and Oman regions. *Earth Sci. Rev.*, 66, 331-387.
[332]. Robertson, A. H. F., Parlak, O., Rizaoglu, T., Unlugenc, U., İnan, N., Tasli, K. ve Ustaomer, T. (2007). Tectonic evolution of the South Tethyan ocean: evidence from the Eastern Taurus Mountains (Elazig region, SE Turkey). In: Ries, A. C., Butler, R. W. H. ve Graham, R. H. (Eds.), *Deformation of the Continental Crust: the Legacy of Mike Coward* (ss. 231-270). London: Geological Society, Special Publications.
[333]. Pearce, J. A. ve Robinson, P. T. (2010). The Troodos ophiolitic complex probably formed in a subduction initiation, slab edge setting. *Gondwana Res.,* 18, 60-81.

EK 1. Kuluncak (Malatya) bölgesi örnek lokasyonları.

Örnek No	Enlem	Boylam	Kayaç Adı	Örnek No	Enlem	Boylam	Kayaç Adı	Örnek No	Enlem	Boylam	Kayaç Adı
K-1	38°54'34.310"	37°56'32.269"	Listvenit	**K-32**	38°54'3.242"	37°53'45.217"	Gabro	**K-63**	38°49'45.012"	37°53'7.114"	Gabro
K-2	38°54'30.063"	37°56'28.969"	Harzburjit	**K-33**	38°54'3.724"	37°53'55.007"	Rodenjit	**K-64**	38°49'45.290"	37°53'5.616"	Volkanik
K-3	38°54'30.063"	37°56'28.969"	Listvenit	**K-34**	38°54'13.506"	37°54'3.699"	Rodenjit	**K-65**	38°49'45.290"	37°53'5.616"	Listvenit
K-4	38°54'31.504"	37°56'23.259"	Serpantinit	**K-35**	38°54'14.452"	37°54'4.265"	Serpantinit	**K-66**	38°49'33.161"	37°52'38.974"	Granit
K-5	38°54'31.504"	37°56'23.259"	Serpantinit	**K-36**	38°54'14.452"	37°54'4.265"	İzotrop Gabro	**K-67**	38°49'33.465"	37°52'36.895"	Serpantinit
K-6	38°54'29.958"	37°56'17.428"	Listvenit	**K-37**	38°54'13.362"	37°54'12.585"	İzotrop Gabro	**K-68**	38°49'36.672"	37°52'39.790"	Serpantinit
K-7	38°54'27.168"	37°56'13.857"	Listvenit	**K-38**	38°48'10.990"	37°54'56.453"	Volkanik	**K-69**	38°49'54.178"	37°52'31.800"	Anortozit
K-8	38°54'14.792"	37°56'8.478"	İzotrop Gabro	**K-39**	38°48'10.317"	37°54'57.292"	Volkanik	**K-70**	38°49'53.584"	37°52'30.690"	Gabronorit
K-9	38°54'14.792"	37°56'8.478"	Serpantinit	**K-40**	38°48'9.587"	37°54'59.003"	Volkanik	**K-71**	38°49'52.854"	37°52'32.402"	Gabronorit
K-10	38°53'22.022"	37°58'45.753"	Bazalt	**K-41**	38°48'7.914"	37°55'0.480"	Gabro	**K-72**	38°50'16.661"	37°52'18.464"	Olivinli Gabro
K-11	38°53'22.022"	37°58'45.753"	Bazalt	**K-42**	38°48'2.794"	37°55'8.102"	Rodenjit	**K-73**	38°50'21.856"	37°52'18.962"	Gabro
K-12	38°54'25.071"	37°58'58.883"	Bazalt	**K-43**	38°48'1.849"	37°55'7.702"	İzotrop Gabro	**K-74**	38°50'21.640"	37°52'23.446"	Gabronorit
K-13	38°54'18.395"	37°58'48.558"	Bazalt	**K-44**	38°48'1.849"	37°55'7.702"	Olivinli Gabro	**K-75**	38°49'0.078"	37°51'26.016"	Gabronorit
K-14	38°54'15.000"	37°58'1.858"	İzotrop Gabro	**K-45**	38°48'0.599"	37°55'5.814"	Serpantinit	**K-76**	38°48'58.206"	37°51'23.682"	Gabro
K-15	38°54'7.172"	37°57'13.440"	Bazalt	**K-46**	38°47'58.722"	37°55'2.857"	Serpantinit	**K-77**	38°48'58.206"	37°51'23.682"	Gabro
K-17	38°54'20.952"	37°56'29.520"	Listvenit	**K-48**	38°48'8.879"	37°54'38.700"	Granit	**K-78**	38°49'9.069"	37°51'36.529"	İzotrop Gabro
K-18	38°54'2.654"	37°55'35.987"	Rodenjit	**K-49**	38°48'10.352"	37°54'40.128"	Listvenit	**K-79**	38°49'9.467"	37°51'34.076"	Gabro
K-19	38°54'0.194"	37°55'29.590"	İzotrop Gabro	**K-50**	38°48'34.081"	37°53'53.330"	Serpantinit	**K-80**	38°49'7.809"	37°51'40.364"	Gabronorit
K-20	38°53'59.434"	37°55'24.536"	İzotrop Gabro	**K-51**	38°48'27.928"	37°53'47.537"	Volkanik	**K-81**	38°49'7.835"	37°51'46.418"	İzotrop Gabro
K-21	38°53'59.434"	37°55'24.536"	Serpantinit	**K-52**	38°48'16.330"	37°53'42.327"	Serpantinit	**K-82**	38°49'10.083"	37°52'4.006"	Gabro
K-22	38°53'59.539"	37°55'21.836"	İzotrop Gabro	**K-53**	38°48'1.219"	37°55'55.511"	Gabro	**K-83**	38°49'8.702"	37°52'12.155"	Gabronorit
K-23	38°53'59.539"	37°55'21.836"	İzotrop Gabro	**K-54**	38°47'55.878"	37°55'56.793"	Serpantinit	**K-84**	38°49'2.590"	37°52'17.560"	Rodenjit
K-24	38°53'57.661"	37°55'15.223"	Rodenjit	**K-55**	38°47'55.878"	37°55'56.793"	Verlit	**K-85**	38°49'2.590"	37°52'17.560"	Andezit
K-25	38°53'57.661"	37°55'15.223"	Volkanik	**K-56**	38°47'50.142"	37°56'1.065"	Serpantinit	**K-86**	38°49'8.784"	37°52'20.655"	Serpantinit
K-26	38°53'57.619"	37°55'14.185"	Verlit	**K-57**	38°47'47.119"	37°56'7.453"	İzotrop Gabro	**K-87**	38°49'3.305"	37°52'14.314"	Rodenjit
K-27	38°53'59.179"	37°55'11.007"	Serpantinit	**K-58**	38°47'47.119"	37°56'7.453"	Piroksenit	**K-88**	38°49'2.561"	37°52'11.174"	Kromit
K-28	38°53'56.292"	37°55'7.480"	Piroksenit	**K-59**	38°47'47.119"	37°56'7.453"	Piroksenit	**K-89**	38°49'2.307"	37°52'31.953"	Volkanik
K-29	38°54'2.146"	37°53'45.939"	Gabro	**K-60**	38°47'41.370"	37°56'17.404"	İzotrop Gabro	**K-90**	38°49'0.175"	37°52'29.498"	Serpantinit
K-30	38°54'2.146"	37°53'45.939"	Rodenjit	**K-61**	38°47'14.714"	37°56'32.929"	Harzburjit	**K-91**	38°49'2.406"	37°52'25.358"	Harzburjit
K-31	38°54'3.242"	37°53'45.217"	Rodenjit	**K-62**	38°49'15.193"	37°52'52.940"	Kromit	**K-92**	38°48'44.562"	37°52'5.032"	Gabro

EK 1. Kuluncak (Malatya) bölgesi örnek lokasyonları (devamı).

Örnek No	Enlem	Boylam	Kayaç Adı	Örnek No	Enlem	Boylam	Kayaç Adı	Örnek No	Enlem	Boylam	Kayaç Adı
K-93	38°48'44.051"	37°52'5.911"	Gabro	**K-124**	38°49'58.359"	37°50'51.530"	Levha Dayk	**K-155**	38°53'25.709"	37°38'40.291"	Bazalt
K-94	38°48'43.408"	37°52'6.460"	Serpantinit	**K-125**	38°54'17.287"	37°50'21.109"	Levha Dayk	**K-156**	38°53'10.652"	37°39'16.314"	Serpantinit
K-95	38°48'47.884"	37°52'9.706"	Rodenjit	**K-126**	38°54'19.239"	37°50'38.057"	Bazalt	**K-158**	38°54'47.003"	37°39'19.685"	Piroksenit
K-96	38°48'47.884"	37°52'9.706"	Levha Dayk	**K-128**	38°54'2.710"	37°48'56.034"	Bazalt	**K-159**	38°54'47.997"	37°39'18.628"	Breş
K-97	38°50'34.548"	37°50'40.286"	Gabro	**K-129**	38°54'23.759"	37°48'4.783"	Levha Dayk	**K-160**	38°55'1.929"	37°39'28.414"	Listvenit
K-98	38°50'22.986"	37°50'19.319"	Gabro	**K-130**	38°54'27.405"	37°48'6.091"	Kireçtaşı	**K-162**	38°54'30.588"	37°40'19.034"	Piroksenit
K-99	38°50'12.514"	37°50'36.329"	Gabro	**K-131**	38°54'26.825"	37°48'19.884"	İzotrop Gabro	**K-163**	38°54'30.493"	37°40'10.691"	Rodenjit
K-100	38°50'12.319"	37°50'52.674"	Gabro	**K-132**	38°54'36.215"	37°48'26.911"	Gabro	**K-166**	38°53'16.056"	37°40'48.896"	Listvenit
K-101	38°50'9.288"	37°50'51.230"	Tektonit	**K-133**	38°54'37.905"	37°48'30.412"	Granit	**K-167**	38°53'16.056"	37°40'48.896"	Gabro
K-102	38°49'48.412"	37°51'32.459"	Olivinli Gabro	**K-134**	38°54'38.434"	37°48'34.472"	Granit	**K-168**	38°54'6.787"	37°39'0.724"	Gabro
K-103	38°49'50.522"	37°51'32.591"	Olivinli Gabro	**K-135**	38°54'38.434"	37°48'34.472"	Gabro	**K-169**	38°53'32.646"	37°36'6.036"	Harzburjit
K-104	38°49'53.991"	37°51'35.688"	Olivinli Gabro	**K-136**	38°54'37.232"	37°48'37.523"	Levha Dayk	**K-170**	38°52'4.190"	37°33'31.958"	Gabro
K-105	38°49'46.948"	37°51'18.796"	Kromit	**K-137**	38°49'19.523"	37°52'37.612"	Rodenjit	**K-171**	38°52'0.905"	37°33'41.775"	Serpantinit
K-106	38°49'40.020"	37°51'0.411"	Levha Dayk	**K-138**	38°49'19.523"	37°52'37.612"	Serpantinit	**K-172**	38°51'52.426"	37°33'53.938"	Serpantinit
K-107	38°49'32.888"	37°51'0.940"	Peridotit	**K-139**	38°52'55.612"	37°39'17.428"	Listvenit	**K-173**	38°52'9.046"	37°34'13.355"	Gabro
K-108	38°49'30.706"	37°50'53.428"	Gabro	**K-140**	38°52'58.100"	37°39'19.331"	Harzburjit	**K-174**	38°52'31.800"	37°33'42.813"	Piroksenit
K-109	38°49'29.206"	37°50'49.429"	Serpantinit	**K-141**	38°52'50.348"	37°39'13.792"	Serpantinit	**K-175**	38°52'49.579"	37°34'27.899"	Gabro
K-110	38°49'41.019"	37°52'6.170"	Volkanik	**K-142**	38°52'41.600"	37°38'49.471"	Harzburjit	**K-176**	38°52'48.974"	37°34'39.490"	Gabro
K-111	38°49'56.039"	37°52'9.499"	Gabro	**K-143**	38°52'41.576"	37°39'4.205"	Serpantinit	**K-177**	38°52'51.626"	37°34'44.127"	Rodenjit
K-112	38°49'58.799"	37°52'9.787"	Gabro	**K-144**	38°52'36.966"	37°39'17.945"	Harzburjit	**K-178**	38°53'0.751"	37°34'52.868"	Serpantinit
K-113	38°49'28.004"	37°52'5.464"	Kromit	**K-145**	38°52'10.211"	37°38'14.380"	Piroksenit	**K-179**	38°53'0.586"	37°35'0.674"	Verlit
K-114	38°49'25.267"	37°52'14.299"	Serpantinit	**K-146**	38°52'24.034"	37°38'28.599"	Gabro	**K-180**	38°53'0.586"	37°35'0.674"	Verlit
K-116	38°49'47.537"	37°49'44.476"	Serpantinit	**K-147**	38°52'18.008"	37°38'34.772"	Harzburjit	**K-181**	38°53'13.165"	37°35'51.103"	İzotrop Gabro
K-117	38°49'46.229"	37°49'43.420"	Rodenjit	**K-148**	38°52'16.828"	37°38'44.961"	Serpantinit	**K-182**	38°52'43.795"	37°36'3.550"	İzotrop Gabro
K-118	38°49'46.229"	37°49'43.420"	Kromit	**K-149**	38°52'26.456"	37°39'18.019"	Harzburjit	**K-183**	38°52'55.425"	37°35'56.847"	Gabro
K-119	38°49'50.510"	37°50'2.718"	Kromit	**K-150**	38°53'49.683"	37°37'50.437"	Olivinli Gabro	**K-184**	38°54'57.702"	37°34'26.872"	İzotrop Gabro
K-120	38°49'51.065"	37°50'3.123"	Gabro	**K-151**	38°53'52.696"	37°37'52.911"	Gabro	**K-185**	38°54'45.708"	37°34'40.856"	Gabro
K-121	38°49'49.639"	37°50'6.465"	Gabro	**K-152**	38°53'50.836"	37°37'16.125"	Gabro	**K-186**	38°54'26.187"	37°34'28.167"	Gabro
K-122	38°49'49.712"	37°50'7.251"	Gabro	**K-153**	38°54'46.108"	37°37'48.771"	Bazalt	**K-188**	38°53'48.160"	37°34'14.274"	Serpantinit
K-123	38°49'51.175"	37°50'1.089"	Anortozit	**K-154**	38°54'27.164"	37°37'26.757"	Bazalt	**K-189**	38°53'45.845"	37°34'10.667"	Verlit

EK 1. Kuluncak (Malatya) bölgesi örnek lokasyonları (devamı).

Örnek No	Enlem	Boylam	Kayaç Adı	Örnek No	Enlem	Boylam	Kayaç Adı
K-190	38°53'24.856"	37°34'2.704"	Olivinli Gabro	**K-222**	38°54'42.135"	37°52'13.392"	İzotrop Gabro
K-191	38°52'57.555"	37°33'39.969"	Gabro	**K-223**	38°54'41.019"	37°52'12.081"	Dünit
K-192	38°52'53.037"	37°33'39.313"	Verlit	**K-224**	38°54'41.019"	37°52'12.081"	Rodenjit
K-193	38°52'55.361"	37°33'17.311"	Gabro	**K-225**	38°54'39.645"	37°52'10.857"	Kromit
K-194	38°53'20.406"	37°32'59.205"	Olivinli Gabro	**K-227**	38°54'16.213"	37°53'3.706"	İzotrop Gabro
K-195	38°52'38.846"	37°32'22.368"	Serpantinit	**K-228**	38°54'44.230"	37°50'9.916"	Volkanik
K-196	38°52'52.890"	37°32'4.068"	Harzburjit	**K-229**	38°54'46.534"	37°50'10.003"	Volkanik
K-197	38°53'7.998"	37°31'12.043"	Serpantinit	**K-230**	38°54'49.747"	37°50'6.919"	Gabro
K-198	38°53'19.849"	37°30'27.012"	Serpantinit	**K-231**	38°49'8.784"	37°52'20.655"	Gabro
K-199	38°54'46.352"	37°31'24.740"	Serpantinit	**HK-03**	38°49'43.595"	37°52'41.091"	Rodenjit
K-200	38°54'56.951"	37°31'31.746"	Rodenjit	**HK-04**	38°49'43.334"	37°52'40.971"	Rodenjit
K-201	38°54'56.951"	37°31'31.746"	Serpantinit	**HK-05**	38°49'42.708"	37°52'12.655"	Rodenjit
K-202	38°55'1.816"	37°31'36.794"	Rodenjit	**HK-06**	38°49'44.126"	37°52'11.431"	Rodenjit
K-203	38°55'10.741"	37°32'5.469"	Rodenjit	**HK-07**	38°49'44.126"	37°52'11.431"	Rodenjit
K-204	38°55'30.305"	37°32'8.306"	Serpantinit	**HK-08**	38°49'44.415"	37°52'11.798"	Rodenjit
K-205	38°55'30.305"	37°32'8.306"	Rodenjit	**HK-09**	38°49'45.086"	37°52'14.069"	Rodenjit
K-206	38°55'55.144"	37°32'25.653"	Serpantinit	**HK-10**	38°49'45.145"	37°52'16.183"	Rodenjit
K-207	38°55'13.704"	37°33'40.127"	Gabro	**HK-11**	38°49'9.091"	37°52'14.804"	Rodenjit
K-208	38°55'10.851"	37°33'48.157"	Rodenjit	**HK-12**	38°49'9.091"	37°52'14.804"	Rodenjit
K-209	38°55'10.851"	37°33'48.157"	Kromit	**HK-13**	38°54'5.936"	37°55'18.545"	Rodenjit
K-210	38°55'10.576"	37°33'52.149"	Harzburjit	**HK-14**	38°54'4.597"	37°55'24.582"	Rodenjit
K-211	38°52'6.661"	37°33'21.989"	Harzburjit	**HK-15**	38°54'3.384"	37°55'2.681"	Rodenjit
K-212	38°51'36.313"	37°37'16.484"	İzotrop Gabro	**HK-16**	38°53'59.997"	37°54'48.577"	Rodenjit
K-213	38°51'41.394"	37°37'18.212"	Gabro	**HK-17**	38°54'0.756"	37°54'47.984"	Rodenjit
K-215	38°51'44.838"	37°37'21.423"	Gabro	**HK-18**	38°47'51.392"	37°56'13.070"	Rodenjit
K-216	38°51'48.303"	37°37'20.941"	Serpantinit	**K-205A**	38°55'31.037"	37°32'8.498"	İzotrop Gabro
K-217	38°51'51.111"	37°37'19.684"	Şist				
K-218	38°52'52.819"	37°37'47.876"	Gabro				
K-219	38°52'48.745"	37°37'40.733"	Gabro				
K-220	38°52'37.145"	37°37'30.872"	Gabro				

EK 2.1. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait tektonitler ve ultramafik kümülatların tüm kayaç ana-iz element içerikleri.

	TEKTONİTLER						ULTRAMAFİK KÜMÜLATLAR					
Örnek No	**K-2**	**K-140**	**K-142**	**K-147**	**K-149**	**K-211**	**K-55**	**K-58**	**K-59**	**K-145**	**K-179**	**K-180**
SiO_2	34.55	39.02	39.62	38.86	39.46	41.51	42.34	54.50	55.74	48.49	50.68	47.65
TiO_2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.07	0.06	0.08	0.06	0.06
Al_2O_3	0.28	0.45	0.38	0.44	0.43	0.27	1.58	1.60	1.52	16.95	1.46	3.03
Cr_2O_3	0.28	0.33	0.39	0.36	0.36	0.28	0.55	0.43	0.34	0.03	0.40	0.29
Fe_2O_3	8.48	6.55	6.55	7.04	7.21	7.66	6.06	5.85	5.18	6.39	5.31	7.59
MnO	0.10	0.09	0.07	0.10	0.10	0.11	0.13	0.14	0.16	0.12	0.11	0.12
MgO	31.29	35.20	36.49	36.31	35.97	33.93	31.56	18.83	18.68	11.00	20.45	22.55
CaO	5.81	0.38	0.02	0.14	0.05	0.21	5.25	17.03	16.03	14.39	16.61	12.09
Na_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.13	0.13	0.48	0.05	0.06
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.11	0.00	0.00
P_2O_5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LOI	18.40	17.00	16.20	15.90	15.60	15.20	11.80	1.10	1.80	1.70	4.50	6.10
Toplam	99.19	99.02	99.72	99.15	99.18	99.17	99.35	99.68	99.65	99.74	99.63	99.54
Ba	10	3	1	1	<1	1	8	4	1	3	<1	<1
Rb	0.2	0.7	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	4.1	<0,1	<0,1
Sr	109.1	4.5	1.6	0.8	1.9	3.1	10.5	6.9	4.0	59.3	3.4	3.9
Y	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.5	2.2	2.0	2.7	1.7	2.1
Zr	0.4	0.6	1.1	0.5	0.5	0.7	0.6	0.8	0.9	2.1	0.7	0.7
Nb	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0.1	<0,1	<0,1	<0,1	0.4	<0,1	<0,1
Th	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Pb	85.5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0.1	<0,1	<0,1	<0,1	0.2	<0,1	<0,1
Ga	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1.0	1.9	1.5	8.5	0.9	1.6
Zn	117	23	24	26	24	31	15	3	2	8	11	22
Cu	0.6	1.8	1.2	9.7	11.5	1.9	26.8	6.2	6.3	19.4	4.3	18.8
Ni	1628	1920	1933	1912	1919	2114	887	210	180	85	337	397
V	12	33	33	33	35	37	97	175	150	158	130	116
Cr	1895	2265	2662	2490	2477	1936	3790	2928	2340	212	2723	1991
Hf	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cs	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	4.0	<0,1	<0,1
Sc	5	6	7	7	8	6	39	51	47	43	48	44
Ta	<0,1	0.1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Co	113.7	94.0	90.1	95.4	96.6	103.8	82.0	42.6	36.5	38.0	53.1	79.6
U	0.8	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mo	0.2	0.1	<0,1	0.2	0.2	<0,1	0.2	2.0	0.4	1.4	0.8	0.6
Au	0.6	0.5	<0,5	<0,5	2.0	<0,5	10.3	1.1	0.5	1.0	<0,5	29.3
La	0.5	0.8	1.3	0.7	0.4	0.5	0.5	0.1	0.3	0.7	<0,1	0.3
Ce	0.5	0.2	0.4	0.3	0.2	0.1	0.3	0.1	<0,1	0.6	0.1	0.2
Pr	0.04	<0,02	0.02	<0,02	<0,02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.06	<0,02	0.02
Nd	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0.3	0.4	<0,3	<0,3
Sm	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0.06	0.10	0.07	0.05	<0,05	0.08
Eu	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0.04	0.04	0.04	0.07	0.04	0.05
Gd	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0.15	0.23	0.18	0.23	0.20	0.23
Tb	0.01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04	0.04
Dy	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0.26	0.39	0.38	0.38	0.26	0.33
Ho	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0.06	0.09	0.07	0.10	0.06	0.07
Er	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0.14	0.22	0.21	0.33	0.17	0.22
Tm	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0.02	0.04	0.04	0.04	0.02	0.03
Yb	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0.15	0.26	0.24	0.28	0.18	0.21
Lu	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0.02	0.04	0.04	0.06	0.02	0.03

EK 2.2. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait mafik kümülatlar ve izotrop gabroların tüm kayaç ana-iz element içerikleri.

