

**HEKİMHAN (MALATYA) BÖLGESİ OFİYOLİTİK
KAYAÇLARINDAKİ KÜMÜLATLARIN
PETROGRAFİSİ VE JEOKİMYASI**

MURAT CAMUZCUOĞLU

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MERSİN
ARALIK - 2012**

**HEKİMİHAN (MALATYA) BÖLGESİ OFİYOLİTİK
KAYAÇLARINDAKİ KÜMÜLATLARIN
PETROGRAFİSİ VE JEOKİMYASI**

MURAT CAMUZCUOĞLU

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. Utku BAĞCI**

**MERSİN
ARALIK – 2012**

Murat CAMUZCUOĞLU tarafından Yrd.Doç.Dr. Utku BAĞCI danışmanlığında hazırlanan “Hekimhan (Malatya) Bölgesi Ofiyolitik Kayaçlarındaki Kümülatların Petrografisi ve Jeokimyası” başlıklı bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Musa ALPASLAN

Prof. Dr. Osman PARLAK

Yrd.Doç.Dr. Utku BAĞCI

İmza

.....
.....
.....

Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 08.01./2013 tarih ve 2013-1/.....5 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....
Prof. Dr. A. Murat GİZİR
Enstitü Müdürü

Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

HEKİMHAN (MALATYA) BÖLGESİ OFİYOLİTİK KAYAÇLARINDAKİ KÜMÜLATLARIN PETROGRAFİSİ VE JEOKİMYASI

Murat CAMUZCUOĞLU

ÖZ

Doğu Toroslarda bölgesel olarak önemli olan Kuluncak (Malatya) ofiyoliti, manto tektonitleri, ultramafik-mafik kümülatlar, izotrop gabrolar, levha dayk kompleksi, plajiyogranit, volkanik kompleks ve pelajik örtü sedimanlarından oluşmaktadır. Ofiyolit istife ait mafik kümülatlar Hekimhan bölgesinde gözlenmekte, olivinli gabro ve gabro kayaçları ile temsil edilmekte, mezokümülat ve ortokümülat doku sunmaktadırlar. Kümülat kayaçlar içindeki minerallerin kristallenme sırası olivin (Fo 63.7–86.9)±krom spinel, klinopiroksen (En_{41.01–55.43}, Fs_{4.2–14.29}, Wo_{35.84–48.2}), plajiyoklaz (An_{73.4–93.67}) ve ortopiroksen (En_{76.81–83.51}, Fs_{15.68–21.47}, Wo_{0.73–1.85})’den oluşmaktadır. Kümüls ve postkümüls minerallerde önemli bir zonlanma gözlenmemektedir. Mafik kümülatlar içerisinde yüksek anortit içerikli plajiyoklazların (An_{73.4–93.67}) varlığı okyanusal kabuk gelişimi sırasındaki sulu ortamı işaret etmektedir. Magnezyumca zengin olivin (Mg#_{63.36–86.75}), klinopiroksen (Mg#_{74.96–92.09}) ve ortopiroksen (Mg#_{77.55–84.33}) okyanus içi dalma-batma zonu üstünde oluşan ofiyolitlerin özelliklerini yansıtmaktadır. Tüm bu veriler ofiyolitin İç Toros okyanusunun Geç Kretase’de kapanması esnasında okyanus içi dalma-batma zonu üzerinde oluştuğunu belirtmektedir.

Anahtar kelimeler: Ofiyolit, Kümülat, Petroğrafı, Jeokimya, Mineral Kimyası.

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

THE PETROGRAPHY AND GEOCHEMISTRY OF CUMULATES FROM OPHIOLITIC ROCKS IN HEKİMHAN (MALATYA) REGION

Murat CAMUZCUOĞLU

ABSTRACT

The regionally important Kuluncak (Malatya) Ophiolite in the Eastern Tauride, composed of mantle tectonites, ultramafic-mafic cumulates, isotropic gabbros, a sheeted dike complex, plagiogranite, extrusives and pelagic cover sediments. The mafic cumulates of the ophiolite suite are observed in Hekimhan region, represented by olivine gabro and gabbro, displaying mesocumulate and orthocumulate textures. The crystallization order for the cumulate rocks is olivine (Fo_{63.7-86.9})±chromian spinel, clinopyroxene (En_{41.01-55.43}, Fs_{4.2-14.29}, Wo_{35.84-48.2}), plagioclase (An_{73.4-93.67}) and orthopyroxene (En_{76.81-83.51}, Fs_{15.68-21.47}, Wo_{0.73-1.85}). The cumulus and postcumulus minerals do not show significant zoning. The presence of anorthite-rich plagioclases (An_{73.4-93.67}) in the mafic cumulate rocks indicates hydrous conditions at the time of oceanic crust generation. Highly magnesian olivine (Mg#_{63.36-86.75}), clinopyroxene (Mg#_{74.96-92.09}), orthopyroxene (Mg#_{77.55-84.33}) and their coexistency in the cumulate gabbroic rocks are indicative of suprasubduction zone environment. All the evidences suggest that the ophiolite were formed in a suprasubduction zone tectonic setting during the closure of the Inner Tauride in Late Cretaceous.

Key Words: Ophiolite, Cumulate, Petrography, Geochemistry, Mineral Chemistry.

Advisor: Asst.Prof.Dr. Utku BAĞCI, University of Mersin, Geological Engineering Department

TEŞEKKÜR

Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışma Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birimince BAP-FBE JM (MC) 2011-2 YL numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Yüksek Lisans tez çalışması sırasında yaptığı öneri ve eleştirileriyle tezin hazırlanmasında çok büyük emeği olan danışman hocam Yrd.Doç.Dr. Utku BAĞCI' ya içtenlikle teşekkür ederim. Tez jürisi, Prof.Dr. Osman PARLAK ve Prof.Dr. Musa ALPASLAN'a olumlu katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarında projemi destekleyen Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Fonu yetkililerine teşekkür ederim.

İnce kesitlerin yapımı sırasında yardımını esirgemeyen değerli hocam Öğr.Gör.Dr. Hayati KOÇ'a ve ayrıca Mersin Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nün değerli öğretim üyeleri ve araştırma görevlilerine teşekkür ederim.

Mineral kimyası analizlerinin yapılmasında yardımcı olan Hannover Leibniz Üniversitesi Mineraloji Enstitü (Almanya) başkanı Prof.Dr. Jürgen KOEPKE ve bu analizlerin yapılması sırasında bana yardımcı olan Arş.Gör. Paul Eric Wolff' a teşekkür ederim.

Tez çalışmam esnasında, yanımda olmadığı halde sanki hep yanımdaymış gibi bana en büyük desteği gösteren sevgili aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
EKLER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI	4
2.1. OFİYOLİT.....	4
2.2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	6
3. MATERYAL ve YÖNTEM	10
3.1. ARAZİ ÖNCESİ BÜRO ÇALIŞMASI	10
3.2. ARAZİ ÇALIŞMASI.....	10
3.3. LABORATUVAR ÇALIŞMASI	10
3.4. DEĞERLENDİRME ve TEZ YAZIMI	13
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	14
4.1. BÖLGESEL JEOLJİ	14
4.1.1. Kuluncak Ofiyoliti	16
4.1.2. Kekliceğ Granitoyidi	17
4.1.3. Karadere Formasyonu	17
4.1.4. Hekimhan Formasyonu	18
4.1.5. Alüvyon.....	20
4.2. ARAZİ GÖZLEMLERİ ve PETROGRAFI.....	21
4.2.1. Tektonitler	21
4.2.2. Kümülatlar.....	22
4.2.2.1. Olivinli gabro	25
4.2.2.2 Gabro.....	27
4.2.3. İzotrop Gabro	29
4.2.3.1. Gabro.....	29

4.3. JEOKİMYA	30
4.4. MİNERAL KİMYASI	35
4.4.1. Olivin	35
4.4.2. Klinopiroksen.....	37
4.4.3. Ortopiroksen.....	37
4.4.4. Plajiyoklaz.....	40
4.5. PETROJENEZ ve JEODİNAMİK YORUM	42
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	48
KAYNAKLAR	49
EKLER.....	61
ÖZGEÇMİŞ.....	92

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. ACME analitik laboratuvarları (Kanada) dedeksiyon limitleri	12
Çizelge 4.1. Kümülat kayaçların ana ve iz elementlerin içerikleri	30
Çizelge 4.2. Olivinlerin ana element içerikleri	35
Çizelge 4.3. Klinopiroksenlerin ana element içerikleri.....	37
Çizelge 4.4. Ortopiroksenlerin ana elementlerin içerikleri	38
Çizelge 4.5. Plajiyoklazların ana element içerikleri.....	40

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Türkiye ve yakın çevresinin tektonik birlikleri.....	2
Şekil 1.2. Çalışma alanının yer bulduru haritası	3
Şekil 2.1. Eksiksiz bir ofiyolit diziliminin alttan üstte doğru sıralanışı.....	5
Şekil 3.1. İnce kesit yapım aşamaları; a) kesme, b) yapıştırma, c) inceltme	11
Şekil 3.2. Mineral kimyası (mikroprobe) analiz aşamaları; a, b) karbon kaplama aşaması, c) mineral kimyası için ince kesitlerin aparata tutturulması, d) elektron mikroprob, e, f) değerlerin okunma aşaması.....	13
Şekil 4.1. Hekimhan (Malatya) bölgesinin jeoloji haritası	14
Şekil 4.2. Hekimhan (Malatya) bölgesi çalışma alanına ait stratigrafik dikme kesit	15
Şekil 4.3. Kuluncak (Malatya) ofiyolitinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti	16
Şekil 4.4. Karadere mevkiinde gözlenen çakıltaşı	18
Şekil 4.5. Çöreklik mevkiinde gözlenen kumtaşı, marn ve şeyl araldanması.....	19
Şekil 4.6. Agsayı Tepe'de gözlenen gri-bej renkli, kalın katmanlı, masif Tohma kireçtaşı.....	20
Şekil 4.7. Köşrelik mevkiinde gözlenen tektonitlerdeki serpantinleşmeden kaynaklanan yağsı parlaklık	21
Şekil 4.8. Serpantin kayacının ince kesit görüntüsü	22
Şekil 4.9. Hekimhan güneybatısında gözlenen ofiyolit istifine ait tektonitlerin, kümülatların, pelajiklerin, granitoid ve Karadere formasyonunun genel görünümü	23
Şekil 4.10. Köşrelik dere içinde gözlenen mafik kümülat kayaçlar.....	23
Şekil 4.11. Pamuklu Tepe mevkiinde gözlenen mafik kümülat kayaçlar	24
Şekil 4.12. Köşrelik Dere mafik kümülat kayaçlarındaki magmatik bantlaşma.....	24
Şekil 4.13. Olivinli Gabro kayacında genel olarak gözlenen A: Mezokümülat doku, B-C: Ortokümülat doku. Ol: Olivin, Cpx: Klinopiroksen, Pl: Plajiyoklaz (Ç.N: Çift nikol, T.N: Tek nikol).....	26
Şekil 4.14. Gabro kayacında gözlenen A: Mezokümülat doku, B-C: Ortokümülat doku. Cpx: Klinopiroksen, Pl: Plajiyoklaz (Ç.N: Çift nikol, T.N: Tek nikol).....	28
Şekil 4.15. İzotrop Gabro kayacında gözlenen ofitik doku Cpx: Klinopiroksen, Pl: Plajiyoklaz (Ç.N: Çift nikol, T.N: Tek nikol)	29
Şekil 4.16. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülat kayaçların ana element içeriklerinin MgO'e göre değişimleri	31
Şekil 4.17. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülat kayaçların iz element içeriklerinin MgO'e göre değişimleri.....	32
Şekil 4.18. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülat kayaçlara ait nadir toprak element diyagramı.....	33
Şekil 4.19. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülat kayaçlara ait örümcek diyagramı.....	34
Şekil 4.20. Hekimhan (Malatya) ofiyolitine ait mafik kümülatlardaki olivinli gabro ve gabro örneklerine ait BSE görüntüsü. Pl: Plajiyoklaz, Cpx: Klinopiroksen, Ol: Olivin, r: Kenar.....	35

Şekil 4.21. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülatlarda gözlenen olivinlerin Forsterit (Fo) ve ana element içeriklerinin korelasyonu.....	36
Şekil 4.22. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülat kayaçlarda gözlenen klinopiroksenlerin Wo-En-Fs üçgen diyagramındaki konumları.....	38
Şekil 4.23. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülatlarda gözlenen klinopiroksenlerin $Mg\#=(Mg \times 100 / Mg + Fe)$ ile ana element içeriklerinin korelasyonu	39
Şekil 4.24. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülat kayaçlarda gözlenen ortopiroksen mineralinin $Mg\# (Mg \times 100 / Mg + Fe)$ ve ana element içeriklerinin korelasyonu	40
Şekil 4.25. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülat kayaçlarda gözlenen plajiyoklazların An: Anortit, Ab: Albit ve Or: Ortoklaz üçgen diyagramındaki konumları	41
Şekil 4.26. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülat kayaçlarda gözlenen plajiyoklaz mineralindeki anortit (An) içeriklerinin ana elementlere göre korelasyonu.....	42
Şekil 4.27. Hekimhan (Malatya) yöresindeki ofiyolite ait mafik kümülatlarda gözlenen klinopiroksenlerin Al (IV)-Ti içeriğinin değişim diyagramı	43
Şekil 4.28. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülat kayaçların AFM diyagramı.....	44
Şekil 4.29. Hekimhan (Malatya) yöresi ofiyolitine ait mafik kümülatlarda gözlenen plajiyoklazlardaki (An) içeriği ile klinopiroksenlerdeki $Mg\# (Mg \times 100 / Mg + Fe)$ değişim grafiği.....	45
Şekil 4.30. Hekimhan (Malatya) ofiyolitlerine ait mafik kümülat kayaçlarda gözlenen ortopiroksenlerdeki enstatit içeriği ve plajiyoklazlardaki anortit (An) içeriğini gösteren diyagram	45
Şekil 4.31. Hekimhan (Malatya) ofiyolitlerine ait mafik kümülat kayaçlarında gözlenen plajiyoklazlardaki anortit (An) ve olivinlerindeki Forsterit (Fo) içeriklerini gösteren diyagram	46

EKLER DİZİNİ

Sayfa

EK 1. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülat kayaçların petrografik özellikleri.....	61
EK 2.1. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifi mafik kümülat kayaçlarından gabroya ait ana, iz ve nadir toprak element içerikleri.....	62
EK 2.2. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifi mafik kümülat kayaçlarından olivinli gabroya ait ana, iz ve nadir toprak element içerikleri	63
EK 3.1. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istife ait kümülat kayaçlarda gözlenen olivinlerin mineral kimyası analiz sonuçları	64
EK 3.2. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istife ait kümülat kayaçlarda gözlenen klinopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları.....	69
EK 3.3. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istife ait kümülat kayaçlarda gözlenen ortopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları	79
EK 3.4. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istife ait kümülat kayaçlarda gözlenen plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları.....	80
EK 4. Hekimhan (Malatya) ve Çevresinin Jeoloji Haritası.....	91

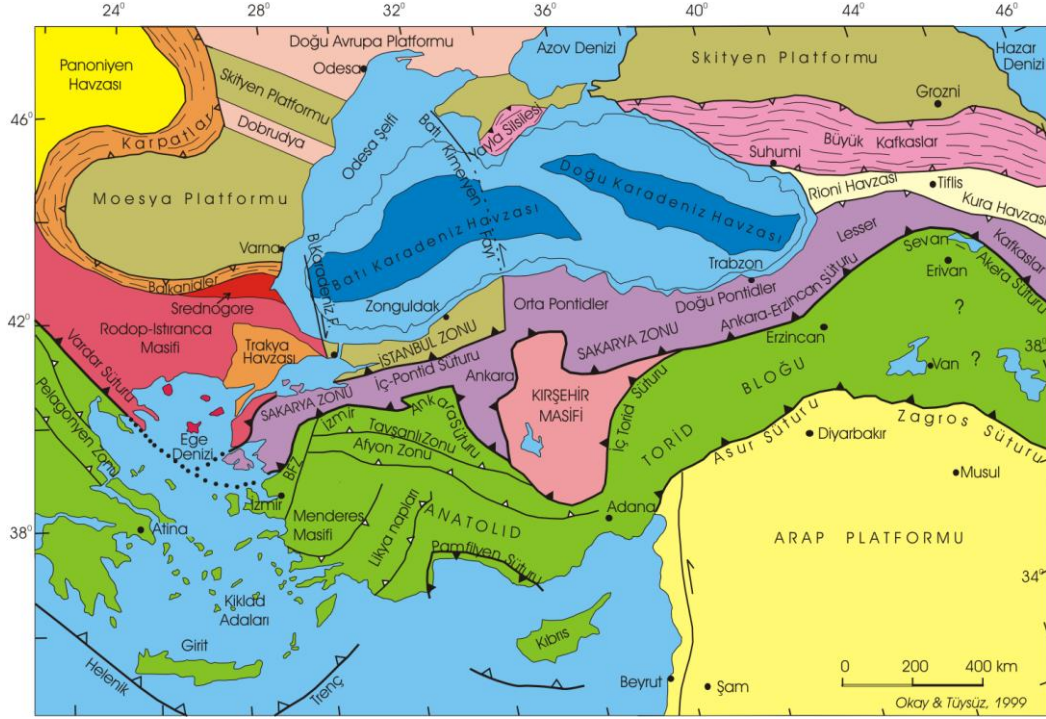
1. GİRİŞ

Türkiye'nin jeolojisi Tetis okyanusunun evrimi ile ilgili olup, Tetis okyanusu; birbirleri ile eş zamanda devamlılık sunan Paleotetis ve Neotetis okyanusal havzalarından oluşmaktadır [Şengör ve Yılmaz 1981; Ustaömer ve Robertson 1994; Okay, 2000; Stampfli, 2000; Robertson vd., 2004]. Anadolu levhası metamorfik masifler ve/veya platform karbonatları arasında D-B yönünde yer alan Neotetis okyanusal havzalarının kalıntılarını içerisinde barındırarak Alp-Himalaya orojenik kuşağının önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Neotetis evrimi içerisinde önemli bir yere sahip olan bu okyanusal havzaların kalıntıları tavandan tabana doğru ofiyolitler, ofiyolit tabanı metamorfikleri ve ofiyolitli melanjlar ile temsil edilirler [Dilek ve Moores, 1990; Parlak, 1996; Floyd vd., 2000; Robertson, 2002]. Neotetis, kuzey ve güney kol olmak üzere iki adet okyanusal basenden oluşmaktadır [Şengör ve Yılmaz 1981].

Neotetis'in kuzey kolu İzmir-Ankara-Erzincan zonu, İç Toros okyanusu ve İntra Pontidleri, güney kolu ise Bitlis-Zagros Kenet kuşağını kapsamaktadır (Şekil 1.1). Neotetis okyanusunun Geç Kretase döneminde kapanmaya başlamasıyla, kuzey ve güney koluna ait ofiyolitler kıta üzerine bindirmişlerdir [Şengör ve Yılmaz 1981; Robertson ve Dixon 1984; Yılmaz vd., 1993; Robertson 2000; Robertson vd., 2006]. Türkiye'deki Neotetis ofiyolitleri okyanus içi dalma-batma zonu (suprasubduction zone) üzerinde oluşmuş ofiyolit tipinde olmakla birlikte, oluşumları ve yerleşmeleri sırasında birbirleriyle uyumlu seri oluştururlar [Yalın vd., 1996; Parlak vd., 1996, 2000, 2002; Robertson, 2002; Parlak vd., 2004; Vergili ve Parlak, 2005; Bağcı vd., 2005, 2006, Rızaoğlu vd., 2006; Bağcı vd., 2008; Bağcı ve Parlak, 2009; Parlak vd., 2009; Sarıfakıoğlu vd., 2009; Dilek ve Thy, 2009].

Yüksek Lisans tez konusu olarak seçilen bu çalışmanın amacı, Hekimhan (Malatya) civarında yüzeyleyen ofiyolitik kayaçlara ait kümülat kayaçların yapısal, petrografik ve jeokimyasal özelliklerini incelemektir. Kümülat kayaçlarında gözlenen sünümlü deformasyon, çapraz tabakalanma, kıvrımlanma ve akma yapıları, petrografik özellikleri, fazlarının kristallenme sırası ve kimyasal özellikleri, yayılma merkezi altındaki magma odası hakkında bilgi verecektir. Magma odasının

büyüklüğü, sıcaklığı ve basıncı kümülatların oluştuğu tektonik ortamı ve oluşum koşullarını ortaya çıkaracaktır.



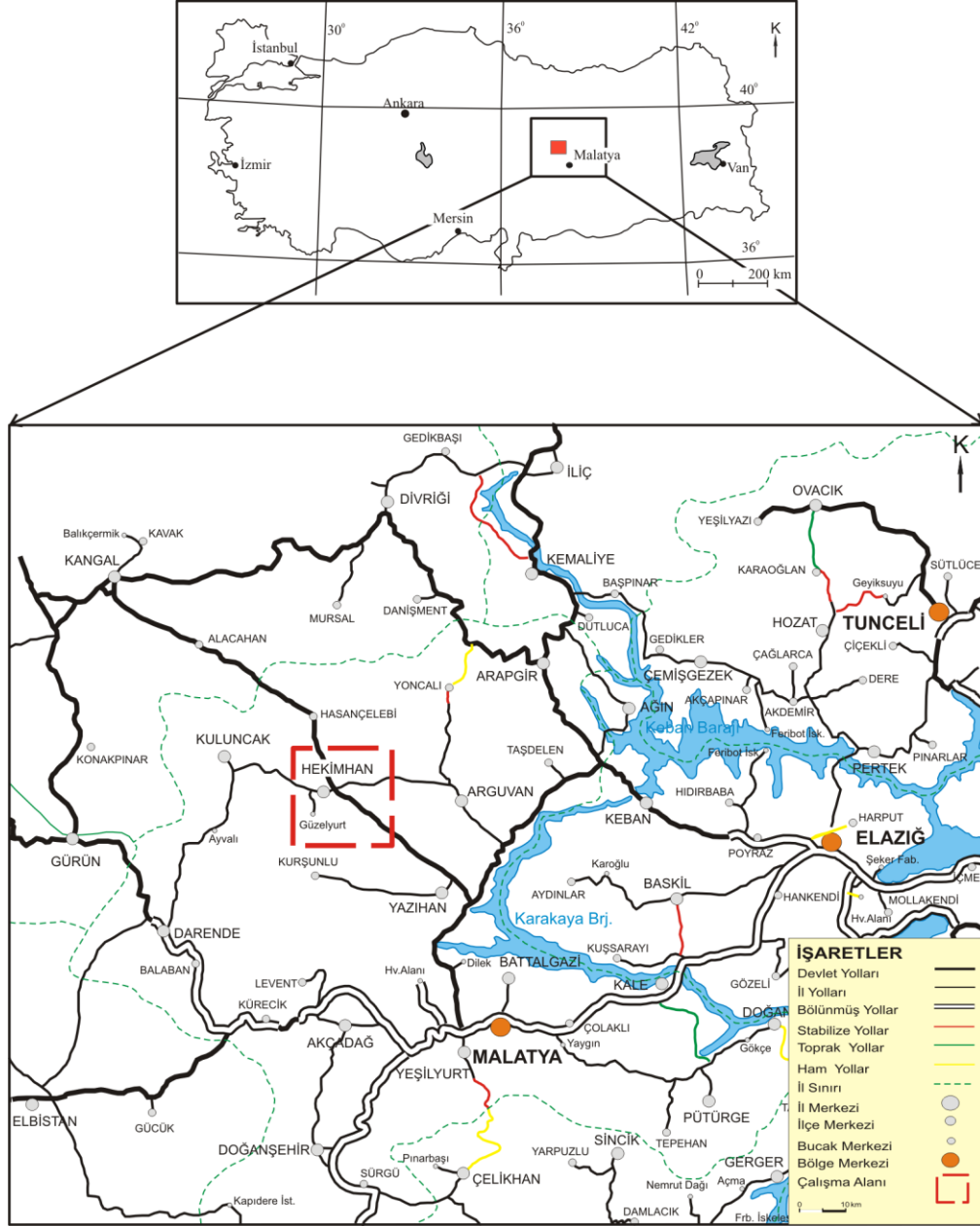
Şekil 1.1. Türkiye ve yakın çevresinin tektonik birlikleri [Okay ve Tüysüz, 1999].

Doğu Toroslar içerisinde yer alan ve çalışma alanı olarak seçilen Hekimhan bölgesi (Şekil 1.2), Malatya-Sivas karayolu üzerinde, Sivas'a 167 km, Malatya'ya 78 km uzaklıktadır. Doğuda Arguvan, batıda Kuluncak ve Ayvalı, kuzeyde Hasançelebi, güneyde Yazihan ile çevrili olan Hekimhan'da yükleme boşaltma yapılabilen Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demir Yollarına (TCDD) ait bir istasyon bulunmaktadır.

Çalışma alanında Doğu Anadolu Bölgesi genelinde hüküm süren karasal iklim egemendir. Yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlı geçmektedir. Bölgede Üst Kretase yaşlı killi birimler üzerinde, dar bir alanda tarım yapılmaktadır. Yerel olarak kısa boylu ağaç toplulukları görülmektedir. Başlıca geçim kaynağını tarım, hayvancılık, bahçecilik oluşturmaktadır.

Çalışma alanı genellikle düşük engebeldir. Engebenin yüksek olduğu yerler yaklaşık olarak doğu-batı gidişlidir. Yüksek dağ sıraları genellikle karbonatlı ve volkanik birimlerin, nispeten daha alçak alanlar ise kırıntılı çökellerin yüzeleendiği kesimlere karşılık gelir. Başlıca yükselteler; Saytepe (1481), Ellezinkırı Tepe (1434),

Kızılca Tepe (1461 m), Hasar Tepe (1423 m), Kertme Tepe (1411), Kızılca Tepe (1362 m), Kayabaşı Tepe (1355 m), Efintikaya Tepe (1286 m), Ataçoğluevsünü (1256 m), Yarikkaya Tepe (1171 m) dir. Çalışma alanı içerisinde yaz ve kış aylarına bağlı olarak sulu ve kuru dereler bulunmaktadır. Başlıca aktif olan dereler; Kara Dere, Karamahmudun Dere ve Kesikköprü Çayıdır.



Şekil 1.2. Çalışma alanının yer bulduru haritası [Karayolları Genel Müdürlüğü 8. Bölge Karayolları haritasından sadeleştirilerek].

2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI

Kaynak araştırmaları; ofiyolit kavramının tanımlandığı, kümülat kayaçlar ile ilgili çalışmaların belirtildiği “ofiyolit” ve çalışma alanı ile yakın çevresinde yapılan önceki çalışmalar hakkında bilgilerin verildiği “önceki çalışmalar” şeklinde iki başlık altında toplanmıştır.

2.1. OFİYOLİT

Ofiyolit Yunanca bir kelime olup “ofics” yılan, ofiyolit yılan taşı anlamına gelmektedir. İlk kez Steinmann üçlüsü olarak tanımlanan ofiyolitler, serpantin, yastık lavlar ve radyolaritlerden (çörtler) oluşan bir kayaç topluluğu olarak tanımlanmıştır [Steinmann, 1927]. 1972’de Amerika Jeoloji Topluluğu (GSA) tarafından düzenlenen Penrose konferansında ofiyolit, mafik ve ultramafik kayaçlardan oluşan belirgin bir kayaç topluluğuna verilen bir isim olarak belirlenmiştir [Anonymous, 1972]. Eksiksiz bir ofiyolit alttan üstte doğru şu kayaç türlerinden oluşmaktadır [Şekil 2.1].

1. Ultramafik karmaşık: Harzburjit, lertzolit, dünitin çeşitli oranlarda bulunduğu, genellikle metamorfik tektonit fabrikli az veya ileri derecede serpantinleşme gösteren kısım.

2. Gabro karmaşığı: Ultramafik birime oranla daha az deforme olmuş, genellikle kümülat yapılı, peridotitik kümülatlar ve piroksenitler içeren kısım.

3. Mafik levha dayk karmaşığı.

4. Mafik volkanik karmaşık: Genellikle yastık yapılı.

Bu birimlerle bulunan diğer kayaç türleri,

a. Örtü sedimanları: Genellikle radyolaryalı çörtler, ince şeyl ara tabakalı az miktarda kireçtaşları.

b. Genellikle dünit ile çevrili podiform kromit kütleleri.

c. Sodik felsik intrüzif ve ekstrüzif kayaçlar.

Genel kural olarak sıralanan bu birimlerin tümü her zaman bulunmayabilir. Böyle olunca kısmi, parçalanmış veya tam olmayan ofiyolitten, eğer belirgin ölçüde bir metamorfizma söz konusu ise başkalaşmış ofiyolitten söz edilebilir. Ofiyolit

terimi ile eş anlamlı kullanılan diğer isimler yeşil kayaçlar, ofiyolit topluluğu, ofiyolit birliği veya ofiyolit kompleksidir. Ofiyolit topluluğuna ait birimlerin tektonik hareketlerle tamamen karışması, normal dizilimin kısmen veya tamamen bozulması, karmakarışık olmasına ofiyolitik melanj adı verilir.

Litoloji	Okyanusal Kabuk Tabakaları	Ofiyolit		Okyanusal Kabuk	
		Ortalama kalınlık (km)	P dalga hızı (km/s)	Ortalama kalınlık (km)	P dalga hızı (km/s)
Derin Deniz Sedimanı	1	~ 0.3	0.5	1.7 - 2.0	
Yastık Lavlar (Bazalt)	2A & 2B	0.5	0.5	2.0 - 5.6	
Levha Dayk Kompleksi	2C	1.0 - 1.5	1.5	6.7	
Gabro	3A	2 - 5	4.7	7.1	
Tabakalı Gabro	3B				
Tabakalı Peridotit	4	7<		8.1	
Tektonit Peridotit					

Şekil 2.1. Eksiksiz bir ofiyolit diziliminin alttan üstte doğru sıralanışı [Brown ve Mussett, 1993 değiştirilerek].

Ofiyolitler özellikle levha dayk kompleksinin bulunuşuna bağlı olarak, okyanus ortası sırtlarda oluşmaktadır [Gass, 1967; Coleman, 1971; Dewey ve Bird, 1971]. Ofiyolitler okyanusal litosferin (üst manto ve okyanusal kabuk) parçaları olmakla birlikte eski kenet kuşakları veya plaka sınırlarının tanınmasında yardımcı olmaktadır.

Ofiyolitler iç yapıları, jeokimyasal ve bölgesel tektonik özelliklerine göre okyanus ortası sırt ofiyolitleri (MORB) ve dalma-batma zonu üstü ofiyolitleri (SSZ) olmak üzere sınıflandırılmıştır [Pearce vd., 1984; Shervais, 2001; Robertson, 2002; Saccani ve Photiades 2004; Arai vd., 2006; Pearce, 2008]. Ofiyolitler en son yapılan bir çalışma ile [Dilek ve Furnes, 2011] yitim ile ilişkili ve yitim ile ilişkili olmayan şeklinde sınıflandırılmıştır. Yitim ile ilişkili ofiyolitler yitim zonu ve volkanik yay ofiyolitleri, yitim ile ilişkili olmayan ofiyolitler ise kıta kenarı (CM), okyanus ortası

sırt (MOR), manto yükselmesi (P) ofiyolitleri olarak sınıflandırılmıştır. Dalma-batma zonu üstü (SSZ) ofiyolitleri ise yay gerisi, yay önü (BA-FA), yay önü (FA), okyanusal yay gerisi (OBA) ve kıtasal yay gerisi (CBA) ofiyolitleri olarak sınıflandırılmıştır.

Kümülat terimi ilk defa Wager [Wager, vd., 1960], tarafından “kristalleri çökerek birikmiş magmatik kayaçları” belirlemek için kullanılmıştır. Kümülat kayaçları esas olarak iki tür kristal içerirler. Magmadan itibaren kristallerin devamlı bir şekilde çökerek birikmesiyle oluşmuş kayaçlarda, kristalleşerek çöken kısım. Bu biriken kristaller kümülüs kristalleri olarak tanımlanmaktadır. Diğerisi ise gözenek sıvısı olarak ifade edilen “interkümülüs sıvı” ve bu sıvının kristalleşmesiyle oluşan interkümülüs (post kümülüs) malzemedir [Wager vd., 1960; Jackson, 1971]. Kümülat doku türleri ortokümülat (post kümülüs mineraller % 25–50), adkümülat (post kümülüs mineraller % 0–7), mezokümülat (post kümülüs mineraller % 7–25), heteradkümülat (pokilitik doku) olarak tanımlanmaktadır [Irvine, 1987].

Türkiye'nin Neotetis evrimi içerisinde önemli bir yere sahip olan ofiyolit masifleri ve ultramafik-mafik kümülat kayaçları hakkında bugüne kadar birçok çalışma yapılmıştır [Juteau, 1980; Delaloye vd., 1980; Juteau ve Whitechruç, 1980; Yalın vd., 1996; Parlak vd., 1996, 2000, 2002; Bağcı, 2004; Bağcı vd., 2005; Bağcı vd., 2006; Sarıfakıoğlu vd., 2009; Parlak vd., 2009].

2.2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çalışma alanı ve yakın çevresinde daha önce yapılmış olan çalışmalar, özellikle bölgenin stratigrafisi ve maden yataklarına yönelik çalışmalar şeklindedir.

Kovenko [1940], “Hasançelebi mıntıkası demir yatakları” adlı çalışmasında, bölgedeki çökel birimlerin bir kısmının temellerinin serpantinitle birlikte ojitli bir gabro masifi olduğunu savunmuştur. Deveciköy demir yatağındaki cevherleşmenin, gabro ve siyenitlerle rudistli kalkerlerin dokanağında oluştuğunu, yatağın bir demir şapka olduğunu belirtmiştir.

Stechepinsky [1944], Malatya bölgesinin Hekimhan yöresinde, özellikle Rudistli kireçtaşlarının yaşı ile ilgili yapmış olduğu çalışmalarda, kireçtaşlarını hem Maestrihtiyen hem de Kampaniyen'e ait olabileceğini ileri sürmüştür.

Gattinger [1957], Hekimhan'daki ofiyolitlerin Üst Kretase yaşlı filişlerin tabanında bulunduğuna değinmiştir.

Yılmaz [1960], Deveci ve Karakuz yöresinde demir arama çalışmalarında, Deveci cevherleşmesinin hidrotermal-metasomatik olduğunu belirtmiştir.

Ayan [1961], Hekimhan-Ebreme köyü bölgesinin jeolojisini ve petrol imkanlarını araştıran çalışmasında, bölgenin genel jeolojisine değinmiştir.

Jacobson vd. [1969], serpantinleri Kretase'den genç kabul etmişler ve Üst Kretase ile Paleosen'in geçişli olduğuna değinerek, Siyenitlerin çıkışını Laramiyen orojenik fazı ile ilgili olduğunu belirtmişler, volkano-sedimanter serinin bazaltlarının metasomatozunu, metamorfizmasını ve altere olmasını bu harekete bağlamışlardır.

Akkuş [1971], Darende-Balaban yöresinde yaptığı çalışmada, ofiyolitik seri ile Karakaya volkanitleri ve Kepez Dağı bazaltlarının, magmatik faaliyetlerin ürünü olduğuna değinmiştir.

Yoldaş [1972], "Malatya Kuzeyinin Jeolojisi ve Petrol imkanları" isimli çalışmasında, bölgenin istiflenmesinde Paleozoik-Mesozoik-Senozoik yaşlı çökellerle, magmatik kayaçların bulunduğu belirtmiştir.

Çoban [1973], Hekimhan dolayında yapmış olduğu çalışmada, bölgede en yaşlı birimin, Üst Jura-Alt Kretase yaşlı serpantinleşmiş ultrabazik kayalar olduğunu, bunların üzerine Üst Kretase taban konglomerasının diskordan olarak gözlendiğini ileri sürmüştür.

Özer ve Kuşçu [1983], Karakuz demir yatağı çevresinde yaptıkları çalışmalarda, yatağın güneyinde skapolitize bazik kayaçların, kuzeyinde ise trakitlerin görüldüğü ve bunların birbiriyle tektonik ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

İzdar ve Ünlü [1985], Hekimhan-Hasançelebi-Kuluncak bölgesindeki litolojileri üç gruba ayırmışlardır. Alt seri, dolomitleşmiş kristalize kireçtaşları ve yarı mermerler ile serpatinitlerle yakından ilgili olan pembe kireçtaşları ve radyolaritlerden oluşmaktadır. Orta seri, Üst Kretase transgresyonu ile başlayan ve Eosen'e geçen çeşitli litolojik birimler, Üst seri ise, Tersiyer yaşlı çeşitli alacalı dentritikleri, marn ve kireçtaşları ile genç Tersiyer evaporitlerden oluşmaktadır.

