

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ÇATAK (VAN)-KOZLUK (BATMAN) ARASINDA YÜZEYLENEN MADEN
KOMPLEKSİ VOLKANİTLERİNİN JEOLOJİK VE PETROLOJİK
ÖZELLİKLERİ**

DOKTORA TEZİ

HAZIRLAYAN: Çağrı MERCAN
DANIŞMAN: Doç. Dr. Yavuz ÖZDEMİR

VAN-2021

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ÇATAK (VAN)-KOZLUK (BATMAN) ARASINDA YÜZEYLENEN MADEN
KOMPLEKSİ VOLKANİTLERİNİN JEOLJİK VE PETROLOJİK
ÖZELLİKLERİ**

DOKTORA TEZİ

HAZIRLAYAN: Çağrı MERCAN

Bu çalışma TÜBİTAK 1001 programı kapsamında 117Y355 kodlu araştırma projesi tarafından desteklenmiştir.

VAN-2021

KABUL VE ONAY SAYFASI

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doç. Dr. Yavuz ÖZDEMİR danışmanlığında, Çağrı MERCAN tarafından sunulan” Çatak (Van)-Kozluk (Batman) arasında yüzeyleyen Maden Kompleksi volkanitlerinin jeolojik ve petrolojik özellikleri” isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim–Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 25/10/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile başarılı bulunmuş ve **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Başkan	: Prof. Dr. Nilgün GÜLEÇ	İmza:
Üye	: Prof.Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU	İmza:
Üye	: Doç.Dr. Yavuz ÖZDEMİR	İmza:
Üye	: Doç. Dr. Vural OYAN	İmza:
Üye	: Doç.Dr. Mustafa AÇLAN	İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../20 tarih ve
..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

...../...../20

Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Çağrı MERCAN



ÖZET

ÇATAK (VAN)- KOZLUK (BATMAN) ARASINDA YÜZEYLENEN MADEN KOMPLEKSİ VOLKANİTLERİNİN JEOLJİK VE PETROLOJİK ÖZELLİKLERİ

MERCAN, Çağrı
Doktora Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Yavuz ÖZDEMİR
Kasım 2021, 200 sayfa

Bu çalışma, Maden Kompleksi'nin Çatak (Van)-Kozluk (Batman) arasında yüzeylenen volkanik/subvolkanik kayaçlarının jeolojik ve petrolojik özelliklerini konu almaktadır.

Kompleks sığ denizel sedimanter kayaçlar ile başlayıp derin denizel sedimanter kayaçlar ile devam eden ve bunlarla arakatlı olarak bulunan volkanikler ve Bitlis Masifi'ni kesen subvolkanik dayklar ile temsil edilmektedir. Denizel sedimanların planktonik foraminifer yaşları Geç İpreziyen-Erken Lütesiyen'e (Erken-Orta Eosen), sedimanter birimlerden elde edilen detritik zirkon yaşları ise havzada çökelinin Üst Eosen'e kadar devam ettiğine işaret etmektedir. Başlıca plajiyoklas + klinopiroksen ± olivin ± amfibol fenokristallerinden oluşan volkanik/subvolkanik kayaçlar çoğunlukla subalkali-toleyitik bazaltlardan oluşmaktadır ve nadiren andezitik ve riyolitik türevleri de bulunmaktadır. Klinopiroksen kimyası kullanılarak hesaplanan kristallenme sıcaklıkları ve basınçları volkanikler için sırasıyla 1125-1260°C ve 1.6-10.8 Kbar arasında, dayklar için 1076-1215°C ve 1.2-9.4 Kbar arasında değişmektedir. AFC modellemeleri volkanik/subvolkanik kayaçların, kabuksal litolojilerden kontaminasyona uğradığını göstermektedir.

Elde edilen veriler Maden Havzası'nın Bitlis-Pütürge Masifi üzerinde açılan bir havza olduğuna işaret etmektedir. Kuzeye doğru Bitlis-Pütürge Masifi'nin altına dalan Arap levhasının okyanusal litosferinin Erken-Orta Eosen döneminde kopması yitim bileşeni içermeyen astenosferik mantodan türeyen lavların havzanın güneyine, yitim bileşeni içerenlerin ise havzanın kuzeyine yerleşmelerine sebep olmuştur.

Anahtar kelimeler: Doğu Toroslar, Jeokimya, Karadere Formasyonu, Maden Kompleksi, Petroloji, Volkanizma.

ABSTRACT

GEOLOGY AND PETROLOGY OF THE VOLCANICS OF MADEN COMPLEX EXPOSED BETWEEN ÇATAK (VAN)-KOZLUK(BATMAN)

MERCAN, Çağrı

PhD. Thesis Geology Engineering Department

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Yavuz ÖZDEMİR

November 2021, 200 pages

This study concerns the geology and petrogenesis of Maden volcanic/subvolcanics exposed between Çatak (Van) and Kozluk (Batman).

Maden Complex is represented by shallow-water deposits passing upward into deep marine pelagic sediments intercalated with volcanic rocks and dykes cutting the Bitlis Massif.

The planktonic foraminiferal assemblages of marine sediments yield the age of Late Ypresian - Early Lutetian (Early-Middle Eocene), however, detrital zircon ages indicate that the deposition continued up to Upper Eocene. Volcanic/subvolcanic rocks are mainly composed of plagioclase + clinopyroxene ± olivine ± amphibole phenocrysts. The majority of the rocks are subalkalin-tholeiitic basalts however; a few andesitic and rhyolitic derivatives are also present. Crystallization temperatures and pressures calculated from clinopyroxene chemistry vary between 1125-1260°C and 1.6-10.8 Kbar for volcanics, 1076-1215°C and 1.2-9.4 Kbar for dykes, respectively. AFC modellings indicate that volcanic/subvolcanic rocks are contaminated by crustal lithologies.

The Maden Basin was formed on the Bitlis-Pütürge Massif. The Eocene rupture of the north dipping oceanic slab of the Arabian plate beneath the Bitlis Massif give rise to emplacement of the subduction free asthenospheric melts to the south and subduction modified melts to the north of the basin.

Keywords: Eastern Taurus, Geochemistry, Karadere Formation, Maden Complex, Petrology, Volcanism.



ÖN SÖZ

Çatak (Van)- Kozluk (Batman) bölgeleri arasında yüzeylenen Maden Kompleksi volkanik kayalar üzerine yapılan doktora tez çalışması üç yaz sezonunda gerçekleştirilen arazi çalışmaları, petrografik, jeokimyasal ve izotopik analiz çalışmaları ve tüm verilerin değerlendirilip, yorumlanması şeklinde yapılmıştır.

Tez çalışmasında ilgi ve yardımlarını esirgemeyen, tezin oluşturulmasında bilgi ve tecrübesiyle sürekli yol gösterici olan danışman hocam Doç. Dr. Yavuz ÖZDEMİR'e, gerek tez izleme komitesinde ve gerekse de tez jürisinde bulunarak tezin şekillenmesinde katkılar sunan Doç. Dr. Vural OYAN ve Doç. Dr. Mustafa AÇLAN'a, jeokronolojik yaşlandırmalardaki katkılarından dolayı Doç. Dr. Fatih KARAOĞLAN ve Doç. Dr. Namık AYSAL'a, planktonik foraminifer tanımlamaları ve paleontolojik yaş tayinleri için Prof. Dr. Sevinç ÖZKAN ALTINER ve Doç. Dr. Ayşe ÖZDEMİR'e, mineral kimyası analizlerinde yardımlarından dolayı Dr. Öğr. Üyesi Kıymet DENİZ'e, tez jürisi olarak yaptıkları katkılardan ötürü Prof. Dr. Nilgün GÜLEÇ ve Prof. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU'na, tez çalışmam süresince desteklerini esirgemeyen ailem ve eşime teşekkür ederim. Yapılan bu çalışma TÜBİTAK-1001 projesi kapsamında yapılmıştır. Desteklerinden ötürü TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

2021

Çağrı MERCAN



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	.vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xxiii
EKLER DİZİNİ	xxv
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	4
3. MATERYAL VE METOT	11
3.1. Önceki Çalışmaların Derlenmesi.....	11
3.2. Arazi Çalışmaları	11
3.3. Laboratuvar Çalışmaları	11
3.3.1. Örnek hazırlama	12
3.3.2. Petrografik analizler	12
3.3.3. Jeokimyasal analizler.....	13
3.3.4. İzotop analizleri	13
3.3.5. Mineral kimyası analizleri	15
3.3.6. U-Pb Zirkon yaş analizleri.....	15
3.4. Büro Çalışmaları.....	16
4. BULGULAR.....	17
4.1. Jeoloji-Stratigrafi	17
4.1.1. Maden Kompleksi	18
4.1.1.1. Ceffan Formasyonu	23
4.1.1.2. Arbo Formasyonu	27
4.1.1.3. Melafan Formasyon	30
4.1.1.4. Karadere Formasyonu	34
4.1.1.5. Bitlis Masifi içerisinde gözlenen dayklar.	38
4.1.1.6. Narlıdere Formasyonu.	42

	Sayfa
4.2. Sedimantolojik ve Paleontolojik bulgular	44
4.2.1. Ceffan Formasyonu	44
4.2.2. Arbo Formasyonu	45
4.2.3. Melefan Formasyonu	46
4.2.4. Narlıdere Formasyonu	47
4.3. Jeokronoloji	48
4.4. Mineraloji-Petrografi	51
4.4.1. Karadere Formasyonu.....	51
4.4.2. Bitlis Masifi’ni kesen daykların mineralojik-petrografik özellikleri.....	56
4.4.3. Metamorfik Kayaçlar.....	58
4.5. Jeokimya	60
4.5.1. Çatak (Van)- Kozluk (Batman) arasında yüzeyleyen volkaniklerin majör-iz ve nadir toprak element jeokimyası.....	61
4.5.2. Bitlis Masifi’ni kesen daykların majör iz ve nadir toprak element jeokimyası.....	70
4.5.3. Kozluk(Batman)-Gölbaşı(Adıyaman) arasında yüzeyleyen volkaniklerin majör-iz ve nadir toprak element jeokimyası	76
4.6. Mineral Kimyası	81
4.6.1. Plajiyoklas	81
4.6.1.1. Çatak-Kozluk arasında yüzeyleyen volkaniklerin plajiyoklas kimyası	81
4.6.1.2. Bitlis Masifi’ni kesen daykların plajiyoklas kimyası	83
4.6.2. Piroksen	84
4.6.2.1. Çatak-Kozluk arasında yüzeyleyen volkaniklerin piroksen kimyası	84
4.6.2.2. Bitlis Masini’ni kesen daykların piroksen kimyası	86
4.6.3. Amfibol.....	87
4.7. İzotop Jeokimyası	88
5. TARTIŞMA.....	95
5.1. Kristallenme Koşulları.....	95

	Sayfa
5.2. Fraksiyonel Kristalleşme	100
5.3. Kabuksal Kirlenme	105
5.4. Manto Kaynak Alanı ve Kısmi Ergime Süreçleri.....	111
5.5. Jeodinamik Evrim.....	119
6. SONUÇLAR.....	129
KAYNAKLAR.....	131
EKLER	147
ÖZGEÇMİŞ.....	199



ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Maden Kompleksi'nin yayılımını gösteren 1/100000 ve 1/25000 ölçekli topografik harita pafta indeksi. İndeks MTA'ya ait 1/500000 ve 1/100000 ölçekli jeoloji haritaları temelinde oluşturulmuştur. (Koyu olarak yazılan paftalar çalışma alanını karakterize etmektedir).....	3
Çizelge 4.1. Maden Kompleksine ait volkanik/subvolkanik örneklerin Sr-Nd-Pb içerikleri.....	90
Çizelge 5.1. Çatak-Kozluk Bölgesinde yüzeyleyen volkanik kayalardaki piroksenlerin oluştuğu basınç-sıcaklık koşulları	96
Çizelge 5.2. Daykların piroksen ve amfibol kimyası kullanılarak elde edilen kristallenme koşulları.....	97
Çizelge 5.3. Maden kompleksinde yapılan çalışmaların özeti (Yiğitbaş ve ark., 1996; Elmas ve Yılmaz, 2003'den değiştirilerek hazırlanmıştır)	125
Çizelge 5.4. Maden Kompleksine ait Ba/Nb, Th/Nb ve Th/Ta ortalama element oranları.....	126



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Maden Kompleksi'nin yayılımını ve çalışma alanını gösteren jeoloji haritası (MTA'nın 1/500000 ölçekli jeoloji haritasından değiştirilerek alınmıştır)	1
Şekil 4.1. Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağının ana tektonik birlikleri (Yiğitbaş ve ark., 1992; Yılmaz, 1993'den değiştirilerek alınmıştır)	18
Şekil 4.2. Malatya-Van arasında yüzeylenen Maden Kompleksi'nin tektono-stratigrafik konumu (ölçeksiz). Kaynaklar; a) Bakır, (2016), b) Gürocak, (1993), c) Altunbey ve Sağıroğlu, (1995), d) Erdoğan, (1982); e) Özkaya, (1978), f) Vural, (2006), g) MTA 1/100000 L46 raporu, h) yürütülen tez çalışması, i) Önal, (1995), j) Beyarslan, (2017), k) Ural, (2012), l) Beyarslan, (1996), m) Ural, (2012); n) Dursun, (2010), o) Perinçek, (1980); ö) Perinçek, (1990) 'dan değiştirilerek alınmıştır. Harita üzerindeki kırmızı renkli alanlar Maden Kompleksi'ni karakterize etmektedir. Birimlerin adlandırılmasında kaynaklarda geçen isimler kullanılmıştır.....	20
Şekil 4.3. Çalışma alanında yüzeylenen birimlerin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (ölçeksiz).....	21
Şekil 4.4. Çalışma alanının jeoloji haritası (MTA, 2002; 2011'den değiştirilerek hazırlanmıştır).....	22
Şekil 4.5. Geziyurt (Gürpınar-Van)-Soğuksu (Şirvan-Siirt) arasında yüzeylenen Maden Kompleksi'nin jeoloji haritası (MTA, 2002; 2011'den değiştirilerek hazırlanmıştır).....	22
Şekil 4.6. Soğuksu (Şirvan-Siirt)-Sason (Batman) arasında yüzeylenen Maden Kompleksi'nin jeoloji haritası (MTA, 2002; 2011'den değiştirilerek hazırlanmıştır).....	23
Şekil 4.7. Ceffan (Baykan-Siirt) mahallesinde gözlenen Bitlis masifi'ne ait çakıllardan oluşan breşik yapılı Ceffan Formasyonu'na ait görüntü (37S 0746009D/4216107K).....	24
Şekil 4.8. Kirazlı bölgesinde gözlenen Ceffan Formasyonu (37S 0742283D/4227411K).....	25
Şekil 4.9. Ceffan Formasyonunun Ceffan Mahallesi (Baykan) civarındaki arazi görünümü (37S 742301D/4227342K).....	26
Şekil 4.10. Ceffan Formasyonunda gözlenen derecelenme (37S 742310D/4227365K).....	26

Şekil	Sayfa
Şekil 4.11. Demirişik köyü (Baykan-Siirt) civarında yüzeyleyen Arbo Formasyonuna ait nummulitli kireçtaşları (37 S 0753191D/ 4219466K).....	27
Şekil 4.12. Pirinçli (Şirvan-Siirt) bölgesinde gözlenen Arbo-Melefan Formasyonu ardalanması (38S 254079D/4203835K).	28
Şekil 4.13. Narlıyurt (Baykan-Siirt) civarında gözlenen Arbo Formasyonu (37S 753179D/4219491K).	28
Şekil 4.14. Sözveren (Çatak-Van) civarında gözlenen nummulitli kireçtaşları (38S 32584D/4207290K).	29
Şekil 4.15. Baykan (Siirt) civarında gözlenen ofiyolitler üzerinde tektonik dokanaklı olarak bulunan Arbo Formasyonu (37S 0749378D/ 4230792K))......	30
Şekil 4.16. Kaçıt köyü (Çatak-Van) civarında gözlenen Melefan Formasyonu'nun yakından görünümü (38S 322693D/4200028K).	31
Şekil 4.17. Melafan Formasyonu ile ardalanması olarak bulunan Karadere Formasyonu (a) ve volkanizmanın sedimanter çökelim ile beraber gerçekleştiğine işaret eden bloklar (b). (Siirt-Pervari; 38S 299469D/4200610K).	32
Şekil 4.18. Karadere, Melefan ve Narlıdere Formasyonları'nın Bitlis Metamorfikleri (Körüklü Formasyonu) ile sınır ilişkisi (Şihderesi-Çatak; 38S 322303D/4200519K).	33
Şekil 4.19. Şirvan (Siirt) civarında yüzeyleyen Melafan Formasyonu üzerinde gözlenen Üst Kretase Guleman ofiyoliti ve Jura Yaşlı Bacavan Formasyonu (Bitlis Masifi) (38S 243196D/4220153K).....	33
Şekil 4.20. Çatak-Pervari yolu üzerinde bulunan yastık yapılı Karadere volkanikleri (a) (38S 323847D/4199841K) ve Akgeçit (Şirvan-Siirt) bölgesinde gözlenen yastık yapılı lavlar (b) (38S 253721D/4218142K). ...	35
Şekil 4.21. Durankaya (Şirvan-Siirt) bölgesinde altere yastık lavların aralarında bulunan çört seviyesi (38S 253061D/4207983K).....	36
Şekil 4.22. Narlıdere Formasyonu ile ardalanması olarak gözlenen volkanikler (Şirvan-Siirt) (a) (38S 245212D/4217303K) ve Karadere Formasyonunun üzerine gelen Narlıdere Formasyonu (Çatak-Van) (b) (38S 323809D/4199832K).	37

Şekil	Sayfa
Şekil 4.23. Bitlis Masifi'ne ait metagranitler (Sarıdam-Pervari) (38S 290840D/4204598K).	38
Şekil 4.24. Sarıdam (Pervari-Siirt) civarında gözlenen ve Bitlis Masifi metagranitlerini kesen mafik dayk (38S 290844D/4204594K).	39
Şekil 4.25. Sarıdam (Pervari-Siirt) civarında metagranitleri kesen ve yaklaşık olarak birbirine paralel yerleşen mafik dayklar (38S 292248D/4204366K).	40
Şekil 4.26. Soğuksu (Şirvan-Siirt) civarında gözlenen Bitlis Masifi meta-karbonatlarını kesen mafik dayklar (38S 269232D/4211730K).	41
Şekil 4.27. Madenköy (Şirvan-Siirt) yolu üzerinde bulunan ve Karadere Formasyonu'nu kesen mafik dayk (38S 248330D/4218855K).	41
Şekil 4.28. Baykan-Bitlis yolu üzerinde gözlenen Narlıdere Formasyonu (37S 747229D/4230329K).	42
Şekil 4.29. Soğanlı (Şirvan-Siirt) bölgesinde gözlenen birimler ve ölçülmüş stratigrafik kalınlıkları (38S 247865D/4216575K).	43
Şekil 4.30. Narlıyurt-Dokuzçavuş (Siirt-Baykan) arasında gözlenen ofiyolitin Narlıdere Formasyonunu üzerlemesi (37S 753192D/4219460K).	44
Şekil 4.31. Ceffan Formasyonu'na ait konglomera ve kumtaşlarının mikroskobik görünüşleri.	45
Şekil 4.32. Arbo Formasyonu'na ait mikrofasiyes tiplerinin mikroskobik görünüşleri. (A-B: Nummulitli istiftaşı, C: Alveolinli istiftaşı).	47
Şekil 4.33. Melefan formasyonu'na ait planktonik foraminiferli vaketaşı (A-C) - istiftaşı (D) mikrofasiyeslerinin mikroskobik görünüşleri.	45
Şekil 4.34. Narlıdere Formasyonu'nu karakterize eden kumtaşı (A), vaketaşı (B) mikrofasiyes tipleri ve vaketaşı-kumtaşı geçişi (C).	48
Şekil 4.35. Maden Kompleksine ait kırıntılı kayaçlardan elde edilen Zirkon U-Pb yaşları. (FK 413; 323767D/4199833K, FK415; 299468D/4200599K, FK421; 248784D/4212464K).	49
Şekil 4.36. FK-422 nolu volkanik örneğin zirkon U-Pb yaş diyagramı. (FK 422; 247900D/4216416K).	50
Şekil 4.37. FK-423 nolu volkanik örneğin zirkon U-Pb yaş diyagramı. (FK 423; 248647/4219908).	50

Şekil	Sayfa
Şekil 4.38. Karadere formasyonuna ait bazaltlarda gözlenen a) trakitik dokunun, b) subofitik dokunun mikroskop görüntüsü (PN: Paralel nikol, ÇN: Çapraz nikol).....	52
Şekil 4.39. Plajiyoklas fenokristallerinde gözlenen kırıklı deformasyon yapısı (a) ve volkan camı kapanımları (b) (Pl: Plajiyoklas).....	53
Şekil 4.40. Killeşme ve karbonatlaşmanın gözleendiği plajiyoklas kristalleri).....	53
Şekil 4.41. Karadere Formasyonunda gözlenen serpantinleşmiş (a), iddingsitleşmiş (b), karbonat mineralleri tarafından ornatılmış (c) olivin mineralleri (Olivin, Pl: Plajiyoklas).....	54
Şekil 4.42. Karadere volkaniklerinde gözlenen piroksen ve uralitleşmiş piroksen fenokristalleri (Pr: Piroksen, u: Uralit, o:Fe-Ti oksit).....	55
Şekil 4.43. Karadere volkaniklerinde gözlenen kalsit (a) ve klorit mineralleri (b) (Ka: Kalsit, Kl: Klorit, Pl: Plajiyoklas).....	56
Şekil 4.44. Dayklar içerisinde gözlenen, piroksen, plajiyoklas (a, b), reaksiyon kuşaklı olivin (c) ve amfibol (d) mineralleri. (a) ve (c) şekilleri Sarıdam, (b) ve (d) panelleri Soğuksu dayklarını karakterize etmektedir. Amf; amfibol, Ol; olivin, Pl; plajiyoklas, Pr; piroksen).....	57
Şekil 4.45. Dayklar içerisinde gözlenen uralitleşmiş piroksen (a), klorit (b), epidot (c) ve aktinolit (d) mineralleri. akt; aktinolit, ep; epidot, kl;klorit, pl;plajiyoklas).....	58
Şekil 4.46. Bitlis Masifi meta-granit (a) ve amfibolitlere (b) ait ince kesit görüntüleri.	59
Şekil 4.47. Bitlis Masifi şist (a) ve gnaylara (b) ait ince kesit görüntüleri.....	59
Şekil 4.48. Maden Kompleksi volkanik/subvolkanik ve sedimanter birimlerinden alınan örneklerin dağılımını gösteren jeoloji haritası. Sedimanter birimler paleontolojik yaşlandırmalar amacıyla örneklenmiştir.....	60
Şekil 4.49. Çatak-Kozluk arasında yüzeyleyen Maden Kompleksi volkaniklerinin Zr/Ti-Nb/Y sınıflandırma diyagramı (Pearce, 1996).....	62
Şekil 4.50. Çatak-Kozluk arasında yüzeyleyen Maden Kompleksi volkaniklerinin Zr/TiO ₂ -Nb/Y sınıflandırma diyagramı (Winchester ve Floyd, 1977).....	62
Şekil 4.51. Çatak-Kozluk arasında yüzeyleyen Maden Kompleksi volkaniklerinin Nb/Y-Zr/P ₂ O ₅ x10 ⁴ diyagramı (Winchester ve Floyd 1977)s.....	63

Şekil	Sayfa
Şekil 4.52. Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen Maden volkaniklerinin majör oksit değişim diyagramları.	64
Şekil 4.53. Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen Maden volkaniklerinin iz element değişim diyagramları.	66
Şekil 4.54. Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen volkaniklerin (a) ve ortalama değerlerinin (b) OSB'ye normalize çoklu element diyagramları (Pearce, 1983). M497 nolu örnek en primitif volkanik kayacı temsil etmektedir OAB; Okyanus adası bazaltı, OSB; Okyanus ortası sırtı bazaltı, Z-OSB; Zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltı. OAB ve Z-OSB değerleri Sun ve McDonough, (1989)'dan alınmıştır.	68
Şekil 4.55. Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen volkaniklerin (a) ve ortalama değerlerinin (b) Kondrite normalize çoklu element diyagramları (Nakamura, 1974). M497 nolu örnek en primitif volkanik kayacı temsil etmektedir OAB; Okyanus adası bazaltı, OSB; Okyanus ortası sırtı bazaltı, Z-OSB; Zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltı. OAB ve Z-OSB değerleri Sun ve McDonough, (1989)'dan alınmıştır.	69
Şekil 4.56. Bitlis Masifi'ni kesen dayklara ait Zr/Ti-Nb/Y sınıflandırma diyagramı (Pearce, 1996).	70
Şekil 4.57. Bitlis Masifi'ni kesen dayklara ait Zr/TiO ₂ -Nb/Y sınıflandırma diyagramı (Winchester ve Floyd, 1977).	71
Şekil 4.58. Bitlis Masifi'ni kesen dayklara ait Nb/Y-Zr/P ₂ O ₅ x 10 ⁴ diyagramı (Winchester ve Floyd 1977).	71
Şekil 4.59. Bitlis Masifi'ni kesen dayklara ait majör-iz element değişim diyagramları	72
Şekil 4.60. Bitlis Masifi'ni kesen daykların (a) ve ortalama değerlerinin (b) OSB'ye normalize çoklu element diyagramları (Pearce, 1983). M125 nolu örnek en primitif üyeyi temsil etmektedir OAB; Okyanus adası bazaltı, OSB; Okyanus ortası sırtı bazaltı, Z-OSB; Zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltı. OAB ve Z-OSB değerleri Sun ve McDonough, (1989)'dan alınmıştır).....	74
Şekil 4.61. Bitlis Masifi'ni kesen daykların (a) ve ortalama değerlerinin (b) Kondrite normalize çoklu element diyagramları (Pearce, 1983). M125 nolu örnek en primitif üyeyi temsil etmektedir OAB; Okyanus adası bazaltı, OSB; Okyanus ortası sırtı bazaltı, Z-OSB; Zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltı. OAB ve Z-OSB değerleri Sun ve McDonough, (1989)'dan alınmıştır.	75

Şekil	Sayfa
Şekil 4.62. Kozluk-Gölbaşı arasında yüzeylenen volkaniklerin, (a): Zr/Ti-Nb/Y (Pearce, 1996), (b): Zr/TiO ₂ -Nb/Y sınıflandırma diyagramı (Winchester ve Floyd, 1977). (c): Nb/Y-Zr/P ₂ O ₅ x 10 ⁴ diyagramı (Winchester ve Floyd 1977) sınıflandırma diyagramı.	77
Şekil 4.63. Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen Maden volkaniklerinin seçilmiş majör-iz element değişim diyagramları.	78
Şekil 4.64. Kozluk-Gölbaşı arasında yüzeylenen volkaniklerin (a) ve ortalama değerlerinin (b) OSB'ye normalize çoklu element diyagramları (Pearce, 1983). M292 nolu örnek en primitif üyeyi temsil etmektedir OAB; Okyanus adası bazaltı, OSB; Okyanus ortası sırtı bazaltı, Z-OSB; Zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltı. OAB ve Z-OSB değerleri Sun ve McDonough, (1989)'dan alınmıştır.	79
Şekil 4.65. Kozluk-Gölbaşı arasında yüzeylenen volkaniklerin (a) ve ortalama değerlerinin (b) Kondrite normalize çoklu element diyagramları (Pearce, 1983). M292 nolu örnek en primitif üyeyi temsil etmektedir OAB; Okyanus adası bazaltı, OSB; Okyanus ortası sırtı bazaltı, Z-OSB; Zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltı. OAB ve Z-OSB değerleri Sun ve McDonough, (1989)'dan alınmıştır.	80
Şekil 4.66. Volkanosedimanter birliktelik içerisinde yer alan plaiyoklasların sınıflama diyagramı.	82
Şekil 4.67. Volkanosedimanter birliktelik içerisinde yer alan plajiyoklas minerallerinin % anortit içeriğine göre sıklık dağılım diyagramı.	82
Şekil 4.68. Daykların içerisinde yer alan plajiyoklasların sınıflama diyagramı.....	83
Şekil 4.69. Dayklara ait plajiyoklas minerallerinin % anortit içeriğine göre sıklık dağılım diyagramı.	84
Şekil 4.70. Volkanosedimanter birliktelik içerisinde yer alan piroksenlerin Wo (wollostanit), En (enstatit) ve Fs (ferrosillit) içeriklerine göre sınıflandırılması (Morimoto ve ark. 1988).	85
Şekil 4.71. Volkanosedimanter birliktelik içerisinde yer alan klinopiroksen minerallerinin Mg# içeriğine göre sıklık dağılım diyagramı.....	85
Şekil 4.72. Daykların içerisinde yer alan piroksenlerin Wo (wollostanit), En (enstatit) ve Fs (ferrosillit) içeriklerine göre sınıflandırılması (Morimoto ve ark., 1988).	86

Şekil	Sayfa
Şekil 4.73. Daykların içerisinde yer alan klinopiroksen minerallerinin mg# içeriğine göre sıklık dağılım diyagramı.....	87
Şekil 4.74. Daykların içerisinde yer alan amfibol minerallerinin mg# içeriğine göre sıklık dağılım diyagramı.....	88
Şekil 4.75. Maden volkanik/subvolkaniklerine ait (a); ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)i-Ba (Qian ve ark., 2020), (b); Th/La- ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)i (Martins ve ark. 2017), (c); ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)i - ϵNd (Martins ve ark. 2017; Jiang ve ark., 2021) diyagramları.	91
Şekil 4.76. Maden volkanik/subvolkaniklerinin ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)i-($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)i izotop korelasyon diyagramı. Maden Kompleksi literatür verileri; Ertürk ve ark. (2018)'den, manto kaynak alanları Zindler ve Hart (1986)'dan alınmıştır (BSE: Toplam yerküre, EMI-II:Zenginleşmiş manto, HIMU: Yüksek μ manto, PREMA: Yaygın manto).	92
Şekil 4.77. (Maden volkanik/subvolkaniklerinin, a) $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, b) $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, c) $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, d) $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ izotop korelasyon diyagramları (OSB: Okyanus Sırtı Bazaltı, BSE: Toplam yerküre, DM: Tüketilmiş manto, EM I-II: Zenginleşmiş manto, HIMU: Yüksek μ manto, PREMA: Yaygın manto, NHLR: Kuzey yarımküre referans çizgisi).	93
Şekil 5.1. Volkanik kayaların piroksen kimyası kullanılarak elde edilen kristallenme koşulları.	98
Şekil 5.2. Daykların, piroksen (a) ve amfibol (b) kimyası kullanılarak elde edilen kristallenme koşulları.....	98
Şekil 5.3. Volkaniklerin ve daykların piroksen (a), daykların amfibol (b) kristallenme sıcaklıklarının mg#'ye karşı değişim diyagramları.	100
Şekil 5.4. Maden Kompleksi volkanik/subvolkaniklerinin Zr-Ni değişim diyagramı.	101
Şekil 5.5. Maden Kompleksi volkanik/subvolkaniklerinin a) Zr-(^{143}Nd - ^{144}Nd)i (Fazlnia, 2019; Etemadi, 2020)), b) Zr-($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)i (Yazdani ve ark., 2018; Etemadi ve ark., 2020) değişim diyagramları.....	102
Şekil 5.6. Maden Kompleksi volkanik/subvolkaniklerinin (a): Zr-Ba/Nb, (b): Zr-Y/Yb, (c): La-La/Yb, (d):Nb-La değişim diyagramları (Fazlnia, 2019; Etemadi, 2020; Mehdipour Ghazi ve ark., 2020). OAB ve Z-OSB değerleri Sun ve McDonough, (1989)'dan alınmıştır.....	103

- Şekil 5.7. Maden Kompleksi volkanik/subvolkaniklerinin, (a): Nb-Zr, (b): Nb-Yb, (c): Nb-Sm, (d): Zr- Sr/Y değişim diyagramları (Açlan ve Altun, 2020; Moritz ve ark., 2020). OAB ve Z-OSB değerleri Sun ve McDonough, (1989)'dan alınmıştır. 104
- Şekil 5.8. Maden Kompleksi volkanik/subvolkaniklerinin (a): Sr - Rb/Sr, (b): Zr-Dy/Yb, (c): Zr-Sr değişim diyagramları (Nouri ve ark., 2018). OAB ve Z-OSB değerleri Sun ve McDonough, (1989)'dan alınmıştır. 105
- Şekil 5.9. Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen Maden kompleksi volkanik/subvolkaniklerinin a) Nb/U-Ce/Pb, b) Ba/Nb-La/Nb diyagramları. (Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı (OSB); Sun ve McDonough, (1989); Gale ve ark., (2013), Okyanus Adası Bazaltı (OAB); Sun ve McDonough, (1989), Alt Kıtasal Kabuk (AKK); Üst Kıtasal Kabuk (ÜKK); Rudnick ve Gao (2003)'den alınmıştır. M91 ve M124 Bitlis masifi şistlerini temsil etmektedir. Diyagramlarda $SiO_2 < \%52$ ve $MgO > \%5$ içeriğine sahip bazaltik kayalar gösterilmiştir. 106
- Şekil 5.10. Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen Maden Kompleksi volkanik/subvolkanik birimlerinin Zr-εNd (a), $(^{87}Sr/^{86}Sr)_i - (^{207}Pb/^{204}Pb)_i$ (b), La/Sm-εNd (c) ve εNd-Nb/U (d) diyagramları. OSB bileşimi Gale ve ark. (2013)'den alınmıştır. 108
- Şekil 5.11. Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen Maden kompleksi volkanik/subvolkanik birimlerinin a) La/Sm- $^{143}Nd/^{144}Nd$, b) Sm/Nd- $^{143}Nd/^{144}Nd$ diyagramları. (Diyagramlar üzerinde Depaolo (1981)'e göre oluşturulan AFC eğrileri gösterilmektedir. OSB için toplam mineral/ergiyik paylaşım katsayıları Zhao ve ark. (2019)'dan alınmıştır. Mineral/ergiyik toplam paylaşım katsayıları; M-486 için $Pl_{0.5} + Kp_{0.38} + Ol_{0.1} + Mag_{0.02}$, M-135 için $Pl_{0.5} + Kp_{0.33} + Ol_{0.05} + Hb_{0.1} + Mag_{0.02}$ mineralojik bileşimleri kullanılarak hesaplanmıştır. Mineral/ergiyik paylaşım katsayıları Rollingson (1993)'den alınmıştır. Pl: plajiyoklas, Kp: klinopiroksen, Ol: olivin, Hb: hornblend, Mag: magnetit). 110
- Şekil 5.12. Maden Kompleksi volkanik/subvolkaniklerine ait tektonik sınıflama (Wood, 1980) (a) ve La/Nb-Nb/Th (b) diyagramları. N-OSB: Normal Okyanus Sırtı bazaltları, Z-OSB: Zenginleşmiş Okyanus Sırtı bazaltları, OAB: Okyanus adası bazaltları. 112

- Şekil 5.13. Maden Kompleksi volkanik/subvolkaniklerine ait a) Nb/Yb-Th/Yb (Pearce, 1982), b) Th/Ta-Th/Tb (Barbero ve ark., 2020), c) Nb_N-Th_N (Saccani, 2015), d) Nb/Yb-TiO₂/Yb (Pearce, 2008) değişim diyagramları. (AB; Alkali bazalt, KAB; Kalkalkali bazalt, AYT; Adayayı toleyit, YAHB; Yay ardı havzası bazaltları, S-OSB (P-MORB); Sorguç tipi okyanus ortası sırtı bazaltı, N-OSB (N-MORB); Normal Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı, OAB (OIB); Okyanus adası bazaltı, Z-OSB (E-MORB); Zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltı. (a) ve (b) şekillerinde kullanılan OAB, Z-OSB, N-OSB kaynak alanları Sun ve McDough, (1982)'den alınmıştır)..... 114
- Şekil 5.14. Maden Kompleksi volkanik/subvolkaniklerine ait a) Zr/Nb-Zr/Y, b) Th /Nb- Ta/Nd değişim diyagramları (Wang ve ark., 2021). Farklı manto kaynaklarını karakterize eden alanlar Saccani ve ark., (2013a; 2013b)' den alınmıştır. (a) şeklindeki kesikli çizgi OAB ve N-OSB arasındaki karışım eğrisini göstermektedir. N-OSB (N-MORB); Normal Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı, OAB (OIB); Okyanus adası bazaltı, Z-OSB (E-MORB); Zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltı, AYT; Adayayı toleyitleri..... 116
- Şekil 5.15. Maden Kompleksi volkanik/subvolkanik birimleri için oluşturulan a) La/Yb-Dy/Yb, b) La/Yb-Tb/Yb non-modal kısmi ergime modellemesi. Tüketilmiş OSB (DMM) Workmann ve Hart (2005)'ten alınmıştır. Sp; Spinel, Gr; Granat, F; ergime derecesi. 118
- Şekil 5.16. Ba/Nb, Th/Nb ve Th/Ta element oranlarının Maden Kompleksi'nin yayılım gösterdiği alanlardaki dağılımı. 127
- Şekil 5.17. Maden havzası için oluşturulmuş jeotektonik model. 127



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

kd

Dağıtım katsayısı

km

Kilometre cinsinden uzaklık

mg#

Magnezyum numarası

Kısaltmalar

Açıklama

AFC

Asimilasyon- fraksiyonel kristallenme

ANTE

Ağır nadir toprak element

BİYE

Büyük iyon yarıçaplı element

CIPW

Sentetik Mineraloji

E-MORB

Zenginleşmiş MORB (Z-OSB)

FC

Fraksiyonel kristallenme

HFS

Kalıcılık yüksek olan element

HREE

Ağır nadir toprak element

HNTE

Hafif nadir toprak element

LILE

Geniş iyonlu litofil element

LREE

Hafif nadir toprak element

MORB

Okyanus ortası sırtı bazaltı (OSB)

MREE

Ortaç nadir toprak element

MTA

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü

My

Milyon yıl

N-MORB

Normal MORB (N-OSB)

OIB

Okyanus adası bazaltı (OAB)



EKLER DİZİNİ

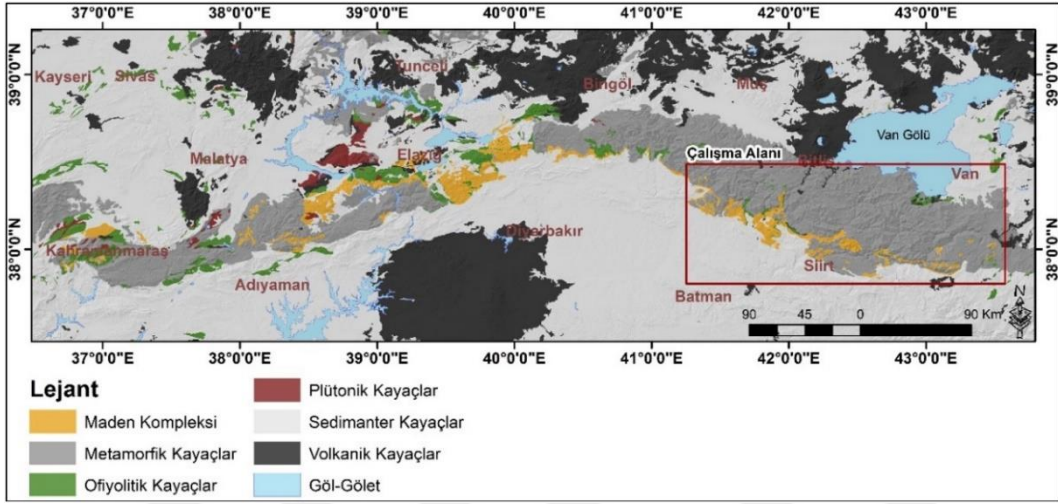
	Sayfa
Ek 1. Maden Kompleksi'ne ait kayaçlardan elde edilen Zirkon U-Pb yaşları.....	143
Ek 2. Maden Kompleksine ait kayaçların ana element (% ağırlıkları) analiz sonuçları..	147
Ek 3. Maden Kompleksine ait kayaçların iz (ppm) ve nadir toprak (ppm) element analizleri.....	159
Ek 4. Maden Kompleksi kayaçlarının mineral kimyası analizleri.....	175





1. GİRİŞ

Maden Kompleksi Kahramanmaraş'ın kuzeyinden başlayıp Van'ın Çatak ilçesine kadar devamlılığı olan Bitlis-Pütürge masifi boyunca bir yay şeklinde gözlenen Eosen yaşlı volkanosedimanter birimi temsil etmektedir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Maden Kompleksinin yayılımını ve çalışma alanını gösteren jeoloji haritası (MTA'nın 1/500000 ölçekli jeoloji haritasından değiştirilerek alınmıştır).