	MAFİK KÜMÜLATLAR						İZOTROP GABROLAR							
Örnek No	**K-32**	**K-69**	**K-72**	**K-75**	**K-102**	**K-123**	**K-20**	**K-36**	**K-60**	**K-78**	**K-81**	**K-184**	**K-205A**	**K-227**
SiO_2	45.36	47.94	47.09	46.32	43.06	44.58	46.85	42.19	46.58	59.65	49.13	46.38	58.86	55.24
TiO_2	0.12	0.06	0.09	0.22	0.04	0.05	0.13	0.30	0.15	1.11	1.54	0.23	0.22	0.19
Al_2O_3	26.67	27.85	16.31	13.88	17.93	29.89	9.94	10.10	13.60	15.11	15.34	17.95	12.85	11.94
Cr_2O_3	0.05	0.01	0.11	0.11	0.13	0.00	0.18	0.18	0.08	0.02	0.00	0.04	0.10	0.11
Fe_2O_3	3.18	0.96	6.22	7.12	3.34	0.78	8.12	9.14	7.52	9.99	13.16	6.33	8.94	8.87
MnO	0.05	0.02	0.11	0.12	0.06	0.00	0.15	0.29	0.12	0.07	0.13	0.10	0.11	0.15
MgO	5.57	0.62	11.57	13.17	12.10	0.36	14.22	15.10	10.80	2.70	4.98	8.92	8.75	10.37
CaO	16.15	13.44	16.22	14.32	16.10	12.84	16.19	17.75	16.64	6.27	6.32	14.18	4.11	7.08
Na_2O	1.11	4.24	0.62	1.09	0.82	4.49	0.34	0.06	0.63	3.48	5.44	1.78	1.93	1.93
K_2O	0.20	0.18	0.01	0.05	0.00	0.06	0.02	0.00	0.03	0.28	0.42	0.14	0.50	0.79
P_2O_5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.12	0.04	0.00	0.02	0.00
LOI	1.40	4.60	1.40	3.30	6.10	6.90	3.50	4.60	3.60	1.10	3.30	3.80	3.40	3.10
Toplam	99.86	99.92	99.75	99.70	99.68	99.95	99.64	99.71	99.77	99.90	99.80	99.85	99.79	99.77
Ba	3	4	2	36	3	5	36	12	18	13	24	12	389	17
Rb	7.5	1.5	0.1	0.6	<0,1	0.3	0.3	<0,1	<0,1	1.9	1.3	3.3	9.8	22.1
Sr	80.1	285.0	74.7	97.2	176.8	378.8	36.2	10.1	273.8	145.6	392.6	194.6	48	83.0
Y	3.1	0.7	2.4	5.1	1.2	0.5	3.7	12.7	5.8	34.3	23.5	6.1	9.7	6.9
Zr	2.1	1.0	1.5	2.8	0.5	1.0	4.8	6.2	30.0	93.6	63.9	3.0	15.9	9.9
Nb	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0.7	0.9	8.9	1.6	1.2	<0,1	2	1.4
Th	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0.9	0.2	<0.2	<0,2	0.2	<0,2
Pb	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0.1	0.2	0.5	0.2
Ga	12.1	16.4	7.3	8.3	5.4	15.7	7.2	7.3	8.2	16.2	20	11.8	13	10.4
Zn	9	3	8	12	7	3	16	31	3	3	5	5	14	40
Cu	45.2	6.8	136.9	122.8	112.7	6.0	62.0	0.6	1.2	2.7	2.3	28.8	5.6	149.6
Ni	135	<20	231	191	311	<20	318	345	135	<20	23	82	122	176
V	68	19	126	159	63	9	218	198	260	218	454	151	194	222
Cr	363	41	739	732	862	27	1204	1197	527	109	0	260	684.2	725
Hf	<0,1	<0,1	<0,1	0.1	<0,1	<0,1	0.2	0.3	0.8	2.8	2.1	0.2	0.5	0.3
Cs	0.8	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0.4	0.1	<0,1	<0,1	<0.1	<0,1	0.7	0.2
Sc	11	3	40	45	25	<1	41	52	50	24	36	39	40	43
Ta	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0.7	0.2	<0.1	<0,1	0.2	<0,1
Co	19.8	2.6	41.7	53.4	36.3	1.2	48.4	46.5	41.0	20.1	38.8	39.3	37.2	40.1
U	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0.4	0.1	<0.1	<0,1	0.2	<0,1
Mo	2.6	1.5	2.2	0.9	0.7	1.0	1.0	0.6	1.2	5.2	0.9	0.7	4.4	1.7
Au	0.6	<0,5	5.7	7.5	3.9	<0,5	3.7	1.3	0.9	1.0	<0.5	<0,5	<0.5	2.3
La	0.3	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.7	1.0	3.4	2.2	1.8	0.3	0.9	0.8
Ce	0.5	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5	0.9	2.9	5.8	6.7	4.8	0.6	2	1.6
Pr	0.09	0.07	0.05	0.10	<0,02	0.06	0.11	0.40	0.63	1.26	0.89	0.12	0.25	0.19
Nd	0.6	0.4	0.4	0.7	<0,3	0.4	0.4	1.8	2.2	7.5	5.4	0.7	1.4	0.8
Sm	0.27	0.10	0.18	0.42	0.08	0.08	0.14	0.63	0.47	3.17	1.96	0.40	0.38	0.28
Eu	0.19	0.26	0.14	0.25	0.07	0.23	0.07	0.16	0.14	0.86	0.96	0.32	0.13	0.14
Gd	0.40	0.15	0.29	0.75	0.14	0.10	0.29	1.15	0.56	4.92	3.24	0.89	0.95	0.61
Tb	0.07	0.02	0.06	0.14	0.03	0.02	0.07	0.23	0.11	0.90	0.6	0.16	0.19	0.13
Dy	0.51	0.13	0.49	0.99	0.23	0.07	0.57	1.92	0.92	6.16	4.15	1.16	1.56	1.01
Ho	0.11	0.03	0.11	0.22	0.04	0.02	0.13	0.47	0.21	1.31	0.92	0.25	0.36	0.27
Er	0.32	0.08	0.29	0.64	0.14	0.04	0.50	1.65	0.71	3.93	2.81	0.73	1.33	0.88
Tm	0.05	0.01	0.04	0.08	0.02	<0,01	0.08	0.28	0.11	0.58	0.4	0.10	0.2	0.15
Yb	0.30	0.08	0.31	0.53	0.10	<0,05	0.56	2.02	0.79	3.77	2.8	0.61	1.48	1.10
Lu	0.04	<0,01	0.04	0.08	0.01	<0,01	0.08	0.34	0.14	0.60	0.42	0.09	0.25	0.19

EK 2.3. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait levha-izole daykların ve volkaniklerin tüm kayaç ana-iz element içerikleri.

	LEVHA & İZOLE DAYKLAR						VOLKANİKLER									
Örnek No	**K-96**	**K-106**	**K-124**	**K-125**	**K-129**	**K-136**	**K-25**	**K-38**	**K-39**	**K-40**	**K-51**	**K-64**	**K-89**	**K-110**	**K-228**	**K-229**
SiO_2	49.08	58.31	59.47	43.71	45.91	55.02	53.10	69.22	68.65	69.24	71.87	56.00	42.64	47.70	46.41	49.32
TiO_2	0.59	0.39	1.16	2.06	1.85	2.08	0.41	0.24	0.23	0.24	0.32	1.31	2.97	1.82	0.22	0.20
Al_2O_3	15.35	13.93	14.33	16.30	14.58	12.20	15.45	15.95	15.15	15.77	11.17	14.23	11.30	15.65	10.80	13.74
Cr_2O_3	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.04	0.01	0.20	0.11
Fe_2O_3	9.79	8.19	10.69	13.12	9.83	12.36	4.83	1.39	1.58	1.62	6.31	10.62	10.86	10.25	8.37	7.28
MnO	0.18	0.16	0.16	0.68	0.23	0.08	0.08	0.02	0.02	<0.01	0.12	0.15	0.14	0.28	0.14	0.12
MgO	5.13	3.06	2.96	1.63	2.49	4.41	3.04	0.62	0.66	0.53	0.62	4.08	7.10	3.97	11.76	8.96
CaO	6.58	8.05	3.64	4.19	7.19	6.00	13.55	3.32	4.14	3.59	3.03	4.76	14.62	9.64	9.43	7.76
Na_2O	3.93	2.23	5.06	3.75	3.35	5.94	5.28	4.59	4.48	4.75	3.82	4.86	2.69	4.02	2.51	4.79
K_2O	0.71	0.35	0.03	3.65	2.76	0.39	0.06	1.62	1.57	1.75	0.02	0.00	1.48	0.33	0.03	0.04
P_2O_5	0.04	0.04	0.13	0.59	0.49	0.13	0.11	0.07	0.08	0.07	0.07	0.10	0.43	0.19	0.01	0.00
LOI	8.40	5.20	2.20	9.80	11.10	1.20	3.90	2.80	3.30	2.30	2.60	3.70	5.40	5.90	9.80	7.40
Toplam	99.79	99.92	99.84	99.48	99.78	99.82	99.81	99.86	99.87	99.87	99.97	99.82	99.67	99.76	99.68	99.72
Ba	53	65	13	3221	400	20	29	386	384	415	35	3	376	31	10	3
Rb	3.9	12.3	<0,1	105.1	116.3	6.1	1.8	37.8	31.2	36.2	<0.1	<0,1	19.9	7.5	0.5	0.7
Sr	111.6	115.6	102.8	165.9	228.5	46.4	69	624.7	568.0	607	82.9	49.8	424.8	157.4	36.7	73.6
Y	17.8	14.3	44.3	28.2	30.6	47.4	44	4.3	2.8	3.4	30.6	31.1	23.1	42.4	6.7	5.6
Zr	31.3	23.5	116.9	235.2	188	101.3	381.4	74.6	69.3	79.4	54.7	70.1	214.3	125.9	12.3	11.0
Nb	0.9	1.5	1.7	38.8	35.3	1.3	74.8	7	5.8	6.9	3.8	0.8	47.4	1.8	0.8	0.9
Th	<0,2	<0,2	0.3	9.5	7.9	<0,2	16.5	4.4	4.3	4.7	0.5	<0,2	4.4	0.3	<0.2	<0,2
Pb	0.1	1.5	0.2	1.9	3.4	0.2	1	1.6	1.3	1.1	0.4	0.2	0.9	1.0	0.5	0.5
Ga	12.3	11.5	15.2	18.6	17.3	13.9	20.3	17.9	15.7	17.2	11.8	15.0	16.6	19.8	7.7	8.3
Zn	80	56	43	23	122	24	8	10	8	9	66	67	70	82	34	34
Cu	76.6	25.4	3.2	2.4	4.1	1.5	3.5	2	1.6	1.1	3.1	72.4	120.8	37.6	90.7	81.8
Ni	37	26	<20	<20	<20	35	<20	<20	<20	<20	<20	<20	103	20	302	182
V	279	260	218	174	153	468	<8	32	33	35	11	293	278	343	208	201
Cr	82	68	62	0	0	41	0	136.8	75	68.4	136.8	62	273.7	75	1368.4	753
Hf	1.0	0.7	3.5	5.1	4.2	3.0	8.1	2.1	2.0	2.3	1.7	2.1	5.5	3.6	0.4	0.4
Cs	<0,1	0.5	<0,1	7.2	19.5	<0,1	1.9	1.3	1.5	1	<0.1	<0,1	<0.1	0.1	0.6	0.2
Sc	35	36	23	13	11	33	<1	3	2	2	20	28	26	35	42	43
Ta	<0,1	0.1	0.1	2.2	2	0.2	4.1	0.5	0.4	0.4	0.2	0.1	3.1	0.1	<0.1	<0,1
Co	32.1	26.5	23.1	10.4	21	32.8	1.9	4.1	3.4	3.3	3.2	27.7	45.1	32.6	47.3	41.2
U	<0,1	<0,1	<0,1	1.6	2.3	<0,1	5.3	1.4	1.1	1.1	0.4	<0,1	1.3	0.4	<0.1	<0,1
Mo	0.6	3.0	3.7	1.2	4.9	0.6	1	5.5	4.2	4.3	7.7	2.6	2.9	1.3	0.2	0.9
Au	0.6	5.4	<0,5	<0.5	<0.5	<0,5	0.5	0.9	<0,5	<0.5	1	1.1	0.9	1.2	3.5	0.9
La	1.8	1.8	5.0	33.4	43.6	3.2	76.6	11.3	10.5	11.1	3.1	3.0	41.9	5.8	0.7	0.5
Ce	3.6	3.2	14.7	64.2	78.7	10.7	132.2	19	18.0	19.1	7.5	8.4	85.2	17.0	1.6	1.3
Pr	0.59	0.47	2.31	7.34	8.6	2.08	13.95	1.84	1.76	1.8	1.06	1.40	9.89	2.71	0.2	0.17
Nd	4.2	2.3	12.9	30.1	31.5	12.7	47.7	7.2	5.8	6.6	5.1	7.5	39.5	14.4	1	0.7
Sm	1.33	0.93	4.44	5.59	6.23	4.84	9.03	1.21	1.05	1.07	2.03	2.60	7.3	4.90	0.39	0.33
Eu	0.54	0.33	1.47	1.58	1.85	1.74	1.93	0.37	0.33	0.32	0.67	1.03	2.23	1.75	0.15	0.11
Gd	2.22	1.42	6.31	6	6.37	7.10	8.07	1.06	0.80	0.93	3.45	4.15	6.82	6.46	0.69	0.54
Tb	0.39	0.28	1.09	0.92	0.96	1.23	1.32	0.14	0.10	0.12	0.7	0.74	0.9	1.12	0.14	0.11
Dy	2.73	2.17	7.53	5.26	5.81	8.43	7.88	0.9	0.60	0.56	5.31	5.19	4.75	7.48	1.02	0.82
Ho	0.59	0.51	1.64	1.02	1.13	1.75	1.64	0.16	0.09	0.14	1.26	1.08	0.93	1.56	0.24	0.22
Er	1.86	1.53	4.68	3.1	3.3	5.14	4.95	0.42	0.28	0.31	3.82	3.20	2.28	4.47	0.85	0.69
Tm	0.26	0.26	0.73	0.44	0.46	0.79	0.71	0.06	0.04	0.04	0.56	0.46	0.28	0.64	0.13	0.11
Yb	1.65	1.62	4.82	2.82	2.82	5.17	4.78	0.41	0.26	0.35	4.05	3.26	1.88	4.07	0.91	0.75
Lu	0.25	0.26	0.73	0.42	0.43	0.86	0.75	0.05	0.03	0.05	0.63	0.47	0.25	0.64	0.15	0.13

EK 2.4. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait az rodenjitleşme gösteren kayaçların tüm kayaç ana-iz element içerikleri.

	KUVARSLI MİKRODİYORİT						MİKRODİYORİT		
Örnek No	**HK-07**	**HK-11**	**HK-16**	**K-117**	**K-205**	**K-208**	**HK-05**	**HK-06**	**HK-13**
SiO_2	61.32	65.63	77.23	65.36	77.63	64.34	55.98	52.35	53.35
TiO_2	0.06	0.00	0.06	0.10	0.12	0.17	0.06	0.16	0.08
Al_2O_3	11.69	12.64	12.56	14.47	12.55	12.33	13.12	22.51	10.16
Cr_2O_3	0.05	0.01	0.01	0.02	0.04	0.02	0.01	0.03	0.07
Fe_2O_3	1.80	0.38	0.32	3.76	0.89	0.86	2.99	1.96	1.73
MnO	0.04	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.06	0.03	0.03
MgO	0.74	0.15	0.22	1.41	0.63	1.34	0.83	1.36	1.32
CaO	14.95	10.16	2.24	6.13	2.08	12.14	14.53	11.23	20.80
Na_2O	2.45	7.09	5.50	3.11	3.84	3.87	3.47	5.29	5.59
K_2O	2.47	0.83	0.91	2.41	0.59	0.47	3.20	0.96	2.26
P_2O_5	0.03	0.04	0.06	0.02	0.05	0.02	0.02	0.02	0.02
LOI	4.40	3.10	0.80	3.00	1.50	4.30	5.60	4.00	4.40
Toplam	100.00	100.03	99.91	99.84	99.92	99.86	99.87	99.90	99.81
Ba	432	166	215	424	410	674	498	421	694
Rb	43.4	12.1	17.3	42.7	10.0	15.7	60.6	21.3	39.3
Sr	102.5	81.1	210.4	173.0	177.6	202.5	150.4	463.1	465.3
Y	5.9	16.7	11	6.3	22.9	8.2	6.2	8.1	10.1
Zr	52.2	33.6	46.5	49.4	46.2	66.9	54.3	73.2	51
Nb	17	26.2	6.5	19.9	9.7	3.8	19.3	31.3	8.8
Th	5.1	4.7	3.1	3.5	1.9	0.3	3.2	8.6	0.2
Pb	4.3	3.7	0.5	2.8	<0,1	0.6	3.2	4.8	1.4
Ga	8.6	9	8.9	10.8	7.1	10.7	11.9	16.4	8.7
Zn	15	2	<1	26	3	1	29	8	9
Cu	35.7	0.9	3.5	628.4	2.2	1.8	4.3	11.9	1.8
Ni	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	49	<20
V	45	<8	<8	113	33	23	80	56	8
Cr	307.9	41.1	61.6	103	246	123	54.7	232.6	444.7
Hf	1.5	1.5	1.5	1.5	1.7	1.7	1.8	2.5	1.3
Cs	0.4	<0,1	10.2	<0,1	<0,1	0.3	0.2	<0,1	3.2
Sc	7	4	3	15	5	3	15	14	3
Ta	1.7	4	0.6	1.9	0.9	0.2	1.7	2.8	0.4
Co	3.4	0.9	0.7	9.3	16.4	3.9	5.9	7.8	1.7
U	1.7	4.9	1.1	1.4	0.9	0.2	0.7	2.4	0.2
Mo	2.2	1.1	4.9	5.7	11.7	6.9	0.4	1.7	2.1
Au	2.1	<0,5	<0,5	0.6	0.7	0.9	<0,5	<0,5	0.6
La	11.1	6	10.8	8.5	4.0	2.1	8.1	18.7	1.9
Ce	18	10.7	16.9	13.8	6.5	2.9	13.4	29.5	2.4
Pr	1.79	1.12	1.6	1.28	0.72	0.31	1.33	2.89	0.24
Nd	5.6	3.8	4.5	3.8	2.6	1.2	4.2	8.8	0.7
Sm	0.86	0.88	0.83	0.59	1.01	0.31	0.72	1.33	0.17
Eu	0.16	0.06	0.08	0.11	0.08	0.17	0.15	0.32	0.24
Gd	0.76	1.19	0.96	0.71	1.82	0.64	0.74	1.12	0.37
Tb	0.13	0.3	0.21	0.12	0.40	0.12	0.15	0.19	0.11
Dy	0.82	2.14	1.43	0.86	3.16	1.06	0.89	1.01	1.05
Ho	0.17	0.5	0.38	0.20	0.76	0.27	0.22	0.26	0.41
Er	0.65	1.69	1.17	0.72	2.70	0.87	0.72	0.89	1.74
Tm	0.12	0.3	0.2	0.11	0.43	0.16	0.12	0.16	0.34
Yb	0.89	2.2	1.59	0.87	3.30	1.13	0.83	1.19	2.96
Lu	0.16	0.35	0.27	0.15	0.61	0.23	0.15	0.22	0.55

EK 2.5. Kuluncak (Malatya) ofiyolit istifine ait rodenjitler ile ofiyoliti kesen granitlerin tüm kayaç ana-iz element içerikleri.

	RODENJİTLER											GRANİTLER			
Örnek No	**HK-03**	**HK-04**	**HK-08**	**HK-09**	**HK-10**	**HK-12**	**HK-14**	**HK-15**	**HK-17**	**HK-18**	**K-95**	**K-48**	**K-66**	**K-133**	**K-134**
SiO_2	44.57	44.38	45.02	44.27	32.36	44.43	40.65	43.85	40.34	40.62	42.20	77.57	52.71	72.15	63.88
TiO_2	0.04	0.08	0.07	0.11	0.08	0.02	0.10	0.11	0.22	0.14	0.06	0.16	0.28	0.38	0.14
Al_2O_3	11.88	13.51	9.13	23.15	13.84	8.09	8.23	10.03	11.59	10.65	12.61	11.87	22.46	13.09	19.13
Cr_2O_3	0.06	0.06	0.09	0.04	0.01	0.01	0.21	0.04	0.13	0.14	0.11	0.03	0.01	0.02	0.01
Fe_2O_3	2.01	1.24	2.13	1.22	1.45	1.07	7.64	0.80	8.87	8.34	3.93	2.64	5.96	4.59	3.36
MnO	0.03	0.02	0.06	0.02	0.03	0.02	0.17	0.02	0.17	0.14	0.08	0.00	0.10	0.01	0.02
MgO	0.66	1.52	2.15	1.43	2.95	1.64	14.08	0.58	11.31	8.81	13.97	0.03	3.30	0.51	0.92
CaO	32.82	33.40	35.12	22.63	37.76	31.05	23.37	42.14	23.19	24.84	21.01	1.59	8.89	0.57	0.41
Na_2O	0.59	0.03	0.60	1.36	0.12	0.38	0.04	0.03	0.05	0.10	0.33	4.78	4.62	7.45	10.73
K_2O	1.34	0.07	0.11	0.28	0.00	0.23	0.00	<0,01	0.00	0.00	0.00	0.34	0.28	0.07	0.03
P_2O_5	0.02	0.03	0.02	0.05	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.00	0.02	0.03	0.07	0.03
LOI	5.90	5.60	5.40	5.40	11.30	12.90	5.20	2.40	3.90	6.00	5.40	0.90	1.20	1.00	1.30
Toplam	99.92	99.94	99.90	99.96	99.92	99.86	99.70	100.03	99.79	99.79	99.70	99.93	99.84	99.91	99.96
Ba	317	37	104	85	5	523	25	4	5	10	<1	71	142	6	7
Rb	23.7	4.9	3.7	12	1.9	19.6	0.6	0.2	0.7	0.6	<0,1	2.9	4.4	1.4	<0,1
Sr	162.6	18.4	28.5	253.9	20.5	229.2	12.1	12	7.7	27.3	141.9	57.8	372.9	36.5	85.2
Y	5.5	5.5	5.2	13.7	10.1	1.9	3.9	6.2	5.5	4.8	1.8	12.3	8.2	47.8	31.3
Zr	49.8	75.8	50.9	145.4	88.7	18.3	4.6	71.1	7.5	15.1	1.0	87.5	80.1	220.4	184.9
Nb	22.2	18.3	18.8	33.2	30.3	9.1	0.8	7.6	1	4.9	<0,1	1.9	13.8	2.3	4.6
Th	4.7	6	4.5	10.1	6.4	0.6	<0,2	1.7	<0,2	0.3	<0,2	0.4	0.4	0.4	1.2
Pb	9.5	15	7.2	1.1	25.4	3.8	0.1	3.3	<0,1	0.5	<0,1	0.2	0.8	0.7	12.4
Ga	9.5	7.5	5.2	15.2	3.3	2.2	5.8	4.7	6.9	6.5	5.0	13.9	15.4	13.5	9.8
Zn	14	4	19	3	9	9	19	6	24	42	7	16	4	37	32
Cu	7.7	6	439.7	3.8	4.5	3.5	23.6	6.1	0.4	63.8	83.0	3.1	2.1	1.5	106.3
Ni	<20	23	<20	31	<20	<20	330	<20	159	104	230	<20	37	<20	<20
V	47	20	65	19	11	23	204	<8	238	255	112	21	205	30	<8
Cr	403.7	410.5	581.6	294.2	68.4	88.9	1402.6	260.0	889.5	978.4	780	233	55	151	41
Hf	1.4	2.3	1.2	3.8	3.1	0.5	0.1	1.6	0.2	0.4	<0,1	3.2	1.7	6.7	5.4
Cs	0.4	0.1	<0,1	0.2	<0,1	0.2	0.1	<0,1	0.1	0.1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sc	8	5	13	8	4	6	41	6	46	46	45	13	43	11	15
Ta	2.7	1.4	1.9	2.3	3.5	0.8	<0,1	0.5	0.1	0.4	<0,1	<0,1	0.8	0.1	0.3
Co	4.1	5.7	6.9	3.3	1.9	2.1	49.8	3.1	40.9	35.9	38.6	0.7	19.5	4.9	3.8
U	2.1	0.9	1.5	2.8	2.3	0.4	<0,1	0.9	<0,1	0.2	<0,1	0.3	0.5	0.1	0.3
Mo	3.1	3.4	2.9	3.3	2.9	0.1	0.4	9.8	0.3	0.4	1.4	11.4	2.7	8.0	3.2
Au	<0,5	1.1	2.9	<0,5	0.5	1	<0,5	<0.5	<0,5	2.8	3.4	1.1	<0,5	<0,5	<0,5
La	8.4	18.3	9.3	27.7	17.3	1.5	1.7	4.5	0.8	1.6	0.7	1.6	6.0	2.2	2.6
Ce	13.1	28.9	14.6	47.1	28.7	2.4	1.3	6.7	1.2	2.6	0.4	3.3	10.5	7.4	6.2
Pr	1.21	2.89	1.35	4.8	2.91	0.24	0.15	0.61	0.16	0.29	0.05	0.50	1.12	1.53	0.82
Nd	3.4	9.7	4.3	17.2	10.3	0.8	0.6	2.1	0.6	1.2	<0,3	2.6	4.2	9.7	4.1
Sm	0.5	1.37	0.59	2.35	1.35	0.15	0.17	0.36	0.26	0.25	0.10	1.11	0.87	4.09	1.56
Eu	0.12	0.3	0.1	0.48	0.24	0.04	0.05	0.11	0.09	0.08	0.08	0.61	0.27	1.01	0.49
Gd	0.46	0.99	0.55	2.04	1.15	0.21	0.29	0.47	0.44	0.42	0.21	1.76	1.08	5.89	3.22
Tb	0.1	0.15	0.11	0.34	0.23	0.04	0.07	0.11	0.11	0.09	0.05	0.33	0.18	1.12	0.69
Dy	0.62	0.81	0.74	1.89	1.34	0.24	0.62	0.78	0.82	0.77	0.33	2.48	1.46	8.25	5.46
Ho	0.17	0.17	0.18	0.46	0.3	0.06	0.14	0.19	0.2	0.17	0.07	0.61	0.31	1.86	1.30
Er	0.61	0.55	0.62	1.49	0.95	0.18	0.45	0.69	0.69	0.62	0.20	1.77	1.05	5.67	4.26
Tm	0.11	0.12	0.11	0.26	0.2	0.04	0.07	0.13	0.11	0.1	0.03	0.30	0.17	0.85	0.65
Yb	0.83	0.86	0.84	1.86	1.45	0.3	0.59	1.04	0.85	0.76	0.17	2.08	1.29	5.86	4.55
Lu	0.15	0.15	0.15	0.33	0.27	0.05	0.09	0.19	0.13	0.13	0.02	0.33	0.23	0.94	0.75

EK 3.1. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tektonitlerine ait olivinlerin mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-140 1/1	K-140 1/2	K-140 1/3	K-140 2/1	K-140 2/2	K-140 2/3	K-140 3/1	K-140 3/2	K-140 3/3	K-147 1/1	K-147 1/2
SiO_2	41.45	41.80	41.82	41.52	41.32	41.27	41.28	41.59	41.45	40.94	41.26
TiO_2	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
Al_2O_3	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02
FeO	8.34	8.16	8.27	8.17	7.98	8.50	8.37	8.40	8.57	8.78	8.91
Cr_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.12	0.12	0.11	0.11	0.14	0.17	0.14	0.18	0.07	0.15	0.13
MgO	50.11	49.97	49.84	49.86	50.00	49.38	50.08	49.77	50.05	50.63	50.24
CaO	0.02	0.00	0.02	0.02	0.02	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.02
Na_2O	0.02	0.02	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01
K_2O	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
NiO	0.52	0.42	0.41	0.47	0.45	0.40	0.42	0.50	0.44	0.38	0.41
Toplam	100.61	100.51	100.54	100.15	99.94	99.75	100.35	100.46	100.63	100.89	101.00
Si	1.004	1.011	1.012	1.008	1.005	1.008	1.002	1.008	1.004	0.992	0.998
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Al	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe	0.169	0.165	0.167	0.166	0.162	0.174	0.170	0.170	0.174	0.178	0.180
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mn	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004	0.001	0.003	0.003
Mg	1.809	1.802	1.797	1.805	1.814	1.798	1.813	1.799	1.807	1.828	1.812
Ca	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001
Na	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
K	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ni	0.020	0.016	0.016	0.018	0.018	0.016	0.016	0.019	0.017	0.015	0.016
Toplam	3.007	2.998	2.997	3.001	3.003	3.000	3.006	3.002	3.005	3.016	3.010
Fo	91.46	91.61	91.48	91.59	91.78	91.20	91.43	91.35	91.24	91.14	90.95
Fa	8.54	8.39	8.52	8.41	8.22	8.80	8.57	8.65	8.76	8.86	9.05
Mg*	91.34	91.50	91.38	91.48	91.65	91.04	91.30	91.19	91.17	91.00	90.83

İyon numaralarının hesaplanmasında 4 (O) baz alınmıştır.