Bozkaya [1991], Hekimhan güneyi Üst Kretase-Tersiyer yaşlı sedimanter istifin stratigrafisini ortaya koyarak, yanal ve düşey yöndeki mineralojik ve

jeokimyasal değişimleri belirlemiş, havzanın jeolojik ve paleocoğrafik evrimini ortaya çıkarmıştır.

Yılmaz [1991], 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 olabileceğini belirtmiştir.

Yılmaz vd. [1991], Hekimhan-Hasançelebi (KB Malatya) yöresinde yüzeyleyen birimlerden en yaşlı birimi Maestrihtyen öncesi yaşa sahip olan Kuluncak ofiyolitli karışığı olarak belirleyerek bu birimi haritalanabilir beş alt birime ayırmışlardır. Bunlar alttan üste doğru Karadere ultramafiti, Güvenç listveniti, Körburun volkaniti, Maltepe gabrosu ve Gündeycik dere birimleridir.

Boztuğ ve Yılmaz [1992], Hekimhan-Hasançelebi yöresindeki volkanitlere Bahçedamı volkanitleri adını vererek volkanitlerin subalkalin-toleyitik karakterli yay volkanizması ürünü olduğunu belirtmişlerdir. Bahçedamı volkanitlerine sokulum yapan plütону ise Hasançelebi granitoyidi olarak adlandırmışlar, volkanitlerin alkali karakterli yay gerisi bir açılmanın ürünü, plütunun ise siyenitoyid olduğunu ve A tipi granitoyidlere uygunluk gösterdiği saptanmıştır.

Gürer [1992, 1994], Doğu Toros sistemi içinde yer alan Hekimhan-Hasançelebi çevresinin stratigrafisini, Hekimhan adı verilen havzanın evrimi ve bu havzanın bölgesel jeoloji içindeki konumu incelenmiştir. Bölgenin temelini Geç Kampaniyen'de olasılıkla kuzeyden güneye aktarılan Hocalıkova ofiyolitinin oluştuğunu belirtmiştir.

Özdemir ve Tunç [1993], Hekimhan (Malatya) ilçesinin hemen güneyinde 1/25.000'lik Malatya K39-b3 paftasında paleontolojik ve stratigrafik çalışmalar yapmışlardır.

Gürer [1996], Hekimhan yöresindeki alkali magmatik kayaçların jeolojik ve petrolojik incelemesini yapmış, alkali volkanik kayaçların petrografik ve jeokimyasal özelliklerini ortaya koymuş, bunların levha içi volkanizma ürünü olduğunu ve magmatiklerin Yüksekova-Baskil yayının kuzeyinde, yay gerisi açılan Hekimhan havzasında geliştiğini belirtmiştir.

Uçurum [1999], Divriği ve Kuluncak ofiyolitik melanjları içerisindeki serpantinlerde gelişen listvenitlerin, serpantinlerin düşük dereceli hidrotermal çözeltiler ile alterasyona uğramaları sonucunda oluştuğunu belirtmiştir.

Yılmaz vd. [2005], Hekimhan-Kuluncak (Malatya) yöresindeki ofiyolitik kayaların tektonostratigrafik özellikleri isimli çalışmasında ofiyolitik kayaçları, ofiyolitik melanj ve ofiyolitik dizi olmak üzere iki birime ayırmış ve bu dilimlerin tektonostratigrafik konumlarını çalışmışlardır.

Parlak vd. [2006], Divriği (Sivas) ofiyolit istifine ait metamorfik dilim ve izole dayklar üzerinde yapmış olduğu petrografik ve jeokimyasal çalışma sonucunda, Divriği ofiyolitinin Geç Kretase'de Toros platformunun kuzeyinde okyanus içi dalma-batma zonu üzerinde oluştuğunu belirtmişlerdir.

Sevimli [2009], Yazıhan (Malatya) batısında incelediği ve tanımladığı stratigrafide iki farklı dönemde gelişen transgresif evreden bahsetmiş ve Kuvaterner-Pliyosen döneminde gelişen karasal çökellerin ikinci dönem transgresif evrenin son dönemini temsil ettiğini vurgulamıştır.

Rızaoğlu vd. [2010], Hekimhan–Kuluncak (Malatya) bölgesinde gözlenen ofiyolitleri tanımlamış, güneybatıda Pınarbaşı, kuzeydoğuda Divriği ofiyoliti ile karşılaştırılabileceğini belirtmişler, Geç Kretase'de Toros platformu ve Kırşehir bloğu arasındaki İç Toros okyanusunda oluştuklarını ileri sürmüşlerdir.

Çobankaya [2011], Hekimhan (Malatya) yöresi oligosen istifinin sedimentolojisi adlı çalışmasında Oligosen istifinin yersel olarak sıkışmalı bir tektonik rejimde karasal ortamda depolandığını belirtmiştir.

3. MATERİYAL ve YÖNTEM

Çalışma alanı, Doğu Anadolu bölgesinde Malatya iline bağlı Hekimhan ilçesi ve çevresini kapsamakta, 1/25000 ölçekli Malatya K39–b2, b3, b4 paftasında yer almaktadır. (Şekil 1.2). Yüksek lisans tez çalışması; arazi öncesi büro çalışması, arazi çalışması, laboratuvar çalışması, değerlendirme ve tez yazımı olmak üzere birbirini takip eden dört aşamada gerçekleşmiştir.

3.1. ARAZİ ÖNCESİ BÜRO ÇALIŞMASI

Hekimhan (Malatya) civarının jeolojisi ve bölgede yüzeylenen ofiyolitler ile ilgili daha önce çeşitli araştırmacılar tarafından yapılmış olan rapor ve yayınlar derlenerek bölge ile ilgili fikir edinilmiştir.

3.2. ARAZİ ÇALIŞMASI

Malatya K39–b2, b3, b4 paftasında, daha önce yapılmış olan 1/25000 ölçekli temel jeoloji haritalarından faydalanılarak, kümülat kayaçlar tespit edilmiş ve Hekimhan ilçesinin bulunduğu Malatya K39–b3 paftasının güneyinde yüzeylenen ofiyolitik kayaçlar haritalanmıştır. Kümülat kayaçların diğer ofiyolitik birimler ile olan dokanak ilişkisi ayrıntılı olarak ortaya konmuş, kümülat kayaçlarda gözlenen derecelenme, çapraz tabakalanma, magmatik bantlaşma ve magmatik laminasyon gibi magma odası koşullarını yansıtan yapılar ayrıntılı olarak irdelenmiştir. Kümülat kayaçlarından petrografik ve jeokimyasal çalışmalar için örnek alımı ve fotoğraf çekimi gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışması sırasında koordinat belirlemek için Magellan (Triton) marka GPS (Global Yer Belirleme Sistemi) ve tabaka konumlarının ölçülmesinde Brunton tipi jeolog pusulası kullanılmıştır.

3.3. LABORATUVAR ÇALIŞMASI

Arazi çalışması sırasında ofiyolit birimlerinden alınan 40 adet kayaç örneğinin ince kesitleri, Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji

Mühendisliği Bölümü ince kesit atölyesinde, taş kesme makinası, vakumlu ince kesit makinesi ve aşındırma-parlatma tezgahı kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. İnce kesit yapım aşamaları; a) kesme, b) yapıştırma, c) inceltme.

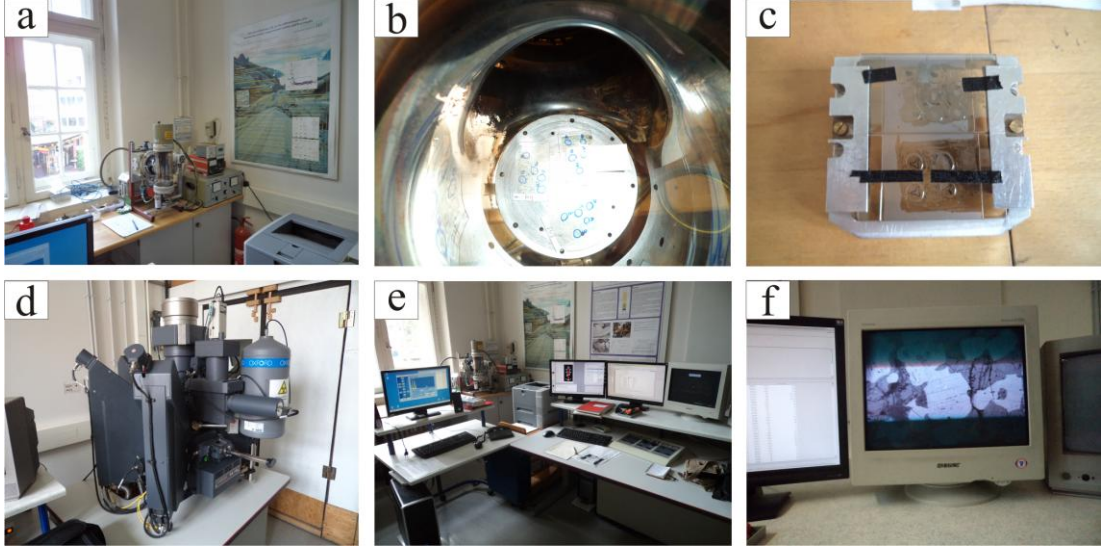
İnce kesit örnekleri, polarizan mikroskopta (OLYMPUS CX31) incelenmiş, detaylı petrografik tanımlamaları yapılmış ve fotoğraf çekimi gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu mikroskobik çalışmalar sonucunda tüm kayaç jeokimyası için uygun kayaç örnekleri belirlenmiştir. Jeokimyasal çalışmalar için seçilen 25 adet örneğin ana-iz (major-trace) ve nadir toprak element (REE) analizleri ACME analitik laboratuvarlarında (Kanada) yaptırılmıştır. Ana elementler ile bazı iz element analizleri 0.2 gr örnek Lityum metaborat/tetraborat katılmasıyla elde edilen camın % 2'lik nitrik asit çözeltisinde çözündürülerek ICP-emisyon spektrometresi (ICP-AES) ile ölçülmüştür. Ateşte kayıp değerleri (LOI) ise 1000°C' de ısıtıldıktan sonra aradaki ağırlık farkı alınarak hesaplanmıştır. Nadir toprak elementleri ile diğer iz elementler aynı yöntem ile ICP-kütle spektrometresi (ICP-MS) ile ölçülmüştür. Ana oksitler ve iz elementler için dedeksiyon limitleri Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. ACME analitik laboratuvarları (Kanada) dedeksiyon limitleri

*SiO ₂	0.01%	*Cu	0.001%	**Ga	0.5 ppm	**La	0.1 ppm
*TiO ₂	0.01%	*Ni	0.001%	**Zn	1 ppm	**Ce	0.1 ppm
*Al ₂ O ₃	0.01%	*Pb	0.001%	**Cu	0.1 ppm	**Pr	0.02 ppm
*Fe ₂ O ₃	0.04%	*Sr	0.002%	**Ni	0.1 ppm	**Nd	0.3 ppm
*MnO	0.01%	*Zn	0.001%	**V	8 ppm	**Sm	0.05 ppm
*MgO	0.01%	*Zr	0.002%	**Hf	0.1 ppm	**Eu	0.02 ppm
*CaO	0.01%	**Ba	5 ppm	**Cs	0.1 ppm	**Gd	0.05 ppm
*Na ₂ O	0.01%	**Rb	0.1 ppm	*Sc	1 ppm	**Tb	0.01 ppm
*K ₂ O	0.01%	**Sr	0.5 ppm	**Ta	0.1 ppm	**Dy	0.05 ppm
*P ₂ O ₅	0.01%	**Y	0.1 ppm	**Co	0.2 ppm	**Ho	0.02 ppm
*Cr ₂ O ₃	0.002%	**Zr	0.1 ppm	**U	0.1 ppm	**Er	0.03 ppm
*Ba	0.01%	**Nb	0.1 ppm	**Sn	1 ppm	**Tm	0.01 ppm
*C	0.02%	**Th	0.2 ppm	**Mo	0.1 ppm	**Yb	0.05 ppm
*S	0.02%	**Pb	0.1 ppm	**Au	0.5 ppb	**Lu	0.01 ppm

* ICP-AES; ** ICP-MS

Kümülat kayaçlar içerisindeki olivin, piroksen, plajiolklaz gibi minerallerin kimyasal bileşimindeki değişimleri belirlemek ve magma odasının evrimini ortaya koymak amacıyla seçilen 6 adet örneğin parlak kesitleri Vancouver Petrographics LTD.'de (Kanada) yaptırılmıştır. Yapılan parlatılmış ince kesitlerde (polished thin section) mineral kimyası (microprobe) analizleri, Hannover Leibniz Üniversitesi Mineraloji Enstitüsünde (Almanya) yapılmıştır. 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 5 bölge) ayrılmıştır. Çalışma sırasında kolaylık sağlaması amacıyla seçilen bu bölgeler kesit üzerinde işaretlenmiştir. Kesitler etil alkolle silinerek karbon kaplama makinasında (Şekil 3.2) 3 saat süre ile karbona maruz bırakılmış, karbon kaplanan bu kesitler grafitlenerek Microprobe makinasının içine yerleştirilen aparata tutturulmuştur. Bu aparatla birlikte, seçilen bölgenin kolay bulunabilmesi için ince kesitlerin fotokopisi çekilmiştir. Mikroprobe ekranından seçilen bölgeler üzerinde piroksenler ve plajiolklazlardan 8 nokta, olivinlerden 5 nokta seçilerek toplamda 459 noktadan mineral kimyası yapılmıştır. Mineral kimyası yapıma aşamasında BSE (Back Scattered Electron) görüntüleri çekilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Mineral kimyası (mikroprobe) analiz aşamaları; a, b) karbon kaplama aşaması, c) mineral kimyası için ince kesitlerin aparata tutturulması, d) elektron mikroprob, e, f) değerlerin okunma aşaması.

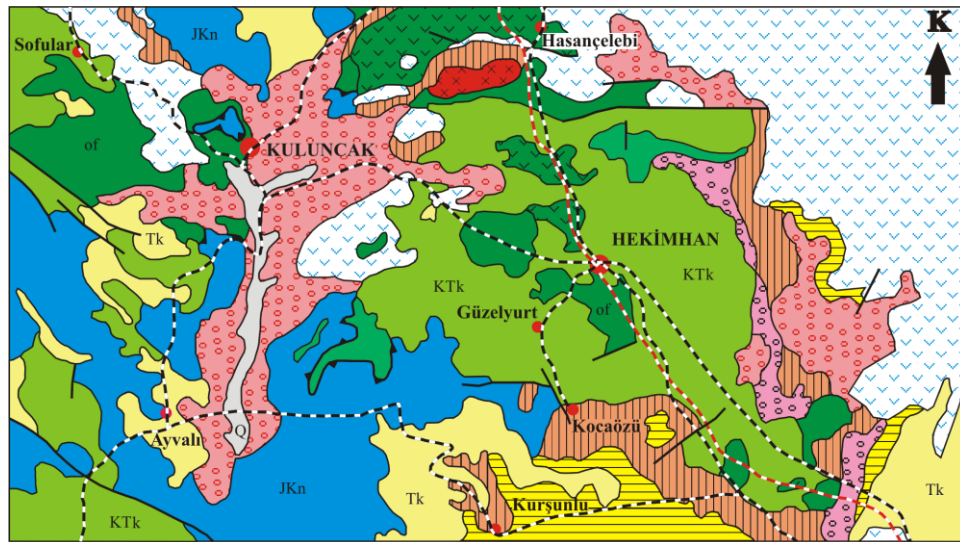
3.4. DEĞERLENDİRME ve TEZ YAZIMI

Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen tüm verilerin değerlendirilmesinde Microsoft Excel, Minpet 2.02, Triplot, Grapher 5 (Golden Software, Inc.) bilgisayar programları kullanılmış, şekiller ise Corel Draw 13 (Corel Corporation) programı ile çizilmiştir. Microsoft Word programı kullanılarak “*Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Esasları*” yönergesine göre “Hekimhan (Malatya) Bölgesi Ofiyolitik Kayaçlarındaki Kümülatların Petroğrafisi ve Jeokimyası” isimli yüksek lisans tezi yazılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. BÖLGESEL JEOLJİ

Doğu Toros sistemi içinde yer alan Hekimhan (Malatya) bölgesinin temelini Jura-Kretase yaşlı neritik kireçtaşları ve Kretase yaşlı ofiyolitik kayaçlar oluşturmaktadır (Şekil 4.1). Bu birimlerin üzerine açısız uyumsuzlukla Üst Kretase yaşlı kırıntılı karbonatlı Hekimhan formasyonu ve eş zamanlı Hasançelebi volkanikleri yer almaktadır. Bölgede Paleosen yaşlı siyenit ve Paleosen-Pliyosen yaşlı denizel kırıntılı-karbonatlı birimler ile karasal kırıntılılar gözlenmektedir. Piroklastik, andezit ve bazaltlardan oluşan Pliyosen yaşlı volkanikler ile Kuvaterner yaşlı alüvyon, bölgenin en genç birimini oluşturmaktadır [MTA 2002].



AÇIKLAMALAR

Q	Pleyistosen (Karasal Kırıntılılar)
JKn	Pliyosen (Bazalt, andezit, Piroklastik Birimler)
Tk	Üst Miyosen-Pliyosen (Karasal Kırıntılılar)
JKn	Alt Miyosen (Kırıntılı-Karbonatlı Birimler)
JKn	Oligosen Alt Miyosen (Karasal Kırıntı)
JKn	Orta-Üst Eosen (Kırıntılı-Karbonatlı Birimler)
JKn	Alt-Orta Eosen (Karasal Kırıntılılar)
JKn	Paleosen-Eosen (Siyenit)
KTk	Üst Kretase-Paleosen (Kırıntılılar Karbonatlar)
of	Üst Kretase (Bazalt Spilit)
of	Mesozoyik (Ofiyolit, serpantinit)
JKa	Jura-Kretase (Neritik kireçtaşı)

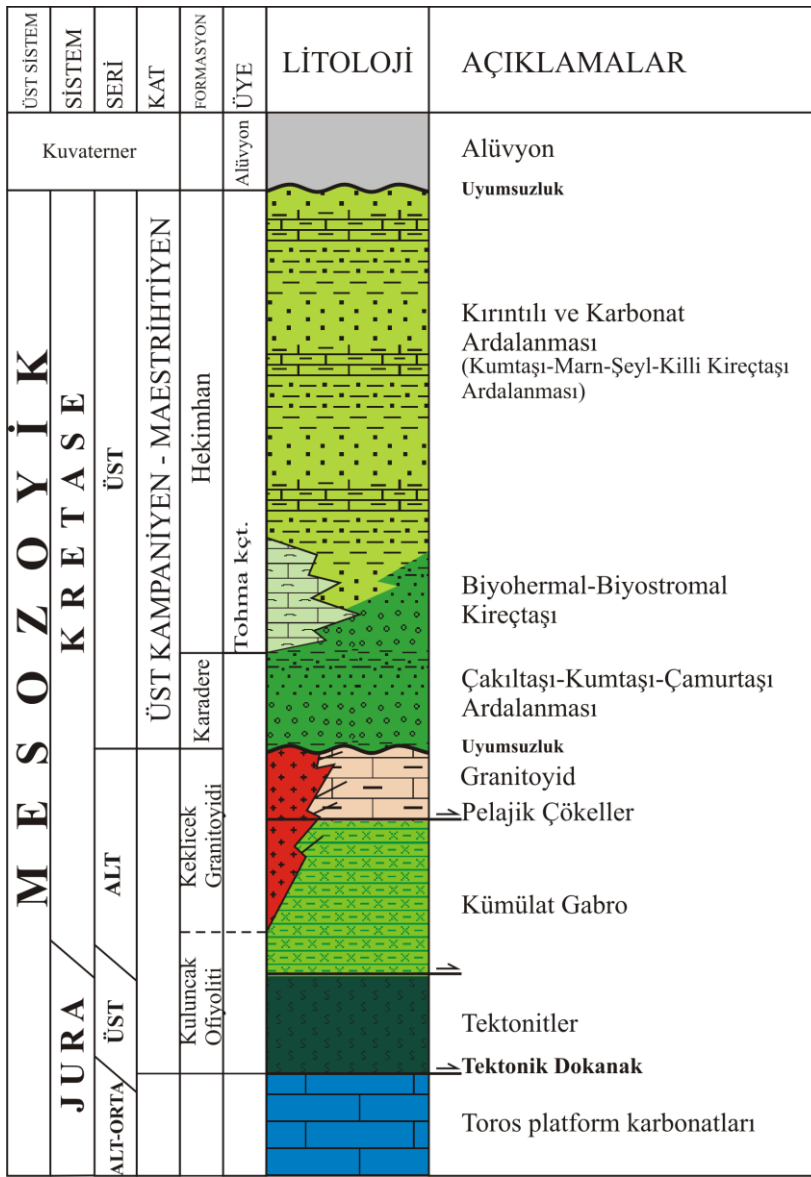
Simgeler

—	Dokanak
—	Sürüklenim
—	Tanımlanmamış Fay
—	Karayolu
—	Demiryolu
●	Yerleşim Yeri

5km

Şekil 4.1. Hekimhan (Malatya) bölgesinin jeoloji haritası [MTA 2002, 1/500.000 ölçekli jeoloji haritası, sadeleştirilerek].

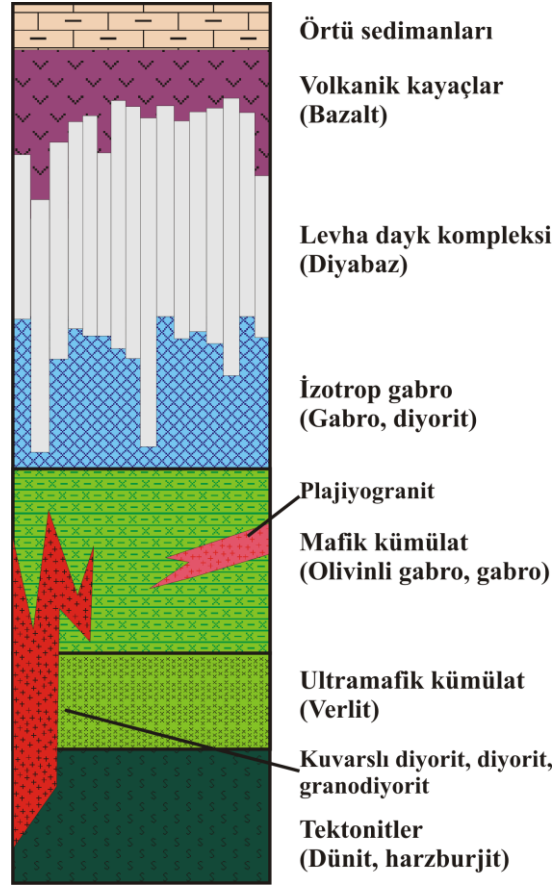
Hekimhan (Malatya) bölgesinde yüzeyleyen ofiyolit istifine ait kümülat kayaçlar özellikle Hekimhan ilçesini içine alan Malatya K39–b3 paftasında gözlenmektedir. Hekimhan'ın güneyinde yaklaşık 75 km²'lik bir alanda yapılan detaylı jeolojik haritasında (EK 4), bölgenin temelini yerleşim yaşı Üst Kretase öncesi olan, granitoyid tarafından kesilen Kuluncak ofiyoliti oluşturmaktadır. Üst Kampaniyen yaşlı çakıltaşı-kumtaşı-çamurtaşı ardalı Karadere formasyonu ile uyumsuz olarak örtülür. Daha üstte beyaz renkli resifal kireçtaşları ve kumtaşı-marn-şeyl, killi kireçtaşı ile son bulan Hekimhan formasyonu yer alır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Hekimhan (Malatya) bölgesi çalışma alanına ait stratigrafik dikme kesit [Gürer, 1994 değiştirilerek].

4.1.1. Kuluncak Ofiyoliti

Hekimhan, Güzelyurt, Hasançelebi ve Kuluncak arasında yüzeylenmeler gösteren ofiyolitler (Şekil 4.1), en geniş yayılımını Kuluncak civarında gösterdiği için Kuluncak ofiyoliti olarak adlandırılmıştır. Ofiyolit istifi tabandan tavana doğru; manto tektonitleri, ultramafik-mafik kümülatlar, izotrop gabrolar, levha dayk kompleksi, plajiyogranit, volkanikler ve pelajik örtü sedimanlarından oluşmakta (Şekil 4.3), kuvarşlı diyorit, diyorit, granodiyorit kayaçları tarafından kesilmektedir [Rızaoğlu vd., 2010].



Şekil 4.3. Kuluncak (Malatya) ofiyolitinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti [Rızaoğlu vd., 2010].

Çalışma alanının temelini oluşturan ofiyolit tabanı ve tabanında yer alan kayaçlar gözlenmemektedir. Darende-Gürün, Balaban-Yazıhan-Kurşunlu-Levent ve Alacahan-Çetinkaya-Divriği civarlarında ofiyolitlerin Paleozoyik ve Mesozoyik

çökeller üzerinde tektonik dilimler şeklinde buldukları bilinmektedir [Akkuş, 1971; Ayan ve Bulut, 1964; Gültekin, 1993].

Ofiyolit istifine ait kayaçlar en iyi yüzleklerini Hekimhan-Güzelyurt-Karaçayır (K39–b3, b4), Hekimhan-Hasançelebi (K39–b1, b2), Kuluncak Bölgesi (K39–a1, a2, a4) ve K39–b4 paftasındaki Hocalıkova Tepe’de vermektedir. Çalışma alanı içerisinde Hekimhan-Güzelyurt arasında kalan Kara Tepe, Köşrelik mevki, Keklicek Tepe, Agsayı Tepe etekleri, Pamuklu Tepe ve Çobanpınarı mezrası civarında ofiyolit istifine ait tektonitler ve mafik kümülat kayaçları bulunmaktadır. Ofiyolit istifinin üst kesimlerini temsil eden kahve, kırmızı ve pembe renklere sahip pelajik çökeller ise Kızılceviz ve Kızılca Tepe’de bulunmaktadır (EK 4).

Kuluncak ofiyolitinin çökel kayalarından sağlıklı yaş verisi derlenememekle birlikte, radyolaritlerden Jura-Kretase yaşını elde edilmiştir [İzdar ve Ünlü, 1985]. Ofiyolit bölgeye yerleşme dönemi ise Üst Kampaniyen-Maestrihtiyen yaşlı çökellerin uyumsuz olarak gelmeleri nedeniyle Geç Kampaniyen öncesi olarak düşünülmüştür [Gürer, 1994]. Ofiyolit tavanda Karadere ve Hekimhan formasyonları ile uyumsuz olarak örtülmektedir [Gürer, 1994].

4.1.2. Keklicek Granitoyidi

Başlıca granodiyorit ve tonalit ile temsil edilen birim yaygın olarak Hekimhan’ın güneybatısında Keklicek Tepe’nin kuzey yamacında yüzeyletiği için bu isimle anılmaktadır [Gürer, 1994]. Çalışma alanı içerisinde granitoyidler kümülat kayaçları keskin bir dokanakla kesmiştir.

4.1.3. Karadere Formasyonu

Kuluncak ofiyolitinin bölgeye yerleşmesini izleyen dönemde ofiyolit üzerinde çökelmiş ve tümüyle ofiyolitik gereçten türemiş, karasal-sığ denizel, çakıltaşı-kumtaşı-çamurtaşı araldanmalı bir birimdir (Şekil 4.4). Formasyon tipik yüzeylemesini Hekimhan’ın 4 km batısındaki Karadere Köyü çevresinde verdiği için Karadere formasyonu adıyla anılmıştır [Gürer, 1994]. Başlıca çakıltaşı-kumtaşı-çamurtaşı araldanmasından oluşan bu birimde tabanda çakıl taşı, tavana doğru ise

kumtaşı egemendir. Formasyonu oluşturan kırıntılı gereçler tamamen Kuluncak ofiyolitinden türemiş gabro, spilit, kırmızı çört, radyolarit ve pelajik kireçtaşından meydana gelmektedir. Yuvarlaklık ve küresellik iyi gelişmiş, boylanma kötü-orta, çakıl boyutu ise ufak-iri arasındadır. Çamurtaşları yanal yönde süreksiz ince katman ve laminalar halindedir. Formasyonunun çoğunlukla üst düzeylerinde, yer yer de ara seviyelerde kumtaşı ile ardalanırlar. Tabanda Kuluncak ofiyoliti üzerinde belirgin bir açısız uyumsuzlukla gelen formasyon tavanda Hekimhan formasyonu ile yanal ve düşey geçişlidir. Birimin kalınlığı oldukça değişken olmakla birlikte Malatya K39–b3 paftasında düzensiz dağılmış yamalar biçiminde, başlıca Hekimhan ilçesi, Karadere Köyü ve Kirizli Mahallesi çevresinde yüzeylenir (EK 4).



Şekil 4.4. Karadere mevkiinde gözlenen çakıltaşı.

4.1.4. Hekimhan Formasyonu

Hekimhan formasyonu, çalışma alanının temelini oluşturan Kuluncak ofiyoliti üzerine uyumsuz olarak gelmekle birlikte en geniş ve iyi yüzleklerini Hekimhan-Güzelyurt-Hasançelebi arasında vermektedir. Formasyon olgunlaşmamış kırıntılı ve kimyasal çökellerden oluşmakta, en geniş yüzeylenmelerini Hekimhan

çevresinde verdiği için Hekimhan Formasyonu adıyla anılmıştır [Gürer, 1994]. Tabanda çakıllı kumtaşı ve kumtaşı ile başlayan birim üste doğru kumtaşı-marn-şeyl ardalanmasına geçer (Şekil 4.5). Altta genellikle merceksi kireçtaşı, üstte killi kireçtaşı yer alır. Kumtaşları çoğunlukla marn ve şeyl ile ardalanmalı ve ayrıca diğer kırıntılı litolojiler arasında ince katman veya mercekler şeklinde bulunmaktadır. Alt düzeylerde kalınlık ve tekrarlanma istifte egemen olup, üst düzeylere doğru bu özellikler giderek azalır. Kumtaşları ince kumdan çok iri kuma dek değişen boyutta gereç içerirler. Matriks, silt ve kil boyu gereçten, çimento ise karbonattan oluşmuştur. Hekimhan Formasyonunun büyük bir bölümünü marn ve şeyl oluşturur.



Şekil 4.5. Çöreklik mevkinde gözlenen kumtaşı, marn ve şeyl ardalanması.

İstifin tabanında kumtaşları, tavanında ise killi kireçtaşları ile ardalanırlar. Gri-yeşil, açık mavi renkleri ve yayvan topografya ve sık deşilmiş dentritik drenaj örnekleri ile tipiktir. Formasyon bentik ve pelajik foraminifer, rudist ve pelesipodlar açısından oldukça zengin kayaçları kapsamakta olup, Üst Kampaniyen-Mastrihtiyen yaşındadır [Gürer 1994]. Ayrıca, Kampaniyen ve öncesinde görülen sıkışmalı rejimde mevcut okyanusun yitimiyle birlikte ofiyolit in bölgeye yerleşmesinden sonra, Mastrihtiyen döneminde oluşmuş bir havzada depolanan transgresif çökellerden meydana geldiği belirtilmiştir [Gürer, 1992]. Tohma kireçtaşı üyesi

olarak adlandırılan kireçtaşları dayanımları nedeniyle topografyada yaptıkları tümsekler şeklinde, gri-bej, orta-çok sert, kalın katmanlı ya da masif olarak gözlenmektedir (Şekil 4.6). Çalışma alanı Malatya K39–b3 paftası içerisinde kireçtaşları Agsayı, Gafra, Kurtmağarası, Kayabaşı Tepe dolaylarında gözlenen kireçtaşları yer yer ofiyolit üzerine uyumsuz, Karadere formasyonu ve Hekimhan formasyonu kırıntılıları ile uyumludur (EK 4).



Şekil 4.6. Agsayı Tepe'de gözlenen gri-bej renkli, kalın katmanlı, masif Tohma kireçtaşı.

4.1.5. Alüvyon

Çalışma alanında Kesikköprü çayı ve Karadere (EK 4) içerisinde gözlenen Kuvaterner yaşlı alüvyon, silt-kum ve çakıl boyu malzemeleri içermektedir.

4.2. ARAZİ GÖZLEMLERİ ve PETROGRAFI

Kuluncak ofiyolitine ait tektonitler, mafik kümülatlar, izotrop gabrolar ve pelajik çökeller Malatya K39–b3 paftasında Hekimhan civarında gözlenmiştir (EK4). Ayrıca Malatya K39–b2 ve b4 paftalarında da mafik kümülat kayaçları gözlenmiştir.

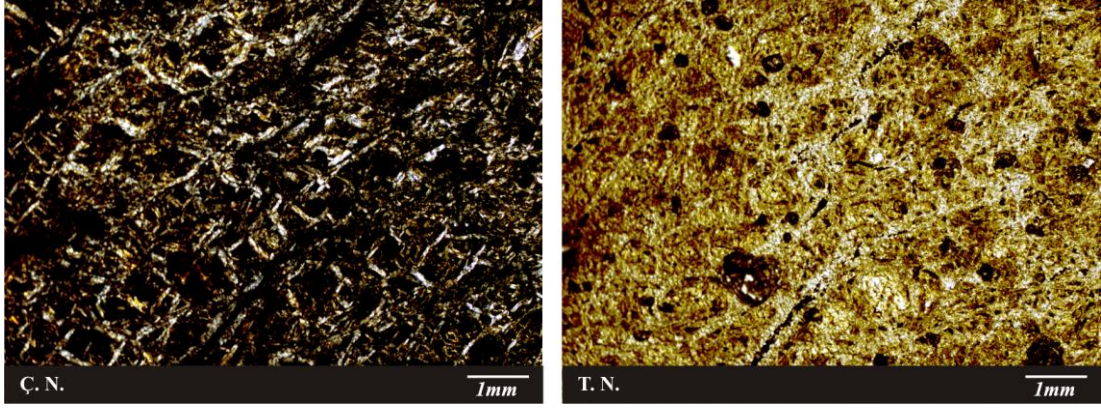
4.2.1. Tektonitler

Tektonitler Ataçoğluevsünü Tepe, Kara Tepe, Köşrelik mevki dolaylarında yer almaktadırlar (EK 4). Bol çatlaklı bir yapı sunan tektonitlerin ayrışma yüzeyi kıvılcık-kırmızımsı bej ve kahve, taze kırık yüzeyi ise koyu yeşil-yeşil renklindedir. Serpantinleşme nedeniyle yağsı bir parlaklık sunan (Şekil 4.7) tektonitlerin üzerine mafik kümülat kayaçları gelmektedir.



Şekil 4.7. Köşrelik mevkiinde gözlenen tektonitlerdeki serpantinleşmeden kaynaklanan yağsı parlaklık.

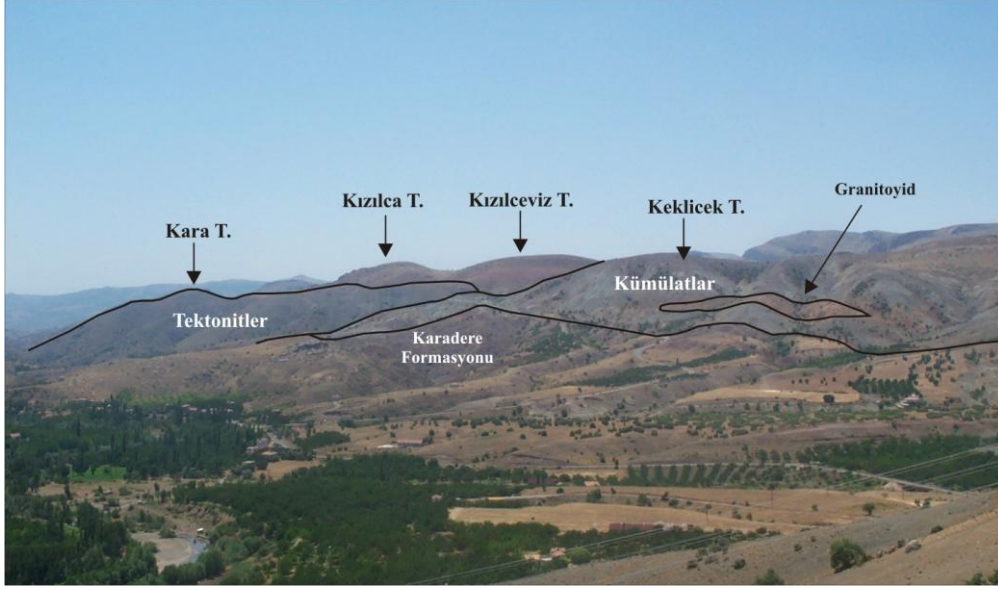
Tektonit örneklerinden yapılan ince kesitlerde, kayaç içindeki birincil mineraller tamamen serpantin minerallerine dönüşmüş, kayaç tamamen elek dokusu kazanmıştır. Elek dokusu içindeki çatlaklarda ise serpantinleşme sonucu açığa çıkan opak mineraller, ince taneli, yarı özşekilli taneler halinde gözlenmiştir. Kayaç içerisinde eser miktarda kromit minerali izlenmiştir.