Kompleks, Bitlis Masifi kıtasal litosferi üzerinde açılan bir çökelim havzası ve beraberinde okyanusal litosferin tamamen yitilmesinden önceki son volkanik aktivitelerinden biri olarak kabul edilmektedir (Aktaş ve Robertson, 1984; Yiğitbaş ve Yılmaz, 1996; Robertson ve ark., 2007). Havzanın hızlı şekilde açılması ile ilişkili literatürde görüş birliği varken, oluşmuş olduğu tektonik ortam ve yeri hakkındaki tartışmalar halen devam etmektedir. Süregelen tartışmalardan bazıları; kuzeye doğru dalan okyanusal litosferin Erken-Orta Eosen'deki ada yayının (Helete volkanizması) olgunlaşmamış yay ardı havzası (Örn: Yiğitbaş ve Yılmaz, 1996), Orta-Eosen'de dalan soğuk okyanusal (volkanizma oluşturmayan) litosferin dikleşip geri çekilmesine (slab roll back) bağlı olarak Bitlis Masifinin riftleşmesiyle oluşan havza (Örn: Aktaş ve Robertson, 1984; Robertson ve ark., 2007), okyanus ortası sırt ortamı (İleri ve ark., 1976), dalma-batma zonu üzerinde gelişen kıtasal rift havzası (Şengör ve Yılmaz, 1983) ve Orta-Eosen'de kıta-kıta çarpışmasına bağlı olarak kalınlaşan litosferik kökün kopması ve

kopan kütlenin yerine yükselen astenosferin dalma batmayla zenginleşmiş mantoyu ergitmesi (Ertük ve ark., 2018) gibi görüşlerdir. Maden Kompleksi'ne yönelik gerçekleştirilen çalışmalar çoğunlukla bölgesel ölçekli ve Neotetis Okyanusu'nun diğer ürünleri ile beraber ele alınarak incelenmiştir. Yapılan çalışmalar çoğunlukla Kahramanmaraş-Elazığ arasında (kompleksin batı-güneybatı uzantısı) yoğunlaşmıştır ve henüz kompleksin evrimi üzerine bir fikir birliği tam anlamıyla oluşmamıştır.

Komplekse ait birimler 569 ile 3305 metre arasında değişen yükseklik değerlerinde yüzeylenmiş olup yaklaşık olarak 2475 km²'lik bir alanı kaplamaktadır. Yüksekliğin en fazla olduğu yerler Bitlis Masifinin sarp bölgelerinde bulunan, Çatak, Pervari ve Şirvan yöreleridir. Maden Kompleksinin bulunduğu topoğrafik yükseklik sınıfları incelendiğinde, birimi oluşturan kayaların ~%32.44'lik kısmı 1138-1438 metre aralığındaki düşük topoğrafik seviyelerde bulunduğu, ~%2.80'lik bir bölümünün ise 2243-3305 metre gibi oldukça yüksek seviyelerde olduğu görülmektedir. Kompleks ülkemizin güneydoğu kesiminde bulunmaktadır ve birçok harita pafta indeksine girmektedir. Bu indekslerden inceleme alanı içerisine giren ve dışında kalan paftalar Çizelge 1.1'de verilmiştir. Buna göre çalışma alanı 12 adet 1/100000 ölçekli, 55 adet 1/25000 ölçekli topoğrafik pafta içerisinde bulunmaktadır. Yapılan tez çalışması ile kompleksin Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen kısmının jeolojik ve petrolojik özelliklerinin; arazi, mineralojik-petrografik, tüm kayaç, izotop jeokimyası, radyometrik ve paleontolojik yaş verileri ile ortaya konulması ve Neotetis Okyanusu'nun Orta-Eosen'deki evriminin güncel veriler ışığında yorumlanması amaçlanmıştır.

Çizelge 1.1. Maden Kompleksi'nin yayılımını gösteren 1/100000 ve 1/25000 ölçekli topografik harita pafta indeksi. İndeks MTA'ya ait 1/500000 ve 1/100000 ölçekli jeoloji haritaları temelinde oluşturulmuştur. (Koyu olarak yazılan paftalar çalışma alanını karakterize etmektedir).

1/100.000	1/25000
VAN L48	L48c4 L48c3 L48d3 L48d4
VAN L49	L49b1 L49b2 L49b3 L49b4 L49a3 L49a4 L49d4 L49d3
VAN L50	L50c4 L50c3 L50d4
VAN L51	L51d4
CİZRE M48	M48b2 M48b1 M48a1 M48a2
CİZRE M49	M49b2 M49b1 M49a2 M49a3 M49a4 M49a1
CİZRE M50	M50a1 M50a4 M50a2 M50a3 M50b1 M50b2
MUŞ K45	K45d4 K45d3 K45c4 K45c3
MUŞ K46	K46d4
MUŞ L45	L45b1
MUŞ L46	L46a1 L46a2 L46b1 L46b2 L46b4 L46b3 L46c1 L46c2
MUŞ L47	L47b3 L47c2 L47c3 L47c1 L47c4 L47a3 L47d2 L47a4 L47d1
ELAZIĞ K42	K42d3 K42c4
ELAZIĞ K43	K43b3 K43c2 K43c3 K43c1 K43c4
ELAZIĞ K44	K44a4 K44a3 K44d1 K44d4 K44d3 K44c4 K44c3
ELAZIĞ L42	L42a1 L42a2 L42b1 L42b2 L42a4 L42a3 L42b4 L42d1
ELAZIĞ L43	L43a1 L43a4 L43a2 L43a3 L43b1 L43b2 L43b4
MALATYA L39	L39c3
MALATYA L40	L40a4 L40a3 L40b4 L40b3 L40c2 L40c3 L40c4 L40d3 L40d4 L40d1 L40d2 L40a4
MALATYA L41	L41b1 L41b2 L41b3 L41b4 L41a2 L41a3 L41a4 L41d1 L41d2 L41d4

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Ketin (1966)'nın Anadolu'nun orojenik gelişimini esas alarak ayırmış olduğu tektonik birimler incelendiği zaman bunların kuzeyden güneye doğru, Pontidler, Anatolidler, Toridler ve Kenar Kıvrımları olmak üzere dört ana zondan meydana geldiği görülmektedir. İnceleme alanını oluşturan Maden Kompleksi kayaları ise bu sınıflama da Kenar Kıvrımları ile Toridler sınırında bulunan Bitlis-Zagros suture zonu üzerinde yüzeylenmektedir. Burada Kenar kıvrımları olarak belirtilen yer, Arap platformunun kuzeye bakan pasif kısmını temsil etmektedir ve hafif düzeyde kıvrımlanmış ve deforme olmuş kayaları kapsamaktadır. Toridler şiddetli Alpin metamorfizmasına uğramış çeşitli kayaç gruplarını temsil etmektedir. Kenar kıvrımları olarak belirtilen alan Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağı (GDOK) içerisinde bulunmaktadır. GDOK pek çok araştırmacı tarafından başlıca üç ana zona ayrılarak incelenir (Yılmaz vd. 1987; Yiğitbaş, 1989; Yıldırım ve Yılmaz, 1991; Yılmaz ve Yiğitbaş, 1991; Yılmaz, 1993; Yiğitbaş ve ark., 1993; Turan ve ark., 1995; Yiğitbaş ve Yılmaz, 1996; Bozkurt, 2001; Elmas ve Yılmaz, 2003). Bunlar güneyden kuzeye doğru Arap Platformu, Ekay zonu ve Nap zonundan oluşmaktadır. Maden Kompleksi nap zonu içerisinde yer almaktadır (Yiğitbaş ve ark., 1993).

Maden Kompleksinin tipik yüzeylenmesi, Elazığ ili Maden ilçesi ve çevresinde görüldüğünden birim Maden Karmaşığı/Kompleksi/Grubu olarak isimlendirilmiştir (Şekil 1.1). Kompleksin batı uzantısı hem içermiş olduğu zengin maden yatakları hem de daha kolay ulaşılabilirliği bakımından birçok madenci ve araştırmacının ilgisini çekmiş ve çalışılmıştır (Ketin, 1948; 1953; Rigo de Righi ve Cortesini, 1964; Özkaya, 1972; 1974; 1978; Yazgan, 1972; 1981; 1984; Baştuğ ve Soytürk, 1973; Baştuğ ve Açıkbay, 1974; Sungurlu, 1974a; 1974b; 1975; 1979; Açıkbay ve Baştuğ, 1975; Beken, 1975; Yalçın, 1976; 1978; Erdoğan, 1977; 1982; Perinçek, 1978; 1978a; 1978b; 1979a; 1979b; 1980; 1980a; 1980b; 1989; 1990; Sungurlu ve Arpat, 1978; Açıkbay ve ark., 1979; Naz, 1979; Perinçek ve Çelikdemir, 1979; Tuna, 1979; Baştuğ, 1980; Göncüoğlu ve Turhan, 1981; 1984; Savcı ve Dülger, 1980; Savcı, 1980; Engin ve ark., 1980; Biçer, 1981; Özkan, 1982; Perinçek ve Özkaya, 1981; Şengör ve Yılmaz, 1981; 1983; Hempton ve Savcı, 1982; Yazgan ve ark., 1983; Aktaş ve Robertson, 1984; 1990a; 1990b; Hempton, 1983;

1984; 1985; Michard ve ark., 1984; Perinçek ve Kozlu, 1984; Aktaş, 1985; Aktürk, 1985; Lisenbee, 1985; 1987; Özçelik, 1985; Sungurlu ve ark., 1985; Masson, 1986; Kozlu, 1987; Bingöl, 1988; Yılmaz ve Yiğitbaş, 1990; Perinçek ve Çemen, 1991; Yiğitbaş ve ark., 1991; 1992; 1993; 1996; Yazgan ve Chessex, 1991; Akay ve Herece, 1992; Gürocak, 1993; Karaman ve ark., 1993; Turan, 1993; Yılmaz, 1993; Yılmaz ve ark., 1993; Çelebi ve Peker, 1994; Altunbey ve Sağıroğlu, 1995; Önal, 1995; Beyarslan, 1996; Çelik, 2003; Kaya, 2004; Erdem ve ark., 2005; Kılıç, 2005; Bozkaya ve ark., 2006; Robertson ve ark., 2007; Kaygılı, 2010; Ural, 2012; Karaoğlan ve ark., 2013; 2016; Şaşmaz ve ark., 2014; Yıldırım ve Eroğlu., 2015; Bakır, 2016; Çınar, 2016; Daş, 2016; Ertürk, 2016; Ertürk ve ark., 2018). Yapılan çalışmalar genel olarak Kompleksin en tipik mostralarının gözlemlendiği Elazığ ili Maden ilçesi civarında yoğunlaşmıştır. Birim çeşitli araştırmacılar tarafından Maden Birimi (Rigo de Righi ve Cortesini, 1964), Baykan Kompleksi (Sungurlu, 1974a; 1974b; Baştuğ ve Açıkbaş, 1974), Baykan Formasyonu (Baştuğ, 1976), Davudan Formasyonu (Özkaya, 1978), Maden Serisi (Ketin, 1983); Davudan volkanitleri (Aktaş, 1985), Maden Formasyonu (Özkaya, 1978; 1982; Çağlayan ve ark., 1984; Michard ve ark., 1984), Karadere Formasyonu (Açıkbaş ve Baştuğ, 1975; Aktaş ve Robertson, 1990b), Maden Melanjı (Hempton, 1984; 1985), Maden volkanosedimanter birimi (Yazgan ve Chessex, 1991; Parlak ve ark., 2009), Maden Kompleksi/Karmaşığı (İleri ve ark., 1976; Hempton ve Savcı, 1982; Şengör ve Yılmaz, 1983; Özçelik, 1985; Yazgan, 1981; 1983; 1984; Naz, 1979; Perinçek, 1979b; 1980a; 1980b; Perinçek ve Özkaya, 1981; Özkan, 1982; Bingöl, 1984; Aktaş ve Robertson, 1984; 1990a; Sungurlu ve ark., 1985; Üstüntaş ve Sağıroğlu, 1993; Gürocak, 1993; Kaya, 1993; Turan ve ark., 1995; Altunbey ve Sağıroğlu, 1995; Önal, 1995; Robertson, 1998; 2000; Kaya, 2004; Erdem ve ark., 2005; Vural, 2006; Okay, 2008; Kaygılı, 2010; Şahin ve Işık, 2010; Yıldırım, 2010; Yıldırım ve ark., 2010; Oberhansli ve ark., 2014; Şaşmaz ve ark., 2014; Yıldırım ve Eroğlu, 2015; Çınar, 2016; Daş, 2016; Ertürk, 2016; Karaoğlan ve ark., 2016; Bal-Akkoca ve Çelebi, 2018; Ertürk ve ark., 2018) olarak adlandırılmıştır. Birim için yapılmış olan tüm bu adlandırmaların yanında bazı araştırmacılar birimin karmaşığa benzemesine ve karmaşık tektonik ilişkisine rağmen stratigrafisinin takip edilebilen bir volkanosedimanter istif özelliğinde olduğunu belirterek birimi Maden Grubu olarak tanımlamışlardır (Erdoğan, 1977; 1982; Yazgan, 1981; 1983; 1984; Aktürk, 1985; Aktaş ve Robertson, 1984; 1990a; Yılmaz, 1993; Yılmaz ve ark., 1993; Yiğitbaş ve ark., 1993;

Yiğitbaş ve Yılmaz, 1996; 1996a; Beyarslan ve Bingöl, 2000; Elmas ve Yılmaz, 2003; Çelik, 2003; Bozkaya ve ark., 2006; Rızaoğlu ve ark., 2006; Robertson ve ark., 2007; Parlak ve ark., 2009; Ural, 2012; Karaoğlan ve ark., 2013; Bakır, 2016; Akkoca ve Karataş, 2019). Perinçek (1990), Hakkari civarında gözlenen ve Hakkari Karmaşığı olarak isimlendirilen birimin Maden Kompleksi ile litolojik benzerlikler sunduğunu belirtmiş ve Hakkari Karmaşığı'nın Maden Kompleksi'nin en doğudaki eşdeğeri olduğunu öne sürmüştür.

Maden Kompleksi üzerine gerçekleştirilen çalışmalar farklı grup, üye, litoloji veya formasyon isimleri ile tanımlasalar da (Rigo de Righi ve Corteshini, 1964; Erdoğan, 1977; 1982; Özçelik, 1982; 1985; Özkaya, 1978; Şengör ve Yılmaz, 1981; Yazgan, 1981; 1983; Özkan, 1982; Hempton, 1984; Aktürk, 1985; Gürocak, 1993) volkanosedimanter birliktelik genel olarak beş farklı formasyona ayrılarak incelenmektedir. Bunlar stratigrafik konumları göz önünde bulundurularak alttan üste doğru Ceffan, Arbo, Melefan, Karadere ve Narlıdere Formasyonlarıdır (Perinçek 1979a; 1979b; 1980a; 1980b; 1990; Etürk, 2016). Ceffan Formasyonu çoğunlukla konglomeralardan oluşmaktadır (Perinçek ve Çelikdemir, 1979; Perinçek, 1979b; Aktaş ve Robertson, 1984; Aktürk, 1985; Perinçek, 1990; Şaşmaz ve ark., 2014). Nummulitli sığ denizel kireçtaşları ile karakterize edilen birim Arbo Formasyonu olarak tanımlanmıştır (Baştuğ ve Soytürk, 1973; Perinçek 1979b; 1990; Şaşmaz ve ark., 2014). Maden Kompleksi'nin kırmızı renkli pelajik kireçtaşları ve grimsi/kızıl renklere gözlenen mikritik kireçtaşları marn ve şeyl birimleri Melefan Formasyonu olarak adlandırılmıştır (Açıkbaş ve Baştuğ, 1975; Perinçek 1979b; 1990). Karadere Formasyonu ise kompleksin volkanik/subvolkanik birimlerini içermektedir ve çoğunlukla Melefan Formasyonu ile ardalanmalıdır (Açıkbaş ve Baştuğ, 1975; Perinçek 1979b; 1990; Aktaş ve Robertson, 1984; Aktürk, 1985; Bozkaya ve ark., 2006; Şaşmaz ve ark., 2014). Kompleksin kumtaşı-şeyl ardalanmasından oluşan ve en üst kısmını oluşturan birim ise Narlıdere Formasyonu olarak isimlendirilmiştir (Açıkbaş ve Baştuğ, 1975; Perinçek 1979b). Kompleksin stratigrafisi üzerine gerçekleştirilen çalışmalar, özetle, birimin karasal konglomeralarla başlayıp (Aktürk, 1985) sığ denizel kireçtaşları, derin denizel mikritik kireçtaşları ve turbititik kumtaşı-şeyl ardalanması ile devam ettiğini ortaya koymuş, havzanın hızla derinleşen denizel ortamdaki transgresif bir çökelimi karakterize ettiğini öne sürmüştür (Özkaya 1978, Yiğitbaş ve ark., 1993; Bozkaya ve ark., 2006). Yastık yapılı bazaltik

volkanikler genellikle derin denizel sedimanlar ile ardalanmalı olarak gözlenmektedir (Erdoğan, 1977; Sungurlu ve Arpat, 1978; Aktürk, 1985; Özçelik, 1982; Perinçek, 1990; Aktaş ve Robertson 1984; Yılmaz, 1993). Maden havzası, Orta Eosen ve hemen sonrasında meydana gelen K-G yönlü sıkışma ve Nap birimlerinin kuzeyden güneye doğru hareketi sonucunda kapanmaya başlamıştır (Perinçek, 1980a; Perinçek ve Özkaya, 1981; Yazgan, 1983; 1984; Aktaş ve Robertson 1984, Yazgan ve Chessex, 1991; Yılmaz, 1993; Yılmaz ve ark., 1993; Yiğitbaş ve Yılmaz, 1996; Yılmaz ve Yıldırım, 1996). Kompleksin hem kendi içerisinde, hem de nap örtülerine bağlı olarak tektonizmaya maruz kalması, dinamik (Şahin ve Işık, 2010), yeşilist (Bozkaya ve ark., 2006; Robertson ve ark., 2007) ve prehnit-pumpellit fasiyesinde (Yazgan, 1972; Erdoğan, 1982; Yazgan ve Chessex, 1991) metamorfizmaya sebep olmuştur. Birimin yüzeylendiği farklı alanlardaki stratigrafik konumu göz önünde bulundurularak, allokton (Perinçek, 1979b; Perinçek ve Özkaya, 1981; Özkan, 1982; Sungurlu ve ark., 1985; Perinçek, 1990), otokton (Şengör ve Kidd, 1979; Yazgan, 1983; 1984), paraotokton (Çelik, 2003) ve paraallokton (Aktürk, 1985) olabileceği öne sürülmüştür.

Maden Kompleksi'nin adlandırılması, oluşumu, tektono-stratigrafik konumu ve petrolojik gelişimi üzerine henüz tam bir fikir birliği olmasa da birimin Orta Eosen yaşlı olduğu konusunda birçok araştırmacı hemfikirdir. Çeşitli seviyelerindeki sedimanter kayalardan derlenen fosillere göre yapılan yaşlandırma çalışmaları havzanın Orta Eosen döneminde geliştiğini göstermektedir (Özkaya, 1978; Perinçek, 1979b; 1990 Yazgan, 1981; 1983; 1984; Aktaş ve Robertson, 1984; Hempton, 1984; 1985; Aktürk, 1985; Sungurlu ve ark., 1985; Yiğitbaş ve ark, 1991; Önal, 1995; Kaya, 2004; Robertson ve ark., 2007). Radyometrik yaş tayinleri Üst Eosen (33.2-35.6 my; Özkaya 1974) ve Alt-Orta Eosen 44.18 ± 16.9 , 45 ± 5.7 ve 52 ± 10.1 my; Pişkin ve Dalaloye, 1981) dönemlerini işaret etmektedir (Yıldırım, 2010). Bunların dışında havzanın oluşumunun Paleosen-Eosen (Rigo de Righi ve Corteshini, 1964; Aktaş ve Robertson, 1984) ve Üst Kretase-Eosen (Erdoğan 1977; 1982) gibi daha geniş jeolojik zaman aralıklarında meydana geldiğini öne süren araştırmalarda bulunmaktadır.

Maden Kompleksi'ni oluşturan volkanik kayaların kökeni, jeokimyasal özellikleri konusunda da fikir birliği bulunmamaktadır. Bazı araştırmacılar volkanizmanın toleyitik (Erdoğan, 1982), toleyitik-alkalen (Özçelik, 1982; 1985), kalkalkalen (Aktaş ve Robertson, 1984; Erdem ve ark., 2005), kalkalkalen-toleyitik

(Yıldırım, 2010; Ertürk, 2016) karakterlerde olduğunu belirtirken Yiğitbaş ve ark. (1993) ile Yiğitbaş ve Yılmaz, (1996), volkanizmanın ilk ürünlerinin alkalin ve sonrasında gelişen ürünlerinin ise toleyitik karakterde olduğunu belirtmişlerdir. Kompleksin olduğu tektonik ortam belki de üzerinde en çok tartışmanın yapıldığı kısımdır. Birçok araştırmacı Maden Kompleksi'nin oluşum ortamı hakkında farklı görüşler sunmuştur. Derin havza çökelleri (Rigo de Righi ve Cortesini, 1964), yay ardı havza (Perinçek ve Özkaya, 1981; Hempton, 1984; 1985; Yılmaz, 1993; Yiğitbaş ve ark., 1993; Yılmaz ve Yıldırım, 1996; Yiğitbaş ve Yılmaz, 1996; Robertson, 1998; 2000; Yıldırım, 2010; Karaoğlan ve ark., 2016), ada yayına benzer bir tektonik ortam (Erdoğan, 1982; Özçelik, 1982; 1985; Aktürk, 1985), yay önü bölgesinde gelişen çek-ayır (pull-apart) havza (Aktaş ve Robertson, 1984), And tipi bir dalma batma sonucu gelişen aktif bir kıta kenarı ürünü (Yazgan, 1983; 1984), dar-kısa ömürlü bir havza (Yazgan ve Chessex, 1991), öjeosenklinal havza (Özkaya, 1974), kıta içi havza (Perinçek, 1979a) gibi birbirine benzer ve farklı görüşler bulunmaktadır. Maden Kompleksi üzerine yapılan güncel çalışmalarda Ertürk, (2016) ile Ertürk ve ark. (2018), Üst Kretase'de Arap levhası ve Anadolu mikro levhası arasında meydana gelen kıta-kıta çarpışmasının sonucunda kalınlaşan litosferik kökün Orta Eosen'de kopması ve kopan kütlelerin yerine yükselen astenosferin dalma batmayla zenginleşmiş mantoyu ergitmesi modeli öne sürülmüştür.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Önceki Çalışmaların Derlenmesi

Tez kapsamında gerek Maden Kompleksi ve ilişkili birimler gerekse de Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağı (GDAOK) ile ilgili olan literatür çalışmaları titizlikle araştırılmıştır. Bu alanlarda yapılmış olan özellikle volkanizma ile ilgili tez, makale, rapor ve her türlü analitik veri tez kapsamında incelenerek arşivlenmiştir. Kullanılan veri kaynaklarına sciencedirect, web of science, dergipark gibi online veri tabanlı bağlantılar aracılığıyla internet üzerinden ulaşılmıştır. Bunların dışında var olan yayın ve raporlara ise çeşitli üniversite ve MTA (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü) kütüphanelerinden ulaşılmıştır. Elde edilen veriler, tez kapsamında elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılıp, diyagramlar üzerinde yorumlanmıştır.

3.2. Arazi Çalışmaları

Tez kapsamında arazi çalışmaları 2018, 2019 ve 2020 yılları yaz aylarında yürütülmüştür. Arazi çalışmaları farklı ölçeklerdeki jeolojik ve topografik haritalar, GPS, çekiç, balyoz, fotoğraf makinesi ve lup gibi çeşitli ekipmanlar ile yürütülmüştür. Petrografi, jeokimya, izotop ve radyometrik yaş analizleri için volkanik/subvolkanik kayalardan mümkün olduğunca altere olmamış veya az altere olmuş örnekler alınmıştır. Bunun yanı sıra paleontolojik yaşlandırmalar amacıyla volkanik kayalara eşlik eden sedimanter kayalar örneklenmiştir.

3.3. Laboratuvar Çalışmaları

Yapılan arazi çalışmaları neticesinde elde edilen kayaç örneklerini en iyi temsil eden numuneler, petrografik çalışmalar ile jeokimyasal ve jeokronolojik analizler için hazırlanmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Analiz için alınan numunelerin araziye temsil edebilecek en taze örnek olmasına özen gösterilmiştir.

3.3.1. Örnek hazırlama

Yapılan arazi çalışmaları neticesinde seçilmiş olan örnekler petrografik, jeokimyasal, mineral kimyası, izotop analizleri ve jeokronolojik yaşlandırma çalışmaları için titizlikle hazırlanmıştır. Alınan örnekler Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi laboratuvarlarında Struers marka elmas kesme diski kullanılarak kesilmiştir. Mineral kimyası ve petrografik tanımlamalar için alınmış örnekler uygun boyutlarda kesilerek plakalar haline getirilmiştir. Mineralojik-petrografik analizlerin ince kesitlerinin yapılabilmesi için 30 mikron boyutlarına, mineral kimyası analizlerinin parlak kesitlerinin hazırlanması için 100 mikron boyutlarına getirilmiştir. Hazırlanan ince kesitler petrografik tanımlamalar yapabilmek için polarizan mikroskop altında incelenmiştir. Parlak kesitler ise mineral kimyası analizlerine tabi tutulmuştur.

Gerek arazi çalışmaları ve gerekse de petrografik çalışmalar neticesinde belirlenmiş olan temsilci örnekler izotop ve jeokimyasal analizler için dikkatli bir şekilde hazırlanmıştır. Struers marka elmas kesme diskiyle örneklerin dışında bulunan toprak, yosun gibi ikincil oluşumlar kesilerek alınmıştır. Daha sonra çeneli kırıcılar kullanılarak numuneler kırılmış ve agat havan yardımıyla pudra boyutuna getirilmiş ve yapılacak olan analizler için hazırlanmıştır. Bu süreç esnasında her bir numune kırılıp toz boyutuna getirildikten sonra çalışılan tüm makineler temizlenmiştir ve daha sonra diğer numuneler kırılıp toz haline getirilmiştir. Bu şekliyle bir numunenin diğer numune tarafından kontamine edilmesinin önüne geçilmiştir.

3.3.2. Petrografik analizler

Araziden alınarak laboratuvarlarda hazırlanmış olan incekesitler Van Yüzüncü Yıl Üniversitesinde bulunan polarizan mikroskoplarda incelenmiştir. İnceleme neticesinde volkanik/subvolkanik örneklerin hangi minerallerden oluştuğu ve hangi tür dokuları içerdikleri belirlenmiştir.

3.3.3. Jeokimyasal analizler

Jeokimyasal analizler için örnek seçiminde, çalışma alanındaki bazaltik lav ve kirletici olabilecek temel kayalara ait örnekler arazi ve petrografik çalışmaların sonuçlarına göre seçilmiştir. Ana, iz ve NTE jeokimyasal analizleri Kanada'daki Acme Analitik Laboratuvarlarında (Acme Labs) yaptırılmıştır. Majör element analizleri lityum mataborat/tetraborat füzyon tekniği kullanılarak ICP-ES (inductively coupled plasma emission spectrometry; indüktif çiftlenmiş plazma emisyon spektrometresi) cihazı ile ölçülerek elde edilmiştir. Majör element dedeksiyon limitleri % 0.001 ile 0.04 arasında değişmektedir. Ateşte kayıp (LOI), örneğin ayrıştırılmasında ateşleme yöntemi ile belirlenmiş ve sonra ağırlık kaybının ölçülmesi ile elde edilmiştir. İz ve nadir toprak element (NTE) analizleri için, 0.2 gr örnek grafit krozelerde $\text{LiBO}_2/\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ile karıştırılmıştır. Hazırlanan krozeler fırında kaynatılmıştır. Daha sonra erimiş örnekler %5 HNO_3 'de çözdürülmüş ve ICP-MS (inductively coupled plasma mass spectrometry; indüktif çiftlenmiş plazma kütle spektrometresi) cihazında iz element ve nadir toprak element analizleri gerçekleştirilmiştir. Majör, iz ve nadir toprak element analizlerinden elde edilen verilerin güvenilirliği için analiz yapılan laboratuvarın standardı (referans materyal SO-18) ve USGS standartları örnekler ile birlikte aynı anda analiz edilmiştir. Standart SO-18 iz ve nadir toprak elementler için %6 veya daha iyi sapma ile elde edilmiştir.

3.3.4. İzotop analizleri

Stronsiyum, Neodmiyum ve kurşun izotop jeokimyası deneyleri; ODTÜ Merkez Laboratuvarı (Ar-Ge Eğitim ve Ölçme Merkezi, Radyojenik İzotop Laboratuvarı)'nda Köksal ve ark. (2017)'de detayları ve koşulları verilen metodları baz alan laboratuvar içi deney talimatları uygulanarak yapılmıştır. Tartım, kimyasal çözme ve kromatografi işlemleri 100 temizlik standardında temiz laboratuvar koşullarında, ultrasaf su ve kimyasallar kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Numunelerden yaklaşık 80'er miligram tartılarak PFA şişelere aktarılmıştır. Numuneler, 4 mL 52% HF içinde 4 gün süreyle $>100^\circ\text{C}$ 'lik ısıtıcı tabla üzerinde bekletilerek tamamen çözülmüştür. Isıtıcı tabla üzerinde buharlaşmaya yakın kurutulan

örnekler 4 mL 6 N HCl içinde yine bir gün süreyle ısıtıcı tabla üzerinde çözülmüştür. Çözülen numunelerin tekrar ısıtıcı table üzerinde buharlaştırmaya yakın kurutularak 1 mL 2.5 N HCl içine alınmış ve kromatografiye hazır duruma getirilmiştir. Stronsiyum elementi, 2.5 N HCl asitle 2 mL hacimde Bio Rad AG50 W-X8, 100-200 mesh reçine kullanılarak teflon kolonlarda ayrılmıştır. Stronsiyumun toplanmasından sonra 6 N HCl ile nadir toprak elementleri fraksiyonu toplanmıştır. Stronsiyum, tek Re-filamenti üzerine Ta-aktivatör ve 0.005 N H₃PO₄ kullanılarak yüklenmiş ve statik modda ölçülmüştür. ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr verileri ⁸⁶Sr/⁸⁸Sr = 0.1194'e normalize edilmiştir. Ölçümler sırasında Sr NBS 987 standardı 0.710267±7 (n=3) olarak ölçülmüştür ve Stronsiyum izotop oranı ölçüm sonuçları üzerinde gerekli bias düzeltmesi yapılmıştır. Neodmiyum elementi, diğer nadir toprak elementlerinden 0.22 N HCl asit kullanılarak, teflon kolonlarda, 2 ml hacimde HDEHP (bis-ethyexyl fosfat) kaplı biobeads -Bio Rad- reçineden geçirilerek ayrılmıştır. Ayrılan Neodmiyum, 0.005 N H₃PO₄ ile birlikte Re-filamente yüklenmiş, çift filament tekniği kullanılarak statik modda ölçülmüştür. Analizler sırasında, ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd verileri ¹⁴⁶Nd/¹⁴⁴Nd = 0.7219 ile normalize edilmiştir. Nd LaJolla standardı 0.511840±5 (n=3) olarak ölçülmüştür. Neodmiyum izotop oranı ölçüm sonuçları üzerinde herhangi bir bias düzeltmesi yapılmamıştır.

Kurşun izotop oranı analizleri için her bir numuneden 80 mg tartılıp sırasıyla HF ve 6 N HCl asitleri kullanılarak ısıtıcı tabla üzerinde çözülmüş ve numuneler 1 mL 2 N HCl eklenerek kromatografiye hazır hale getirilmiştir. Kurşun elementi, teflon kolonlarda Bio-Rad AG1-X8 anyon değişim reçinesi ile HCl ve HBr asitleri kullanılarak ayrılmış, tek filamente silika jel ve 0.005 N H₃PO₄ eklenerek yüklenmiştir. Ölçümler 1150 – 1250 °C sıcaklık aralığında statik modda yapılmıştır. NIST SRM981 standardı; ²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb, ²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb ve ²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb oranları için sırasıyla 16.926, 15.471 ve 36.631 (n=3), değerlerini vermiş ve sonuçlar üzerinde NBS referans değerleri dikkate alınarak gerekli bias düzeltmesi yapılmıştır

İzotop oranı ölçümler, Triton Termal İyonizasyon Kütle Spektrometresi (Thermo-Fisher) kullanılarak çoklu-toplama ile yapılmıştır. Analitik belirsizlikler 2 sigma düzeyindedir.

3.3.5. Mineral kimyası analizleri

Mineral kimyası analizleri (EPMA) Ankara Üniversitesi YEBİM laboratuvarlarında 5 adet dalga boyu saçınımlı spektrometre (WDS) ve 1 adet enerji saçınımlı spektrometre (EDS) ile donatılmış JEOL JXA 8230 marka cihaz kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizler 20Kv (accelerating voltage) ve 20nA (beam current) şartları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizlerde referans materyal olarak doğal oksit ve silikat mineral standartları kullanılmıştır. Analizler sırasında kullanılan standartlar Mg (diopsit), Na (albit), Si (ortoklas), F (florit), Mn (rhodonit), Al (ortoklas), Fe (olivin), K (ortoklas), Ti (titan- oksit), Ba (barit) ve Ca (diopsit) şeklindedir.

3.3.6. U-Pb Zirkon yaş analizleri

Zirkon U-Pb analizleri İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Jeokronoloji ve Jeokimya Laboratuvarı ile Çukurova Üniversitesi Merkezi Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. İstanbul-Cerrahpaşa Üniversitesindeki analizler Perkin Elmer Nexion 2000 Three Quadrupole (TQ) kütle spektrometresi ve ESI NWR-213 Laser Ablation sistem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizlerde krater boyutu zirkon tanelerinin büyüklüğüne göre 25 veya 40 mikron seçilmiş, enerji seviyesi 6 joule ve tekrarlanma süresi 10 Hz alınmıştır. Analizlerde birincil referans materyal olarak Zirkon 91500 (1065 My) ve ikincil referans materyal olarak da Aust AZ10 (38 My) ve MudTank (703My) standartları kullanılmıştır. Ölçümler sırasında 20 sn background, 30 sn dwell time, 20 sn washout seçilmiştir. Taşıyıcı gaz olarak He (0.5 lt/sn) kullanılmıştır. Veri analizleri Iolite 2.5 yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Çukurova Üniversitesindeki analizler 213 nm'de çalışan ESI NWR213 Nd: YAG lazer bağlı Perkin Elmer Nexion 2000P ICP-MS cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her bir zirkon tanesinin analizi için 10 sn ısınma, 30 sn ölçüm ve 10 sn gaz boşaltma zamanlaması ile çalışan lazer sürekli modda 6-7 J/cm² enerji seviyesinde, 10 Hz tekrarlama aralığı, 25-40 um spot genişliği kullanım koşulları altında kullanılmıştır. Lazer aşındırması ile açığa çıkan gazlar 600 mL/dk akış hızında He taşıyıcı gazı kullanılarak ICP-MS cihazına aktarılmıştır. Yakma gazı olarak Ar kullanan ICP-MS cihazı analizlere başlamadan önce NIST SRM-612 standart camı kullanılarak kalibre edilmiştir. Pb²⁰⁶ yoğunluğu maksimize edilirken

ThO⁺/Th⁺ oranının %0.5'in altında olmasına dikkat edilmiştir. Analiz boyunca ²⁰²Hg, ²⁰⁴Pb, ²⁰⁶Pb, ²⁰⁷Pb, ²⁰⁸Pb, ²³²Th, ²³⁵U ve ²³⁸U izotopları sırasıyla 10ms, 10ms, 20ms, 20ms, 10ms, 10ms, 10ms, 10ms ölçüm aralıkları ile ölçülmüştür. Ölçümler sırasında standart cam (NIST SRM-610), GJ-1 (birincil standart), Plesovice standartları Örneklerde GJ-1 standardı kullanılarak kurşun düzeltilmesi yapılmıştır. Boşluk gazı ölçümleri sırasında ²⁰⁴Pb yoğunluğunun 50cps'nin altında olması takip edilmiştir. Analiz sonuçları, Lolite v4 paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir.

3.4. Büro Çalışmaları

Büro çalışmaları, tez çalışmaları kapsamında elde edilen arazi, mineraloji-petrografi, jeokimya ve yaş verilerinin literatür verileri ile birlikte değerlendirilip yazılması aşamasını oluşturmaktadır. Tez kapsamında çizilen şekiller Arcgis, Global Mapper, Adobe Illustrator, CorelDraw, Iqpet ve Microsoft Excel programları kullanılarak oluşturulmuştur.

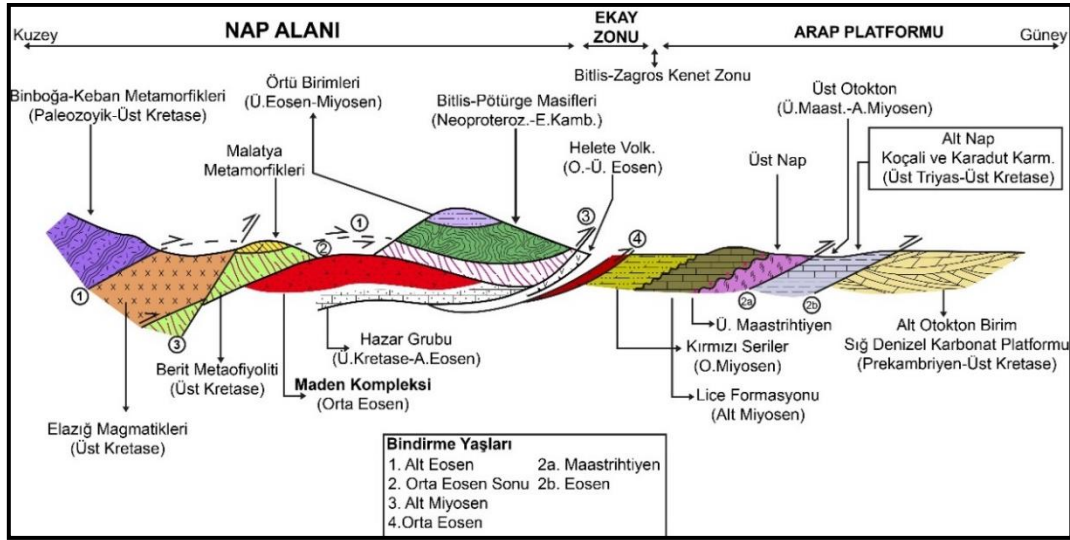
4. BULGULAR

4.1. Jeoloji-Stratigrafi

Maden Kompleksi'nin jeolojik evriminin anlaşılmasında bölgesel ölçekte Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağının (GDAOK) jeolojisinin anlaşılması önem arz etmektedir. GDAOK doğu batı uzanımlı başlıca üç ana zona ayrılarak incelenmektedir (Şekil 4.1). Bunlar güneyden kuzeye Arap platformu, Ekay zonu (itki kuşağı) ve Nap bölgesidir. Arap platformu Paleozoyik-Tersiyer yaş aralığındaki otokton, kalın denizel sedimanter kayaçlarla temsil edilir (Sungurlu, 1974a; Perinçek, 1990; Yılmaz, 1993). Ketin (1959), bu birimi Kenar Kıvrım Kuşağı olarak adlandırmıştır. Anadolu ve Arap levhalarının çarpışmasına bağlı olarak, platformun kuzey kısımlarında metamorfizma ve tektonizmanın etkileri yoğun olarak gözlenirken, platformun güneyine doğru çarpışmanın etkisi giderek azalmaktadır (Rigo de Cortesini, 1964; Yazgan, 1981). Platformu oluşturan birimler arasında konumlanan ofiyolitler göz önünde bulundurularak alt otokton istif ve üst otokton istif olmak üzere iki ana gruba ayrılmıştır. Alt otokton istif Prekambriyen'den Üst Kretase'ye kadar uzanan yaş aralıklarındaki birimlerle temsil edilirken, üst otokton istif ise Üst Maastrichtiyen-Alt Miyosen kayaçlarını içermektedir (Elmas ve Yılmaz, 2003).

Ekay zonu, Arap platformu ile Nap bölgesi arasında sıkıştırılmış bir şerit şeklinde uzanan 5-10 km genişliğinde olan bir tektonik birlik olarak tanımlanır. Geç Kretase-Alt Miyosen aralığında olduğu öne sürülen zon, birbirinin devamı olan birimlerin birbiri üzerine itildiği ters fay dilimlerinden oluşur (Şekil 4.1) (Yılmaz ve ark., 1987; Yiğitbaş ve ark.,1993).

Nap alanı Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağının önemli unsurlarından birisidir (Şekil 4.1). Alt nap ve üst nap olmak üzere iki tektonik birliktelik şeklinde tanımlanmıştır. Alt nap genellikle metamorfize ofiyolitik kayaçlar ve Maden Kompleksi ile karakterize edilirken, Üst nap ise Güneydoğu Anadolu'da yüzeylenen metamorfik masiflerden oluşmaktadır (Baştuğ, 1976; Yiğitbaş ve ark., 1993).



Şekil 4.1. Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağının ana tektonik birlikleri (Yiğitbaş ve ark., 1992; Yılmaz, 1993'den değiştirilerek alınmıştır).