EK 3.1. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tektonitlerine ait olivinlerin mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-147 1/3	K-147 1/4	K-147 2/1	K-147 2/2	K-147 2/3	K-147 2/4	K-147 3/1	K-147 3/2	K-147 3/3	K-147 3/4
SiO_2	41.23	40.95	41.20	40.82	40.95	41.24	41.26	41.21	41.17	40.55
TiO_2	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01
Al_2O_3	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02
FeO	8.95	8.79	8.80	9.02	8.70	8.91	8.96	8.69	8.60	8.51
Cr_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.13	0.16	0.15	0.12	0.13	0.11	0.11	0.12	0.16	0.09
MgO	50.48	50.33	50.26	50.55	50.98	49.89	50.52	50.31	50.61	50.67
CaO	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.04
Na_2O	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
K_2O	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
NiO	0.46	0.38	0.44	0.44	0.39	0.44	0.42	0.39	0.44	0.43
Toplam	101.31	100.65	100.91	100.97	101.18	100.63	101.27	100.76	101.02	100.30
Si	0.995	0.994	0.997	0.989	0.989	1.001	0.996	0.998	0.995	0.988
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Al	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe	0.181	0.178	0.178	0.183	0.176	0.181	0.181	0.176	0.174	0.173
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mn	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002
Mg	1.816	1.821	1.814	1.827	1.836	1.805	1.817	1.816	1.823	1.840
Ca	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Na	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ni	0.018	0.015	0.017	0.017	0.015	0.017	0.016	0.015	0.017	0.017
Toplam	3.014	3.013	3.011	3.019	3.019	3.008	3.012	3.010	3.013	3.020
Fo	90.95	91.08	91.05	90.90	91.26	90.90	90.96	91.17	91.30	91.39
Fa	9.05	8.92	8.95	9.10	8.74	9.10	9.04	8.83	8.70	8.61
Mg*	90.83	90.93	90.91	90.79	91.14	90.79	90.85	91.06	91.15	91.31

İyon numaralarının hesaplanmasında 4 (O) baz alınmıştır.

EK 3.2. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti ultramafik kümülat kayaçlarına ait olivinlerin mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-180 1/1	K-180 1/2	K-180 1/3	K-180 2/1	K-180 2/2	K-180 2/3	K-180 3/1	K-180 3/2	K-180 3/3
SiO_2	40.27	40.61	40.05	39.93	40.17	40.20	40.09	40.43	40.16
TiO_2	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
Al_2O_3	0.02	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
FeO	14.36	14.60	14.56	14.31	14.67	14.61	14.66	14.35	14.58
Cr_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.19	0.19	0.21	0.25	0.20	0.17	0.23	0.23	0.19
MgO	45.87	45.38	45.44	45.32	45.31	45.65	45.49	45.28	45.65
CaO	0.09	0.09	0.08	0.09	0.06	0.03	0.08	0.05	0.04
Na_2O	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
K_2O	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
NiO	0.15	0.09	0.10	0.10	0.11	0.08	0.10	0.11	0.18
Toplam	100.96	100.99	100.49	100.01	100.53	100.76	100.66	100.48	100.82
Si	0.998	1.006	0.999	0.999	1.001	0.999	0.998	1.006	0.998
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Al	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe	0.298	0.303	0.304	0.300	0.306	0.304	0.305	0.299	0.303
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mn	0.004	0.004	0.005	0.005	0.004	0.004	0.005	0.005	0.004
Mg	1.695	1.676	1.689	1.692	1.683	1.691	1.689	1.680	1.691
Ca	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001
Na	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ni	0.006	0.004	0.004	0.004	0.005	0.003	0.004	0.004	0.007
Toplam	3.004	2.996	3.003	3.003	3.001	3.003	3.004	2.996	3.006
Fo	85.06	84.71	84.76	84.96	84.63	84.78	84.70	84.91	84.81
Fa	14.94	15.29	15.24	15.04	15.37	15.22	15.30	15.09	15.19
Mg*	84.89	84.55	84.57	84.73	84.45	84.63	84.49	84.70	84.64

İyon numaralarının hesaplanmasında 4 (O) baz alınmıştır.

EK 3.3. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti mafik kümülat kayaçlarına ait olivinlerin mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-32 1/1	K-32 1/2	K-32 1/3	K-32 1/4	K-32 1/5	K-32 2/1	K-32 2/2	K-32 2/3	K-32 2/4	K-32 2/5	K-32 3/1	K-32 3/2	K-32 3/3
SiO_2	39.24	39.02	38.82	38.52	38.88	39.04	38.92	38.70	38.58	38.87	39.07	38.93	39.06
TiO_2	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Al_2O_3	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
FeO	20.91	20.80	20.59	20.82	20.93	21.03	21.14	21.26	21.14	20.99	20.81	20.79	20.69
Cr_2O_3	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
MnO	0.25	0.29	0.33	0.23	0.30	0.29	0.28	0.27	0.31	0.33	0.27	0.31	0.30
MgO	40.04	40.14	40.20	40.24	39.95	39.80	40.35	40.36	40.07	40.36	39.50	39.78	39.87
CaO	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.04	0.05	0.01	0.03	0.02	0.04	0.02
Na_2O	0.00	0.00	0.02	0.02	0.05	0.00	0.02	0.02	0.02	0.01	0.03	0.03	0.05
K_2O	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02
NiO	0.17	0.12	0.15	0.15	0.11	0.18	0.15	0.06	0.07	0.17	0.25	0.16	0.13
Toplam	100.69	100.43	100.18	100.03	100.28	100.36	100.94	100.72	100.22	100.80	99.96	100.08	100.14
Si	1.006	1.002	1.000	0.995	1.002	1.005	0.997	0.994	0.996	0.997	1.009	1.004	1.006
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Al	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe	0.448	0.447	0.444	0.450	0.451	0.453	0.453	0.457	0.456	0.450	0.449	0.449	0.446
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mn	0.005	0.006	0.007	0.005	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.006	0.007	0.007
Mg	1.530	1.538	1.544	1.550	1.534	1.527	1.541	1.546	1.542	1.543	1.521	1.530	1.531
Ca	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001
Na	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.002	0.003
K	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001
Ni	0.007	0.005	0.006	0.006	0.005	0.008	0.006	0.003	0.003	0.007	0.010	0.007	0.006
Toplam	2.998	3.000	3.004	3.008	3.002	2.999	3.007	3.008	3.006	3.007	2.997	3.000	2.998
Fo	77.34	77.48	77.68	77.51	77.29	77.14	77.29	77.19	77.16	77.42	77.19	77.33	77.46
Fa	22.66	22.52	22.32	22.49	22.71	22.86	22.71	22.81	22.84	22.58	22.81	22.67	22.54
Mg*	77.13	77.24	77.40	77.31	77.03	76.90	77.05	76.96	76.90	77.14	76.96	77.07	77.20

İyon numaralarının hesaplanmasında 4 (O) baz alınmıştır.

EK 3.4. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tektonitlerine ait klinopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-140 1/1	K-140 1/2
SiO_2	54.13	54.11
Al_2O_3	1.79	1.74
TiO_2	0.01	0.01
FeO	2.02	1.81
MnO	0.06	0.12
MgO	17.84	17.83
Cr_2O_3	0.64	0.62
CaO	24.34	24.66
Na_2O	0.04	0.04
K_2O	0.01	0.01
NiO	0.00	0.00
Toplam	100.89	100.95
Si	1.946	1.944
Al IV	0.054	0.056
Al VI	0.022	0.017
Ti	0.000	0.000
Fe^{3+}	0.017	0.024
Fe^{2+}	0.044	0.030
Mn	0.002	0.004
Mg	0.956	0.955
Cr	0.018	0.017
Ca	0.937	0.949
Na	0.003	0.003
K	0.000	0.000
Ni	0.000	0.000
Toplam	4.000	4.000
Ens:	48.87	48.67
Fs.	3.21	2.96
Wol.	47.92	48.38
Toplam	100.00	100.00
Mg#	94.02	94.61

İyon numaralarının hesaplanmasında 6 (O) baz alınmıştır.

EK 3.5. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti ultramafik kümülat kayaçlarına ait klinopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-58 2/1	K-58 2/2	K-58 2/3	K-58 2/4	K-58 3/1	K-58 3/2	K-58 3/3	K-58 3/4	K-58 1/1	K-58 1/2	K-58 1/3	K-58 1/4
SiO_2	53.44	53.73	53.85	53.52	53.87	54.10	53.52	53.96	54.03	54.07	54.12	54.26
Al_2O_3	1.78	1.71	1.60	1.52	1.38	1.35	1.39	1.36	1.26	1.21	1.28	1.17
TiO_2	0.09	0.11	0.07	0.09	0.12	0.14	0.11	0.14	0.10	0.12	0.08	0.11
FeO	4.12	4.18	4.17	4.16	4.21	4.52	4.26	4.15	3.96	4.19	4.20	4.24
MnO	0.09	0.14	0.18	0.11	0.15	0.09	0.15	0.12	0.13	0.18	0.14	0.13
MgO	16.81	16.64	16.78	16.65	16.96	17.06	16.99	16.59	16.98	16.96	16.90	17.32
Cr_2O_3	0.41	0.46	0.48	0.47	0.50	0.47	0.47	0.44	0.60	0.45	0.47	0.50
CaO	24.02	23.55	23.44	23.65	23.19	23.36	23.41	23.54	23.36	23.61	23.28	23.04
Na_2O	0.19	0.12	0.21	0.18	0.19	0.15	0.16	0.13	0.24	0.15	0.16	0.21
K_2O	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.03	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	100.96	100.65	100.79	100.37	100.59	101.24	100.50	100.45	100.66	100.96	100.65	101.00
Si	1.933	1.952	1.952	1.949	1.956	1.953	1.945	1.966	1.960	1.957	1.965	1.960
Al IV	0.067	0.048	0.048	0.051	0.044	0.047	0.055	0.034	0.040	0.043	0.035	0.040
Al VI	0.008	0.025	0.020	0.014	0.016	0.011	0.004	0.024	0.013	0.009	0.020	0.010
Ti	0.003	0.003	0.002	0.002	0.003	0.004	0.003	0.004	0.003	0.003	0.002	0.003
Fe^{3+}	0.056	0.012	0.025	0.033	0.021	0.025	0.044	-0.001	0.021	0.025	0.009	0.026
Fe^{2+}	0.069	0.115	0.102	0.094	0.107	0.111	0.086	0.127	0.099	0.102	0.118	0.103
Mn	0.003	0.004	0.006	0.004	0.005	0.003	0.005	0.004	0.004	0.005	0.004	0.004
Mg	0.906	0.901	0.907	0.904	0.918	0.919	0.921	0.901	0.918	0.915	0.915	0.933
Cr	0.012	0.013	0.014	0.013	0.014	0.014	0.013	0.013	0.017	0.013	0.014	0.014
Ca	0.930	0.917	0.910	0.923	0.902	0.904	0.911	0.919	0.908	0.916	0.906	0.892
Na	0.013	0.009	0.015	0.013	0.013	0.010	0.012	0.009	0.017	0.011	0.011	0.015
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Toplam	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Ens:	46.14	46.23	46.52	46.18	47.02	46.83	46.82	46.22	47.08	46.62	46.85	47.68
Fs.	6.49	6.74	6.78	6.66	6.77	7.10	6.82	6.66	6.37	6.73	6.76	6.75
Wol.	47.38	47.03	46.70	47.16	46.20	46.06	46.35	47.12	46.55	46.65	46.39	45.57
Toplam	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Mg#	87.92	87.65	87.76	87.70	87.79	87.07	87.67	87.71	88.42	87.84	87.77	87.92

İyon numaralarının hesaplanmasında 6 (O) baz alınmıştır.

EK 3.5. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti ultramafik kümülat kayaçlarına ait klinopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-179 1/1	K-179 1/2	K-179 1/3	K-179 1/4	K-179 2/1	K-179 2/2	K-179 2/3	K-179 2/4	K-179 3/1	K-179 3/2	K-179 3/3	K-179 3/4
SiO_2	53.59	53.84	54.06	53.70	54.03	54.12	54.55	54.01	53.28	53.84	53.47	53.41
Al_2O_3	1.81	1.22	1.75	1.77	1.97	1.94	1.88	1.60	1.68	1.59	1.76	1.67
TiO_2	0.07	0.07	0.07	0.03	0.10	0.10	0.13	0.06	0.06	0.03	0.05	0.04
FeO	3.14	2.93	3.34	3.30	3.53	3.63	3.58	3.48	3.34	3.42	3.31	3.30
MnO	0.07	0.03	0.13	0.14	0.12	0.15	0.16	0.14	0.04	0.10	0.09	0.09
MgO	18.60	17.96	18.46	18.32	18.33	18.36	18.28	18.03	18.54	18.42	18.25	17.98
Cr_2O_3	0.53	0.58	0.78	0.67	0.44	0.45	0.51	0.37	0.68	0.61	0.64	0.57
CaO	22.16	23.73	22.02	22.30	21.92	22.49	22.33	22.78	22.57	22.54	22.58	22.58
Na_2O	0.10	0.10	0.13	0.11	0.12	0.18	0.11	0.10	0.12	0.10	0.08	0.10
K_2O	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	100.08	100.46	100.74	100.34	100.56	101.42	101.52	100.59	100.34	100.62	100.23	99.75
Si	1.939	1.946	1.947	1.942	1.949	1.936	1.952	1.950	1.924	1.941	1.936	1.944
Al IV	0.061	0.054	0.053	0.058	0.051	0.064	0.048	0.050	0.076	0.059	0.064	0.056
Al VI	0.016	-0.001	0.022	0.017	0.033	0.018	0.031	0.019	-0.004	0.009	0.011	0.016
Ti	0.002	0.002	0.002	0.001	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001
Fe^{3+}	0.033	0.041	0.015	0.028	0.008	0.040	0.003	0.024	0.067	0.038	0.037	0.029
Fe^{2+}	0.062	0.047	0.086	0.072	0.098	0.068	0.104	0.081	0.034	0.065	0.063	0.071
Mn	0.002	0.001	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.004	0.001	0.003	0.003	0.003
Mg	1.003	0.968	0.991	0.987	0.986	0.979	0.975	0.971	0.998	0.990	0.985	0.976
Cr	0.015	0.017	0.022	0.019	0.013	0.013	0.014	0.010	0.020	0.017	0.018	0.016
Ca	0.859	0.919	0.850	0.864	0.847	0.862	0.856	0.881	0.873	0.871	0.876	0.880
Na	0.007	0.007	0.009	0.008	0.008	0.012	0.008	0.007	0.009	0.007	0.005	0.007
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Toplam	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Ens:	51.19	48.97	50.95	50.51	50.73	50.10	50.18	49.48	50.57	50.34	50.16	49.80
Fs.	4.97	4.53	5.37	5.31	5.68	5.78	5.75	5.59	5.18	5.39	5.25	5.27
Wol.	43.84	46.50	43.68	44.18	43.59	44.12	44.06	44.93	44.25	44.27	44.60	44.93
Toplam	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Mg#	91.34	91.62	90.79	90.83	90.25	90.03	90.11	90.22	90.82	90.58	90.76	90.68

İyon numaralarının hesaplanmasında 6 (O) baz alınmıştır.

EK 3.5. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti ultramafik kümülat kayaçlarına ait klinopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-180 1/1	K-180 1/2	K-180 1/3	K-180 1/4	K-180 2/1	K-180 2/2	K-180 2/3	K-180 2/4	K-180 3/1	K-180 3/2	K-180 3/3	K-180 3/4
SiO_2	52.22	53.32	53.06	52.89	52.67	53.54	53.29	52.91	52.69	54.37	53.22	53.12
Al_2O_3	2.22	1.96	2.65	3.08	2.29	2.17	2.15	2.28	2.63	2.32	2.30	1.96
TiO_2	0.06	0.10	0.11	0.10	0.13	0.07	0.08	0.10	0.11	0.08	0.08	0.11
FeO	4.01	3.60	3.51	3.72	3.86	3.70	3.85	3.46	4.24	6.44	4.06	3.81
MnO	0.15	0.13	0.11	0.10	0.16	0.15	0.15	0.12	0.11	0.11	0.12	0.12
MgO	18.01	18.21	17.45	17.09	17.23	17.39	17.43	17.12	17.37	23.56	17.14	17.00
Cr_2O_3	0.46	0.89	0.55	0.53	0.46	0.47	0.37	0.52	0.52	0.44	0.56	0.52
CaO	21.75	22.50	23.24	23.64	22.61	23.64	23.15	23.36	22.70	13.46	23.05	24.18
Na_2O	0.13	0.10	0.19	0.14	0.14	0.11	0.12	0.16	0.18	0.10	0.15	0.14
K_2O	0.01	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	99.02	100.81	100.89	101.29	99.56	101.24	100.57	100.04	100.54	100.88	100.69	100.94
Si	1.914	1.922	1.912	1.901	1.926	1.926	1.929	1.925	1.908	1.929	1.927	1.919
Al IV	0.086	0.078	0.088	0.099	0.074	0.074	0.071	0.075	0.092	0.071	0.073	0.081
Al VI	0.010	0.005	0.024	0.031	0.024	0.018	0.020	0.023	0.020	0.026	0.025	0.003
Ti	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.003	0.003	0.002	0.002	0.003
Fe^{3+}	0.070	0.049	0.056	0.057	0.041	0.047	0.045	0.044	0.064	0.035	0.038	0.067
Fe^{2+}	0.053	0.060	0.049	0.055	0.077	0.064	0.072	0.062	0.064	0.156	0.084	0.048
Mn	0.005	0.004	0.003	0.003	0.005	0.005	0.005	0.004	0.003	0.003	0.004	0.004
Mg	0.984	0.978	0.937	0.916	0.939	0.933	0.940	0.929	0.938	1.246	0.925	0.916
Cr	0.013	0.025	0.016	0.015	0.013	0.013	0.011	0.015	0.015	0.012	0.016	0.015
Ca	0.854	0.869	0.897	0.910	0.885	0.911	0.898	0.911	0.880	0.512	0.894	0.936
Na	0.009	0.007	0.013	0.010	0.010	0.008	0.008	0.011	0.012	0.007	0.011	0.010
K	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Toplam	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Ens:	50.07	49.93	48.23	47.17	48.22	47.60	48.00	47.66	48.09	63.84	47.55	46.47
Fs.	6.49	5.74	5.62	5.93	6.31	5.91	6.18	5.60	6.75	9.95	6.50	6.03
Wol.	43.44	44.33	46.16	46.90	45.46	46.49	45.82	46.73	45.16	26.20	45.95	47.50
Toplam	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Mg#	88.89	90.02	89.86	89.11	88.83	89.35	88.98	89.81	87.96	86.71	88.28	88.83

İyon numaralarının hesaplanmasında 6 (O) baz alınmıştır.

EK 3.6. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti mafik kümülat kayaçlarına ait klinopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-32 1/1	K-32 1/2	K-32 1/3	K-32 1/4	K-32 2/1	K-32 2/2	K-32 2/3	K-32 2/4	K-32 3/1	K-32 3/2	K-32 3/3
SiO_2	51.73	52.28	52.31	51.97	52.12	53.36	52.30	52.12	52.12	52.75	52.84
Al_2O_3	2.85	2.78	2.53	2.66	2.52	2.00	2.48	2.64	3.10	2.19	2.15
TiO_2	0.63	0.54	0.46	0.53	0.69	0.60	0.64	0.80	0.66	0.76	0.66
FeO	6.30	6.07	5.87	6.15	5.78	8.94	5.58	5.92	5.74	5.90	6.63
MnO	0.20	0.17	0.20	0.17	0.20	0.18	0.14	0.18	0.18	0.20	0.19
MgO	16.62	16.58	16.36	16.23	15.83	20.55	15.43	15.83	15.17	15.87	16.69
Cr_2O_3	0.59	0.50	0.48	0.46	0.13	0.10	0.17	0.27	0.14	0.22	0.10
CaO	21.27	20.87	22.24	21.18	21.87	14.62	23.11	22.32	22.44	22.60	21.02
Na_2O	0.33	0.35	0.33	0.37	0.32	0.19	0.30	0.33	0.32	0.27	0.26
K_2O	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01	0.02	0.03	0.00	0.01
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	100.55	100.17	100.82	99.77	99.49	100.56	100.15	100.43	99.89	100.75	100.56
Si	1.886	1.912	1.902	1.910	1.923	1.930	1.920	1.907	1.919	1.926	1.929
Al IV	0.114	0.088	0.098	0.090	0.077	0.070	0.080	0.093	0.081	0.074	0.071
Al VI	0.008	0.032	0.011	0.026	0.033	0.015	0.027	0.021	0.054	0.020	0.022
Ti	0.017	0.015	0.013	0.015	0.019	0.016	0.018	0.022	0.018	0.021	0.018
Fe^{3+}	0.080	0.038	0.072	0.049	0.027	0.033	0.035	0.045	0.011	0.025	0.030
Fe^{2+}	0.112	0.147	0.107	0.140	0.152	0.238	0.136	0.137	0.165	0.155	0.173
Mn	0.006	0.005	0.006	0.005	0.006	0.006	0.004	0.005	0.006	0.006	0.006
Mg	0.903	0.904	0.887	0.890	0.871	1.108	0.845	0.863	0.833	0.864	0.908
Cr	0.017	0.014	0.014	0.013	0.004	0.003	0.005	0.008	0.004	0.006	0.003
Ca	0.831	0.818	0.867	0.834	0.864	0.567	0.909	0.875	0.885	0.884	0.822
Na	0.024	0.025	0.023	0.027	0.023	0.013	0.021	0.024	0.023	0.019	0.019
K	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Toplam	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Ens:	46.74	47.26	45.76	46.38	45.36	56.80	43.79	44.85	43.83	44.67	46.85
Fs.	10.26	9.98	9.52	10.14	9.62	14.14	9.10	9.70	9.59	9.63	10.74
Wol.	43.00	42.76	44.72	43.48	45.02	29.05	47.11	45.46	46.58	45.70	42.41
Toplam	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Mg#	82.46	82.97	83.26	82.46	83.01	80.39	83.15	82.65	82.50	82.75	81.78

İyon numaralarının hesaplanmasında 6 (O) baz alınmıştır.