Şekil 4.8. Serpantinit kayacının ince kesit görüntüsü (Ç.N: Çift nikol, T.N: Tek nikol).

4.2.2. Kümülatlar

Hekimhan bölgesindeki mafik kümülat kayaçları Köşrelilik Mezrası, Köşrelilik Dere, Pamuklu Tepe ve Keklicek Tepe dolaylarında (EK 4) geniş yayılımlar sunmaktadırlar (Şekil 4.9). Malatya K39–b2 paftasında Eskikent Mahallesi ve Eskikent Tepe arasında, Malatya K39–b4 paftası içerisinde de Dursunlu Köyü kuzeydoğusunda görülen mafik kümülat kayaçların taze yüzey rengi koyu yeşil-yeşil renklerde yer yer iri-orta-ince kristalli olarak, ayrışma yüzeyi ise genellikle açık kahve-koyu yeşil renklerde, gözlenmektedir (Şekil 4.10; 4.11). Keklicek Tepe’de yüzeylenen kümülat kayaçları Keklicek granitoyidi tarafından kesilmiştir (EK 4).



Şekil 4.9. Hekimhan güneybatısında gözlenen ofiyolit istifine ait tektonitlerin, kümülatların, pelajiklerin, granitoid ve Karadere formasyonunun genel görünümü.



Şekil 4.10. Köşrelilik dere içinde gözlenen mafik kümülat kayaçlar.

Mafik ve felsik bileşimlerinin kümülat kayaçlarında gözlenen tabakalı yapı magmatik bantlaşma (Şekil 4.12) ve kıvrımlanma gibi yapıları magma ortamının sakin olmayıp hareketli bir ortam olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.11. Pamuklu Tepe mevkiinde gözlenen mafik kümülat kayaçlar.



Şekil 4.12. Köşrelük Dere mafik kümülat kayaçlarındaki magmatik bantlaşma.

Mafik kümülatlar genellikle ayrışmış olup taze örneklerine ender olarak rastlanılmaktadır. Kümülat kayaçlardan alınan taze örneklerden yapılan ince kesitlerin detaylı petrografik tanımlamaları sonucu olivinli gabro ve gabro kayaçları tespit edilmiştir (EK 1).

4.2.2.1. Olivinli gabro

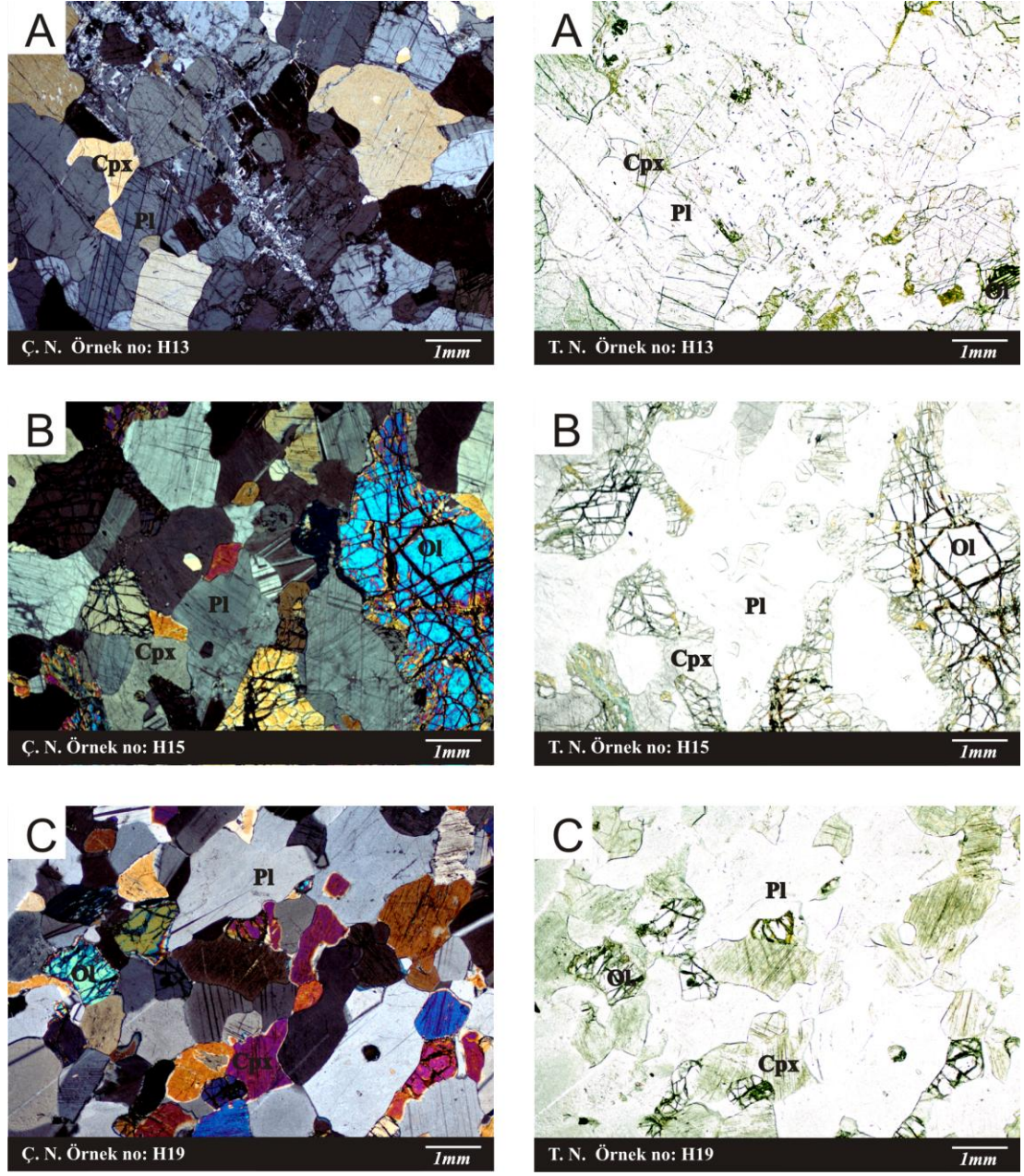
Doku: Mezokümülat, Ortokümülat

Olivin: Kayaç içerisinde % 10–25 arasında gözlenen olivinler, çeşitli (0.2–8 mm) boyutlarda görülürler. Canlı girişim rengine sahip, özşekilsiz, çatlaklı ve çatlaklarında itibaren serpantinleşmiş olarak gözlenmektedir. Serpantinleşmeye bağlı olarak ağ (mesh) doku gözlenmektedir (Şekil 4.13). Serpantinleşmeden dolayı gelişen merccekler kısmen köşeli ve yuvarlağımsıdır. Serpantinleşmeler mikroskopta çift nikolde kahverengi gözlenirken, tek nikolde yeşil tonlarında gözlenmektedir.

Plajiyoklaz: % 40–55 oranında bulunan plajiyoklazlar (0.2–9.7 mm), mikroskopta çift nikolde gri-beyaz girişim rengine sahip, tek nikolde ise; bozunmadan dolayı toprağımsı renkte görülmektedir. Küçük-orta taneli, kısa prizmatik, özşekilli-yarıözşekilli, karlsbad ve polisentetik ikizlenmenin gözlendiğı kristaller şeklinde izlenmekte ve kaolenleşme gibi bozunmalar göstermektedir (Şekil 4.13).

Piroksen: Kayaç içinde % 21–49 oranında bulunan, tek yönde belirgin dilinim ve dilinimine göre eğik sönme gösteren klinopiroksenler (0.1–8.2 mm), özşekilli-yarı özşekilli ve özşekilsiz kristaller şeklinde, mikroskopta çift nikolde canlı girişim renklerine sahip, tek nikolde ise renksiz gözükmektedir. Canlı girişim rengi gösteren klinopiroksenler oldukça fazla uralitleşme göstererek tek nikolde belirgin yeşil renk tonları gözlenmektedir (Şekil 4.13). Ortopiroksenler ise kayaç içerisinde eser miktarda bulunmaktadır.

Opak: Kayaç içerisinde köşeli taneler halinde çok az miktarda gözlenmektedir.



Şekil 4.13. Olivinli Gabro kayacında genel olarak gözlenen A: Mezokümülât doku, B-C: Ortokümülât doku. Ol: Olivin, Cpx: Klinopiroksen, Pl: Plajiyoklaz (Ç.N: Çift nikol, T.N: Tek nikol).

4.2.2.2. Gabro

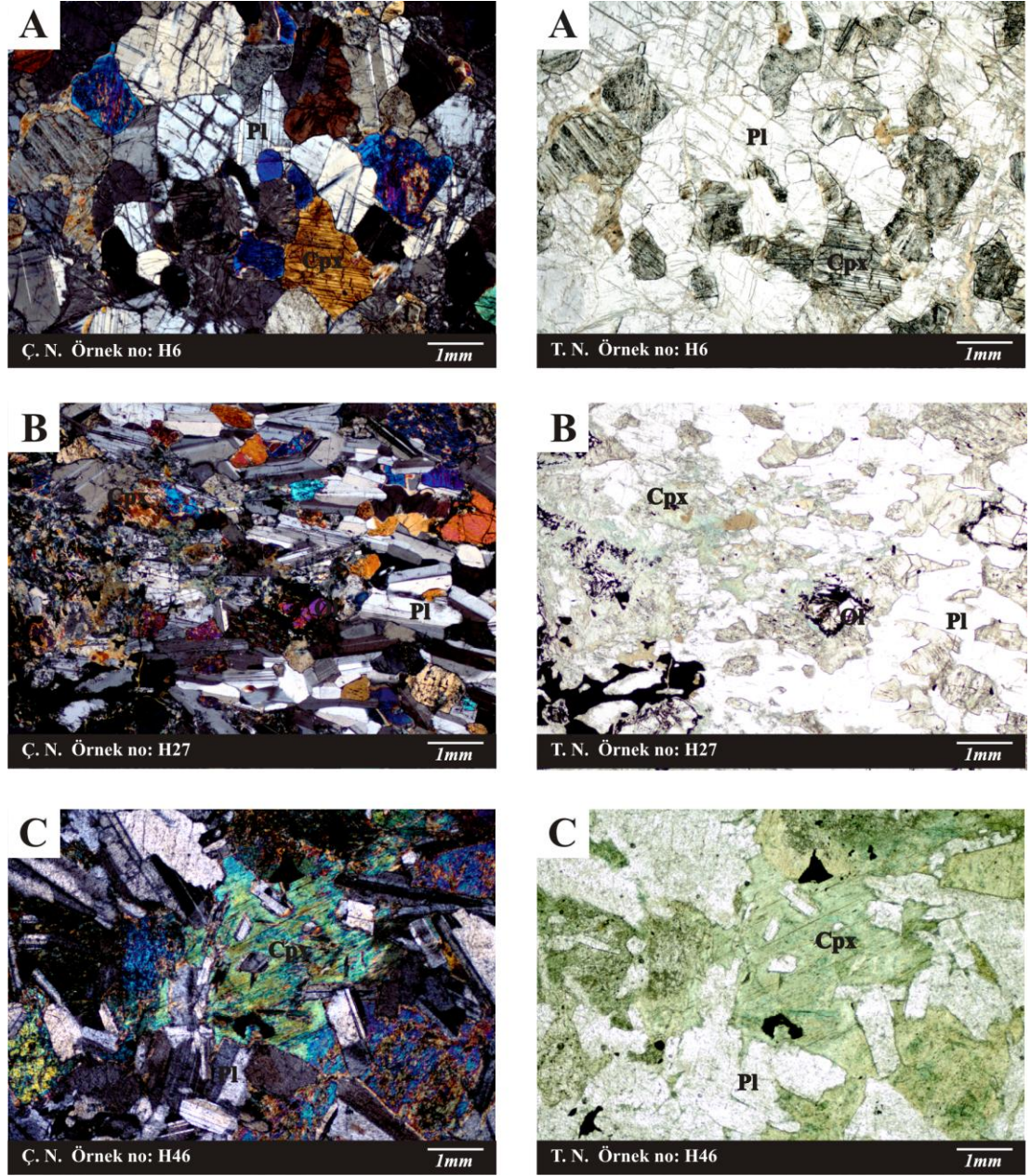
Doku: Mezokümülat, Ortokümülat

Plajiyoklaz: Kayaç içerisinde % 44–71 oranında gözlenen plajiyoklazlar (0.2–11.1 mm) boyutlarında, yer yer özşekilli-yarı özşekilli veya özşekilsiz kristaller şeklinde görülmekle birlikte polisentetik ve karlsbad ikizlenmesi göstermektedir. Mikroskopta çift nikolde gri-beyaz girişim renginde, tek nikolde ise toprağımsı renkte ve bozunmadan dolayı kirli yüzeyli görülmektedir (Şekil 4.14).

Piroksen: % 32–54 civarında bulunan tek yönde dilinim ve dilinimine göre eğik sönme gösteren klinopiroksenler (0.1–9.1 mm), küçük-orta taneli yarı özşekilli ve özşekilsiz kristal tanelerine sahiptir. Mikroskopta çift nikolde canlı girişim rengi, tek nikolde ise renksiz gözlenmektedir (Şekil 4.14). Ayrıca piroksenler kayaç içinde uralitleşerek amfibol minerallerine dönüşmüş, ışınal aktinolit olarak gözlenmektedir.

Olivin: Kayaç içerisinde % 0–8 oranında gözlenen olivinler (0.2–1.9 mm) boyutlarında, canlı girişim rengine sahip, bol çatlaklı bu çatlaklardan itibaren serpantinleşmeler gözlenmektedir. Özşekilsiz olan olivinler de serpantinleşmeye bağlı ağsı doku gözlenmektedir. Olivinlerde gözlenen serpantinleşmeden dolayı olivinler köşeli, yuvarlağımsı bir şekile sahip olup bu alanların kenar kısımları koyu kahverengi ve yeşil renge sahiptir (Şekil 4.14).

Opak: Küçük köşeli taneler halinde kayaç içerisinde eser miktarda bulunmaktadır.



Şekil 4.14. Gabro kayacında gözlenen A: Mezokümülat doku, B-C: Ortokümülat doku. Cpx: Klinopiroksen, Pl: Plajiyoklaz (Ç.N: Çift nikol, T.N: Tek nikol).

4.2.3. İzotrop Gabro

İzotrop gabrolar ayrışma yüzeyi yeşil-beyaz, taze yüzey rengi ise açık yeşil renklere orta taneli bir yapı sunmakla birlikte İncirlik Boğazı civarında gözlenmektedir. İnce kesit çalışmaları sonucu gabro kayacı tespit edilmiştir.

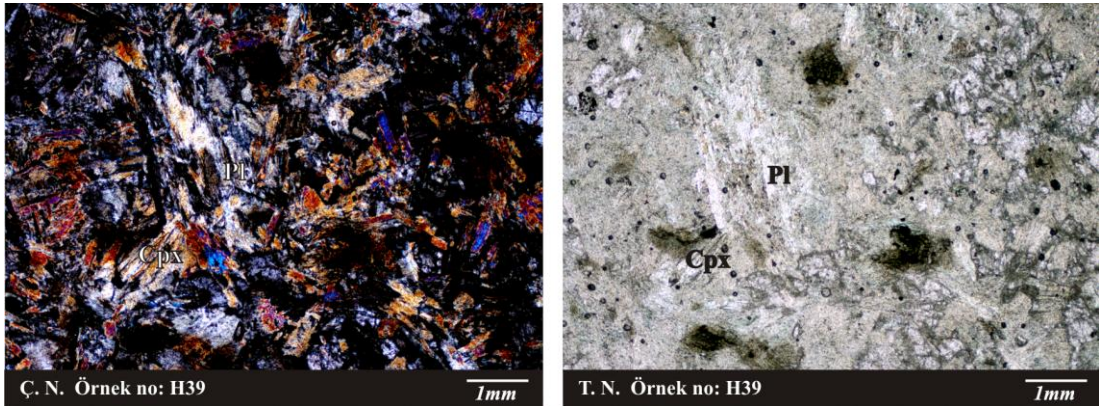
4.2.3.1. Gabro

Doku: Ofitik

Plajiyoklaz: Yarı özşekilli-özşekilli prizmatik kristaller şeklinde, mikroskopta çift nikolde gri-beyaz girişim renklerinde, tek nikolde ise toprağimsi renkte ve bozunmadan dolayı kirli yüzeyli görülen plajiyoklazlar (0.2–1.7 mm), kayaç içerisinde % 44–45 oranında bulunmaktadır. Polisentetik ve karlsbad ikizlenmesi göstermektedir (Şekil 4.15).

Piroksen: % 53–55 arasında değişen oranlarda gözlenen, tek yönde dilinim ve dilinimine göre eğik sönme gösteren klinopiroksenler, küçük-orta taneli yarı özşekilli ve özşekilsiz (0.1–2.1 mm) tane boyuna sahiptir. Mikroskopta çift nikolde canlı girişim renginde, tek nikolde ise renksiz gözlenmektedir (Şekil 4.15). Ayrıca piroksenlerde uralitleşme gözlenmekte, ayrışma sonucunda ise ışınal aktinolit minerallerine dönüşmüştür.

Opak: Küçük köşeli taneler halinde kayaç içerisinde eser miktarda bulunmaktadır.



Şekil 4.15. İzotrop Gabro kayacında gözlenen ofitik doku Cpx: Klinopiroksen, Pl: Plajiyoklaz (Ç.N: Çift nikol, T.N: Tek nikol).

4.3. JEOKİMYA

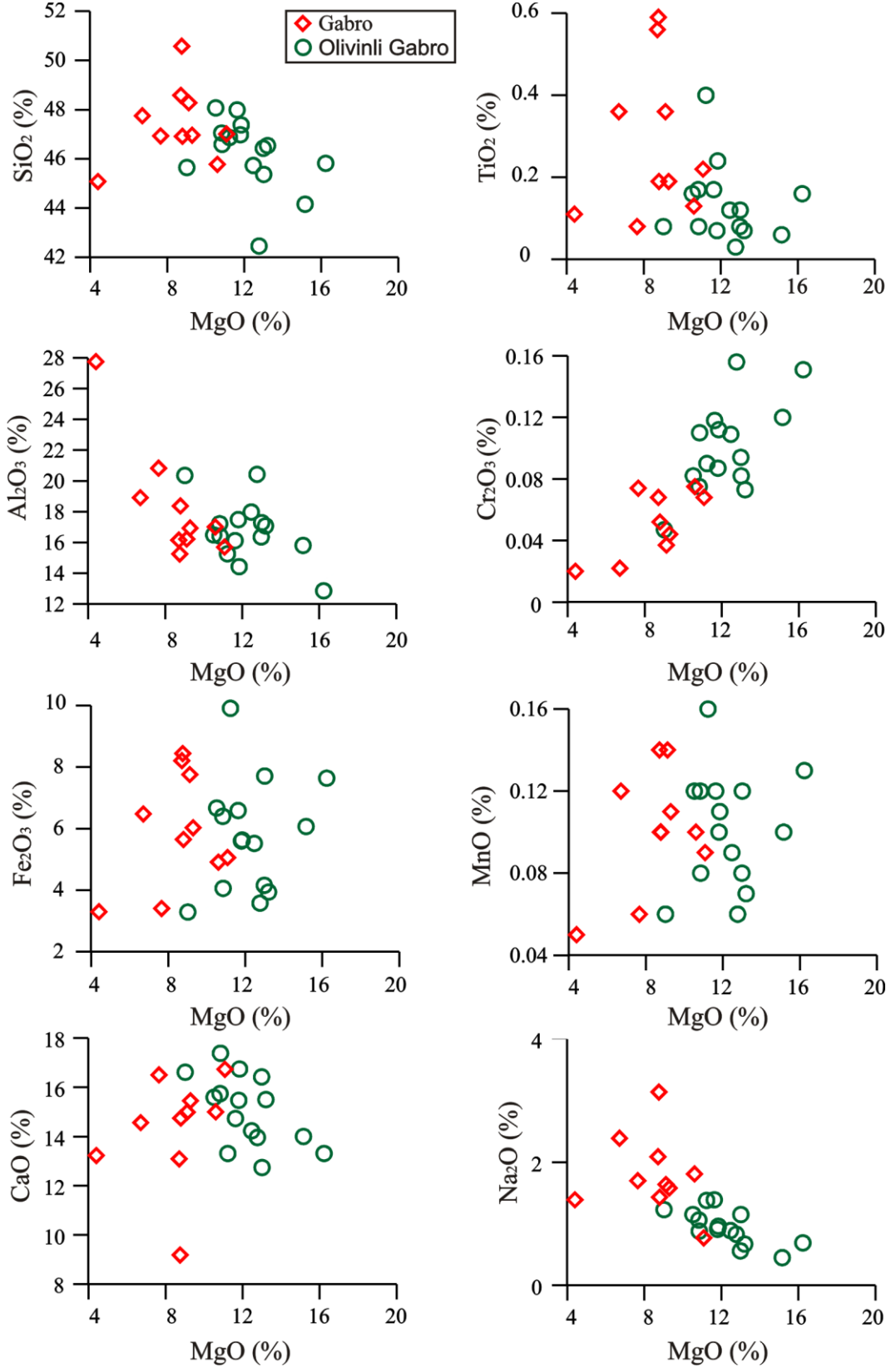
Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait 25 adet mafik kümülat kayaçlarının ana-iz ve nadir toprak element analizleri EK 2.1, EK 2.2 ve Çizelge 4.1’ de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre kümülat kayaçlarının ateşte kayıp değerleri (LOI) gabrolarda % 1.2–4.3 arasında değişirken olivinli gabrolarda % 1.2–4.5 arasında değişmektedir. Olivinli gabrolardaki ateşte kayıp değerlerinin yüksek olması, olivin mineralinde gelişen serpantinleşmeden kaynaklanmaktadır (EK 2.1 ve EK 2.2).

Çizelge 4.1. Kümülat kayaçların ana ve iz elementlerin içerikleri

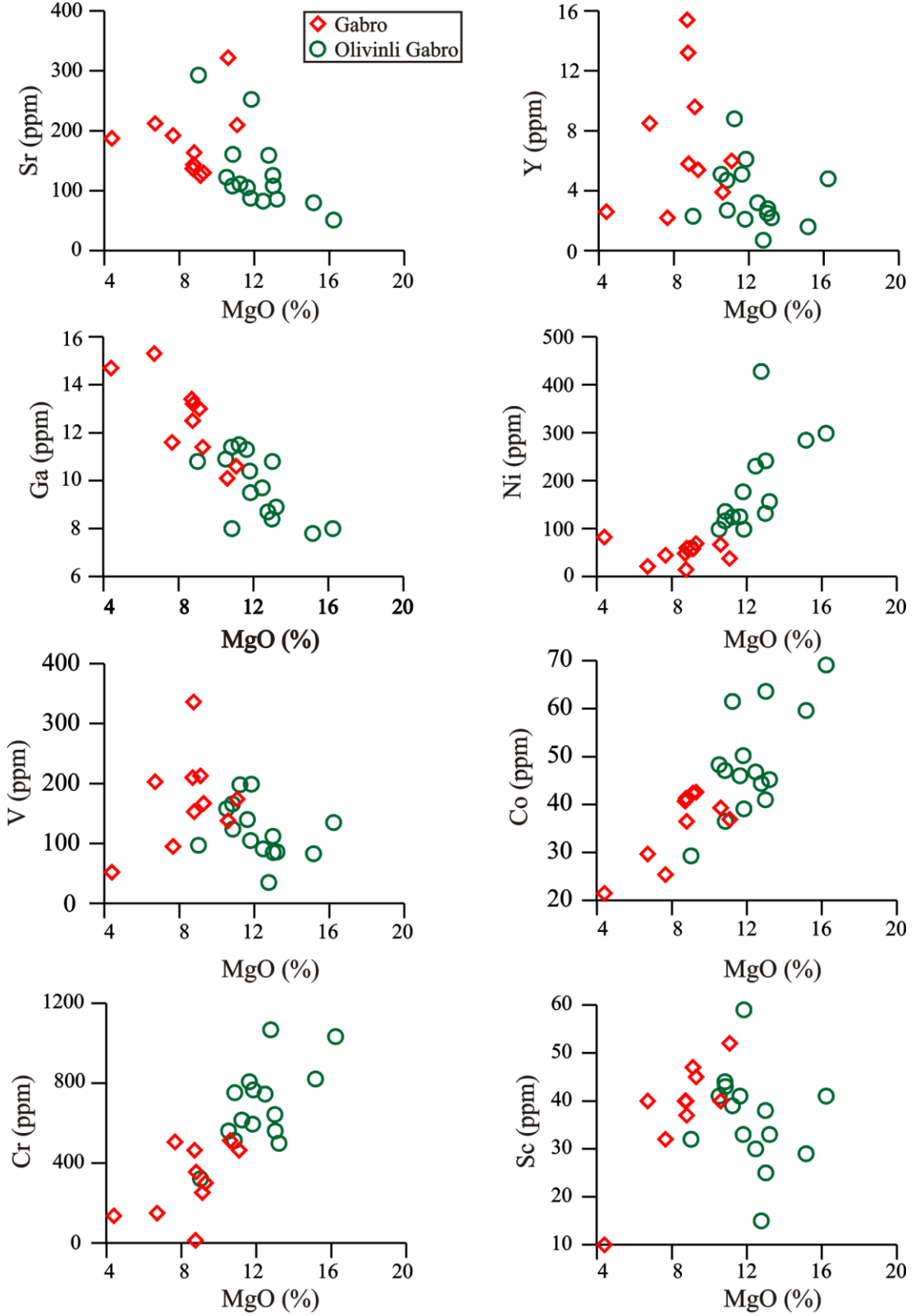
Ana ve iz Elementler	Olivinli gabro	Gabro	Ana ve iz Elementler	Olivinli gabro	Gabro
SiO ₂	% 42.46–48.07	% 45.08–50.58	Sr	51.1–292.9 ppm	125.2–322 ppm
TiO ₂	% 0.03–0.40	% 0.11–0.59	Y	0.7–8.8 ppm	2.2–15.4 ppm
Al ₂ O ₃	% 12.86–20.43	% 15.25–27.76	Zr	0.8–13 ppm	1.6–30.4 ppm
Cr ₂ O ₃	% 0.073–0.156	% 0.002–0.075	Pb	0.1–0.3 ppm	0.1–0.3 ppm
Fe ₂ O ₃	% 3.29–9.91	% 3.30–8.44	Ga	7.8–11.5 ppm	10.1–15.3 ppm
MnO	% 0.06–0.13	% 0.09–0.14	Zn	5–28 ppm	3–25 ppm
MgO	% 9.02–15.16	% 4.40–11.08	Cu	3.6–172.7 ppm	1.4–159.2 ppm
CaO	% 12.74–16.42	% 9.19–16.73	Ni	59–427.6 ppm	14.6–69 ppm
Na ₂ O	% 0.45–1.39	% 0.77–2.39	V	35–199 ppm	52–336 ppm
K ₂ O	% 0.01–0.04	% 0.01–1.48	Cr	321.57–1067.35 ppm	13.68–513.15 ppm
P ₂ O ₅	% 0.01–0.02	% 0.01–0.05	Hf	0–0.3 ppm	0.1–1 ppm
Ba	2–7 ppm	2–59 ppm	Sc	15–59 ppm	10–52 ppm
Rb	0.1–6.6 ppm	0.2–76.6 ppm	Co	29.3–69.1 ppm	21.5–42.6 ppm

Mafik kümülat kayaçların ana element içeriklerinin MgO’ e karşı değişimleri incelendiğinde (Şekil 4.16); SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Na₂O, CaO’ te MgO’ e göre negatif yönde bir trend gözlenirken Cr₂O₃, Fe₂O₃ ve MnO’ te pozitif yönde bir trend gözlenmektedir.

Mafik kümülat kayaçların iz element içeriklerinin MgO’ e göre değişimlerine bakıldığında (Şekil 4.17); Sr, Y, Ga, V ve Sc’ um MgO’ e göre negatif yönde, bir eğim gösterirken, Ni, Co ve Cr pozitif yönde bir eğim göstermiştir.

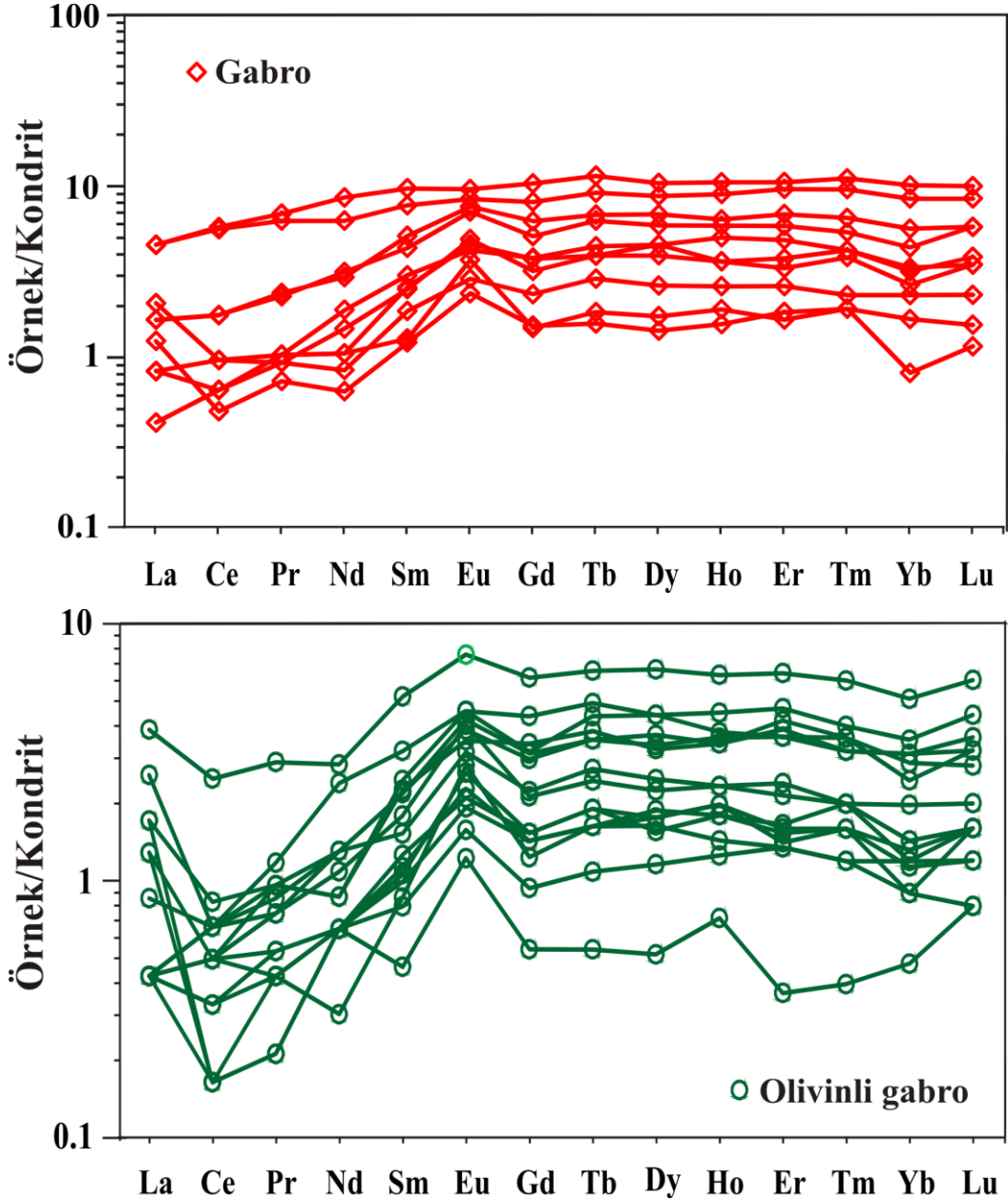


Şekil 4.16. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülat kayaçların ana element içeriklerinin MgO'ye göre değişimleri.



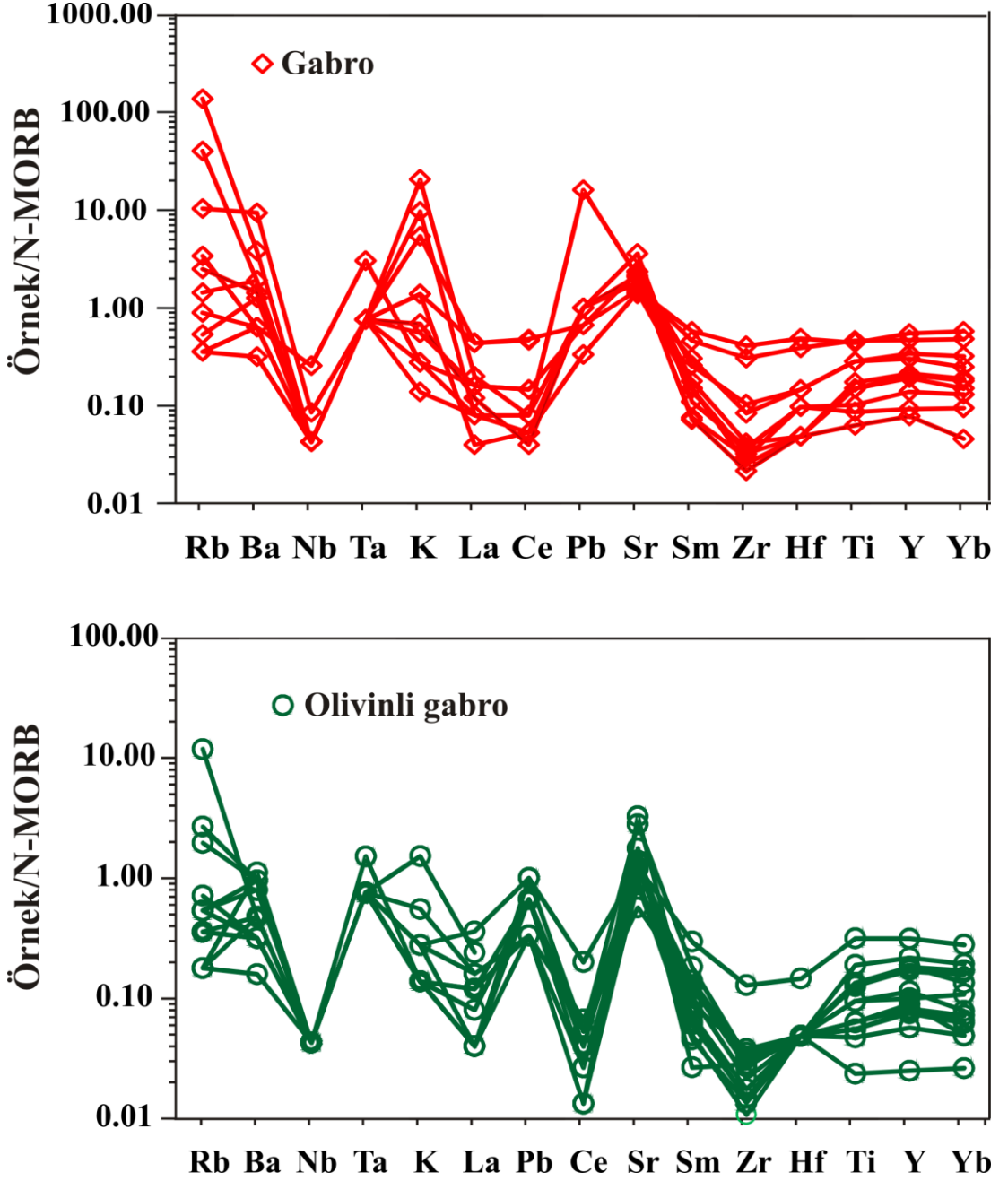
Şekil 4.17. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istifine ait mafik kümülat kayaçların iz element içeriklerinin MgO'ye göre değişimleri.