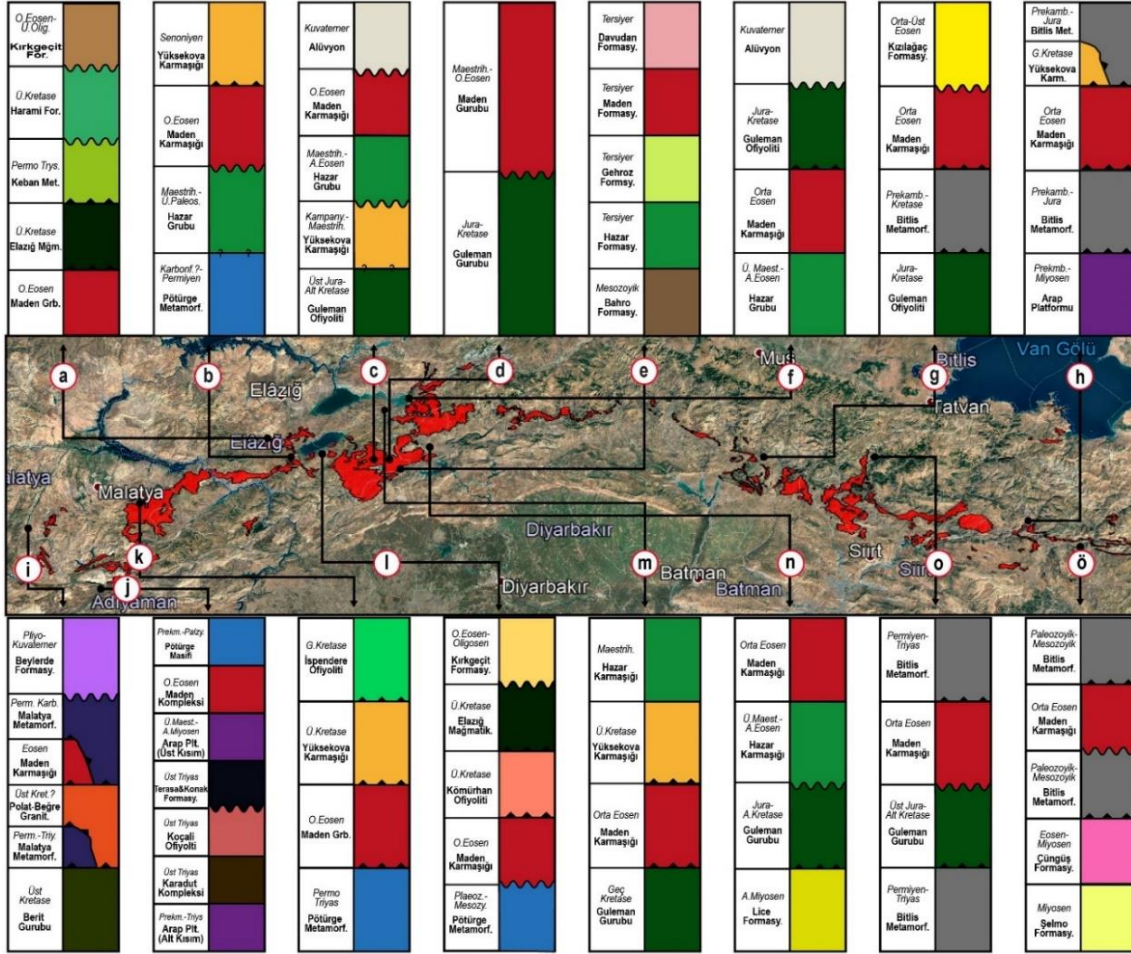
Maden Kompleksi volkanosedimanter istifi tez alanı içerisinde genellikle Bitlis Masifi örtü kayaçları üzerinde ya da arasında dilimler şeklinde yüzeylenmektedir. Üst nap alanı içerisinde yer alan Bitlis Masifi yüksek metamorfizma derecesine sahip amfibolit, gnays, şist ve metagranitlerden oluşan Neoprotozoik temel kayaçları ile Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı meta-klastik ve meta-karbonatlı kayaçlardan meydana gelen ve düşük metamorfizma dereceleri ile karakterize edilen örtü kayaçlarından oluşmaktadır (Helvacı,1983; Helvacı ve Griffin 1983; 1984; Göncüoğlu ve Turhan 1984; Şengün, 1993; 2006; Ustaömer ve ark., 2009; 2012; Oberhansli ve ark., 2010; Okay ve ark., 2010). Temel kayaçları daha düşük metamorfizma koşullarında (yeşil şist fasiyesi) oluşmuş olan örtü birimleri ile üzerlenmektedir. Örtü kayaçları Devoniyen-Karbonifer yaşlı sedimanter kayaçlar, meta volkanitler ve bunları üzerleyen Permiyen-Erken Mesozoyik yaşlı metasedimanter kayaçları ile karakterize edilir (Ustaömer ve ark., 2009; 2012).

4.1.1. Maden Kompleksi

Maden Kompleksi ilk kez Rigo de Righi ve Corteshini (1964) tarafından Maden birimi olarak adlandırılmıştır (Perinçek, 1990). Volkanik ve sedimanter birimleri kompleksin özellikle batı kısımlarında birçok çalışma ile ortaya konulmuştur. Birimin en iyi gözleendiği Maden (Elazığ) ve çevresindeki Eosen yaşlı birim en alt seviyede konglomeratik bir istif olan Ceffan Formasyonu, grimsi beyazımsı renklerde tabakalı,

nummulitli kireçtaşıdan oluşan Arbo Formasyonu, killi kireçtaşı, kırmızı marn, kırmızı-gri şeyl, sarı-kahverengi kumtaşı, silttaşı ve kumlu kireçtaşıdan oluşan Melefan Formasyonu, kırmızı renkli marn ve kireçtaşı ile ardalanmalı volkanik kayalardan oluşan Karadere Formasyonu ve kumtaşı şeyl ardalanmasından oluşan Narlıdere Formasyonu ile karakterize edilmektedir. Bu formasyonlarda yer alan sedimanter kayalara volkanik kayalar ve diyabaz daykları eşlik etmektedir (Açıkbaş ve Baştuğ, 1975; Perinçek ve Çelikdemir., 1979; Aktürk, 1985; Perinçek, 1990; Yiğitbaş ve Yılmaz, 1996; 1996a; Çelik, 2003; Ertürk ve ark., 2018).

Birim, Malatya'nın batısından Van'ın güneyine kadar yüzeylemiş olduğu alanlarda genellikle Üst Kretase yaşlı ofiyolitler ve Bitlis-Pütürge metamorfikleri üzerinde veya arasında bindirmeler şeklinde yüzeylemektedir (Şekil 4.2). Kompleksi oluşturan birimlerin devamlılığı ve kalınlığı yüzeyletiği alanlarda farklılıklar sunmaktadır. Genellikle çalışma alanı dışında kalan ve kompleksin batı-güneybatı uzantılarında daha kalın ve devamlılığı izlenebilen paketler şeklinde bulunurken tez alanı içerisinde (Çatak-Kozluk) nispeten daha ince yüzeylemeler şeklinde ve Bitis Masifi'nin farklı litolojileri üzerinde ve arasında tektonik dokanaklı olarak bulunmaktadır (Şekil 4.3).

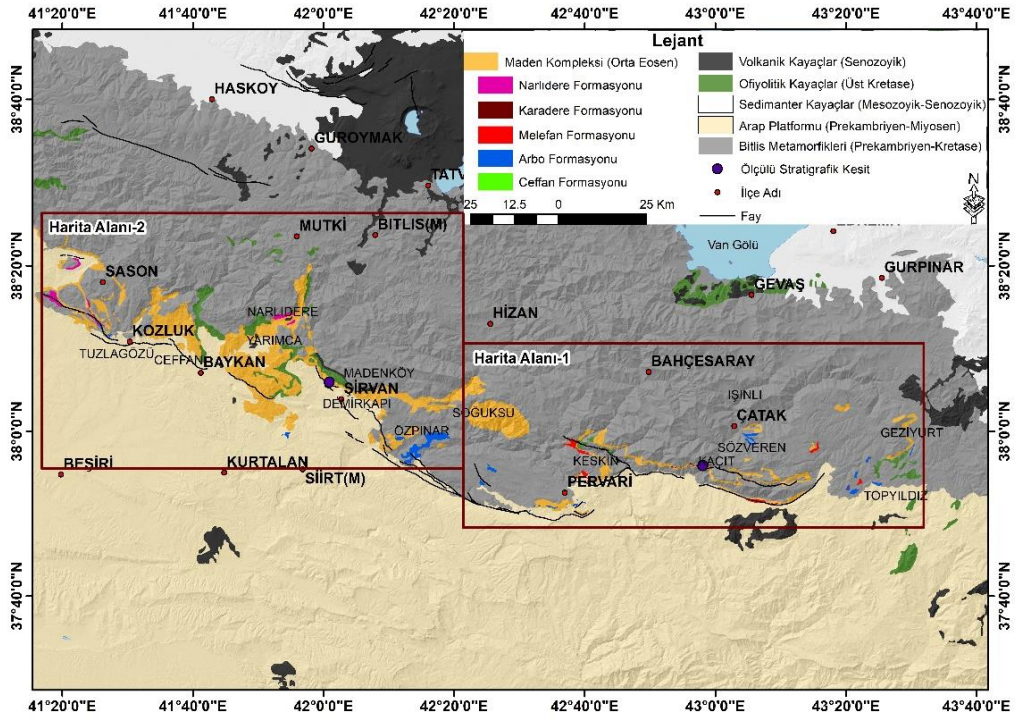


Şekil 4.2. Malatya-Van arasında yüzeylenen Maden Kompleksi'nin tektono-stratigrafik konumu (ölçeksiz). Kaynaklar; a) Bakır, (2016), b) Gürocak, (1993), c) Altunbey ve Sağıroğlu, (1995), d) Erdoğan, (1982); e) Özkaya, (1978), f) Vural, (2006), g) MTA 1/100000 L46 raporu, h) yürütülen tez çalışması, i) Önal, (1995), j) Beyarslan, (2017), k) Ural, (2012), l) Beyarslan, (1996), m) Ural, (2012); n) Dursun, (2010), o) Perinçek, (1980a); ö) Perinçek, (1990)'dan değiştirilerek alınmıştır. Harita üzerindeki kırmızı renkli alanlar Maden Kompleksi'ni karakterize etmektedir. Birimlerin adlandırılmasında kaynaklarda geçen isimler kullanılmıştır.

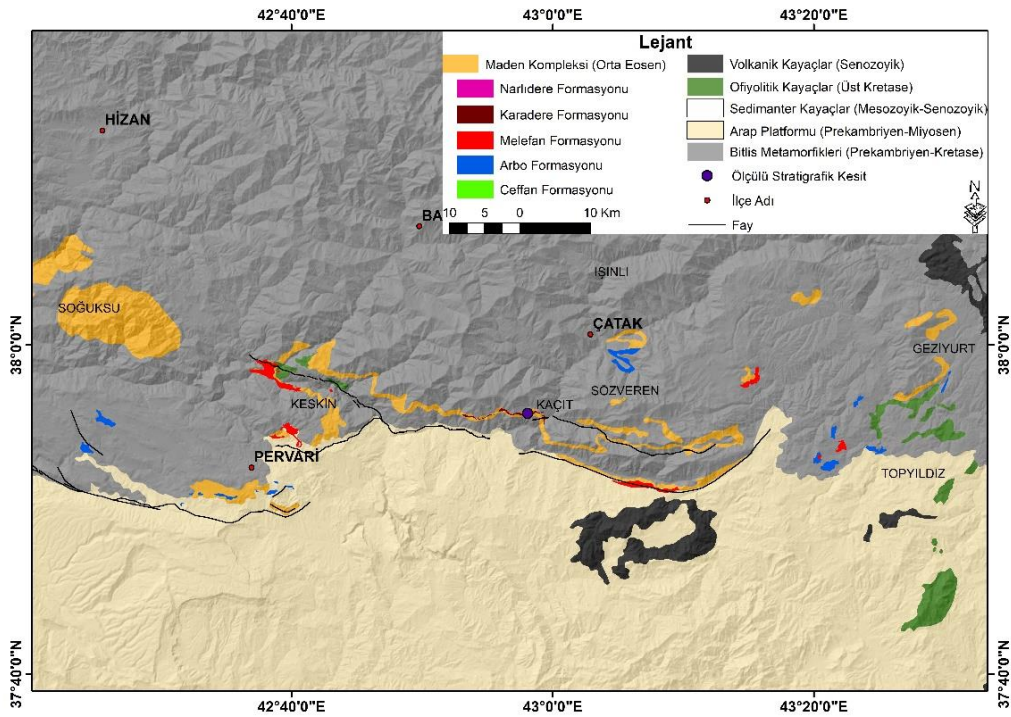
Yaş	Birim	Litoloji	Açıklama
G.Kr.	Yüksekova Karm.		Yüksekova Karmaşığı
Prekambriyen-Jura	Bitlis Metamorfleri		Bitlis Metamorfleri (Gnays, Şist, Kireçtaşı)
			Narlidere Formasyonu (Kumtaşı)
Orta Eosen	Maden Kompleksi		Karadere Formasyonu (Volkanikler)
			Melefan Formasyonu (Mikritik Kireçtaşları)
			Arbo Formasyonu (Numulitli Kireçtaşları)
			Ceffan Formasyonu (Konglomera)
			Güdümlü Formasyonu (Dolomit, Kireçtaşı)
Prekambriyen-Jura	Bitlis Metamorfleri		Oran Formasyonu (Kireçtaşı Şeyl)
			Körüklü Formasyonu (Kalkışit, Rekristalize Kireçtaşı)
			Toyaç Formasyonu (Mermer, Yeşilşist)
			Hulkan Formasyonu (Amfibolit, Gnays, Şist)
Prekamb-Miyosen	Arap Platformu		Arap Platformu (Kireçtaşı, Mam, Kumtaşı)

Şekil 4.3. Çalışma alanında yüzeylenen birimlerin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (ölçeksiz).

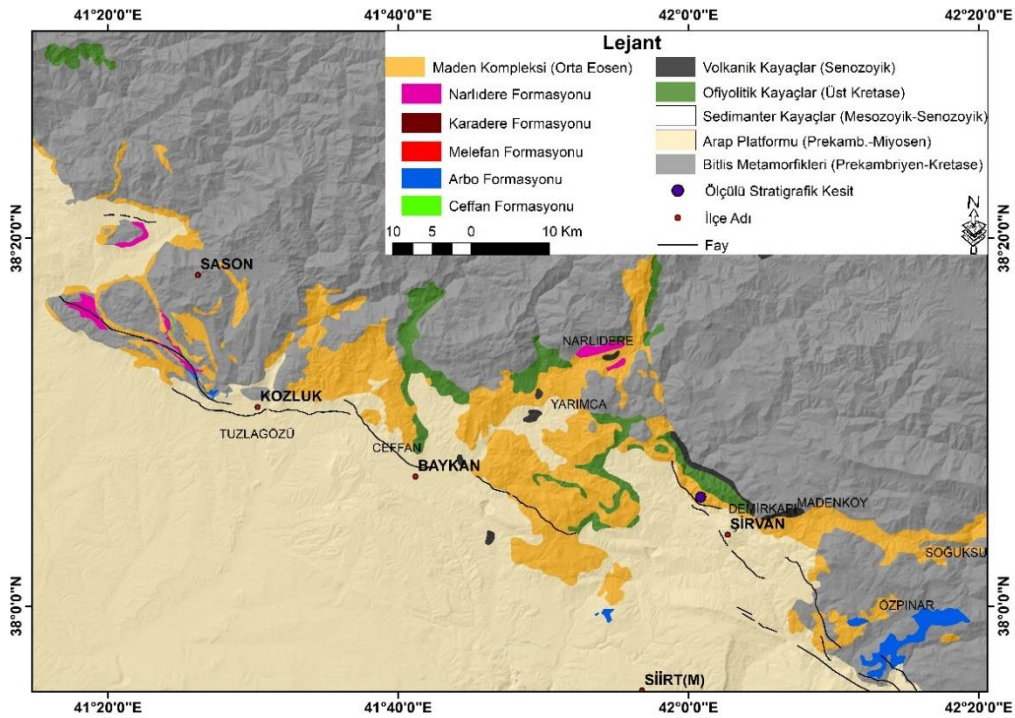
Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen ve tez kapsamında çalışılan birimlerin jeoloji haritası Şekil 4.4'de verilmiştir. Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da ise Maden Kompleksi'ne ait formasyonların yayılımlarının daha ayrıntılı gösterilebilmesi için tez alanının jeoloji haritası (Şekil 4.4) Geziyurt-Soğuksu ve (Şekil 4.5) Soğuksu-Sason olarak birbirinin devamı olan iki harita şeklinde verilmiştir. Jeoloji haritalarında, arazide birbirlerinden ayırt edilebilen ve haritalanabilir ölçekte olan Maden Kompleksi'ne ait formasyonlar isimleriyle (Ceffan, Arbo vb) ve farklı renk tonları ile gösterilirken, kompleksin formasyon bazında haritalanamayan kısımları ise Maden Kompleksi adı altında gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Çalışma alanının jeoloji haritası (MTA, 2002; 2011'den değiştirilerek hazırlanmıştır).



Şekil 4.5. Geziyurt (Gürpınar-Van)-Soğuksu (Şirvan-Siirt) arasında yüzeylenen Maden Kompleksi'nin jeoloji haritası (MTA, 2002; 2011'den değiştirilerek hazırlanmıştır).



Şekil 4.6. Soğuksu (Şirvan-Siirt)- Sason (Batman) arasında yüzeylenen Maden Kompleksi'nin jeoloji haritası (MTA, 2002; 2011'den değiştirilerek hazırlanmıştır).

4.1.1.1. Ceffan Formasyonu

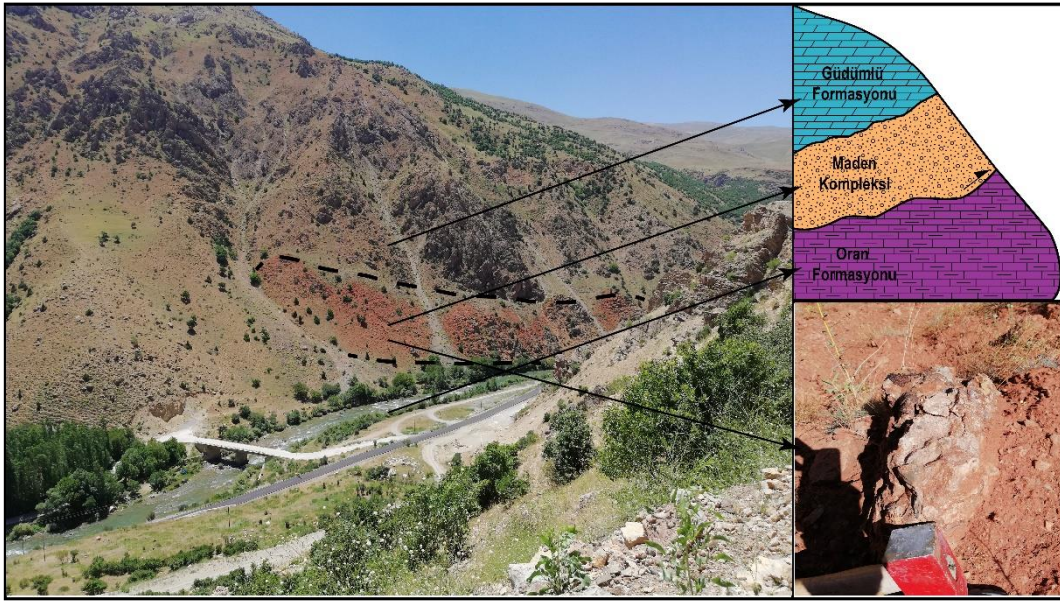
Ceffan Formasyonu Maden Kompleksi'nin temelini oluşturmaktadır. Birim ilk kez Perinçek ve Çelikdemir, (1979) tarafından Ceffan Formasyonu olarak adlandırılmıştır (MTA 2002). Literatürde birimin alt dokanağının metamorfiklerle uyumsuz, üst dokanağının ise Maden Kompleksi'nin diğer formasyonları ile konkordan olduğu bildirilmiştir. Ancak tez kapsamında yapılan arazi çalışmalarında Ceffan Formasyonu'nun Maden Kompleksi'nin diğer birimleri ile olan dokanağı net olarak gözlenememiştir. Buna karşın kompleksin batı kısımlarında yapılan çalışmalar göz önüne alınarak diğer formasyonlar ile uyumlu olduğu kabul edilmiştir. Formasyon inceleme alanı içerisinde en iyi Baykan (Siirt)'a bağlı Ceffan mahallesinde gözlenmektedir ve adını da buradan almaktadır (Şekil 4.6, Şekil 4.7). Van-Gürpınar (Geziyurt, Topyıldız köyleri), Van-Çatak (Işnılı, Sözveren, Kirazlı, Kaçıt köyleri), Siirt-Şirvan (Yedikapı, Demirkapı köyleri)' da yüzlek veren alanlar bulunmaktadır.



Şekil 4.7. Ceffan (Baykan-Siirt) mahallesinde gözlenen Bitlis masifi'ne ait çakıllardan oluşan breşik yapılı Ceffan Formasyonu'na ait görüntü (37S 0746009D/4216107K).

Birim ince-orta ve iri boyutlarda köşeli, breşik ve/veya yuvarlaklaşmış çakıl ve bloklardan meydana gelmektedir (Şekil 4.7). Ceffan Formasyonu'nun genel dış görüntüsü (renk, çakılların türü ve boyutları, çimento malzemesi gibi) çoğunlukla üzerinde bulunduğu litolojik birimlere göre değişiklik göstermektedir. Örneğin Kirazlı köyü (Çatak-Van) civarında birim, alt kısmında bulunan Oran Formasyonu'na ait çakıl parçalarını ve rekristalize kireçtaşı parçalarını almıştır ve bunlar demirli, killi bir çimento ile oldukça sıkı bir şekilde bağlanmıştır (Şekil 4.8). Baykan (Siirt) civarında gözlenen konglomeraların klastlarında, meta-karbonat çakılları ve yer yer masifin şist-amfibolit gibi metamorfik birimlerine ait parçalar bulunmaktadır (Şekil 4.9). Birimin yine Çatak-Gürpınar (Van) bölgesindeki birçok alanda bu formasyonun altında bulunan Triyas ve Jura yaşlı kireçtaşlarını sık sık bünyesine aldığı gözlenmiştir. Birim Maden Kompleksi'nin en doğusunda (Çatak-Gürpınar civarı) köşeli çakıllar içerirken, bu lokasyonlardan batıya doğru gidildikçe çakılların köşeli, yarı yuvarlak ve yuvarlak parçacıklardan oluştuğu gözlenmiştir. Ceffan Formasyonundaki tanelerde çoğunlukla bir

derecelenme göze çarpmazken, formasyonun iyi mostra verdiği alanlarda yer yer derecelenmelerin de varlığı göze çarpmaktadır. Formasyon derecelenme gösterdiği alanlarda altta iri bloklarla başlayıp üste doğru nispeten boyutları küçülen çakıllara doğru değişim göstermektedir (Şekil 4.10). Derecelenmenin olmadığı yerlerde ise çakıllar kaotik olarak bulunmaktadır. Yer yer değişik yuvarlaklık derecesine sahip çakıllardan oluşmuş, kötü boylanma gösteren, bileşenleri killi/kumlu/karbonatlı bir dolgu maddesi ile tutturulmuştur.



Şekil 4.8. Kirazlı bölgesinde gözlenen Ceffan Formasyonu (37S 0742283D /4227411K). Güdümlü ve Oran Formasyonları Bitlis Masifi örtü birimlerini temsil etmektedir.

Ceffan Formasyonu'nu oluşturan çakıllarının boyutları 0.2 cm'den 90 cm'e kadar değişen oldukça farklı büyüklüklerde olabilmektedir. Klastların bağlandığı çimento malzemesi çoğunlukla hematit içeriği yüksek killi, karbonatlı bir matrikstir. İçerdiği yoğun demiroksitten ötürü birim çoğunlukla kırmızı/kızıl renkte görülmektedir (Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9). Konglomeralar dokusal olarak çoğunlukla çakılların birbirine temas ederek bir örgü oluşturduğu, aralardaki boşlukların kum, kil, silt boyutlarındaki dolgu malzemesi ile doldurulmuş olduğu veya çimentolandığı çakıl destekli doku (clast-supported fabric) ile temsil edilmektedir. Ceffan Formasyonu oluştuğu dönemki paleocoğrafik yapıya göre geniş bir alanda çökelim göstermiştir ve bundan ötürü de kalınlığı farklı lokasyonlarda değişkenlik göstermektedir.



Şekil 4.9. Ceffan Formasyonunun Ceffan Mahallesi (Baykan) civarındaki arazi görünümü (37S 742301D/4227342K).



Şekil 4.10. Ceffan Formasyonununda gözlenen derecelenme (37S 742310D/4227365K).

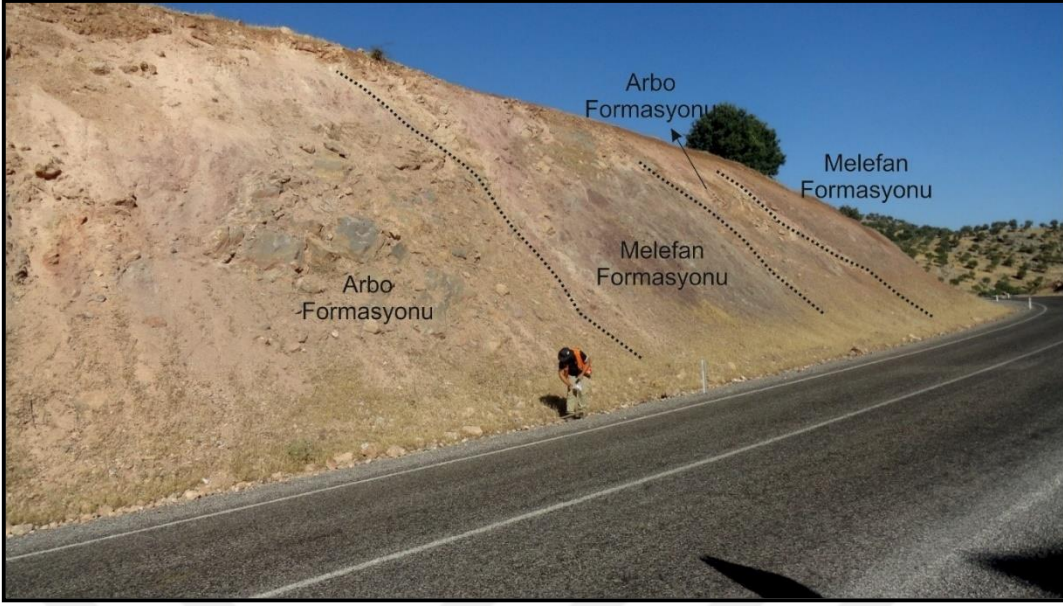
4.1.1.2. Arbo Formasyonu

Maden Kompleksi'nin beyazımsı-gri renkli, numulitli kireçtaşlarından oluşan bu birimi ilk kez Baştuğ ve Soytürk, (1973) tarafından Arbo Formasyonu olarak adlandırılmıştır (MTA 2002). Formasyon tez çalışma alanında Arbo (Yarımca), Narlıyurt ve Demirişik köyleri (Baykan-Siirt), Sözveren köyü (Çatak-Van), Durankaya, Yaylacı, Pirinçli, Yalkaya köyleri (Şirvan-Siirt) civarında yüzeylemektedir (Şekil 4.11, Şekil 4.15).

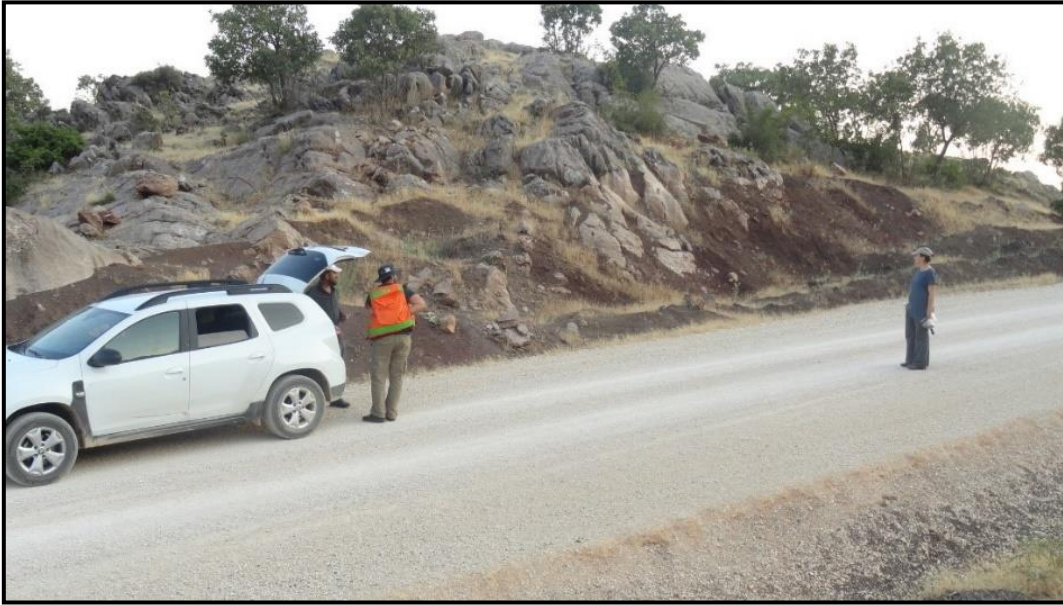


Şekil 4.11. Demirişik köyü (Baykan-Siirt) civarında yüzeylenen Arbo Formasyonuna ait numulitli kireçtaşları (37 S 0753191D/ 4219466K).

Literatürde Arbo Formasyonu'nun Maden Kompleksi'nin diğer birimleri ile çoğunlukla konkordan olduğu belirtilmiştir. Ancak tez kapsamında gerçekleştirilen arazi çalışmalarında Arbo ve diğer formasyonlar arasındaki uyumlu geçiş sınırlı alanlarda gözlenmiştir (Şekil 4.12). Buna karşın birim genellikle Melefan Formasyonu içerisinde bloklar şeklinde (Şekil 4.13, Şekil 4.14), Bitlis Masifi ve ofiyolitler üzerinde tektonik dokanaklı olarak bulunmaktadır (Şekil 4.15). Birimin kalınlığı görüldüğü yerlerde farklı farklı olabirse de genel olarak 10 ile 50 m arasında değişen bloklar halinde bulunmaktadır.



Şekil 4.12. Şirvan-Pirinçli bölgesinde gözlenen Arbo-Melefan Formasyonu ardalanması (38S 254079D/4203835K).



Şekil 4.13. Narlıyurt (Baykan-Siirt) civarında gözlenen Arbo Formasyonu (37S 753179D/4219491K).



Şekil 4.14. Sözveren (Çatak-Van) civarında gözlenen nummulitli kireçtaşları (38S 32584D/4207290K).

Arbo Formasyonu beyaz, krem ve çeşitli koyuluklardaki gri renklere görülmektedir. Taze kırık yüzeyi beyaz-krem renginde olan ve bazen midye kabuğu şeklinde kırılma izi gösterebilen birim yoğun nummulit içeriği ile karakteristiktir ve yer yer bu fosillerde taşınmayı işaret edebilecek kırılanmalar gözlenmektedir. Nummulitlerin boyutları 0.2-3 cm arasında değişmektedir. Özellikle Sözveren köyü (Çatak-Van) civarındaki mostralarda nummulitlerin boyutları ve bolluğu oldukça fazladır (Şekil 4.14).



Şekil 4.15. Baykan (Siirt) civarında gözlenen ofiyolitler üzerinde tektonik dokanıklı olarak bulunan Arbo Formasyonu (37S 0749378D/ 4230792K).

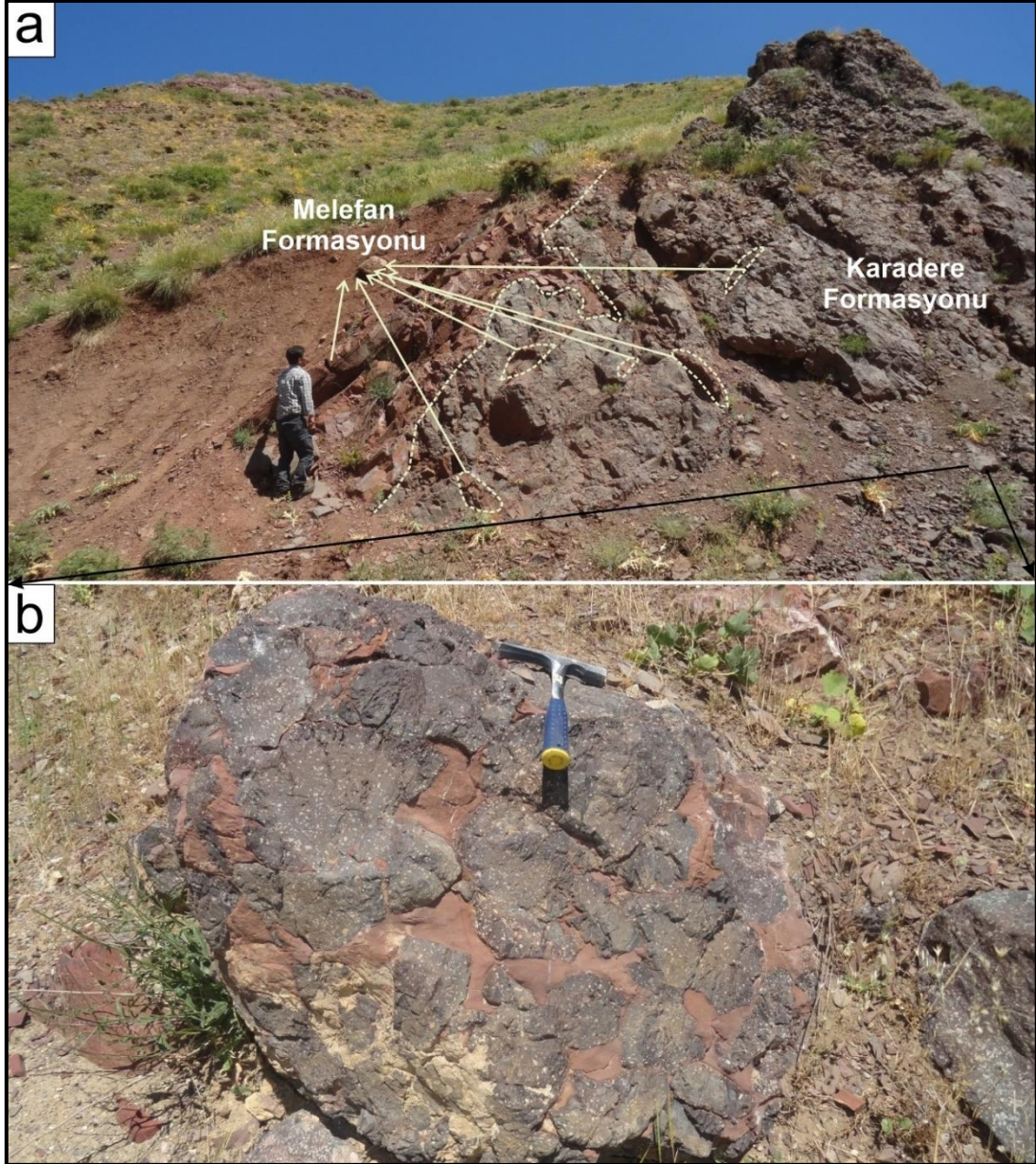
4.1.1.3. Melefan Formasyonu

Maden Kompleksi'nin kırmızı renkli pelajik kireçtaşları ilk kez Açıkbaz ve Baştuğ (1975) tarafından Melefan Formasyonu olarak adlandırılmıştır (MTA 2002). Aktürk (1985), yapmış olduğu çalışmada Melefan ve Narlıdere (Sason) Formasyonlarını, birlikte ele almış ve Şıhdere Formasyonu olarak isimlendirmiştir. Melefan Formasyonu inceleme alanı içerisinde kompleksin en yaygın gözlenen formasyonudur. Formasyonun en tipik gözlendiği yer Kozluk (Batman)'ta bulunan Tuzlagözü (Melefan) köyüdür. Bunun dışında, Van-Gürpınar (Topyıldızı köyü), Van-Çatak (Kirazlı, Sözveren, Kaçıt, Şıvgınlı ve Konalga köyleri, Aruh ve Kırmızı Çeşme yaylaları), Bitlis (Tanrıyar köyü), Siirt-Pervari (Keskin köyü), Siirt-Şirvan (Demirkapı, Madenköy ve İncekaya köyleri), Siirt-Maden (Karatop köyü) ve Siirt-Baykan (Narlıyurt ve Çukurca köyleri), Batman-Kozluk (Yazpınar köyü) civarında oldukça güzel mostralarda bulunmaktadır (Şekil 4.16, Şekil 4.19).

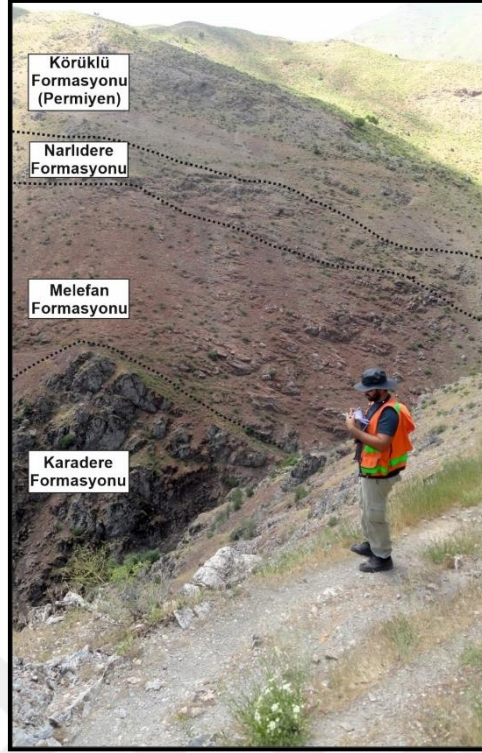


Şekil 4.16. Kaçıt köyü (Çatak-Van) civarında gözlenen Melefan Formasyonu'nun yakından görünümü (38S 322693D/4200028K).

Melefan Formasyonu, şarabi renkli, ince tabakalı, planktonik fosilli, pelajik kireçtaşları, mikrit ve biyomikrit özelliğindeki birimlerden oluşmaktadır. Formasyon killi-kumlu kireçtaşı, çört, marn, şeyl, silttaşı ve kumtaşı ara katkıları da içerebilmektedir. Genellikle Karadere Formasyonu'na ait volkaniklerle ardalanmalı olarak bulunmaktadır (Şekil 4.17). Birimin kalınlığı değişken olup yer yer ~700 m'ye ulaşabilen istifler sunabilmektedir. Formasyon çoğunlukla metamorfikler üzerine diskordan olarak yerleşmiştir. Yer yer tavanında Narlıdere ve Karadere Formasyonu ile geçişli olsa da metamorfiklerin farklı birimleri ve ofiyolitler tarafından tektonik olarak üzerlendiği de gözlenebilmektedir. Örneğin Kaçıt köyü (Çatak-Van) civarında birim Triyas yaşlı Oran Formasyonu (Bitlis Metamorfiklerinin örtü kayaçları) üzerine uyumsuzlukla gelir ve tavanında Permiyen yaşlı Körüklü Formasyonu (Bitlis Metamorfikleri-örtü kayaçları) ile tektonik dokanıklıdır (Şekil 4.18). Sözveren Köyü (Çatak-Van) civarında ise Melefan Formasyonu doğrudan Jura yaşlı Gülümlü Formasyonunun üzerine uyumsuz olarak gelmiştir. Şirvan (Siirt) dolayında ise Melefan Formasyonunun üzerine Bacavan Formasyonunun ve Guleman ofiyolitlerinin geldiği görülmektedir (Şekil 4.19).



Şekil 4.17. Melefan Formasyonu ile ardalanmalı olarak bulunan Karadere Formasyonu (a) ve volkanizmanın sedimanter çökelim ile beraber gerçekleştiğine işaret eden bloklar (b). (Siirt-Pervari; 38S 299469D/4200610K).



Şekil 4.18. Karadere, Melefan ve Narlıdere Formasyonları'nın Bitlis Metamorfikleri (Körüklü Formasyonu) ile sınır ilişkisi (Şihderesi-Çatak; 38S 322303D/4200519K).

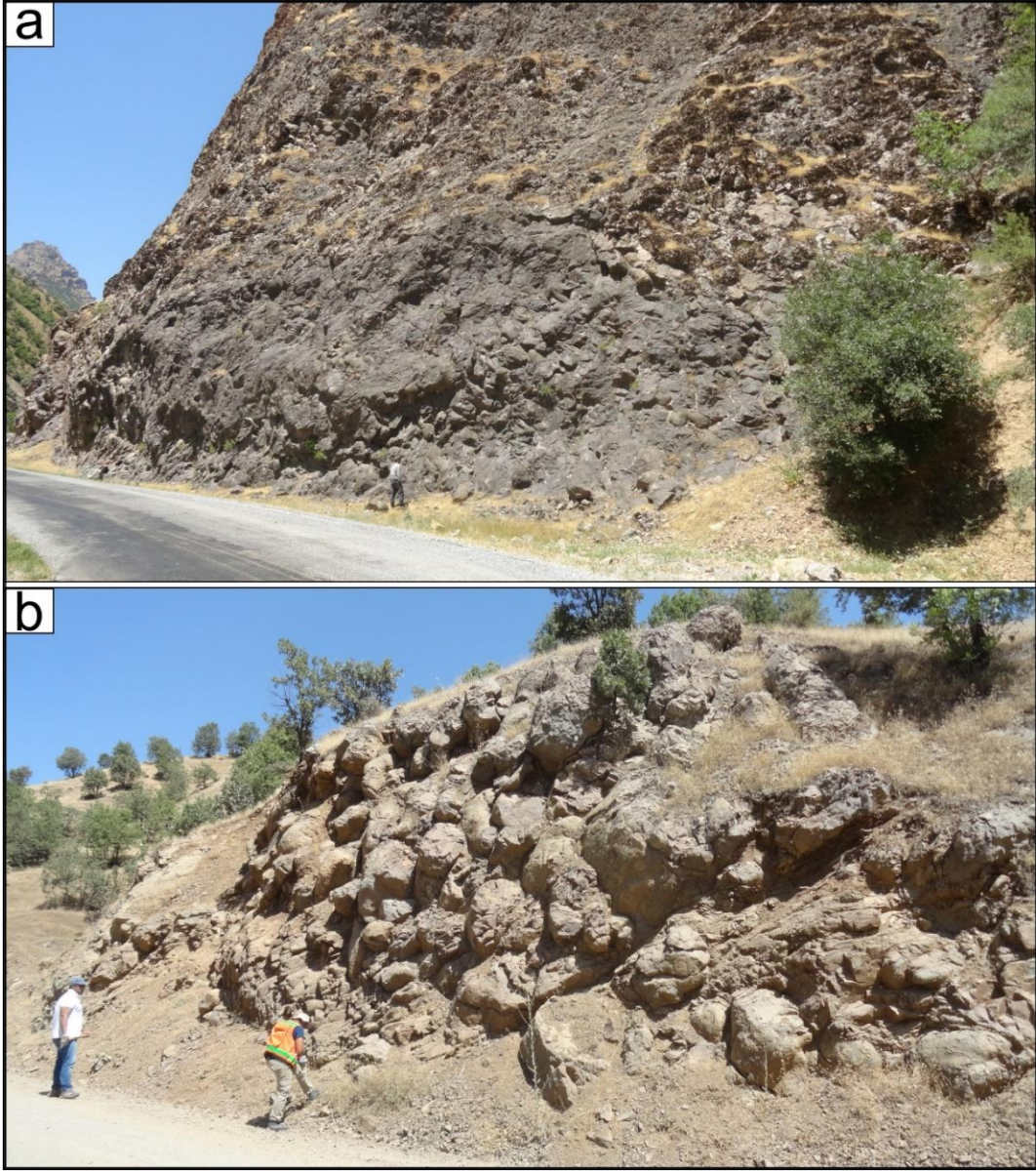


Şekil 4.19. Şirvan (Siirt) civarında yüzeylenen Melefan Formasyonu üzerinde gözlenen Üst Kretase Guleman ofiyoliti ve Jura Yaşlı Bacavan Formasyonu (Bitlis Masifi) (38S 243196D/4220153K).