EK 3.6. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti mafik kümülat kayaçlarına ait klinopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-32 3/4	K-69 1/1	K-69 1/2	K-69 2/1	K-69 2/2	K-69 2/3	K-69 3/1	K-69 3/2	K-69 3/3	K-69 3/4	K-145 1/1
SiO_2	52.64	49.35	48.50	50.49	49.54	48.26	49.03	50.83	49.63	50.13	55.41
Al_2O_3	2.23	7.67	7.50	4.48	4.53	6.96	6.93	4.15	7.81	6.03	1.20
TiO_2	0.69	0.67	0.61	0.55	0.49	0.86	0.73	0.63	0.53	0.66	0.05
FeO	7.21	6.08	7.23	6.86	7.50	6.80	7.91	7.61	7.61	7.71	13.25
MnO	0.17	0.18	0.17	0.16	0.19	0.16	0.18	0.20	0.19	0.20	0.32
MgO	17.49	11.08	11.85	13.14	13.85	12.01	13.18	13.94	12.42	13.57	28.53
Cr_2O_3	0.17	0.22	0.12	0.04	0.01	0.06	0.00	0.06	0.18	0.08	0.01
CaO	19.64	25.25	23.34	23.73	22.66	22.12	21.43	23.55	22.82	22.27	1.71
Na_2O	0.25	0.20	0.18	0.61	0.41	0.87	0.12	0.46	0.31	0.31	0.02
K_2O	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	100.49	100.71	99.50	100.06	99.19	98.12	99.55	101.43	101.52	100.97	100.50
Si	1.920	1.823	1.812	1.865	1.845	1.816	1.826	1.854	1.813	1.838	1.968
Al IV	0.080	0.177	0.188	0.135	0.155	0.184	0.174	0.146	0.187	0.162	0.032
Al VI	0.015	0.157	0.142	0.060	0.044	0.125	0.130	0.032	0.150	0.098	0.018
Ti	0.019	0.019	0.017	0.015	0.014	0.024	0.021	0.017	0.015	0.018	0.001
Fe^{3+}	0.040	-0.008	0.022	0.087	0.114	0.073	0.013	0.110	0.025	0.048	0.012
Fe^{2+}	0.179	0.196	0.204	0.125	0.119	0.141	0.234	0.122	0.208	0.189	0.381
Mn	0.005	0.006	0.005	0.005	0.006	0.005	0.006	0.006	0.006	0.006	0.010
Mg	0.951	0.610	0.660	0.724	0.769	0.674	0.732	0.758	0.677	0.742	1.511
Cr	0.005	0.006	0.004	0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.005	0.002	0.000
Ca	0.767	0.999	0.934	0.939	0.904	0.892	0.855	0.920	0.893	0.875	0.065
Na	0.018	0.014	0.013	0.044	0.030	0.063	0.009	0.032	0.022	0.022	0.001
K	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Toplam	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Ens:	48.93	33.84	36.15	38.50	40.21	37.76	39.80	39.56	37.42	39.89	76.33
Fs.	11.59	10.74	12.68	11.54	12.52	12.28	13.71	12.43	13.17	13.06	20.37
Wol.	39.48	55.42	51.17	49.96	47.27	49.97	46.49	48.01	49.40	47.06	3.29
Toplam	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Mg#	81.22	76.45	74.49	77.36	76.71	75.90	74.81	76.56	74.44	75.82	79.33

İyon numaralarının hesaplanmasında 6 (O) baz alınmıştır.

EK 3.6. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti mafik kümülat kayaçlarına ait klinopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-145 1/2	K-145 1/3	K-145 1/4	K-145 2/1	K-145 2/2	K-145 2/3	K-145 2/4	K-145 3/1	K-145 3/2	K-145 3/3	K-145 3/4
SiO_2	55.24	55.35	55.36	52.99	53.17	52.47	52.83	55.84	55.11	54.68	55.54
Al_2O_3	1.26	0.82	1.14	1.19	1.59	1.77	1.80	1.21	1.40	1.43	1.34
TiO_2	0.12	0.11	0.06	0.21	0.17	0.16	0.12	0.08	0.10	0.11	0.10
FeO	13.54	13.33	13.27	6.44	7.41	7.26	7.46	13.33	12.89	13.01	13.24
MnO	0.29	0.28	0.36	0.14	0.24	0.22	0.18	0.36	0.30	0.27	0.29
MgO	28.49	28.12	28.58	15.60	15.71	16.00	16.52	29.11	28.80	28.14	28.48
Cr_2O_3	0.00	0.01	0.02	0.09	0.03	0.06	0.06	0.00	0.04	0.05	0.05
CaO	1.30	1.30	1.74	22.61	21.93	21.35	21.14	1.29	1.50	1.56	1.54
Na_2O	0.03	0.00	0.01	0.17	0.14	0.15	0.10	0.01	0.03	0.00	0.02
K_2O	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	100.29	99.33	100.53	99.45	100.40	99.46	100.23	101.24	100.16	99.26	100.62
Si	1.967	1.992	1.966	1.964	1.955	1.943	1.939	1.967	1.960	1.966	1.971
Al IV	0.033	0.008	0.034	0.036	0.045	0.057	0.061	0.033	0.040	0.034	0.029
Al VI	0.020	0.027	0.014	0.016	0.024	0.020	0.017	0.017	0.018	0.027	0.027
Ti	0.003	0.003	0.002	0.006	0.005	0.004	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003
Fe^{3+}	0.009	-0.026	0.017	0.019	0.022	0.038	0.043	0.013	0.018	0.000	-0.002
Fe^{2+}	0.394	0.427	0.377	0.180	0.206	0.187	0.186	0.380	0.366	0.392	0.395
Mn	0.009	0.009	0.011	0.004	0.007	0.007	0.006	0.011	0.009	0.008	0.009
Mg	1.513	1.509	1.513	0.862	0.861	0.883	0.904	1.529	1.527	1.509	1.507
Cr	0.000	0.000	0.001	0.003	0.001	0.002	0.002	0.000	0.001	0.001	0.002
Ca	0.050	0.050	0.066	0.897	0.864	0.847	0.831	0.049	0.057	0.060	0.059
Na	0.002	0.000	0.000	0.012	0.010	0.011	0.007	0.000	0.002	0.000	0.002
K	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Toplam	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Ens:	76.61	76.63	76.27	43.89	43.93	45.03	45.89	77.18	77.26	76.65	76.61
Fs.	20.88	20.82	20.40	10.39	11.99	11.81	11.90	20.36	19.85	20.29	20.42
Wol.	2.51	2.55	3.33	45.72	44.08	43.17	42.20	2.46	2.89	3.06	2.98
Toplam	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Mg#	78.95	78.99	79.34	81.20	79.09	79.72	79.80	79.56	79.94	79.40	79.32

İyon numaralarının hesaplanmasında 6 (O) baz alınmıştır.

EK 3.7. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti izotrop gabro kayaçlarına ait klinopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-182 1/1	K-182 1/2	K-182 1/3	K-182 1/4	K-182 2/1	K-182 2/2	K-182 2/3	K-182 3/1	K-182 3/2	K-182 3/3
SiO_2	52.71	53.07	52.72	52.61	47.50	43.57	54.97	52.14	52.45	52.28
Al_2O_3	1.90	2.03	2.01	1.89	7.87	11.30	2.28	2.23	2.15	2.63
TiO_2	0.39	0.36	0.41	0.37	1.67	2.46	0.36	0.49	0.40	0.43
FeO	6.76	6.94	6.96	6.81	9.59	10.98	9.96	7.14	6.85	7.30
MnO	0.21	0.19	0.17	0.17	0.16	0.14	0.17	0.22	0.20	0.24
MgO	15.57	15.69	15.46	15.63	14.95	14.38	17.97	15.30	15.53	15.35
Cr_2O_3	0.06	0.05	0.16	0.11	0.22	0.22	0.18	0.20	0.19	0.15
CaO	22.45	22.45	22.36	22.26	15.90	11.90	13.10	22.19	22.45	21.30
Na_2O	0.40	0.35	0.36	0.39	1.43	2.15	0.20	0.37	0.39	0.42
K_2O	0.00	0.01	0.00	0.00	0.07	0.08	0.01	0.00	0.00	0.02
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	100.44	101.15	100.63	100.25	99.36	97.21	99.20	100.28	100.60	100.11
Si	1.932	1.932	1.931	1.931	1.750	1.633	2.040	1.918	1.920	1.924
Al IV	0.068	0.068	0.069	0.069	0.250	0.367	-0.040	0.082	0.080	0.076
Al VI	0.014	0.019	0.018	0.013	0.092	0.133	0.140	0.014	0.012	0.039
Ti	0.011	0.010	0.011	0.010	0.046	0.069	0.010	0.014	0.011	0.012
Fe^{3+}	0.060	0.053	0.049	0.060	0.164	0.249	-0.191	0.061	0.068	0.039
Fe^{2+}	0.148	0.158	0.164	0.150	0.131	0.095	0.500	0.158	0.142	0.186
Mn	0.007	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.007	0.006	0.007
Mg	0.851	0.851	0.844	0.856	0.822	0.804	0.994	0.839	0.847	0.842
Cr	0.002	0.002	0.005	0.003	0.006	0.007	0.005	0.006	0.005	0.004
Ca	0.881	0.876	0.878	0.875	0.628	0.478	0.521	0.874	0.881	0.840
Na	0.028	0.025	0.026	0.028	0.102	0.157	0.014	0.026	0.027	0.030
K	0.000	0.001	0.000	0.000	0.003	0.004	0.001	0.000	0.000	0.001
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Toplam	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Ens:	43.72	43.80	43.50	43.98	46.95	49.29	54.34	43.26	43.59	43.99
Fs.	10.98	11.16	11.27	11.03	17.17	21.39	17.20	11.68	11.11	12.13
Wol.	45.30	45.04	45.23	44.99	35.88	29.31	28.46	45.06	45.30	43.87
Toplam	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Mg#	80.42	80.13	79.84	80.36	73.55	70.01	76.28	79.26	80.17	78.93

İyon numaralarının hesaplanmasında 6 (O) baz alınmıştır.

EK 3.7. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti izotrop gabro kayaçlarına ait klinopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-182 3/4	K-182 4/1	K-182 4/2	K-182 4/3	K-182 4/4	K-182 5/1	K-182 5/2	K-182 5/3	K-182 5/4
SiO_2	52.35	52.56	53.09	52.83	52.98	52.43	52.47	52.22	52.34
Al_2O_3	2.39	1.99	2.06	2.10	2.11	2.13	2.00	2.11	2.18
TiO_2	0.43	0.43	0.38	0.40	0.40	0.51	0.43	0.48	0.49
FeO	7.04	6.83	6.92	6.81	7.01	7.20	7.17	7.10	7.42
MnO	0.17	0.26	0.18	0.15	0.18	0.17	0.18	0.23	0.24
MgO	15.13	15.22	15.50	15.66	15.54	15.31	15.48	15.66	15.52
Cr_2O_3	0.11	0.11	0.02	0.12	0.16	0.18	0.24	0.20	0.17
CaO	22.66	22.18	22.08	22.79	22.79	22.29	21.90	21.47	22.05
Na_2O	0.42	0.37	0.32	0.41	0.36	0.37	0.37	0.39	0.40
K_2O	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	100.72	99.95	100.57	101.28	101.56	100.61	100.24	99.87	100.82
Si	1.916	1.939	1.945	1.919	1.923	1.923	1.930	1.925	1.914
Al IV	0.084	0.061	0.055	0.081	0.077	0.077	0.070	0.075	0.086
Al VI	0.019	0.025	0.034	0.009	0.013	0.015	0.017	0.017	0.008
Ti	0.012	0.012	0.011	0.011	0.011	0.014	0.012	0.013	0.013
Fe^{3+}	0.068	0.035	0.022	0.076	0.064	0.056	0.049	0.053	0.074
Fe^{2+}	0.148	0.176	0.190	0.131	0.148	0.165	0.171	0.166	0.152
Mn	0.005	0.008	0.006	0.005	0.006	0.005	0.006	0.007	0.008
Mg	0.826	0.837	0.847	0.848	0.841	0.837	0.849	0.861	0.846
Cr	0.003	0.003	0.001	0.004	0.005	0.005	0.007	0.006	0.005
Ca	0.889	0.877	0.867	0.887	0.886	0.876	0.863	0.848	0.864
Na	0.030	0.026	0.023	0.029	0.025	0.026	0.026	0.028	0.028
K	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Toplam	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Ens:	42.67	43.30	43.84	43.56	43.22	43.18	43.81	44.49	43.53
Fs.	11.40	11.33	11.27	10.87	11.23	11.67	11.67	11.69	12.05
Wol.	45.93	45.37	44.88	45.57	45.55	45.16	44.52	43.82	44.42
Toplam	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Mg#	79.31	79.88	79.98	80.40	79.81	79.13	79.39	79.72	78.86

İyon numaralarının hesaplanmasında 6 (O) baz alınmıştır.

EK 3.8. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tektonitlerine ait ortopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-140 1/1	K-140 1/2	K-140 1/3	K-140 1/4	K-140 2/1	K-140 2/2	K-140 2/3	K-140 2/4	K-140 3/1	K-140 3/2	K-140 3/3	K-140 3/4
SiO_2	57.81	57.48	57.87	57.55	57.17	57.44	57.28	57.32	57.52	57.68	57.31	57.34
Al_2O_3	1.71	1.71	1.71	1.62	1.88	1.92	1.78	1.83	1.62	1.73	1.81	1.79
TiO_2	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02
FeO	5.52	5.62	5.56	5.64	5.54	5.46	5.59	5.54	5.51	5.62	5.60	5.26
MnO	0.15	0.10	0.11	0.12	0.16	0.19	0.17	0.08	0.12	0.12	0.12	0.11
MgO	34.38	34.64	35.08	34.58	33.97	33.98	34.85	34.56	34.28	34.37	34.26	34.51
Cr_2O_3	0.59	0.51	0.51	0.46	0.56	0.67	0.63	0.57	0.59	0.63	0.57	0.70
CaO	0.90	1.00	0.87	0.89	1.19	0.89	0.94	1.00	0.67	0.66	0.80	0.84
Na_2O	0.03	0.01	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.00	0.03	0.00
K_2O	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	0.03	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	101.13	101.11	101.77	100.89	100.51	100.57	101.30	100.96	100.34	100.83	100.52	100.58
Si	1.971	1.957	1.956	1.964	1.962	1.970	1.946	1.955	1.975	1.972	1.964	1.962
Al IV	0.029	0.043	0.044	0.036	0.038	0.030	0.054	0.045	0.025	0.028	0.036	0.038
Al VI	0.039	0.026	0.024	0.029	0.038	0.048	0.017	0.028	0.041	0.042	0.038	0.034
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe^{3+}	-0.023	0.005	0.010	-0.004	-0.013	-0.035	0.022	0.004	-0.030	-0.031	-0.015	-0.016
Fe^{2+}	0.180	0.155	0.147	0.165	0.172	0.191	0.136	0.154	0.189	0.192	0.176	0.167
Mn	0.004	0.003	0.003	0.003	0.005	0.005	0.005	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003
Mg	1.747	1.759	1.767	1.760	1.738	1.738	1.765	1.757	1.755	1.752	1.751	1.761
Cr	0.016	0.014	0.014	0.012	0.015	0.018	0.017	0.015	0.016	0.017	0.016	0.019
Ca	0.033	0.036	0.031	0.032	0.044	0.033	0.034	0.037	0.025	0.024	0.030	0.031
Na	0.002	0.001	0.003	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.000	0.002	0.000
K	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Toplam	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Ens:	89.98	89.81	90.22	89.94	89.35	89.92	89.92	89.91	90.41	90.30	90.05	90.51
Fs.	8.34	8.33	8.18	8.40	8.41	8.38	8.34	8.21	8.33	8.45	8.43	7.90
Wol.	1.68	1.86	1.60	1.66	2.24	1.69	1.74	1.88	1.27	1.25	1.52	1.58
Toplam	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Mg#	91.73	91.66	91.83	91.62	91.62	91.73	91.75	91.74	91.73	91.61	91.60	92.12

İyon numaralarının hesaplanmasında 6 (O) baz alınmıştır.

EK 3.8. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tektonitlerine ait ortopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-147 1/1	K-147 1/2	K-147 1/3	K-147 1/4	K-147 2/1	K-147 2/2	K-147 2/3	K-147 2/4	K-147 3/1	K-147 3/2	K-147 3/3	K-147 3/4
SiO_2	56.74	55.77	57.52	56.22	57.12	56.75	56.99	56.72	55.57	56.79	56.15	56.94
Al_2O_3	1.82	1.78	1.75	1.70	1.81	1.84	1.84	1.78	1.82	1.83	1.74	1.84
TiO_2	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02
FeO	5.67	5.88	5.61	5.63	5.55	5.83	5.56	5.79	5.92	5.77	5.78	5.77
MnO	0.19	0.20	0.20	0.10	0.18	0.14	0.16	0.18	0.09	0.15	0.12	0.14
MgO	34.07	34.21	34.27	34.75	34.07	34.83	34.89	34.13	33.49	34.34	34.46	34.39
Cr_2O_3	0.66	0.71	0.64	0.69	0.71	0.68	0.66	0.66	0.72	0.73	0.63	0.68
CaO	1.51	1.41	1.75	1.20	1.82	0.96	1.01	1.71	1.69	1.05	0.97	0.89
Na_2O	0.03	0.00	0.00	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
K_2O	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	100.70	99.96	101.74	100.33	101.28	101.05	101.14	100.97	99.31	100.66	99.89	100.67
Si	1.943	1.923	1.951	1.927	1.947	1.933	1.938	1.938	1.931	1.945	1.935	1.950
Al IV	0.057	0.077	0.049	0.073	0.053	0.067	0.062	0.062	0.069	0.055	0.065	0.050
Al VI	0.017	-0.005	0.021	-0.004	0.019	0.007	0.012	0.010	0.006	0.019	0.005	0.024
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
Fe^{3+}	0.025	0.063	0.011	0.059	0.016	0.044	0.034	0.035	0.044	0.016	0.042	0.008
Fe^{2+}	0.138	0.107	0.149	0.102	0.142	0.122	0.124	0.130	0.128	0.149	0.124	0.157
Mn	0.006	0.006	0.006	0.003	0.005	0.004	0.005	0.005	0.003	0.004	0.004	0.004
Mg	1.740	1.758	1.733	1.776	1.731	1.768	1.769	1.739	1.735	1.753	1.770	1.755
Cr	0.018	0.019	0.017	0.019	0.019	0.018	0.018	0.018	0.020	0.020	0.017	0.018
Ca	0.056	0.052	0.064	0.044	0.066	0.035	0.037	0.063	0.063	0.038	0.036	0.033
Na	0.002	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Toplam	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Ens:	88.61	88.55	88.36	89.50	88.29	89.61	89.86	88.18	87.95	89.39	89.57	89.69
Fs.	8.55	8.83	8.40	8.29	8.33	8.62	8.27	8.65	8.86	8.65	8.61	8.64
Wol.	2.83	2.62	3.24	2.21	3.38	1.77	1.87	3.17	3.19	1.96	1.82	1.66
Toplam	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Mg#	91.46	91.21	91.59	91.67	91.62	91.42	91.79	91.32	90.98	91.39	91.40	91.40

İyon numaralarının hesaplanmasında 6 (O) baz alınmıştır.

EK 3.9. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti ultramafik kümülat kayaçlarına ait ortopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-58 1/1	K-58 1/2	K-58 1/3	K-58 1/4	K-58 2/1	K-58 2/2	K-58 2/3	K-58 2/4	K-58 3/1	K-58 3/2	K-58 3/3	K-58 3/4
SiO_2	56.06	56.14	56.68	56.13	55.85	56.04	55.51	55.89	56.02	56.30	56.23	56.56
Al_2O_3	0.82	0.82	0.76	0.86	1.28	1.31	1.47	1.33	1.27	1.08	1.04	1.06
TiO_2	0.07	0.02	0.02	0.02	0.06	0.03	0.05	0.08	0.04	0.06	0.06	0.06
FeO	10.69	10.75	10.85	10.84	11.04	11.26	10.14	11.51	11.00	11.23	10.96	11.38
MnO	0.26	0.19	0.30	0.22	0.27	0.26	0.24	0.26	0.24	0.24	0.26	0.27
MgO	30.46	30.39	31.00	30.32	30.70	30.68	29.36	30.78	29.89	31.03	30.47	30.86
Cr_2O_3	0.41	0.25	0.32	0.35	0.28	0.25	0.30	0.28	0.27	0.21	0.21	0.28
CaO	1.70	1.83	1.21	1.95	0.92	0.67	4.11	0.54	2.69	0.88	1.39	0.88
Na_2O	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.07	0.02	0.04	0.00	0.00	0.02
K_2O	0.02	0.00	0.02	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	100.50	100.43	101.19	100.71	100.41	100.53	101.25	100.69	101.48	101.05	100.63	101.36
Si	1.970	1.973	1.976	1.969	1.962	1.967	1.939	1.959	1.954	1.965	1.973	1.971
Al IV	0.030	0.027	0.024	0.031	0.038	0.033	0.061	0.041	0.046	0.035	0.027	0.029
Al VI	0.004	0.007	0.007	0.005	0.015	0.021	-0.001	0.014	0.006	0.010	0.016	0.014
Ti	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002
Fe^{3+}	0.013	0.014	0.009	0.016	0.014	0.004	0.056	0.016	0.033	0.017	0.002	0.005
Fe^{2+}	0.301	0.302	0.307	0.302	0.310	0.326	0.241	0.321	0.288	0.311	0.320	0.326
Mn	0.008	0.006	0.009	0.007	0.008	0.008	0.007	0.008	0.007	0.007	0.008	0.008
Mg	1.596	1.592	1.611	1.586	1.608	1.606	1.529	1.609	1.554	1.615	1.594	1.603
Cr	0.011	0.007	0.009	0.010	0.008	0.007	0.008	0.008	0.008	0.006	0.006	0.008
Ca	0.064	0.069	0.045	0.073	0.034	0.025	0.154	0.020	0.101	0.033	0.052	0.033
Na	0.001	0.002	0.001	0.000	0.001	0.001	0.005	0.001	0.003	0.000	0.000	0.001
K	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Toplam	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Ens:	80.54	80.30	81.30	79.94	81.43	81.54	76.99	81.50	78.39	81.44	80.68	81.15
Fs.	16.23	16.22	16.41	16.37	16.83	17.18	15.27	17.48	16.54	16.89	16.68	17.19
Wol.	3.23	3.48	2.29	3.69	1.74	1.28	7.75	1.02	5.08	1.67	2.65	1.66
Toplam	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Mg#	83.56	83.44	83.59	83.29	83.22	82.92	83.78	82.66	82.89	83.13	83.21	82.86

İyon numaralarının hesaplanmasında 6 (O) baz alınmıştır.

EK 3.10. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti mafik kümülat kayaçlarına ait ortopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-145 1/1	K-145 1/2	K-145 1/3	K-145 1/4	K-145 2/1	K-145 2/2	K-145 2/3	K-145 2/4	K-145 3/1	K-145 3/2	K-145 3/3	K-145 3/4
SiO_2	55.32	55.30	55.21	55.57	55.49	55.32	55.03	55.31	55.17	55.37	55.16	54.88
Al_2O_3	1.17	1.13	1.20	1.16	1.24	1.25	1.22	1.12	1.20	1.18	1.19	1.13
TiO_2	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.11	0.08	0.08	0.08	0.10	0.09	0.07
FeO	12.73	12.68	13.03	12.95	13.53	13.14	13.06	12.98	13.35	13.26	13.92	13.65
MnO	0.30	0.27	0.29	0.29	0.28	0.28	0.29	0.29	0.30	0.31	0.33	0.30
MgO	28.42	28.42	28.45	28.39	28.27	28.25	28.50	28.40	28.93	28.29	27.82	28.19
Cr_2O_3	0.00	0.05	0.09	0.04	0.05	0.00	0.08	0.00	0.00	0.01	0.00	0.07
CaO	1.87	1.77	1.84	1.68	1.75	1.74	1.75	1.76	1.77	1.85	1.74	1.84
Na_2O	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.00	0.02	0.03	0.03	0.04	0.00
K_2O	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	99.91	99.72	100.20	100.16	100.71	100.10	100.02	99.97	100.83	100.41	100.29	100.14
Si	1.974	1.977	1.966	1.981	1.970	1.974	1.963	1.974	1.950	1.970	1.971	1.960
Al IV	0.026	0.023	0.034	0.019	0.030	0.026	0.037	0.026	0.050	0.030	0.029	0.040
Al VI	0.024	0.025	0.017	0.029	0.022	0.026	0.015	0.021	0.001	0.020	0.021	0.008
Ti	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002
Fe^{3+}	0.001	-0.006	0.011	-0.014	0.003	-0.005	0.016	0.002	0.047	0.007	0.006	0.027
Fe^{2+}	0.379	0.384	0.377	0.400	0.399	0.397	0.374	0.386	0.347	0.387	0.410	0.381
Mn	0.009	0.008	0.009	0.009	0.009	0.008	0.009	0.009	0.009	0.009	0.010	0.009
Mg	1.512	1.515	1.511	1.508	1.496	1.503	1.515	1.511	1.525	1.501	1.482	1.501
Cr	0.000	0.002	0.002	0.001	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
Ca	0.071	0.068	0.070	0.064	0.067	0.066	0.067	0.067	0.067	0.071	0.067	0.070
Na	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.002	0.002	0.002	0.000
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Toplam	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Ens:	76.66	76.90	76.38	76.68	75.84	76.30	76.51	76.52	76.42	75.98	75.04	75.51
Fs.	19.71	19.65	20.07	20.07	20.78	20.33	20.11	20.06	20.23	20.44	21.58	20.95
Wol.	3.62	3.45	3.54	3.25	3.38	3.37	3.38	3.41	3.35	3.57	3.38	3.54
Toplam	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Mg#	79.92	79.99	79.56	79.63	78.84	79.31	79.55	79.59	79.44	79.18	78.08	78.65

İyon numaralarının hesaplanmasında 6 (O) baz alınmıştır.