Mafik kümülat kayaçların Kondrit ve N-MORB'a göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri (REE) ve örümcek diyagramları Şekil 4.18 ve şekil 4.19'da gösterilmiştir. Hafif nadir toprak elementleri (LREE) her iki kayaç grubunda bir tüketilme göstermekte, Eu elementi bakımından zenginleşme göstermektedir. (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülat kayaçlara ait nadir toprak element diyagramı (Kondrit değerleri Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır).

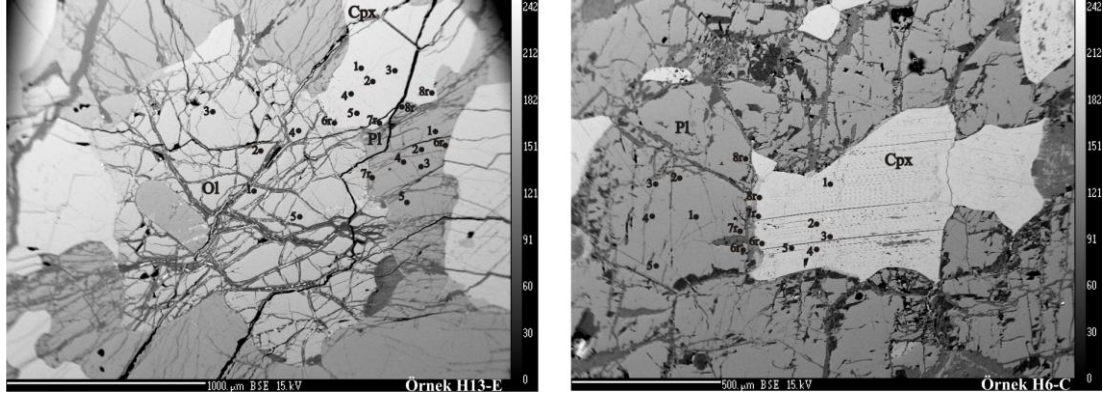
N-MORB örümcek diyagramında ise büyük iyon yarıçaplı elementler (LIL), (Rb, Ba, K) elementlerince bir zenginleşme, negatif Nb anomalisi ve kalıcılığı yüksek (HFS) (Y, Zr, Hf) elementlerce tüketilme gözlenmektedir (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümlat kayaçlara ait örümcek diyagramı (N-MORB değerleri Sun ve McDonough, 1989'dan alınmıştır).

4.4. MİNERAL KİMYASI

Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülat kayaçlarından seçilen 6 adet örnek üzerinde, olivin, piroksen ve plajiyoklaz minerallerinin kimyasal analizleri yapılmıştır (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. Hekimhan (Malatya) ofiyolitine ait mafik kümülatlardaki olivinli gabro ve gabro örneklerine ait BSE görüntüsü. Pl: Plajiyoklaz, Cpx: Klinopiroksen, Ol: Olivin, r: Kenar

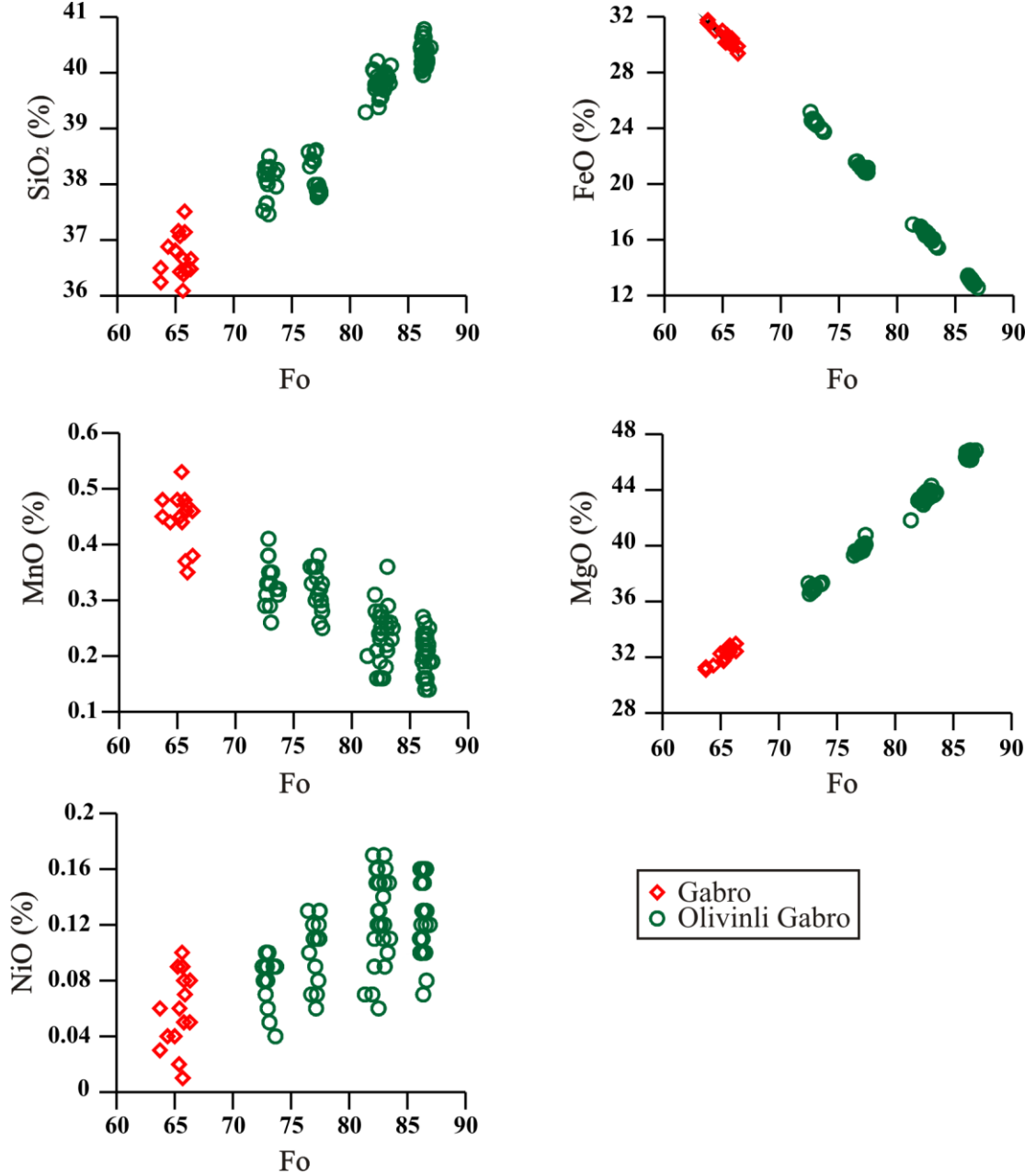
4.4.1. Olivin

Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülat kayaçlardaki olivin kompozisyonları EK 3.1’de verilmiştir. Olivin kristallerinin merkezi ve kenarları arasında bir zonlanma gözlenmemektedir. Olivinlerin ana element içerikleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Mg# ($Mg \times 100 / (Mg + Fe)$) değerleri gabrolarda; 63.36–66.31 arasında iken olivinli gabrolarda 72.55–86.75 arasında değişmektedir.

Çizelge 4.2. Olivinlerin ana element içerikleri

Ana Elementler	Olivinli gabro	Gabro
SiO ₂	% 37.46–40.78	% 36.09–37.51
TiO ₂	% 0–0.04	% 0–0.04
Al ₂ O ₃	% 0–0.81	% 0–0.06
FeO	% 12.56–25.17	% 29.37–31.76
Cr ₂ O ₃	% 0–0.06	% 0–0.06
MnO	% 0.14–0.41	% 0.35–0.53
MgO	% 36.54–46.84	% 31.1–32.97
CaO	% 0.0–0.21	% 0.01–0.09
Na ₂ O	% 0–0.06	% 0–0.05
K ₂ O	% 0–0.03	% 0–0.01
NiO	% 0.04–0.17	% 0.01–0.1

Forsterit (Fo) içeriği gabrolarda % 63.7–66.3, olivin gabrolarda ise % 72.5–86.9 değerleri arasındadır. Olivinlerin forsterit (Fo) içerikleri ile ana element korelasyonu yapıldığında SiO_2 , MgO ve NiO ile pozitif bir ilişki gözlenirken, FeO ve MnO ile negatif bir korelasyon izlenmektedir (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülatlarda gözlenen olivinlerin Forsterit (Fo) ve ana element içeriklerinin korelasyonu.

4.4.2. Klinopiroksen

Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülat kayaçlarda gözlenen klinopiroksenlerin mineral kimyası EK 3.2’de verilmiştir. Klinopiroksenlerin ana element içerikleri Çizelge 4.3 'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Klinopiroksenlerin ana element içerikleri

Ana Elementler	Olivinli gabro	Gabro
SiO ₂	% 50.95–54.49	% 50.99–53.48
TiO ₂	% 0.02–0.56	% 0.13–0.73
Al ₂ O ₃	% 0.62–3.43	% 1.15–2.64
FeO	% 2.75–8.65	% 4.12–8.57
Cr ₂ O ₃	% 0.11–0.65	% 0–0.33
MnO	% 0.01–0.25	% 0.01–0.29
MgO	% 14.93–19.94	% 14.37–17.15
CaO	% 17.39–24.14	% 20.12–23.5
Na ₂ O	% 0.13–0.52	% 0.18–0.46
K ₂ O	% 0–0.05	% 0–0.02
NiO	% 0–0.9	% 0–0.08

Kümülat kayaçlardaki klinopiroksenlerin Enstatit (En), Ferrosillit (Fs) ve Wollastonit (Wo) içerikleri oldukça sınırlı değişim göstermektedir. Gabrolarda En; 41.01–48.44, Fs; 6.78–14.29, Wo; 40.84–47.69 iken olivinli gabrolarda bu oran En; 42.84–55.43, Fs; 4.2–14.26, Wo; 35.84–48.2 arasında değişmektedir. Mg# (Mg_x100/Mg+Fe) değeri ise gabrolarda; 74.96–87.22 arasında iken olivinli gabrolarda ise; 77.81–92.09 aralığındadır. Piroksenlerin sınıflandırılmasında kullanılan Wo-En-Fs üçgen diyagramında [Morimoto, 1988], mafik kümülatlardaki klinopiroksenlerin diyopsit alanına düştükleri ve ada yayı gabroik kayaçlarında gözlenen klinopiroksenlerle de benzerlikler sunduğu gözlenmiştir (Şekil 4.22). Klinopiroksenlerin Mg# ile ana element içerikleri karşılaştırıldığında SiO₂, MgO, Cr₂O₃ ve CaO pozitif yönde bir trend sunarken, Al₂O₃, TiO₂, FeO ve MnO negatif yönde trend sunmaktadır (Şekil 4.23).

4.4.3. Ortopiroksen

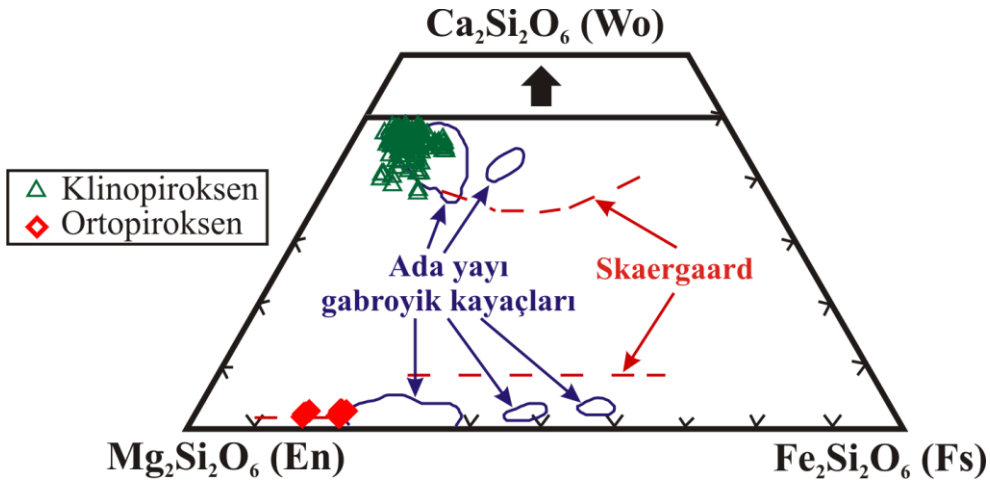
Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülat kayaçlarda gözlenen ortopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları EK 3.3’de verilmiştir.

Mafik kümülatlar içinde ortopiroksen mineralleri sadece olivin gabrolarda ölçülmüştür. Ortopiroksenlerin ana element içerikleri Çizelge 4.4' te verilmiştir.

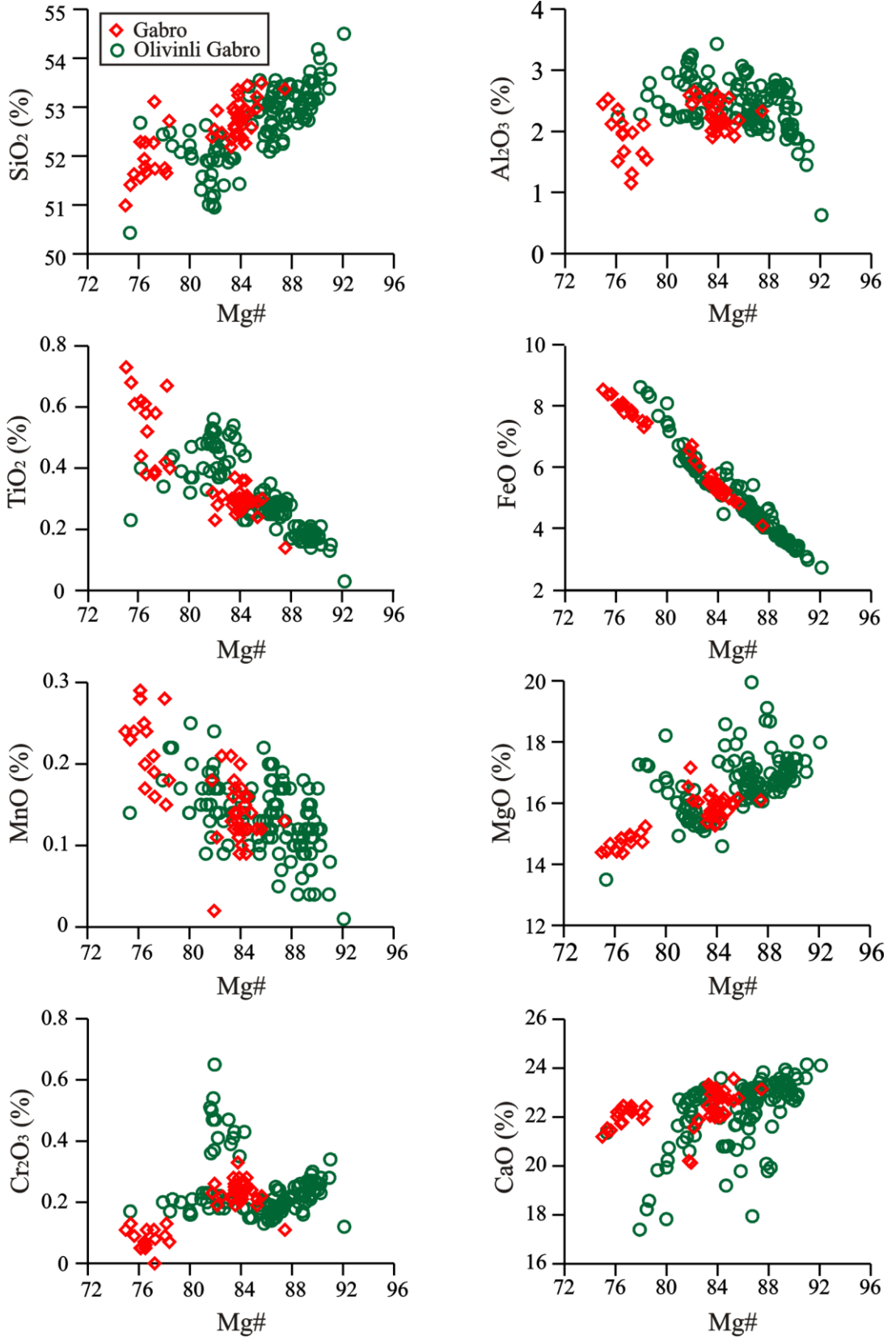
Çizelge 4.4. Ortopiroksenlerin ana elementlerin içerikleri

Ana Elementler	Olivinli gabro	Ana Elementler	Olivinli gabro
SiO ₂	% 54.04–56.5	MgO	% 28.37–31.42
TiO ₂	% 0.98–1.78	CaO	% 0.38–0.94
Al ₂ O ₃	% 0.03–0.24	Na ₂ O	% 0–0.07
FeO	% 10.16–13.97	K ₂ O	% 0–0.02
Cr ₂ O ₃	% 0–0.23	NiO	% 0–0.05
MnO	% 0.2–0.38		

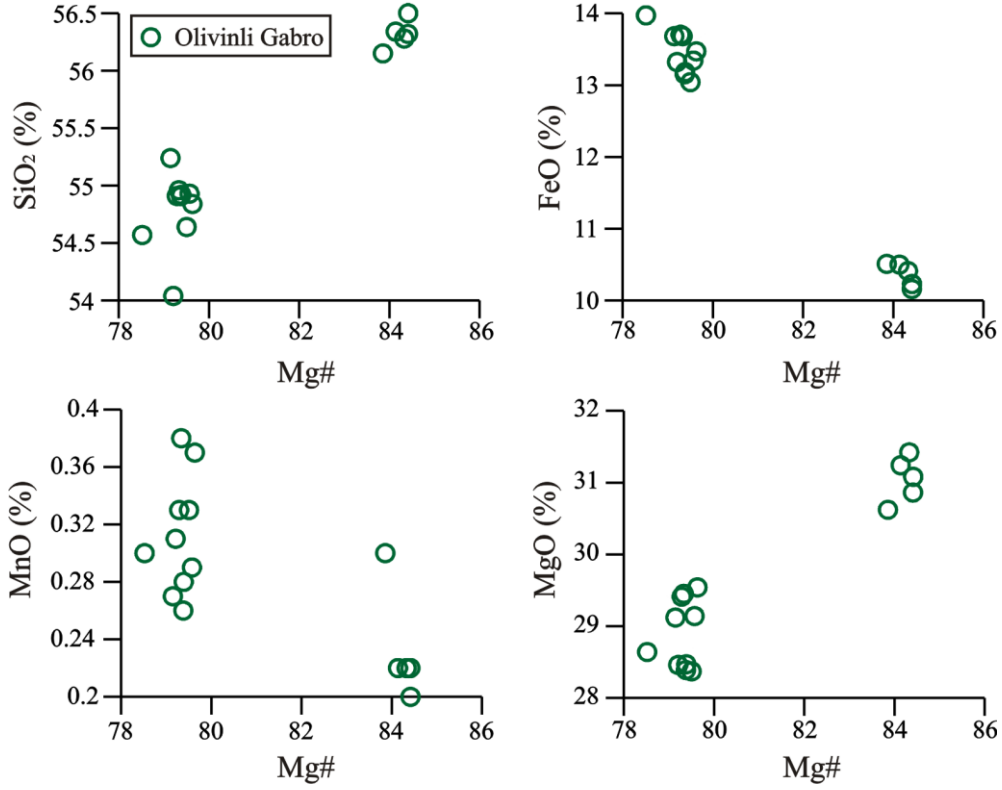
Ortopiroksenlerin Enstatit (Ens) içeriği % 76.81–83.51; Ferrosillit (Fs) içeriği % 15.68–21.47; Wollastonit (Wo) içeriği % 0.73–1.85 aralığında değişirken, Mg numarası 77.55–84.33 değerleri arasında değişmektedir. Piroksenlerin sınıflandırılmasında kullanılan Wo-En-Fs üçgen diyagramında [Morimoto, 1988], mafik kümülatlardaki ortopiroksenlerin hipersten bileşiminde olduğu görülmektedir (Şekil 4.22). Hekimhan (Malatya) bölgesindeki ofiyolit istifine ait mafik kümülatlarda gözlenen ortopiroksenlerin Mg numarası (Mg#) ile ana element içerikleri karşılaştırıldığında, SiO₂ ve MgO değerleri ile pozitif bir ilişki gösterirken, FeO ve MnO değerleri ile negatif bir ilişki göstermektedir (Şekil 4.24).



Şekil 4.22. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülat kayaçlarda gözlenen klinopiroksenlerin Wo-En-Fs üçgen diyagramındaki konumları [Morimoto, 1988]. Ada yayı gabroyik kayaçları ve Skaergaard alanı [Burns, 1985].



Şekil 4.23. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülatlarda gözlenen klinopiroksenlerin $Mg\#=(Mg \times 100 / (Mg + Fe))$ ile ana element içeriklerinin korelasyonu.



Şekil 4.24. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülat kayaçlarda gözlenen ortopiroksen mineralinin Mg# ($Mg \times 100 / (Mg + Fe)$) ve ana element içeriklerinin korelasyonu.

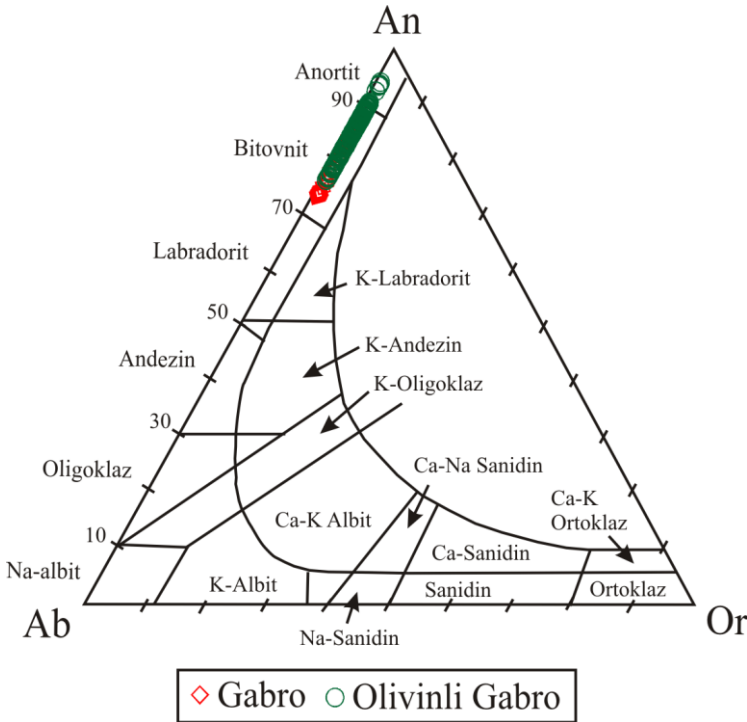
4.4.4. Plajiyoklaz

Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülat kayaçlarda gözlenen plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları EK 3.4'de verilmiştir. Plajiyoklaz mineraline ait ana element içerikleri Çizelge 4.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Plajiyoklazların ana element içerikleri

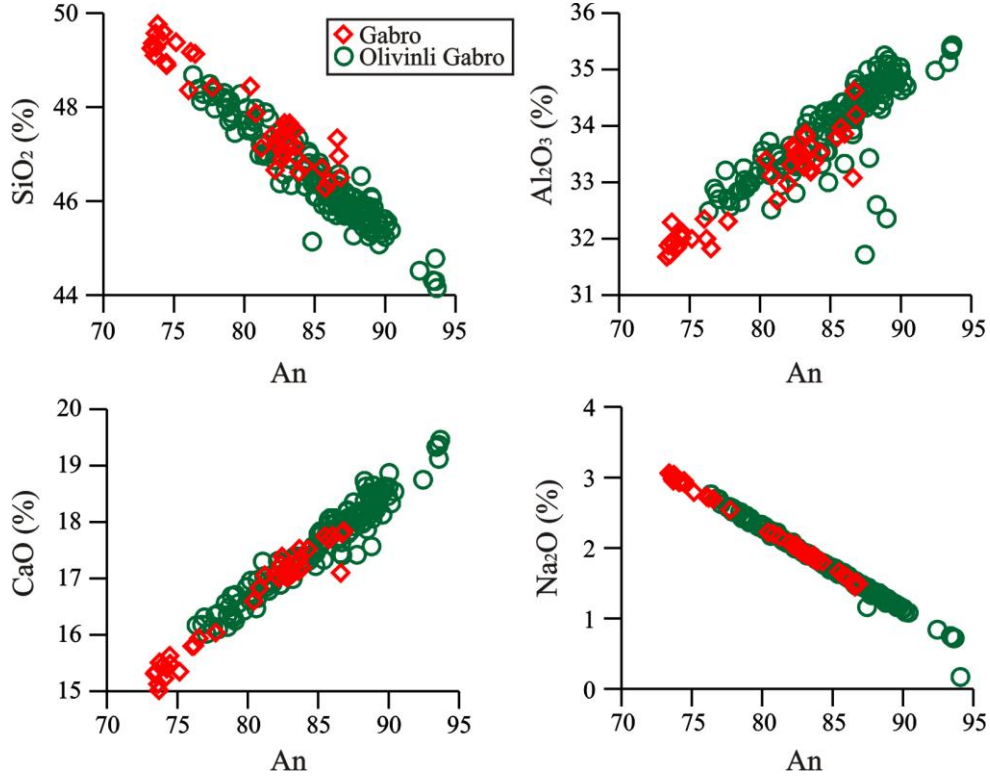
Ana Elementler	Olivinli gabro	Gabro
SiO ₂	% 44.15–48.68	% 46.28–49.76
TiO ₂	% 0–0.05	% 0–0.07
Al ₂ O ₃	% 32.36–35.43	% 31.68–34.62
FeO	% 0.08–0.89	% 0.17–0.42
MnO	% 0–0.07	% 0–0.06
MgO	% 0–1.61	% 0–0.06
CaO	% 16.02–19.46	% 15.02–17.84
Na ₂ O	% 0.72–2.76	% 1.45–3.06
K ₂ O	% 0–0.03	% 0–0.03

Plajiyoklaz mineralindeki anortit (An) ve albit (Ab) bileşimi sınırlı değişimler sunmakta olup, anortit (An) miktarı gabrolarda % 73.40–86.82, olivinli gabrolarda % 76.36–93.67 aralığında değişmektedir. Albit (Ab) içeriği ise gabrolarda % 13.12–26.55, olivinli gabrolarda % 6.27–23.59 aralığında değişmektedir. Anortit (An), albit (Ab) ve Ortoklaz (Or) üçgen diyagramında [Smith ve Brown, 1988], gabro kayacındaki plajiyoklazlar bitovnit, olivinli gabro kayacındaki plajiyoklazlar ise bitovnit ve anortit olarak belirlenmiştir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istifine ait mafik kümülat kayaçlarda gözlenen plajiyoklazların An: Anortit, Ab: Albit ve Or: Ortoklaz üçgen diyagramındaki konumları [Smith ve Brown, 1988].

Plajiyoklazların anortit (An) içeriği ile ana element içerikleri karşılaştırıldığı zaman (Şekil 4.26) anortit içeriği artarken, Al_2O_3 ve CaO içeriğinin arttığı, SiO_2 ve Na_2O içeriğinin azaldığı gözlenmektedir.



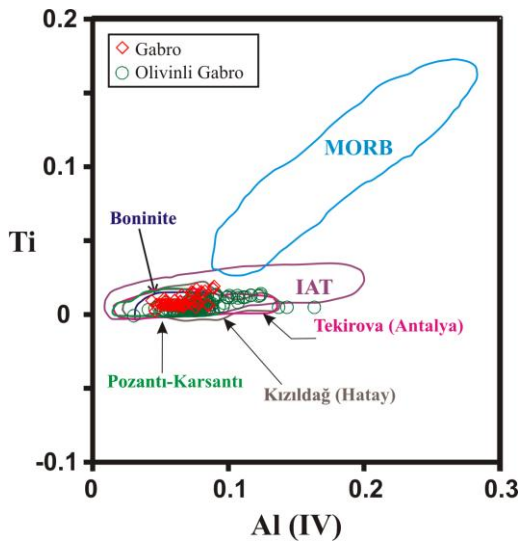
Şekil 4.26. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülat kayaçlarda gözlenen plajiyoklaz mineralindeki anortit (An) içeriklerinin ana elementlere göre korelasyonu.

4.5. PETROJENEZ ve JEODİNAMİK YORUM

Hekimhan bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülat kayaçlarından elde edilen petrografik, jeokimyasal ve mineral kimyası sonuçları, mafik kümülat kayaçların fraksiyonel kristalleşme ile oluştuğunu göstermektedir. Olivinli gabrolardan gabro kayaçlarına doğru SiO₂, Al₂O₃ ve CaO (EK 2.1, 2.2; Şekil 4.16) miktarındaki artış, magmanın farklılaşması ile olivin ve piroksen minerallerinin azaldığını, plajiyoklaz mineralinin ise arttığını belirtmektedir. Uyumlu iz elementlerden Ni, Cr, Co elementlerinin, olivinli gabrolarda (EK 2.2; Şekil 4.17) yüksek, gabrolarda ise düşük miktarlarda (EK 2.1; Şekil 4.17) gözlenmesi olivin spinel ve klinopiroksen fraksiyonellenmesini işaret etmektedir. Sr elementinin gabrolarda yüksek miktarlarda gözlenmesi plajiyoklaz kristalleşmesinin arttığını [Grove ve Baker, 1984; Beard 1986], V elementinin klinopiroksen minerallerinde bulunması [Ross vd., 1954; Barisenko, 1967; Ballantyne, 1992] ise gabrolarda

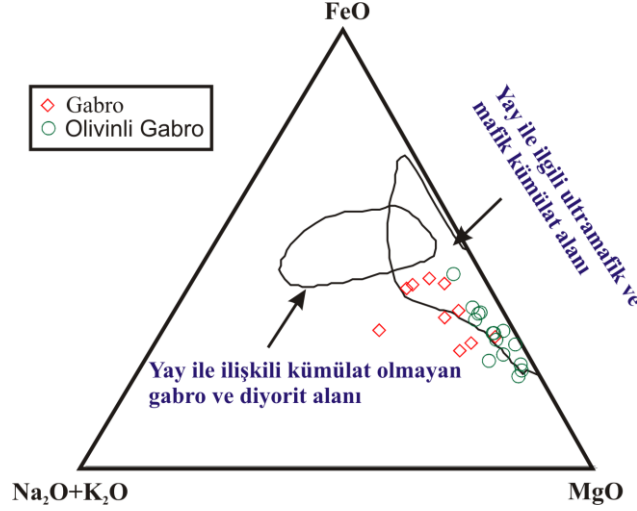
klinopiroksen miktarının arttığını göstermektedir. Ga elementinin spinel minerallerinde bulunması [Dare vd., 2009] ve uyumsuz element olması [Niu, 2004] MgO miktarları ile aralarında negatif bir ilişki olduğunu belirtmektedir.

Kümülat kayaçlar genellikle Zr, Y, Nb gibi HFS elementleri açısından fakirdir. Bu durum bize kümülüs minerallerin kümülüs kayaçlarda fazla miktarda olduğunu, interkümüülüs sıvının ise az miktarda olduğunu işaret etmektedir. Nadir toprak element ve örümcek diyagramlarında (Şekil 4.18, 4.19) büyük iyon yarıçaplı elementlerin zenginleşmesi ile Nb ve Zr elementlerin negatif anomolisi, dalma-batma zonu üstü yay-önü ortamında oluşmuş Kızıldağ (Hatay) ofiyoliti kümülüs gabroların desenlerine benzerlik sunmaktadır (Dilek ve Thy, 2009). Klinopiroksenlerin düşük Ti içeriği, manto kaynağındaki tüketilme derecesini [Pearce ve Norry, 1979] yansıtmakta, klinopiroksen kristallenmesinin düşük Ti içerikli magmadan türediğini (Şekil 4.27), Pozantı-Karsantı [Parlak vd., 2002], Kızıldağ (Hatay) ve Tekirova (Antalya) ofiyolitleri [Bağcı vd., 2005; 2006] ile benzer özellikler sunduğunu göstermektedir. Plajiyoklazların kalsiyumca zengin olması magma oluşumu esnasındaki su buharı basıncının ve CaO/Na₂O oranının yüksek olduğunu gösterir [Green ve Ringwood, 1968; Nesbitt ve Hamilton, 1970; Arculus ve Wills, 1980; Sisson ve Grove, 1993; Panjasawatwong vd., 1997].



Şekil 4.27. Hekimhan (Malatya) yöresindeki ofiyolite ait mafik kümülatlarda gözlenen klinopiroksenlerin Al (IV)-Ti içeriğinin değişim diyagramı [Beccaluva vd., 1989]. Pozantı-Karsantı ofiyoliti [Parlak vd., 2002], MORB: Okyanus ortası sırt bazaltları, IAT: Ada yayı toleyitleri ve Boninit [Beccaluva vd., 1989], Kızıldağ (Hatay) ve Tekirova (Antalya) ofiyolitleri [Bağcı vd., 2005; 2006].

Mafik kümülat kayaçların $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$, MgO ve FeO içerikleri AFM diyagramında [Beard, 1986] yay ile ilişkili ultramafik-mafik kümülat alanına düşmekte ve dalma-batma zonu üstü tektonik ortamı işaret etmektedir (Şekil 4.28).

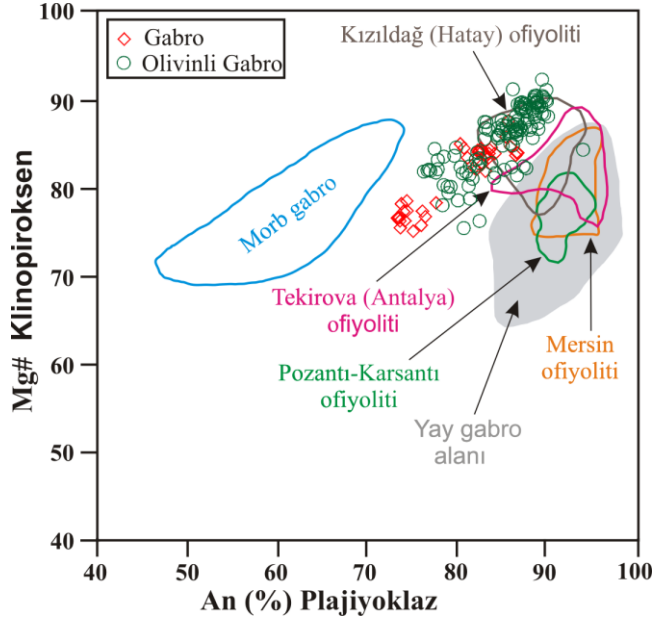


Şekil 4.28. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülat kayaçların AFM diyagramı [Beard, 1986].

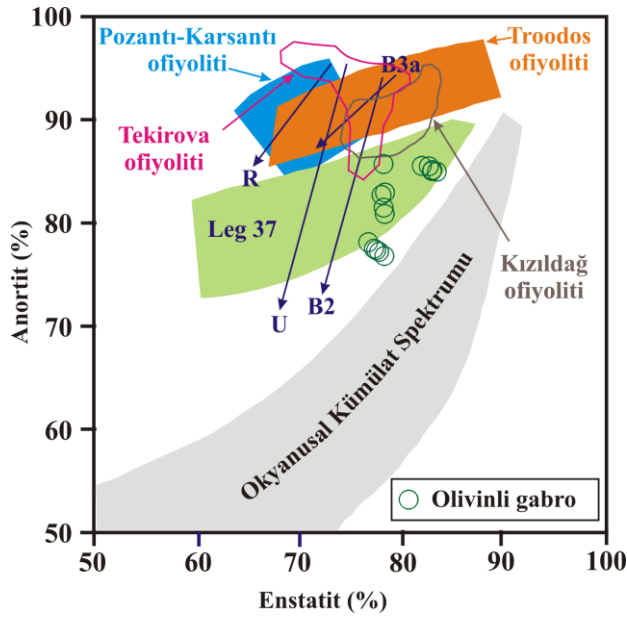
Hekimhan (Malatya) bölgesindeki ofiyolit istifine ait kümülat kayaçlarındaki klinopiroksenlerin magnezyum numarası ($\text{Mg}\#$) ve plajiyoklazların anortit (An) içeriği (Şekil 4.29) kümülatların okyanus ortası (MOR) tektonik ortamında oluşan gabrolardan farklı olarak, yay ile ilişkili tektonik ortamlarda oluştuğunu ve Doğu Akdeniz kuşağındaki ofiyolitler ile benzerlik sunduğunu göstermektedir.