4.1.1.4. Karadere Formasyonu

Maden Kompleksi'nin sedimanter birimleri ile beraber bulunan, kompleksin volkanosedimanter bir istif olarak adlandırılmasına sebep olan ve baskın olarak bazaltik kayalardan oluşan birimi Karadere Formasyonu olarak isimlendirilmektedir. Formasyonun en iyi gözlemlendiği yer Karadere Köyü (Lice-Diyarbakır) olduğundan Açıkbay ve Baştuğ (1975) tarafından bu köyün ismi verilerek adlandırılmıştır (MTA 2002). Van-Gürpınar (Geziyurt, Topyıldız ve Yalınca köyleri), Van-Çatak (Güdümlü ve Kaçıt köyleri), Siirt-Pervari (Gökbudak, Söğütönü, Keskin köyleri), Siirt-Şirvan (Demirkapı, Soğanlı, Madenköy, Kirazlı, Akgeçit, Yarımtepe, Hürmüz, Doğruca, Soğuksu, İncekaya ve Çınarlı köyleri) bölgelerinde mostra alanları bulunmaktadır.

Formasyonu oluşturan bazik volkanik kayalar siyah ve koyu gri renk tonlarında bazen alterasyonun ve splitleşmenin de etkisiyle yeşilimsi, kırmızı/kızıl renklere görülebilmektedir. Yastık lavların boyutları birkaç santimetreden 10 metreye ulaşabilmektedir (Şekil 4.20). Yastık lavların çevresinde çoğunlukla biomikrit ve çörtlerden oluşan ince şeritler bulunmaktadır (Şekil 4.21). Yer yer splitleşmenin etkisi ile yastıkların çevresi yeşil renkli kil mineralleri ile doldurulmuştur. Tüm bunlar volkanizmanın deniz altında gerçekleştiğini destekleyen verilerdir. Volkanik kayalar çoğunlukla mikritik kireçtaşları ile ardalanmalı olarak gözlenmektedir (Şekil 4.17, Şekil 4.18).

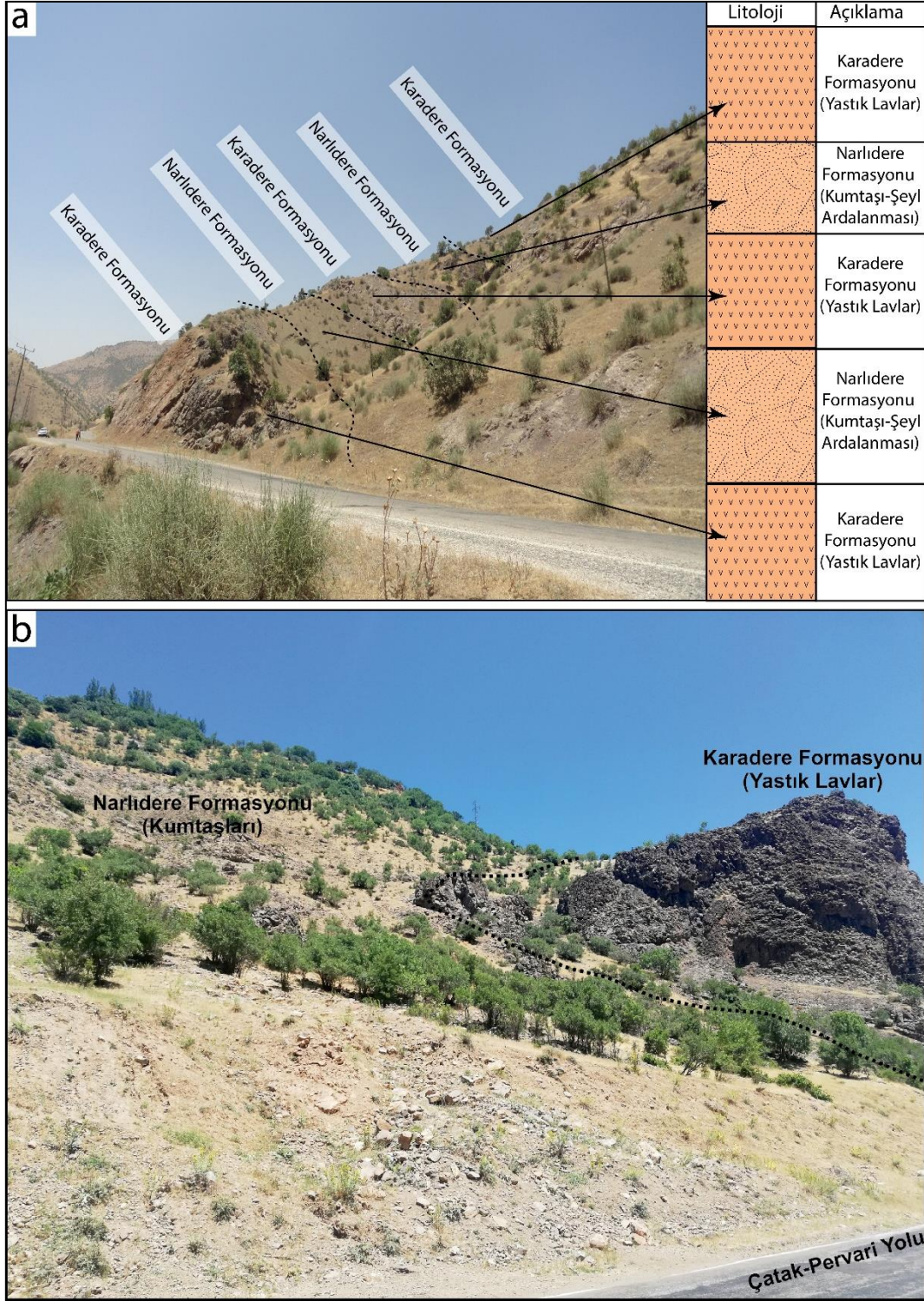


Şekil 4.20. Çatak-Pervari yolu üzerinde bulunan yastık yapılı Karadere volkanikleri (a) (38S 323847D/4199841K) ve Akgeçit (Şirvan-Siirt) bölgesinde gözlenen yastık yapılı lavlar (b) (38S 253721D/4218142K).



Şekil 4.21. Durankaya (Şirvan-Siirt) bölgesinde altere yastık lavların aralarında bulunan çört seviyesi (38S 253061D/4207983K).

Volkanik kayaçlar makroskobik görünüm olarak afanitik ve porfirik doku sunmaktadırlar. Afanitik doku gösteren birimler genellikle Karadere Formasyonu'nun tabanında bulunurlar ve makroskopik olarak tanımlanan herhangi bir fenokristal içermezler. Porfirik dokulu volkanikler ise boyutları 1 cm'e kadar ulaşan feldispat mineralleri ile tipiktirler ve makroskopik olarak tanımlanabilen piroksen ve plajiyoklas fenokristallerine sahiptirler. Volkanikler çoğunlukla Melefan Formasyonu ile birlikte (ardalanmalı) bulunmaktadır ve tavanda Narlıdere Formasyonu'na geçiş yapmaktadırlar. Ancak Narlıdere Formasyonu ile ardalanmalı olarak gözlemlenilen alanlar da bulunmaktadır (Şekil 4.22). Karadere volkanikleri genellikle masif yapıda olsa da gaz boşluklarının varlığı da yer yer göze çarpmaktadır. Gaz boşlukları çoğunlukla karbonat, kil ve çeşitli demiroksit mineralleri ile doldurulmuş vaziyettedir.



Şekil 4.22. Narlıdere Formasyonu ile ardalanmalı olarak gözlenen volkanikler (Şirvan-Siirt) (a) (38S 245212D/4217303K) ve Karadere Formasyonunun üzerine gelen Narlıdere Formasyonu (Çatak-Van) (b) (38S 323809D/4199832K).

4.1.1.5. Bitlis Masifi içerisinde gözlenen dayklar

Maden sistemi içerisinde gözlenen diğer bir magmatik kayaç grubunu, Bitlis metamorfiklerini ve Karadere volkaniklerini keser konumda bulunan volkanik/subvolkanik dayklar oluşturmaktadır. Dayklar arazi çalışmaları, mineralojik-petrografik ve jeokimyasal değerlendirmeler sonucunda Maden magmatizmasının parçası olarak değerlendirilmiştir. Sarıdam (Pervari-Siirt), Soğuksu (Şirvan-Siirt) ve Madenköy (Şirvan-Siirt) bölgelerinde görülmektedirler (Şekil 4.5, Şekil 4.6).

Daykların masife ait temel kayaçları ile olan ilişkisi en net olarak Sarıdam (Pervari-Siirt) civarında gözlenmektedir. Bu alandaki mafik dayklar metagranitleri keser konumdadır. Gri-beyaz taze yüzey renklerine sahip olan metagranitler, oldukça çatlaklı kütleler şeklinde yüzlek vermektedirler (Şekil 4.23). Kayaç makroskobik olarak incelendiğinde kuvars ve mika mineralleri görülebilmektedir. Granit içerisinde oluşan kırık-çatlak zonlarında yoğun demiroksit (hematit, limonit), pirit ve mangan mineralleri göze çarpmaktadır.



Şekil4.23. Bitlis Masifi'ne ait metagranitler (Sarıdam-Pervari) (38S 290840/D4204598K).

Sarıdam (Pervari-Siirt) civarında gözlenen dayklar makroskobik olarak masif görünümlü, gaz boşluğu içermeyen, siyah- koyu gri renk tonlarındadır. Dayklar genellikle KD-GB doğrultuludurlar. Kalınlıkları değişken olup, çoğunlukla 2-3 metre arasında

değişmektedir (Şekil 4.24, Şekil 4.25). Birimin taze kırık yüzeyi incelendiği zaman afanitik dokuda, oldukça ince taneli bir hamurdan meydana geldiği gözlenmektedir ve herhangi bir mineral tanımlaması yapılamamaktadır. Kayaca miknatis yaklaştırıldığında ise paramanyetik (içinde demir bulunan mineraller) ve ferromanyetik (magnetit, pirotin, maghemit gibi) minerallerinin varlığı ortaya çıkmaktadır ki çoğunlukla bu mineraller metagranit-dayk kontak zonlarında gözlenmektedir. Dayklar daha sonradan gelişmiş olan faylar tarafından yer yer kesilerek ötelenmişlerdir (Şekil 4.24). Bu durum daykların oluşumundan sonraki dönemlerde tektonik kuvvetlerin aktif olduğunu göstermektedir. Fay düzlemlerinde talk oluşumları ve mangan sıvımaları gözlenmektedir.



Şekil 4.24. Sarıdam (Pervari-Siirt) civarında gözlenen ve Bitlis Masifi metagranitlerini kesen mafik dayk (38S 290844D/4204594K).



Şekil 4.25. Sarıdam (Pervari-Siirt) civarında metagranitleri kesen ve yaklaşık olarak birbirine paralel yerleşen mafik dayklar (38S 292248D/4204366K).

Soğuksu (Şirvan-Siirt) civarında gözlenen mafik dayklar genellikle Bitlis Masifi'ne ait meta-karbonatları keser konumda gözlenmektedirler. Oldukça geniş bir alanda yüzeylenen ve birbirlerini keser durumda bulunan kompleks dayk siteminden oluşmuşlardır. Kalınlıkları 0.1-3m arasında olan dayklar siyah-gri renk tonlarına sahiptirler (Şekil 4.26). Dayklar makroskopik olarak afanitik ve porfirik olmak üzere iki farklı dokusal özellik sunmaktadır. Afanitik doku sunan ince taneli dayklar iri feldispat mineralleri ile karakterize olan porfirik dokulu daykları keser konumdadır. Bu da ince taneli daykların, porfirik dokulu dayklara göre magmatik evrimde daha sonraki evreleri temsil edebileceğini göstermektedir.

Çalışma alanı içerisinde gözlenen diğer bir dayk sistemi ise Madenköy (Şirvan-Siirt) civarında gözlenen ve Karadere Formasyonu'nu kesen mafik dayklardır (Şekil 4.27). Genellikle siyah koyu gri renk tonlarında, porfirik dokulu, yer yer altere olarak gözlenmektedirler.



Şekil 4.26. Soğuksu (Şirvan-Siirt) civarında gözlenen Bitlis Masifi meta-karbonatlarını kesen mafik dayklar (38S 269232D/4211730K).



Şekil 4.27. Madenköy (Şirvan-Siirt) yolu üzerinde bulunan ve Karadere Formasyonu'nu kesen mafik dayk (38S 248330D/4218855K).

4.1.1.6. Narlıdere Formasyonu

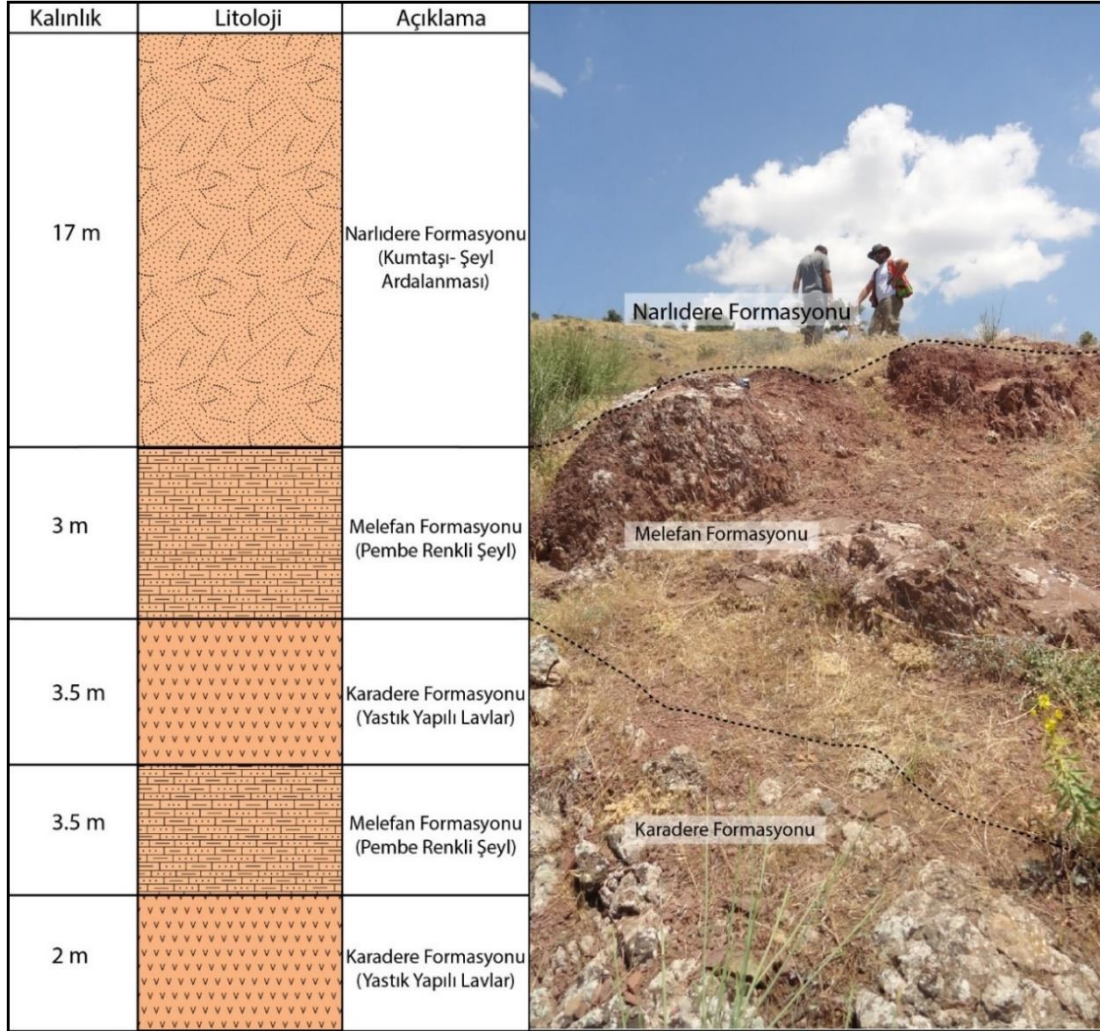
Maden Kompleksi'nin kumtaşı-şeyl ardalanmasından oluşan birimi ilk kez Açıkbaz ve Baştuğ (1975), tarafından Narlıdere Formasyonu olarak adlandırılmıştır (MTA, 2002). Formasyon Özkaya (1972), tarafından Sason Formasyonu olarak, Aktürk (1985), tarafından ise Melefan Formasyonu ile birlikte ele alınıp Şihdere Formasyonu olarak isimlendirilmiştir. Formasyonun tip lokalitesi Bitlis'in yaklaşık 26 km güneybatısında bulunan Narlıdere (Kasrik) bucağıdır (Şekil 4.6). Bunun dışında Van-Çatak (Sözveren, Kaçıt, Şihdere, Kirazlı köyleri), Siirt-Şirvan (Demirkapı, Soğanlı köyleri), Siirt-Baykan (Demirişik, Narlıyurt, Dokuzçavuş, Çukurca köyleri), Batman-Kozluk civarında da mostra alanları bulunmaktadır (Şekil 4.5, Şekil 4.6) Narlıdere Formasyonu kumtaşı-şeyl ardalanmasından oluşmuş olup Maden Kompleksi'nin tavan birimini karakterize etmektedir (Şekil 4.28, Şekil 4.29).



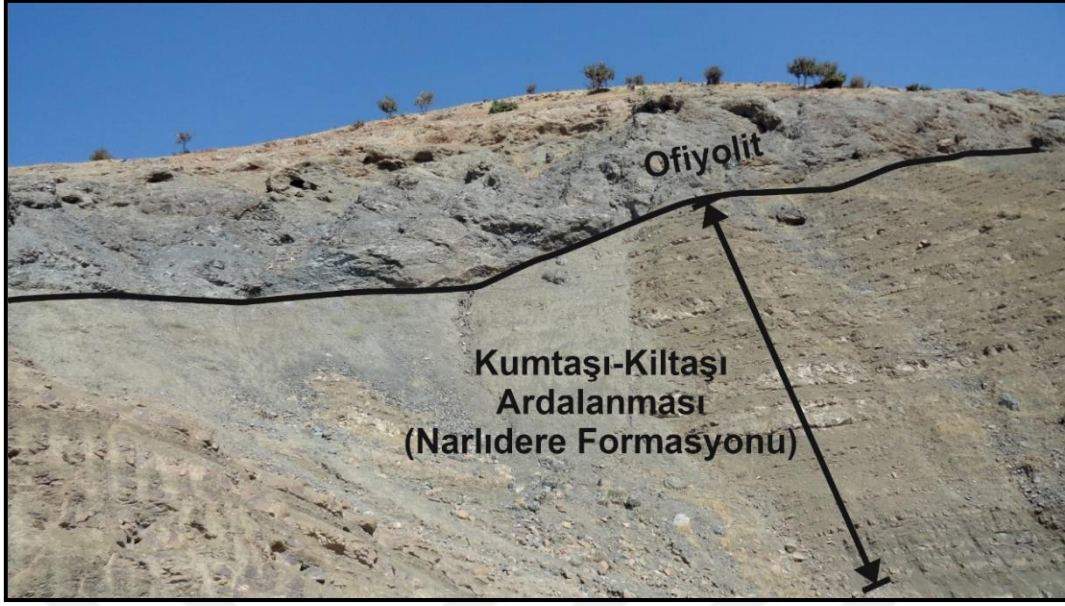
Şekil 4.28. Baykan-Bitlis yolu üzerinde gözlenen Narlıdere Formasyonu (37S 747229D/4230329K).

Formasyon tabanında bulunan Karadere volkanikleri ile zaman zaman ardalanmalı olarak da gözlenebilmektedir (Şekil 4.22). Narlıdere Formasyonu yer yer metamorfik kayalar ve yer yer de ofiyolitik birimler tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir (Şekil 4.18, Şekil 4.30). Narlıdere Formasyonu'nu oluşturan litolojiler oldukça ince

taneli, bazen yuvarlaklaşmış bazen de uzun sivri köşeli tanelerden oluşmaktadır. Formasyon çoğunlukla grimsi renk tonlarında ve lamina düzeyinden birkaç on santime kadar ulaşabilen tabakalar halinde bulunmaktadır.



Şekil 4.29. Soğanlı (Şirvan-Siirt) bölgesinde gözlenen birimler ve ölçülmüş stratigrafik kalınlıkları (38S 247865D/4216575K).

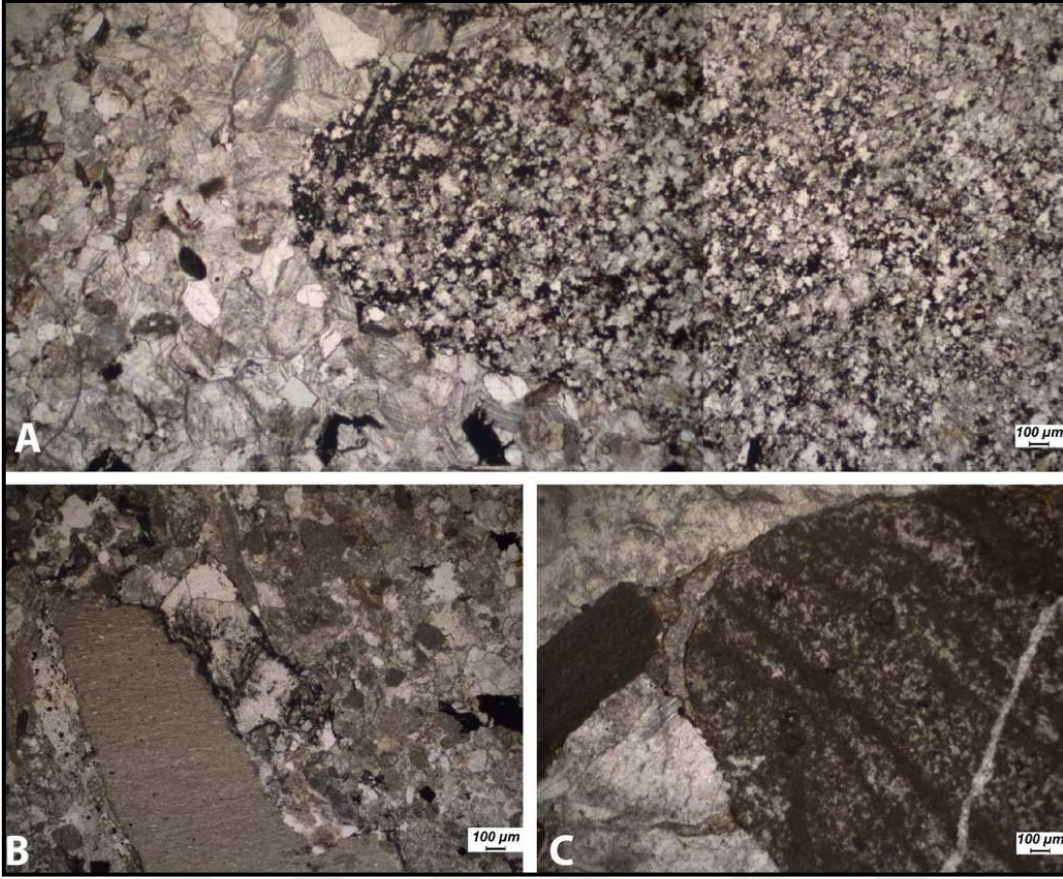


Şekil 4.30. Narlıyurt-Dokuzçavuş (Siirt-Baykan) arasında gözlenen ofiyolitın Narlıdere Formasyonunu üzerlemesi (37S 753192D/4219460K).

4.2. Sedimantolojik ve Paleontolojik bulgular

4.2.1. Ceffan Formasyonu

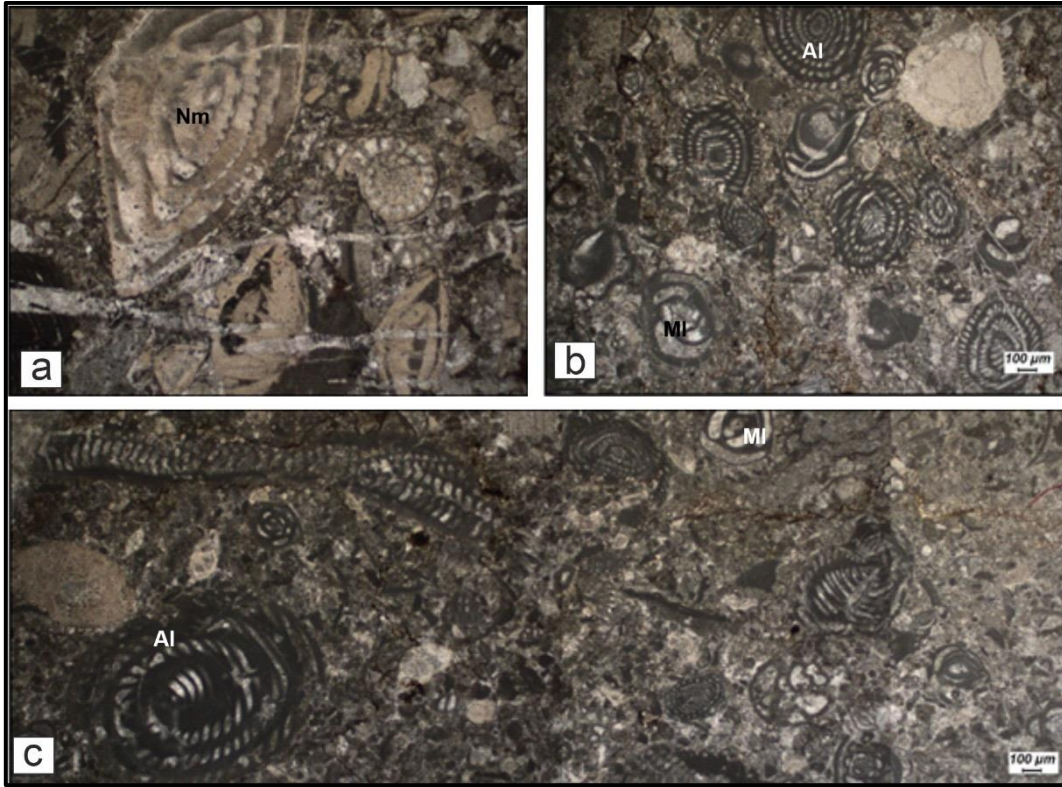
Taban konglomerası olarak tanımlanan birim konglomera, kumtaşı, çört, şist ve yer yer şeyl litolojilerinden oluşmaktadır. Birim içerisindeki taneler genel olarak kötü boylanmış, köşeli, yarı köşeli, yarı yuvarlak parçacıklardan oluşmuştur. Birim kuvars, feldspat, kuvarsit ve farklı temel birimlere ait kayaç parçaları içermekte olup kalsit dolgu ile çimentolanmıştır (Şekil 4.31).



Şekil 4.31. Ceffan Formasyonu'na ait konglomera ve kumtaşlarının paralel nikoldeki mikroskop görüntüleri.

4.2.2. Arbo Formasyonu

Formasyon genel olarak sığ denizel kireçtaşlarından oluşmakta olup birim içerisinde nummulit, alveolin, miliolid benzeri bentik formlar içeren istiftaşı, tanetaşı fasiyes tipleri mevcuttur (Şekil 4.32). Birim içerisinde belirlenen iri bentik foraminifer topluluğuna göre Arbo Formasyonun'nun yaşı Erken-Orta Eosen'dir.

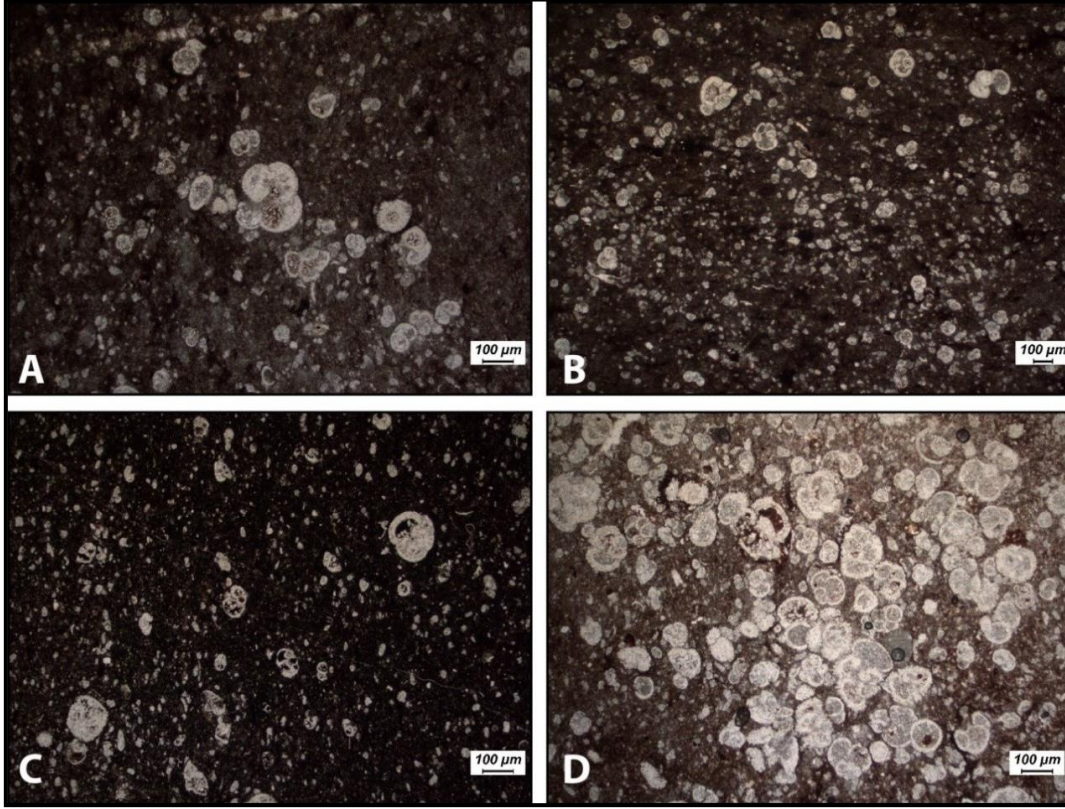


Şekil 4.32. Arbo Formasyonu'na ait mikrofasiyes tiplerinin paralel nikoldeki mikroskop görüntüleri. (A-B: Nummulitli istiftaşı, C: Alveolinli istiftaşı, Nm: Nummulit, Al: Alveolin, MI: Miliolid).

4.2.3. Melefan Formasyonu

Formasyon çalışma alanı içerisinde en yaygın gözlenen sedimanter birimdir. İnce tabakalı pelajik kireçtaşlarından oluşmaktadır. İstif tabanda volkaniklerle pelajik kireçtaşlarının ardalanmasıyla başlar ve üst seviyelere doğru mikritik pelajik kireçtaşları ile devam eder. Formasyon genel olarak planktonik foraminiferli vaketaşı-istiftaşı fasiyesinden oluşmaktadır (Şekil 4.33). Fasiyeste bol miktarda planktonik foraminifer mevcuttur. Bağlayıcı malzeme mikrittir. Fasiyesin çökelme ortam içerdiği yoğun planktonik foraminifer türlerine dayanılarak derin denizel ortam olarak yorumlanmaktadır. İstif içerisinde tanımlanan; *Acarinina* sp., *Igorina* cf. *tadjikistanensis*, *Igorina* cf. *albeari*, *Globanomalina planoconica*, *Morozovella acuta*, *Morozovella occlusa*, *Morozovella velascoensis*, *Morozovella marginodentata*, *Morozovella aequa*, *Morozovella laevigata*, *Morozovella praeangulata*, *Morozovella* cf.

Angulata, *Morozovella* sp. türlerine dayanılarak birimin çökelme yaşının Erken Eosen (İpreziyen)- Orta Eosen (Erken Lütesyen) olduğu tespit edilmiştir.



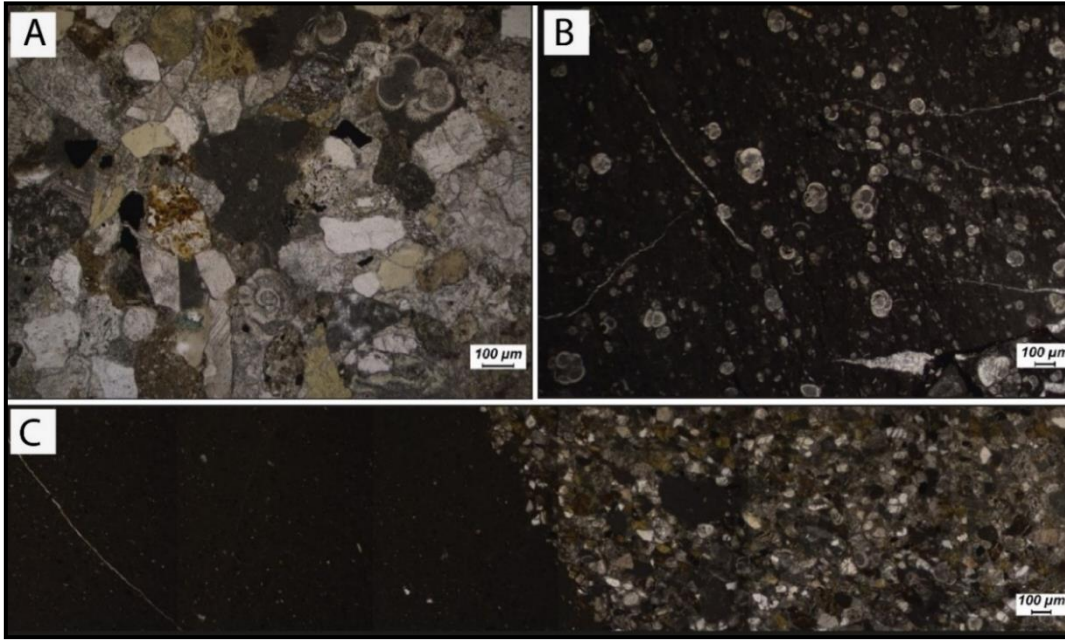
Şekil 4.33. Melefan Formasyonu'na ait planktonik foraminiferli vaketaşının paralel nikoldeki mikroskop görüntüleri (A-C)-istiftaşı (D) mikrofasiyesleri.

4.2.4. Narlıdere Formasyonu

Birim genelde kumtaşı-şeyl araldanması ile temsil edilmektedir. Kumtaşları planktonik foraminiferli vaketaşı, çamurtaşı ve volkanik kayaç parçaları benzeri farklı kökene ait kayaç parçalarını içermektedir (Şekil 4.34). Kumtaşları içerisinde kayaç parçaları, kuvars ve feldispatların yanı sıra bol miktarda bentik ve planktonik foraminifer kavkuları da bulunmaktadır.

Kumtaşları arasında gözlenen şeylli birimler planktonik foraminiferli vaketaşı-istiftaşı fasiyesinden oluşmaktadır. Fasiyes içerisinde bol miktarda planktonik foraminiferlerin bulunması ve tanelerin düşük enerjili ortam koşullarını yansıtan mikritik çimento ile bağlanmış olması, bu birimlerin derin denizel ortamda çökdiklerine işaret etmektedir.

Kumtaşları içerisinde rotalid formlar ve *Alveolina* sp., *Nummulites* sp., *Discocyclina* sp., *Assilina* sp. *Orbitolites* sp., *Lepidocyclina?* sp. bentik foraminifer toplulukları belirlenmiştir. Bunların yanı sıra istif içerisinde ardalanma gösteren şeylli birimlerden *Acarinina soldadensis*, *Acarinina mckannii*, *Acarinina* sp., *Igorina* cf. *tadjikistanensis*, *Igorina* sp., *Morozovella* cf. *pusilla*, *Morozovella* sp., *Subbotina* sp. planktonik foraminiferleri tanımlanmıştır.

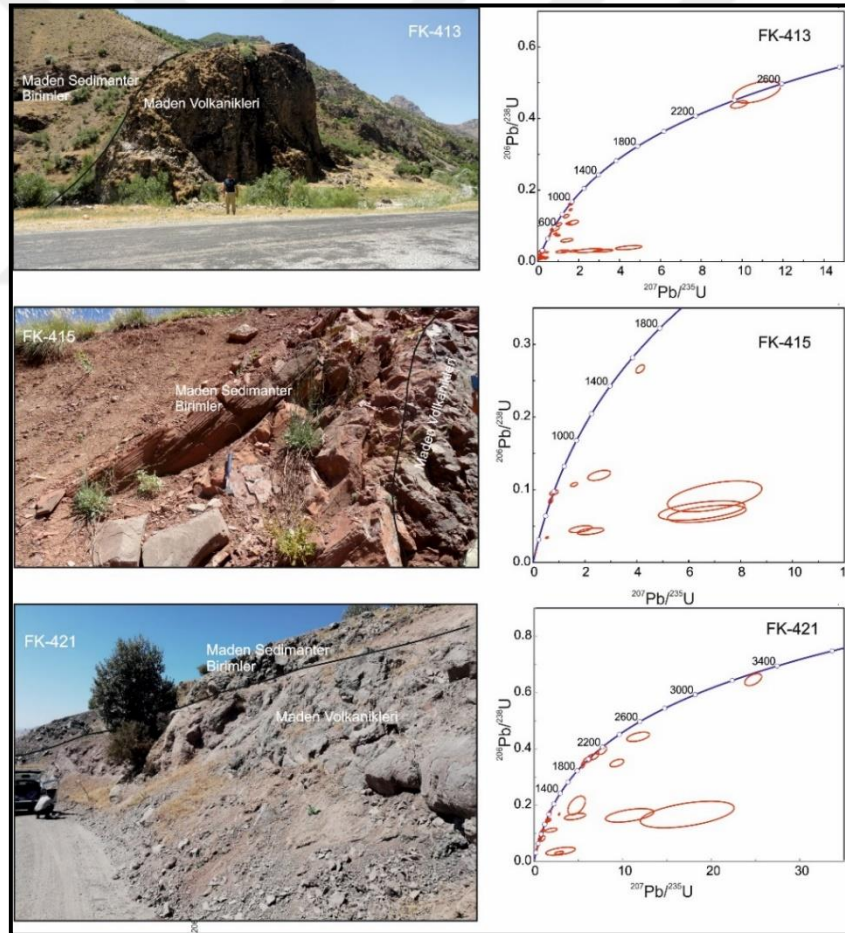


Şekil 4.34. Narlıdere Formasyonu'nu karakterize eden kumtaşı (A), vaketaşı (B) mikrofasiyes tipleri ve vaketaşı-kumtaşı geçişinin (C) paralel nikeldeki mikroskopik görünümleri.

4.3. Jeokronoloji

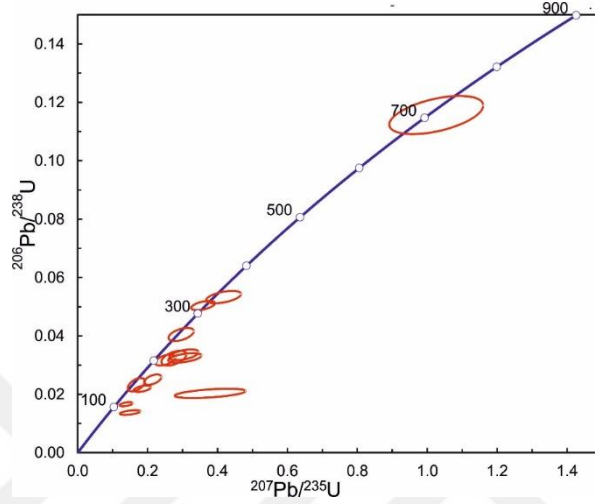
Maden Kompleksi'ne ait volkanosedimanter birliktelik içerisinde yer alan volkaniklerin tamamına yakını bazaltik karakterde olup nadirde olsa ortaç ve asidik lavlar da bulunmaktadır. Yapılan arazi çalışmaları sırasında Maden sistemine ait bazaltik ve ortaç karakterli birimlerin yanısıra volkanik/subvolkanik örneklerden zirkon minerali bulunamaması ihtimaline karşın volkaniklerin aralarında bulunan kumtaşı seviyeleri de zirkon U-Pb yaş tayinleri için örneklenmiştir. Yapılan zirkon ayıklama işlemlerinde 3 adet kumtaşı ve 3 adet volkanik örnekten zirkon elde edilebilmiştir (EK-1). Kıvrıntılı örnekler, özellikle volkaniklerle arakatıklı/geçişli olarak bulunan birimlerden seçilmiştir.