EK 3.11. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti mafik kümülat kayaçlarına ait plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-32 1/1	K-32 1/2	K-32 1/3	K-32 1/4	K-32 2/1	K-32 2/2	K-32 2/3	K-32 2/4	K-32 3/1	K-32 3/2	K-32 3/3	K-32 3/4	K-69 1/1
SiO_2	46.13	46.03	45.98	46.21	46.14	46.19	46.27	46.46	46.32	46.26	46.69	46.92	50.90
Al_2O_3	33.77	34.04	34.38	33.93	34.17	34.07	34.05	34.07	34.13	33.39	34.16	34.08	31.41
TiO_2	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	0.31	0.32	0.33	0.32	0.33	0.31	0.34	0.29	0.35	0.49	0.34	0.35	0.28
MnO	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
MgO	0.00	0.02	0.01	0.00	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.55	0.04	0.02	0.00
CaO	18.16	18.17	18.29	17.93	17.88	18.09	17.80	18.27	18.09	17.80	18.35	17.99	15.49
Na_2O	1.44	1.43	1.39	1.01	1.51	1.47	1.43	1.45	1.46	1.34	1.30	1.64	2.79
K_2O	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.05	0.04	0.03	0.03
Toplam	99.83	100.03	100.40	99.41	100.07	100.16	99.93	100.58	100.39	99.88	100.91	101.03	100.89
Si	2.127	2.117	2.107	2.146	2.120	2.121	2.131	2.126	2.123	2.130	2.132	2.135	2.310
AlIV	0.873	0.883	0.893	0.854	0.880	0.879	0.869	0.874	0.877	0.870	0.868	0.865	0.690
AlVI	0.962	0.963	0.964	1.003	0.970	0.965	0.978	0.962	0.966	0.942	0.970	0.962	0.990
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe^{2+}	0.012	0.012	0.013	0.012	0.013	0.012	0.013	0.011	0.013	0.019	0.013	0.013	0.011
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.038	0.002	0.002	0.000
Ca	0.897	0.895	0.898	0.892	0.880	0.890	0.878	0.895	0.888	0.878	0.897	0.877	0.753
Na	0.128	0.127	0.124	0.091	0.135	0.131	0.127	0.129	0.129	0.120	0.115	0.144	0.245
K	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002
Toplam	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Or	0.10	0.14	0.11	0.12	0.12	0.15	0.13	0.09	0.14	0.30	0.23	0.19	0.16
Ab	12.50	12.44	12.09	9.23	13.28	12.78	12.66	12.58	12.70	11.98	11.36	14.11	24.53
An	87.40	87.42	87.80	90.65	86.61	87.07	87.21	87.34	87.17	87.72	88.42	85.71	75.31

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır.

EK 3.11. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti mafik kümülat kayaçlarına ait plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-69 1/2	K-69 1/3	K-69 1/4	K-69 1/5	K-69 1/6	K-69 1/7	K-69 2/1	K-69 2/2	K-69 2/3	K-69 2/4	K-69 2/5	K-69 2/6	K-69 2/7
SiO_2	49.29	50.37	50.46	50.44	50.42	50.80	50.06	49.54	50.36	49.77	50.07	49.90	49.90
Al_2O_3	30.87	32.06	31.78	31.94	32.23	32.04	31.64	31.73	31.68	32.04	31.67	31.64	31.99
TiO_2	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	2.79	0.25	0.29	0.44	0.36	0.59	0.43	0.40	0.48	0.31	0.35	0.59	0.47
MnO	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
MgO	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00
CaO	15.96	15.89	15.59	15.89	16.61	16.12	15.80	15.83	15.80	15.91	15.95	15.75	15.67
Na_2O	2.43	2.37	2.52	2.49	2.24	2.46	2.40	2.49	2.42	2.57	2.62	2.52	2.63
K_2O	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.04
Toplam	101.48	100.98	100.66	101.22	101.88	102.02	100.37	100.00	100.77	100.64	100.69	100.45	100.69
Si	2.240	2.289	2.298	2.286	2.274	2.286	2.289	2.271	2.294	2.265	2.278	2.278	2.270
AlIV	0.760	0.711	0.702	0.714	0.726	0.714	0.711	0.729	0.706	0.735	0.722	0.722	0.730
AlVI	0.893	1.006	1.004	0.992	0.987	0.985	0.994	0.985	0.995	0.984	0.976	0.981	0.985
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe^{2+}	0.106	0.009	0.011	0.017	0.014	0.022	0.017	0.015	0.018	0.012	0.013	0.023	0.018
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000
Ca	0.777	0.774	0.761	0.771	0.803	0.777	0.774	0.777	0.771	0.776	0.778	0.770	0.764
Na	0.214	0.209	0.222	0.219	0.196	0.215	0.213	0.221	0.213	0.227	0.231	0.223	0.232
K	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002
Toplam	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Or	0.10	0.19	0.18	0.11	0.13	0.09	0.17	0.10	0.13	0.19	0.19	0.11	0.22
Ab	21.56	21.25	22.56	22.07	19.59	21.63	21.51	22.10	21.64	22.58	22.86	22.46	23.23
An	78.34	78.57	77.26	77.82	80.28	78.28	78.32	77.80	78.22	77.23	76.95	77.43	76.55

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır.

EK 3.11. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti mafik kümülat kayaçlarına ait plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-69 2/8	K-145 1/1	K-145 1/2	K-145 1/3	K-145 1/4	K-145 1/5	K-145 1/6	K-145 1/7	K-145 1/8r1	K-145 1/9r1	K-145 1/10r1	K-145 1/11r2	K-145 1/12r2
SiO_2	49.47	44.10	44.15	44.17	44.08	44.09	44.21	44.33	44.76	44.10	44.17	44.52	44.08
Al_2O_3	31.40	35.22	35.00	34.67	35.14	34.73	35.03	34.70	35.58	35.49	35.05	35.22	35.29
TiO_2	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	0.52	0.65	0.69	0.71	0.64	0.74	0.76	0.80	0.49	0.47	0.54	0.47	0.55
MnO	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
MgO	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.05	0.06	0.04	0.04	0.03
CaO	15.62	19.50	19.50	19.50	19.59	19.50	19.70	19.33	19.83	19.58	19.65	19.57	19.78
Na_2O	2.56	0.63	0.56	0.61	0.65	0.66	0.56	0.64	0.64	0.55	0.64	0.61	0.60
K_2O	0.03	0.04	0.03	0.02	0.01	0.02	0.03	0.03	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02
Toplam	99.60	100.15	99.95	99.71	100.14	99.78	100.30	99.86	101.35	100.25	100.10	100.43	100.33
Si	2.277	2.036	2.044	2.050	2.035	2.043	2.039	2.054	2.041	2.033	2.040	2.049	2.031
AlIV	0.723	0.964	0.956	0.950	0.965	0.957	0.961	0.946	0.959	0.967	0.960	0.951	0.969
AlVI	0.980	0.952	0.953	0.945	0.946	0.940	0.944	0.949	0.952	0.961	0.947	0.960	0.946
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe^{2+}	0.020	0.025	0.027	0.027	0.025	0.029	0.029	0.031	0.019	0.018	0.021	0.018	0.021
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg	0.000	0.000	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.004	0.004	0.003	0.002	0.002
Ca	0.770	0.964	0.967	0.969	0.969	0.968	0.974	0.959	0.969	0.967	0.972	0.965	0.976
Na	0.228	0.056	0.050	0.055	0.059	0.059	0.050	0.058	0.057	0.049	0.057	0.055	0.054
K	0.002	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001
Toplam	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Or	0.19	0.25	0.17	0.12	0.08	0.14	0.15	0.17	0.01	0.06	0.03	0.02	0.09
Ab	22.83	5.48	4.93	5.39	5.69	5.77	4.91	5.67	5.55	4.82	5.56	5.35	5.20
An	76.99	94.27	94.90	94.49	94.23	94.09	94.94	94.16	94.44	95.12	94.41	94.63	94.71

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır, r ; kenar.

EK 3.11. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti mafik kümülat kayaçlarına ait plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-145 1/13r2	K-145 2/1	K-145 2/2	K-145 2/3	K-145 2/4	K-145 2/5	K-145 2/6	K-145 3/1	K-145 3/2	K-145 3/3	K-145 3/4	K-145 3/5	K-145 3/6
SiO_2	44.55	44.14	44.22	44.13	43.93	44.10	43.76	43.96	44.03	44.29	44.09	43.89	44.27
Al_2O_3	35.07	34.77	34.84	34.78	34.85	35.04	34.91	34.86	34.77	35.31	34.87	35.34	35.15
TiO_2	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	0.53	0.66	0.75	0.74	0.77	0.66	0.63	0.48	0.51	0.51	0.41	0.45	0.46
MnO	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
MgO	0.02	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.04	0.03	0.01	0.03	0.03	0.01	0.03
CaO	19.57	19.37	19.56	19.76	19.48	19.47	19.80	19.45	19.20	19.83	19.82	19.74	19.49
Na_2O	0.66	0.75	0.67	0.64	0.64	0.59	0.58	0.58	0.73	0.60	0.63	0.54	0.68
K_2O	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02
Toplam	100.43	99.69	100.04	100.05	99.72	99.88	99.76	99.38	99.27	100.59	99.88	99.99	100.10
Si	2.051	2.046	2.044	2.040	2.037	2.042	2.028	2.045	2.049	2.035	2.040	2.029	2.043
AlIV	0.949	0.954	0.956	0.960	0.963	0.958	0.972	0.955	0.951	0.965	0.960	0.971	0.957
AlVI	0.953	0.945	0.942	0.935	0.942	0.954	0.935	0.956	0.955	0.947	0.941	0.954	0.955
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe^{2+}	0.020	0.026	0.029	0.029	0.030	0.026	0.024	0.019	0.020	0.020	0.016	0.017	0.018
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg	0.001	0.000	0.000	0.001	0.002	0.001	0.003	0.002	0.000	0.002	0.002	0.001	0.002
Ca	0.965	0.962	0.969	0.978	0.968	0.966	0.983	0.969	0.957	0.976	0.983	0.977	0.964
Na	0.059	0.067	0.060	0.057	0.057	0.053	0.052	0.052	0.066	0.054	0.056	0.048	0.061
K	0.002	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001
Toplam	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Or	0.19	0.04	0.05	0.04	0.13	0.08	0.19	0.14	0.19	0.11	0.14	0.19	0.10
Ab	5.72	6.52	5.81	5.51	5.59	5.18	5.05	5.10	6.41	5.19	5.42	4.69	5.94
An	94.09	93.44	94.14	94.45	94.28	94.75	94.76	94.77	93.40	94.70	94.44	95.12	93.95

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır.

EK 3.12. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti izotrop gabro kayaçlarına ait plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-66 2/1	K-66 2/2	K-66 2/3	K-66 2/4	K-66 2/5	K-66 2/6	K-66 2/7r	K-66 2/8r	K-66 2/9r	K-66 2/10r	K-66 3/1	K-66 3/2	K-66 3/3
SiO_2	46.35	45.70	45.67	46.57	42.36	46.09	54.76	49.93	54.28	55.26	45.40	45.35	45.37
Al_2O_3	33.26	33.55	32.65	33.40	28.79	33.94	28.34	6.56	28.53	26.83	33.67	33.91	34.48
TiO_2	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	0.07	0.11	0.10	0.07	0.00	0.12	0.10	15.80	0.22	0.11	0.17	0.13	0.14
MnO	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
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	11.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	16.98	17.77	16.84	17.56	12.06	17.48	11.04	10.65	11.29	9.63	18.05	18.22	18.48
Na_2O	1.63	1.44	1.94	1.56	3.10	1.49	5.32	0.46	5.20	5.94	1.38	1.26	1.08
K_2O	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.07	0.11	0.04	0.10	0.02	0.03	0.03
Toplam	98.33	98.59	97.23	99.19	86.36	99.15	99.63	94.55	99.56	97.88	98.69	98.90	99.57
Si	2.166	2.132	2.153	2.159	2.223	2.137	2.478	2.502	2.460	2.536	2.116	2.111	2.100
AlIV	0.834	0.868	0.847	0.841	0.777	0.863	0.522	0.498	0.540	0.464	0.884	0.889	0.900
AlVI	0.997	0.977	0.966	0.984	1.003	0.992	0.990	-0.111	0.984	0.988	0.966	0.971	0.980
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe^{2+}	0.003	0.004	0.004	0.003	0.000	0.005	0.004	0.662	0.008	0.004	0.007	0.005	0.005
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.826	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ca	0.850	0.888	0.850	0.872	0.678	0.868	0.535	0.572	0.548	0.474	0.901	0.908	0.916
Na	0.148	0.130	0.178	0.140	0.316	0.134	0.467	0.044	0.457	0.529	0.125	0.114	0.097
K	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.004	0.007	0.002	0.006	0.001	0.002	0.002
Toplam	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Or	0.20	0.12	0.16	0.15	0.23	0.12	0.39	1.12	0.24	0.58	0.12	0.18	0.17
Ab	14.78	12.75	17.25	13.81	31.70	13.37	46.40	7.13	45.34	52.44	12.13	11.12	9.52
An	85.03	87.13	82.59	86.04	68.07	86.52	53.21	91.74	54.42	46.97	87.75	88.70	90.31

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır, r ; kenar.

EK 3.12. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti izotrop gabro kayaçlarına ait plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-66 3/4	K-66 3/5	K-66 3/6	K-66 3/7r	K-66 3/8r	K-66 3/9r	K-66 3/10r	K-66 3/11r	K-66 1/1	K-66 1/2	K-66 1/3	K-66 1/4	K-66 1/5
SiO_2	45.27	45.14	45.85	54.00	55.75	54.68	56.80	56.77	44.88	44.59	44.79	44.51	49.16
Al_2O_3	34.32	33.93	33.12	28.82	27.81	27.90	27.06	26.68	33.73	34.59	34.64	34.80	32.04
TiO_2	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	0.10	0.14	0.13	0.10	0.03	0.08	0.04	0.12	0.12	0.14	0.21	0.19	0.03
MnO	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
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	18.17	18.23	17.85	11.84	10.32	10.37	9.30	8.94	17.56	18.84	18.69	18.84	15.25
Na_2O	1.27	1.26	1.70	5.04	5.75	5.64	6.44	6.30	1.19	0.89	0.89	0.85	2.91
K_2O	0.03	0.02	0.05	0.08	0.08	0.08	0.10	0.06	0.26	0.02	0.03	0.03	0.04
Toplam	99.16	98.73	98.69	99.89	99.75	98.76	99.74	98.87	97.73	99.08	99.24	99.21	99.43
Si	2.101	2.105	2.133	2.441	2.514	2.490	2.552	2.576	2.113	2.076	2.082	2.069	2.256
AlIV	0.899	0.895	0.867	0.559	0.486	0.510	0.448	0.424	0.887	0.924	0.918	0.931	0.744
AlVI	0.977	0.968	0.949	0.976	0.993	0.988	0.985	1.003	0.985	0.973	0.980	0.976	0.988
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe^{2+}	0.004	0.005	0.005	0.004	0.001	0.003	0.001	0.005	0.005	0.005	0.008	0.007	0.001
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ca	0.903	0.910	0.890	0.573	0.498	0.506	0.448	0.434	0.886	0.940	0.931	0.938	0.750
Na	0.114	0.114	0.153	0.442	0.503	0.498	0.561	0.554	0.109	0.081	0.080	0.077	0.259
K	0.002	0.001	0.003	0.005	0.005	0.005	0.006	0.004	0.015	0.001	0.002	0.002	0.002
Toplam	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Or	0.15	0.14	0.29	0.45	0.47	0.49	0.55	0.35	1.52	0.09	0.16	0.16	0.21
Ab	11.20	11.14	14.63	43.33	49.99	49.37	55.29	55.87	10.78	7.89	7.88	7.55	25.61
An	88.65	88.72	85.08	56.22	49.54	50.14	44.15	43.77	87.71	92.01	91.96	92.29	74.18

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır, r ; kenar.

EK 3.12. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti izotrop gabro kayaçlarına ait plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-66 1/6	K-66 1/7	K-66 1/8	K-66 1/9r	K-66 1/10r	K-66 1/11r	K-66 1/12r	K-66 1/13r	K-66 1/14r	K-66 5/1	K-66 5/2	K-66 5/3	K-66 5/4
SiO_2	44.84	44.04	43.94	57.15	55.46	54.66	55.82	55.36	55.19	61.61	56.79	56.09	56.37
Al_2O_3	34.59	34.78	33.93	26.48	28.26	28.14	27.57	27.63	27.60	23.72	26.46	27.67	26.82
TiO_2	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	0.11	0.10	0.06	0.06	0.08	0.12	0.08	0.05	0.06	0.02	0.02	0.03	0.16
MnO	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
MgO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
CaO	18.61	18.60	18.06	8.63	10.67	10.89	10.05	8.82	10.39	5.43	9.14	9.98	9.18
Na_2O	0.91	0.69	1.10	6.60	5.45	5.43	5.86	5.65	5.56	8.22	6.49	5.88	6.20
K_2O	0.04	0.03	0.03	0.11	0.11	0.10	0.12	0.50	0.06	0.09	0.10	0.09	0.09
Toplam	99.10	98.24	97.12	99.04	100.02	99.34	99.50	98.01	98.86	99.09	99.00	99.73	98.81
Si	2.086	2.069	2.082	2.584	2.499	2.479	2.522	2.539	2.514	2.764	2.570	2.528	2.561
AlIV	0.914	0.931	0.918	0.416	0.501	0.521	0.478	0.461	0.486	0.236	0.430	0.472	0.439
AlVI	0.983	0.995	0.978	0.995	1.000	0.983	0.990	1.033	0.996	1.018	0.981	0.998	0.996
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe^{2+}	0.004	0.004	0.002	0.002	0.003	0.004	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.006
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000
Ca	0.928	0.936	0.917	0.418	0.515	0.529	0.486	0.434	0.507	0.261	0.443	0.482	0.447
Na	0.082	0.063	0.101	0.578	0.476	0.478	0.513	0.502	0.491	0.715	0.570	0.514	0.546
K	0.002	0.002	0.002	0.006	0.006	0.006	0.007	0.029	0.004	0.005	0.006	0.005	0.005
Toplam	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Or	0.23	0.19	0.16	0.62	0.64	0.59	0.69	3.05	0.37	0.55	0.55	0.49	0.50
Ab	8.14	6.28	9.91	57.67	47.74	47.17	50.99	52.03	49.00	72.86	55.93	51.36	54.73
An	91.63	93.53	89.93	41.71	51.62	52.24	48.33	44.92	50.62	26.58	43.52	48.15	44.77

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır, r ; kenar.

EK 3.12. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti izotrop gabro kayaçlarına ait plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-66 5/5	K-66 5/6	K-66 5/7	K-66 5/8	K-66 5/9	K-66 5/10	K-66 5/11	K-66 5/12	K-66 5/13	K-66 5/14	K-66 5/15	K-66 5/16	K-66 5/17
SiO_2	55.96	56.04	54.08	44.98	43.78	46.80	44.21	42.89	43.75	51.20	44.28	43.80	44.51
Al_2O_3	27.35	27.34	28.74	10.59	28.67	27.82	28.33	28.58	35.33	26.92	35.15	34.82	35.17
TiO_2	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	0.09	0.05	0.14	18.55	0.12	0.05	0.05	0.07	0.19	0.04	0.19	0.13	0.18
MnO	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
MgO	0.01	0.00	0.01	8.99	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
CaO	10.09	9.75	11.76	10.86	12.53	10.73	11.18	11.67	19.44	8.97	19.43	19.60	19.49
Na_2O	5.73	5.98	5.17	1.29	2.72	4.25	3.37	3.46	0.57	5.65	0.61	0.75	0.62
K_2O	0.13	0.10	0.06	0.27	0.01	0.05	0.03	0.05	0.03	0.06	0.01	0.05	0.03
Toplam	99.35	99.27	99.97	95.52	87.84	89.73	87.18	86.71	99.31	92.84	99.67	99.15	100.01
Si	2.535	2.536	2.441	2.230	2.271	2.353	2.298	2.236	2.035	2.471	2.052	2.038	2.056
AlIV	0.465	0.464	0.559	0.770	0.729	0.647	0.702	0.764	0.965	0.529	0.948	0.962	0.944
AlVI	0.996	0.995	0.969	-0.151	1.023	1.001	1.033	0.992	0.971	1.002	0.972	0.948	0.971
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe^{2+}	0.003	0.002	0.005	0.769	0.005	0.002	0.002	0.003	0.007	0.001	0.007	0.005	0.007
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg	0.001	0.000	0.001	0.664	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ca	0.490	0.473	0.569	0.577	0.696	0.578	0.623	0.652	0.968	0.464	0.965	0.977	0.964
Na	0.503	0.525	0.452	0.124	0.273	0.414	0.339	0.349	0.051	0.529	0.055	0.067	0.056
K	0.007	0.006	0.004	0.017	0.001	0.004	0.002	0.003	0.002	0.004	0.001	0.003	0.002
Toplam	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Or	0.74	0.57	0.35	2.38	0.10	0.35	0.21	0.32	0.17	0.40	0.08	0.28	0.15
Ab	50.32	52.33	44.14	17.26	28.17	41.60	35.21	34.78	5.03	53.05	5.41	6.44	5.46
An	48.94	47.10	55.51	80.36	71.73	58.05	64.58	64.89	94.80	46.55	94.51	93.29	94.39

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır.

EK 3.12. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti izotrop gabro kayaçlarına ait plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-66 5/18	K-66 5/19	K-66 5/20	K-66 5/21	K-66 5/22	K-66 5/23	K-66 5/24	K-66 5/25	K-66 5/26	K-66 5/27	K-66 5/28	K-66 5/29	K-66 5/30
SiO_2	44.60	44.25	44.58	44.69	44.40	49.45	42.48	50.73	44.42	43.15	44.57	44.64	44.67
Al_2O_3	34.84	34.99	34.95	34.67	34.71	26.87	30.92	25.66	34.77	31.63	35.15	34.35	34.66
TiO_2	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	0.26	0.18	0.17	0.20	0.16	0.04	0.22	0.01	0.26	0.20	0.17	0.11	0.18
MnO	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
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
CaO	19.22	19.55	19.25	18.80	18.92	9.50	14.56	7.90	18.84	15.46	19.58	19.00	18.81
Na_2O	0.82	0.59	0.81	0.80	0.77	5.22	2.47	5.32	0.73	1.99	0.68	0.98	0.88
K_2O	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.05	0.05	0.04	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03
Toplam	99.75	99.59	99.78	99.18	98.98	91.12	90.69	89.67	99.04	92.44	100.16	99.10	99.27
Si	2.064	2.053	2.061	2.080	2.070	2.436	2.134	2.541	2.071	2.136	2.055	2.076	2.075
AlIV	0.936	0.947	0.939	0.920	0.930	0.564	0.866	0.459	0.929	0.864	0.945	0.924	0.925
AlVI	0.963	0.967	0.966	0.981	0.978	0.996	0.964	1.056	0.981	0.981	0.965	0.959	0.973
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe^{2+}	0.010	0.007	0.006	0.008	0.006	0.002	0.009	0.001	0.010	0.008	0.006	0.004	0.007
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003
Ca	0.953	0.972	0.953	0.937	0.945	0.501	0.783	0.424	0.941	0.820	0.967	0.947	0.936
Na	0.073	0.053	0.073	0.072	0.070	0.498	0.240	0.517	0.066	0.191	0.061	0.089	0.079
K	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.003	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002
Toplam	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Or	0.10	0.10	0.15	0.15	0.12	0.29	0.34	0.25	0.12	0.08	0.11	0.11	0.18
Ab	7.13	5.18	7.06	7.14	6.87	49.69	23.39	54.81	6.58	18.86	5.88	8.55	7.75
An	92.77	94.73	92.79	92.71	93.01	50.02	76.28	44.94	93.29	81.06	94.00	91.34	92.07

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır.

EK 3.12. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti izotrop gabro kayaçlarına ait plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-66 5/31	K-66 5/32	K-66 5/33	K-66 5/34	K-66 5/35	K-66 5/36	K-66 5/37	K-66 5/38	K-66 5/39	K-66 5/40	K-66 5/41	K-66 5/42	K-66 5/43
SiO_2	42.78	44.40	43.78	43.62	44.07	43.82	43.42	41.26	44.51	48.16	45.78	46.47	46.49
Al_2O_3	31.77	34.74	34.94	34.35	28.06	34.99	35.21	32.17	34.98	8.01	33.83	33.35	33.14
TiO_2	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	0.13	0.22	0.15	0.12	0.05	0.11	0.10	0.16	0.12	13.55	0.20	0.11	0.06
MnO	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
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.04	12.06	0.00	0.00	0.00
CaO	16.00	19.01	19.47	18.75	11.58	18.55	19.10	16.21	19.03	9.35	18.10	17.33	17.30
Na_2O	2.03	0.86	0.61	0.88	3.41	0.85	0.60	1.94	0.89	0.49	1.31	1.76	1.82
K_2O	0.05	0.02	0.02	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.29	0.03	0.03	0.03
Toplam	92.76	99.25	98.98	97.76	87.20	98.36	98.46	91.85	99.60	91.92	99.26	99.05	98.84
Si	2.108	2.064	2.043	2.057	2.289	2.053	2.035	2.051	2.060	2.451	2.124	2.154	2.158
AlIV	0.892	0.936	0.957	0.943	0.711	0.947	0.965	0.949	0.940	0.549	0.876	0.846	0.842
AlVI	0.953	0.966	0.964	0.965	1.008	0.985	0.980	0.935	0.968	-0.069	0.973	0.975	0.971
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe^{2+}	0.005	0.009	0.006	0.005	0.002	0.004	0.004	0.006	0.005	0.577	0.008	0.004	0.002
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.003	0.915	0.000	0.000	0.000
Ca	0.845	0.946	0.973	0.947	0.645	0.931	0.959	0.863	0.943	0.510	0.899	0.860	0.861
Na	0.194	0.077	0.055	0.080	0.344	0.077	0.054	0.187	0.080	0.048	0.118	0.158	0.164
K	0.003	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.019	0.002	0.002	0.002
Toplam	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Or	0.28	0.13	0.13	0.22	0.19	0.18	0.21	0.22	0.22	3.25	0.18	0.17	0.18
Ab	18.64	7.55	5.37	7.81	34.71	7.62	5.36	17.75	7.77	8.34	11.57	15.50	15.96
An	81.08	92.33	94.50	91.97	65.11	92.19	94.43	82.04	92.02	88.41	88.25	84.34	83.86

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır.