Mafik kümülat kayaçların plajiyoklazlarındaki Anortit (An) ve ortopiroksenlerindeki Enstatitin ($\text{Mg}\#$) içeriklerine göre çizilen diyagramda, kümülat kayaçların okyanus ortası sırt tektonik ortamında (MOR) oluşan kümülat kayaçlardan farklı olduğu ve dalma batma zonu ile ilişkili tektonik ortam kayaçları ile benzerlik sunduğu görülmektedir (Şekil 4.30).

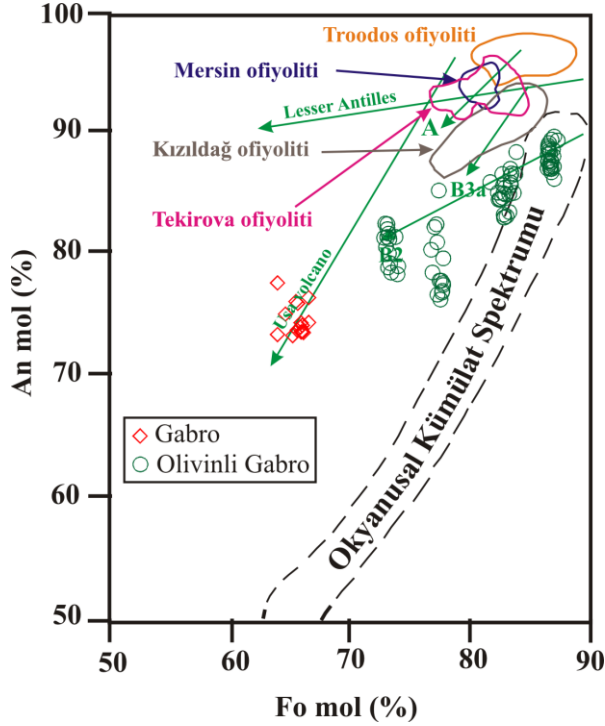
Mafik kümülatlardaki plajiyoklazlardaki anortit (An) ve olivinlerdeki forsterit (Fo) içeriğine göre çizilen diyagramda Hekimhan (Malatya) ofiyolitlerindeki kümülat kayaçlardaki plajiyoklazların Anortit (An) ve olivinlerindeki forsterit (Fo) içerikleri artan bir trend göstermektedir. Kümülatlar Usa volkanı, Japonya [Fujimaki, 1986] ve Boisa volkanı, Papua [Gust ve Johson, 1981] ile benzerlik sunmaktadır (Şekil 4.31).



Şekil 4.29. Hekimhan (Malatya) yöresi ofiyolitine ait mafik kümülatlarda gözlenen plajiyoklazlardaki (An) içeriği ile klinopiroksenlerdeki Mg# ($Mg \times 100 / (Mg + Fe)$) değişim grafiği. MORB gabro ve yay gabro alanı [Burns 1985], Mersin ofiyoliti [Parlak vd., 1996], Pozantı-Karsantı ofiyoliti [Parlak vd., 2000], Kızıldağ (Hatay) ve Tekirova (Antalya) ofiyolitleri [Bağcı vd., 2005; 2006].



Şekil 4.30. Hekimhan (Malatya) ofiyolitlerine ait mafik kümülat kayaçlarda gözlenen ortopiroksenlerdeki enstatit içeriği ve plajiyoklazlardaki anortit (An) içeriğini gösteren diyagram [Burns, 1985]. Troodos Ofiyoliti [Hebert ve Laurent, 1990], R: Rindjami Volkanı [Foden, 1983], B3a, B2: Boisa Volkanı [Gust ve Johnson, 1981], U: Usa Volkanı [Fujimaki, 1986], Kızıldağ (Hatay) ve Tekirova (Antalya) ofiyolitleri [Bağcı, 2004], Okyanusal Kümülat Spektrumu [Tiezzi ve Scoott, 1980; Hodges ve Papike, 1976], Leg 37: [Fallon ve Green, 1987], Pozantı ve Karsantı [Parlak vd., 2000].



Şekil 4.31. Hekimhan (Malatya) ofiyolitlerine ait mafik kümülat kayaçlarında gözlenen plajiyoklazlardaki anortit (An) ve olivinlerindeki Forsterit (Fo) içeriklerini gösteren diyagram. La: Lesser Antilles [Arculus ve Wills, 1980], A: agrigan Volkanı-Mariana yayı [Stern, 1979], B2 ve B3a: Boisa Volkanı, Papua [Gust ve Johnson, 1981], U: Usa Volkanı, Japonya [Fujimaki, 1986], Okyanusal Kümülat Spektrumu [Tiezzi ve Scoott, 1980; Hodges ve Papike, 1976], Troodos Ofiyoliti [Hebert ve Laurent, 1990], Mersin ofiyoliti [Parlak vd., 1996].

Olivinlerin Fo, Ni ve Cr; klinopiroksen ve ortopiroksenlerin Mg# numarası; plajiyoklazların An miktarları, Hekimhan bölgesindeki ofiyolit istifine ait mafik kümülat kayaçlarının ada yayı toleyitik (IAT) karakterdeki magmadan türettiğini, ada yayı serileri [Meijer ve Reagan, 1981; Hébert 1982; DeBari ve Coleman 1989; Beard, 1986] ve Doğu Akdeniz ofiyolitleri [Bağcı vd., 2006; Parlak vd., 2009] ile benzerlik sunduğunu göstermektedir.

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 bulunmaktadır [Robertson vd., 2009]. Orta Anadolu'daki ofiyolitlerin bir kısmı ise konumu hala tartışılan İç Toros kenet kuşağı (Beyşehir, Pozantı (Alihoca), Karsantı, Mersin, Pınarbaşı) ile ilişkilidir. Göncüoğlu vd. [1996,1997], Toros kuşağı üzerinde gözlenen ofiyolitlerin Geç Kretase'de Neotetis'in kuzey kolunda okyanus içi dalma-batma zonu üzerinde oluştuğunu ve aynı dönemde Kırşehir-Niğde masifleri ve

Bolkardağ/Aladağ platformu üzerine yerleştiğini söylemişlerdir. Bu görüşün aksine, bazı yazarlar Toros kuşağında gözlenen bütün ofiyolitlerin Geç Kretase'de Toros karbonat platformunun kuzeyinde yer alan ve İç Toros okyanusal baseninde oluştuğunu ve daha sonraki nap hareketlerine bağlı olarak bugünkü konumlarını aldıklarını belirtmişlerdir [Özgül, 1984; Şengör ve Yılmaz, 1981; Lytwyn ve Casey 1995; Collins ve Robertson, 1998; Dilek vd., 1999; Parlak ve Robertson, 2004].

Toros kuşağındaki ofiyolitlerin altında ofiyolitik melanj ve metamorfik dilimin gözleendiği, harzburjitik tektonitlerin, iyi korunmuş ve bütün ofiyolitik masiflerin % 60-90 'nını temsil etmekte olduğu bilinmektedir. Bu ofiyolitlerin ultramafik-mafik kümülat kesimleri oldukça kalındır [Parlak et al., 2002, 2000, 1996; Robertson, 2002; Vergili ve Parlak, 2005; Bağcı vd., 2006]. Toros kuşağındaki ofiyolitlerin en önemli özelliklerinden biri de 1-10 m kalınlığında izole toleyitik ve ince taneli diyabaz dayklarının bütün ofiyolitik istifli tektonitler, kümülatlar ve peridotitlerin altındaki metamorfik dilimleri de kesmeleridir. Niğde ve Kırşehir masiflerinin Toros platformunun devamı olmadığı yüksek basınç/düşük sıcaklık metamorfizmasının izlerine rastlanılmaması ile açıklanmaktadır [Robertson, 2002]. Jeolojik ve jeokimyasal veriler Geç Kretase ile Geç Triyas arasında güneyde Toros platformu ve kuzeyde Anatolidler arasında bir İç Toros okyanusunun varlığını desteklemekte ve Toros kuşağındaki ofiyolitlerin İç Toros okyanusunda oluştuklarını işaret etmektedir.

Erken Kretase'de Güney Atlantik okyanusunun açılmaya başlaması nedeniyle, Afrika ve Avrasya plakaları arasında yer alan Neotetis okyanusal baseninde sıkışma rejimine geçilmiştir [Livermoore ve Smith, 1984; Savostin vd., 1986; Dewey, 1988]. Bu sıkışma rejimi Neotetis okyanusunun, okyanus içi dalma-batmaya bağlı olarak kapanmaya başlamasına sebep olmuştur. İç Torid okyanusunun kapanması esnasında, okyanus içi dalma-batma zonunda oluşan ofiyolitler, dilimler halinde kuzeyden güneye doğru Toros platformu üzerinde ilerlemiştir. Hekimhan-Kuluncak (Malatya) bölgesinde yüzeylenen ofiyolitik kayaçlar (Kuluncak ofiyoliti), iç yapıları ve oluşum mekanizmaları ile Pınarbaşı (Kayseri) ve Divriği (Sivas) ofiyolitleri ile benzer özellikler sunmakta, Geç Kretase'de; güneyde Toros platformu, kuzeyde Kırşehir masifi arasında yer alan İç Torid okyanusunun kapanması sırasında okyanus içi dalma batma zonu üzerinde oluşmuşlardır.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

“Hekimhan (Malatya) Bölgesi Ofiyolitik Kayaçlarındaki Kümülatların Petroğrafisi ve Jeokimyası” isimli yüksek lisans tez çalışmasında yapılan arazi, petrografi, jeokimya ve mineral kimyası çalışmaları ile elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

1. Malatya K39–b3 paftasında, Hekimhan güneyinde yerleşim yaşı Kampaniyen öncesi olan ofiyolit istifini, bu istifin üzerine, Kampaniyen–Maestrihtiyen yaşlı tamamı ofiyolitik malzemeden türemiş olan çakıltaşları-çamurtaşı birimlerinden oluşan Karadere formasyonu ve kumtaşı-marn-şeyl, killi kireçtaşı ile beyaz renkli resifal kireçtaşlarından oluşan, Hekimhan formasyonu uyumsuz olarak gelmektedir.
2. Ofiyolit istifine ait kayaçlar tektonitler, mafik kümülatlar, pelajik çökeller ve izotrop gabrolardır. Mafik kümülat kayaçları Hekimhan ve civarında Malatya K–39 b2, b3, b4 paftalarında yüzeylemekte, tabakalı yapı, magmatik bantlaşma ve kıvrımlanma göstermektedirler.
3. Mafik kümülat kayaçları olivinli gabro ve gabro kayaçlarından oluşmakta, mezokümülat ve ortokümülat doku sunmaktadırlar. Kümülüs ve interkümülüs minerallerde zonlanma görülmemesi, kristallenmelerin yüksek sıcaklıklarda meydana geldiğini göstermektedir.
4. Minerallerin kristallenme sırası olivin ($FO_{63.7-86.9}$)±krom spinel, klinopiroksen ($En_{41.01-55.43}$, $Fs_{4.2-14.29}$, $Wo_{35.84-48.2}$), plajiyoklaz ($An_{73.4-93.67}$) ve ortopiroksen ($En_{76.81-83.51}$, $Fs_{15.68-21.47}$, $Wo_{0.73-1.85}$) şeklindedir.
5. Magnezyumca zengin olivin ($Mg\#_{63.36-86.75}$), klinopiroksen ($Mg\#_{74.96-92.09}$), ve ortopiroksen ($Mg\#_{77.55-84.33}$) fazları, okyanus içi dalma-batma zonu üstünde oluşan ofiyolitlerin genel özelliklerini yansıtmaktadırlar.
6. Mafik kümülat kayaçlar içerisinde kalsik plajiyoklazların varlığı, okyanusal kabuk gelişimi sırasında magmanın yüksek CaO/Na_2O oranına sahip olduğunu ve magma odasında yüksek su buhar basıncının (P_{H_2O}) varlığını işaret etmektedir.
7. Bölgesel jeolojik veriler ve jeokimyasal çalışmalar, Kuluncak ofiyolitinin Geç Kretase’de İç Torid okyanusunun kapanması esnasında okyanus içi dalma-batma zonu üstü jeodinamik ortamda oluştuğunu işaret etmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonymous, “Penrose Field Conference on Ophiolites”, *Geotimes*, 17, 24-25,(1972).
- Akkuş, M. F., “Darende-Balaban havzasının jeolojik ve stratigrafik incelemesi”, *MTA Dergisi*, 76, 1-60, Ankara, (1971).
- Arai, S., Kadoshima, K. and Morishita, T., “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, (2006).
- Arculus, R.J. and Wills, K.J.A., “The Petrology of Plutonic Blocks and Inclusions from the Lesser Antilles Island Arc”, *Journal of Petrology*, 21: 743-99, (1980).
- Ayan, T., “Malatya kuzeyindeki Hekimhan-Ebreme Köyü bölgesinin (K39–c3) detay jeoloji ve petrol imkanları”, MTA rapor, (Yayınlanmamış), Ankara, (1961).
- Ayan, T. ve Bulut, C., “Balaban-Yazıhan-Kurşunlu ve Levent bucakları (Malatya) arasındaki alanın genel jeolojisi”, *MTA dergisi* 62: 58-71, (1964).
- Bağcı, U., “Kızıldağ (Hatay) ve Tekirova (Antalya) Ofiyolitlerinin Jeokimyası ve Petrolojisi”, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yayımlanmamış), (2004).
- Bağcı, U., Parlak, O. and Höck, V., “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 (2005).
- Bağcı, U., Parlak, O., Höck, V., “Geochemical character and tectonic environment of ultramafic to mafic cumulates from the Tekirova (Antalya) ophiolite”, (southern Turkey) *Geol J* 41:193-219, (2006).
- Bağcı, U., Parlak, O. and Höck, V., “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, (2008).

- Bağcı, U., and Parlak, O., “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, (2009).
- Barisenko, L.F., “Trace Elements in Pyroxenes and Amphiboles from Ultramafic rocks of the Urals”, *Min. Mag.*, 36: 403-410, (1967).
- Ballantyne, P., “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, (1992).
- Beard, J.S., “Characteristic Mineralogy of Arc Related of Cumulate Gabbros: Implication for the Tectonic setting of Gabbroic Plutons and for Andesite Genesis”, *Geology*, 14: 10, 848-851, (1986).
- Beccaluva, L., “Macciotta. G., Piccardo. G.B., Zeda, O., Clinopyroxene Composition of Ophiolite Basalts as Petrogenetic Indicator”, *Chem. Geol.*, 77: 165-182, (1989).
- Bozkaya, Ö., “Hekimhan güneyi (KB Malatya) Üst Kretase-Tersiyer yaşlı sedimanter istifin mineralojik-petrografik ve jeokimyasal incelenmesi”, *C.Ü., Fen Bilimleri Ens., Yüksek Lisans Tezi*, 227 s., Sivas, (1991).
- Boztuğ, D. ve Yılmaz, S., “Konukdere metasomatitinin (Hekimhan-Hasançelebi, KB Malatya) petrolojisi”, *45.Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri özetleri*, 38-39, (1992).
- Brown, G.C., Mussett, A.E., “The Inaccessible Earth, an Integrated View of Its Structure and Composition”, *Chapman and Hall, London*, (1993).
- Burns, L.E., “The Border Ranges Ultramafic and Mafic Complex, South Central Alaska: Cumulate Fractionates of Island Arc Volcanics”, *Canadian Journal of Earth Sciences*, 22: 1020-1038, (1985).
- Çoban, A., “Malatya K39 b3 paftasının jeoloji incelemesi”, *MTA Maden Etüt Dairesi arşivi, rap No. 1190, (Yayımlanmamış)*, (1973).
- Çobankaya, M., “Hekimhan (Malatya) yöresi oligosen istifinin sedimantolojisi”, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 101s., (2011).

- Coleman, R.G., “Plate Tectonic Emplacement of Upper Mantle Peridotites along the Continental Edges”, *Journal of Geophysical Research*, 76: 1212-1222, (1971).
- Collins, A.S., Robertson, A.H.F., “Processes of late Cretaceous to late Miocene episodic thrust-sheet translation in the Lycian Taurides, SW, Turkey”, *Journal of Geological Society*, 155, 759-772, (1998).
- Dare, S.A.S., Pearce, J.A., McDonald, I. and Styles, M.T., “Tectonic discrimination of peridotites using fO_2 -Cr# and Ga-Ti-Fe^{III} systematic in chrome-spinel”, *Chemical Geology*, 261, 199-216, (2009).
- Debari, S.M., Coleman, R.G., “Examination of the Deep Levels of an Island Arc: Evidence from the Tonsina Ultramafic-Mafic Assemblage, Tonsina, Alaska”, *J. Geophys. Res.*, 94: 4373-4391, (1989).
- Delaloye, M., Pişkin, Ö., Selçuk, H., Vuagnat, M. and Wagner, J.J., “Geological Section Through the Hatay Ophiolite along the Mediterranean Coast, Southern Turkey Ophiolite”, 5 (2/3), 205-216, (1980).
- Dewey, J.F. and Bird, J.M., “Origin and Emplacement of Ophiolite Suite: Appalachian Ophiolites in Newfoundland”, *Journal of Geophysical Research*, 76, 3179-3206, (1971).
- Dewey, J.F., “Extensional collapse of orogens Tectonics”, 7: 1123-1139, (1988).
- Dilek, Y., and Moores, E.M., “Regional Tectonics of the Eastern Mediterranean Ophiolites. In: Malpas, J., Moores, E., Panayiotou, A. and Xenophontos, C. (eds.) *Ophiolites-Oceanic Crustal Analogues*”, *Proceedings of Troodos Ophiolite Symposium 1987*, 295-309, (1990).
- Dilek, Y., Thy, P., Hacker, B. and Grundvig, S., “Structure and Petrology of Tauride Ophiolites and Mafic Dike Intrusions (Turkey): Implications for the Neotethyan Ocean”, *GSA Bulletin*, 111, 8, 1192-1216, (1999).
- Dilek, Y. and Flower, M.F.J., “Arc-trench rollback and forearc accretion: 2. A model template for ophiolites in Albania, Cyprus, and Oman”, In: Dilek, Y. and Robinson, P.T., (eds), *Ophiolites in Earth History*. Geological Society, London, Special Publications 218, 43-68, (2003).

- Dilek, Y., and Thy, P., “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*, c: 113, s:1-2, 68-87 (2009).
- Dilek, Y., and Furnes, H., “Ophiolite genesis and global tectonics: Geochemical and tectonic fingerprinting of ancient oceanic lithosphere”, *Geological Society of America Bulletin*, c:123, s:3-4, 387-411, (2011).
- Falloon, T. J., and Green, D. H., “Anhydrous Partial Melting of MORB Pyroxene and Other Peridotite Compositions at 10 kbar: Implications for the Origin of Primitive MORB Glasses, *Contrib. Mineralogy and Petrology*, 37: 181-219, (1987).
- Floyd, P.A., Göncüoğlu, M.C., Winchester, J.A., Yalınız, M.K., “Geochemical character and tectonic environment of Neotethyan ophiolitic fragments and metabasites in the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey”, Pp. 183-202 in: *Tectonics and magmatism in Turkey and the Surroundings Area* (E. Bozkurt, J.A., Winchester, and J.D.A., Piper, editors), *Geological Society London Special Publication 173*, (2000).
- Foden, J.D., “The Petrology of Calcalkaline Lavas of Rindjani Volcano, East Sunda Arc: Model for Island Arcs”, *J. Petrol.*, 24: 98-130, (1983).
- Fujimaki, H., “Fractional Crystallization of the Basaltic Suite of Usa Volcano, Southwest Hokkaido, Japan, and its Relationships with the Associated Felsic Suite”, *Lithos*, 19: 129-140, (1986).
- Gattinger, T.E., “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”. M.T.A. Rap. No. 2797, Ankara, (1957).
- Gass, I.G., “The Ultrabasic Volcanic Assemblages of the Troodos Massif, Cyprus”, In: *Wyllie, P.J., (ed.), Ultramafic and Related Rocks*, John Wiley, New York, 121-134, (1967).
- Göncüoğlu, M.C., Dirik, K., Kozlu H., “Pre-alpin and alpine terranes in turkey; explanatory notes to the terrane map of Turkey”, *Ann., Geology, Pays., Hell.*, 37: 1-3, (1996-1997).

- Görmüş, M., “Hekimhan Yöresinde (Kb Malatya, Türkiye) Geckampaniyen-Maastrichtiyen Yaşlı Tohma Resifleriyle İlişkili Fasiyes-Organizma (Forominifer) Dağılımı”, *Doğa Yerbilimleri Dergisi*, 3 (1), 1-15, Ankara, (1994).
- Görür, N., Oktay, F. Y, Seymen, İ. ve Şengör, A. M. C., “Paleotectonic evolution of Tuzgölü basin complex, Central Turkey. Sedimentary record of a Neo-Tethyan, closure”, In the geological evolution of the Eastern Mediterranean, Dixon, J. E. and Robertson, A. H. F., Ed., 824, Blackwell scientific publ., London, (1984).
- Green, T.H., and Ringwood, A.E., “Genesis of the Calc-Alkaline Igneous Rock Suite”, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 18: 105-162, (1968).
- Grove, T.L., Baker, M.B., “Phase Equilibrium Controls on the Tholeiitic versus Calc-Alkaline Differentiation trends”, *J. Geophys. Res.*, 89: 3253-3274, (1984).
- Gust, D.A., Johnson, R.W., “Amphibole Bearing Cumulates from Boisa Island, Papua New Guinea: Evaluation of the Role of Fractional Crystallization in an Andesitic Volcano”, *J. Geol.*, 89: 219-232, (1981).
- Gültekin, A.S., “Alacahan-Çetinkaya-Divriği (Sivas) arasında kalan alanın jeolojisi”, *Doktora tezi, t.Ü Fen Bil. Enst.*. 183 s., (1993).
- Gürer, Ö.F., “Hekimhan-Hasançelebi (Malatya) dolayının jeoloji incelemesi”, *İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, 323s., *Doktora Tezi*, (1992).
- Gürer, Ö., F., “Hekimhan-Hasançelebi yöresinin Üst Kretase stratigrafisi ve havza evrimi”, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 37/2, 135-148, (1994).
- Gürer, Ö, F., “Hekimhan yöresindeki alkali magmatik kayaların jeolojik ve petrolojik incelemesi”, *Tr. J. of Earth Sciences*, 5, 71-88, (1996).
- Hebert, R., “Petrography and Mineralogy of Oceanic Peridotites and Gabbros: Some Comparison with Ophiolite Examples”, *Ophiolite*, 2/3: 299-324, (1982).
- Hebert, R. and Laurent, R., “Mineral Chemistry of the Plutonic Section of the Troodos Ophiolite: New Constraints for Genesis of Arc Related Ophiolites”, In: Malpas, J., Moores, E., Panayiotou, A., And Xenophontos, C. (eds.), *Ophiolites, Oceanic Crustal Analogues, Proceedings Troodos Ophiolite Symposium-1987*, 149-163, (1990).

- Hodges, F.N., Papike, J.J., DSDP site 334: “Magmatic Cumulates from Oceanic Layer 3”, J. Geophys. Res., 81: 4135-4151, (1976).
- Irvine T.N. and Baragar W.R.A., “A Guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks”, Can., J., Earth Sci., 8: 523-48, (1971).
- Irvine, T.N., “Glossary of terms for layered intrusions”, In: Parsons, I. (ed): Origins of Igneous Layering, 641-647, Dordrecht: D. Reidel, (1987).
- İzdar, K.E., “Kuluncak bölgesi, jeolojisi ve mineral muhteviyatının etüdü”, M.T.A. raporu, Rapor No: 38, 25s., (1961).
- İzdar, K.E. ve Ünlü, T., “Hekimhan-Hasançelebi-Kuluncak Bölgesinin Jeolojisi”, Ege Bölgeleri Jeolojisi VI. Kolloyum, 303 - 330, 1985, İzmir, (1985).
- Jackson, E.D., “The Origin of the Ultramafic rocks by Cumulus Processes”, Forstsch. Miner., 48, 1, 128-174, (1971).
- Jacobson, S.H., “Hasançelebi-Hekimhan demir sahasının jeolojisi ve maden yatakları”, MTA arş. No: 1042 (Yayınlanmamış), (1969).
- Juteau, T., “Ophiolites of Turkey. Ofioliti”, 2: 199-235, (1980).
- Juteau, T. and Whitechurch, H., “The Magmatic Cumulates of Antalya (Turkey): Evidence of Multiple Intrusion in an Ophiolitic Magma Chamber”, In: Panayiotou, A., (ed.), Ophiolites, Proceedings International Ophiolite Symposium: Nicosia, Cyprus, Geological Survey Department, 377-391, (1980).
- Karayolları Genel Müdürlüğü, 8. Bölge Elazığ Karayolları Haritası, (2012).
- Kovenko, V., “Hasançelebi mıntıkası demir yatakları”, MTA Der. 5,1/8, (1940).
- Livermore, R.A., and Smith, A.G., “Some Boundary Conditions for the Evolution of the Mediterranean Region”, In Stanley, D.J., and Wezel, F.C. (eds.), Geological Evolution of the Mediterranean Basin: Berlin (Springer-Verlag), 83-100, (1984).
- Lytwyn, J.N., and Casey, J.F., “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, (1995).

- Maden Teknik ve Arama Enstitüsü, Sivas, 1:500,000 Jeoloji Haritası, MTA, Ankara, (2002).
- Meijer, A. and Reagan, M., “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, (1981).
- Morimoto, N., Fabries, J., Ferguson, A.K., Ginzburg, I.V., Ross, M., Seifert, F.A., Zussman, J., Aoki, K., Gottardi, G., “Nomenclature of the pyroxenes”, *American Mineralogist*, 73, 1123-1133, (1988).
- Nesbitt, R.W., and Hamilton, D.L., “Crystallization of an Alkali Olivine Basalts under Controlled PO_2 PH_2O Conditions. Phys”, *Earth Plan. Int.*, 3: 309-315, (1970).
- Niu, Y., “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, (2004).
- Okay, A.I. and Tüysüz, O., “Tethyan sutures of northern Turkey. In "The Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine orogen", (eds. B. Durand, L., Jolivet, F., Horváthand M., Séranne), Geological Society, London, Special Publication 156, 475-515, (1999).
- Okay, A.I., “Was the late Triassic orogeny in Turkey caused by the collision of an oceanic plateau”, In: Bozkurt, E., Winchester, J.A. and Piper, J.D. (eds) *Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area*, Geological Society, London, Special Publications 173, 25-42, (2000).
- Özdemir, Z., ve Tunç, M., “Hekimhan (Malatya) Yöresindeki Üst Kretase Yaşlı Birimlerin Paleontolojik ve Stratigrafik Özellikleri”, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, Cilt:36, Sayı:1, 131-145 s., (1993).
- Özer, T., Kuşçu, A.E., “Malatya-Hekimhan-Karakuz demir madenii jeoloji ve rezerv raporu”, MTA Mad. Etü. Dai. Arş. Rap. No. 1856, (Yayımlanmamış), (1983),
- Özer, S., “Orta-Doğu-Güneydoğu Anadolu ve yarımadasında bulunan Pironaca (Rudist) türlerinin paleontolojisi ve biyocoğrafyası”, c:31, s:1 47-59, (1988).

- Özgül, N., “Stratigraphy and Tectonic Evolution of the Central Taurides”, In: Tekeli, O., Göncüoğlu, M.C. (eds.), *Geology of the Taurus Bel*, MTA, Ankara, 77-90, (1984).
- Panjasawatwong, Y., Danyushevsky, L. V., Crawford, A. J. and HARRIS, K. L., “An Experimental Study of the Effects of Melt Composition on Plagioclase-Melt Equilibria at 5 and 10 kbar: Implications for the Origin of Magmatic High-An Plagioclase. Contrib”, *Mineral, Petrol*, 118: 420-432, (1997).
- Parlak, O., “Geochemistry and Geochronology of the Mersin Ophiolite within the Eastern Mediterranean Tectonic Frame (Southern Turkey)”, *These Doctorat, Universitede Geneve, Terre & Environnement* 6, 242p., (1996).
- Parlak, O., Delaloye, M., Bingöl, E., “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, (1996).
- Parlak, O., Höck, V., Delaloye, M., “Suprasubduction Zone Origin of the Pozanti-Karsanti Ophiolite (Southern Turkey) Deduced from Whole-Rock and Mineral Chemistry of the Gabbroic Cumulates”, In: E. Bozkurt, J.A. Winchester, J.D.A. Piper (Editors), *Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surroundings Area*, Geological Society, London, Special Publications 173: 219-234, (2000).
- Parlak, O., Höck, V., Delaloye, M., “The Supra-Subduction Zone Pozanti-Karsanti Ophiolite Southern Turkey: Evidence for High-Pressure Crystal Fractionation of Ultramafic Cumulates”, *Lithos*, 65: 205-224, (2002).
- Parlak, O., Höck, V., Kozlu, H., and Delaloye, M., “Oceanic Crust Generation in an Island Arc Tectonic Setting, SE Anatolian Orogenic Belt (Turkey)”, *Geological Magazine*, 141: 583-603, (2004).
- Parlak, O., “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*, c: 98, s:2 387-405, (2009).
- Parlak, O., Rızaoğlu, T., Bağcı, U., Karaoğlu, F. and Höck, V., “Tectonic significance of the geochemistry and petrology of ophiolites in southeast Anatolia, Turkey”, *Tectonophysics* 473, 173-187 (2009).

- Pearce, J.A., Norry, M.J., “Petrogenetic Implications of Ti, Zr, Nb variations in Volcanic Rocks”, *Contrib., Mineral. Petrol.*, 69, 33-47, (1979).
- Pearce, J.A., Lippard, S.J. and Roberts, S., “Characteristics and tectonic significance of supra-subduction zone ophiolites”, Pp. 77-89 in: *Marginal Basin Geology* (B.P. Kokelaar and M.F. Howells, editors). Geological Society London Special Publication 16, (1984).
- Pearce, J.A., “Geochemical fingerprinting of oceanic basalts with applications to ophiolite classification and the search for Archean oceanic crust”, *Lithos* 100, 14-48, (2008).
- Rızaoğlu, T., Parlak, O., Höck, V., and İşler, F., “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., and Mountrakis, D., (eds), Tectonic Development of the Eastern Mediterranean Region. Geological Society, London, Special Publications 260, 327-350, (2006).*
- Rızaoğlu, T., Parlak, O., İşler, F., Hoeck, V., “Geochemistry and Tectonic Significance of the Cumulate Rocks of the Kömürhen Ophiolite in Southeast Anatolia (Elazığ-Turkey)”, *Proceedings of the International symposium geology of Naturel Systems-Geolasi, 1-4 september, Iasi-Romania. p.35-37, (2010).*
- Robertson, A.H.F., and Dixon, D.E., “Introduction: Aspects of the Geological Evolution of the Eastern Mediterranean”, *In: Dixon, J.E., and Robertson, A.H.F. (eds.) the Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. Spec. Publ. of Geol. Soc. of London, 17: 1-74, (1984).*
- Robertson, A.H.F. and Shallo, M., “Mesozoic-Tertiary Tectonic Evolution of Albania in its Regional Eastern Mediterranean Context”, *Tectonophysics, 316: 197-214, (2000).*
- Robertson, A.H.F., “Overview of the Genesis and Emplacement of Mesozoic Ophiolites in the Eastern Mediterranean Tethyan Region”, *Lithos, 65: 1-67, (2002).*

- Robertson, A.H.F., Ünlügenç, U.C., İnan, N. and Taslı, K., “The Misis Andırın Complex: A Mid-Tertiary Melange Related to-Late Stage Subduction of the Southern Neotethys in Turkey”, *Journal of Asian Earth Sciences*, 22: 413-453, (2004).
- Robertson, A.H., Ustaömer, T., Parlak, O., Ünlügenç, U.C., Taslı, K. and İnan, N., “The Berit transect of the Tauride thrust belt, S. Turkey: Late Cretaceous–Early Cenozoic accretionary/collisional processes related to closure of the southern Neotethys”, *Journal of Asian Earth Sciences*, 27, 108-145, (2006).
- Robertson, A.H.F., Parlak, O., Ustaömer, T., “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, (2009).
- Ross, C.S., Foster, M.D., Myers, A.T., “Origin of Dunites and Olivine Rich Inclusions in Basaltic Rocks” *Am., Mineral*, 39, 693-737, (1954).
- Saccani, E. and Photiades, A., “Mid-ocean ridge and supra-subduction affinities in the Pindos Massif ophiolites (Greece): implications for magma genesis in a proto-forearc setting”, *Lithos* 73, 229-253, (2004).
- Sarıfakıoğlu, E., Özen, H. nad Winchester, J.A., “Whole rock and mineral chemistry of ultramafic-mafic cumulates from the Orhaneli (Bursa) ophiolite, NW Anatolia”, *Turkish Journal of Earth Sciences* 18, 55-83, (2009).
- Savostin, L.A., Sibuet, J.C., Zonenshain, L.P., Le Pichon, X. and Rolet, J., “Kinematic Evolution of the Tethys Belt, from the Atlantic to the Pamirs since the Triassic”, *Tectonophysics*, 123, 1-35, (1986).
- Sevimli, U.İ., “Yazihan (Malatya) Batısının Tektono-Stratigrafisi”, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, 159s., (2009).
- Shervais, J.W., “Birth, death and resurrection: The life cycle of suprasubduction zone ophiolites”, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 2, 2000GC000080, (2001).
- Sisson, T.W., Grove, T.L. “Experimental Investigation of the Role of H₂O in Calc-Alkaline Differentiation and Subduction Zone Magmatism”, *Contrib. Mineral. Petrol.*, 113: 143-166, (1993).

- Smith, J.V., and Brown, W.L. "Feldspar minerals", Springer-Verlag, Berlin, vol. I, p., 1-20, 541-542, (1988).
- Spandler, C.J., Arculus, R.J., Eggins, S.M., Mavrogenes, J.A., Price, R.C., Reay, A.J., "Petrogenesis of the Greenhills Complex, Southland, New Zealand: magmatic differentiation and cumulate formation at the roots of a Permian island-arc volcano", Contributions to Mineralogy and petrology, c: 144, s: 6, 703-721 (2003).
- Stampfli, G.M., "Tethyan oceans", In: Bozkurt, E., Winchester, J.A. and Piper, J.D., (eds), "Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area", Geological Society, London, Special Publication 173, 163-185, (2000).
- Stechepinnsky, V., "Malatya Bölgesi'nin jeoloji ve mineral varlıkları", MTA dergisi, 9(1/31): 79-105, (1944).
- Steinman, G., Die "Ophiolitischen Zonen in der Mediterranean Kettengebirgen: International Geological Congress", 14th, Madrid, 2: 638-667, (1927).
- Stern, C.R., and Elthon, D., "Vertical Variation in the Effects of Hydrothermal, Metamorphism in Chilean ophiolites: Their Implication for Ocean Floor Metamorphism", Tectonophysics, 55: 179-213, (1979).
- Sun, S.S., Mcdonough, W.F., "Chemical and Isotopic Systematics of Oceanic Basalts: Implications for Mantle Composition and Processes, in Magmatism in the Ocean Basins", (Saunders, A.D., Norry, M.J. (eds.), Geological Society Special Publication, 42, 313-345, (1989).
- Şengör, A.M.C., and Yılmaz Y., "Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach", Tectonophysics, 75: 181-241, (1981).
- Tiezzi, L.J., Scott, RB., "Crystal Fractionation in a Cumulate Gabbro, Mid-Atlantic Ridge, 260°N. J. Geophys", Res., 85: 5438-5454, (1980).
- Uçurum, A., "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, (1998).