U-Pb zirkon yaş analizi gerçekleştirilen kırıntılı birimlerden FK-413 nolu örnek Van-Çatak'dan alınmış olup (Kaçıt Köyü civarı) Maden volkaniklerinin üzerine gelen kumtaşı birimini temsil etmektedir (Şekil 4.35). Kumtaşı biriminden elde edilen zirkonlar üzerinden 97 ölçüm gerçekleştirilmiştir ve elde edilen $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ yaşları 2494 ± 89 - 35.8 ± 1.9 My arasında değişmektedir. FK-415 nolu örnek Pervari -Siirt (Keskin Köyü) civarında yüzeylenen volkanik birimlerle geçişli olan kırıntılı birimden alınmıştır (Şekil 4.35). Birimden elde edilen zirkonlardan 13 tanesi üzerinden $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ yaşları elde edilebilmiştir. Yaşlar 88 ± 3.3 - 1521 ± 19 My arasında değişmektedir. FK-421 örneği Şirvan -Siirt (İncekaya Köyü) Maden volkaniklerinin üzerine yerleşen kumtaşıdan alınmıştır. 37 zirkon örneği üzerinden gerçekleştirilen analiz sonucu $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ yaşları 3208 ± 55 - 44.2 ± 1.5 My arasında değişen yaşlar vermiştir (Şekil 4.35).



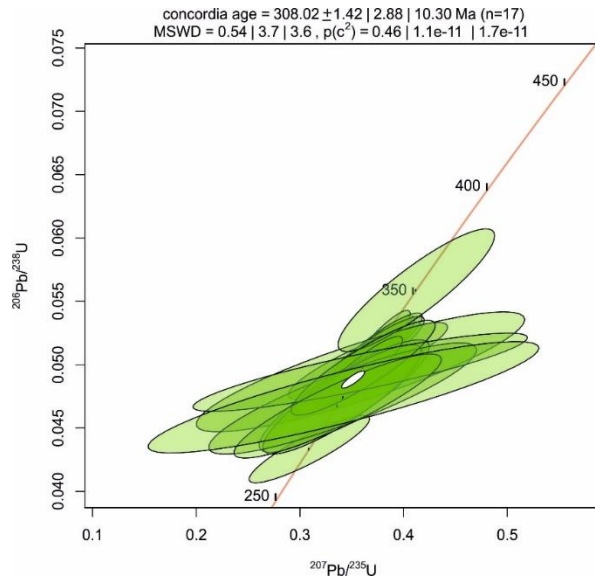
Şekil 4.35. Maden Kompleksine ait kırıntılı kayalardan elde edilen Zirkon U-Pb yaşları. (FK 413; 323767D/4199833K, FK415; 299468D/4200599K, FK421; 248784D/4212464K).

Volkanik kayalardan ise sınırlı sayıda zirkon minerali elde edilebilmiştir. FK-422 nolu örnekten elde edilen 14 zirkon tanesinin $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ yaş aralığı 88.2 ± 3 My- 705.6 ± 25 My arasında değişmektedir. Yaşlar konkordia diyagramı üzerinde dağınık yaş konakları vermektedir (Şekil 4.36).



Şekil 4.36. FK-422 nolu volkanik örneğin zirkon U-Pb yaş diyagramı. (FK 422; 247900D/4216416K).

FK-423 nolu örnekten elde edilen zirkonların $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ yaş aralığı ise 274.4 ± 8 - 352.6 ± 12 My arasında değişmekte olup 308 My konkordia yaşı vermiştir (Şekil 4.37)



Şekil 4.37. FK-423 nolu volkanik örneğin zirkon U-Pb yaş diyagramı. (FK 423; 248647/4219908).

M-501 nolu örnekten ise elde edilen 5 zirkon tanesinin $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ yaş aralığı $560\pm 17-44.3\pm 5$ My arasında değişmektedir (Ek-1). Volkanik kayalar içerisinde sadece M-501 nolu örnekte yer alan bir zirkon tanesinden Maden Kompleksi'nin sedimanter kayalarından elde edilen planktonik foraminifer yaşlarıyla uyumlu (Erken Eosen-Orta Eosen) U-Pb yaşı (~44 My) elde edilebilmiştir. Volkanik birimlerden elde edilen yüksek yaşlar ise kayalar içerisindeki kalıntı zirkonlar olarak değerlendirilmiştir.

Kırıntılı birimlerden elde edilen en genç zirkon U-Pb yaşları ise 36 My'ye (Ek-1) kadar ulaşmakta olup Maden havzasının Üst-Eosen'e kadar aktif olduğuna işaret etmektedir.

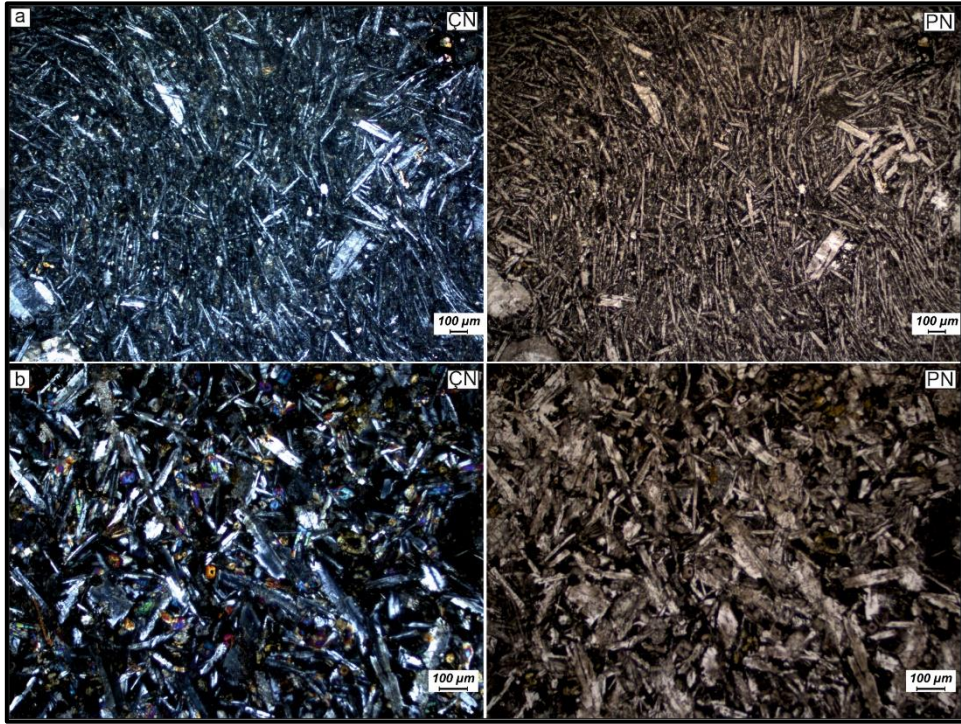
4.4. Mineraloji-Petrografi

Araziden alınan örnekler ince kesitleri hazırlandıktan sonra polarizan mikroskop altında incelenmiş, fotoğraflanmış ve mineralojik-petrografik özellikleri belirlenmiştir. Maden Kompleksi içerisinde bulunan volkanik/subvolkanik birimler, volkano-sedimanter birliktelik içerisinde olanlar (Karadere Formasyonu) ve Bitlis Masifi'ni kesen dayklar olmak üzere iki grup altında incelenmiştir.

4.4.1. Karadere Formasyonu

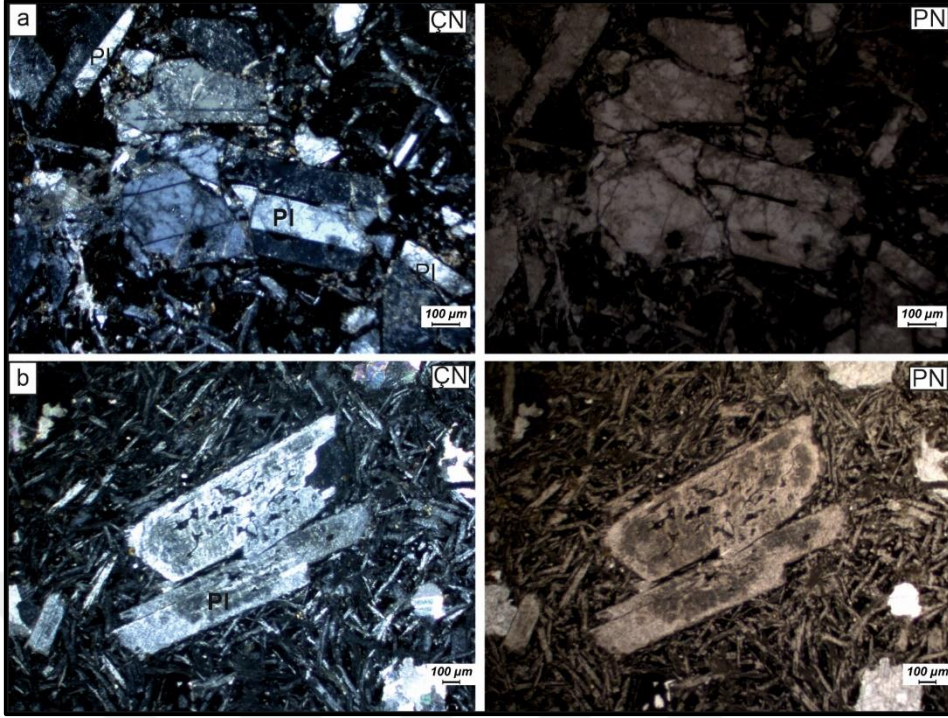
Karadere Formasyonu'nu oluşturan volkanik birimler ağırlıklı olarak bazaltik karakterdedir. Mineral parajenezleri plajiyoklas + olivin + klinopiroksen, plajiyoklas + klinopiroksen ve plajiyoklas fenokristallerinden oluşmaktadır. Holokristalen, mikrokristalen, porfirik, hıyaloplitik, subofitik, ofitik, poikilitik, sfelüritik, amigdaloidal dokular hakim doku türlerini oluştururken bunun dışında glomeraporfirik, pilotaksitik, intergranüler ve akma dokusu da yer yer gözlenebilen doku çeşitlerindedir. Kayaların matriksini plajiyoklas, olivin, piroksen, Fe-Ti oksit mikrokristalleri ve volkancamı oluşturmaktadır. Bazaltik lavların yanısıra Soğanlı (Şirvan) civarında sınırlı bir alanda riyolitik lavların varlığı söz konusudur. Bu lavlar genel olarak mikrokristalin dokulu feldispat mikrokristallerinden oluşmaktadır. Hakim doku ise akma dokusu ve hıyaloplitik dokudur.

Plajiyoklas minerali volkanik kayalar içerisinde en yaygın olarak gözlenen fenomikrofenokristaldir (Şekil 4.38). Polisentetik ikizlenme ile tipik olan plajiyoklaslar zonlu doku, kırıklı deformasyon yapıları ve volkancamı kapanımları içermektedirler (Şekil 4.39). Porfirik dokulu örneklerde fenokristallerin boyutları yaklaşık olarak 4mm büyüklüğe ulaşırken mikrokristalin dokulu örneklerde ise 100-200 μm civarında olabilmektedir.

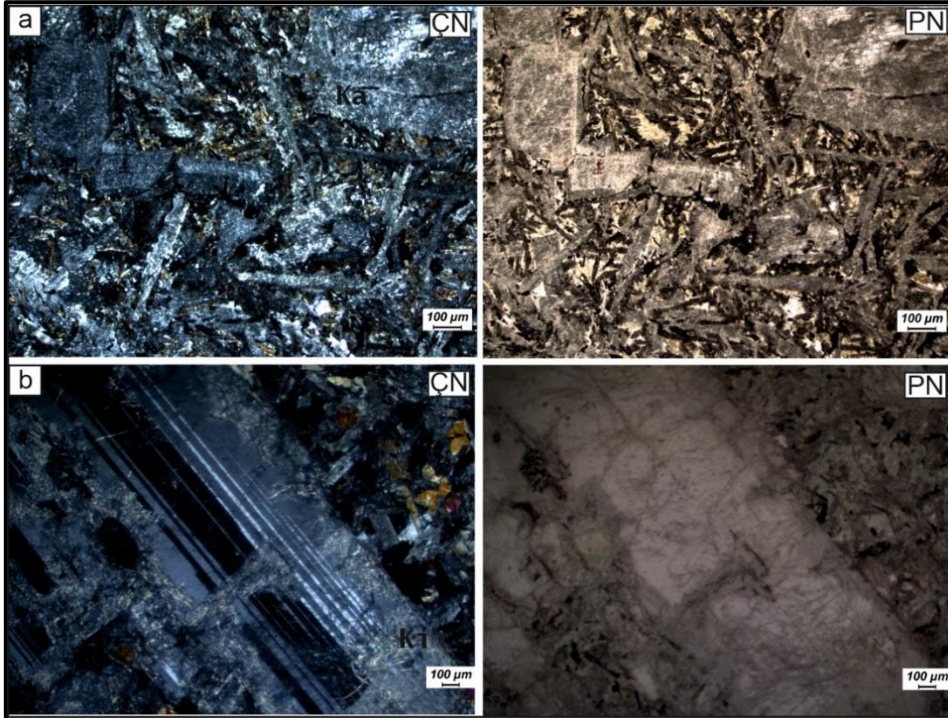


Şekil 4.38. Karadere formasyonuna ait bazaltlarda gözlenen (a) trakitik dokunun, (b) subofitik dokunun mikroskop görüntüsü (PN: Paralel nikol, ÇN: Çapraz nikol).

Plajiyoklaslar çoğunlukla yarı özşekilli ve özşekilsiz olarak gözlenirken nadiren de özşekilli kristallerin varlığı söz konusudur. Plajiyoklaslar yer yer renksiz ve pleokroizma göstermezken bozunma nedeniyle bulanık, toprağımsı bir renk alabilmektedir. Birçok plajiyoklas kristalinde alterasyonun (killeşme, karbonatlaşma, serizitleşme) varlığı söz konusudur (Şekil 4.40).

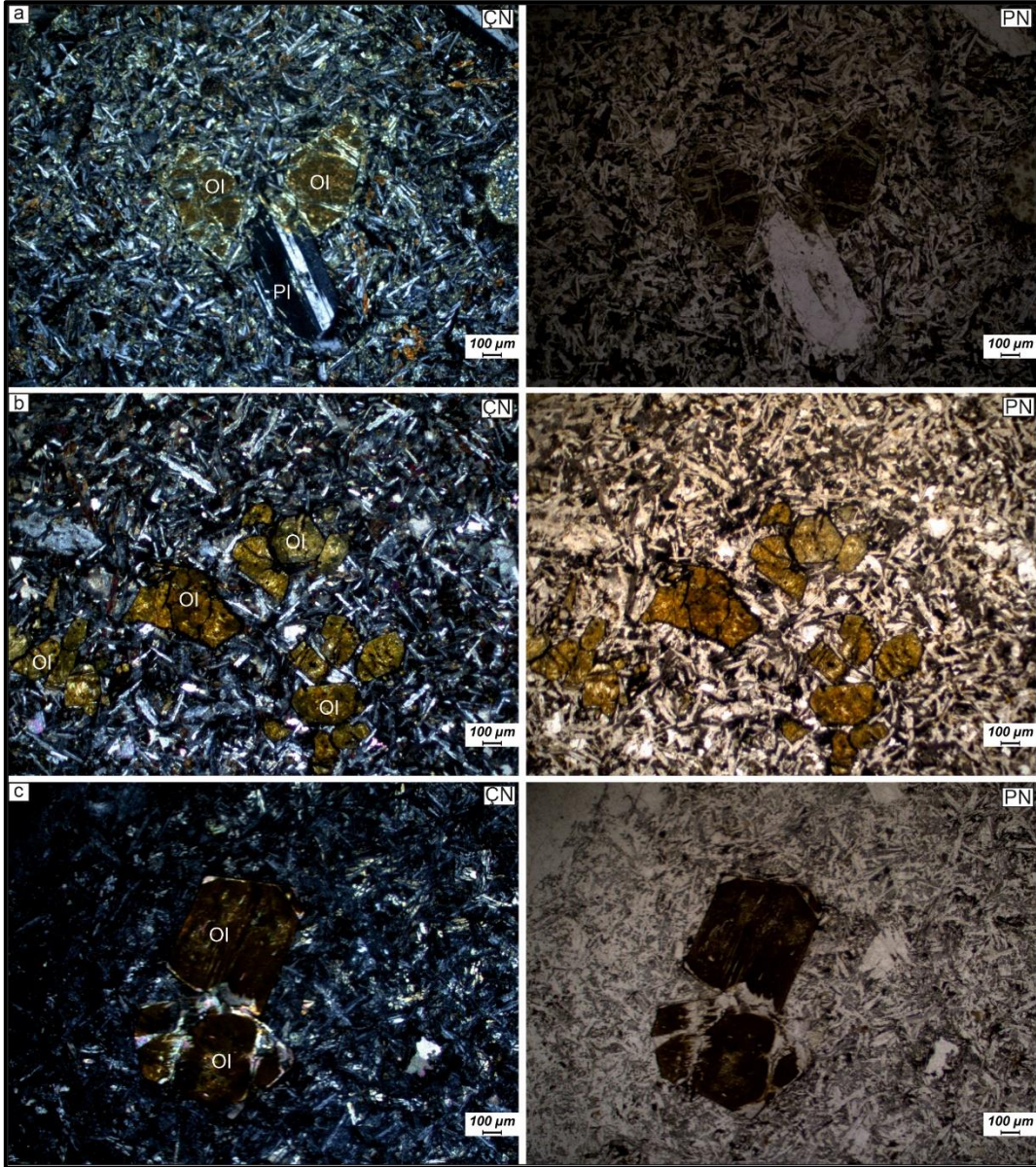


Şekil 4.39. Plajiyoklas fenokristallerinde gözlenen kırıklı deformasyon yapısı (a) ve volkan camı kapanımlarının mikroskop görüntüleri (b) (Pl: Plajiyoklas) (PN: Paralel nikel, ÇN: Çapraz nikel).



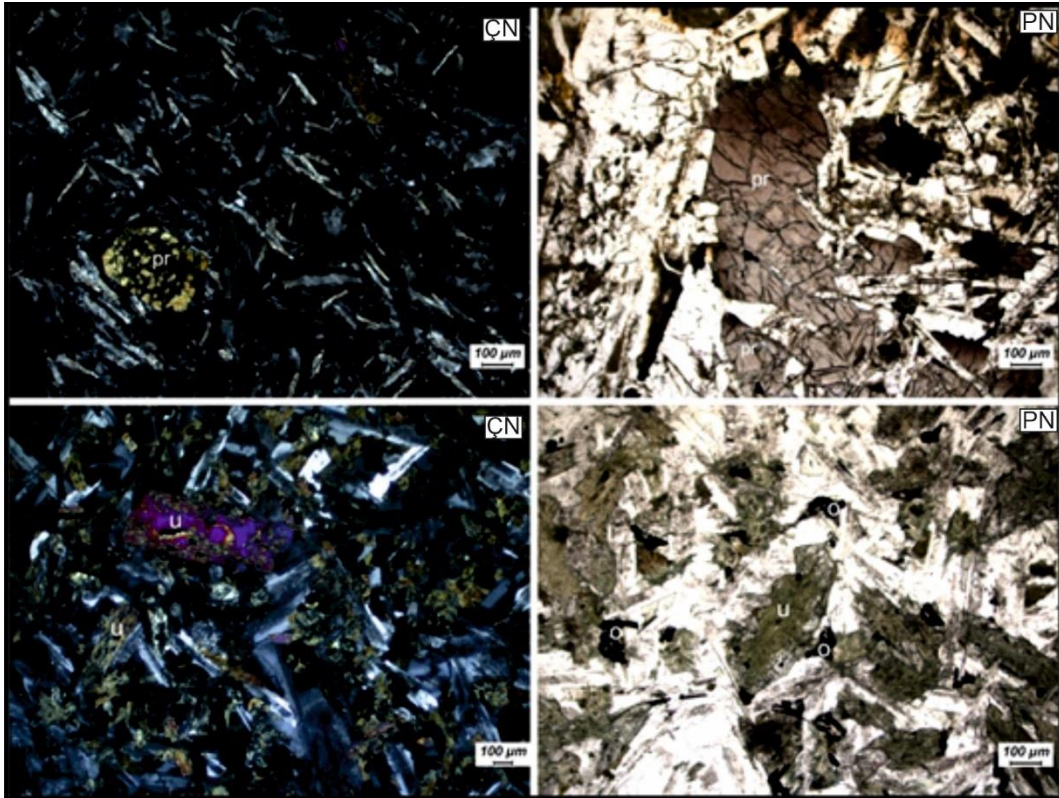
Şekil 4.40. Killeşme ve karbonatlaşmanın gözlemlendiği plajiyoklas kristallerinin mikroskop görüntüleri (Ka: Karbonatlaşma, Ki: Killeşme, PN: Paralel nikel, ÇN: Çapraz nikel).

Karadere Formasyonu içerisinde gözlenen olivinler çoğunlukla özşekilsiz ve/veya yarı özşekilli altere fenokristaller şeklinde gözlenmektedirler. Olivinlerde düzgün olmayan çatlakların varlığı oldukça yüksektir. İddingsitleşme yaygın olarak gözlenirken yer yer serpantinleşme de göze çarpmaktadır (Şekil 4.41 a,b). Bazı örneklerde ise olivinler tamamen karbonat mineralleri tarafından ornatılmıştır (Şekil 4.41c).



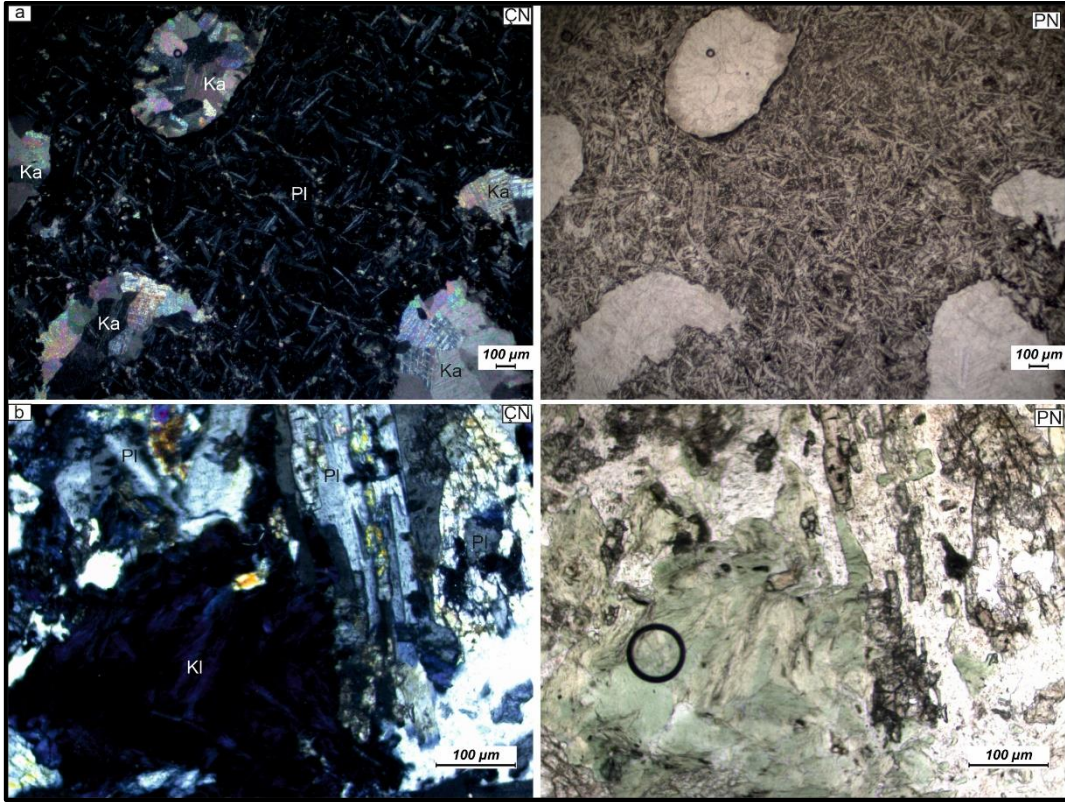
Şekil 4.41. Karadere Formasyonunda gözlenen serpantinleşmiş (a), iddingsitleşmiş (b), karbonat mineralleri tarafından ornatılmış (c) olivin minerallerinin mikroskop görüntüleri (Ol: Olivin, Pl: Plajiyoklas, PN: Paralel nikol, ÇN: Çapraz nikol).

Piroksenler plajiyoklaslardan sonra en yaygın gözlenen ikinci silikat grubunu oluşturmaktadır. Çoğunlukla yarı özşekilli, prizmatik ve ince uzun çubuksu olarak hem fenokristal hem de volkanik matriks içerisinde mikrofeno-kristal olarak bulunurlar (Şekil 4.42). Renksiz, açık kahve ve açık yeşil renkleriyle tipiktirler. Bazı örneklerde piroksenler kısmen ya da tamamen uralitleşmişlerdir (Şekil 4.42).



Şekil 4.42. Karadere volkaniklerinde gözlenen piroksen ve uralitleşmiş piroksen fenokristallerinin mikroskop görüntüleri (Pr: Piroksen, u: Uralit, o: Fe-Ti oksit, PN: Paralel nikel, ÇN: Çapraz nikel).

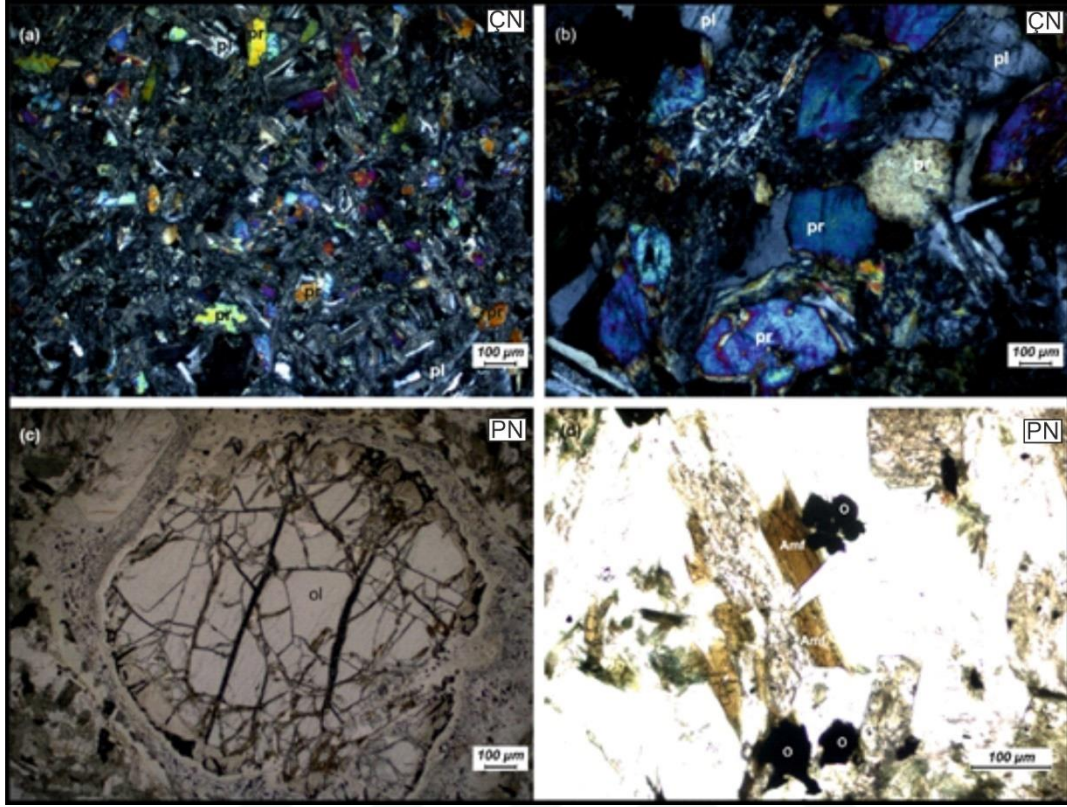
Karadere Formasyonu kayaçlarında plajiyoklas, olivin ve piroksen minerallerin yanı sıra Fe-Ti oksit mineralleri de mikrofeno-kristal olarak yoğun bir şekilde bulunmaktadır (Şekil 4.42). Bunlara ilaveten ikincil olarak oluşmuş klorit ve karbonat mineralleri oldukça yaygındır. Karbonat mineralleri volkaniklerin gaz boşluklarının ve çatlak yapılarının içerisinde doldurur vaziyettedirler (Şekil 4.43a). İyi gelişmiş dilinim sistemlerine sahip olan kalsitlerde polisentetik ikizlenme gözlenmektedir. Klorit mineralleri yeşil renkleri ile tipiktir. (Şekil 4.43b).



Şekil 4.43. Karadere volkaniklerinde gözlenen kalsit (a) ve klorit minerallerinin (b) mikroskop görüntüleri (Ka: Kalsit, Kl: Klorit, Pl: Plajiyoklas, PN: Paralel nikel, ÇN: Çapraz nikel).

4.4.2. Bitlis Masifi'ni kesen daykların mineralojik-petrografik özellikleri

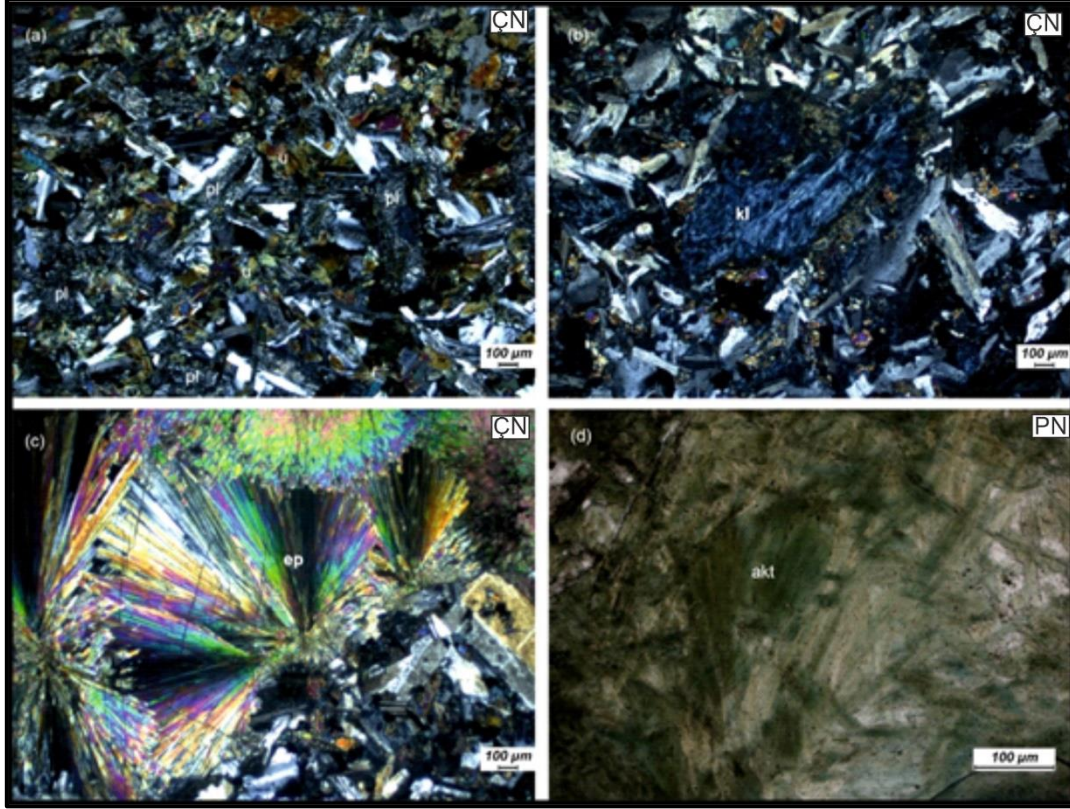
Çalışma alanı içerisinde Sarıdam (Pervari-Siirt) ve Soğuksu (Şirvan-Siirt) bölgelerinde Bitlis Masifi'ni kesen volkanik/subvolkanik (mikrogabro/diyabaz) dayklar bulunmaktadır. Dayklar benzer mineralojik bileşime sahiptirler. Ancak dokusal olarak farklılıklar sunmaktadırlar Sarıdam bölgesinde bulunanlar mikrokristalin bir dokuya sahipken, Soğuksu civarında gözlenenler ise iri plajiyoklas ve piroksen fenokristalleri içeren holokristalen porfirik doku ile temsil edilirler. Soğuksu dayklarının kristallenme dercesi ve dolayısıyla kristallen mineralerin boyutları Sarıdam dayklarına oranla daha fazladır. Dayklar plajiyoklas + piroksen ± olivin ± hornblend + Fe-Ti oksit fenokristal/mikro-fenokristallerinden oluşan mineral parajenezlerine sahiptirler (Şekil 4.44).



Şekil 4.44. Dayklar içerisinde gözlenen, piroksen, plajiyoklas (a, b), reaksiyon kuşaklı olivin (c) ve amfibol (d) minerallerinin mikroskop görüntüleri. (a) ve (c) şekilleri Sarıdam, (b) ve (d) panelleri Soğuksu dayklarını karakterize etmektedir. Amf; amfibol, Ol; olivin, Pl; plajiyoklas, Pr; piroksen, PN: Paralel nikol, ÇN: Çapraz nikol).

Polisentetik ikizlenme ve zonlu dokularıyla tipik olan plajiyoklaslar yarı özşekilli ve özşekilsiz taneler şeklinde gözlenmekte olup bazı örneklerde killeşmiş, serizitleşmiş ve karbonatlaşmıştır. Klinopiroksenler en yaygın Fe-Mg silikat grubu minerallerini oluşturmaktadır. Çoğunlukla özşekilsiz ve yarı özşekilli olarak gözlenen klinopiroksenler açık yeşil ve açık kahve renk tonlarında görülmektedirler. Bazı örneklerde klinopiroksenler kısmen ya da tamamen uralitleşmiştir (Şekil 4.45). Dayklar içerisinde nadir olarak gözlenen olivinler genellikle iddingsitleşmiş taneler ve reaksiyon kuşaklı ksenokristaller şeklinde bulunmaktadır (Şekil 4.44c). Birincil amfibol mineralleri genellikle Soğuksu civarında yüzeylenen dayklarda gözlenmektedirler (Şekil 4.44d). Yarı özşekilli ve özşekilsiz taneler şeklinde olup açık yeşil, kahverengi renkleriyle belirgindirler ve kenarlarından itibaren kısmen kloritleşmişlerdir. İncekesitlerde opak olarak gözlenen Fe-Ti oksitler hem serbest kristal hem de diğer silikat mineralleri üzerinde kapanımlar şeklinde bulunurlar (Şekil 4.44d).

Dayklar içerisinde alterasyonun izleri ikincil olarak oluşan klorit, aktinolit, epidot ve karbonat minerallerin varlığı ile belirgindir (Şekil 4.45).

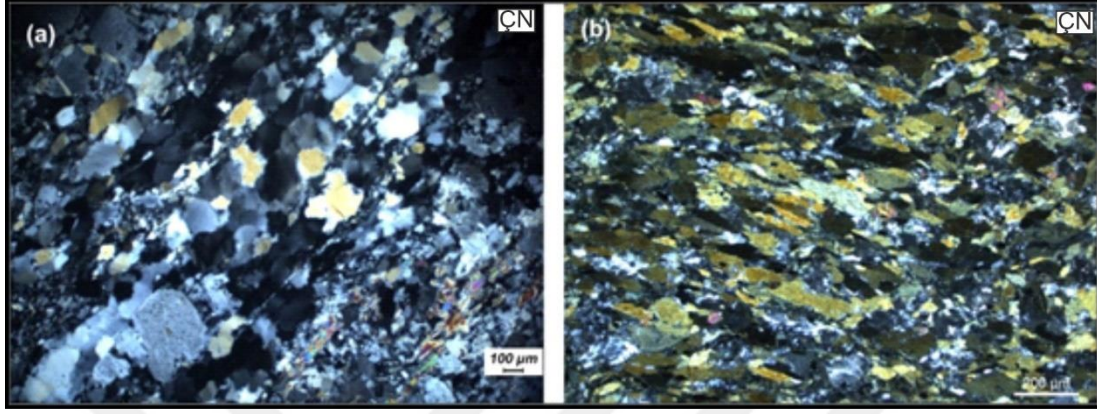


Şekil 4.45. Dayklar içerisinde gözlenen uralitleşmiş piroksen (a), klorit (b), sferülitik doku gösteren epidot (c) ve aktinolit (d) minerallerinin mikroskop görüntüleri. (akt; aktinolit, ep; epidot, kl; klorit, pl; plajiyoklas, PN: Paralel nikol, ÇN: Çapraz nikol).

4.4.3. Metamorfik Kayaçlar

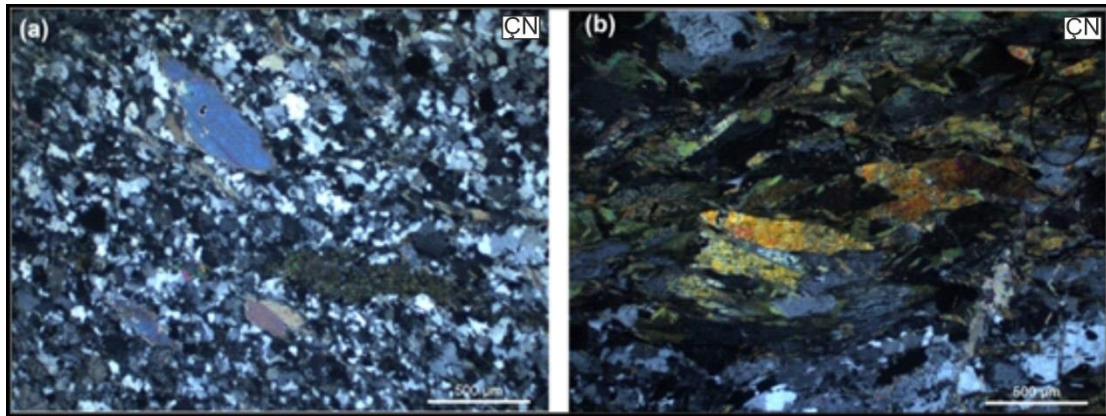
Maden Kompleksi, Bitlis Masifi kıtasal litosferi üzerinde açılan bir çökelim havzası olarak kabul edilmektedir (Aktaş ve Robertson, 1984; Yiğitbaş ve Yılmaz, 1996; Robertson ve ark., 2007). Bu sebepten dolayı kompleksin volkanik kayaçlarının herhangi bir kıtasal litolojiden etkilenip etkilenmediğini ortaya koyabilmek amacıyla masifi karakterize eden meta-granit, amfibolit, şist ve gnays gibi kayaçlar örneklenmiş ve mineralojik-petrografik özellikleri ortaya konulmuştur. Meta-granitler başlıca kuvars, plajiyoklas, ortoklas, biyotit, muskovit, hornblend, sfen ve zirkon minerallerinden oluşmaktadır. Metagranitler kataklastik doku göstermektedir ve dinamik

metamorfizma sonucunda metamorfize olmuşlardır (Şekil 4.46). Amfibolitler, içermiş oldukları hornblend, plajiyoklas, kuvars mineralleri ve nematoblastik dokuları ile tipik olup masifin yüksek dereceli metamorfiklerini karakterize etmektedirler (Şekil 4.46).



Şekil 4.46. Bitlis Masifi meta-granit (a) ve amfibolitlere (b) ait ince kesit görüntüleri (PN: Paralel nikol, ÇN: Çapraz nikol).

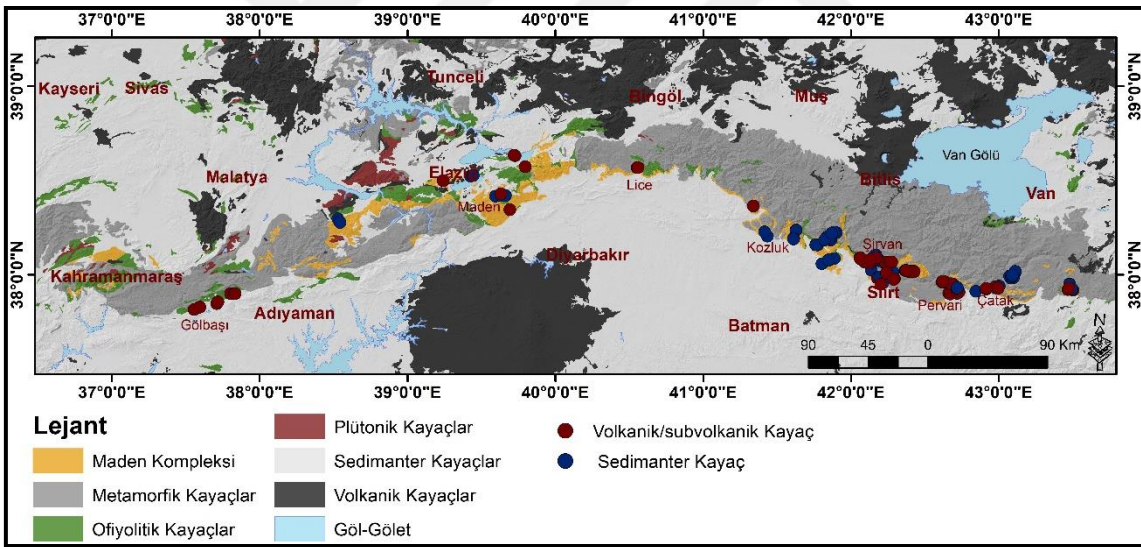
Şistler başlıca muskovit, biyotit, klorit, epidot, feldispat ve kuvars minerallerinden oluşmuşlardır. Mika ve klorit minerallerinin yönlenmesine bağlı olarak lepidoblastik dokular sergilemektedirler (Şekil 4.47a). Gnayslar şistlere oranla daha iri taneli, yer yer bantlaşmanın gözlemlendiği kayaçlar olarak gözlenmiş, lepidoblastik, lepidoporfiroblastik, nematoblastik dokular sunan disten, ortoklas, biyotit, kuvars minerallerinden oluşmuşlardır (Şekil 4.47b).