EK 3.12. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti izotrop gabro kayaçlarına ait plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-66 5/44	K-66 5/45	K-66 5/46	K-66 5/47	K-66 5/48	K-66 5/49	K-66 5/50	K-182 1/1	K-182 1/2	K-182 1/3	K-182 1/4	K-182 1/5	K-182 1/6
SiO_2	55.63	54.76	56.33	57.63	57.87	56.90	56.96	48.32	49.34	39.69	47.06	46.95	47.25
Al_2O_3	27.83	28.20	27.46	26.52	26.39	26.60	27.11	32.27	32.26	28.89	32.24	32.86	33.20
TiO_2	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	0.08	0.10	0.08	0.06	0.11	0.07	0.04	0.26	0.20	1.67	0.17	0.21	0.28
MnO	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
MgO	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	3.11	0.00	0.01	0.08
CaO	10.33	10.76	10.00	9.18	7.88	9.10	9.63	16.07	13.94	11.08	16.01	17.27	17.07
Na_2O	5.78	5.51	6.03	6.52	6.82	6.47	6.62	2.54	2.85	3.17	2.42	1.94	2.01
K_2O	0.09	0.12	0.12	0.07	0.19	0.09	0.06	0.01	0.84	0.05	0.02	0.02	0.02
Toplam	99.74	99.45	100.01	100.00	99.25	99.24	100.44	99.46	99.45	87.65	97.92	99.26	99.91
Si	2.508	2.479	2.530	2.584	2.608	2.570	2.538	2.222	2.261	2.028	2.198	2.171	2.169
AlIV	0.492	0.521	0.470	0.416	0.392	0.430	0.462	0.778	0.739	0.972	0.802	0.829	0.831
AlVI	0.987	0.984	0.984	0.985	1.009	0.985	0.962	0.972	1.004	0.768	0.972	0.961	0.965
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe^{2+}	0.003	0.004	0.003	0.002	0.004	0.003	0.002	0.010	0.008	0.071	0.007	0.008	0.011
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.237	0.000	0.000	0.005
Ca	0.499	0.522	0.481	0.441	0.380	0.440	0.460	0.792	0.685	0.606	0.801	0.855	0.839
Na	0.505	0.483	0.525	0.566	0.596	0.567	0.572	0.226	0.253	0.314	0.220	0.174	0.179
K	0.005	0.007	0.007	0.004	0.011	0.005	0.004	0.001	0.049	0.003	0.001	0.001	0.001
Toplam	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Or	0.52	0.71	0.67	0.41	1.10	0.51	0.35	0.05	4.96	0.32	0.10	0.11	0.10
Ab	50.07	47.72	51.86	55.98	60.36	55.99	55.27	22.20	25.64	34.03	21.49	16.91	17.56
An	49.41	51.56	47.48	43.61	38.54	43.50	44.38	77.75	69.40	65.65	78.40	82.98	82.34

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır.

EK 3.12. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti izotrop gabro kayaçlarına ait plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-182 1/7	K-182 1/8	K-182 1/9	K-182 1/10	K-182 1/11	K-182 1/12	K-182 1/13	K-182 1/14	K-182 1/15	K-182 1/16	K-182 1/17	K-182 1/18	K-182 1/19
SiO_2	46.96	46.69	46.15	46.21	46.38	46.87	46.51	46.18	48.25	46.01	46.20	46.51	47.85
Al_2O_3	32.94	33.30	32.47	33.36	33.30	33.67	33.37	33.69	31.95	33.70	33.57	32.99	32.50
TiO_2	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	0.35	0.28	0.24	0.32	0.32	0.30	0.26	0.35	0.42	0.26	0.23	0.26	0.14
MnO	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
MgO	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	17.12	17.33	16.59	17.68	17.43	17.43	17.42	17.15	15.75	17.61	17.65	17.23	16.74
Na_2O	1.99	1.83	1.88	1.74	1.76	1.70	1.84	1.50	2.52	1.51	1.57	1.88	2.42
K_2O	0.00	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.06	0.02	0.01	0.01	0.00
Toplam	99.44	99.46	97.34	99.32	99.21	100.00	99.41	98.87	99.26	99.11	99.24	98.88	99.66
Si	2.166	2.155	2.176	2.137	2.147	2.154	2.147	2.148	2.222	2.135	2.140	2.159	2.197
AlIV	0.834	0.845	0.824	0.863	0.853	0.846	0.853	0.852	0.778	0.865	0.860	0.841	0.803
AlVI	0.957	0.967	0.980	0.955	0.964	0.977	0.963	0.996	0.956	0.978	0.973	0.963	0.955
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe^{2+}	0.014	0.011	0.009	0.012	0.012	0.012	0.010	0.014	0.016	0.010	0.009	0.010	0.006
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.022	0.000	0.000	0.000	0.000
Ca	0.846	0.857	0.838	0.876	0.864	0.858	0.861	0.855	0.777	0.875	0.876	0.857	0.823
Na	0.178	0.164	0.172	0.156	0.158	0.151	0.165	0.135	0.225	0.136	0.141	0.169	0.215
K	0.000	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.001	0.000
Toplam	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Or	0.00	0.16	0.08	0.07	0.11	0.13	0.05	0.08	0.33	0.10	0.06	0.08	0.03
Ab	17.40	16.01	17.00	15.10	15.45	14.96	16.06	13.65	22.41	13.43	13.87	16.47	20.71
An	82.60	83.83	82.92	84.83	84.44	84.92	83.89	86.26	77.25	86.47	86.07	83.45	79.26

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır.

EK 3.12. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti izotrop gabro kayaçlarına ait plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-182 1/20	K-182 2/1	K-182 2/2	K-182 2/3	K-182 2/4	K-182 2/5	K-182 2/6	K-182 2/7	K-182 2/8	K-182 2/9	K-182 2/10	K-182 2/11	K-182 2/12
SiO_2	48.79	49.78	49.12	48.92	48.74	48.83	48.77	49.40	49.45	49.65	49.50	48.21	47.60
Al_2O_3	32.46	32.00	32.32	32.48	32.38	32.20	32.68	31.79	31.59	31.40	32.05	32.55	32.61
TiO_2	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	0.22	0.23	0.21	0.10	0.28	0.29	0.27	0.26	0.26	0.29	0.23	0.28	0.28
MnO	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
MgO	0.00	0.00	0.03	0.01	0.04	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.00	0.01	0.02
CaO	15.77	15.70	15.82	15.98	15.96	15.77	16.15	15.24	14.81	15.09	15.61	16.50	16.20
Na_2O	2.70	2.80	2.70	2.61	2.62	2.55	2.44	2.90	3.02	3.10	2.67	2.39	2.34
K_2O	0.02	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01
Toplam	99.96	100.52	100.22	100.12	100.03	99.68	100.34	99.63	99.15	99.59	100.07	99.95	99.06
Si	2.230	2.264	2.240	2.234	2.228	2.241	2.225	2.264	2.276	2.274	2.262	2.209	2.200
AlIV	0.770	0.736	0.760	0.766	0.772	0.759	0.775	0.736	0.724	0.726	0.738	0.791	0.800
AlVI	0.979	0.979	0.977	0.982	0.972	0.984	0.983	0.981	0.989	0.970	0.989	0.966	0.975
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe^{2+}	0.009	0.009	0.008	0.004	0.011	0.011	0.010	0.010	0.010	0.011	0.009	0.011	0.011
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg	0.000	0.000	0.002	0.001	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001
Ca	0.772	0.765	0.773	0.782	0.782	0.776	0.790	0.748	0.730	0.741	0.764	0.810	0.802
Na	0.239	0.247	0.239	0.231	0.232	0.227	0.216	0.258	0.269	0.275	0.237	0.212	0.210
K	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001
Toplam	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Or	0.10	0.00	0.07	0.11	0.08	0.07	0.09	0.13	0.06	0.17	0.10	0.09	0.06
Ab	23.61	24.41	23.59	22.77	22.87	22.64	21.47	25.58	26.92	27.06	23.64	20.72	20.70
An	76.30	75.59	76.34	77.12	77.05	77.29	78.44	74.29	73.02	72.77	76.25	79.19	79.24

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır.

EK 3.12. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti izotrop gabro kayaçlarına ait plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-182 2/13	K-182 2/14	K-182 2/15	K-182 2/16	K-182 2/17	K-182 2/18	K-182 2/19	K-182 2/20	K-182 3/1	K-182 3/2	K-182 3/3	K-182 3/4	K-182 3/5
SiO_2	48.31	49.37	45.98	48.92	48.97	48.60	48.70	49.20	50.12	43.99	43.32	49.71	62.28
Al_2O_3	32.46	31.74	24.22	31.74	31.55	32.03	31.96	31.55	32.08	32.87	30.12	31.55	21.94
TiO_2	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	0.28	0.26	6.80	0.21	0.25	0.27	0.26	0.26	0.28	0.09	0.73	0.25	1.55
MnO	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
MgO	0.00	0.07	6.16	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	2.00	0.00	2.46
CaO	15.95	15.10	6.32	15.16	14.98	15.64	15.55	15.02	15.49	16.91	14.52	15.22	2.78
Na_2O	2.51	3.02	3.95	2.80	3.05	2.74	2.92	3.00	2.98	2.07	2.40	3.12	8.38
K_2O	0.01	0.03	0.03	0.01	0.08	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01
Toplam	99.52	99.60	93.46	98.85	98.90	99.29	99.42	99.05	100.97	95.95	93.12	99.88	99.41
Si	2.221	2.261	2.214	2.261	2.258	2.237	2.235	2.267	2.267	2.096	2.110	2.270	2.772
AlIV	0.779	0.739	0.786	0.739	0.742	0.763	0.765	0.733	0.733	0.904	0.890	0.730	0.228
AlVI	0.979	0.974	0.588	0.989	0.972	0.973	0.964	0.980	0.976	0.941	0.839	0.968	0.922
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe^{2+}	0.011	0.010	0.274	0.008	0.010	0.010	0.010	0.010	0.011	0.004	0.030	0.010	0.058
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg	0.000	0.005	0.442	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.146	0.000	0.164
Ca	0.786	0.741	0.326	0.750	0.740	0.771	0.765	0.741	0.751	0.863	0.758	0.745	0.133
Na	0.224	0.268	0.368	0.250	0.273	0.244	0.259	0.268	0.261	0.191	0.227	0.276	0.723
K	0.001	0.002	0.002	0.001	0.005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001
Toplam	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Or	0.07	0.16	0.26	0.07	0.47	0.10	0.13	0.07	0.05	0.09	0.16	0.11	0.08
Ab	22.15	26.54	52.93	25.01	26.81	24.04	25.30	26.51	25.79	18.13	23.01	27.03	84.43
An	77.78	73.30	46.81	74.92	72.72	75.86	74.57	73.42	74.16	81.78	76.83	72.86	15.49

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır.

EK 3.12. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti izotrop gabro kayaçlarına ait plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-182 3/6	K-182 3/7	K-182 3/8	K-182 3/9	K-182 3/10	K-182 3/11	K-182 3/12
SiO_2	49.48	49.59	48.54	48.27	47.69	48.07	45.95
Al_2O_3	31.59	32.07	31.95	33.07	32.24	32.71	29.34
TiO_2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	0.16	0.29	0.97	0.37	0.34	0.31	0.17
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.00	0.02	0.07	0.00	0.00	0.02	0.10
CaO	15.02	15.86	15.47	16.09	16.13	16.52	12.93
Na_2O	3.04	2.90	2.73	2.43	2.43	2.38	3.31
K_2O	0.02	0.01	0.01	0.02	0.00	0.02	0.04
Toplam	99.31	100.73	99.75	100.25	98.85	100.04	91.85
Si	2.273	2.249	2.227	2.204	2.208	2.200	2.271
AlIV	0.727	0.751	0.773	0.796	0.792	0.800	0.729
AlVI	0.983	0.962	0.954	0.983	0.968	0.964	0.981
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe^{2+}	0.006	0.011	0.037	0.014	0.013	0.012	0.007
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg	0.000	0.001	0.005	0.000	0.000	0.001	0.007
Ca	0.739	0.770	0.760	0.787	0.800	0.810	0.685
Na	0.271	0.255	0.243	0.215	0.219	0.211	0.317
K	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.003
Toplam	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Or	0.10	0.04	0.04	0.11	0.03	0.11	0.27
Ab	26.81	24.82	24.23	21.43	21.45	20.65	31.56
An	73.09	75.13	75.73	78.46	78.53	79.23	68.18

İyon numaralarının hesaplanmasında 16 (O) baz alınmıştır.

EK 3.13. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti mafik kümülat kayaçlarına ait amfibollerin mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-32 1/1	K-32 1/2
SiO_2	44.24	43.52
Al_2O_3	11.95	12.03
TiO_2	2.52	2.67
FeO	8.68	8.88
MnO	0.13	0.13
MgO	15.65	15.57
Cr_2O_3	0.25	0.26
CaO	12.08	11.93
Na_2O	2.23	2.30
K_2O	0.08	0.07
Toplam	97.81	97.39
Si	6.312	6.240
Al IV	1.688	1.760
Al VI	0.321	0.273
Ti	0.270	0.288
Fe^{3+}	0.474	0.562
Fe^{2+}	0.561	0.503
Cr	0.028	0.030
Mn	0.016	0.016
Mg	3.329	3.328
Ca	1.847	1.833
Na	0.616	0.641
K	0.014	0.013
(Ca+Na) (B)	2.000	2.000
Na (B)	0.153	0.167
(Na+K) (A)	0.477	0.487
Mg#	76.28	75.76

İyon numaralarının hesaplanmasında 23 (O) baz alınmıştır.

EK 3.14. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti izotrop gabro kayaçlarına ait amfibollerin mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-66 2/1	K-66 2/2	K-66 2/3	K-66 2/4	K-66 2/5	K-66 2/6	K-66 1/1	K-66 1/2	K-66 1/3	K-66 1/4	K-66 1/5	K-66 1/6	K-66 1/7
SiO_2	47.44	46.53	45.99	46.71	46.27	44.82	50.15	47.33	46.48	46.43	46.55	45.74	45.41
Al_2O_3	6.69	6.95	7.88	6.71	7.48	8.95	4.22	6.92	7.80	7.80	7.43	8.08	8.56
TiO_2	0.61	0.59	0.66	0.64	0.66	0.93	0.33	0.56	0.70	0.67	0.62	0.80	0.70
FeO	19.86	19.41	19.90	20.07	19.94	19.79	23.75	19.57	19.48	18.98	20.50	19.23	19.70
MnO	0.23	0.27	0.32	0.42	0.33	0.29	0.57	0.28	0.22	0.25	0.34	0.23	0.28
MgO	11.30	11.27	10.72	11.17	10.84	9.94	13.10	11.23	10.64	10.50	11.51	10.47	10.51
Cr_2O_3	0.04	0.05	0.05	0.03	0.02	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.09	0.04
CaO	9.48	9.68	9.64	9.13	9.41	10.29	4.39	10.02	10.67	10.74	8.91	10.86	10.28
Na_2O	0.78	0.86	0.95	0.82	0.92	1.24	0.45	0.85	1.13	0.99	0.99	1.10	1.24
K_2O	0.23	0.21	0.30	0.25	0.28	0.38	0.15	0.18	0.17	0.19	0.21	0.20	0.27
Toplam	96.67	95.81	96.40	95.96	96.15	96.65	97.11	96.97	97.29	96.56	97.06	96.81	96.99
Si	6.892	6.837	6.740	6.829	6.780	6.644	7.520	6.892	6.825	6.869	6.697	6.771	6.674
Al IV	1.108	1.163	1.260	1.157	1.220	1.356	0.480	1.108	1.175	1.131	1.259	1.229	1.326
Al VI	0.038	0.041	0.102	0.000	0.071	0.209	0.267	0.080	0.174	0.230	0.000	0.181	0.158
Ti	0.067	0.065	0.072	0.071	0.073	0.104	0.037	0.061	0.077	0.075	0.067	0.090	0.077
Fe^{3+}	1.720	1.657	1.655	1.901	1.733	1.240	0.000	1.502	1.136	1.025	2.149	1.060	1.369
Fe^{2+}	0.694	0.729	0.784	0.552	0.712	1.214	2.979	0.881	1.256	1.323	0.318	1.320	1.053
Cr	0.005	0.006	0.005	0.004	0.003	0.001	0.000	0.003	0.001	0.000	0.000	0.011	0.004
Mn	0.029	0.033	0.039	0.052	0.041	0.036	0.072	0.035	0.027	0.031	0.041	0.029	0.035
Mg	2.448	2.470	2.342	2.435	2.368	2.196	2.929	2.438	2.329	2.316	2.468	2.310	2.303
Ca	1.475	1.524	1.513	1.430	1.478	1.634	0.705	1.564	1.678	1.703	1.374	1.722	1.618
Na	0.220	0.244	0.271	0.233	0.260	0.357	0.131	0.240	0.321	0.283	0.277	0.316	0.354
K	0.042	0.039	0.056	0.047	0.052	0.072	0.029	0.033	0.032	0.036	0.039	0.038	0.050
(Ca+Na) (B)	1.695	1.768	1.784	1.662	1.738	1.992	0.724	1.803	1.999	1.986	1.650	2.000	1.972
Na (B)	0.220	0.244	0.271	0.233	0.260	0.357	0.019	0.240	0.321	0.283	0.277	0.278	0.354
(Na+K) (A)	0.042	0.039	0.056	0.047	0.052	0.072	0.141	0.033	0.032	0.036	0.039	0.076	0.050
Mg#	50.36	50.87	48.98	49.81	49.21	47.23	49.58	50.57	49.33	49.65	50.02	49.25	48.74

İyon numaralarının hesaplanmasında 23 (O) baz alınmıştır.

EK 3.14. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti izotrop gabro kayaçlarına ait amfibollerin mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-66 1/8	K-66 1/9	K-66 1/10	K-66 1/11	K-66 1/12	K-66 1/13	K-66 1/14	K-66 1/15	K-66 1/16	K-66 1/17	K-66 1/18	K-66 1/19	K-66 1/20
SiO_2	45.21	47.32	46.19	46.31	46.15	45.95	46.10	45.88	45.88	46.39	46.25	52.10	50.07
Al_2O_3	8.68	6.44	7.64	7.81	7.79	7.96	7.94	7.89	7.90	8.18	7.73	1.92	3.76
TiO_2	0.76	0.54	0.65	0.70	0.72	0.76	0.66	0.68	0.67	0.67	0.59	0.14	0.11
FeO	19.47	19.15	18.20	19.28	18.63	18.43	19.85	19.99	20.25	20.24	19.72	24.91	16.23
MnO	0.31	0.24	0.25	0.25	0.23	0.26	0.24	0.28	0.32	0.37	0.20	0.55	0.25
MgO	10.31	11.52	10.74	10.82	10.79	10.57	10.42	10.46	10.55	10.57	11.05	14.95	12.93
Cr_2O_3	0.00	0.02	0.02	0.02	0.06	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.09
CaO	10.79	10.12	10.69	10.36	10.89	10.76	10.11	10.18	9.75	9.69	9.26	2.00	11.75
Na_2O	1.15	0.96	0.93	0.97	0.95	1.06	1.11	1.04	1.00	1.12	0.94	0.22	0.26
K_2O	0.30	0.17	0.29	0.25	0.20	0.23	0.23	0.30	0.30	0.27	0.28	0.02	0.06
Toplam	96.99	96.47	95.59	96.77	96.42	96.01	96.70	96.72	96.63	97.49	96.11	96.81	95.52
Si	6.684	6.934	6.891	6.802	6.834	6.841	6.786	6.759	6.728	6.736	6.756	7.793	7.421
Al IV	1.316	1.066	1.109	1.198	1.166	1.159	1.214	1.241	1.272	1.264	1.244	0.207	0.579
Al VI	0.197	0.046	0.235	0.154	0.193	0.237	0.163	0.129	0.094	0.135	0.087	0.132	0.077
Ti	0.084	0.059	0.073	0.077	0.081	0.085	0.073	0.076	0.074	0.073	0.065	0.015	0.013
Fe^{3+}	1.147	1.419	0.983	1.301	1.035	0.965	1.352	1.394	1.623	1.602	1.802	0.000	0.648
Fe^{2+}	1.261	0.927	1.288	1.066	1.273	1.331	1.092	1.069	0.860	0.856	0.606	3.116	1.364
Cr	0.000	0.002	0.002	0.002	0.007	0.004	0.004	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.011
Mn	0.039	0.030	0.031	0.031	0.029	0.033	0.030	0.035	0.040	0.046	0.025	0.070	0.031
Mg	2.272	2.517	2.388	2.368	2.382	2.346	2.286	2.298	2.308	2.288	2.407	3.334	2.856
Ca	1.708	1.589	1.709	1.631	1.729	1.717	1.594	1.607	1.533	1.507	1.449	0.320	1.866
Na	0.330	0.272	0.270	0.278	0.274	0.305	0.316	0.297	0.284	0.315	0.268	0.064	0.074
K	0.056	0.032	0.054	0.048	0.039	0.044	0.044	0.057	0.056	0.051	0.052	0.004	0.012
(Ca+Na) (B)	2.000	1.861	1.979	1.908	2.000	2.000	1.910	1.904	1.817	1.822	1.717	0.336	1.939
Na (B)	0.292	0.272	0.270	0.278	0.271	0.283	0.316	0.297	0.284	0.315	0.268	0.016	0.074
(Na+K) (A)	0.095	0.032	0.054	0.048	0.041	0.066	0.044	0.057	0.056	0.051	0.052	0.052	0.012
Mg#	48.56	51.75	51.26	50.01	50.80	50.54	48.33	48.27	48.16	48.20	49.98	51.69	58.67

İyon numaralarının hesaplanmasında 23 (O) baz alınmıştır.

EK 3.14. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti izotrop gabro kayaçlarına ait amfibollerin mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-66 1/21	K-66 1/22	K-66 1/23	K-66 1/24	K-66 1/25	K-182 1/1	K-182 1/2	K-182 1/3	K-182 1/4	K-182 2/1	K-182 2/2	K-182 2/3	K-182 2/4
SiO_2	52.63	40.18	51.40	51.97	51.99	43.31	42.95	42.99	43.29	43.16	43.30	43.27	43.34
Al_2O_3	1.59	9.44	2.96	1.59	1.70	11.63	11.56	11.89	11.45	11.64	11.39	12.21	11.59
TiO_2	0.13	0.11	0.15	0.13	0.21	2.63	2.77	2.55	2.59	2.82	2.72	2.55	2.62
FeO	23.10	23.41	19.57	25.34	25.08	11.05	11.33	11.18	11.31	11.00	11.25	10.49	10.71
MnO	0.70	0.44	0.62	0.54	0.65	0.14	0.13	0.19	0.15	0.13	0.10	0.16	0.18
MgO	14.75	13.15	13.90	14.81	14.91	14.29	14.22	14.51	14.29	14.47	14.28	13.95	14.57
Cr_2O_3	0.07	0.00	0.01	0.00	0.00	0.28	0.25	0.25	0.23	0.22	0.23	0.19	0.28
CaO	3.91	2.71	7.17	1.52	2.11	11.71	11.60	12.16	11.74	11.63	11.56	11.05	11.60
Na_2O	0.25	0.21	0.31	0.19	0.19	2.32	2.23	2.23	2.23	2.23	2.18	1.89	2.07
K_2O	0.03	0.06	0.06	0.03	0.02	0.10	0.08	0.10	0.08	0.10	0.08	0.12	0.10
Toplam	97.16	89.70	96.15	96.11	96.86	97.46	97.13	98.05	97.36	97.39	97.09	95.88	97.05
Si	7.825	6.422	7.681	7.838	7.785	6.265	6.228	6.192	6.267	6.230	6.273	6.290	6.259
Al IV	0.175	1.578	0.319	0.162	0.215	1.735	1.772	1.808	1.733	1.770	1.727	1.710	1.741
Al VI	0.103	0.201	0.203	0.121	0.086	0.248	0.204	0.210	0.221	0.211	0.217	0.381	0.231
Ti	0.015	0.013	0.017	0.014	0.023	0.286	0.302	0.276	0.282	0.306	0.296	0.279	0.284
Fe^{3+}	0.000	1.273	0.000	0.000	0.024	0.585	0.690	0.622	0.640	0.680	0.675	0.751	0.721
Fe^{2+}	2.872	1.856	2.445	3.197	3.117	0.751	0.685	0.725	0.729	0.647	0.688	0.524	0.572
Cr	0.008	0.000	0.001	0.000	0.000	0.032	0.029	0.028	0.026	0.025	0.026	0.022	0.032
Mn	0.088	0.059	0.079	0.069	0.082	0.018	0.016	0.023	0.018	0.016	0.012	0.019	0.022
Mg	3.270	3.133	3.096	3.330	3.329	3.080	3.075	3.116	3.083	3.114	3.085	3.024	3.137
Ca	0.623	0.464	1.148	0.246	0.338	1.815	1.802	1.877	1.821	1.799	1.794	1.722	1.796
Na	0.071	0.065	0.090	0.055	0.054	0.651	0.628	0.624	0.625	0.624	0.613	0.534	0.578
K	0.007	0.012	0.012	0.005	0.005	0.018	0.015	0.019	0.014	0.018	0.016	0.022	0.018
(Ca+Na) (B)	0.648	0.466	1.163	0.273	0.342	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Na (B)	0.026	0.003	0.016	0.027	0.003	0.185	0.198	0.123	0.179	0.201	0.206	0.278	0.204
(Na+K) (A)	0.052	0.074	0.086	0.033	0.055	0.484	0.444	0.520	0.461	0.441	0.422	0.277	0.392
Mg#	53.24	50.03	55.87	51.02	51.46	69.75	69.11	69.82	69.24	70.11	69.35	70.34	70.80

İyon numaralarının hesaplanmasında 23 (O) baz alınmıştır.