- Ustaömer, T. and Robertson, A.H.F., “Late Palaeozoic marginal basin and subduction-accretion: the Palaeotethyan Küre Complex, Central Pontides, northern Turkey”, *Journal of the Geological Society of London* 151, 291-305, (1994).
- Vergili, Ö., Parlak O., “Geochemistry and tectonic setting of metamorphic sole rocks and mafic dikes from the Pınarbaşı (Kayseri) ophiolite, Central Anatolia”, *Ophiolite*, 30:37-52, (2005)
- Wager, L.R., Brown, G.M. and Wadsworth, W.J., “Types of Igneous Cumulates. *Journal of Petrology*”, 1, 73-85, (1960).
- Yalınz, M.K.Y., Floyd, P.A. and Göncüoğlu, M.C., “Supra-Subduction Zone Ophiolites of Central Anatolia: Geochemical Evidence from the Sarikaraman Ophiolite, Aksaray, Turkey”, *Mineralogical Magazine*, 60: 697-710, (1996).
- Yılmaz, S., “Karakuz ve Deveci köyü demir yatakları hakkında rapor”, MTA Mad. Etü. Dai. Arş. Rap. No. 63., (Yayımlanmamış), (1960).
- Yılmaz, S., Boztuğ, D., ve Öztürk, A., “Hekimhan-Hasançelebi (KB Malatya) yöresinin stratigrafisi ve tektoniği” C.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A-Yerbilimleri, 8/1, 1-18, (1991).
- Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E., Genç, Ş.C., “Ophiolitic and Metamorphic Assemblages of Southeast Anatolia and Their Significance in the Geological Evolution of the Orogenic Belt”, *Tectonics*, 12 (5): 1280-1297, (1993).
- Yılmaz, H., Dumanlılar, Ö., Ay, Y. ve Yılmaz, A., “Hekimhan-Kuluncak (Malatya) Yöresindeki Ofiyolitik Kayaların Tektonostratigrafik Özellikleri”, 58. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı, 271 s., (2005).
- Yoldaş, R., “Malatya kuzeyinin jeolojisi ve petrol olanakları”, MTA rap. No: 4936, Ankara, (Yayımlanmamış), (1972).

EK 1. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifine ait mafik kümülat kayaçların petrografik özellikleri

Örnek No	Pafta	Enlem	Boylam	Kayaç Adı	Doku	Mineraller (%)				
						OI	Cpx	Opx	Pl	Amp
H1	K39 b3	38° 48' 0.150"	37° 57' 25.405"	Olivinli Gabro	Mezokümülat	15	33	50		2
H2	K39 b3	38° 46' 31.805"	37° 57' 20.931"	Gabro	Mezokümülat	8	36	55		1
H3	K39 b3	38° 46' 31.805"	37° 57' 20.931"	Olivinli Gabro	Mezokümülat	12	38	47		3
H4	K39 b3	38° 46' 31.805"	37° 57' 20.931"	Gabro	Mezokümülat	8	38	51	1	2
H5	K39 b3	38° 46' 31.805"	37° 57' 20.931"	Gabro	Mezokümülat	8	32	57	1	2
H6	K39 b3	38° 45' 41.914"	37° 57' 3.179"	Gabro	Mezokümülat	7	35	56		2
H7	K39 b3	38° 45' 41.914"	37° 57' 3.179"	Olivinli Gabro	Mezokümülat	14	34	48	1	3
H8	K39 b3	38° 45' 41.914"	37° 57' 3.179"	Gabro	Mezokümülat	5	35	57		3
H9	K39 b3	38° 47' 1.950"	37° 57' 18.046"	Olivinli Gabro	Mezokümülat	15	29	55		1
H10	K39 b3	38° 46' 56.019"	37° 57' 22.319"	Olivinli Gabro	Mezokümülat	20	25	51	2	2
H11	K39 b3	38° 47' 7.553"	37° 57' 13.447"	Gabro	Mezokümülat		38	60		2
H12	K39 b3	38° 46' 56.948"	37° 57' 6.556"	Olivinli Gabro	Mezokümülat	19	29	48	2	2
H13	K39 b3	38° 47' 9.789"	37° 57' 34.884"	Olivinli Gabro	Mezokümülat	15	30	2	52	1
H14	K39 b3	38° 48' 34.786"	37° 56' 44.516"	Olivinli Gabro	Mezokümülat	15	43	40	1	1
H15	K39 b3	38° 48' 38.683"	37° 56' 44.956"	Olivinli Gabro	Mezokümülat	25	21	2	48	2
H16	K39 b3	38° 48' 12.207"	37° 57' 6.075"	Olivinli Gabro	Mezokümülat	20	27	50		3
H17	K39 b3	38° 47' 59.332"	37° 54' 48.131"	Olivinli Gabro	Mezokümülat	20	34	45		1
H18	K39 b3	38° 48' 3.678"	37° 54' 51.506"	Olivinli Gabro	Mezokümülat	20	33	44	1	2
H19	K39 b3	38° 48' 5.295"	37° 54' 47.460"	Olivinli Gabro	Mezokümülat	10	40	47	1	2
H20	K39 b3	38° 48' 4.000"	37° 54' 37.365"	Olivinli Gabro	Mezokümülat	18	29	49	2	2
H21	K39 b3	38° 48' 10.563"	37° 55' 6.285"	Olivinli Gabro	Ortokümülat	15	39	44		2
H23	K39 b3	38° 48' 14.334"	37° 56' 0.083"	Gabro	Ortokümülat		37	60		3
H27	K39 b3	38° 48' 39.790"	37° 54' 3.608"	Gabro	Mezokümülat	5	40	49	2	4
H28	K39 b3	38° 48' 38.421"	37° 54' 2.841"	Gabro	Mezokümülat		32	64		4
H29	K39 b3	38° 48' 35.298"	37° 53' 58.453"	Gabro	Mezokümülat		39	57	1	3
H30	K39 b3	38° 48' 52.045"	37° 54' 26.930"	Olivinli Gabro	Ortokümülat	10	39	50		1
H32	K39 b2	38° 54' 11.325"	37° 53' 59.456"	Gabro	Mezokümülat		54	45		1
H33	K39 b2	38° 54' 10.136"	37° 53' 50.341"	Olivinli Gabro	Mezokümülat	20	36	40	2	2
H34	K39 b2	38° 54' 13.440"	37° 53' 56.725"	Olivinli Gabro	Mezokümülat	24	35	40		1
H35	K39 b2	38° 54' 21.111"	37° 53' 10.439"	Gabro	Ortokümülat		35	61	2	2
H37	K39 b2	38° 54' 2.962"	37° 54' 52.185"	Gabro	Mezokümülat		54	45		1
H38	K39 b2	38° 53' 59.815"	37° 54' 48.579"	İzotrop Gabro	Ofitik		53	45		2
H39	K39 b2	38° 53' 56.696"	37° 54' 44.600"	İzotrop Gabro	Ofitik		55	44		1
H40	K39 b3	38° 48' 18.423"	37° 56' 46.705"	Olivinli Gabro	Mezokümülat	15	33	50		2
H41	K39 b3	38° 48' 27.934"	37° 56' 36.532"	Olivinli Gabro	Mezokümülat	15	30	53		2
H42	K39 b3	38° 48' 49.054"	37° 54' 15.822"	Gabro	Ortokümülat	5	47	45		3
H43	K39 b3	38° 48' 38.649"	37° 54' 2.962"	Gabro	Ortokümülat		52	45		3
H44	K39 b3	38° 48' 38.649"	37° 54' 2.962"	Gabro	Ortokümülat		54	42		4
H45	K39 b4	38° 49' 16.019"	37° 51' 57.318"	Gabro	Mezokümülat		43	53		4
H46	K39 b4	38° 49' 16.890"	37° 52' 0.083"	Gabro	Ortokümülat		53	44		3

Ol: olivin; Cpx: klinopiroksen; Opx: ortopiroksen; Pl: plajiyoklaz; Amp: amfibol; Opq: opak

EK 2.1. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolit istifli mafik kümülat kayalarından gabroya ait ana, iz ve nadir toprak element içerikleri

Örnek No	Gabro									
	H4	H6	H11	H23	H27	H28	H32	H35	H45	H46
SiO ₂	46.96	45.78	47.01	46.93	48.28	47.75	45.08	46.92	50.58	48.58
TiO ₂	0.19	0.13	0.22	0.08	0.36	0.36	0.11	0.19	0.59	0.56
Al ₂ O ₃	16.94	17.01	15.7	20.83	16.23	18.91	27.76	18.37	15.25	16.16
Cr ₂ O ₃	0.044	0.075	0.068	0.074	0.037	0.022	0.02	0.052	<0.002	0.068
tFe ₂ O ₃	6.03	4.91	5.06	3.41	7.76	6.48	3.3	5.65	8.44	8.21
MnO	0.11	0.1	0.09	0.06	0.14	0.12	0.05	0.1	0.1	0.14
MgO	9.29	10.6	11.08	7.66	9.12	6.71	4.4	8.79	8.76	8.71
CaO	15.45	15	16.73	16.5	14.99	14.56	13.23	14.75	9.19	13.09
Na ₂ O	1.58	1.81	0.77	1.7	1.64	2.39	1.39	1.43	3.14	2.09
K ₂ O	<0.01	0.02	0.1	0.05	0.04	0.02	1.48	0.7	0.39	0.1
P ₂ O ₅	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.01	0.05	0.04
LOI	3.2	4.3	2.9	2.5	1.2	2.5	3.1	2.8	3.3	2.1
Total	99.81	99.78	99.78	99.84	99.8	99.84	99.9	99.81	99.8	99.8
Ba	2	4	4	9	8	4	24	12	59	12
Rb	0.2	0.5	1.9	1.4	0.3	0.2	76.6	22.4	5.8	0.8
Sr	130	322	209.7	192.2	125.2	212.3	187.4	163.7	143.9	137
Y	5.4	3.9	6	2.2	9.6	8.5	2.6	5.8	13.2	15.4
Zr	1.9	2.8	3.1	1.6	6.2	7.7	2.2	2.4	22.7	30.4
Nb	<0.1	0.6	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1
Th	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Pb	0.1	0.3	<0.1	0.3	<0.1	0.2	4.8	0.3	<0.1	0.2
Ga	11.4	10.1	10.6	11.6	13	15.3	14.7	13.2	12.5	13.4
Zn	13	10	3	4	16	8	25	10	3	10
Cu	134.1	11.2	2.9	159.2	103.6	26.7	39.8	76	1.4	118
Ni	69	66.9	37.9	44.6	57.7	21.2	82.4	59.3	14.6	48.2
V	167	138	174	95	213	203	52	153	336	210
Cr	301.05	513.15	465.26	506.31	253.15	150.52	136.84	355.78	13.68	465.26
Hf	0.1	0.2	0.1	<0.1	0.3	0.3	0.2	0.1	0.8	1
Cs	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	5.3	0.5	<0.1	<0.1
Sc	45	40	52	32	47	40	10	37	40	40
Ta	<0.1	0.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Co	42.6	39.3	36.9	25.4	42.4	29.7	21.5	36.5	41.3	40.7
U	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
W	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.1
Sn	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Mo	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Au	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.3	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
La	0.2	0.2	0.1	0.3	0.4	0.4	0.5	0.2	1.1	1.1
Ce	0.4	0.6	0.4	0.3	1.1	1.1	0.6	0.4	3.5	3.6
Pr	0.1	0.09	0.1	0.07	0.23	0.22	0.1	0.09	0.61	0.67
Nd	0.5	0.4	0.9	<0.3	1.4	1.5	0.5	0.7	3	4.1
Sm	0.4	0.29	0.47	0.19	0.8	0.68	0.2	0.39	1.21	1.52
Eu	0.27	0.17	0.25	0.14	0.45	0.42	0.22	0.29	0.5	0.57
Gd	0.79	0.49	0.8	0.32	1.31	1.07	0.31	0.67	1.7	2.18
Tb	0.15	0.11	0.17	0.06	0.26	0.24	0.07	0.15	0.35	0.44
Dy	1.02	0.68	1.18	0.37	1.78	1.53	0.45	1.18	2.28	2.71
Ho	0.21	0.15	0.29	0.09	0.37	0.34	0.11	0.21	0.52	0.61
Er	0.56	0.44	0.82	0.31	1.16	0.99	0.28	0.64	1.63	1.79
Tm	0.1	0.06	0.11	0.05	0.17	0.14	0.05	0.11	0.25	0.29
Yb	0.46	0.4	0.58	0.14	0.98	0.76	0.29	0.55	1.47	1.76
Lu	0.09	0.06	0.09	0.03	0.15	0.15	0.04	0.1	0.22	0.26

EK 3.1. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istifeye ait kümülat kayaçlarda gözlenen olivinlerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek no	H19-C1/1	H19-C1/2	H19-C1/3	H19-C1/4	H19-C1/5	H19-D1/1	H19-D1/2	H19-D1/3	H19-D1/4	H19-D1/5	H19-E1/1	H19-E1/2	H19-E1/3	H19-E1/4	H19-E1/5	H15-A1/1	H15-A1/2	H15-A1/3	H15-A1/4
SiO₂	38.18	38.31	38	38.19	38.18	38.26	37.96	38.31	38.28	38.5	37.65	38.07	37.66	37.52	37.46	37.83	37.99	37.88	38.32
TiO₂	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Al₂O₃	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.05	0.01	0.01	0.03	0.01
FeO	24.53	24.67	24.47	23.94	24.35	23.74	23.76	24.3	24.35	24.23	24.57	24.6	24.65	25.17	24.5	21.16	20.98	21.13	21.62
Cr₂O₃	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00
MnO	0.31	0.33	0.33	0.32	0.29	0.32	0.31	0.35	0.35	0.26	0.41	0.38	0.38	0.29	0.33	0.25	0.32	0.38	0.33
MgO	36.54	36.87	36.96	37.24	36.84	37.35	37.25	37.11	36.71	36.84	36.94	36.95	37.04	37.31	37.13	40.77	40.01	40	39.6
CaO	0.01	0.03	0.02	0.00	0.00	0.04	0.01	0.00	0.06	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.04	0.04	0.00
Na₂O	0.02	0.05	0.01	0.00	0.01	0.01	0.03	0.01	0.03	0.00	0.01	0.05	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02
K₂O	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01
NiO	0.08	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09	0.04	0.05	0.10	0.10	0.10	0.07	0.09	0.09	0.06	0.13	0.11	0.06	0.10
Toplam	99.69	100.35	99.92	99.80	99.78	99.81	99.40	100.13	99.91	99.96	99.76	100.15	99.82	100.42	99.58	100.20	99.49	99.54	100.02
Si	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.01	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.54	0.54	0.54	0.53	0.54	0.52	0.52	0.53	0.54	0.53	0.54	0.54	0.54	0.55	0.54	0.46	0.46	0.46	0.47
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	1.44	1.44	1.45	1.46	1.45	1.46	1.46	1.45	1.44	1.44	1.45	1.45	1.46	1.46	1.46	1.57	1.55	1.55	1.53
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Toplam	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.99	3.01	3.00	3.01	3.01	3.01	3.02	3.01	3.01	3.01
Fo	72.65	72.71	72.92	73.50	72.95	73.72	73.65	73.14	72.88	73.05	72.83	72.81	72.82	72.55	72.99	77.45	77.27	77.14	76.56
Fa	27.35	27.29	27.08	26.50	27.05	26.28	26.35	26.86	27.12	26.95	27.17	27.19	27.18	27.45	27.01	22.55	22.73	22.86	23.44
Mg*	72.39	72.44	72.65	73.24	72.72	73.46	73.39	72.85	72.60	72.84	72.50	72.50	72.51	72.32	72.72	77.24	77.00	76.82	76.28

İyon numaralarının hesaplanmasında 6 (O) baz alınmıştır.

EK 3.1. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istifeye ait kümülat kayalarda gözlenen olivinlerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek no	H15-A1/5	H15-B1/1	H15-B1/2	H15-B1/3	H15-B1/4	H15-B1/5	H15-D1/1	H15-D1/2	H15-D1/3	H15-D1/4	H15-D1/5	H27-B1/1	H27-B1/2	H27-B1/3	H27-B1/4	H27-B1/5	H27-C1/1	H27-C1/2	H27-C1/3
SiO ₂	37.87	38.58	38.58	38.61	38.44	38.41	37.8	37.99	37.91	37.84	37.77	36.38	37.14	36.88	37.07	37.51	36.09	36.43	37.16
TiO ₂	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.03	0.02	0.01	0.03	0.02	0.04	0.02	0.00	0.03	0.02	0.03
Al ₂ O ₃	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.05	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03
FeO	20.81	21.11	21.59	21.09	21.34	21.26	20.91	21.17	20.81	20.88	20.85	30.38	30.44	30.99	30.18	30.03	30.05	30.66	30.14
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05
MnO	0.28	0.36	0.36	0.31	0.36	0.3	0.3	0.34	0.29	0.33	0.26	0.37	0.47	0.44	0.53	0.46	0.48	0.44	0.45
MgO	40.06	39.52	39.3	39.78	39.46	39.68	40.02	39.68	39.93	40.16	39.62	32.61	32.84	31.41	31.94	32.37	32.18	32.49	31.74
CaO	0.02	0.00	0.04	0.00	0.00	0.06	0.01	0.03	0.00	0.02	0.03	0.03	0.07	0.04	0.09	0.02	0.04	0.04	0.04
Na ₂ O	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.06	0.03	0.01	0.00	0.05	0.01	0.00	0.02	0.05	0.02	0.02	0.00	0.00
K ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
NiO	0.13	0.11	0.13	0.09	0.07	0.12	0.08	0.11	0.12	0.11	0.07	0.01	0.08	0.04	0.02	0.05	0.10	0.06	0.09
Toplam	99.23	99.70	100.02	99.89	99.68	99.87	99.22	99.37	99.14	99.39	98.71	99.82	101.08	99.86	99.90	100.46	99.00	100.19	99.74
Si	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.01	0.99	0.99	1.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.45	0.46	0.47	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.45	0.46	0.46	0.69	0.68	0.70	0.68	0.67	0.69	0.70	0.68
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	1.56	1.53	1.52	1.54	1.53	1.53	1.56	1.54	1.55	1.56	1.55	1.32	1.31	1.27	1.29	1.30	1.32	1.31	1.28
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	3.02	3.00	3.00	3.00	3.00	3.01	3.02	3.01	3.01	3.02	3.01	3.01	3.01	3.00	3.00	2.99	3.01	3.01	2.99
Fo	77.44	76.95	76.44	77.08	76.73	76.89	77.34	76.97	77.38	77.42	77.21	65.68	65.79	64.38	65.36	65.77	65.63	65.39	65.25
Fa	22.56	23.05	23.56	22.92	23.27	23.11	22.66	23.03	22.62	22.58	22.79	34.32	34.21	35.62	34.64	34.23	34.37	34.61	34.75
Mg*	77.20	76.64	76.14	76.82	76.42	76.64	77.08	76.68	77.13	77.14	76.99	65.40	65.44	64.05	64.96	65.43	65.26	65.06	64.91

EK 3.1. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istifeye ait kümülat kayalarda gözlenen olivinlerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek no	H27-C1/4	H27-C1/5	H27-E1/1	H27-E1/2	H27-E1/3	H27-E1/4	H27-E1/5	H13-A1/1	H13-A1/2	H13-A1/3	H13-A1/4	H13-A1/5	H13-B1/1	H13-B1/2	H13-B1/3	H13-B1/4	H13-B1/5	H13-C1/1	H13-C1/2
SiO ₂	36.24	36.47	36.48	36.66	36.66	36.81	36.5	39.78	39.93	39.71	39.79	40.06	40.13	39.86	39.77	39.9	40.21	39.69	39.73
TiO ₂	0.03	0.00	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Al ₂ O ₃	0.00	0.01	0.00	0.06	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00
FeO	31.57	30.16	29.88	29.37	30.41	30.99	31.76	16.45	16.44	16.75	16.73	16.94	15.43	16.01	16.08	15.6	16.61	15.95	16.45
Cr ₂ O ₃	0.00	0.06	0.00	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.45	0.35	0.46	0.38	0.46	0.48	0.48	0.23	0.27	0.21	0.16	0.31	0.25	0.22	0.18	0.26	0.24	0.26	0.28
MgO	31.1	32.64	32.97	32.42	32.62	32.26	31.28	43.3	43.01	43.28	43.22	43.22	43.81	43.87	43.78	43.63	43.44	43.45	43.43
CaO	0.04	0.04	0.02	0.07	0.04	0.08	0.01	0.00	0.06	0.03	0.01	0.05	0.03	0.00	0.01	0.04	0.03	0.07	0.00
Na ₂ O	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	0.02	0.00	0.00
K ₂ O	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.03	0.03	0.00	0.00	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	0.02	0.03
NiO	0.03	0.07	0.05	0.08	0.09	0.04	0.06	0.12	0.15	0.11	0.09	0.07	0.11	0.12	0.14	0.10	0.16	0.11	0.13
Toplam	99.47	99.83	99.89	99.09	100.33	100.72	100.12	99.92	99.98	100.12	100.01	100.71	99.81	100.13	100.06	99.61	100.72	99.58	100.06
Si	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	1.00	1.01	1.01	1.00	1.01	1.01	1.01	1.00	1.00	1.01	1.01	1.01	1.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.72	0.68	0.68	0.67	0.69	0.70	0.72	0.35	0.35	0.35	0.35	0.36	0.32	0.34	0.34	0.33	0.35	0.34	0.35
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	1.27	1.32	1.33	1.32	1.31	1.30	1.27	1.63	1.62	1.63	1.63	1.62	1.64	1.65	1.65	1.64	1.62	1.64	1.64
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
Toplam	3.01	3.01	3.01	3.00	3.01	3.01	3.01	3.00	2.99	3.00	3.00	2.99	2.99	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Fo	63.72	65.86	66.30	66.31	65.66	64.99	63.71	82.43	82.35	82.16	82.16	81.98	83.50	83.01	82.92	83.30	82.34	82.93	82.48
Fa	36.28	34.14	33.70	33.69	34.34	35.01	36.29	17.57	17.65	17.84	17.84	18.02	16.50	16.99	17.08	16.70	17.66	17.07	17.52
Mg*	63.39	65.60	65.95	66.02	65.32	64.63	63.36	82.23	82.10	81.98	82.02	81.71	83.28	82.81	82.76	83.06	82.13	82.69	82.23

EK 3.1. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istife ait kümülat kayaçlarda gözlenen olivinlerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek no	H13-C1/3	H13-C1/4	H13-C1/5	H13-D1/1	H13-D1/2	H13-D1/3	H13-D1/4	H13-D1/5	H13-E1/1	H13-E1/2	H13-E1/3	H13-E1/4	H13-E1/5	H9-A1/1	H9-A1/2	H9-A1/3	H9-A1/4	H9-A1/5	H9-B1/1
SiO₂	39.38	39.52	39.56	40.03	39.83	39.81	39.29	39.89	39.77	39.94	39.96	40.01	39.81	40.32	40.38	40.42	40.14	40.03	40.5
TiO₂	0.01	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Al₂O₃	0.04	0.00	0.02	0.02	0.04	0.05	0.81	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
FeO	16.57	16.5	16.38	16.91	16.36	16.33	17.1	16.24	15.92	16.05	16.04	15.97	15.49	13.13	13.11	12.88	13.04	13.31	13.34
Cr₂O₃	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02
MnO	0.16	0.25	0.16	0.28	0.27	0.19	0.2	0.24	0.21	0.29	0.25	0.36	0.23	0.16	0.16	0.14	0.23	0.24	0.22
MgO	43.7	43.67	43.9	43.33	43.5	42.94	41.82	43.21	43.7	44.3	43.97	43.89	43.68	46.65	46.84	46.72	46.51	46.39	46.5
CaO	0.02	0.03	0.05	0.03	0.05	0.07	0.21	0.02	0.04	0.04	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.04	0.06
Na₂O	0.02	0.00	0.03	0.02	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00
K₂O	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
NiO	0.12	0.06	0.12	0.17	0.13	0.16	0.07	0.15	0.15	0.16	0.17	0.09	0.15	0.16	0.16	0.16	0.13	0.10	0.10
Toplam	100.03	100.06	100.26	100.85	100.21	99.55	99.56	99.79	99.81	100.81	100.42	100.37	99.39	100.49	100.67	100.38	100.13	100.17	100.75
Si	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00	1.01	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.35	0.35	0.35	0.36	0.34	0.35	0.36	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.33	0.27	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Mg	1.65	1.65	1.65	1.62	1.63	1.62	1.59	1.63	1.65	1.65	1.65	1.64	1.65	1.72	1.73	1.72	1.72	1.72	1.71
Ca	0.00	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
Toplam	3.01	3.00	3.01	3.00	3.00	2.99	2.99	2.99	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.01	3.01	3.00	3.01	3.01	3.00
Fo	82.46	82.51	82.69	82.04	82.58	82.42	81.34	82.59	83.03	83.11	83.01	83.05	83.41	86.37	86.43	86.61	86.41	86.14	86.14
Fa	17.54	17.49	17.31	17.96	17.42	17.58	18.66	17.41	16.97	16.89	16.99	16.95	16.59	13.63	13.57	13.39	13.59	13.86	13.86
Mg*	82.32	82.29	82.55	81.80	82.34	82.25	81.16	82.38	82.85	82.85	82.79	82.73	83.20	86.22	86.29	86.48	86.20	85.92	85.94

EK 3.1. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istifeye ait kümülat kayalarda gözlenen olivinlerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek n.	H9-B1/2	H9-B1/3	H9-B1/4	H9-B1/5	H9-C1/1	H9-C1/2	H9-C1/3	H9-C1/4	H9-C1/5	H9-D1/1	H9-D1/2	H9-D1/3	H9-D1/4	H9-D1/5	H9-E1/1	H9-E1/2	H9-E1/3	H9-E1/4	H9-E1/5
SiO₂	40.64	39.96	40.64	40.34	40.19	40.17	40.71	40.45	40.23	40.07	40.78	40.18	40.43	40.04	40.1	40.15	40.45	40.3	40.42
TiO₂	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Al₂O₃	0.04	0.03	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00
FeO	13.18	13.09	12.97	13.11	12.8	12.94	13.23	12.56	12.85	13.17	13.02	13.26	13.44	13.28	12.81	12.91	13.36	13.29	13.34
Cr₂O₃	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
MnO	0.2	0.26	0.24	0.18	0.25	0.15	0.21	0.19	0.19	0.14	0.2	0.16	0.23	0.2	0.21	0.22	0.19	0.2	0.27
MgO	46.19	46.18	46.22	46.27	46.56	46.15	46.76	46.83	46.74	46.58	46.25	46.23	46.72	46.33	46.18	46.7	46.35	46.56	46.39
CaO	0.02	0.05	0.02	0.04	0.04	0.02	0.04	0.01	0.05	0.02	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.04	0.01
Na₂O	0.00	0.05	0.01	0.00	0.01	0.04	0.05	0.01	0.04	0.01	0.00	0.00	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01
K₂O	0.02	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.03	0.02	0.01	0.03	0.01	0.03
NiO	0.12	0.16	0.13	0.13	0.13	0.15	0.10	0.12	0.08	0.11	0.07	0.11	0.10	0.15	0.10	0.12	0.11	0.10	0.16
Toplam	100.40	99.80	100.26	100.08	100.02	99.67	101.15	100.23	100.19	100.14	100.40	100.07	100.97	100.06	99.46	100.15	100.50	100.59	100.64
Si	1.01	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.26	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Mg	1.71	1.72	1.71	1.71	1.73	1.72	1.71	1.73	1.73	1.73	1.71	1.71	1.72	1.72	1.72	1.73	1.71	1.72	1.71
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Toplam	3.00	3.01	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.01	2.99	3.00	3.00	3.01	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Fo	86.20	86.28	86.40	86.29	86.64	86.41	86.30	86.92	86.64	86.31	86.36	86.14	86.11	86.15	86.54	86.58	86.08	86.20	86.11
Fa	13.80	13.72	13.60	13.71	13.36	13.59	13.70	13.08	13.36	13.69	13.64	13.86	13.89	13.85	13.46	13.42	13.92	13.80	13.89
Mg*	86.02	86.04	86.18	86.12	86.41	86.27	86.11	86.75	86.47	86.19	86.18	86.00	85.90	85.97	86.34	86.38	85.91	86.02	85.87

EK 3.2. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istife ait kümülat kayaçlarda gözlenen klinopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek no	H9-A1/1	H9-A1/2	H9-A1/3	H9-A1/4	H9-A1/5	H9-A1/6r	H9-A1/7r	H9-A1/8r	H9-B1/1	H9-B1/2	H9-B1/3	H9-B1/4	H9-B1/5	H9-B1/6r	H9-B1/7r	H9-B1/8r	H9-C1/1	H9-C1/2	H9-C1/3
SiO ₂	53.08	52.73	53.50	53.23	53.47	54.18	53.53	53.50	53.19	53.36	53.54	53.20	53.01	53.07	52.81	54.00	53.77	52.77	52.93
Al ₂ O ₃	2.71	2.77	2.63	2.65	2.50	1.88	2.04	1.94	2.11	2.21	1.87	2.38	2.53	2.39	2.55	1.88	1.76	2.71	2.67
TiO ₂	0.18	0.19	0.18	0.18	0.17	0.18	0.17	0.16	0.21	0.19	0.17	0.16	0.16	0.19	0.18	0.21	0.15	0.18	0.16
FeO	3.93	3.56	3.60	4.22	4.63	3.44	3.44	3.56	3.61	3.65	3.65	3.57	3.82	3.57	4.05	3.37	3.00	3.62	3.81
MnO	0.06	0.12	0.11	0.10	0.12	0.17	0.04	0.12	0.07	0.14	0.17	0.15	0.10	0.07	0.10	0.10	0.08	0.09	0.10
MgO	17.52	16.67	17.28	17.81	18.70	17.46	17.00	17.21	17.10	16.91	17.15	16.69	16.74	17.06	16.97	17.45	17.02	16.52	16.86
Cr ₂ O ₃	0.17	0.22	0.27	0.18	0.21	0.24	0.27	0.30	0.27	0.27	0.25	0.24	0.26	0.26	0.25	0.26	0.34	0.23	0.23
CaO	22.62	23.51	23.06	21.61	20.09	22.67	23.04	23.30	22.91	23.39	23.34	23.94	23.34	23.33	22.71	22.83	24.15	23.43	23.20
Na ₂ O	0.30	0.30	0.26	0.32	0.22	0.25	0.27	0.23	0.24	0.30	0.24	0.26	0.27	0.31	0.29	0.24	0.27	0.29	0.34
K ₂ O	0.02	0.03	0.02	0.00	0.03	0.01	0.02	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.02	0.01	0.05	0.02
NiO	0.01	0.00	0.04	0.01	0.04	0.00	0.03	0.00	0.06	0.04	0.02	0.00	0.02	0.02	0.07	0.01	0.06	0.04	0.03
Toplam	100.60	100.08	100.96	100.32	100.19	100.48	99.87	100.36	99.77	100.47	100.39	100.60	100.27	100.28	99.97	100.39	100.61	99.96	100.34
Si	1.92	1.92	1.93	1.93	1.93	1.96	1.95	1.94	1.94	1.93	1.94	1.93	1.93	1.92	1.92	1.96	1.94	1.92	1.92
Al IV	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.04	0.05	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08	0.04	0.06	0.08	0.08
Al VI	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.02	0.04	0.03
Ti	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
Fe ³⁺	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.00	0.02	0.04	0.03	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05	0.01	0.04	0.05	0.06
Fe ²⁺	0.06	0.06	0.07	0.08	0.11	0.10	0.09	0.07	0.08	0.07	0.07	0.06	0.07	0.05	0.07	0.09	0.05	0.06	0.06
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.94	0.90	0.93	0.96	1.01	0.94	0.92	0.93	0.93	0.91	0.93	0.90	0.91	0.92	0.92	0.94	0.92	0.90	0.91
Cr	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.87	0.92	0.89	0.84	0.78	0.88	0.90	0.91	0.90	0.91	0.91	0.93	0.91	0.91	0.89	0.89	0.94	0.91	0.90
Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Ens:	48.65	46.79	48.08	49.80	52.23	48.81	47.87	47.78	48.00	47.17	47.55	46.39	46.87	47.56	47.65	48.74	47.15	46.61	47.19
Fors.	6.22	5.78	5.79	6.78	7.44	5.66	5.51	5.74	5.79	5.94	5.94	5.80	6.16	5.69	6.54	5.45	4.79	5.88	6.14
Wol.	45.13	47.42	46.12	43.42	40.33	45.54	46.63	46.49	46.21	46.89	46.51	47.81	46.97	46.74	45.82	45.81	48.06	47.51	46.67
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	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Mg#	88.82	89.31	89.53	88.26	87.82	90.05	89.79	89.61	89.42	89.21	89.34	89.30	88.65	89.50	88.20	90.22	91.00	89.05	88.76

İyon numaralarının hesaplanmasında 6 (O) baz alınmıştır, r (kenar).