Şekil 4.47. Bitlis Masifi şist (a) ve gnayslara (b) ait ince kesit görüntüleri (ÇN: Çapraz nikol).

4.5. Jeokimya

Maden Kompleksi volkanik/subvolkanik kayaçlarının jeokimyasal özelliklerinin ortaya konulabilmesi için araziden toplanan örneklerin maksimum düzeyde kompleksi temsil etmesi gerekmektedir. Yapılan bu tez çalışmasının kapsadığı alandan alınacak olan örnekler yalnızca kompleksin doğu-güneydoğu kesimini temsil edebilir. Bu da Maden Kompleksi için yapılacak olan petrolojik yorumlamalarda eksik sonuçlar üretecektir. Bundan ötürü gerek çalışma alanından (Çatak-Kozluk) ve gerekse de çalışma alanının batı-güneybatı uzantısından (Kozluk-Gölbaşı) gerekli görülen yerlerde arazi çalışmaları yapılarak örnekler alınmıştır (Şekil 4.48). Böylelikle doğudan batıya doğru kompleksin jeokimyasal özelliklerinin olası değişimleri saptanabilecektir. Bu amaçla yapılan arazi çalışmaları neticesinde Maden Kompleksi volkanik/subvolkaniklerini karakterize eden örneklerden 157 adet jeokimyasal analiz gerçekleştirilmiştir (Ek-2, Ek-3).



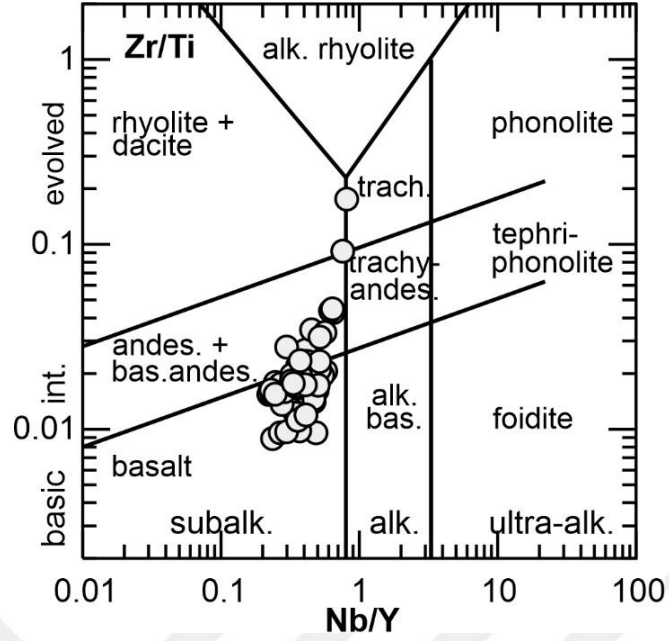
Şekil 4.48. Maden Kompleksi volkanik/subvolkanik ve sedimanter birimlerinden alınan örneklerin dağılımını gösteren jeoloji haritası. Sedimanter birimler paleontolojik yaşlandırmalar amacıyla örneklenmiştir.

Maden Kompleksi'nin jeokimyasal özellikleri bu çalışmada başlıca üç ana başlık altında incelenecektir. Bunlardan ilk ikisi tez çalışma alanı içerisinde (Çatak- Kozluk) bulunan volkanik kayaçların ve daykların jeokimyasal özelliklerini içerirken üçüncü başlık ise karşılaştırma amaçlı olarak alınan ve kompleksin batı güneybatı uzantısını

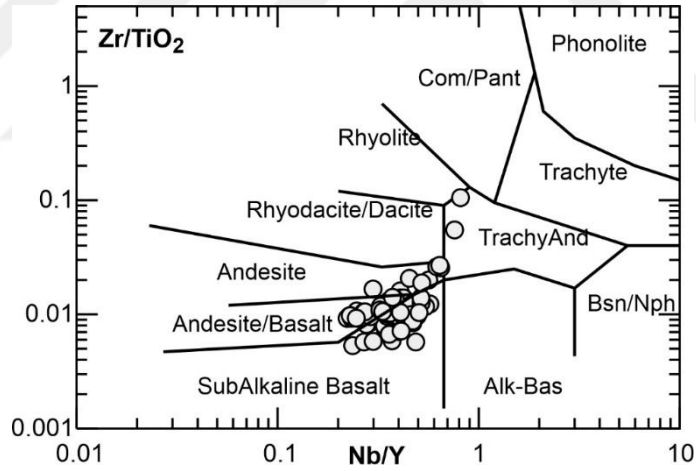
kapsayan Kozluk (Batman)-Gölbaşı (Adıyaman) arasında yüzeylenen volkanik kayaların jeokimyasal özelliklerini kapsamaktadır.

4.5.1. Çatak (Van)- Kozluk (Batman) arasında yüzeylenen volkaniklerin majör-iz ve nadir toprak element jeokimyası

Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen volkanikler Karadere Formasyonu olarak nitelendirilen ve volkanosedimanter birliktelik içerisinde yer alan lavları karakterize etmektedir. Bu birliktelik içerisinde yer alan LOI (ateşte su kaybı) değerleri % 1.4-12.6 arasında değişmektedir. Volkaniklerin bir kısmının yüksek LOI değerlerine sahip olmasından dolayı alterasyondan etkilenmeyen veya az etkilenen element sınıfları ve ilişkili diyagramlar kullanılarak sınıflandırmalar gerçekleştirilmiştir. Volkaniklerin SiO₂ değerleri % 45.38-62.74 (susuz bazda) arasında MgO değerleri % 0.77-8.99 (susuz bazda) arasında, mg# (Molar Mg / (Mg+Fe⁺²)) ise 21.93-71.44 arasında değişmektedir. Volkanosedimanter birliktelik içerisinde bulunan lavların sınıflandırılması için Pearce (1996), tarafından önerilen hareketsiz iz elementler kullanılarak oluşturulan Zr/Ti-Nb/Y diyagramı incelendiğinde, örneklerin büyük bir çoğunluğunun subalkali-bazaltik karakterde olduğu görülse de bazalttan trakite uzanan evrimleşmiş kayaların varlığı da söz konusudur (Şekil 4.49). Winchester and Floyd (1977), tarafından önerilen Zr/TiO₂-Nb/Y değişim diyagramında ise örneklerin büyük bir kesiminin subalkali bazalt, andezit/bazalt alanına izdüştüğü, iki örneğin ise trakiandezit olarak sınıflandığı gözlenmektedir (Şekil 4.50).

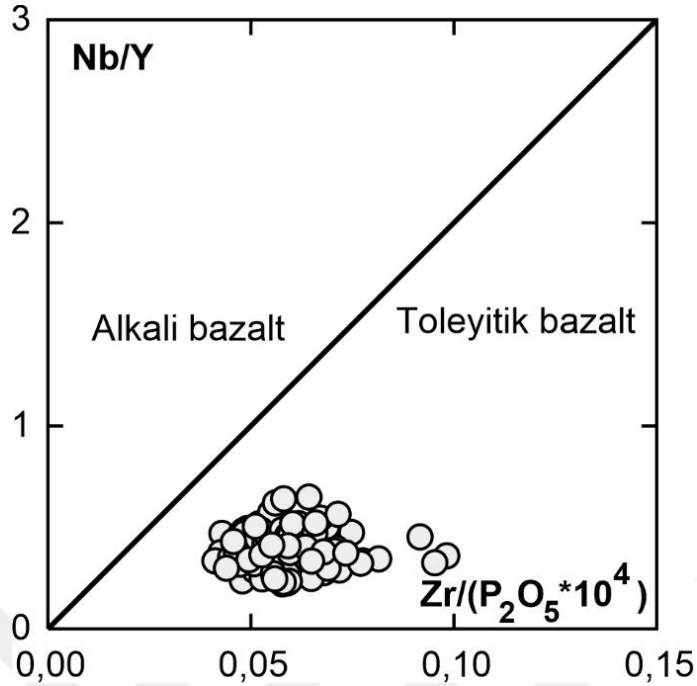


Şekil 4.49. Çatak-Kozluk arasında yüzeyleyen Maden Kompleksi volkaniklerinin Zr/Ti-Nb/Y sınıflandırma diyagramı (Pearce, 1996).



Şekil 4.50. Çatak-Kozluk arasında yüzeyleyen Maden Kompleksi volkaniklerinin Zr/TiO₂-Nb/Y sınıflandırma diyagramı (Winchester ve Floyd, 1977).

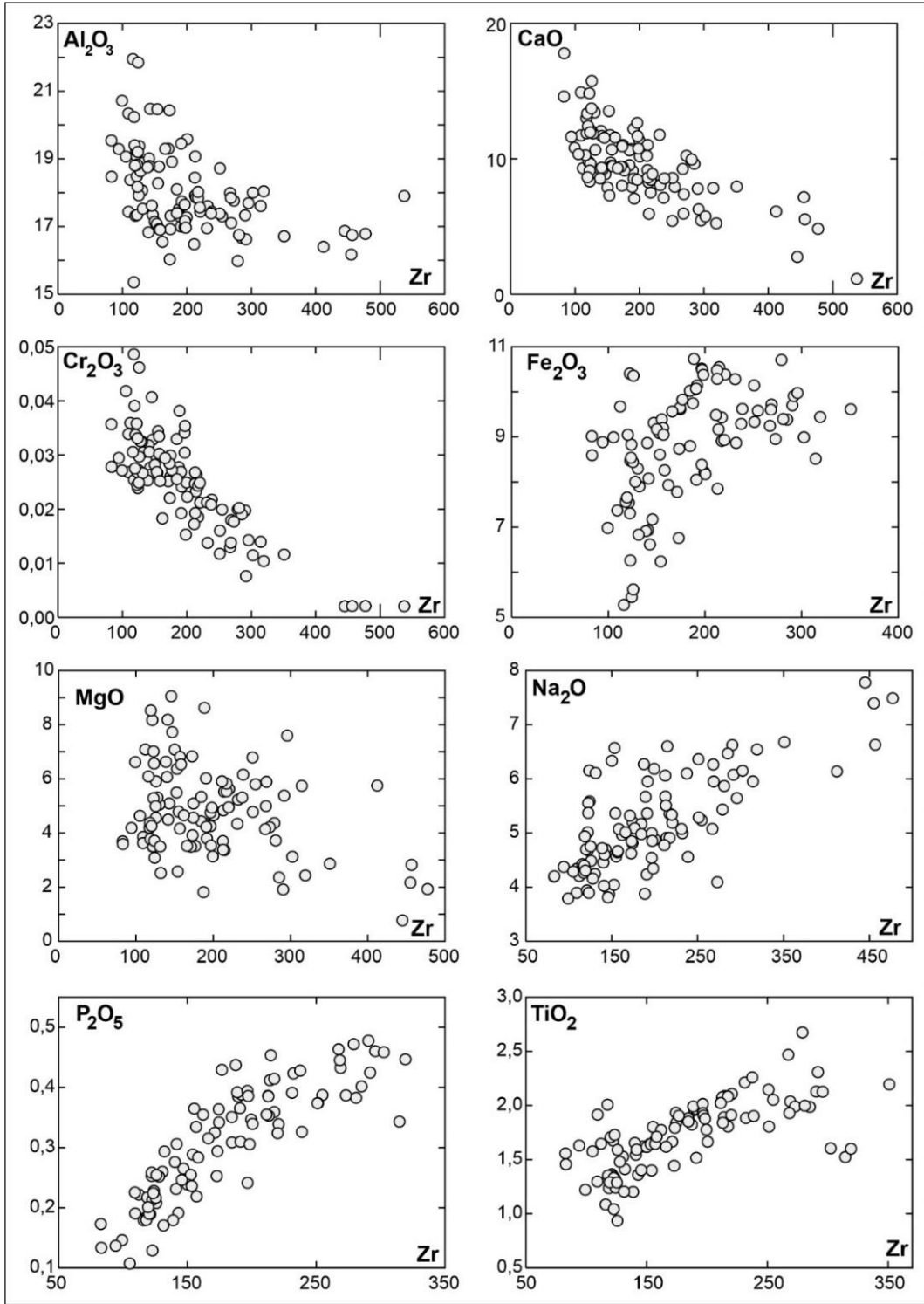
Kompleksin Çatak-Kozluk arasında yüzeylemiş volkanik kayalarının oluşturduğu magma serilerinin jeokimyasal karakterinin anlaşılması için oluşturulan Winchester ve Floyd (1977)'nin önermiş olduğu Nb/Y-Zr/P₂O₅×10⁴ diyagramı kullanılmıştır. Bu diyagrama göre Maden volkanik birimlerinin tamamının subalkalin-toleyitik karakterde olduğu anlaşılmaktadır. (Şekil 4.51).



Şekil 4.51. Çatak-Kozluk arasında yüzeyleyen Maden Kompleksi volkaniklerinin Nb/Y-Zr/P₂O₅x10⁴ diyagramı (Winchester ve Floyd 1977).

Ana oksit ve iz element davranışlarının petrolojik süreçlerde belirleyici bir öneme sahip olması (Rollinson, 1993) nedeniyle incelenen volkanik kayaların ana oksit ve iz element içeriklerindeki değişimler Harker diyagramları temelinde incelenmiştir. Oluşturulan diyagramlarda fraksiyonlanma indisi olarak alterasyon koşullarında majör oksitlere göre daha hareketsiz (immobil) olan Zr elementi kullanılmıştır (Şekil 4.52, 4.5.6).

Oluşturulan majör oksit değişim diyagramlarında Zr'ye karşı Na₂O, TiO₂, P₂O₅ ve Fe₂O₃ arasında pozitif bir korelasyon gözlenirken, CaO, MgO, Cr₂O₃ ve Al₂O₃ arasında ise negatif bir korelasyon söz konusudur. CaO, MgO, Cr₂O₃'daki tüketilme önemli ölçüde plajiyoklas, klinopiroksen ve olivin minerallerinin fraksiyonlanması ile ilişkilidir. Na₂O fraksiyonel kristalleşmenin ileri safhalarında oluşacak olan minerallerin (Na-Plajiyoklas gibi) yapısına katılacağı için eriyikte artmış olması fraksiyonel kristallenmede beklenen bir durumdur. TiO₂ ve Fe₂O₃'deki pozitif yönelim volkanik kayaların yoğun plajiyoklas kristallenmesine işaret ettiği gibi alterasyon sonucunda da ortaya çıkabilmektedir. Yoğun plajiyoklas kristallenmesi plajiyoklasın bünyesine girmeyen FeO-TiO₂'nin artık ergiyiklerde artmasına sebep olabilmektedir (Albarède, 2003).

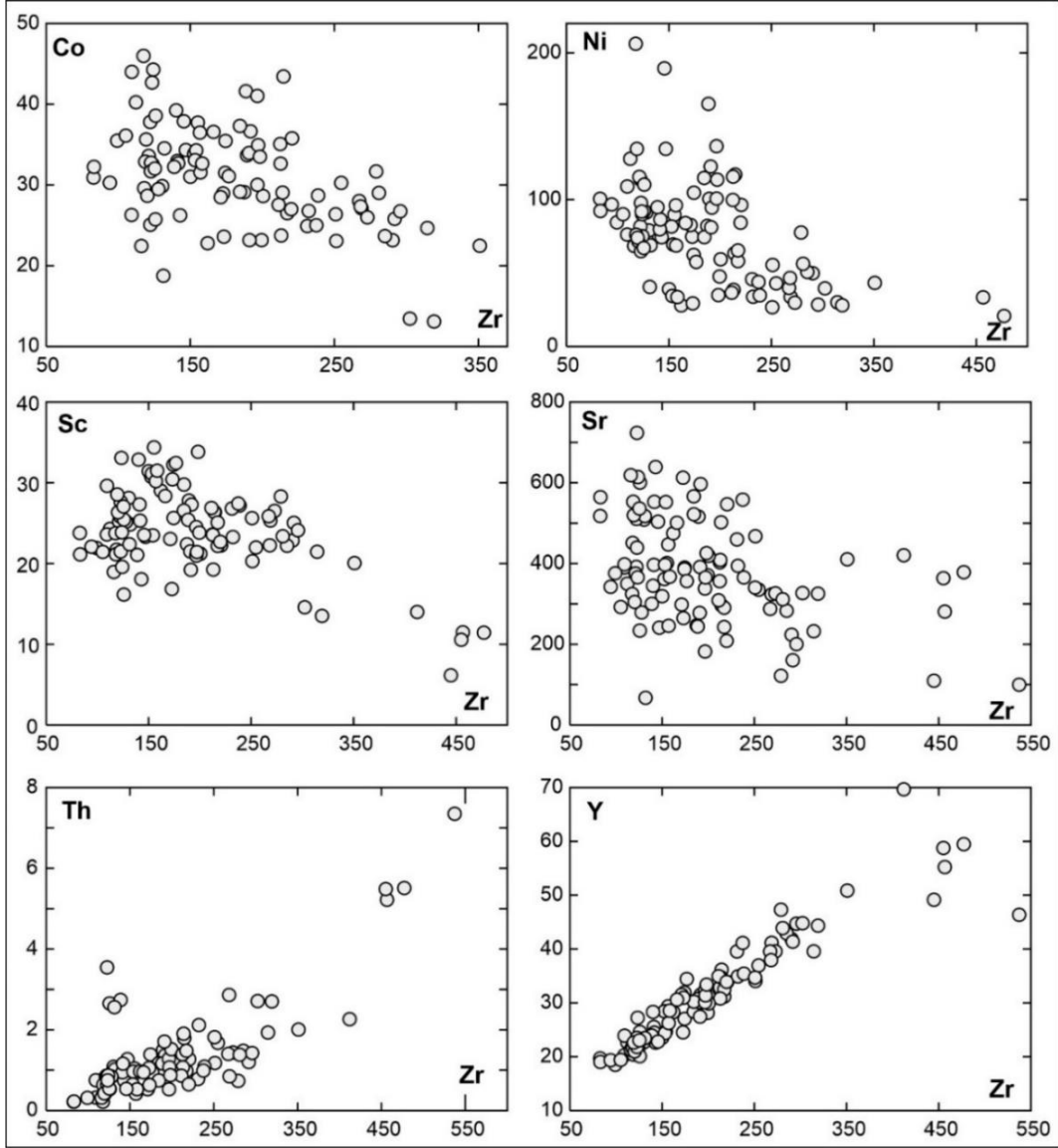


Şekil 4.52. Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen Maden volkaniklerinin majör oksit değişim diyagramları.

İz element değişim diyagramlarında (Şekil 4.53), fraksiyonel kristallenme sırasında kristal fazı tercih eden elementlerden Co, Ni, Sc ve Sr Zr'ye karşı negatif bir

yönelim gösterirken artık sıvı fazda yoğunlaşan Th ve Y elementleri belirgin bir pozitif yönelim sunmaktadır. Co, Ni ve Sc magmanın katılaşması sırasında ilk oluşan olivin ve klinopiroksen gibi minerallerin bünyesine girerek magmadan uzaklaşma eğilimi gösterdiğinden dolayı negatif bir trend sunmaktadır. Fraksiyonlaşmaya bağlı olarak görülen Sr azalması ise kalsiyumca zengin plajiyoklasların kristallenmesi ile ilişkilidir.

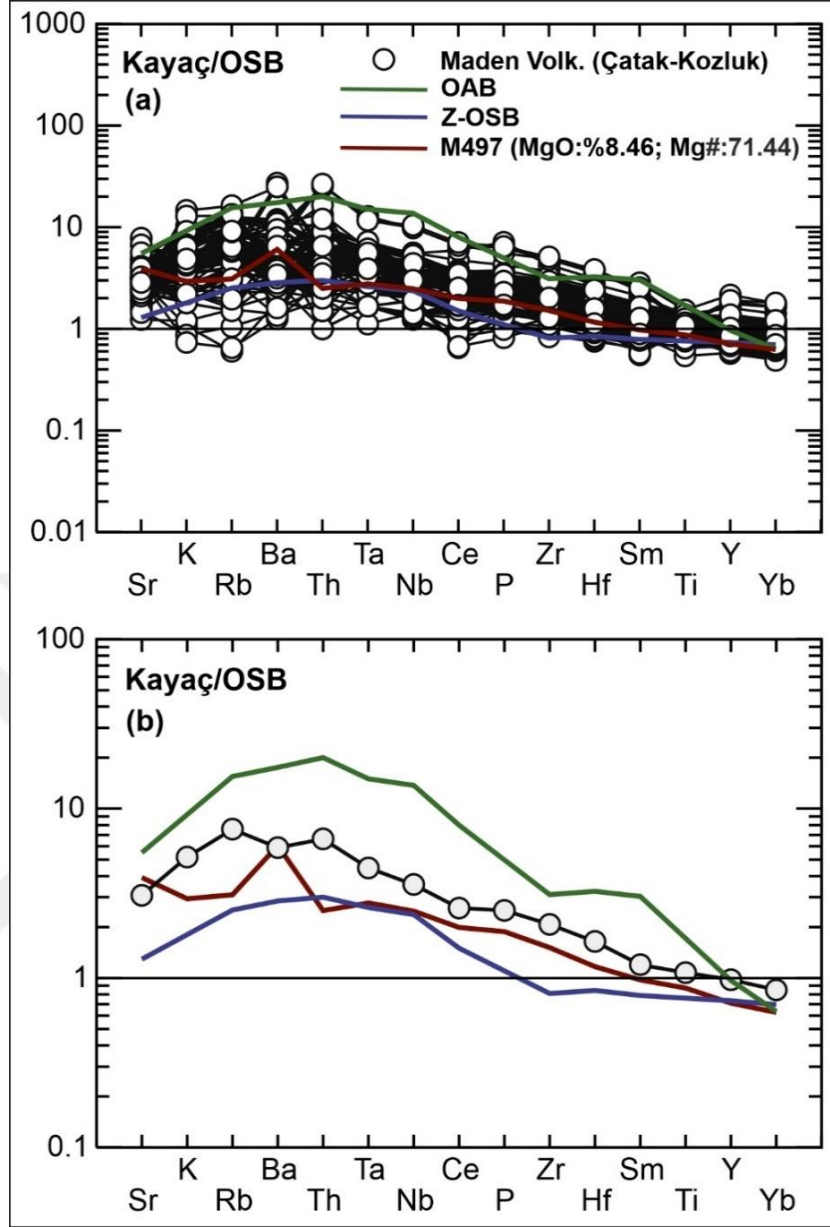
Çatak-Kozluk bölgesinde yüzeylenmiş olan Maden Kompleksi'ne ait volkanik birimlerin okyanus ortası sırtı bazaltına (OSB; *MORB*) ve Kondrit'e normalize çoklu element diyagramları Şekil 4.54 ve Şekil 4.55'de verilmiştir. Diyagramlar üzerinde karşılaştırma amaçlı okyanus adası bazaltı (OAB; *OIB*) ve zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltı (*Z-OSB*; *E-MORB*) element desenleri de verilmiştir. Bu diyagramlar vasıtasıyla bir magma sisteminin kendi içindeki element zenginleşmesi ve fakirleşmesi incelenebilmektedir. Ayrıca farklı nitelikteki manto kaynaklarından türeyen kayaçların ve farklı tektonik ortamları temsil eden magmatik kayaçların karşılaştırılabilmesi de mümkün olabilmektedir. Yapılan bu tür karşılaştırmalar ile incelenen örnekleri oluşturan magmanın hangi kaynak bileşimine benzerlik gösterdiği ve hangi tektonik ortamda oluşabileceği konularında bazı yaklaşımlarda bulunabilmek olasıdır.



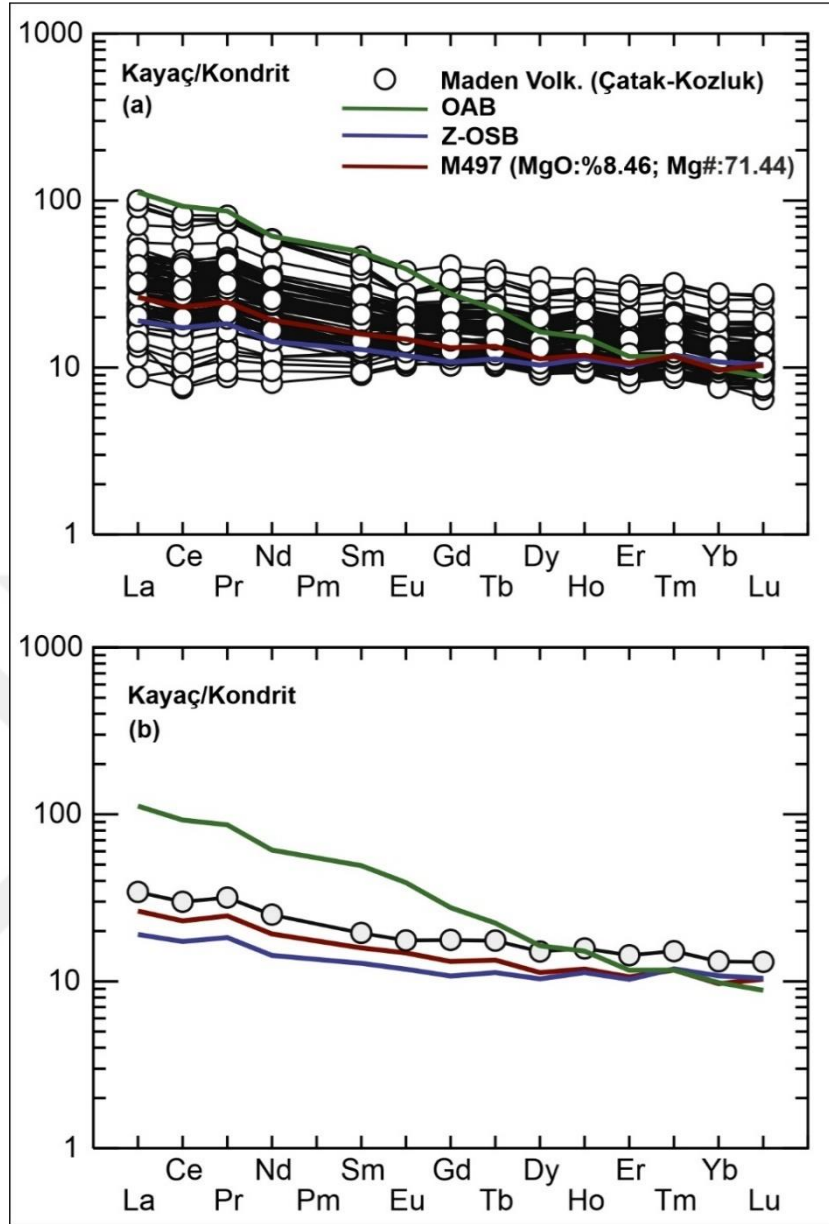
Şekil 4.53. Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen Maden volkaniklerinin iz element değişim diyagramları.

Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen volkanik kayalar hem büyük iyon yarıçaplı litofil (BİY; *LILE*) hem de yüksek alan şiddetli (YAŞ; *HFS*) element içerikleri bakımından OSB'ye göre zenginleşmeler göstermektedir. Bu zenginleşmeler BİYE'lerde YAŞE'ye göre daha belirgindir (Şekil 4.54a). Genel olarak bazaltik kayalar Z-OSB benzeri bir manto kaynak alanına benzer BİY ve YAŞ element dağılımları gösterirken ortaç ve asidik lavlar Z-OSB'ye oranla zenginleşmiş element dağılım deseni sunmaktadırlar. Volkaniklerin ortalama element değerlerinin ve en primitif örneğinin gösterildiği diyagramda ise Z-OSB ve OAB arasında konumlandıkları gözlenmektedir (Şekil 4.54b).

Nadir toprak elementlerinin (NTE; *REE*) Kondrit'e göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı incelendiğinde (Şekil 4.55) Hafif Nadir Toprak Elementlerinin (HNTE; *LREE*; *La, Ce, Pr, Nd*), Orta Nadir Toprak Elementleri (ONTE; *MREE*; *Sm, Eu, Gd*) ve Ağır Nadir Toprak Elementlerine (ANTE; *HREE*; *Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu*) oranla daha zenginleşmiş olduğu görülmektedir. Bu zenginleşmeler HNTE/ANTE (*La/Yb*) için 1.6-5.86 arasında, ONTE/ANTE (*Gd/Yb*) için 1.18-2.06 arasında değişmektedir. Volkaniklerin ortalama ve en primitif üyesinin NTE değerleri dikkate alındığında Z-OSB benzeri bir manto kaynak alanına benzer dağılımlara sahip oldukları belirgindir (Şekil 4.55b). Magmatik kayalarda gözlenen yüksek HNTE/ANTE oranı manto kaynak alanında meydana gelen düşük dereceli kısmi ergimelere, zenginleşmiş manto kaynağına ve mantoda bulunan granatın varlığına işaret edebilmektedir (Fitton ve ark., 1991; Baragan ve ark., 1998). Ancak Çatak-Kozluk arasında yüzeyleyen lavların düşük HNTE/ANTE oranları, volkaniklerin spinel içeren tüketilmiş bir manto kaynak alanından ve/veya manto kaynak alanında meydana gelen yüksek dereceli kısmi ergimelerden oluşmuş olabileceğine işaret etmektedir.



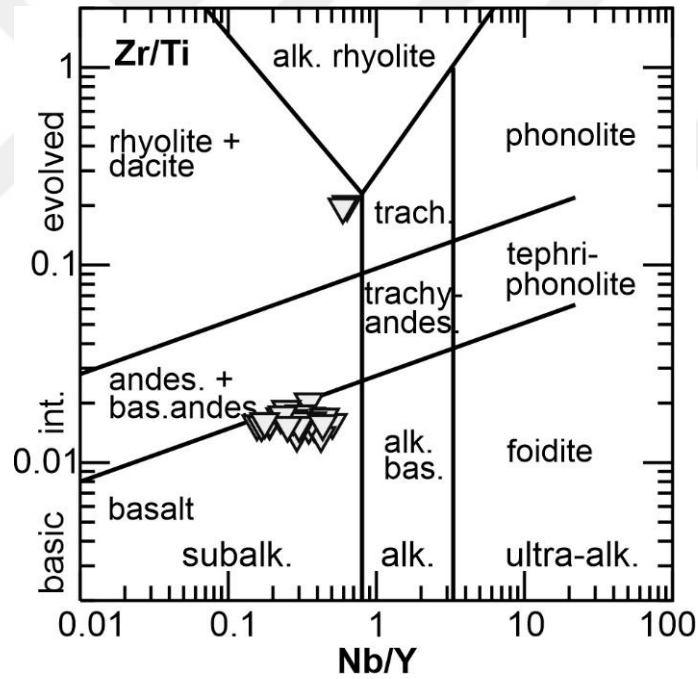
Şekil 4.54. Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen volkaniklerin (a) ve ortalama değerlerinin (b) OSB'ye normalize çoklu element diyagramları (Pearce, 1983). M497 nolu örnek en primitif volkanik kayacı temsil etmektedir OAB; Okyanus adası bazaltı, OSB; Okyanus ortası sırtı bazaltı, Z-OSB; Zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltı. OAB ve Z-OSB değerleri Sun ve McDonough, (1989)' dan alınmıştır.



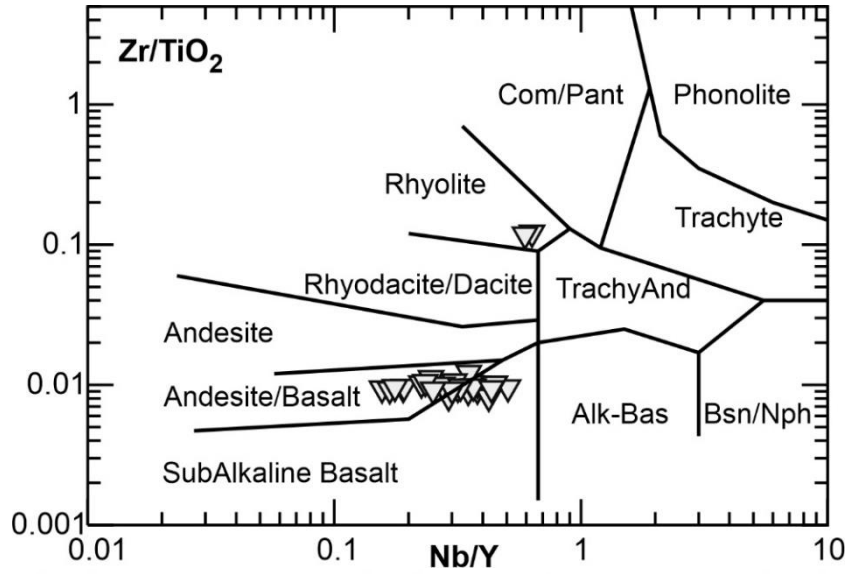
Şekil 4.55. Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen volkaniklerin (a) ve ortalama değerlerinin (b) Kondrite normalize çoklu element diyagramları (Nakamura, 1974). M497 nolu örnek en primitif volkanik kayacı temsil etmektedir OAB; Okyanus adası bazaltı, OSB; Okyanus ortası sırtı bazaltı, Z-OSB; Zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltı. OAB ve Z-OSB değerleri Sun ve McDonough, (1989)'dan alınmıştır.

4.5.2. Bitlis Masifi'ni kesen daykların majör-iz ve toprak element jeokimyası

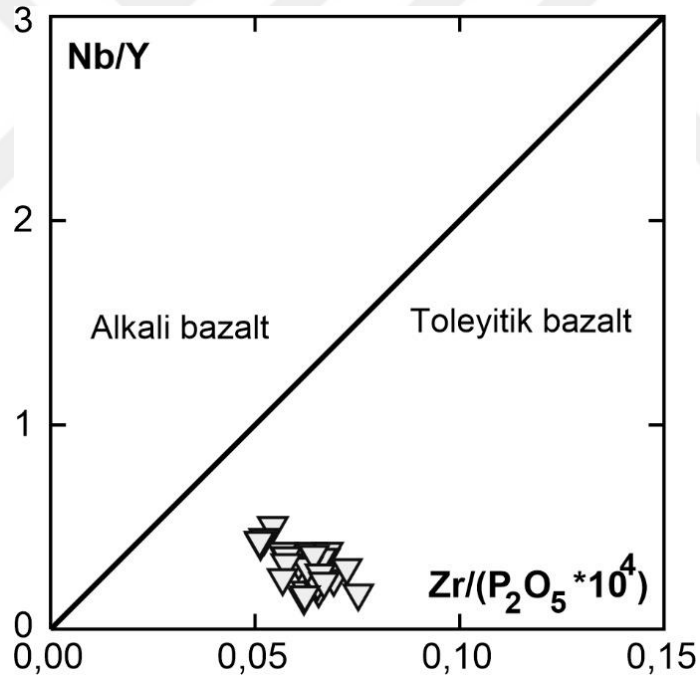
Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen ve Bitlis Masifi'ni keser konumda bulunan daykların LOI (ateşte kayıp) değerleri %1.6-6.5 arasında değişmektedir. Majör iz element analizleri gerçekleştirilen subvolkanik daykların SiO₂ değerleri %49.80-69.59 (susuz bazda) arasında, MgO değerleri %0.17-7.46 (susuz bazda) arasında ve mg# (Molar Mg / (Mg+Fe⁺²)) ise 9.94-66.30 arasında değişen değerlere sahiptir. Alterasyondan etkilenmeyen veya az etkilenen elementler kullanılarak oluşturulan sınıflama diyagramlarında (Şekil 4.56, Şekil 4.57) daykların büyük bir kısmının subalkali bazaltik karakterde, sadece iki örneğin ise subalkali riyolit bileşiminde olduğu gözlenmektedir. Winchester ve Floyd (1977)'un önermiş olduğu Nb/Y-Zr/P₂O₅x10⁴ diyagramına göre örneklerin tamamı subalkalin-toleyitik karakterdedir. (Şekil 4.58).



Şekil 4.56. Bitlis Masifi'ni kesen dayklara ait Zr/Ti-Nb/Y sınıflandırma diyagramı (Pearce, 1996).



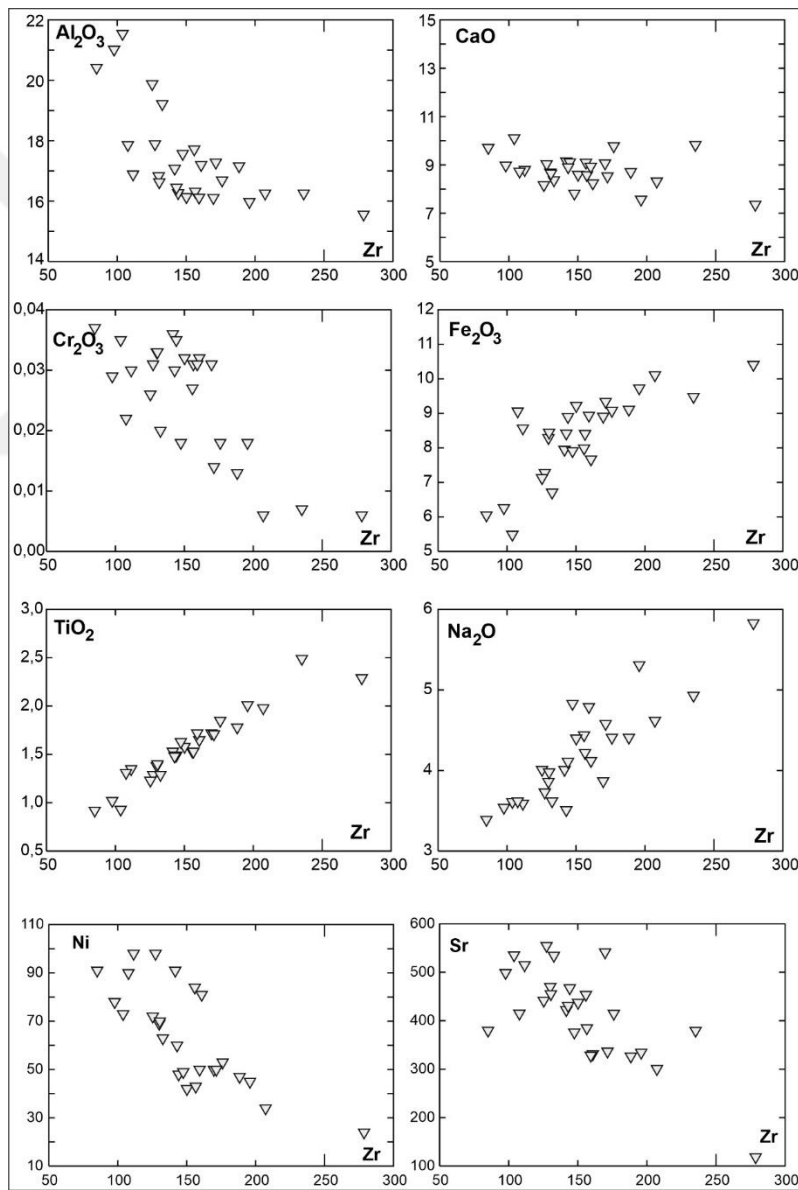
Şekil 4.57. Bitlis Masifi'ni kesen dayklara ait Zr/TiO_2 - Nb/Y sınıflandırma diyagramı (Winchester ve Floyd, 1977).



Şekil 4.58. Bitlis Masifi'ni kesen dayklara ait Nb/Y - $Zr/P_2O_5 \times 10^4$ diyagramı (Winchester ve Floyd 1977).

Daykların Zr'ye karşı çizilen ana oksit ve iz element değişim diyagramları (Şekil 4.59) Al_2O_3 , CaO , Cr_2O_3 , Ni , Sr içeriklerinin negatif bir yönelim, Fe_2O_3 , TiO_2 ve Na_2O içeriklerinin ise pozitif bir trend sunduğunu göstermektedir. Zr içeriğinin artmasına bağlı olarak gelişen MgO , Cr_2O_3 , Ni tüketilmeleri olivin ve klinopriksen minerallerinin

kristallenmesine işaret ederken, Al_2O_3 , CaO ve Sr daki tüketilmeler ise kalsiyumca zengin plajiyoklasların fraksiyonlaşmasının göstergesidir. Na_2O fraksiyonel kristalleşmenin ileri safhalarında oluşacak olan minerallerin (Na-Plajiyoklas gibi) yapısına katılacağı için artık ergiyikte artmış olması fraksiyonel kristallenmede beklenen bir durumdur. TiO_2 ve Fe_2O_3 'deki pozitif yönelim volkanik kayaların yoğun plajiyoklas kristallenmesine işaret ettiği gibi alterasyon sonucunda da ortaya çıkabilmektedir. Yoğun plajiyoklas kristallenmesi plajiyoklasın bünyesine girmeyen FeO-TiO_2 'nin artık ergiyiklerde artmasına sebep olabilmektedir (Albarède, 2003).