EK 3.15. Kuluncak (Malatya) ofiyoliti tektonitlerine ait spinellerin mineral kimyası analiz sonuçları.

Örnek No	K-140 1/1	K-140 1/2	K-140 1/3	K-140 1/4	K-147 1/1	K-147 1/2	K-147 1/3	K-147 1/4	K-147 1/5
SiO_2	0.09	0.05	0.08	0.15	0.05	0.05	0.04	0.08	0.07
TiO_2	0.02	0.02	0.03	0.04	0.02	0.05	0.04	0.02	0.02
Al_2O_3	22.62	22.93	23.29	22.80	21.68	21.85	21.76	21.94	22.06
Cr_2O_3	45.20	45.69	45.88	46.25	47.54	47.45	48.04	48.07	47.24
FeO	17.98	17.70	17.51	17.34	17.54	17.39	17.48	17.45	17.36
MnO	0.31	0.27	0.31	0.29	0.30	0.27	0.29	0.26	0.23
MgO	13.38	13.27	13.21	13.30	12.71	12.59	12.72	12.82	12.50
Toplam	99.59	99.93	100.31	100.17	99.83	99.66	100.35	100.64	99.47
Si	0.003	0.002	0.002	0.005	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002
Ti	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000
Al	0.818	0.827	0.836	0.820	0.790	0.797	0.789	0.792	0.805
Cr	1.096	1.105	1.105	1.116	1.162	1.161	1.168	1.164	1.157
Fe^{+3}	0.080	0.066	0.054	0.053	0.045	0.037	0.038	0.038	0.033
Fe^{+2}	0.381	0.387	0.392	0.390	0.409	0.413	0.411	0.409	0.417
Mn	0.008	0.007	0.008	0.007	0.008	0.007	0.008	0.007	0.006
Mg	0.612	0.605	0.600	0.605	0.586	0.581	0.583	0.585	0.577
Toplam	2.999	2.999	2.998	2.998	3.000	2.999	3.000	2.999	2.998
Mg#	61.62	60.99	60.48	60.82	58.90	58.42	58.65	58.88	58.06
Cr#	57.27	57.20	56.92	57.64	59.53	59.30	59.69	59.51	58.96

İyon numaralarının hesaplanmasında 4 (O) baz alınmıştır.

EK 4.1. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait mafik kümülat, izotrop gabro, levha dayk, volkanik ve rodejit kayaç gruplarının Sr-Nd izotop içerikleri (İlksel oranlar 90 My'a göre hesaplanmıştır).

Örnek No	Kayaç Adı	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Nd (ppm)	Sm (ppm)	$^{87}Sr/^{86}Sr$	±2σ	$^{143}Nd/^{144}Nd$	±2σ	$^{87}Sr/^{86}Sr(i)$	$^{143}Nd/^{144}Nd(i)$	εNd (t)
H-6	Mafik kümülat	0.5	304.5	0.5	0.3	0.706373	0.000015	0.513059	0.000008	0.706367	0.512872	8.21
H-13	Mafik kümülat	0.2	270.9	0.3	0.2	0.705546	0.000015	0.513108	0.000015	0.705544	0.512906	9.17
H-15	Mafik kümülat	0.2	107.8	0.5	0.2	0.703555	0.000013	0.513021	0.000008	0.703548	0.512853	7.47
H-27	Mafik kümülat	0.4	127.8	1.5	0.8	0.704069	0.000015			0.704058		
K-78	İzotrop gabro (IAT)	1.9	145.6	7.5	3.2	0.704544	0.000007	0.513086	0.000006	0.704496	0.512936	8.74
K-81	İzotrop gabro (IAT)	1.3	392.6	5.4	2.0	0.705783	0.000008	0.513086	0.000004	0.705771	0.512956	8.73
K-20	İzotrop gabro (BON)	0.3	36.2	0.4	0.1	0.705856	0.000008	0.512785	0.000006	0.705825	0.512661	2.87
K-60	İzotrop gabro (BON)		273.8	2.2	0.5	0.705855	0.000009	0.512635	0.000009		0.512559	-0.06
K-124	Levha dayk (IAT)		102.8	12.9	4.4	0.704699	0.000009	0.513067	0.000004		0.512945	8.38
K-136	Levha dayk (IAT)	6.1	46.4	12.7	4.8	0.707698	0.000008	0.513088	0.000004	0.707212	0.512953	8.78
K-96	Levha dayk (BON)	3.9	111.6	4.2	1.3	0.705686	0.000006	0.513011	0.000018	0.705557	0.512899	7.28
K-106	Levha dayk (BON)	12.3	115.6	2.3	0.9	0.705591	0.000007	0.512967	0.000004	0.705197	0.512823	6.41
K-51	Volkanik (IAT)		82.9	5.1	2.0	0.705871	0.000008	0.512984	0.000006		0.512842	6.74
K-64	Volkanik (IAT)		49.8	7.5	2.6	0.706239	0.000016	0.513089	0.000003		0.512966	8.80
K-110	Volkanik (IAT)	7.5	157.4	14.4	4.9	0.703904	0.000008	0.513029	0.000003	0.703728	0.512908	7.63
K-228	Volkanik (BON)	0.5	36.7	1.0	0.4	0.706932	0.000027	0.512925	0.000009	0.706881	0.512786	5.60
K-229	Volkanik (BON)	0.7	73.6	0.7	0.3	0.706308	0.000011	0.512883	0.000004	0.706273	0.512716	4.79
HK-09	Rodenjit	12.0	253.9	17.2	2.4	0.705640	0.000019	0.512551	0.000005	0.705465	0.512502	-1.70
HK-15	Rodenjit	0.2	12.0	2.1	0.4	0.706294	0.000020	0.512668	0.000010	0.706232	0.512607	0.59

IAT: Ada yayı toleyitik; BON: Boninitik.

EK 4.2. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait mafik kümülat, izotrop gabro, levha dayk, volkanik ve rodejit kayaç gruplarının Pb izotop içerikleri (İlksel oranlar 90 My'a göre hesaplanmıştır).

Örnek No	Kayaç Adı	U (ppm)	Th (ppm)	Pb (ppm)	$^{206}Pb/^{204}Pb$	±2σ	$^{207}Pb/^{204}Pb$	±2σ	$^{208}Pb/^{204}Pb$	±2σ	$^{206}Pb/^{204}Pb(i)$	$^{207}Pb/^{204}Pb(i)$	$^{208}Pb/^{204}Pb(i)$
H-6	Mafik kümülat	0.007	0.029	0.297	18.651	0.0008	15.644	0.0006	38.681	0.0019	18.629	15.643	38.652
H-13	Mafik kümülat	0.002	0.003	0.146	18.685	0.0025	15.657	0.0022	38.729	0.0056	18.673	15.657	38.723
H-15	Mafik kümülat	0.004	0.002	0.196	18.582	0.0027	15.632	0.0022	38.616	0.0058	18.565	15.631	38.614
H-27	Mafik kümülat	0.004	0.007	0.395	18.382	0.0009	15.566	0.0009	38.335	0.0022	18.374	15.566	38.330
K-78	İzotrop gabro (IAT)	0.100	0.200		18.123	0.0181	15.602	0.0156	38.246	0.0382			
K-81	İzotrop gabro (IAT)				18.068	0.0181	15.630	0.0156	38.290	0.0383			
K-20	İzotrop gabro (BON)				18.374	0.0184	15.705	0.0157	39.045	0.0390			
K-60	İzotrop gabro (BON)	0.400	0.900		19.696	0.0197	15.681	0.0157	39.593	0.0396			
K-124	Levha dayk (IAT)		0.300	0.200	18.228	0.0182	15.574	0.0156	38.375	0.0384			37.938
K-136	Levha dayk (IAT)			0.200	18.344	0.0183	15.641	0.0156	38.490	0.0385			
K-96	Levha dayk (BON)			0.100	18.212	0.0182	15.588	0.0156	38.299	0.0383			
K-106	Levha dayk (BON)			1.500	19.002	0.0190	15.587	0.0156	39.122	0.0391			
K-51	Volkanik (IAT)	0.400	0.500	0.400	18.856	0.0189	15.618	0.0156	38.936	0.0389	17.952	15.575	38.565
K-64	Volkanik (IAT)			0.200	18.258	0.0183	15.594	0.0156	38.391	0.0384			
K-110	Volkanik (IAT)	0.400	0.300	1.000	18.394	0.0184	15.559	0.0156	38.204	0.0382	18.038	15.542	38.117
K-228	Volkanik (BON)			0.500	18.699	0.0187	15.719	0.0157	38.978	0.0390			
K-229	Volkanik (BON)			0.500	18.720	0.0187	15.697	0.0157	38.924	0.0389			
HK-09	Rodenjit	2.800	10.100	1.100	20.242	0.0010	15.678	0.0081	40.604	0.0022	17.847	15.564	37.770
HK-15	Rodenjit	0.900	1.700	3.300	18.991	0.0012	15.630	0.0013	39.078	0.0042	18.743	15.619	38.924

IAT: Ada yayı toleyitik; BON: Boninitik.

EK 5.1. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait mafik kümülat kayaç örneklerinin LA-MC-ICP-MS ölçüm sonuçları.

	U (ppm)	Th (ppm)	Pb (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ yaş (My)	2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ yaş (My)	2σ	$^{206}Pb/^{238}U$ yaş (My)	2σ
K-32-1	163.3	49.7	1.95	0.3	0.0475	0.0023	0.0932	0.0062	0.01467	0.00089	314	43	90.6	5.9	93.8	5.6
K-32-2	219	32.6	1.318	0.15	0.0484	0.0019	0.0944	0.0063	0.01419	0.00085	287	44	92.1	5.9	90.8	5.4
K-32-5	373	91.2	3.64	0.24	0.0484	0.0011	0.0934	0.0059	0.01428	0.00087	203	33	90.2	5.4	91.4	5.5
K-32-6	360	83.7	3.43	0.23	0.0478	0.0012	0.0943	0.0056	0.01443	0.00079	211	27	91.1	5.2	92.3	5
K-69-2	431	144.1	5.16	0.34	0.0479	0.0014	0.0801	0.0054	0.01247	0.00075	187	34	78.5	5.1	79.8	4.8
K-69-3	342	90	2.98	0.26	0.0476	0.0016	0.0816	0.0062	0.01253	0.00089	197	28	80.8	5.8	80.2	5.7
K-69-7	1225	363.2	13.23	0.3	0.04809	0.00054	0.0849	0.0054	0.01277	0.00079	140	13	82.4	5	81.7	5

EK 5.2. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait izotrop gabro kayaç örneklerinin LA-MC-ICP-MS ölçüm sonuçları.

	U (ppm)	Th (ppm)	Pb (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ yaş (My)	2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ yaş (My)	2σ	$^{206}Pb/^{238}U$ yaş (My)	2σ
K-20-1	1450	828	32	0.57	0.04704	0.00052	0.0899	0.0056	0.01385	0.00086	84	13	87.5	5.3	88.6	5.5
K-22-1	1247	584	20.5	0.46	0.0495	0.0011	0.0833	0.0051	0.01218	0.00072	242	41	81	4.8	78	4.6
K-22-2	1157	376	14.83	0.33	0.04834	0.00065	0.0938	0.0073	0.0142	0.0011	125	16	90.6	6.7	90.9	6.8
K-78-1	664	121.3	4.39	0.18	0.04766	0.0008	0.0835	0.0054	0.01286	0.00077	142	22	81	5	82.3	4.9
K-78-2	2131	1491	49.8	0.71	0.04796	0.00044	0.0789	0.005	0.01195	0.00077	104	12	76.8	4.7	76.5	4.9
K-184-2	24.58	13.16	0.624	0.54	0.06	0.0120	0.108	0.022	0.01441	0.00078	1170	130	107	21	92.2	4.9
K-184-4	20.19	13.9	0.602	0.66	0.062	0.0130	0.11	0.025	0.01558	0.00098	1350	150	107	24	99.5	6.2
K-184-5	16.95	5.36	0.322	0.29	0.06	0.0170	0.129	0.037	0.0154	0.001	1620	170	120	32	98.1	6.3
K-184-6	44.1	47.5	2.05	1.06	0.0553	0.0070	0.11	0.015	0.0149	0.00089	816	91	107	14	95.3	5.6
K-184-8	27.2	7.92	0.354	0.29	0.0482	0.0085	0.1	0.019	0.01461	0.00087	680	110	96	18	93.4	5.5
K-184-10	17.59	13.77	0.606	0.76	0.062	0.0180	0.116	0.036	0.01481	0.00097	1510	180	109	32	94.7	6.2
K-184-11	45.7	35.3	1.41	0.77	0.05	0.0076	0.106	0.016	0.01518	0.0009	770	120	100	15	97	5.7
K-184-12	25.53	23.06	0.991	0.9	0.049	0.0110	0.1	0.023	0.0146	0.001	1170	160	102	21	93.5	6.4
K-184-13	71.1	70.7	2.76	1.01	0.0448	0.0042	0.09	0.0088	0.01434	0.00078	466	76	86.5	8.2	91.7	5
K-184-14	43.3	13.85	0.496	0.31	0.0488	0.0072	0.097	0.014	0.01442	0.00088	890	130	95	13	92.2	5.6
K-184-15	30.1	22.2	0.843	0.74	0.049	0.0110	0.094	0.02	0.01419	0.00094	970	130	86	19	90.7	5.9
K-184-16	38.2	31.7	1.326	0.84	0.0505	0.0082	0.104	0.017	0.01496	0.00092	860	130	100	16	95.6	5.9
K-184-19	26.7	20.05	0.776	0.76	0.041	0.0120	0.101	0.028	0.0148	0.0011	960	200	96	25	94.4	6.9
K-184-20	22.5	5.97	0.203	0.2	0.065	0.0120	0.127	0.023	0.0151	0.0011	1230	150	115	21	96.6	6.7

EK 5.3. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait rodenjit örneğinin LA-MC-ICP-MS ölçüm sonuçları.

	U (ppm)	Th (ppm)	Pb (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ yaş (My)	2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ yaş (My)	2σ	$^{206}Pb/^{238}U$ yaş (My)	2σ
HK-9-1	236	101	4.24	0.42	0.0492	0.002	0.0948	0.0037	0.01442	0.00019	230	54	91.9	3.4	92.3	1.2
HK-9-2	935	517	23.15	0.55	0.04802	0.00053	0.0967	0.0012	0.01464	0.00018	124	15	93.8	1.2	93.7	1.2
HK-9-3	564	392	16.27	0.69	0.0476	0.0014	0.0976	0.0034	0.01485	0.00029	159	29	94.5	3.1	95	1.8
HK-9-4	2420	2530	101.9	0.98	0.0483	0.00041	0.0987	0.0018	0.01492	0.00028	112	15	95.6	1.7	95.5	1.8
HK-9-5	288.2	115.2	4.75	0.4	0.048	0.0017	0.0968	0.0038	0.01484	0.00032	183	38	93.7	3.5	95.2	2
HK-9-6	3049	5020	203.9	1.67	0.04812	0.0004	0.0973	0.0021	0.01478	0.00026	101	11	94.2	2	94.6	1.7
HK-9-8	153.5	74.9	3.38	0.5	0.0493	0.0029	0.1	0.0065	0.01485	0.00037	243	57	97.6	6.2	95.1	2.3
HK-9-9	564.4	554	24.7	1	0.0487	0.0015	0.1008	0.0034	0.01529	0.00043	147	28	97.4	3.2	97.8	2.7
HK-9-10	1213	1128	45.5	0.95	0.0483	0.00077	0.0988	0.0025	0.01502	0.00028	120	19	95.7	2.3	96.1	1.7
HK-9-12	566	449	20.02	0.8	0.04831	0.00077	0.0994	0.0022	0.01491	0.00021	152	16	96.1	2	95.4	1.3
HK-9-13	529.4	230.7	10.34	0.44	0.04741	0.00097	0.0984	0.0028	0.0151	0.00027	139	24	95.3	2.6	96.6	1.7
HK-9-14	344	142.3	6.08	0.42	0.0476	0.0024	0.0963	0.0044	0.01496	0.00041	216	57	94.1	4.3	95.8	2.6
HK-9-15	3170	368	16.2	0.11	0.04759	0.00056	0.1003	0.0035	0.01515	0.00047	79	14	97	3.3	96.9	3
HK-9-16	427	186.8	8.32	0.44	0.0479	0.0014	0.0991	0.0036	0.01506	0.00033	157	27	96.8	3.3	96.3	2.1
HK-9-17	2202	367	17.59	0.15	0.0484	0.00051	0.1027	0.0021	0.01545	0.00028	119	15	99.2	1.9	98.9	1.8
HK-9-18	519	344.6	15.48	0.67	0.0488	0.0011	0.1017	0.0028	0.01518	0.0002	151	19	98.3	2.6	97.1	1.3
HK-9-20	572	266.2	12.49	0.46	0.04837	0.00081	0.1033	0.0022	0.01554	0.00023	141	16	100.2	2	99.4	1.5
HK-9-21	189.7	78.1	3.42	0.41	0.0476	0.0018	0.0965	0.0038	0.01483	0.00026	262	31	93.3	3.5	94.9	1.7
HK-9-22	411	246	11.34	0.61	0.0493	0.0011	0.1027	0.0028	0.01541	0.00036	231	26	99.2	2.6	98.6	2.3
HK-9-23	386	261	12.18	0.66	0.0481	0.0011	0.1016	0.0026	0.01532	0.00024	179	20	98.7	2.4	98.1	1.5
HK-9-24	132.1	34.5	1.76	0.26	0.0485	0.0025	0.1021	0.0052	0.01553	0.00027	316	51	98.4	4.8	99.3	1.7
HK-9-25	788	349	16.3	0.19	0.0481	0.00071	0.0997	0.0019	0.01514	0.00016	149	16	96.7	1.7	96.9	1

EK 5.3. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait rodenjit örneğinin LA-MC-ICP-MS ölçüm sonuçları.

	U (ppm)	Th (ppm)	Pb (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ yaş (My)	2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ yaş (My)	2σ	$^{206}Pb/^{238}U$ yaş (My)	2σ
K-205-1	486.6	281	10.44	0.58	0.0498	0.0022	0.0975	0.0047	0.01416	0.00019	203	47	94.4	4.3	90.6	1.2
K-205-2	520.8	298.4	13.28	0.57	0.0477	0.0011	0.0947	0.0023	0.01441	0.00009	161	25	91.8	2.1	92.2	0.6
K-205-3	886	965	38.75	1.09	0.0478	0.0011	0.0946	0.0023	0.01431	0.00013	140	26	91.7	2.1	91.6	0.8
K-205-5	481	286.9	11.05	0.6	0.0483	0.002	0.0975	0.0039	0.01473	0.00014	171	38	94.4	3.6	94.3	0.9
K-205-6	533	285.9	12.28	0.54	0.0485	0.0015	0.0968	0.0031	0.01463	0.00015	162	29	93.8	2.9	93.6	1.0
K-205-7	765	673	28.9	0.88	0.0481	0.0017	0.0964	0.0028	0.01472	0.00015	145	41	93.4	2.6	94.2	0.9
K-205-8	176.9	66.5	3.21	0.38	0.0499	0.0028	0.0984	0.0059	0.01465	0.00019	303	60	95.8	5.4	93.7	1.2
K-205-9	502.1	417.4	19.25	0.84	0.049	0.0027	0.0999	0.0055	0.01487	0.00023	189	70	96.6	5.1	95.1	1.5
K-205-10	435	248	10.86	0.57	0.048	0.0013	0.0964	0.0026	0.01462	0.00014	171	28	93.4	2.4	93.6	0.9
K-205-11	547	345.4	14.72	0.63	0.04857	0.00093	0.097	0.0019	0.01451	0.0001	174	23	93.9	1.8	92.9	0.7
K-205-12	211.8	86.6	3.79	0.41	0.0496	0.0019	0.0963	0.0035	0.01419	0.00016	291	40	93.2	3.3	90.8	1.0
K-205-13	451.8	239	9.33	0.54	0.0485	0.0022	0.0978	0.0042	0.01443	0.00018	240	46	94.7	3.9	92.3	1.1
K-205-16	495.2	341.2	15.24	0.7	0.0481	0.002	0.0972	0.0042	0.01467	0.00013	191	47	94.1	3.8	93.9	0.8
K-205-17	577.7	471.3	19.47	0.83	0.0477	0.001	0.0945	0.0024	0.01427	0.00014	174	29	91.6	2.2	91.4	0.9
K-205-18	842	664	27.82	0.8	0.04827	0.00078	0.0943	0.0017	0.014299	0.000089	145	17	91.4	1.6	91.5	0.6
K-205-19	723	573	24.3	0.8	0.04836	0.00091	0.0938	0.002	0.01426	0.00014	168	23	91	1.8	91.3	0.9
K-205-20	275	133.4	6.09	0.5	0.0484	0.0014	0.0976	0.0032	0.0145	0.00014	208	31	94.5	2.9	92.8	0.9

EK 5.3. Kuluncak (Malatya) ofiyolitine ait rodenjit örneğinin LA-MC-ICP-MS ölçüm sonuçları.

	U (ppm)	Th (ppm)	Pb (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ yaş (My)	2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ yaş (My)	2σ	$^{206}Pb/^{238}U$ yaş (My)	2σ
K-208-1	428	112.1	4.86	0.26	0.04746	0.00095	0.0949	0.0024	0.01453	0.00022	158	21	92	2.2	93	1.4
K-208-4	439	100.7	4.61	0.23	0.04865	0.00077	0.0995	0.0021	0.0148	0.00024	140	17	96.3	1.9	94.7	1.5
K-208-5	468	94.3	4.12	0.2	0.04848	0.00094	0.0985	0.0027	0.01492	0.00026	138	20	95.3	2.5	95.5	1.7
K-208-6	337	74.2	3.36	0.22	0.04771	0.00098	0.0966	0.0024	0.01466	0.00023	171	23	93.6	2.2	93.8	1.4
K-208-7	358.2	83.6	3.846	0.23	0.04895	0.00095	0.1009	0.0022	0.01498	0.00024	182	23	97.5	2	95.8	1.5
K-208-8	457	121.4	5.37	0.26	0.04883	0.00078	0.0988	0.0022	0.01486	0.00023	141	16	95.8	2.1	95.1	1.5
K-208-9	445	113.7	5.02	0.26	0.04815	0.00071	0.096	0.0019	0.0145	0.00022	146	18	93	1.8	92.8	1.4
K-208-10	426	111.9	4.86	0.25	0.0478	0.00089	0.0978	0.0021	0.0148	0.00023	156	21	94.7	1.9	94.7	1.5
K-208-11	435	100.2	4.47	0.23	0.04806	0.00084	0.0981	0.0022	0.01465	0.00023	160	23	95	2	93.7	1.4
K-208-12	464	104.4	4.64	0.23	0.04926	0.00075	0.0997	0.0023	0.01475	0.00026	191	22	96.5	2.1	94.4	1.7
K-208-13	346	75.7	3.48	0.22	0.0481	0.0011	0.0987	0.0027	0.01479	0.00028	194	26	95.5	2.5	94.7	1.8
K-208-14	472	112.7	5.01	0.24	0.04827	0.0008	0.0971	0.0022	0.01476	0.00026	153	19	94	2	94.4	1.6
K-208-15	367.8	80.7	3.7	0.22	0.0489	0.001	0.0965	0.003	0.01452	0.00041	150	24	94	2.9	92.9	2.6
K-208-16	480	111.1	4.94	0.23	0.04802	0.00087	0.0998	0.0026	0.01499	0.00031	132	18	96.8	2.4	95.9	2
K-208-17	536	116.4	4.85	0.21	0.04857	0.00083	0.0988	0.0027	0.01479	0.00038	127	18	95.6	2.5	94.7	2.4
K-208-18	599	142.5	6.13	0.23	0.0479	0.0011	0.0976	0.0033	0.0148	0.00036	144	29	94.9	3	94.7	2.3
K-208-19	395.7	103.8	4.51	0.26	0.04823	0.00093	0.0966	0.0028	0.01448	0.00029	185	21	93.8	2.6	92.6	1.8
K-208-20	403	92.6	3.94	0.23	0.04759	0.0009	0.0977	0.0032	0.0148	0.00038	143	28	94.6	3	94.7	2.4

EK 5.4. Kuluncak (Malatya) ofiyolitini kesen granit örneğinin LA-MC-ICP-MS ölçüm sonuçları.