EK 3.2. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istifeye ait kümülat kayaçlarda gözlenen klinopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek no	H9-C1/4	H9-C1/5	H9-C1/6r	H9-C1/7r	H9-C1/8r	H9-D1/2	H9-D1/3	H9-D1/4	H9-D1/5	H9-D1/6r	H9-D1/7r	H9-D1/8r	H9-E1/1	H9-E1/2	H9-E1/3	H9-E1/4	H9-E1/5	H9-E1/6r	H9-E1/7r
SiO₂	52.88	53.27	53.43	52.97	53.34	52.67	52.76	53.55	53.42	54.50	53.68	53.38	53.18	53.16	53.73	53.23	52.99	53.58	53.13
Al₂O₃	2.70	2.70	2.08	2.11	2.11	2.84	2.71	2.52	2.73	0.63	1.63	1.45	2.37	2.47	2.02	2.75	2.65	1.89	1.94
TiO₂	0.20	0.21	0.17	0.19	0.19	0.21	0.20	0.20	0.17	0.03	0.15	0.13	0.17	0.20	0.14	0.21	0.20	0.15	0.18
FeO	3.65	4.47	4.68	3.65	3.48	3.80	3.64	5.45	3.85	2.75	3.46	3.10	3.30	3.54	3.57	3.86	3.71	3.32	3.44
MnO	0.12	0.10	0.08	0.09	0.13	0.04	0.18	0.15	0.11	0.01	0.12	0.04	0.12	0.04	0.14	0.12	0.09	0.10	0.11
MgO	16.70	18.67	19.11	17.47	17.15	16.36	16.37	19.95	16.58	17.99	18.01	17.38	16.73	16.76	16.96	16.72	16.59	17.19	16.84
Cr₂O₃	0.20	0.22	0.22	0.27	0.24	0.20	0.22	0.25	0.25	0.12	0.28	0.28	0.26	0.22	0.21	0.25	0.16	0.23	0.24
CaO	23.46	19.93	19.79	22.92	22.75	23.42	23.24	17.95	22.81	24.11	22.92	23.60	23.74	23.36	23.79	23.02	23.58	23.57	23.16
Na₂O	0.29	0.22	0.23	0.28	0.26	0.28	0.35	0.21	0.30	0.13	0.22	0.20	0.30	0.26	0.21	0.23	0.31	0.26	0.22
K₂O	0.01	0.00	0.03	0.02	0.00	0.01	0.02	0.01	0.02	0.00	0.02	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01	0.03	0.02	0.00
NiO	0.00	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.08	0.03	0.01	0.03	0.00	0.05	0.01	0.00	0.04	0.07	0.02	0.01	0.00
Toplam	100.21	99.81	99.84	99.97	99.64	99.83	99.77	100.26	100.23	100.30	100.49	99.61	100.18	100.01	100.82	100.48	100.31	100.31	99.25
Si	1.92	1.93	1.94	1.92	1.95	1.92	1.93	1.93	1.94	1.97	1.94	1.95	1.93	1.93	1.94	1.93	1.92	1.94	1.95
Al IV	0.08	0.07	0.06	0.08	0.05	0.08	0.07	0.07	0.06	0.03	0.06	0.05	0.07	0.07	0.06	0.07	0.08	0.06	0.05
Al VI	0.04	0.05	0.03	0.02	0.04	0.04	0.04	0.04	0.06	0.00	0.01	0.01	0.03	0.04	0.03	0.05	0.04	0.02	0.03
Ti	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Fe³⁺	0.05	0.02	0.04	0.06	0.02	0.03	0.04	0.03	0.01	0.04	0.06	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.05	0.04	0.02
Fe²⁺	0.06	0.12	0.10	0.05	0.09	0.08	0.07	0.13	0.11	0.05	0.05	0.05	0.06	0.08	0.07	0.10	0.07	0.06	0.09
Mn	0.00	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.90	1.01	1.03	0.95	0.93	0.89	0.89	1.07	0.90	0.97	0.97	0.95	0.91	0.91	0.91	0.90	0.90	0.93	0.92
Cr	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
Ca	0.91	0.77	0.77	0.89	0.89	0.92	0.91	0.69	0.89	0.93	0.89	0.92	0.92	0.91	0.92	0.89	0.92	0.92	0.91
Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Ens:	46.81	52.51	53.09	48.47	48.27	46.29	46.50	55.43	47.12	48.80	49.35	48.15	46.86	47.13	46.94	47.10	46.52	47.70	47.47
Fors.	5.92	7.21	7.42	5.82	5.70	6.10	6.08	8.72	6.31	4.21	5.51	4.87	5.36	5.66	5.76	6.29	5.97	5.31	5.62
Wol.	47.27	40.28	39.50	45.71	46.02	47.61	47.43	35.84	46.57	46.99	45.14	46.99	47.77	47.21	47.31	46.60	47.51	46.99	46.91
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	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Mg#	89.08	88.16	87.93	89.51	89.79	88.48	88.93	86.72	88.48	92.09	90.27	90.92	90.05	89.41	89.44	88.53	88.87	90.24	89.71

EK 3.2. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istifeye ait kümülat kayalarda gözlenen klinopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek no	H9-E1/8r	H13-A1/1	H13-A1/2	H13-A1/3	H13-A1/4	H13-A1/5	H13-A1/6r	H13-A1/7r	H13-A1/8r	H13-B1/1	H13-B1/2	H13-B1/3	H13-B1/4	H13-B1/5	H13-B1/6r	H13-B1/7r
SiO ₂	53.18	53.01	53.06	52.93	52.18	53.42	53.24	53.05	53.21	53.55	53.32	52.79	53.30	52.46	52.99	52.53
Al ₂ O ₃	1.98	2.52	2.51	2.77	2.70	2.27	2.45	2.60	2.12	2.36	2.20	2.19	2.35	2.39	2.30	2.20
TiO ₂	0.17	0.25	0.30	0.32	0.31	0.25	0.26	0.27	0.27	0.27	0.25	0.28	0.29	0.25	0.29	0.29
FeO	3.56	4.50	5.39	4.98	4.45	5.79	6.00	4.59	4.70	5.42	4.80	4.14	4.32	4.71	4.45	4.57
MnO	0.15	0.14	0.22	0.09	0.15	0.16	0.10	0.20	0.12	0.10	0.18	0.13	0.05	0.14	0.13	0.14
MgO	17.04	16.18	18.27	16.47	16.17	17.89	18.58	16.10	16.79	17.93	17.29	16.21	16.57	16.71	16.30	16.89
Cr ₂ O ₃	0.29	0.16	0.13	0.17	0.18	0.15	0.15	0.16	0.14	0.18	0.17	0.20	0.18	0.19	0.15	0.24
CaO	22.90	22.92	19.79	22.36	23.08	20.80	19.20	22.99	22.52	20.66	21.89	23.17	22.16	22.55	23.19	22.54
Na ₂ O	0.29	0.32	0.30	0.33	0.33	0.26	0.25	0.31	0.32	0.23	0.30	0.27	0.33	0.30	0.35	0.28
K ₂ O	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02	0.00	0.02	0.01	0.02	0.03	0.02	0.03	0.00	0.01
NiO	0.05	0.00	0.00	0.02	0.01	0.06	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.06
Toplam	99.63	100.02	99.98	100.45	99.60	101.05	100.29	100.30	100.20	100.70	100.44	99.39	99.58	99.74	100.13	99.74
Si	1.94	1.94	1.93	1.93	1.91	1.93	1.93	1.93	1.94	1.94	1.93	1.94	1.95	1.92	1.93	1.92
Al IV	0.06	0.06	0.07	0.07	0.09	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.07	0.06	0.05	0.08	0.07	0.08
Al VI	0.03	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	0.03	0.05	0.03	0.04	0.03	0.03	0.05	0.02	0.03	0.02
Ti	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Fe ³⁺	0.04	0.02	0.04	0.03	0.06	0.05	0.04	0.02	0.04	0.02	0.04	0.02	0.00	0.06	0.04	0.06
Fe ²⁺	0.07	0.11	0.13	0.12	0.08	0.12	0.15	0.12	0.10	0.14	0.10	0.10	0.14	0.08	0.10	0.08
Mn	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.93	0.88	0.99	0.89	0.88	0.96	1.00	0.88	0.91	0.97	0.94	0.89	0.91	0.91	0.89	0.92
Cr	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
Ca	0.90	0.90	0.77	0.87	0.91	0.80	0.75	0.90	0.88	0.80	0.85	0.91	0.87	0.88	0.91	0.88
Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Ens:	47.90	45.90	51.26	46.55	45.77	49.45	51.89	45.59	47.06	49.98	48.27	45.99	47.42	46.89	45.87	47.28
Fors.	5.85	7.39	8.83	8.04	7.30	9.23	9.56	7.61	7.58	8.64	7.80	6.79	7.02	7.64	7.22	7.39
Wol.	46.25	46.71	39.91	45.41	46.93	41.32	38.54	46.79	45.36	41.39	43.93	47.22	45.56	45.47	46.90	45.33
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	100.00	100.00	100.00	100.00
Mg#	89.51	86.51	85.81	85.49	86.63	84.63	84.66	86.22	86.42	85.49	86.53	87.48	86.87	86.35	86.73	86.83

EK 3.2. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istife ait kümülat kayaçlarda gözlenen klinopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek no	H13-B1/8r	H13-C1/1	H13-C1/2	H13-C1/3	H13-C1/4	H13-C1/5r	H13-C1/6r	H13-C1/7r	H13-C1/8	H13-D1/1	H13-D1/2	H13-D1/3	H13-D1/4	H13-D1/5	H13-D1/6r
SiO ₂	52.85	52.64	52.90	52.25	52.62	53.40	53.28	53.22	52.70	52.20	52.09	52.31	53.08	52.98	52.91
Al ₂ O ₃	1.95	2.25	2.22	2.49	2.27	2.02	2.11	2.04	2.12	2.75	2.98	2.75	2.25	2.24	2.17
TiO ₂	0.28	0.26	0.30	0.29	0.28	0.27	0.25	0.29	0.27	0.33	0.35	0.28	0.27	0.25	0.28
FeO	4.06	4.76	5.31	4.21	4.32	4.61	4.23	4.37	4.65	5.01	4.67	4.17	4.85	4.59	4.72
MnO	0.17	0.11	0.11	0.19	0.18	0.15	0.17	0.17	0.18	0.13	0.16	0.17	0.12	0.15	0.20
MgO	16.50	17.03	17.38	16.19	16.66	16.74	16.51	16.66	16.55	16.92	16.45	16.07	17.01	16.99	16.98
Cr ₂ O ₃	0.21	0.17	0.21	0.20	0.19	0.15	0.20	0.18	0.16	0.20	0.16	0.20	0.19	0.18	0.21
CaO	23.31	21.53	21.67	23.41	22.91	22.77	23.55	22.81	22.98	22.00	23.09	23.22	21.93	22.04	22.46
Na ₂ O	0.32	0.27	0.27	0.38	0.30	0.27	0.30	0.27	0.25	0.33	0.34	0.30	0.31	0.25	0.27
K ₂ O	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01
NiO	0.02	0.00	0.05	0.00	0.05	0.00	0.05	0.10	0.00	0.05	0.05	0.02	0.00	0.02	0.00
Toplam	99.67	99.02	100.41	99.63	99.79	100.39	100.67	100.12	99.87	99.94	100.36	99.50	100.00	99.71	100.23
Si	1.93	1.94	1.92	1.91	1.92	1.94	1.93	1.94	1.93	1.90	1.89	1.92	1.94	1.94	1.93
Al IV	0.07	0.06	0.08	0.09	0.08	0.06	0.07	0.06	0.07	0.10	0.11	0.08	0.06	0.06	0.07
Al VI	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.04	0.03	0.03	0.02
Ti	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Fe ³⁺	0.05	0.03	0.06	0.07	0.06	0.03	0.05	0.03	0.05	0.07	0.09	0.04	0.03	0.03	0.05
Fe ²⁺	0.08	0.12	0.10	0.06	0.07	0.11	0.08	0.10	0.09	0.08	0.06	0.08	0.11	0.11	0.09
Mn	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01
Mg	0.90	0.93	0.94	0.88	0.91	0.91	0.89	0.91	0.90	0.92	0.89	0.88	0.92	0.93	0.92
Cr	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.91	0.85	0.84	0.92	0.90	0.89	0.92	0.89	0.90	0.86	0.90	0.91	0.86	0.86	0.88
Na	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Ens:	46.31	48.33	48.29	45.62	46.73	46.79	45.98	46.79	46.26	47.52	46.02	45.67	47.84	47.88	47.33
Fors.	6.67	7.76	8.45	6.96	7.09	7.47	6.89	7.16	7.58	8.09	7.58	6.92	7.83	7.49	7.69
Wol.	47.02	43.91	43.26	47.42	46.18	45.74	47.13	46.05	46.16	44.39	46.40	47.41	44.33	44.62	44.98
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	100.00	100.00	100.00
Mg#	87.87	86.44	85.37	87.28	87.30	86.61	87.43	87.17	86.38	85.77	86.27	87.31	86.22	86.84	86.51

EK 3.2. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istife ait kümülat kayaçlarda gözlenen klinopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek no	H13-D1/7r	H13-D1/8r	H13-E1/1	H13-E1/2	H13-E1/3	H13-E1/4	H13-E1/5	H13-E1/6r	H13-E1/7r	H13-E1/8r	H6-B1/1	H6-B1/2	H6-B1/3	H6-B1/4	H6-B1/5	H6-B1/6r
SiO₂	52.21	53.07	52.64	52.42	52.49	52.51	53.09	52.68	53.43	53.19	52.78	52.98	53.08	52.70	52.80	53.44
Al₂O₃	2.44	2.11	2.86	3.07	2.94	3.00	2.68	2.55	2.07	2.04	2.20	2.22	2.15	2.42	2.51	1.99
TiO₂	0.27	0.29	0.25	0.26	0.25	0.27	0.26	0.30	0.25	0.24	0.26	0.30	0.30	0.26	0.30	0.30
FeO	4.90	4.37	5.48	4.72	4.76	4.59	5.10	4.06	4.28	4.54	5.43	5.74	5.44	5.21	5.27	5.23
MnO	0.20	0.09	0.17	0.12	0.11	0.13	0.13	0.11	0.07	0.17	0.13	0.16	0.11	0.20	0.17	0.12
MgO	17.48	16.40	17.23	16.10	16.59	15.88	16.86	16.06	16.37	17.11	15.68	16.20	15.84	15.32	15.57	16.00
Cr₂O₃	0.17	0.24	0.15	0.20	0.14	0.15	0.19	0.20	0.17	0.19	0.23	0.28	0.24	0.24	0.22	0.25
CaO	20.94	22.79	20.82	23.29	22.88	23.14	21.70	23.83	22.97	22.59	23.08	22.05	22.77	22.79	22.75	23.07
Na₂O	0.26	0.21	0.21	0.33	0.23	0.35	0.28	0.24	0.30	0.32	0.30	0.31	0.29	0.38	0.31	0.26
K₂O	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01
NiO	0.05	0.00	0.04	0.03	0.01	0.02	0.04	0.03	0.00	0.04	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.06
Toplam	98.93	99.58	99.85	100.56	100.42	100.07	100.33	100.06	99.92	100.43	100.10	100.25	100.23	99.53	99.94	100.74
Si	1.92	1.95	1.92	1.90	1.91	1.92	1.93	1.92	1.95	1.93	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.95
Al IV	0.08	0.05	0.08	0.10	0.09	0.08	0.07	0.08	0.05	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05
Al VI	0.03	0.04	0.05	0.04	0.03	0.05	0.05	0.03	0.04	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.03
Ti	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Fe³⁺	0.05	0.01	0.03	0.06	0.06	0.04	0.02	0.04	0.01	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.02
Fe²⁺	0.10	0.13	0.14	0.08	0.09	0.10	0.13	0.09	0.12	0.08	0.13	0.15	0.15	0.15	0.15	0.14
Mn	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00
Mg	0.96	0.90	0.94	0.87	0.90	0.86	0.91	0.87	0.89	0.93	0.86	0.88	0.86	0.84	0.85	0.87
Cr	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.83	0.90	0.81	0.91	0.89	0.91	0.85	0.93	0.90	0.88	0.91	0.86	0.89	0.90	0.89	0.90
Na	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Ens:	49.39	46.50	48.72	45.29	46.39	45.18	47.64	45.20	46.35	47.55	44.31	45.82	44.84	44.11	44.52	44.97
Fors.	8.09	7.08	8.97	7.64	7.64	7.53	8.29	6.59	6.92	7.34	8.82	9.37	8.81	8.74	8.73	8.44
Wol.	42.51	46.42	42.31	47.07	45.98	47.30	44.07	48.21	46.73	45.11	46.88	44.81	46.34	47.14	46.75	46.60
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	100.00	100.00	100.00	100.00
Mg#	86.41	87.01	84.86	85.87	86.14	86.05	85.48	87.57	87.20	87.05	83.73	83.41	83.86	83.97	84.05	84.51

EK3.2. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istife ait kümülat kayalarda gözlenen klinopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek no	H6-B1/7r	H6-B1/8r	H6-C1/1	H6-C1/2	H6-C1/3	H6-C1/4	H6-C1/5	H6-C1/6r	H6-C1/7r	H6-C1/8r	H6-D1/1	H6-D1/2	H6-D1/3	H6-D1/4	H6-D1/5	H6-D1/6r
SiO ₂	52.75	53.24	52.19	52.93	52.47	52.58	52.39	53.35	53.37	53.49	52.93	52.62	52.26	52.37	52.64	52.98
Al ₂ O ₃	1.97	2.05	2.51	2.65	2.57	2.55	2.59	2.07	2.33	2.18	2.18	2.24	2.16	2.28	2.12	2.09
TiO ₂	0.32	0.30	0.30	0.28	0.31	0.29	0.32	0.29	0.14	0.30	0.31	0.37	0.36	0.36	0.29	0.29
FeO	5.45	5.51	5.51	6.24	6.06	5.02	6.59	5.53	4.12	4.84	5.26	5.55	5.13	5.33	5.32	4.91
MnO	0.11	0.14	0.21	0.11	0.21	0.14	0.18	0.13	0.13	0.12	0.09	0.12	0.16	0.10	0.12	0.12
MgO	15.85	15.98	15.37	16.08	16.04	15.74	16.54	15.97	16.09	16.16	16.02	15.74	15.49	15.79	15.88	15.94
Cr ₂ O ₃	0.22	0.24	0.22	0.19	0.22	0.24	0.23	0.33	0.11	0.22	0.28	0.26	0.26	0.21	0.27	0.21
CaO	23.11	22.00	22.45	21.57	21.89	22.73	20.21	22.63	23.14	22.77	22.18	23.23	22.89	22.97	22.00	22.66
Na ₂ O	0.32	0.37	0.33	0.34	0.30	0.32	0.31	0.31	0.25	0.30	0.31	0.27	0.30	0.27	0.34	0.30
K ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03
NiO	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.05	0.00	0.06	0.05	0.00	0.00	0.01	0.02
Toplam	100.10	99.92	99.10	100.39	100.09	99.62	99.37	100.62	99.74	100.37	99.61	100.45	99.03	99.70	99.01	99.55
Si	1.93	1.95	1.93	1.93	1.92	1.93	1.93	1.95	1.96	1.95	1.95	1.92	1.94	1.93	1.95	1.95
Al IV	0.07	0.05	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.05	0.04	0.05	0.05	0.08	0.06	0.07	0.05	0.05
Al VI	0.02	0.04	0.04	0.05	0.03	0.04	0.04	0.03	0.06	0.04	0.04	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04
Ti	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Fe ³⁺	0.05	0.01	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.01	0.05	0.03	0.04	0.01	0.01
Fe ²⁺	0.12	0.16	0.15	0.17	0.15	0.13	0.18	0.15	0.13	0.14	0.15	0.12	0.13	0.12	0.15	0.14
Mn	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Mg	0.87	0.87	0.85	0.88	0.88	0.86	0.91	0.87	0.88	0.88	0.88	0.86	0.86	0.87	0.88	0.87
Cr	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.91	0.87	0.89	0.84	0.86	0.90	0.80	0.88	0.91	0.89	0.87	0.91	0.91	0.91	0.87	0.89
Na	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Ens:	44.56	45.70	44.27	45.76	45.45	45.00	47.44	45.10	45.83	45.78	45.82	44.18	44.37	44.69	45.71	45.48
Fors.	8.76	9.07	9.25	10.14	9.98	8.28	10.90	8.97	6.79	7.88	8.59	8.94	8.51	8.61	8.79	8.06
Wol.	46.68	45.23	46.48	44.10	44.57	46.72	41.66	45.92	47.38	46.34	45.59	46.88	47.12	46.70	45.50	46.46
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	100.00	100.00	100.00	100.00
Mg#	83.84	83.79	83.25	82.13	82.51	84.83	81.74	83.74	87.22	85.62	84.44	83.49	84.32	84.09	84.17	85.26

EK 3.2. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istife ait kümülat kayaçlarda gözlenen klinopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek no	H6-D1/7r	H6-D1/8r	H6-E1/1	H6-E1/2	H6-E1/3	H6-E1/4	H6-E1/5	H6-E1/6r	H6-E1/7r	H6-E1/8r	H19-C1/1	H19-C1/2	H19-C1/3	H19-C1/4	H19-C1/5	H19-C1/6r
SiO ₂	52.90	52.86	52.54	52.56	52.26	52.34	52.44	52.43	52.68	53.21	51.40	51.01	51.31	52.21	52.49	52.43
Al ₂ O ₃	2.01	2.14	2.44	2.32	2.20	2.45	2.60	1.90	2.11	1.92	2.64	2.97	2.81	2.79	2.59	2.14
TiO ₂	0.29	0.29	0.23	0.30	0.28	0.28	0.32	0.25	0.28	0.24	0.41	0.50	0.48	0.44	0.43	0.38
FeO	5.52	5.26	6.75	5.77	5.13	5.57	5.24	5.49	5.49	4.94	5.68	6.29	6.75	8.34	8.46	5.99
MnO	0.18	0.16	0.02	0.14	0.15	0.13	0.12	0.17	0.09	0.12	0.09	0.19	0.15	0.22	0.22	0.14
MgO	15.66	16.15	17.16	16.41	15.50	15.58	15.27	15.63	16.08	16.03	15.21	15.54	16.02	17.21	17.26	15.68
Cr ₂ O ₃	0.25	0.25	0.26	0.24	0.24	0.21	0.28	0.19	0.20	0.19	0.20	0.18	0.21	0.21	0.17	0.22
CaO	22.93	22.11	20.13	22.29	22.79	23.33	23.19	23.16	22.19	23.57	22.84	22.56	21.65	18.58	18.23	22.99
Na ₂ O	0.30	0.30	0.28	0.32	0.37	0.35	0.33	0.26	0.26	0.31	0.30	0.41	0.29	0.25	0.23	0.34
K ₂ O	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
NiO	0.02	0.02	0.00	0.06	0.00	0.03	0.05	0.06	0.00	0.00	0.02	0.02	0.04	0.02	0.00	0.01
Toplam	100.09	99.55	99.83	100.43	98.93	100.28	99.85	99.56	99.40	100.55	98.78	99.68	99.71	100.27	100.07	100.32
Si	1.94	1.95	1.93	1.92	1.94	1.92	1.93	1.93	1.94	1.94	1.91	1.88	1.89	1.91	1.93	1.92
Al IV	0.06	0.05	0.07	0.08	0.06	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.09	0.12	0.11	0.09	0.07	0.08
Al VI	0.03	0.04	0.03	0.02	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	0.02	0.03	0.01	0.01	0.03	0.04	0.01
Ti	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Fe ³⁺	0.03	0.02	0.04	0.07	0.03	0.07	0.03	0.05	0.02	0.04	0.05	0.11	0.09	0.04	0.02	0.06
Fe ²⁺	0.14	0.14	0.16	0.11	0.12	0.10	0.13	0.12	0.15	0.11	0.12	0.08	0.12	0.21	0.24	0.12
Mn	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00
Mg	0.86	0.89	0.94	0.89	0.86	0.85	0.84	0.86	0.88	0.87	0.84	0.85	0.88	0.94	0.94	0.86
Cr	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
Ca	0.90	0.87	0.79	0.87	0.90	0.91	0.91	0.92	0.88	0.92	0.91	0.89	0.85	0.73	0.72	0.90
Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Ens:	44.31	46.03	48.44	45.91	44.50	43.83	43.70	44.08	45.74	44.76	43.62	43.91	45.20	48.66	48.99	44.00
Fors.	9.05	8.67	10.71	9.28	8.50	9.00	8.60	8.96	8.91	7.93	9.29	10.27	10.91	13.58	13.82	9.65
Wol.	46.64	45.30	40.84	44.81	47.00	47.17	47.69	46.96	45.34	47.31	47.09	45.81	43.88	37.75	37.19	46.35
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	100.00	100.00	100.00	100.00
Mg#	83.49	84.55	81.93	83.53	84.35	83.29	83.85	83.55	83.93	85.26	82.67	81.50	80.89	78.63	78.44	82.35

EK 3.2. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istifeye ait kümülat kayalarda gözlenen klinopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek no	H19-C1/7r	H19-C1/8r	H19-D1/1	H19-D1/2	H19-D1/3	H19-D1/4	H19-D1/5	H19-D1/6r	H19-D1/7r	H19-D1/8r	H19-E1/1	H19-E1/2	H19-E1/4	H19-E1/5	H19-E1/6r
SiO₂	51.58	51.88	52.08	52.44	51.95	52.22	52.52	52.29	52.63	52.39	51.87	52.14	51.91	52.05	52.20
Al₂O₃	2.23	2.25	2.48	2.28	2.33	2.35	2.19	2.30	2.25	2.21	2.57	2.69	2.76	2.95	2.23
TiO₂	0.40	0.39	0.39	0.34	0.37	0.37	0.32	0.38	0.33	0.37	0.42	0.45	0.48	0.47	0.40
FeO	6.24	6.40	7.71	8.65	7.21	7.50	8.12	5.73	6.79	6.34	5.50	6.06	6.39	7.40	6.08
MnO	0.17	0.17	0.17	0.18	0.20	0.14	0.14	0.13	0.09	0.17	0.10	0.17	0.15	0.25	0.14
MgO	14.93	15.83	16.56	17.26	16.33	16.82	18.21	15.33	16.54	16.43	15.09	15.80	15.63	16.70	15.62
Cr₂O₃	0.23	0.23	0.20	0.20	0.21	0.17	0.16	0.18	0.23	0.22	0.20	0.22	0.20	0.16	0.21
CaO	22.72	21.82	19.83	17.40	20.74	19.94	17.83	22.93	20.98	21.25	23.20	21.80	22.39	20.23	22.90
Na₂O	0.33	0.28	0.32	0.21	0.29	0.27	0.23	0.27	0.27	0.28	0.27	0.30	0.37	0.33	0.30
K₂O	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00
NiO	0.01	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.07	0.03	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.02
Toplam	98.86	99.28	99.74	98.97	99.68	99.79	99.79	99.58	100.14	99.69	99.23	99.66	100.31	100.58	100.09
Si	1.92	1.92	1.92	1.95	1.92	1.92	1.93	1.93	1.93	1.93	1.92	1.92	1.90	1.90	1.92
Al IV	0.08	0.08	0.08	0.05	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.10	0.10	0.08
Al VI	0.02	0.02	0.03	0.05	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04	0.02	0.03	0.01
Ti	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Fe³⁺	0.05	0.05	0.05	0.00	0.06	0.05	0.05	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.07	0.07	0.06
Fe²⁺	0.14	0.15	0.19	0.27	0.16	0.18	0.20	0.14	0.17	0.15	0.14	0.16	0.12	0.16	0.12
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
Mg	0.83	0.87	0.91	0.96	0.90	0.92	0.99	0.84	0.90	0.90	0.83	0.87	0.85	0.91	0.86
Cr	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
Ca	0.91	0.87	0.78	0.69	0.82	0.79	0.70	0.91	0.82	0.84	0.92	0.86	0.88	0.79	0.90
Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Ens:	42.84	44.97	47.01	49.73	46.15	47.46	51.06	43.68	46.63	46.48	43.24	45.20	44.16	46.99	43.92
Fors.	10.33	10.47	12.55	14.26	11.74	12.10	13.00	9.37	10.88	10.33	9.00	10.00	10.37	12.09	9.81
Wol.	46.83	44.56	40.44	36.01	42.11	40.44	35.94	46.95	42.49	43.20	47.76	44.81	45.47	40.92	46.28
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	100.00	100.00	100.00
Mg#	81.00	81.52	79.29	77.81	80.17	79.99	79.98	82.67	81.28	82.20	83.02	82.30	81.33	80.08	82.08

EK 3.2. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istife ait kümülat kayaçlarda gözlenen klinopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek no	H19-E1/7r	H15-A1/1	H15-A1/3	H15-A1/4	H15-A1/5	H15-B1/2	H15-B1/3	H15-B1/4	H15-B1/5	H15-D1/1	H15-D1/2	H15-D1/3	H15-D1/4	H15-D1/5	H27-B1/1	H27-B1/2
SiO₂	52.11	51.95	52.09	51.95	52.80	51.91	51.19	51.43	51.97	50.95	51.00	51.94	51.46	51.62	52.29	51.41
Al₂O₃	2.29	2.70	2.48	2.52	2.33	2.82	2.92	3.43	2.98	3.25	3.20	3.09	3.13	3.21	1.51	2.53
TiO₂	0.37	0.50	0.48	0.54	0.44	0.47	0.47	0.46	0.52	0.52	0.56	0.52	0.48	0.53	0.44	0.68
FeO	5.90	5.41	6.22	5.46	5.11	5.90	6.12	5.32	5.51	6.06	6.14	6.39	6.50	6.15	8.06	8.41
MnO	0.17	0.14	0.17	0.14	0.14	0.17	0.20	0.16	0.15	0.24	0.18	0.19	0.13	0.11	0.29	0.23
MgO	15.38	15.33	15.86	15.36	15.34	15.27	15.52	15.54	15.31	15.41	15.51	16.10	16.16	15.40	14.42	14.42
Cr₂O₃	0.18	0.43	0.47	0.41	0.43	0.41	0.37	0.35	0.39	0.65	0.54	0.47	0.51	0.50	0.05	0.13
CaO	22.70	22.76	22.00	23.11	23.59	22.83	22.24	22.18	23.15	22.28	22.24	20.61	21.17	22.74	22.20	21.54
Na₂O	0.34	0.34	0.42	0.38	0.37	0.46	0.40	0.52	0.43	0.38	0.43	0.39	0.39	0.41	0.31	0.36
K₂O	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
NiO	0.06	0.00	0.00	0.04	0.00	0.04	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.05	0.00	0.02	0.03	0.03
Toplam	99.51	99.59	100.20	99.92	100.56	100.31	99.45	99.40	100.44	99.76	99.81	99.76	99.94	100.69	99.62	99.75
Si	1.93	1.92	1.91	1.91	1.93	1.90	1.89	1.89	1.90	1.88	1.88	1.91	1.89	1.88	1.95	1.91
Al IV	0.07	0.08	0.09	0.09	0.07	0.10	0.11	0.11	0.10	0.12	0.12	0.09	0.11	0.12	0.05	0.09
Al VI	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02	0.01	0.02
Ti	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
Fe³⁺	0.05	0.03	0.06	0.06	0.03	0.07	0.09	0.07	0.06	0.08	0.09	0.03	0.08	0.08	0.03	0.05
Fe²⁺	0.13	0.13	0.13	0.11	0.12	0.11	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.16	0.12	0.11	0.22	0.21
Mn	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
Mg	0.85	0.84	0.87	0.84	0.84	0.83	0.85	0.85	0.83	0.85	0.85	0.88	0.88	0.84	0.80	0.80
Cr	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
Ca	0.90	0.90	0.86	0.91	0.92	0.90	0.88	0.87	0.91	0.88	0.88	0.81	0.83	0.89	0.89	0.86
Na	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Ens:	43.82	44.05	44.99	43.75	43.53	43.53	44.28	44.97	43.59	44.08	44.27	46.53	46.05	43.68	41.13	41.50
Fors.	9.70	8.95	10.17	8.95	8.36	9.71	10.12	8.90	9.04	10.11	10.12	10.67	10.60	9.96	13.36	13.95
Wol.	46.47	47.00	44.84	47.30	48.11	46.76	45.60	46.13	47.37	45.80	45.61	42.80	43.35	46.35	45.50	44.55
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	100.00	100.00	100.00	100.00
Mg#	82.28	83.48	81.97	83.38	84.26	82.19	81.89	83.89	83.20	81.93	81.83	81.79	81.59	81.70	76.13	75.35

EK 3.2. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istife ait kümülat kayaçlarda gözlenen klinopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek no	H27-B1/3	H27-B1/4	H27-B1/5	H27-C1/1	H27-C1/2	H27-C1/3	H27-C1/4	H27-C1/5	H27-E1/1	H27-E1/2	H27-E1/3	H27-E1/4	H27-E1/5
SiO₂	50.99	51.75	51.56	52.27	51.63	53.11	51.78	52.28	51.74	51.67	52.72	51.94	51.65
Al₂O₃	2.45	1.64	2.36	1.15	2.12	1.31	1.95	1.98	1.98	1.67	1.54	2.13	2.11
TiO₂	0.73	0.42	0.62	0.38	0.61	0.39	0.58	0.38	0.58	0.52	0.40	0.61	0.67
FeO	8.57	7.54	8.06	7.89	8.43	7.83	8.13	8.13	7.72	7.82	7.49	8.06	7.34
MnO	0.24	0.28	0.28	0.21	0.24	0.19	0.17	0.20	0.16	0.24	0.18	0.25	0.15
MgO	14.39	15.04	14.42	14.96	14.67	14.90	14.85	14.85	14.72	14.37	15.24	14.67	14.73
Cr₂O₃	0.11	0.09	0.05	0.11	0.09	0.00	0.06	0.05	0.08	0.11	0.07	0.07	0.13
CaO	21.20	22.18	22.01	22.31	21.46	22.45	22.26	21.79	22.20	22.46	22.43	21.74	21.92
Na₂O	0.32	0.26	0.29	0.18	0.37	0.28	0.18	0.29	0.24	0.22	0.29	0.33	0.46
K₂O	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
NiO	0.02	0.02	0.05	0.00	0.00	0.04	0.00	0.05	0.04	0.00	0.02	0.03	0.00
Toplam	99.03	99.23	99.72	99.47	99.62	100.51	99.97	100.02	99.47	99.09	100.39	99.85	99.15
Si	1.91	1.93	1.92	1.95	1.92	1.96	1.92	1.94	1.93	1.94	1.94	1.93	1.92
Al IV	0.09	0.07	0.08	0.05	0.08	0.04	0.08	0.06	0.07	0.06	0.06	0.07	0.08
Al VI	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
Ti	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02
Fe³⁺	0.05	0.06	0.05	0.04	0.06	0.03	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05
Fe²⁺	0.22	0.17	0.20	0.20	0.21	0.21	0.20	0.21	0.20	0.21	0.18	0.21	0.18
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
Mg	0.80	0.84	0.80	0.83	0.81	0.82	0.82	0.82	0.82	0.80	0.84	0.81	0.82
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.85	0.89	0.88	0.89	0.86	0.89	0.88	0.86	0.89	0.90	0.88	0.86	0.88
Na	0.02	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Ens:	41.63	42.53	41.30	42.10	41.97	41.93	41.83	42.21	41.94	41.02	42.73	41.97	42.47
Fors.	14.30	12.41	13.40	12.79	13.92	12.66	13.12	13.28	12.60	12.91	12.07	13.34	12.12
Wol.	44.07	45.07	45.30	45.11	44.12	45.40	45.06	44.51	45.46	46.07	45.20	44.69	45.42
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	100.00
Mg#	74.96	78.05	76.13	77.17	75.63	77.23	76.51	76.51	77.27	76.61	78.39	76.44	78.16

EK 3.3. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istife ait kümülat kayaçlarda gözlenen ortopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek no	H15-B1/1	H15-B1/2	H15-B1/3	H15-B1/4	H15-B1/5	H15-D1/1	H15-D1/2	H15-D1/3	H15-D1/4	H15-D1/5	H13-B1/1	H13-B1/2	H13-B1/3	H13-B1/4r	H13-B1/5r
SiO₂	54.91	54.93	54.96	55.24	54.84	54.91	54.64	54.04	54.57	54.92	56.34	56.32	56.5	56.28	56.15
Al₂O₃	1.14	1.33	0.98	1.07	1.3	1.49	1.55	1.58	1.68	1.78	1.11	1.16	1.19	1.18	1.29
TiO₂	0.03	0.10	0.03	0.05	0.08	0.21	0.24	0.21	0.20	0.11	0.07	0.12	0.07	0.11	0.13
FeO	13.7	13.34	13.68	13.68	13.47	13.15	13.04	13.32	13.97	13.18	10.5	10.16	10.23	10.41	10.51
MnO	0.33	0.29	0.38	0.27	0.37	0.26	0.33	0.31	0.30	0.28	0.22	0.22	0.20	0.22	0.30
MgO	29.41	29.14	29.45	29.12	29.54	28.39	28.37	28.46	28.64	28.47	31.24	30.86	31.08	31.42	30.62
Cr₂O₃	0.00	0.03	0.00	0.04	0.05	0.18	0.16	0.21	0.23	0.16	0.14	0.12	0.09	0.13	0.11
CaO	0.38	0.52	0.38	0.47	0.49	0.94	0.78	0.94	0.89	0.42	0.71	0.65	0.40	0.64	0.89
Na₂O	0.00	0.07	0.01	0.04	0.00	0.02	0.00	0.01	0.04	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02
K₂O	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
NiO	0.05	0.05	0.01	0.03	0.00	0.04	0.03	0.02	0.02	0.00	0.05	0.00	0.02	0.05	0.00
Toplam	99.95	99.82	99.9	100.02	100.12	99.61	99.15	99.09	100.56	99.38	100.42	99.63	99.8	100.46	100.03
Si	1.96	1.96	1.96	1.97	1.95	1.97	1.97	1.95	1.94	1.97	1.97	1.99	1.99	1.97	1.98
Al IV	0.04	0.04	0.04	0.03	0.05	0.03	0.03	0.05	0.06	0.03	0.03	0.01	0.01	0.03	0.02
Al VI	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.03	0.03	0.01	0.01	0.05	0.02	0.04	0.04	0.02	0.03
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe³⁺	0.04	0.03	0.04	0.02	0.04	0.01	0.02	0.03	0.04	0.02	0.00	0.04	0.04	0.01	0.02
Fe²⁺	0.37	0.37	0.37	0.39	0.36	0.41	0.41	0.38	0.38	0.42	0.30	0.34	0.34	0.30	0.33
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	1.56	1.55	1.56	1.55	1.56	1.52	1.52	1.53	1.52	1.52	1.63	1.62	1.63	1.64	1.61
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.04	0.03	0.04	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Ens:	78.31	78.42	78.30	78.10	78.44	77.59	77.87	77.37	76.81	78.38	82.72	83.07	83.51	83.03	82.04
Fors.	20.96	20.58	20.97	20.99	20.62	20.56	20.59	20.79	21.47	20.79	15.93	15.68	15.72	15.76	16.25
Wol.	0.73	1.01	0.73	0.91	0.94	1.85	1.54	1.84	1.72	0.83	1.35	1.26	0.77	1.22	1.71
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	100.00	100.00	100.00
Mg &	79.28	79.57	79.33	79.15	79.63	78.34	78.16	79.21	78.52	77.55	84.14	81.43	81.42	84.33	82.34

İyon numaralarının hesaplanmasında 6 (O) baz alınmıştır, r (kenar).