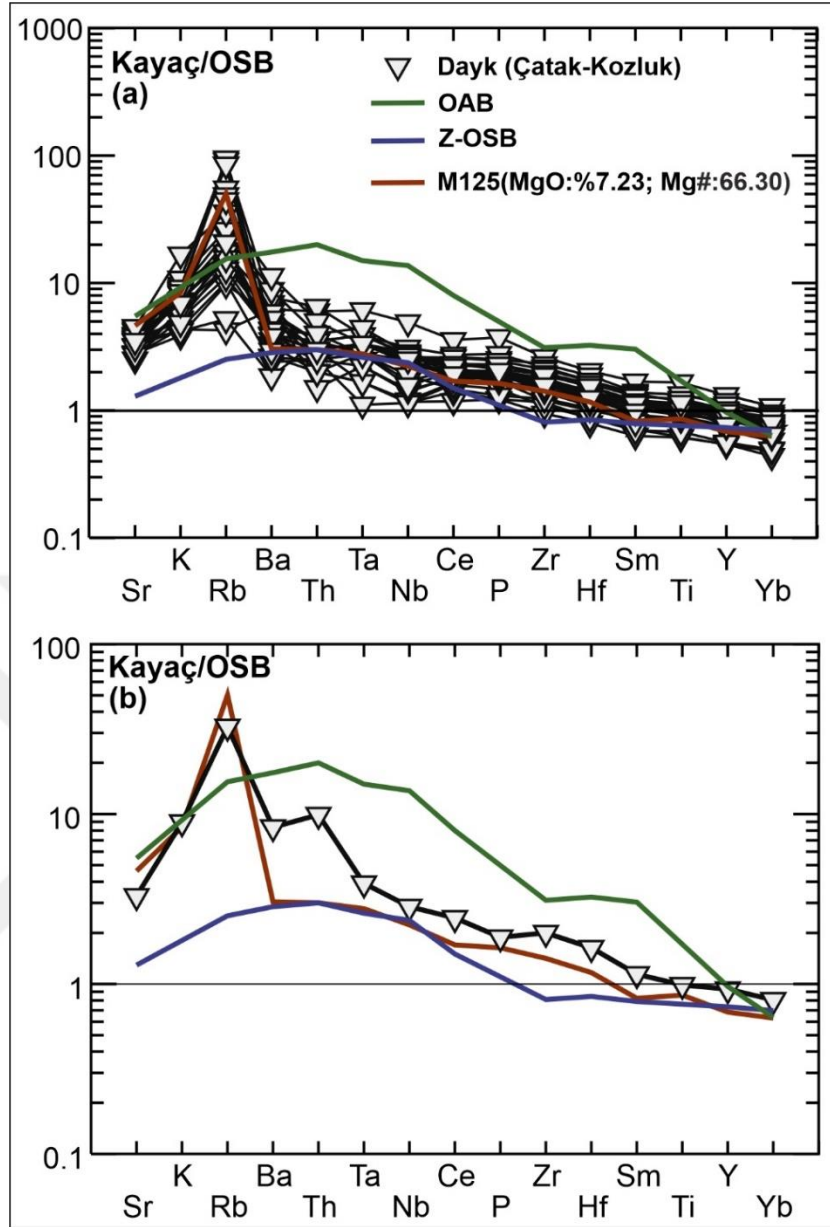


Şekil 4.59. Bitlis Masifi'ni kesen dayklara ait majör-iz element değişim diyagramları.

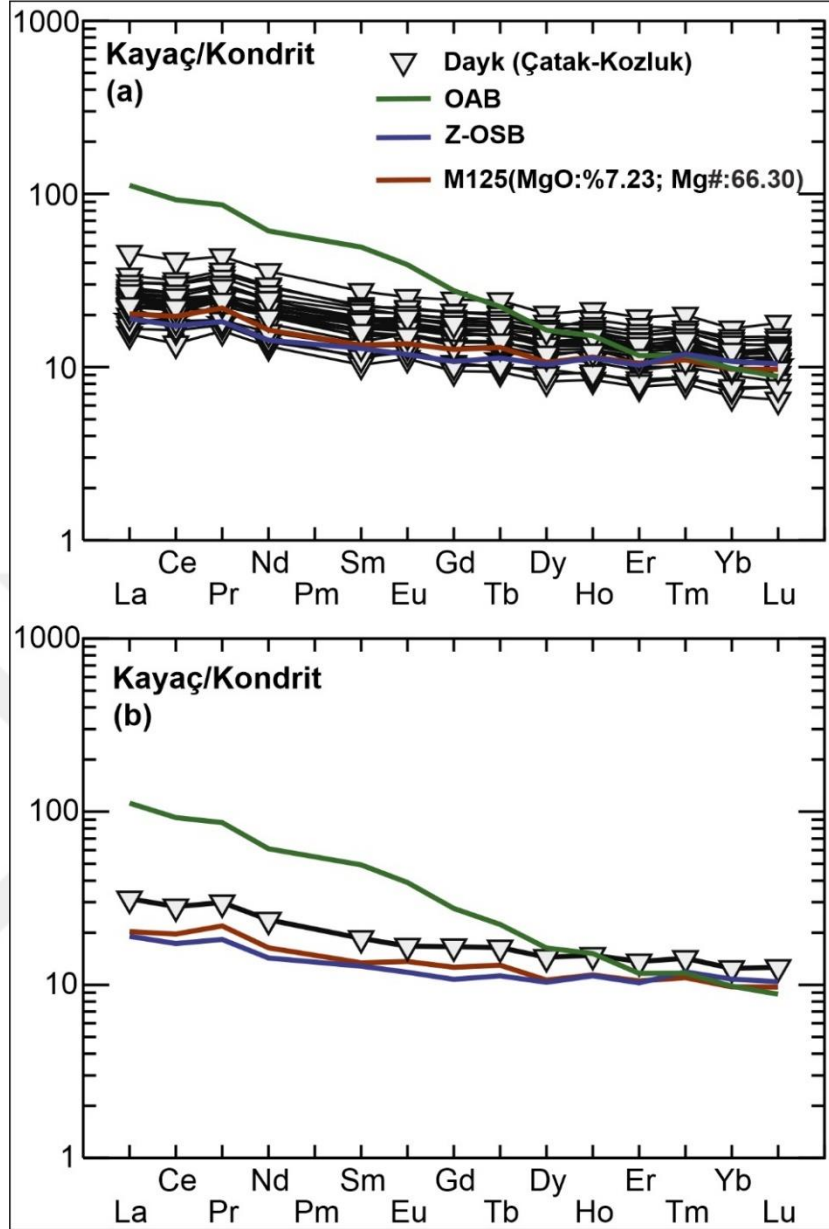
Bitlis Masifi'ni keserek yüzeylemiş olan daykları farklı tektonik ortam volkanitleriyle karşılaştırmak amacıyla iz element ve nadir toprak elementlerinin OSB'ye ve Kondrit'e göre normalize edilen değerlerinden itibaren çoklu element diyagramları çizilmiştir (Şekil 4.60, Şekil 4.61). Diyagramlara ayrıca daykların en primitif üyesi (M125), OAB, Z-OSB verileri de karşılaştırma yapabilmek için eklenmiştir.

Dayklar genel olarak hem BİY hemde YAŞ element içerikleri bakımından OSB'ye oranla zenginleşme göstermektedir. Bu zenginleşmeler BİYE'lerde YAŞE'ye göre daha belirgindir (Şekil 4.60). OSB'ye normalize diyagramlarda dayklar belirgin pozitif Rb anomalisi göstermektedir. Ortalama element değerleri ile en primitif üyenin gösterildiği şekilde ise (Şekil 4.60a) dayklar Z-OSB ile OAB arasında konumlanmakta olup yüksek Rb, Ba ve Th içerikleri ile tipiktirler.

NTE'lerin Kondrit'e göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı incelendiğinde (Şekil 4.61), daykların HNTE içerikleri bakımından ONTE ve ANTE içeriklerine oranla zenginleştiği gözlenmektedir. Bu zenginleşmeler HNTE/ANTE (La/Yb) için 2.4-10.9 arasında, ONTE/ANTE (Gd/Yb) için 1.06-1.92 arasında değişmektedir. Daykların düşük HNTE/ANTE oranları, daykların spinel içeren tüketilmiş bir manto kaynak alanından ve/veya manto kaynak alanında meydana gelen yüksek dereceli kısmi ergimelerden oluşmuş olabileceğine işaret etmektedir.



Şekil 4.60. Bitlis Masifi'ni kesen daykların (a) ve ortalama değerlerinin (b) OSB'ye normalize çoklu element diyagramları (Pearce, 1983). M125 nolu örnek en primitif üyeyi temsil etmektedir OAB; Okyanus adası bazaltı, OSB; Okyanus ortası sırtı bazaltı, Z-OSB; Zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltı. OAB ve Z-OSB değerleri Sun ve McDonough, (1989)'dan alınmıştır.

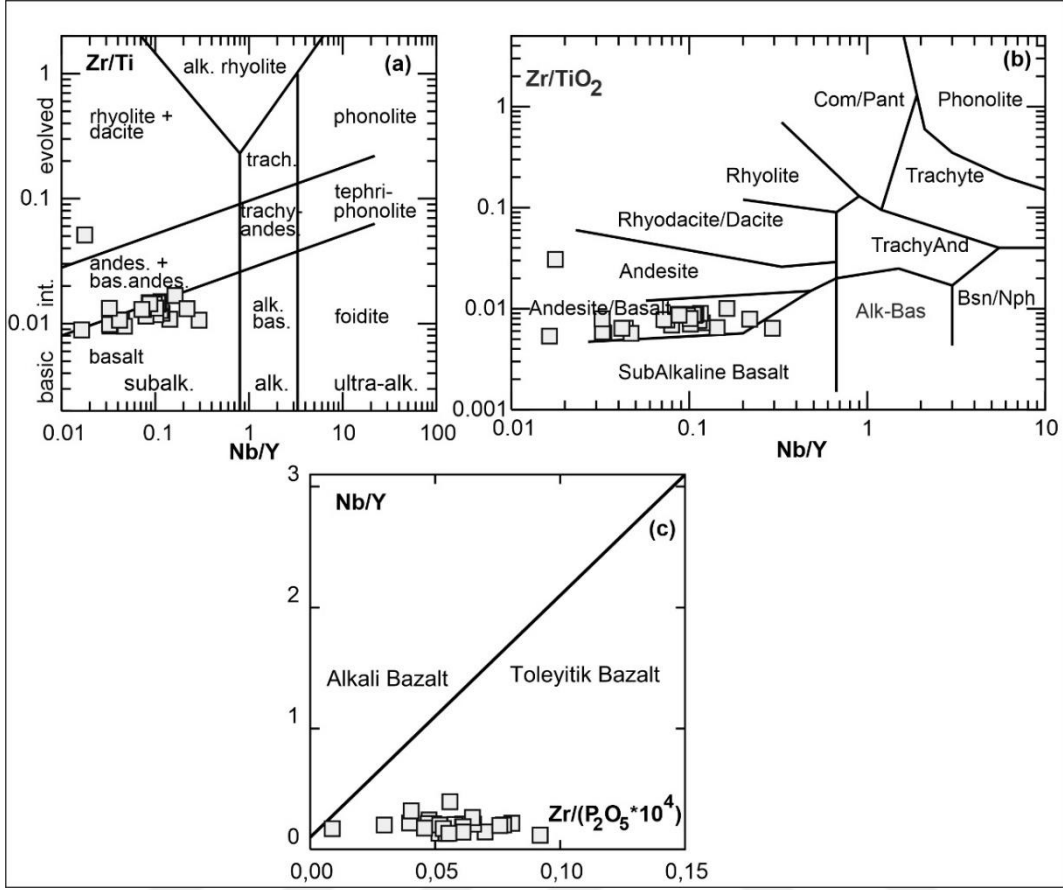


Şekil 4.61. Bitlis Masifi'ni kesen daykların (a) ve ortalama değerlerinin (b) Kondrite normalize çoklu element diyagramları (Pearce, 1983). M125 nolu örnek en primitif üyeyi temsil etmektedir OAB; Okyanus adası bazaltı, OSB; Okyanus ortası sırtı bazaltı, Z-OSB; Zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltı. OAB ve Z-OSB değerleri Sun ve McDonough, (1989)'dan alınmıştır.

4.5.3. Kozluk(Batman)-Gölbaşı(Adıyaman) arasında yüzeylenen volkaniklerin majör-iz ve nadir toprak element jeokimyası

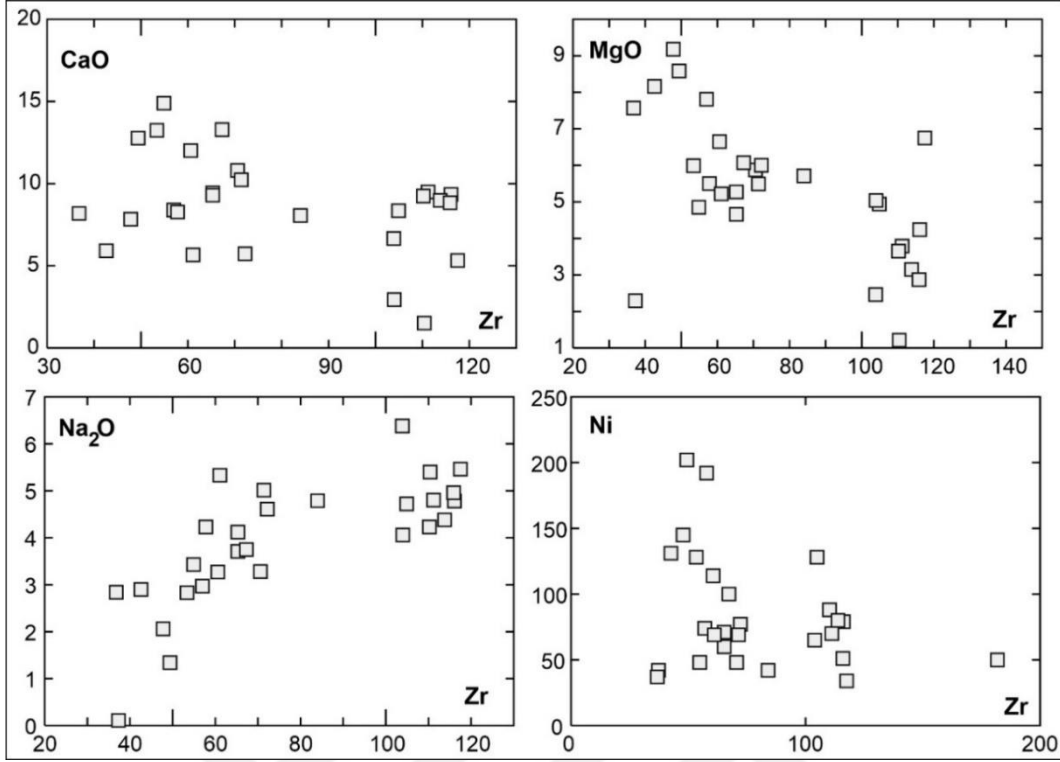
Kozluk-Gölbaşı arasından örneklenen volkanikler, Çatak-Kozluk arasındaki volkanosedimanter birliktelik içerisinde yer alan lavların batı-güneybatı uzantısını karakterize etmektedir. Kimyasal analizlerde alterasyonun bir göstergesi olan ateşte kayıp (LOI) değerleri %2.9-9.9 arasında değişmektedir. SiO₂ değerleri %46.5-59.3 (susuz bazda) arasında, MgO değerleri 2.5-9.7 (susuz bazda) arasında, mg# (Molar Mg / (Mg+Fe⁺²)) değerleri ise 40.9-70.6 arasında değişen değerlere sahiptir. Alınan örnekler için Pearce (1996) tarafından önerilen hareketsiz iz elementler kullanılarak oluşturulan Zr/Ti-Nb/Y diyagramı incelendiği zaman, örneklerin büyük bir çoğunluğunun subalkalin-toleyitik bazaltlardan oluştuğu bir örneğin ise riyolit/dasit alanına iz düştüğü görülmektedir (Şekil 4.62a).

Winchester ve Floyd (1977), tarafından önerilmiş olan Nb/Y-Zr/P₂O₅x10⁴ diyagramına göre örneklerin büyük bir kısmının andezit-bazalt sınıfında olduğu (Şekil 4.62b) ve aynı araştırmacının alkali-toleyitik ayırım diyagramında ise örneklerin tamamının subalkali-toleyitik olduğu görülmektedir (Şekil 4.62c).



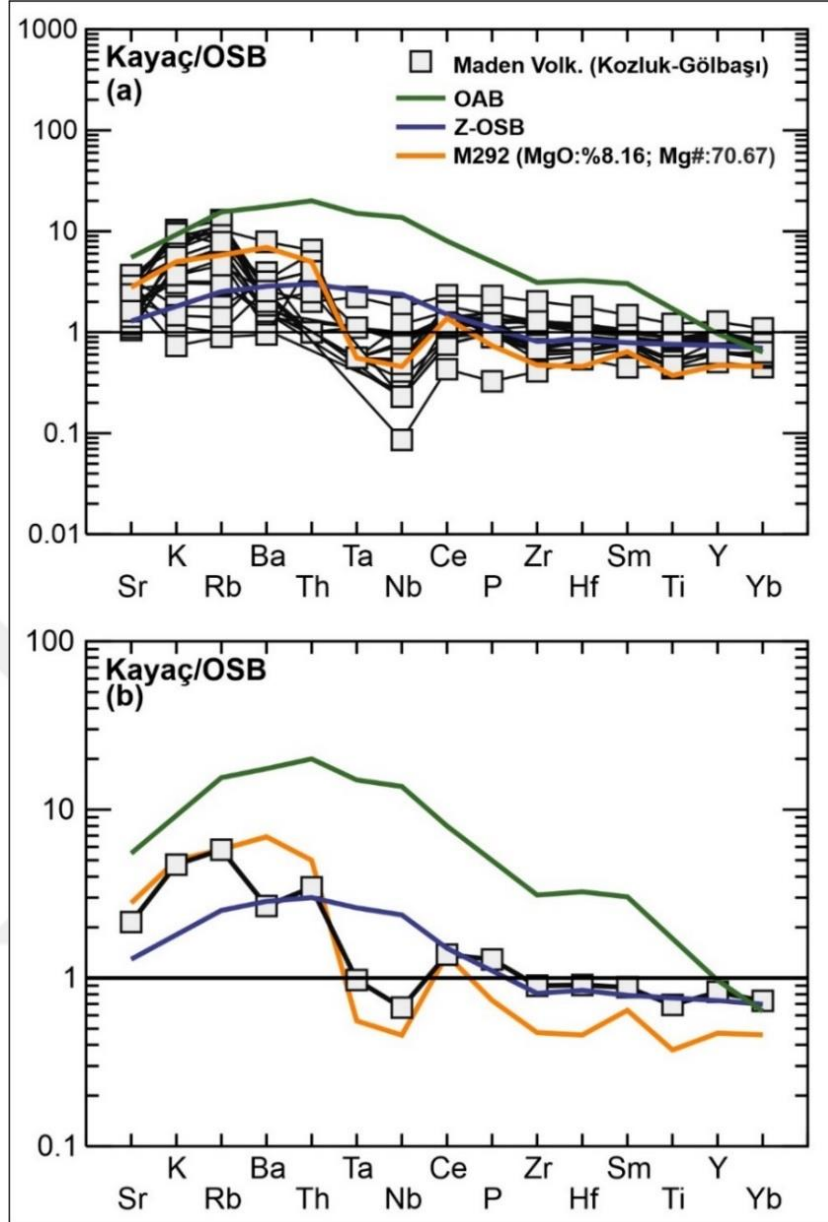
Şekil 4.62. Kozluk-Gölbaşı arasında yüzeylenen volkaniklerin, (a): Zr/Ti-Nb/Y (Pearce, 1996), (b): Zr/TiO₂-Nb/Y sınıflandırma diyagramı (Winchester ve Floyd, 1977). (c): Nb/Y-Zr/P₂O₅ x 10⁴ diyagramı (Winchester ve Floyd 1977) sınıflandırma diyagramı.

Kozluk-Gölbaşı arasında yüzeylenen Maden Kompleksi'ni temsil eden volkanikler, fraksiyonlanma indisi olarak kullanılan Zr elementinin artışına bağlı olarak MgO, CaO ve Ni içeriklerinde negatif bir yönelim Na₂O içeriklerinde ise pozitif bir trend sunmaktadır. Negatif yönelimler volkaniklerin kristallenme süreçlerinde olivin, piroksen ve Ca-Plajiyoklasların varlığını göstermektedir. Yüksek sıcaklıklarda kristallenen minerallerin bünyesine girmeyen Na₂O'nun artık ergiyikte göreceli olarak artması fraksiyonel kristallenme süreçlerinde beklenen bir durumdur (Şekil 4.63).



Şekil 4.63. Çatak-Kozluk arasında yüzeleyen Maden volkaniklerinin seçilmiş majör-iz element değişim diyagramları.

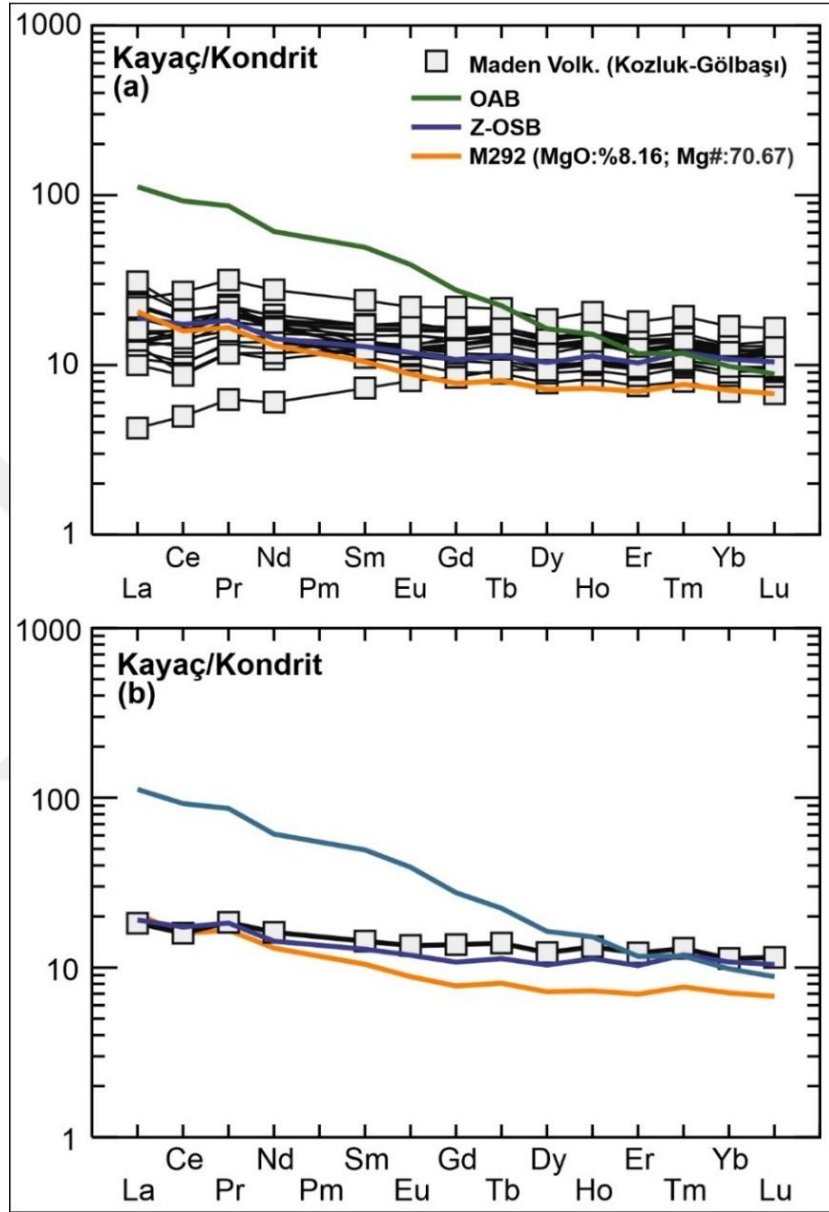
Şekil 4.64’de Kozluk-Gölbaşı arasında yüzeleyen Maden Kompleksi’ne ait volkaniklerin OSB’ye normalize edilmiş çoklu element diyagramları verilmiştir. Çoklu element desenleri volkaniklerin BİY elementler bakımından OSB’ye göre zenginleştiğini, YAŞ element içerikleri bakımından ise Nb ve Ta dışında OSB ile benzer yönelimler sunduğunu göstermektedir. Nb ve Ta elementleri ise OSB referans çizgisinin altında belirgin tüketilme göstermektedir. Bahsi geçen elementlerdeki negatif yönelimler ana magmadaki yitim bileşenine ve/veya kabuksal kirlenmeye işaret etmektedir (Pearce, 1983).



Şekil 4.64. Kozluk-Gölbaşı arasında yüzeylenen volkaniklerin (a) ve ortalama değerlerinin (b) OSB'ye normalize çoklu element diyagramları (Pearce, 1983). M292 nolu örnek en primitif üyeyi temsil etmektedir OAB; Okyanus adası bazaltı, OSB; Okyanus ortası sırtı bazaltı, Z-OSB; Zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltı. OAB ve Z-OSB değerleri Sun ve McDonough, (1989)'dan alınmıştır.

Kozluk-Gölbaşı bölgesinde yüzeylenen volkanik birimlerin NTE'lerinin Kondrit'e göre normalize edilen çoklu element diyagramları Şekil 4.5.18'de verilmiştir. Volkaniklerin La/Yb oranları 0.6-5.4 arasında Gd/Yb oranları ise 1.08-1.71 arasında

değişim göstermekte olup, bazı örneklerde HNTE'lerin, ANTE'ye oranla kısmen zenginleştiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 4.65. Kozluk-Gölbaşı arasında yüzeyleyen volkaniklerin (a) ve ortalama değerlerinin (b) Kondrite normalize çoklu element diyagramları (Pearce, 1983). M292 nolu örnek en primitif üyeyi temsil etmektedir OAB; Okyanus adası bazaltı, OSB; Okyanus ortası sırtı bazaltı, Z-OSB; Zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltı. OAB ve Z-OSB değerleri Sun ve McDonough, (1989)'dan alınmıştır.

4.6. Mineral Kimyası

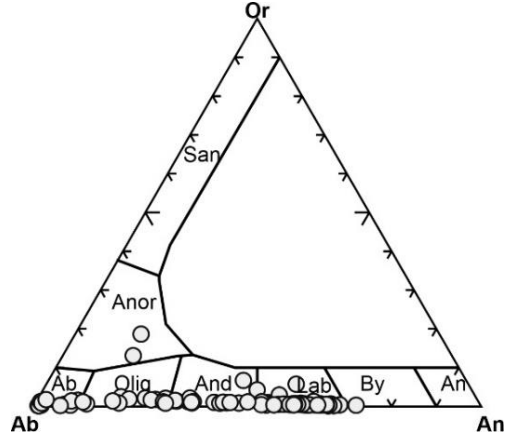
Çatak-Kozluk arasında yüzeyleyen Maden Kompleksi volkanik/subvolkanik üyelerinin mineral kimyası analizleri Ankara Üniversitesi YEBİM laboratuvarlarında JEOL JXA 8230 marka EPMA cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizler plajiyoklas, piroksen ve amfibol minerallerini kapsamaktadır (EK-4). Olivin mineralleri volkanikler içinde nadir ve altere olarak bulunduğundan olivin mineral kimyalar değerlendirilmemiştir.

4.6.1. Plajiyoklas

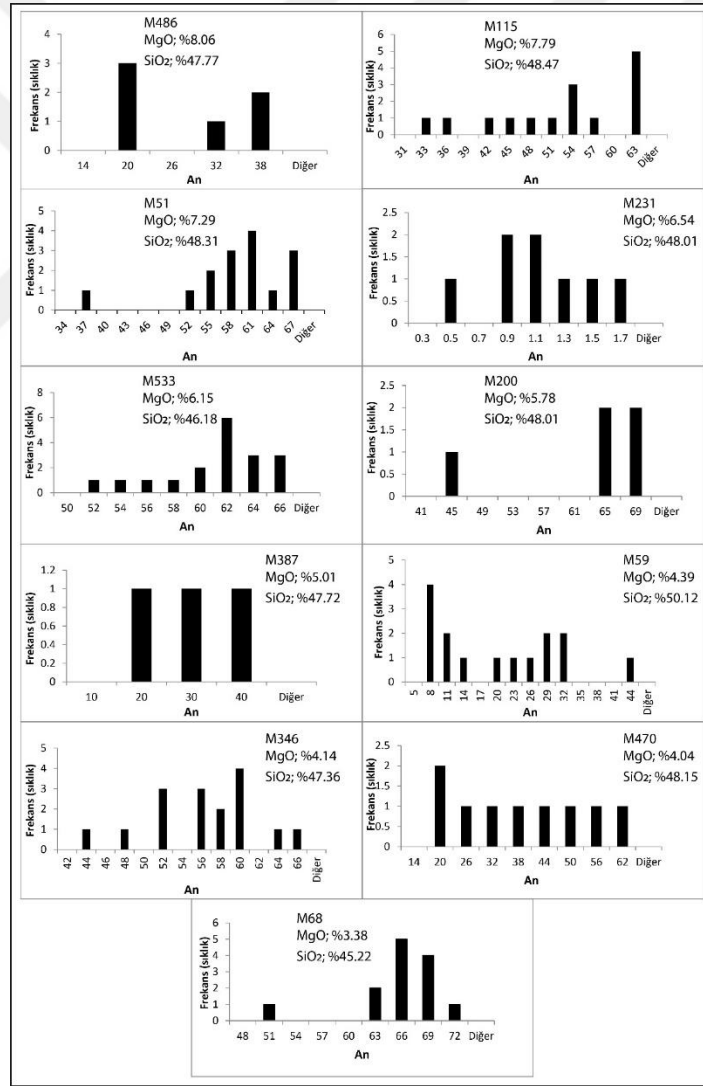
Plajiyoklas mineralleri Maden Kompleksi volkanik/subvolkanikleri içerisinde en yaygın bulunan silikat grubu mineralleri oluşturmaktadır. Analizleri yapılan mineraller çoğunlukla alterasyondan etkilenmemiş veya az etkilenmiş tanelerden seçilmiştir.

4.6.1.1. Çatak-Kozluk arasında yüzeyleyen volkaniklerin plajiyoklas kimyası

Çatak-Kozluk bölgesinde bulunan volkanosedimanter birlikteliğin içerisinde yer alan bazaltik volkanik kayaçların 11 tanesinden toplamda 124 adet ölçüm yapılmıştır. Plajiyoklaslar labradordan albite kadar değişen farklı kompozisyonlarda gözlenmektedir (Şekil 4.66). Örneklerin %An içerikleri 0.4-71 arasında değişirken, %Ab içeriği 27-99 arasında değişmektedir (Şekil 4.67). Bazı örneklerin (M59, M231) düşük % An ve yüksek % Ab oranı içerdikleri ve Na metasomatizmasına (spilitleşmeye) uğrayarak albitleştiği görülmektedir. Altere olmayan örneklerdeki plajiyoklasların merkez ve kenarlarından elde edilen % An içeriklerine göre normal zonlanma gösterdiği tespit edilmiştir.



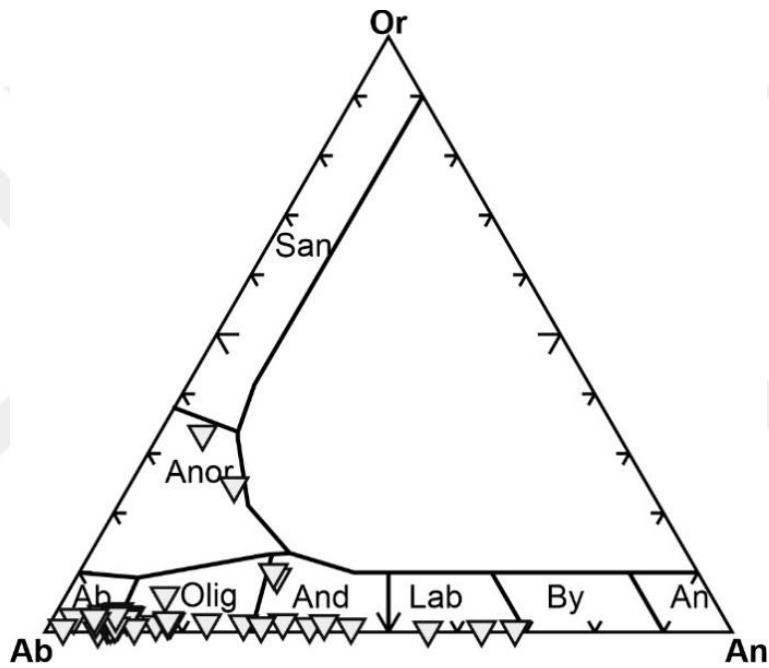
Şekil 4.66. Volkanosedimanter birliktelik içerisinde yer alan plaiyoklasların sınıflama diyagramı.



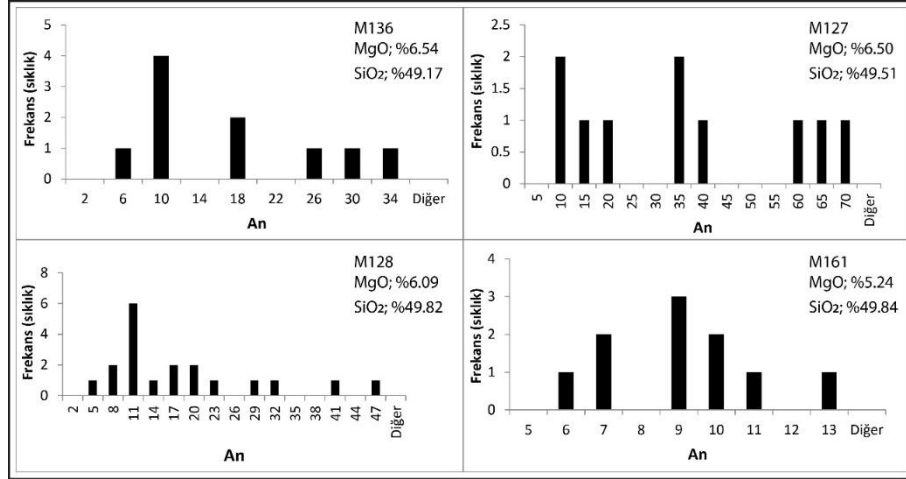
Şekil 4.67. Volkanosedimanter birliktelik içerisinde yer alan plajiyoklas minerallerinin % anortit içeriğine göre sıklık dağılım diyagramı.

4.6.1.2. Bitlis Masifi'ni kesen daykların plajiyoklas kimyası

Çatak-Kozluk bölgesinde bulunan bazaltik dayklara ait 4 örnekten toplam 49 adet ölçüm yapılmıştır. Plajiyoklaslar labradordan albite kadar değişen farklı kompozisyonlarda bulunmaktadır (Şekil 4.68). Örneklerin %An içerikleri 2-68 arasında %Ab içerikleri 31-97 arasında değişmektedir (Şekil 4.69). Plajiyoklaslardan % An içeriği düşük, % Ab oranı yüksek olan örnekler (M128) Na metosomatizmasına işaret etmektedir.



Şekil 4.68. Daykların içerisinde yer alan plajiyoklasların sınıflama diyagramı.



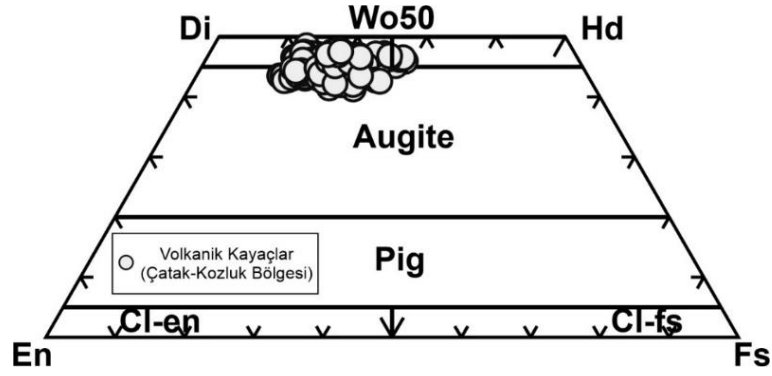
Şekil 4.69. Dayklara ait plajiyoklas minerallerinin % anortit içeriğine göre sıklık dağılım diyagramı.

4.6.2. Piroksen

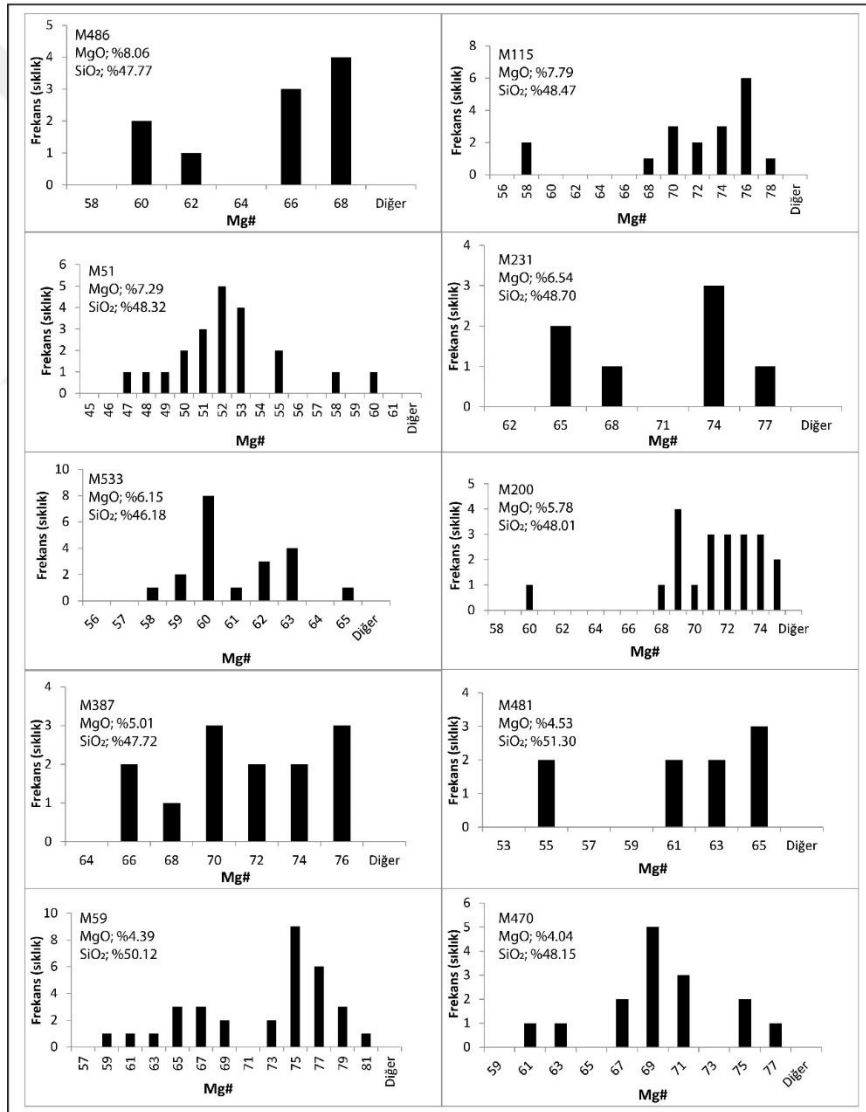
Piroksenler Maden Kompleksi volkanik/subvolkanik kayalar içerisinde yaygın olarak bulunan diğer bir silikat grubu minerali oluşturmaktadır. Analizleri yapılan mineraller çoğunlukla alterasyondan etkilenmemiş tanlerden seçilmiştir.

4.6.2.1. Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen volkaniklerin piroksen kimyası

Çatak-Kozluk bölgesinde bulunan volkanosedimanter birlikteliğin içerisinde yer alan bazaltik volkanik kayaların 10 tanesinden toplamda 168 adet ölçüm yapılmıştır. Piroksenler diyopsit ve ojit bileşiminde olan klinopiroksen olarak sınıflandırılmışlardır (Şekil 4.70). Kalsik karakter sunan klinopiroksenlerin Wo içerikleri 24-57 arasında, En içerikleri 24-46 arasında, Fs içerikleri 0-50 arasında değişmektedir. Klinopiroksenlerin % FeO ve %MgO içerikleri sırasıyla 7-30 ile 7-14 arasında değişmektedir. MgO bakımından zengin olan klinopiroksenler daha az evrimleşmiş ergiyikleri karakterize etmekte olup klinopiroksenlerin Mg# ((Mg/Mg+FeT)*100) değerleri 28-79 arasında değişmektedir (Şekil 4.71).



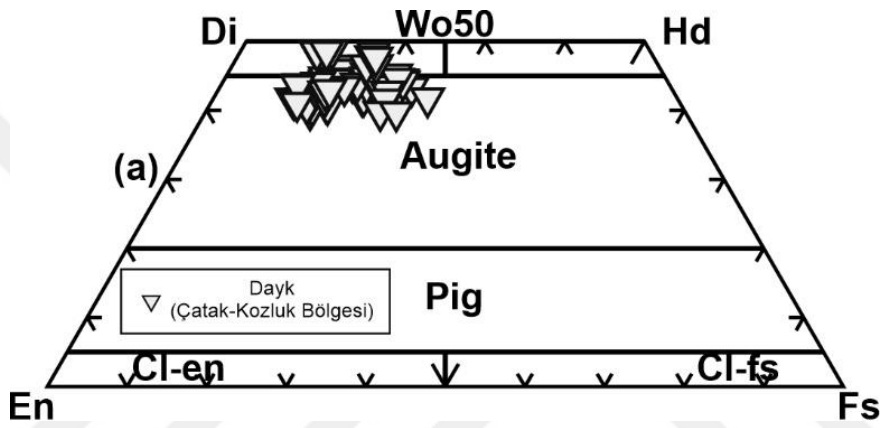
Şekil 4.70. Volkanosedimanter birliktelik içerisinde yer alan piroksenlerin Wo (wollonit), En (enstatit) ve Fs (ferrosillit) içeriklerine göre sınıflandırılması (Morimoto ve ark. 1988).