	U (ppm)	Th (ppm)	Pb (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ yaş (My)	2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ yaş (My)	2σ	$^{206}Pb/^{238}U$ yaş (My)	2σ
K-48-1	1160.9	999	41.3	0.86	0.0481	0.001	0.0963	0.0026	0.01449	0.00025	145	26	93.4	2.4	92.7	1.6
K-48-2	650.3	425.8	15.93	0.66	0.0492	0.0025	0.0953	0.0055	0.01428	0.00025	231	56	92.3	5.1	91.4	1.6
K-48-3	558	447	17.81	0.8	0.0476	0.0012	0.0943	0.0023	0.0143	0.00015	157	24	91.5	2.1	91.53	0.95
K-48-4	930	731	28.02	0.78	0.0476	0.0012	0.093	0.0027	0.01434	0.00021	137	32	90.3	2.5	91.8	1.3
K-48-5	513	335.2	12.94	0.66	0.0486	0.0021	0.096	0.0044	0.0144	0.00019	233	52	93	4.1	92.2	1.2
K-48-6	231.4	120.7	5.08	0.52	0.0481	0.0017	0.0956	0.0031	0.01439	0.00018	227	37	92.6	2.9	92.1	1.1
K-48-7	742	796	34.36	1.06	0.04799	0.00077	0.0968	0.0016	0.014617	0.000084	138	17	93.8	1.5	93.55	0.53
K-48-8	529	443	19.09	0.83	0.0486	0.0011	0.0966	0.0025	0.01448	0.00022	187	23	93.6	2.3	92.7	1.4
K-48-9	972	739	31.6	0.75	0.04872	0.00073	0.0959	0.0016	0.01443	0.00016	162	16	93.1	1.5	92.3	1
K-48-10	392.8	281.5	11.98	0.71	0.0475	0.0015	0.0943	0.0033	0.01427	0.0002	193	33	91.4	3.1	91.4	1.3
K-48-11	307	194.8	9.24	0.63	0.0469	0.0011	0.0955	0.0029	0.01477	0.00032	150	26	92.6	2.7	94.5	2
K-48-13	468.6	259.6	10.89	0.55	0.048	0.00078	0.0943	0.0019	0.01422	0.00016	145	19	91.4	1.7	91	1
K-48-16	685	500.3	21.76	0.73	0.04807	0.00058	0.0971	0.0016	0.01463	0.00019	127	17	94.1	1.5	93.6	1.2
K-48-17	247.3	143.4	6.51	0.59	0.0491	0.0012	0.0981	0.0028	0.01473	0.00023	225	29	95	2.6	94.3	1.5
K-48-18	870	840	36.18	0.99	0.04875	0.00067	0.0985	0.0022	0.01478	0.00028	154	17	95.4	2	94.6	1.7
K-48-19	375.3	226.1	9.28	0.6	0.0488	0.0014	0.0963	0.0033	0.01458	0.00032	197	35	93.3	3	93.3	2.1
K-48-20	1064	1023	47.2	0.96	0.04833	0.00075	0.0969	0.0033	0.01457	0.00047	126	20	93.8	3.1	93.2	3
K-48-21	577	327	13.89	0.56	0.04821	0.00087	0.0968	0.0024	0.01474	0.00024	124	20	93.8	2.2	94.3	1.5
K-48-22	1137	1224	52.3	1.09	0.04802	0.00058	0.0967	0.002	0.01473	0.00028	128	13	93.7	1.8	94.3	1.8
K-48-23	518	498	22.28	0.93	0.04785	0.00067	0.0977	0.0023	0.01469	0.00028	131	16	94.6	2.1	94	1.8
K-48-24	1049	606	28.22	0.58	0.04824	0.00083	0.0955	0.002	0.01446	0.0003	135	18	92.6	1.9	92.5	1.9
K-48-25	772.6	860	38.7	1.11	0.04782	0.00069	0.0967	0.0022	0.01466	0.0003	119	17	93.7	2.1	93.8	1.9

EK 5.4. Kuluncak (Malatya) ofiyolitini kesen granit örneğinin LA-MC-ICP-MS ölçüm sonuçları.

	U (ppm)	Th (ppm)	Pb (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ yaş (My)	2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ yaş (My)	2σ	$^{206}Pb/^{238}U$ yaş (My)	2σ
K-66-1	714	378	15.6	0.49	0.04745	0.00063	0.0892	0.0017	0.01362	0.00021	131	15	86.7	1.6	87.2	1.4
K-66-2	250	125.8	5.8	0.49	0.048	0.0015	0.0955	0.0035	0.01445	0.00031	176	32	92.5	3.2	92.5	2
K-66-3	864	448	17.54	0.52	0.04856	0.00068	0.0888	0.0029	0.01344	0.00041	151	16	86.3	2.7	86.1	2.6
K-66-4	83	22.9	1.1	0.25	0.0488	0.0024	0.0984	0.0051	0.01464	0.00043	358	55	96.1	4.9	93.7	2.8
K-66-5	897	512	19.3	0.56	0.04796	0.00083	0.088	0.0035	0.01342	0.00046	142	22	85.6	3.2	85.9	2.9
K-66-6	757.1	377.6	16.07	0.5	0.04776	0.00074	0.0899	0.0022	0.01378	0.00027	106	16	87.3	2	88.2	1.7
K-66-7	479	173.9	7.36	0.36	0.0476	0.001	0.0891	0.0021	0.01359	0.00024	135	20	86.6	2	87	1.5
K-66-8	411.5	155.2	6.58	0.37	0.048	0.001	0.0885	0.0024	0.01346	0.00019	125	21	86	2.2	86.2	1.2
K-66-9	145.1	35.2	1.47	0.24	0.0478	0.0018	0.0891	0.0035	0.01351	0.00022	279	37	86.5	3.2	86.5	1.4
K-66-10	1476	308.7	13.33	0.21	0.04814	0.00046	0.0886	0.0017	0.01351	0.0002	109	11	86.2	1.6	86.5	1.3
K-66-11	513	256	10.15	0.46	0.0487	0.0012	0.0895	0.0036	0.01354	0.00043	163	23	86.9	3.4	86.7	2.8
K-66-13	3175	2108	84.2	0.67	0.04854	0.00054	0.0891	0.0019	0.01349	0.00028	134	20	86.7	1.8	86.4	1.8
K-66-14	238	74.6	3.39	0.31	0.0481	0.0021	0.0884	0.0038	0.01318	0.0004	209	51	86	3.6	84.4	2.5
K-66-15	658.8	302.9	12.14	0.46	0.04804	0.00079	0.089	0.0029	0.01333	0.00038	152	23	86.5	2.7	85.4	2.4
K-66-17	125.4	24.6	1.062	0.2	0.0495	0.0022	0.0932	0.0046	0.01353	0.00032	323	44	90.2	4.3	86.6	2
K-66-18	344	109.9	4.36	0.31	0.0495	0.0011	0.0928	0.003	0.0136	0.00032	248	26	90	2.8	87.3	2.1
K-66-19	246	64.8	2.68	0.24	0.0484	0.0013	0.091	0.0034	0.01358	0.00034	203	26	88.3	3.2	87	2.1
K-66-20	462.1	219.2	10.09	0.48	0.04814	0.00081	0.0967	0.0018	0.01447	0.00016	149	18	93.9	1.7	92.6	1
K-66-21	148.4	38.2	1.764	0.26	0.0493	0.002	0.0974	0.0047	0.01444	0.00032	291	41	94.2	4.3	92.4	2
K-66-22	517	192	8.7	0.31	0.0484	0.0013	0.0966	0.0035	0.01459	0.00031	199	30	93.5	3.3	93.3	2
K-66-23	255.1	56.4	2.42	0.22	0.0495	0.003	0.0986	0.0067	0.01461	0.00058	287	49	95.4	6.2	93.5	3.7
K-66-24	228	153	6.69	0.66	0.0481	0.0021	0.0961	0.0046	0.01442	0.0004	214	48	93.1	4.2	92.3	2.5
K-66-26	168	58.4	2.595	0.35	0.0477	0.0019	0.0883	0.0038	0.01382	0.00024	210	38	85.8	3.5	88.5	1.5
K-66-27	640	343	14.84	0.51	0.04806	0.00068	0.0947	0.0019	0.01436	0.00021	126	14	91.9	1.7	91.9	1.3
K-66-28	261.7	95.5	4.16	0.37	0.0482	0.0011	0.0954	0.0026	0.01448	0.00021	190	25	92.4	2.4	92.6	1.4
K-66-29	178.3	44	1.754	0.24	0.0487	0.0019	0.0919	0.004	0.01387	0.00029	230	33	89.2	3.7	88.8	1.9
K-66-30	348.7	90.2	3.72	0.26	0.0479	0.001	0.0917	0.0023	0.01389	0.00024	173	29	89.1	2.1	88.9	1.5
K-66-31	1087	520.6	22.79	0.47	0.04785	0.0005	0.096	0.0016	0.01457	0.00023	121	13	93	1.5	93.3	1.4

EK 5.4. Kuluncak (Malatya) ofiyolitini kesen granit örneğinin LA-MC-ICP-MS ölçüm sonuçları.

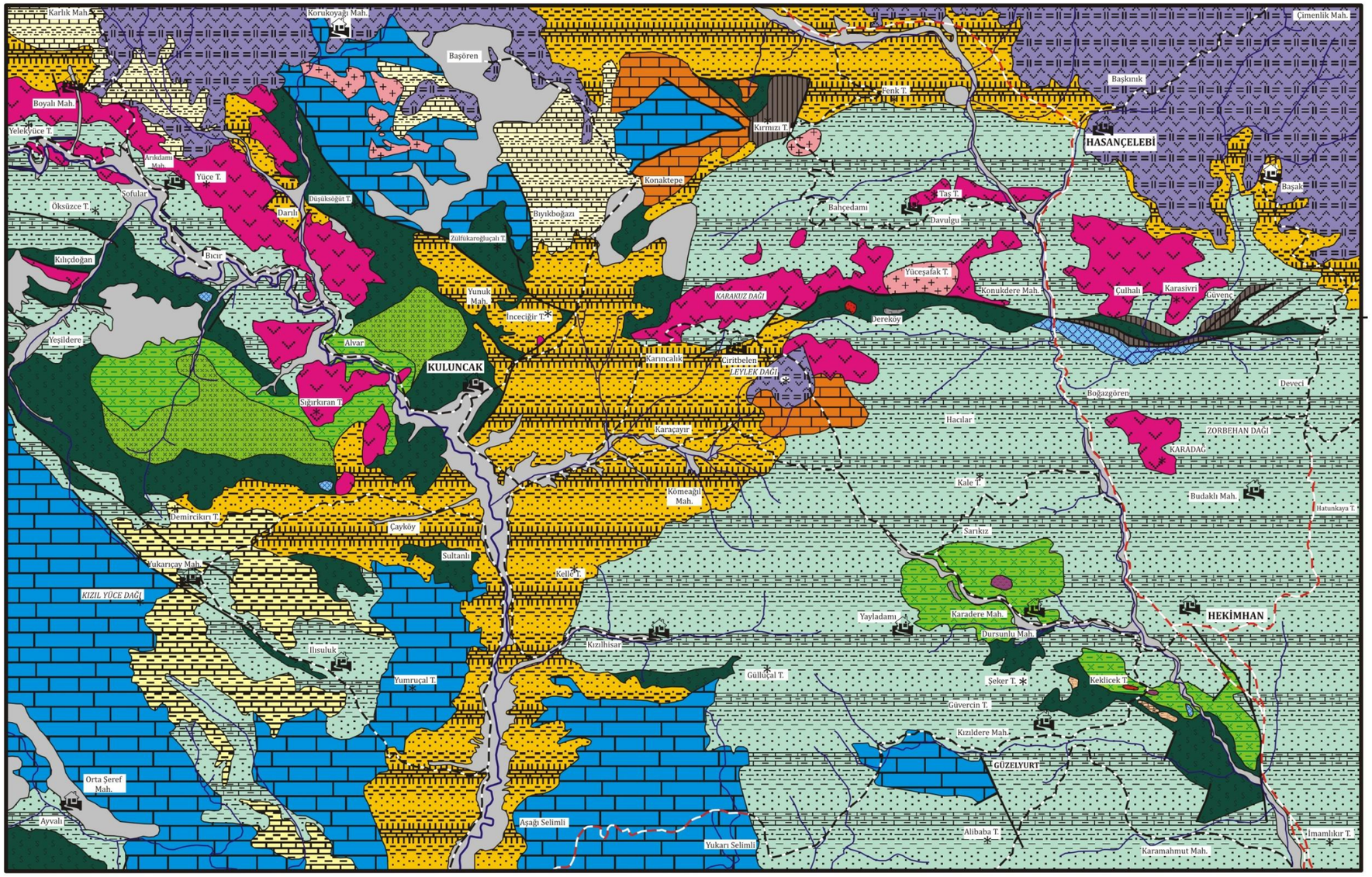
	U (ppm)	Th (ppm)	Pb (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ yaş (My)	2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ yaş (My)	2σ	$^{206}Pb/^{238}U$ yaş (My)	2σ
K-72-2	265.1	98	4.84	0.36	0.048	0.0014	0.0976	0.0036	0.01454	0.00026	159	32	94.4	3.4	93.1	1.6
K-72-5	220.2	158.5	7.24	0.72	0.046	0.0019	0.0937	0.0045	0.01466	0.00035	225	67	90.8	4.2	94.1	2.2
K-72-6	257	137	5.5	0.42	0.0482	0.002	0.0973	0.0049	0.01464	0.0005	233	47	94.2	4.6	93.7	3.2
K-72-7	656	430	17.02	0.65	0.0488	0.00087	0.0951	0.0033	0.01437	0.00043	151	18	92.1	3.1	92	2.7
K-72-9	90	42.4	1.8	0.46	0.0467	0.0036	0.0934	0.0077	0.01454	0.0007	289	75	90.4	7.2	93.1	4.4
K-72-10	193	143	6.63	0.69	0.0476	0.0019	0.0955	0.0039	0.01464	0.00035	210	38	93	3.5	93.7	2.2
K-72-12	198.7	119	4.9	0.57	0.0497	0.0018	0.0977	0.0058	0.01462	0.00063	210	38	94.5	5.4	93.6	4
K-72-13	190.3	133.9	6.01	0.7	0.0474	0.0014	0.0973	0.0031	0.0146	0.00025	184	34	94.2	2.9	93.4	1.6
K-72-14	530	505	24	0.94	0.0519	0.0015	0.1024	0.003	0.01409	0.00017	322	49	98.9	2.7	90.2	1.1
K-72-15	92.5	69.6	2.98	0.66	0.047	0.0022	0.0998	0.0049	0.01509	0.00021	286	42	96.3	4.5	96.6	1.3
K-72-16	260	108.5	4.75	0.41	0.0472	0.0013	0.097	0.003	0.01473	0.00022	161	29	93.9	2.8	94.3	1.4
K-72-17	129.5	53.3	2.23	0.41	0.048	0.0029	0.0969	0.0062	0.01469	0.00023	288	64	92.4	5.2	94	1.5
K-72-18	617.3	401.4	16.34	0.65	0.0477	0.0016	0.0971	0.0039	0.01462	0.00034	158	25	94	3.7	93.6	2.1
K-72-19	147.7	56.3	2.54	0.38	0.047	0.0019	0.0972	0.0039	0.01478	0.00022	206	43	94.5	3.6	94.6	1.4
K-72-20	764	702	28.5	0.9	0.0482	0.0024	0.0967	0.0057	0.01456	0.00048	165	56	93.6	5.2	93.2	3.1
K-72-21	99.5	36.44	1.439	0.37	0.0461	0.0028	0.095	0.0064	0.01469	0.00032	258	63	91.8	5.9	94	2
K-72-22	101.8	32.9	1.242	0.32	0.0464	0.0029	0.0916	0.0067	0.01436	0.00025	279	62	89.5	6.1	91.9	1.6
K-72-23	210.2	103.5	4.22	0.49	0.0497	0.0021	0.0968	0.0048	0.01423	0.00029	202	47	93.7	4.5	91.1	1.8
K-72-24	83.1	23	0.899	0.28	0.0482	0.0029	0.0941	0.0058	0.01445	0.00029	300	48	91.6	5.3	92.4	1.9
K-72-25	352.3	220.4	9.72	0.62	0.0482	0.0012	0.0974	0.0032	0.01454	0.00029	178	28	94.3	3	93.1	1.8

EK 5.4. Kuluncak (Malatya) ofiyolitini kesen granit örneğinin LA-MC-ICP-MS ölçüm sonuçları.

	U (ppm)	Th (ppm)	Pb (ppm)	Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$	2σ	$^{207}Pb/^{235}U$	2σ	$^{206}Pb/^{238}U$	2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ yaş (My)	2σ	$^{207}Pb/^{235}U$ yaş (My)	2σ	$^{206}Pb/^{238}U$ yaş (My)	2σ
K-133-1	565.7	2442	91.2	4.31	0.0482	0.0019	0.0949	0.003	0.01417	0.00013	174	37	92	2.8	90.7	0.85
K-133-3	374.5	403.8	17.56	1.08	0.0488	0.0016	0.0964	0.0034	0.01426	0.00019	214	37	93.4	3.2	91.3	1.2
K-133-4	338	736	31.24	2.21	0.0486	0.0013	0.0948	0.0026	0.0142	0.00012	242	32	92.1	2.4	90.9	0.76
K-133-5	649	2711	118.3	4.26	0.0479	0.0008	0.0954	0.0017	0.014385	0.000098	136	16	92.5	1.6	92.1	0.62
K-133-6	204.8	392	16.21	1.96	0.0493	0.0019	0.0981	0.0039	0.01439	0.00017	298	39	95.2	3.6	92.1	1.1
K-133-7	358.6	362.5	15.52	1.03	0.0486	0.0016	0.096	0.0034	0.01417	0.00017	203	38	93	3.2	90.7	1.1
K-133-10	169.6	172.2	7.34	1.04	0.0474	0.0018	0.0936	0.0037	0.01434	0.00017	238	44	91.5	3.5	91.8	1.1
K-133-11	262.2	418	17.21	1.61	0.0462	0.0025	0.0937	0.0055	0.01444	0.00022	199	58	91.9	5.4	92.4	1.4
K-133-12	674	1891	79.7	2.82	0.0478	0.0012	0.096	0.0025	0.01457	0.00012	172	27	93	2.3	93.3	0.79
K-133-13	223.6	413	16.58	1.86	0.0482	0.0025	0.096	0.0049	0.01428	0.00017	190	39	93	4.6	91.4	1.1
K-133-16	361.5	834	34.8	2.28	0.0488	0.0020	0.0953	0.0036	0.01424	0.0002	223	41	92.3	3.3	91.2	1.3
K-133-17	464.4	802.4	31.49	1.73	0.0483	0.0026	0.097	0.0052	0.01435	0.00022	211	62	93.9	4.9	91.9	1.4
K-133-18	207	721	30.6	3.49	0.0480	0.0018	0.0953	0.0034	0.01446	0.00013	257	40	92.3	3.1	92.5	0.85
K-133-19	99.8	110	4.49	1.09	0.0455	0.0039	0.0917	0.0077	0.01466	0.00031	381	98	90.1	6.9	93.8	2
K-133-20	903.9	1764	76.8	1.95	0.0484	0.0013	0.0962	0.0025	0.01437	0.0001	136	29	93.2	2.4	92.0	0.65
K-133-21	562	1797	82.6	3.21	0.0466	0.0012	0.0954	0.0027	0.01473	0.00012	124	30	92.5	2.5	94.3	0.76
K-133-22	507.4	1322.4	57.15	2.63	0.0484	0.0018	0.0972	0.0035	0.0146	0.00012	191	42	94.1	3.2	93.4	0.76
K-133-23	465	1623	74.33	3.51	0.0479	0.0013	0.0952	0.0023	0.01451	0.00011	156	29	92.6	2.2	92.9	0.7
K-133-24	657.9	2002	84.3	3.06	0.0484	0.0012	0.0952	0.0026	0.01426	0.00017	157	20	92.3	2.4	91.2	1.1
K-133-25	378	555	22.26	1.48	0.0471	0.0013	0.0933	0.0028	0.01432	0.00018	162	30	90.5	2.6	91.7	1.1

KULUNCAK, HEKİMHAN VE HASANÇELEBİ ÇEVRESİNİN JEOLOJİ HARİTASI

EK-6



AÇIKLAMALAR

- Alüvyon
- Yamadağ Volkanitleri
  - Uyumsuzluk
- Kangal Formasyonu
- Yılanlıdağ Formasyonu
  - Uyumsuzluk
- Selimiye Formasyonu
  - Uyumsuzluk
- Darende Formasyonu
  - Uyumsuzluk
- Boyalı Volkaniti
  - Uyumsuzluk
- Hasançelebi Kuluncak Magmatikleri
  - Dereköy-Sofular Dayk ve silleri
  - Hasançelebi-Kuluncak Siyenitoyidi
- Hekimhan Formasyonu
  - Uyumsuzluk
- Keklicek Graniti
- Güvenç Listveniti
- Kuluncak Ofiyoliti
  - Pelajik Çökeller
  - Volkanikler
  - Levha Dayklar
  - İzotrop Gabrolar
  - Mafik Kümülatlar
  - Ultramafik Kümülatlar
  - Tektonitler
- Andırın Formasyonu

SİMGELER

- Yerleşim Yeri
- Asfalt yol
- Kısmen asfalt, kısmen stabilize yol
- Akarsu
- Mevsimsel sulu ve kuru dere
- Tepe
- Fay
- Formasyon sınırı

K

0 4 km

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı **:Murat CAMUZCUOĞLU**

Doğum Tarihi **:30/04/1986**

E-mail **:murat_camuzcuoglu@hotmail.com**

Öğrenim Durumu **:**

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Jeoloji Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2009
Yüksek Lisans	Jeoloji Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2013
Doktora	Jeoloji Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2020

Görevler **:**

Görev Ünvanı	Görev Yeri	Yıl
Arş. Gör.	Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü	2011-2019

ESERLER (Makaleler ve Bildiriler)

Yayınlar:

Uluslararası - SCI/SCI-Expanded kategorisine giren:

1. Camuzcuoğlu, M.; Bağcı, U.; Koepke, J.; Wolff, P. Tectonic Significance of the cumulate gabbros within Kuluncak ophiolitic suite (Malatya, SE Turkey) inferred from geochemical data.. OFIOLITI, 2017, 42 , 81-103.

Ulusal - ULAKBİM Tarafından Taranan

1. Bağcı, U.; Koç, H.; Camuzcuoğlu, M.; Alpaslan, M. Çamlıyayla (Mersin) Yöresindeki Magmatik Kompleksin Petrografisi ve Jeokimyası, Güney Türkiye. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ DERGİSİ, 2018, 33 , 17-32.

Bilimsel Toplantılar:

Uluslararası - Özet - Sözlü:

1. CAMUZCUOĞLU, M.; BAĞCI, U.; KOEPKE, J.; WOLFF, P., Geochemical characteristics and tectonic significance of mafic cumulates in Kuluncak ophiolite (Malatya), SE Turkey. Goldschmidt 2013, 2013-08-25, 2013-08-30, Floransa, İtalya, 2013.

2. CAMUZCUOĞLU, M.; BAĞCI, U.; KOEPKE, J.; WOLFF, P., Hekimhan (Malatya) Bölgesi Ofiyolitik Kayaçlarındaki Kümülatların Petrografisi ve Jeokimyası. Uluslararası Katılımlı 6. Jeokimya Sempozyumu, 2014-05-14, 2014-05-17, MERSİN, Türkiye, 2014.

3. CAMUZCUOĞLU, M.; BAĞCI, U., Kuluncak-Hekimhan (MALATYA) Ofiyolitinin Petrolojisi ve Tektonik Ortamı. 71. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 2018-04-23, 2018-04-27, ANKARA, Türkiye, 2018.

Uluslararası - Özet - Poster

1. BAĞCI, U.; KOÇ, H.; CAMUZCUOĞLU, M.; ALPASLAN, M., The Geochemistry and Petrology of the Magmatic Complex from the Namrun (Mersin) region, Southern Turkey. 8th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology, 2014-10-13, 2014-10-17, MUĞLA, Türkiye, 2014.

2. AKBULUT, C.; GÜLER, C.; CAMUZCUOĞLU, M.; ALPTEKİN, A., Determination of Liquefaction Potensial of the Tarsus Plain (Mersin-Adana). 8th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology, 2014-10-13, 2014-10-17, MUĞLA, Türkiye, 2014.

3. CAMUZCUOĞLU, M.; BAĞCI, U., Kuluncak (MALATYA) Ofiyolitindeki Rodenjitlerin Jeokimyası, GD Türkiye. Uluslararası Katılımlı 7. Jeokimya Sempozyumu, 2016-05-16, 2016-05-18, Antalya, Türkiye, 2016.

4. CAMUZCUOĞLU, M.; BAĞCI, U., Kuluncak Ofiyolitine (Malatya, GD Türkiye) Ait Mafik Kümülatların Sr-Nd-Pb İzotop Jeokimyası . Uluslararası katılımlı 8. Jeokimya Sempozyumu, 2018-05-02, 2018-05-06, Antalya, Türkiye, 2018.