EK 3.4. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istifeye ait kümülat kayaçlarda gözlenen plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek no	H6-B1/1	H6-B1/2	H6-B1/3	H6-B1/4	H6-B1/5	H6-B1/6r	H6-B1/7r	H6-B1/8r	H6-C1/1	H6-C1/2	H6-C1/3	H6-C1/4	H6-C1/5	H6-C1/6r	H6-C1/7r	H6-C1/8r	H6-D1/1	H6-D1/2
SiO ₂	47.51	47.58	46.9	47.01	47.38	46.41	46.96	46.5	47.13	47.39	47.66	48.44	47.65	46.75	46.28	46.71	46.61	47.23
Al ₂ O ₃	33.23	33.82	33.44	33.52	33.49	33.86	34.62	34.2	32.68	32.98	33.47	33.4	33.87	33.53	33.97	33.8	33.36	33.27
TiO ₂	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00
FeO	0.23	0.18	0.30	0.33	0.32	0.25	0.33	0.20	0.39	0.33	0.34	0.27	0.24	0.33	0.42	0.33	0.29	0.28
MnO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	17.32	17.24	17.07	17.16	17.11	17.76	17.8	17.84	17.06	17.07	17.02	16.6	17.1	17.52	17.69	17.75	17.19	17.07
Na ₂ O	1.87	1.90	1.96	1.96	1.99	1.59	1.51	1.49	2.16	2.07	1.94	2.22	1.90	1.80	1.61	1.66	1.82	1.90
K ₂ O	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02
Toplam	100.19	100.75	99.74	100.02	100.32	99.92	101.27	100.25	99.54	99.89	100.44	101.04	100.81	100.00	100.02	100.3	99.35	99.79
Si	2.18	2.17	2.16	2.16	2.17	2.14	2.13	2.13	2.17	2.18	2.18	2.20	2.17	2.15	2.13	2.14	2.16	2.17
AlIV	0.82	0.83	0.84	0.84	0.83	0.86	0.87	0.87	0.83	0.82	0.82	0.80	0.83	0.85	0.87	0.86	0.84	0.83
AlVI	0.97	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.99	0.98	0.94	0.96	0.98	0.98	0.99	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ²⁺	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.85	0.84	0.84	0.84	0.84	0.88	0.87	0.88	0.84	0.84	0.83	0.81	0.83	0.86	0.87	0.87	0.85	0.84
Na	0.17	0.17	0.17	0.17	0.18	0.14	0.13	0.13	0.19	0.18	0.17	0.20	0.17	0.16	0.14	0.15	0.16	0.17
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Or	0.06	0.12	0.12	0.06	0.11	0.06	0.00	0.06	0.17	0.06	0.06	0.12	0.06	0.06	0.12	0.06	0.06	0.12
Ab	16.34	16.61	17.18	17.12	17.37	13.93	13.31	13.12	18.61	17.99	17.09	19.46	16.73	15.67	14.12	14.47	16.07	16.75
An	83.61	83.28	82.70	82.82	82.52	86.01	86.69	86.82	81.22	81.96	82.85	80.42	83.21	84.27	85.76	85.48	83.87	83.14

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

EK 3.4. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istife ait kümülat kayaçlarda gözlenen plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek no	H6-D1/3	H6-D1/4	H6-D1/5	H6-E1/1	H6-E1/2	H6-E1/3	H6-E1/4	H6-E1/5	H19-C1/1	H19-C1/2	H19-C1/3	H19-C1/4	H19-C1/5	H19-C1/6r	H19-C1/7r	H19-C1/8r	H19-D1/1	H19-D1/2	H19-D1/3
SiO ₂	47.05	47.2	46.94	46.66	47.34	47.87	47.16	47.32	47.51	47.69	47.75	47.89	47.98	47.03	46.54	46.32	47.87	48.19	48.2
Al ₂ O ₃	33.42	33.65	33.62	33.31	33.08	33.12	33.19	33.6	33.28	33.72	33.3	33.39	33.44	33.57	34.12	33.54	32.95	32.84	32.85
TiO ₂	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00
FeO	0.27	0.17	0.26	0.29	0.25	0.19	0.32	0.41	0.27	0.17	0.24	0.25	0.24	0.35	0.44	0.54	0.16	0.22	0.16
MnO	0.00	0.06	0.06	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00	0.02	0.00	0.00
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.16	0.00	0.00	0.02	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	17.03	17.25	17.53	17.01	17.1	16.83	17.13	17.39	17.06	16.97	16.91	16.79	16.61	16.89	17.29	17.4	16.25	16.56	16.14
Na ₂ O	1.96	2.03	1.89	2.03	1.45	2.20	1.85	2.04	1.98	2.24	2.07	2.10	2.26	1.99	1.79	1.79	2.36	2.51	2.42
K ₂ O	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.02	0.01	0.02
Toplam	99.77	100.41	100.35	99.36	99.24	100.25	99.71	100.81	100.3	100.83	100.31	100.49	100.59	99.99	100.22	99.62	99.67	100.34	99.81
Si	2.16	2.16	2.15	2.15	2.20	2.19	2.17	2.15	2.17	2.17	2.18	2.19	2.19	2.16	2.13	2.14	2.20	2.20	2.21
AlIV	0.84	0.84	0.85	0.85	0.80	0.81	0.83	0.85	0.83	0.83	0.82	0.81	0.81	0.84	0.87	0.86	0.80	0.80	0.79
AlVI	0.97	0.97	0.96	0.96	1.01	0.97	0.98	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.96	0.98	0.96	0.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ²⁺	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.84	0.84	0.86	0.84	0.85	0.82	0.85	0.85	0.84	0.83	0.83	0.82	0.81	0.83	0.85	0.86	0.80	0.81	0.79
Na	0.17	0.18	0.17	0.18	0.13	0.19	0.17	0.18	0.18	0.20	0.18	0.19	0.20	0.18	0.16	0.16	0.21	0.22	0.22
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Or	0.06	0.11	0.00	0.06	0.12	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.12	0.06	0.11	0.12	0.06	0.00	0.12	0.06	0.12
Ab	17.23	17.54	16.33	17.75	13.29	19.12	16.34	17.50	17.35	19.27	18.11	18.45	19.73	17.55	15.77	15.69	20.79	21.51	21.32
An	82.72	82.35	83.67	82.19	86.59	80.82	83.60	82.44	82.60	80.67	81.77	81.50	80.15	82.33	84.17	84.31	79.10	78.43	78.57

EK 3.4. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istifeye ait kümülat kayalarda gözlenen plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek no	H19-D1/4	H19-D1/5	H19-D1/6r	H19-D1/7r	H19-D1/8r	H19-E1/1	H19-E1/2	H19-E1/3	H19-E1/4	H19-E1/5	H19-E1/6r	H15-A1/1	H15-A1/2	H15-A1/3	H15-A1/4	H15-A1/5	H15-A1/6r	H15-A1/7r
SiO ₂	48.13	47.45	47.33	46.58	45.77	46.87	47.03	47.45	46.96	47.24	45.27	48.28	48.34	47.97	48.3	48.49	47.71	47.97
Al ₂ O ₃	32.89	32.98	33.91	34.74	34.13	33.65	33.25	33.34	32.94	33.47	33.43	33.11	32.57	32.67	32.65	33.21	33.24	32.52
TiO ₂	0.01	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.03	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
FeO	0.17	0.11	0.41	0.47	0.34	0.14	0.23	0.20	0.20	0.23	0.89	0.08	0.19	0.14	0.22	0.22	0.17	0.34
MnO	0.07	0.04	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.030	0.04	0.00	0.01	0.06	0.02
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.22
CaO	16.31	16.56	17.27	18.03	18.07	17.31	16.78	17.09	16.95	16.85	17.42	16.43	16.38	16.1	16.35	16.15	16.85	16.8
Na ₂ O	2.39	2.37	1.83	1.52	1.60	2.08	2.10	1.99	2.13	2.13	1.33	2.30	2.56	2.51	2.45	2.57	2.33	2.20
K ₂ O	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
Toplam	100.00	99.57	100.78	101.37	100.05	100.11	99.43	100.09	99.21	100.08	100.02	100.27	100.11	99.45	100.04	100.69	100.39	100.14
Si	2.20	2.18	2.16	2.11	2.10	2.15	2.17	2.17	2.17	2.16	2.08	2.20	2.21	2.21	2.20	2.17	2.20	2.20
AlIV	0.80	0.82	0.84	0.89	0.90	0.85	0.83	0.83	0.83	0.84	0.92	0.80	0.79	0.79	0.79	0.80	0.83	0.80
AlVI	0.98	0.97	0.98	0.97	0.95	0.96	0.97	0.98	0.96	0.97	0.88	0.99	0.96	0.98	0.97	0.98	0.96	0.95
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ²⁺	0.01	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
Ca	0.80	0.82	0.84	0.88	0.89	0.85	0.83	0.84	0.84	0.83	0.86	0.80	0.80	0.79	0.80	0.79	0.82	0.82
Na	0.21	0.21	0.16	0.13	0.14	0.18	0.19	0.18	0.19	0.19	0.12	0.20	0.23	0.22	0.22	0.23	0.21	0.20
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Or	0.06	0.11	0.06	0.06	0.06	0.00	0.06	0.06	0.06	0.06	0.12	0.06	0.06	0.12	0.11	0.11	0.06	0.06
Ab	20.95	20.55	16.08	13.23	13.80	17.86	18.45	17.39	18.52	18.61	12.12	20.20	22.03	21.98	21.31	22.33	20.00	19.15
An	78.99	79.34	83.86	86.71	86.14	82.14	81.49	82.55	81.43	81.34	87.76	79.74	77.91	77.91	78.58	77.55	79.94	80.80

EK 3.4. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istifeye ait kümülat kayaçlarda gözlenen plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek no	H15-A1/8r	H15-B1/1	H15-B1/2	H15-B1/3	H15-B1/4	H15-B1/5	H15-B1/30p	H15-B1/29p	H15-B1/28p	H15-B1/27p	H15-B1/26p	H15-B1/25p	H15-B1/24p	H15-B1/22p	H15-B1/21p
SiO₂	47.51	46.98	47.57	46.82	46.98	46.38	47.99	48.15	47.7	47.76	47.72	47.48	47.2	44.15	44.31
Al₂O₃	33.56	33.52	33.19	33.84	33.17	32.81	32.86	33.25	33.04	32.99	33.13	33.16	33.49	35.43	35.13
TiO₂	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00
FeO	0.24	0.15	0.24	0.16	0.20	0.57	0.20	0.19	0.16	0.16	0.23	0.14	0.17	0.25	0.26
MnO	0.00	0.00	0.03	0.03	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00
MgO	0.00	0.07	0.03	0.00	0.05	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
CaO	16.96	17.3	16.7	17.83	16.89	17.27	16.49	16.69	16.35	16.71	16.65	16.47	17.04	19.46	19.33
Na₂O	2.30	2.22	2.23	1.69	2.00	2.00	2.46	2.46	2.40	2.42	2.19	2.17	2.18	0.72	0.75
K₂O	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01
Toplam	100.66	100.26	100.05	100.34	99.38	99.16	100.06	100.78	99.73	100.17	99.98	99.49	100.21	99.91	99.76
Si	2.16	2.14	2.18	2.14	2.17	2.15	2.19	2.19	2.19	2.18	2.19	2.19	2.16	2.04	2.05
AlIV	0.84	0.86	0.82	0.86	0.83	0.85	0.81	0.81	0.81	0.82	0.81	0.81	0.84	0.96	0.95
AlVI	0.96	0.95	0.97	0.97	0.97	0.93	0.96	0.96	0.97	0.96	0.98	0.99	0.96	0.96	0.96
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe²⁺	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	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	0.00	0.00
Ca	0.83	0.85	0.82	0.87	0.83	0.86	0.81	0.81	0.80	0.82	0.82	0.81	0.83	0.96	0.96
Na	0.20	0.20	0.20	0.15	0.18	0.18	0.22	0.22	0.21	0.21	0.19	0.19	0.19	0.06	0.07
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Or	0.11	0.11	0.11	0.06	0.06	0.17	0.06	0.11	0.11	0.11	0.12	0.17	0.06	0.06	0.06
Ab	19.68	18.82	19.44	14.63	17.64	17.30	21.25	21.03	20.96	20.74	19.20	19.22	18.79	6.27	6.56
An	80.20	81.06	80.45	85.31	82.31	82.53	78.70	78.85	78.92	79.15	80.68	80.61	81.15	93.67	93.39

EK 3.4. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istifeye ait kümülat kayalarda gözlenen plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek no	H15-B1/20p	H15-B1/19p	H15-B1/18p	H15-B1/17p	H15-B1/16p	H15-B1/15p	H15-B1/14p	H15-B1/13p	H15-B1/12p	H15-B1/11p	H15-B1/10p	H15-B1/9p	H15-B1/8p	H15-B1/7p	H15-B1/6p
SiO₂	44.3	44.78	44.52	45.38	45.83	45.67	45.82	45.14	45.93	46.19	46.16	46.09	46.53	46.31	46.34
Al₂O₃	35.4	35.35	34.98	34.7	34.36	34.41	34.62	33.55	34.42	34.04	34.10	34.05	32.60	33.32	34.05
TiO₂	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01
FeO	0.27	0.24	0.22	0.31	0.28	0.21	0.2	0.3	0.24	0.26	0.17	0.26	0.58	0.34	0.22
MnO	0.02	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.05	0.00	0.03	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.54	0.04	0.00	0.00	0.00	0.95	0.00	0.00
CaO	19.37	19.12	18.75	18.54	18.17	18.07	17.92	17.22	18.07	17.82	17.87	17.84	18.73	17.32	17.34
Na₂O	0.73	0.72	0.84	1.08	1.32	1.39	1.39	1.69	1.63	1.62	1.59	1.71	1.36	1.76	1.91
K₂O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01
Toplam	100.14	100.27	99.31	100.1	100.03	99.75	99.96	98.58	100.41	99.99	99.92	99.99	100.86	99.09	99.91
Si	2.04	2.06	2.07	2.09	2.11	2.10	2.11	2.10	2.10	2.12	2.12	2.12	2.12	2.15	2.13
AlIV	0.96	0.94	0.93	0.91	0.89	0.90	0.89	0.90	0.90	0.88	0.88	0.88	0.88	0.85	0.87
AlVI	0.97	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.98	0.94	0.96	0.97	0.97	0.96	0.88	0.97	0.97
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe²⁺	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
Ca	0.96	0.94	0.93	0.92	0.90	0.89	0.88	0.86	0.89	0.88	0.88	0.88	0.92	0.86	0.85
Na	0.07	0.06	0.08	0.10	0.12	0.12	0.12	0.15	0.14	0.14	0.14	0.15	0.12	0.16	0.17
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Or	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.00	0.06	0.12	0.11	0.11	0.11	0.06	0.11	0.12	0.06
Ab	6.38	6.38	7.49	9.53	11.61	12.22	12.30	15.06	14.02	14.11	13.85	14.77	11.60	15.51	16.61
An	93.56	93.57	92.45	90.41	88.33	87.78	87.64	84.82	85.87	85.77	86.03	85.17	88.29	84.37	83.33

EK 3.4. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istifeye ait kümülat kayalarda gözlenen plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek no	H15-B1/5p	H15-B1/4p	H15-B1/3p	H15-B1/2p	H15-B1/1p	H15-D1/1	H15-D1/2	H15-D1/3	H15-D1/4	H15-D1/5	H27-B1/1	H27-B1/2	H27-B1/3	H27-B1/4	H27-B1/5	H27-C1/1	H27-C1/2
SiO₂	46.98	46.72	46.36	46.37	46.57	48.13	48.39	48.28	48.23	48.68	49.57	49.27	49.38	49.76	49.6	49.42	48.36
Al₂O₃	33.54	33.86	34.02	33.00	33.33	32.81	32.89	32.7	32.71	32.49	31.94	32.29	32.00	31.92	31.9	31.84	32.35
TiO₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.00	0.03	0.01	0.03	0.02	0.04	0.03	0.04	0.02	0.03
FeO	0.22	0.32	0.2	0.22	0.23	0.22	0.18	0.14	0.28	0.21	0.31	0.28	0.38	0.4	0.35	0.32	0.34
MnO	0.03	0.00	0.05	0.00	0.01	0.03	0.02	0.00	0.05	0.00	0.00	0.02	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00
MgO	0.00	0.00	0.00	0.23	0.06	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
CaO	17.43	17.33	17.59	17.46	17.06	16.31	16.18	16.02	16.35	16.17	15.02	15.51	15.35	15.43	15.4	15.23	15.8
Na₂O	1.73	1.63	1.71	1.71	1.94	2.69	2.70	2.62	2.58	2.76	2.95	3.04	2.79	3.00	2.94	2.93	2.73
K₂O	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03
Toplam	99.97	99.88	99.94	99.02	99.25	100.24	100.4	99.78	100.28	100.38	99.87	100.46	100.06	100.62	100.31	99.85	99.66
Si	2.16	2.15	2.13	2.15	2.15	2.19	2.20	2.21	2.20	2.22	2.27	2.24	2.26	2.26	2.26	2.26	2.22
AlIV	0.84	0.85	0.87	0.85	0.85	0.81	0.80	0.79	0.80	0.78	0.73	0.76	0.74	0.74	0.74	0.74	0.78
AlVI	0.98	0.99	0.97	0.95	0.97	0.95	0.96	0.98	0.96	0.96	0.99	0.96	0.98	0.97	0.97	0.98	0.97
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe²⁺	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.86	0.85	0.87	0.87	0.84	0.80	0.79	0.79	0.80	0.79	0.74	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.78
Na	0.15	0.15	0.15	0.15	0.17	0.24	0.24	0.23	0.23	0.24	0.26	0.27	0.25	0.26	0.26	0.26	0.24
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Or	0.12	0.06	0.06	0.12	0.12	0.11	0.06	0.11	0.11	0.06	0.12	0.11	0.12	0.17	0.11	0.12	0.17
Ab	15.21	14.54	14.95	15.04	17.05	22.96	23.18	22.81	22.19	23.59	26.19	26.15	24.72	25.98	25.65	25.79	23.78
An	84.68	85.40	84.99	84.85	82.84	76.93	76.76	77.07	77.70	76.36	73.69	73.73	75.16	73.85	74.24	74.09	76.05

EK 3.4. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istifeye ait kümülat kayalarda gözlenen plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek no	H27-C1/3	H27-C1/4	H27-C1/5	H27-E1/1	H27-E1/2	H27-E1/3	H27-E1/4	H27-E1/5	H13-A1/1	H13-A1/2	H13-A1/3	H13-A1/4	H13-A1/5	H13-A1/6r	H13-A1/7r	H13-A1/8r	H13-B1/1	H13-B1/2
SiO₂	49.17	49.36	49.1	48.89	49.13	48.94	49.25	48.42	46.41	46.53	47.05	46.73	46.41	46.05	46.08	46.03	45.44	46
Al₂O₃	32.00	31.88	31.72	32.11	31.83	32.02	31.68	32.31	34.2	34.26	34.24	33.9	34.14	34.27	34.41	34.41	34.6	34.35
TiO₂	0.05	0.04	0.07	0.00	0.03	0.03	0.02	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.04	0.01	0.01	0.01
FeO	0.26	0.41	0.31	0.42	0.37	0.30	0.40	0.34	0.33	0.34	0.22	0.26	0.29	0.24	0.17	0.19	0.19	0.24
MnO	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.04	0.04	0.00	0.01	0.01	0.04	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
MgO	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	15.81	15.35	15.13	15.49	15.94	15.63	15.31	16.04	17.8	17.43	17.42	17.57	17.58	17.84	17.73	17.88	17.87	17.79
Na₂O	2.71	3.04	2.98	2.92	2.69	2.95	3.06	2.54	1.71	1.73	1.75	1.75	1.69	1.57	1.51	1.51	1.28	1.45
K₂O	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Toplam	100.05	100.18	99.37	99.91	100.01	99.98	99.78	99.73	100.5	100.38	100.71	100.32	100.2	99.98	99.95	100.14	99.41	99.85
Si	2.25	2.25	2.26	2.23	2.25	2.24	2.25	2.22	2.12	2.13	2.15	2.14	2.13	2.12	2.12	2.11	2.10	2.12
AlIV	0.75	0.75	0.74	0.77	0.75	0.76	0.75	0.78	0.88	0.87	0.85	0.86	0.87	0.88	0.88	0.89	0.90	0.88
AlVI	0.97	0.96	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.96	0.98	0.99	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe²⁺	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.77	0.75	0.74	0.76	0.78	0.76	0.75	0.79	0.87	0.85	0.85	0.86	0.86	0.88	0.87	0.88	0.89	0.88
Na	0.24	0.27	0.27	0.26	0.24	0.26	0.27	0.23	0.15	0.15	0.15	0.16	0.15	0.14	0.13	0.13	0.11	0.13
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Or	0.17	0.17	0.12	0.11	0.11	0.11	0.06	0.00	0.11	0.06	0.06	0.11	0.06	0.00	0.06	0.06	0.06	0.06
Ab	23.63	26.34	26.25	25.41	23.37	25.43	26.55	22.27	14.79	15.22	15.37	15.25	14.81	13.74	13.35	13.25	11.47	12.85
An	76.19	73.49	73.64	74.48	76.52	74.46	73.40	77.73	85.09	84.72	84.57	84.63	85.13	86.26	86.60	86.69	88.47	87.10

EK 3.4. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istifeye ait kümülat kayalarda gözlenen plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek no	H13-B1/3	H13-B1/4	H13-B1/5	H13-B1/6r	H13-B1/7r	H13-B1/8r	H13-C1/1	H13-C1/2	H13-C1/3	H13-C1/4	H13-C1/5	H13-C1/6r	H13-C1/7r	H13-C1/8r	H13-D1/1	H13-D1/2	H13-D1/3
SiO₂	46.1	46.64	46.09	45.69	45.9	45.7	47.24	47.26	47.06	46.9	47.48	45.87	46.1	46.12	46.81	46.54	46.26
Al₂O₃	34.17	34.28	34.16	34.31	34.11	33.93	34.2	33.53	33.91	33.87	33.54	34.35	34.46	34.68	33.80	34.05	34.20
TiO₂	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00
FeO	0.09	0.17	0.24	0.4	0.38	0.41	0.2	0.21	0.29	0.25	0.18	0.43	0.31	0.2	0.26	0.25	0.24
MnO	0.00	0.00	0.02	0.01	0.03	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	17.79	17.76	17.64	18.07	17.99	17.87	17.39	17.13	17.39	17.29	16.99	17.97	18.02	18.03	17.52	17.54	18.04
Na₂O	1.72	1.71	1.50	1.47	1.57	1.52	1.88	1.92	1.91	1.93	1.89	1.50	1.40	1.45	1.76	1.71	1.65
K₂O	0.02	0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01
Toplam	99.88	100.61	99.69	99.97	100.04	99.46	101	100.06	100.61	100.26	100.16	100.19	100.33	100.5	100.2	100.2	100.43
Si	2.12	2.13	2.13	2.10	2.11	2.11	2.15	2.17	2.15	2.15	2.18	2.11	2.11	2.11	2.15	2.13	2.12
Al^{IV}	0.88	0.87	0.87	0.90	0.89	0.89	0.85	0.83	0.85	0.85	0.82	0.89	0.89	0.89	0.85	0.87	0.88
Al^{VI}	0.97	0.97	0.98	0.96	0.96	0.96	0.98	0.98	0.97	0.97	0.99	0.96	0.98	0.98	0.97	0.97	0.96
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe²⁺	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.88	0.87	0.87	0.89	0.89	0.89	0.85	0.84	0.85	0.85	0.83	0.88	0.89	0.88	0.86	0.86	0.88
Na	0.15	0.15	0.13	0.13	0.14	0.14	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.13	0.12	0.13	0.16	0.15	0.15
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Or	0.11	0.06	0.00	0.06	0.11	0.12	0.11	0.06	0.11	0.11	0.06	0.11	0.12	0.06	0.06	0.00	0.06
Ab	14.87	14.83	13.34	12.82	13.62	13.32	16.34	16.85	16.56	16.79	16.75	13.11	12.31	12.70	15.37	15.00	14.19
An	85.01	85.11	86.66	87.12	86.26	86.56	83.54	83.09	83.32	83.10	83.19	86.78	87.57	87.25	84.57	85.00	85.75

EK 3.4. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istifeye ait kümülat kayalarda gözlenen plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek no	H13-D1/4	H13-D1/5	H13-D1/6r	H13-D1/7r	H13-D1/8r	H13-E1/1	H13-E1/2	H13-E1/3	H13-E1/4	H13-E1/5	H13-E1/6r	H13-E1/7r	H13-E1/8r	H9-A1/1	H9-A1/2	H9-A1/3	H9-A1/4	H9-A1/5
SiO ₂	46.36	45.92	45.74	46.02	46.46	46.43	46.44	46.34	46.16	46.32	45.59	46.05	45.89	45.95	45.87	45.8	45.58	45.55
Al ₂ O ₃	33.33	34.01	35.17	34.7	34.42	34.42	34.12	34.42	34.41	34.36	34.62	34.95	33.85	34.48	34.52	34.47	34.94	34.56
TiO ₂	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01
FeO	0.35	0.21	0.27	0.27	0.36	0.29	0.26	0.33	0.22	0.22	0.25	0.33	0.31	0.22	0.26	0.27	0.29	0.27
MnO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.06	0.03	0.00	0.03	0.02	0.04	0.00	0.03	0.01
MgO	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.16	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	17.82	17.77	18.21	18.00	17.96	17.78	17.41	17.94	17.96	17.88	18.19	18.23	17.44	18.00	18.14	17.84	18.55	18.33
Na ₂ O	1.59	1.65	1.23	1.33	1.51	1.59	1.46	1.54	1.64	1.51	1.38	1.23	1.48	1.44	1.40	1.43	1.19	1.28
K ₂ O	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02
Toplam	99.76	99.6	100.64	100.35	100.72	100.55	99.74	100.59	100.44	100.41	100.08	100.84	99.21	100.23	100.28	99.86	100.62	100.03
Si	2.14	2.12	2.09	2.11	2.12	2.12	2.14	2.12	2.11	2.12	2.10	2.10	2.13	2.11	2.10	2.11	2.09	2.10
AlIV	0.86	0.88	0.91	0.89	0.88	0.88	0.86	0.88	0.89	0.88	0.90	0.90	0.87	0.89	0.90	0.89	0.91	0.90
AlVI	0.94	0.97	0.99	0.99	0.97	0.98	1.00	0.97	0.96	0.97	0.97	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.97	0.97
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ²⁺	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.88	0.88	0.89	0.88	0.88	0.87	0.86	0.88	0.88	0.88	0.90	0.89	0.87	0.88	0.89	0.88	0.91	0.90
Na	0.14	0.15	0.11	0.12	0.13	0.14	0.13	0.14	0.15	0.13	0.12	0.11	0.13	0.13	0.12	0.13	0.11	0.11
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Or	0.11	0.06	0.00	0.06	0.06	0.12	0.12	0.06	0.06	0.12	0.00	0.06	0.12	0.06	0.12	0.06	0.11	0.12
Ab	13.89	14.38	10.89	11.79	13.20	13.91	13.16	13.44	14.17	13.24	12.07	10.87	13.30	12.64	12.24	12.66	10.39	11.21
An	86.00	85.57	89.11	88.15	86.74	85.97	86.72	86.50	85.77	86.64	87.93	89.07	86.59	87.30	87.64	87.28	89.50	88.68

EK 3.4. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istifeye ait kümülat kayalarda gözlenen plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları

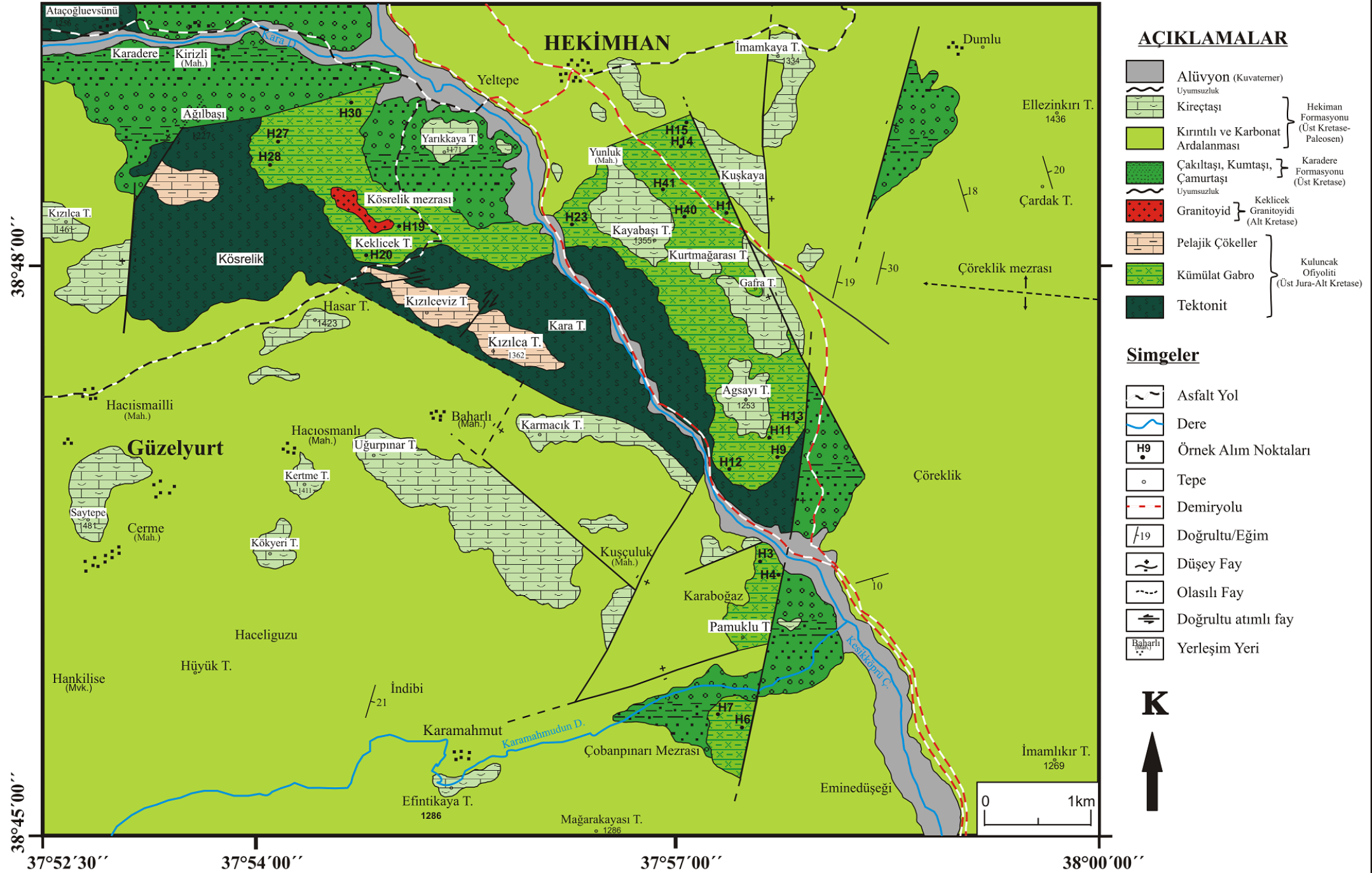
Örnek no	H9-A1/6r	H9-A1/7r	H9-A1/8r	H9-B1/1	H9-B1/2	H9-B1/3	H9-B1/4	H9-B1/5	H9-B1/6r	H9-B1/7r	H9-B1/8r	H9-C1/1	H9-C1/2	H9-C1/3	H9-C1/4	H9-C1/5	H9-C1/6r	H9-C1/7r
SiO₂	45.39	45.62	45.5	45.25	45.86	45.71	45.94	45.76	45.41	45.89	45.08	46.24	45.72	45.79	45.59	45.31	45.55	45.34
Al₂O₃	34.83	35.04	34.63	35.25	34.8	34.32	34.82	34.58	34.65	34.44	34.68	34.33	34.68	34.99	35.08	34.79	34.77	35.09
TiO₂	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
FeO	0.32	0.24	0.16	0.18	0.25	0.22	0.25	0.13	0.25	0.47	0.3	0.18	0.25	0.22	0.26	0.24	0.26	0.30
MnO	0.02	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.02	0.05	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.03	0.04	0.00	0.03	0.00
MgO	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.6	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
CaO	18.63	18.46	18.87	18.44	18.47	18.35	17.86	18.02	18.23	17.57	18.13	17.69	18.21	18.63	18.52	18.63	18.33	18.29
Na₂O	1.18	1.14	1.14	1.28	1.23	1.44	1.5	1.45	1.27	1.22	1.16	1.55	1.48	1.34	1.21	1.17	1.09	1.24
K₂O	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00	0.01	0.02	0.01
Toplam	100.37	100.53	100.47	100.42	100.65	100.06	100.42	100.03	99.86	100.24	99.60	100.02	100.36	101.08	100.78	100.17	100.10	100.29
Si	2.08	2.09	2.09	2.07	2.10	2.10	2.10	2.10	2.09	2.11	2.08	2.12	2.09	2.08	2.08	2.08	2.10	2.08
AlIV	0.92	0.91	0.91	0.93	0.90	0.90	0.90	0.90	0.91	0.89	0.92	0.88	0.91	0.92	0.92	0.92	0.90	0.92
AlVI	0.97	0.98	0.96	0.97	0.97	0.96	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.98	0.96	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe²⁺	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.92	0.91	0.93	0.90	0.91	0.90	0.88	0.89	0.90	0.86	0.90	0.87	0.89	0.91	0.91	0.92	0.90	0.90
Na	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.13	0.13	0.13	0.11	0.11	0.10	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.11
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Or	0.06	0.00	0.11	0.00	0.06	0.06	0.00	0.12	0.00	0.06	0.06	0.06	0.11	0.11	0.00	0.06	0.12	0.06
Ab	10.28	10.05	9.84	11.16	10.75	12.43	13.19	12.70	11.20	11.16	10.37	13.68	12.81	11.50	10.57	10.20	9.70	10.92
An	89.67	89.95	90.04	88.84	89.19	87.52	86.81	87.19	88.80	88.78	89.57	86.26	87.08	88.38	89.43	89.74	90.18	89.02

EK 3.4. Hekimhan (Malatya) bölgesi ofiyolitik istifeye ait kümülat kayalarda gözlenen plajiyoklazların mineral kimyası analiz sonuçları

Örnek no	H9-C1/8r	H9-D1/1	H9-D1/2	H9-D1/3	H9-D1/4	H9-D1/5	H9-D1/6r	H9-D1/7r	H9-D1/8r	H9-E1/1	H9-E1/2	H9-E1/3	H9-E1/4	H9-E1/5	H9-E1/6r
SiO₂	45.77	45.79	46.08	46.09	45.92	45.92	45.5	45.64	45.24	45.53	45.74	46.2	45.67	45.92	45.56
Al₂O₃	34.30	34.59	34.65	32.36	35.07	34.75	34.86	34.81	34.95	34.76	34.55	34.69	34.73	34.99	34.82
TiO₂	0.00	0.02	0.01	0.05	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02	0.01	0.00
FeO	0.27	0.23	0.21	0.78	0.25	0.22	0.48	0.21	0.24	0.28	0.20	0.21	0.25	0.28	0.38
MnO	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
MgO	0.00	0.00	0.00	1.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	18.12	18.19	18.00	18.54	18.37	18.1	18.48	18.65	18.62	18.48	17.97	17.98	18.52	18.12	18.2
Na₂O	1.28	1.47	1.38	1.26	1.34	1.39	1.19	1.28	1.13	1.29	1.33	1.46	1.32	1.39	1.27
K₂O	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02
Toplam	99.75	100.35	100.40	100.32	101.00	100.42	100.55	100.66	100.21	100.39	99.85	100.55	100.6	100.76	100.27
Si	2.11	2.10	2.11	2.11	2.09	2.10	2.08	2.09	2.08	2.09	2.11	2.11	2.09	2.10	2.09
Al^{IV}	0.89	0.90	0.89	0.89	0.91	0.90	0.92	0.91	0.92	0.91	0.89	0.89	0.91	0.90	0.91
Al^{VI}	0.98	0.96	0.98	0.86	0.97	0.98	0.97	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.96	0.98	0.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe²⁺	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.90	0.89	0.88	0.91	0.90	0.89	0.91	0.91	0.92	0.91	0.89	0.88	0.91	0.89	0.90
Na	0.11	0.13	0.12	0.11	0.12	0.12	0.11	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.12	0.12	0.11
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Or	0.06	0.17	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.12	0.11	0.06	0.06	0.06	0.17	0.12
Ab	11.33	12.74	12.18	10.95	11.65	12.19	10.43	11.04	9.88	11.20	11.80	12.80	11.42	12.17	11.20
An	88.61	87.09	87.77	89.00	88.29	87.75	89.51	88.90	90.00	88.68	88.14	87.14	88.53	87.66	88.69

HEKİMHAN (MALATYA) VE ÇEVRESİNİN JEOLJİ HARİTASI

EK-4



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Murat CAMUZCUOĞLU

Doğum Tarihi: 30/04/1986

Öğrenim Durumu:

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lise		Hisarcıkhoğlu Fen Lisesi	2000-2004
Lisans	Jeoloji Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2005-2009
Yüksek Lisans	Jeoloji Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2009-

Görevler:

Görev Unvanı	Görev Yeri	Yıl
Araştırma Görevlisi	Mersin Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği	2011-