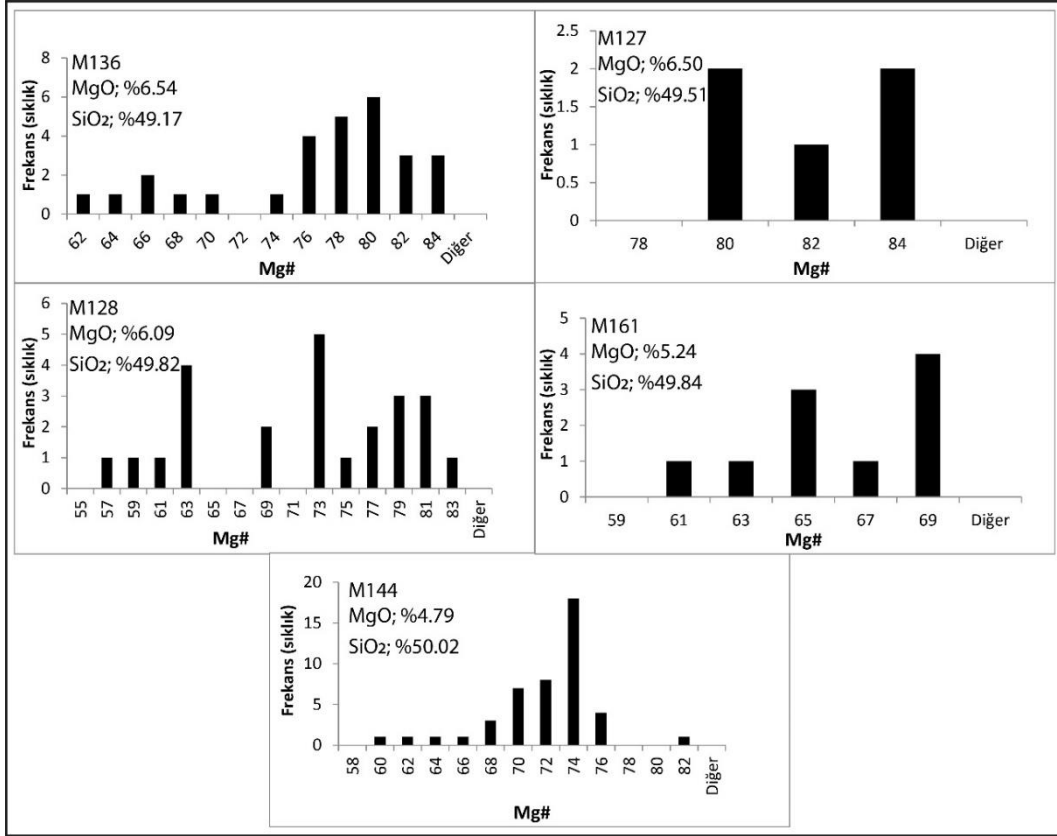
Şekil 4.71. Volkanosedimanter birliktelik içerisinde yer alan klinopiroksen minerallerinin Mg# içeriğine göre sıklık dağılım diyagramı.

4.6.2.2. Bitlis Masifi'ni kesen daykların piroksen kimyası

Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen ve Bitlis Masifi'ni kesen subvolkanik 5 dayktan toplam 112 ölçüm yapılmıştır. Piroksenler diyopsit ve ojit bileşimindedirler (Şekil 4.72). Klinopiroksenlerin Wo içerikleri 40-52 arasında, En içerikleri 33-51 arasında, Fs içerikleri 0-21 arasında değişmektedir. Klinopiroksenlerin % FeO ve %MgO içerikleri sırasıyla 5-15 ve 10-17 arasında değişmektedir (Şekil 4.73). Klinopiroksenlerin Mg# ((Mg/(Mg+FeT)*100)) değerleri 54-83 arasında değişmektedir (Şekil 4.55).



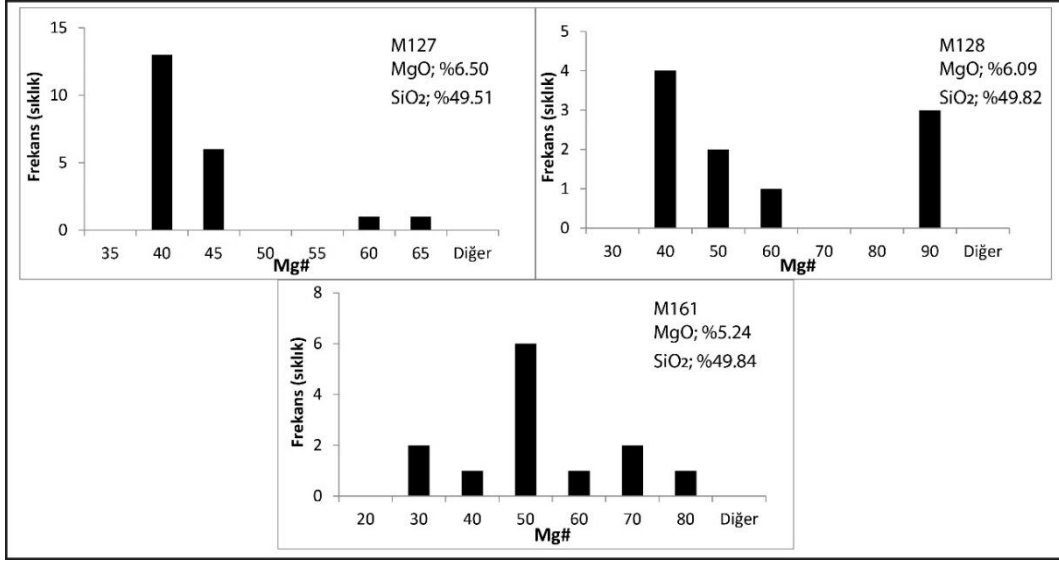
Şekil 4.72. Daykların içerisinde yer alan piroksenlerin Wo (wollöstanit), En (enstatit) ve Fs (ferrosillit) içeriklerine göre sınıflandırılması (Morimoto ve ark., 1988).



Şekil 4.73. Daykların içerisinde yer alan klinopiroksen minerallerinin mg# içeriğine göre sıklık dağılım diyagramı.

4.6.3. Amfibol

Birincil amfibol kristalleri Bitlis Masifi'ni kesen dayklar içerisinde bulunmaktadır. Toplam 5 adet örnekten 50 tane ölçüm yapılmıştır. Amfibollerin mg# ($(Mg/(Mg+FeT)*100)$) değerleri 10-93 arasında değişmektedirler (Şekil 4.74). Amfiboller magnezyum-hornblend ve magnezyum hastingsit bileşimindedirler (Leake, 1978). Dayklar içerisinde klinopiroksenlerin alterasyonundan itibaren oluşan amfibol mineralleri (uralit) yaygın olarak bulunmaktadır.



Şekil 4.74. Daykların içerisinde yer alan amfibol minerallerinin mg# içeriğine göre sıklık dağılım diyagramı.

4.7. İzotop Jeokimyası

Radyojenik izotoplar petrojenetik çalışmalarda kayaçların jeolojik oluşumu ve kaynak alanlarını araştırmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Herhangi bir magmadaki izotop oranları bu magmanın oluştuğu kaynak bölgesinin özelliklerini göstermektedir. Bu izotop oranları sonraki fraksiyonlaşma olayları ile değişmeden kalabildiği için, her bir kaynak kendine özgü izotopik bileşime sahiptir ve bu da farklı kaynakların rahat bir şekilde tanınabilmesine olanak tanımaktadır. Bu mantıktan yola çıkılarak kayaçların izotopik bileşimleri, farklı kaynaklar arasındaki karışım ve kontaminasyon gibi evrimleşme süreçleri hakkında bilgi edinmemize yardımcı olmaktadır. Tez kapsamında volkanosedimanter birliktelik içerisinde yer alan volkanikleri, Bitlis Masifi'ni kesen daykları ve Bitlis Masifi şistlerini karakterize eden toplam 23 örneğin Sr, Nd ve Pb izotop analizi gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4.1). Tüm volkanik örneklerin Sr-Nd-Pb izotop bileşenleri 45 milyon yıla göre doğrulanmış ve ilksel izotop bileşimleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.1).

Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen 13 volkanik örneğin ilksel $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ve $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ izotop bileşimleri sırasıyla 0.703376-0.707072, 0.512719-0.512987, 18.2080-19.9003, 15.5259-15.7077, 38.0787-38.9495 arasında değişmektedir. Kozluk-Gölbaşı arasında yüzeylenen volkanikleri karakterize

eden 2 örneğin ilksel $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ve $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ izotop bileşimleri ise 0.703986-0.704515, 0.512854-0.512963, 19.6848-19.8567, 15.9141-16.0271 ve 39.7192-40.1323 arasında değişim göstermektedir. Bitlis Masifi'ni kesen ve Maden sisteminin bir parçası olarak değerlendirilen 6 adet subvulkanik örneğin ilksel $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ve $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ izotop bileşimleri 0.705770-0.709647, 0.512859-0.513000, 18.3022-19.6371, 15.5860-15.6802 ve 38.2974-40.0916 arasındadır.

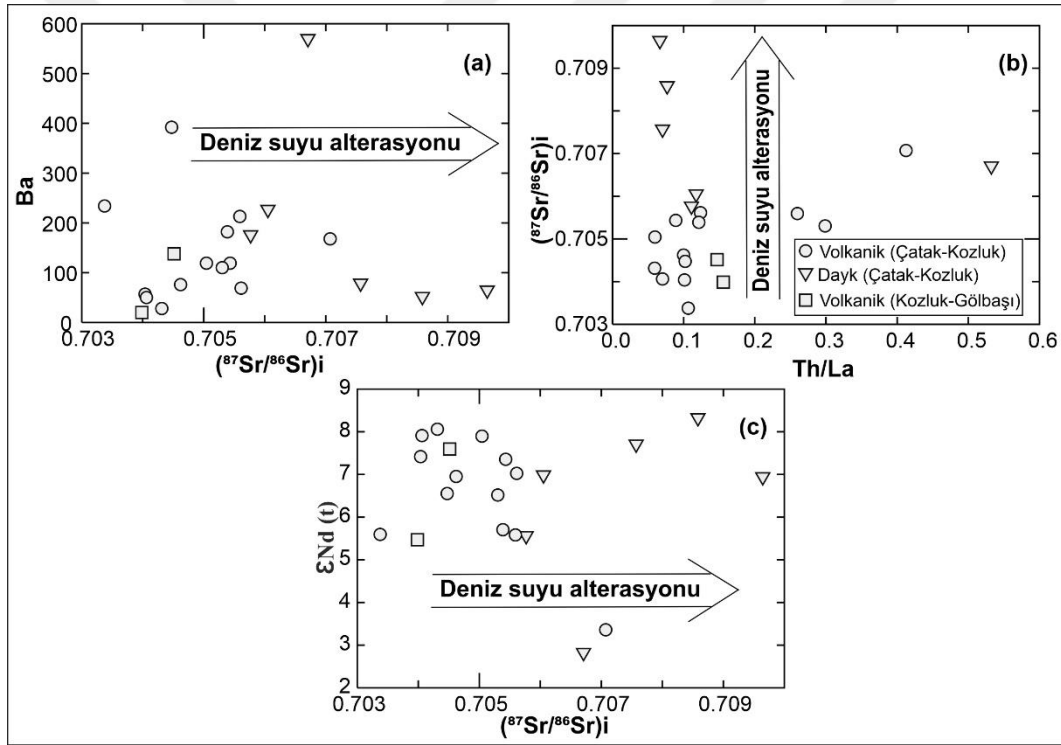


Çizelge 4.1. Maden Kompleksine ait volkanik/subvolkanik örneklerin Sr-Nd-Pb içerikleri.

Örnek	Kaya Türü	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁴ Pb	(²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb) _i	(²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁴ Pb) _i	(²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁴ Pb) _i	(⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr) _i	(¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd) _i	ε Nd(T)	ε Sr(T)
Çatak-Kozluk		± 2σ	± 2σ										
M38	Bazalt	0.703484 ±9	0.512912 ±10	18.4850	15.6084	38.4982	18.3906	15.6040	38.3974	0.703376	0.512860	5.6	-14.4
M55	Bazalt	0.704744 ±10	0.512982 ±9	18.6620	15.5544	38.3048	18.5859	15.5508	38.1797	0.704622	0.512930	7.0	3.5
M64	Bazalt	0.704165 ±9	0.513007 ±10	18.2974	15.5301	38.1962	18.2080	15.5259	38.0787	0.704038	0.512954	7.4	-4.8
M98	Bazalt	0.705631 ±11	0.512986 ±11	18.4667	15.5931	38.4537	18.3842	15.5892	38.3362	0.705613	0.512934	7.0	16.1
M105	Bazalt	0.704326 ±16	0.513040 ±10	18.4023	15.5934	38.4316	18.3670	15.5917	38.3910	0.704314	0.512987	8.1	-2.5
M106	Bazalt	0.704224 ±10	0.513034 ±9	18.5005	15.6302	38.5970	18.4828	15.6294	38.5679	0.704062	0.512979	7.9	-3.9
M197	Bazalt	0.704486 ±10	0.512961 ±10	18.5991	15.6489	38.7234	18.5981	15.6489	38.7228	0.704474	0.512909	6.6	-0.2
M199	Baz. And.	0.705481 ±11	0.513001 ±10	18.6244	15.6228	38.6939	18.5378	15.6187	38.5445	0.705433	0.512951	7.4	13.9
M201	Trakit	0.707754 ±22	0.512903 ±10	18.4902	15.6339	38.5827	18.3988	15.6296	38.4282	0.705593	0.512860	5.6	46.2
M472	Bazalt	0.705387 ±15	0.512958 ±9	18.8494	15.7085	38.9881	18.7193	15.7024	38.8293	0.705304	0.512908	6.5	12.6
M483	Bazalt	0.707127 ±12	0.512793 ±8	18.8288	15.7138	38.9716	18.6895	15.7073	38.8205	0.707072	0.512746	3.4	37.3
M486	Bazalt	0.705095 ±7	0.513029 ±2	18.9165	15.7084	38.9708	18.9003	15.7077	38.9495	0.705045	0.512978	7.9	8.4
M493	Baz. And.	0.705745 ±15	0.512912 ±3	18.7911	15.6645	38.8094	18.7389	15.6621	38.7457	0.705388	0.512866	5.7	17.7
Kozluk-Gölbaşı													
M291	Bazalt	0.703991 ±9	0.512903 ±5	19.9484	16.0314	40.2530	19.8567	16.0271	40.1323	0.703986	0.512854	5.5	-7.2
M292	Bazalt	0.704586 ±4	0.513014 ±10	19.7994	15.9195	39.9076	19.6848	15.9141	39.7192	0.704515	0.512963	7.6	1.2
Dayk													
M134	Bazalt	0.708106 ±10	0.513024 ±10	19.1747	15.6263	39.4640	19.1747	15.6263	39.3883	0.707571	0.512969	7.7	51.2
M135	Bazalt	0.708971 ±9	0.513055 ±10	19.6657	15.6815	40.1386	19.6371	15.6802	40.0916	0.708585	0.513000	8.3	63.5
M144	Bazalt	0.706311 ±9	0.512983 ±10	18.4010	15.5906	38.4057	18.3022	15.5860	38.2974	0.706054	0.512932	7.0	25.7
M147	Bazalt	0.705996 ±10	0.512908 ±9	18.5913	15.6371	38.8326	18.4805	15.6319	38.6870	0.705770	0.512859	5.6	21.2
M203	Rylt./Dst.	0.707138 ±10	0.512767 ±10	18.8015	15.6754	38.9618	18.5629	15.6642	38.7297	0.706709	0.512719	2.8	37.4
M226	Bazalt	0.710392 ±10	0.512985 ±10	18.7001	15.6015	38.8136	18.6547	15.5994	38.7540	0.709647	0.512930	6.9	83.6
Bitlis Masifi													
M91	Şist	0.716167 ±18	0.511963 ±10	19.7482	16.1823	40.6085	19.3259	16.1616	40.1435	0.715680	0.511849	-11.6	165.6
M124	Şist	0.726142 ±4	0.511958 ±9	19.3621	15.9566	40.0109	18.1138	15.8954	38.3876	0.715000	0.511844	-11.7	307.2

*Standart hatalar son bir veya iki basamağa aittir (ör: 0.000005).

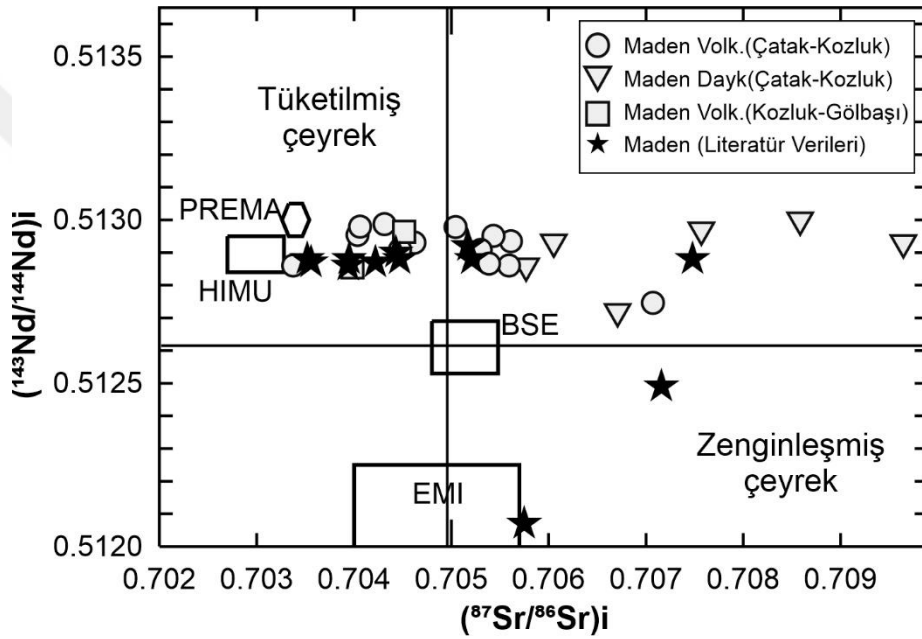
Jeokimya bölümünde belirtildiği üzere Çatak-Kozluk arasında yüzeyleyen Maden Kompleksi volkanikleri yitim bileşeninden bağımsız iz element içeriklerine sahiptir. Bu sebepten dolayı dayklarda ve bazı volkaniklerde gözlenen yüksek $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ içerikleri deniz suyu alterasyonuna veya kabuksal kirlenmeye işaret etmektedir. Deniz tabanında meydana gelen alterasyonun varlığını tartışabilmek amacıyla Şekil 4.75 oluşturulmuştur. Ba, Th, La gibi elementler deniz suyu alterasyonunda duraylı davranırken $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotop oranları ise alterasyonun/kirlenmenin etkisi ile zenginleşebilmektedir (Qian ve ark., 2020). Yüksek radyojenik Sr izotop oranları ile karakterize olan dayklarda deniz suyu alterasyonunun ve/veya kabuksal kirlenmenin varlığı volkanik birimlere oranla daha belirgindir (Şekil 4.75).



Şekil 4.75. Maden volkanik/subvolkaniklerine ait (a); $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ -Ba (Qian ve ark., 2020), (b); Th/La- $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ (Martins ve ark. 2017), (c); $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ - ϵNd (Martins ve ark. 2017; Jiang ve ark., 2021) diyagramları.

Nd, Sr'ye oranla deniz suyu/hidrotermal alterasyon sırasında immobil davranıp $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ oranları manto kaynak alanını yorumlamada kullanışlıdır (Faure ve Mensing, 2004). Maden Kompleksine ait volkanik/subvolkanik birimlerin $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$ oranları genellikle birbirine yakın değerlere sahip olup $\epsilon\text{Nd}(t)$ değerleri 2.3-8 arasında

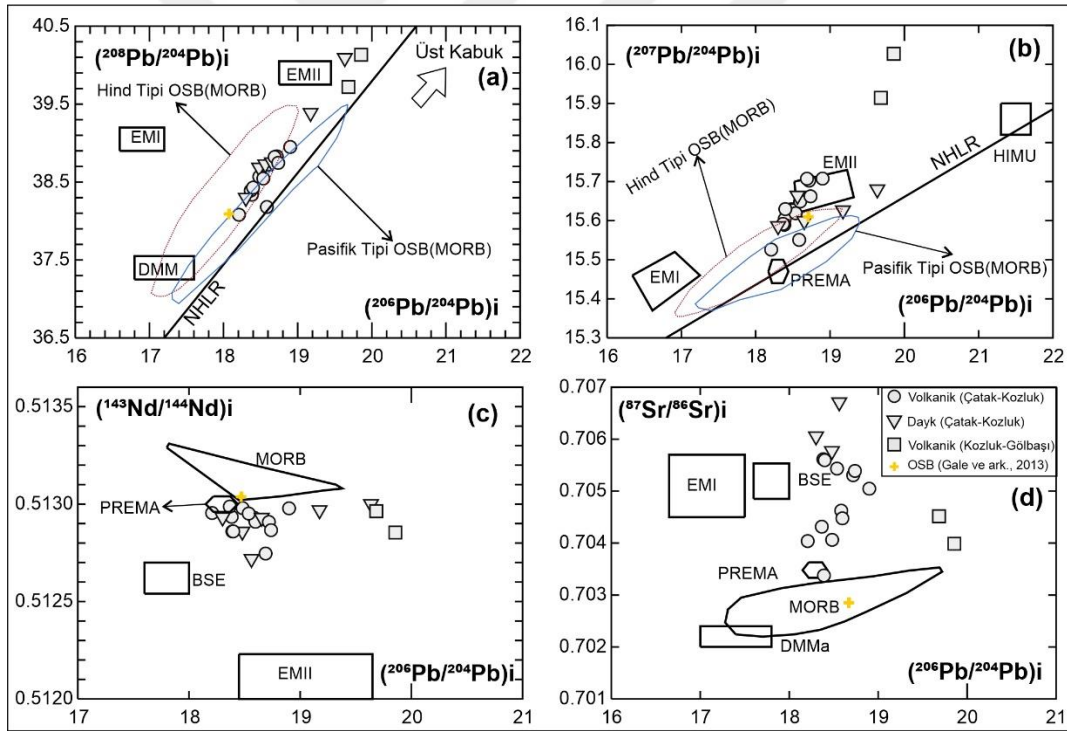
değişmektedir (Çizelge 4.1). Düşük $\epsilon\text{Nd}(t)$ değeri Maden sistemi içerisinde bulunan en çok evrimleşmiş örneği temsil etmektedir. Volkanik/subvolkanik kayaların ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ i)-($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)i izotop bileşimleri Ertürk ve ark. (2018)'den alınan Maden kompleksi'ne ait literatür verileri ile birlikte Şekil 4.76 üzerine iz düşürülmüştür. Volkanosedimanter birlikte içerisinde yer alan örneklerin (Çatak-Gölbaşı) bir kısmı diyagram üzerinde tüketilmiş manto alanında konumlanırken, geri kalan kısmı Bitlis Masifi'ni kesen dayklar ile birlikte yüksek radyojenik Sr izotop içerikleri karakterize olan ada yayı volkanikleri ve altere okyanus bazaltları ile temsil edilen sağ üst alanda konumlanmıştır.



Şekil 4.76. Maden volkanik/subvolkaniklerinin ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)i- $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)i izotop korelasyon diyagramı. Maden Kompleksi literatür verileri; Ertürk ve ark. (2018)'den, manto kaynak alanları Zindler ve Hart (1986)'dan alınmıştır (BSE: Toplam yerküre, EMI-II:Zenginleşmiş manto, HIMU: Yüksek μ manto, PREMA: Yaygın manto).

U ve Pb hidrotermal alterasyon sırasında mobil elementlerdir (Faure ve Mensing, 2005). Özellikle alterasyon sırasında kayalara U girdisi olduğunda $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ oranlarında zenginleşme meydana gelir. Th ise hidrotermal alterasyon sırasında immobil davranır bunun yanı sıra ^{235}U ' in de kayaç içerisinde düşük konsantrasyonlarda bulunması $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ve $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ oranlarının magmatik kayaçların manto kaynak alanlarını belirlemede kullanışlı olmasına sebebiyet verir (Hauff ve ark., 2003; Liu ve ark., 2013). Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen Maden Kompleksi volkanik/subvolkaniklerinin

tamamı Kuzey Yarım Küre Referans çizgisi üzerinde konumlanmış olup büyük çoğunluğu OSB benzeri manto kaynağına işaret etmektedir (Şekil 4.77a, b). Ancak bazı örnekler yüksek $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ve $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ oranları ile EMII olarak adlandırılan zenginleşmiş manto kaynağına doğru yönelimler sunmaktadır. Kozluk-Gölbaşı arasında yüzeylenen volkanikleri temsil eden 2 örnek ise Çatak-Kozluk arasında yüzeylenenlere göre kısmen daha yüksek Pb izotop oranlarına sahiptir (Şekil 4.77a, b). Maden'i karakterize eden magmatikler Nd ve Pb izotop içerikleri açısından OSB benzeri bir manto kaynak alanına benzer kompozisyonlar sunarken (Şekil 4.77c) Sr-Pb izotop bileşimleri bakımından ise OSB ve EMII manto kaynak alanları arasında konumlanmışlardır (Şekil 4.77c). EMII tipi manto kaynak alanı, kabuksal kirlenmeye, manto kaynak alanında kıtadan türeyen bileşenlerin varlığına veya üst mantoda var olan sediment katkısına işaret etmektedir.



Şekil 4.77. Maden volkanik/subvolkaniklerinin, a) $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, b) $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, c) $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, d) $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ izotop korelasyon diyagramları (OSB: Okyanus Sırtı Bazaltı, BSE: Toplam yerküre, DM: Tüketilmiş manto, EM I-II: Zenginleşmiş manto, HIMU: Yüksek μ manto, PREMA: Yaygın manto, NHLR: Kuzey yarımküre referans çizgisi).



5. TARTIŞMA

Tartışma bölümünde, elde edilen tüm veriler değerlendirilerek Maden Kompleksi'nin Eosen dönemindeki petrolojik ve tektonik evrimine yönelik yaklaşımlarda bulunulmuştur.

5.1. Kristallenme Koşulları

Magmatik kayaçların kristallenme koşullarını ortaya koyabilmek için literatürde kullanılan birçok metod bulunmaktadır. Bu metodlar çeşitli mineral birlikteliklerinin ya da mineral-ergiyik (liquid) birlikteliklerinin denge koşullarında oluşmuş olması temeline dayanarak geliştirilmiştir. Maden volkanizmasını oluşturan volkanik birimlerin ve daykların kristallenme sıcaklık ve basınçlarını ortaya koyabilmek amacıyla klinopiroksen ve amfibol minerallerinden itibaren değerlendirmeler yapılmıştır. Mineral kimyası analizleri sırasında volkaniklerin/subvolkaniklerin ergiyik bileşimini yansıtacak uygun volkancamı analizinin elde edilememesi sebebiyle ergiyik bileşimi olarak volkanik kayaçların tüm kaya analizleri kullanılmıştır. Basınç ve sıcaklık hesaplamalarında piroksenler için Putirka (2008), amfiboller için ise Putirka (2016), Ridolfi ve ark. (2010) ve Holland ve Blundy (1994), formülasyonları uygulanmıştır. Bu formülasyonların seçilmesinin sebebi literatürde var olan çok geniş bir deneysel veriyi içermesinden kaynaklanmaktadır. Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen volkanik kayaçların oluşmuş olabilecekleri sıcaklık ve basınç değerleri Çizelge 5.1'de verilmiştir. Maden volkaniklerinin klinopiroksen kristallenme sıcaklıkları genel olarak 1125-1260°C arasında değişmektedir. Ancak hesaplanan sıcaklıklar genellikle 1150-1225°C arasında yoğunlaşmaktadır (Şekil 5.1). Kristallenme sıcaklıklarına karşılık gelen basınç koşulları ise 1.6-10.8 Kbar arasında değişmekte olup 4-9 Kbar arasında yoğunlaşmıştır (Şekil 5.1). Daykların, piroksen ve amfibol kimyası temelinde hesaplanan kristallenme sıcaklık ve basınç değerleri Çizelge 5.2' de verilmiştir. Klinopiroksenlerin kristallenme sıcaklıkları 1076-1215°C arasında değişmekte olup Maden volkaniklerine benzer şekilde 1125-1225°C arasında yoğunlaşmaktadır (Şekil 5.2a). Kristallenme basınç ve sıcaklıklarının aynı kayaç içerisinde farklı değerler gösterdiği diyagramlar üzerinde görülebilmektedir.

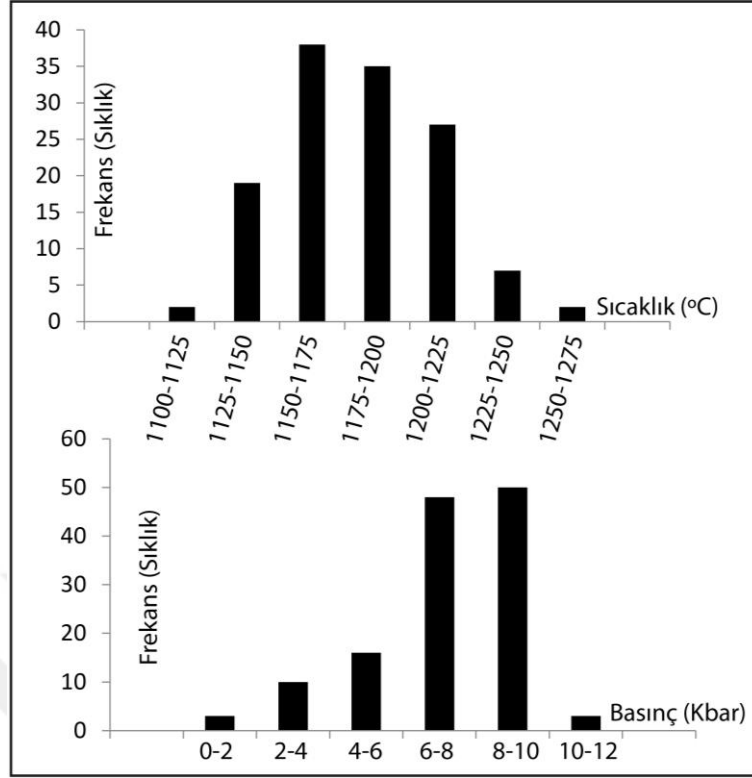
Bu durum kayacın magmanın derinlerden itibaren yüzeye ulaşınca kadar farklı derinliklerde kristallenmeye devam etmesi ile ilişkilidir.

Çizelge 5.1. Volkanik kayaların piroksen kimyası kullanılarak elde edilen kristallenme koşulları.

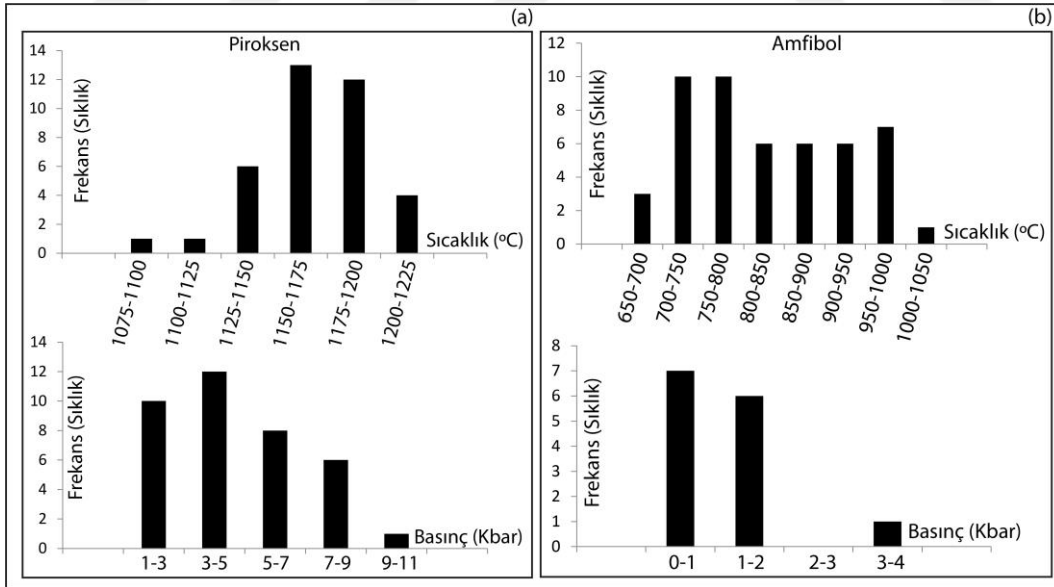
Metot				Sıcaklık (°C)	Basınç (Kbar)
				Putirka (2008), Eq.33 Prx-Liq	Putirka (2008), Eq.30 Prx-Liq
Örnek	MgO	SiO₂	Mg#		
M51	7.29	48.32	62.16	1129-1153	2.2-5.1
M115	7.79	48.47	70.05	1191-1217	7.0-9.7
M200	5.78	48.01	69.57	1181-1215	5.5-8.9
M59	4.39	50.12	48.38	1130-1164	3.4-7.2
M144	4.79	50.02	58.58	1140-1188	3.8-9.0
ORB8	6.15	46.18	60.37	1162-1260	1.6-10.8
M387	5.01	47.72	54.55	1142	3.6
M486	8.06	47.77	68.81	1125-1140	1.3-3.8

Çizelge 5.2. Daykların piroksen ve amfibol kimyası kullanılarak elde edilen kristallenme koşulları.

Metot	Sıcaklık (°C)					Basınç (Kbar)		H ₂ O	ΔNNO	fO ₂
	Putirka (2008) Eq.33 Prx-Liq	Ridolfi ve ark. (2010) Amfibol	Putirka (2016) Amfibol - Pressure dep.	Putirka (2016) Amfibol - Pressure in dep.	Holland ve Blundy(1994) Amfibol-Plajiyoklas	Putirka (2008) Eg. 30 Prx-Liq	Ridolfi ve ark. (2010) Al in Hornbled			
Örnek										
M127	1076-1170	784-990	767-916	751-925	726-1023	1.2-4.7	0.6-1.2	2.7-4.4	(0.4)-(1.8)	(-12.4)-(-10)
M128	1141-1215	922-936	778-898	773-913	-	1.8-9.4	0.7-1.6	3.5-5.4	(-11.4)-(-9.3)	(-0.1)-(-2.3)
M136	1145-1169	959	962	980	812	2.1-4.8	3.3	5.3	(-1.6)	(-9.2)
M161	1102-1148	733-856	705-852	681-750	719 -834	1.9-4.3	0.2-1.3	2.2-5.7	(0.6)-(3.3)	(-13.9)-(-12.1)



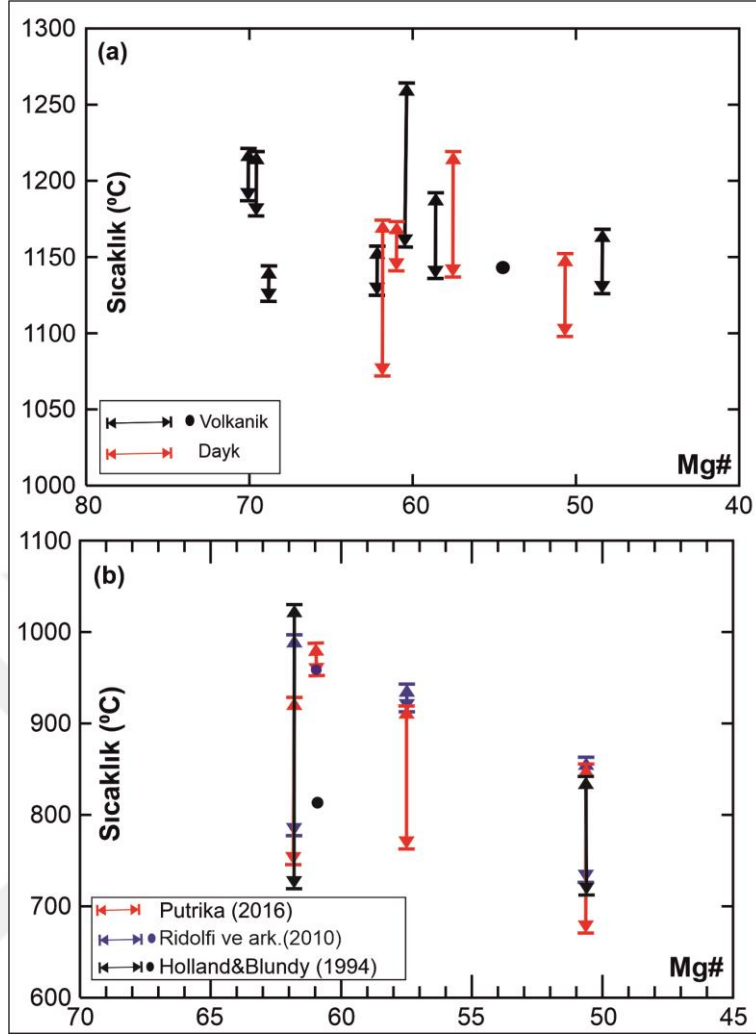
Şekil 5.1. Volkanik kayaların piroksen kimyası kullanılarak elde edilen kristallenme koşulları.



Şekil 5.2. Daykların, piroksen (a) ve amfibol (b) kimyası kullanılarak elde edilen kristallenme koşulları.

Kristallenme basınç değerleri ise 1-9 Kbar arasında değişmektedir (Şekil 5.2a). Dayklara ait amfibollerin kristallenme koşullarını belirlemek amacıyla Holland ve Blundy (1994), Ridolfi (2010) ve Purtika (2016) formülasyonları kullanılmıştır. Genel olarak farklı metodlar kullanılarak elde edilen amfibol kristallenme sıcaklıkları birbirine yakın değerler sunmaktadır. Elde edilen sıcaklıklar Ridolfi ve ark. (2010)'a göre 733-990°C arasında, Holland ve Blundy (1994)' e göre 719-1023°C arasında, Putirka (2016)'ya göre ise 681-980°C arasında değişmektedir (Çizelge 5.2). Şekil 5.2b'de sıcaklıklar 700-1000 °C arasında önemli pikler oluşturmuş ve amfibollerin genellikle bu aralıktaki sıcaklıklarda kristallenmiş olduğuna işaret etmektedir. Kristallenme basınç koşulları ise 0.2-3.3 Kbar arasındadır. Amfibol kimyası kullanılarak elde edilen magma H₂O içeriği % 2.2-5.7 arasında oksijen fugasiteleri ise NNO (nikel-nikel-oksit) tamponuna karşılık gelen, -2.3 ile -13.9 arasında değişmektedir. Mineral kimyası kullanılarak elde edilen sıcaklıkların evrimleşmeye bağlı olarak değişip değişmediğini gözlemleyebilmek amacıyla tüm kayaç magnezyum numarasının (mg#) evrimleşme indeksi olarak kullanıldığı sıcaklık-mg# diyagramları oluşturulmuştur (Şekil 5.3). Volkanik kayaçların piroksen kristallenme sıcaklıkları genellikle mg#' nin azalışına bağlı olarak göreceli bir düşüş göstermektedir (Şekil 5.3a). Ancak elde edilen en yüksek sıcaklık değeri mg# ~60 olan örnekten elde edilmiştir. Dayklardaki piroksenlerin kristallenme sıcaklık aralığı göz önünde bulundurulduğunda mg#'nin azalışına bağlı olarak belirgin bir azalma gözlenmemektedir. Ancak kristallenme tavan sıcaklıkları temel alındığında düşük mg# içeriğine doğru bir azalmanın varlığı söz konusudur (Şekil 5.3a).

Amfibol kimyası kullanılarak elde edilen kristallenme sıcaklıkları Şekil 5.3b'de verilmiştir. Farklı metodlardan (Holland ve Blundy, 1994; Ridolfi ve ark. 2010; Purtika, 2016) elde edilen kristallenme sıcaklık aralıkları birbirleri ile uyumludur. Putirka (2016), formülasyonu kullanılarak elde edilen sıcaklıklar genellikle diğer iki metoda oranla daha düşük sıcaklıklar sunmaktadır. mg#'nin azalışına bağlı olarak amfibol sıcaklıkları belirgin azalma göstermektedir.



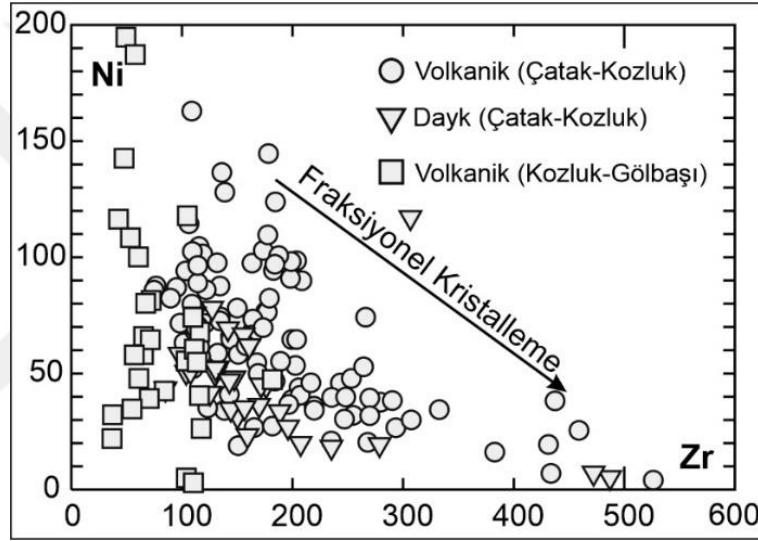
Şekil 5.3. Volkaniklerin ve daykların piroksen (a), daykların amfibol (b) kristallenme sıcaklıklarının mg#'ye karşı değişim diyagramları.

5.2. Fraksiyonel Kristallenme

Jeokimya bölümünde oluşturulan ana-iz element değişim diyagramları (Şekil 4.52, Şekil 4.53, Şekil 4.59, Şekil 4.63) Maden volkaniklerinin evrimleşmesinde plajiyoklas, klinopiroksen ve olivin minerallerinin rolü hakkında önemli ipuçları sunmuştur. Bu başlık altında ise kompleksi oluşturan volkanik/subvolkaniklerin fraksiyonel kristallenme süreçleri hakkında daha ayrıntılı yorumlamalar, oluşturulan çeşitli diyagramlar aracılığıyla gerçekleştirilecektir.

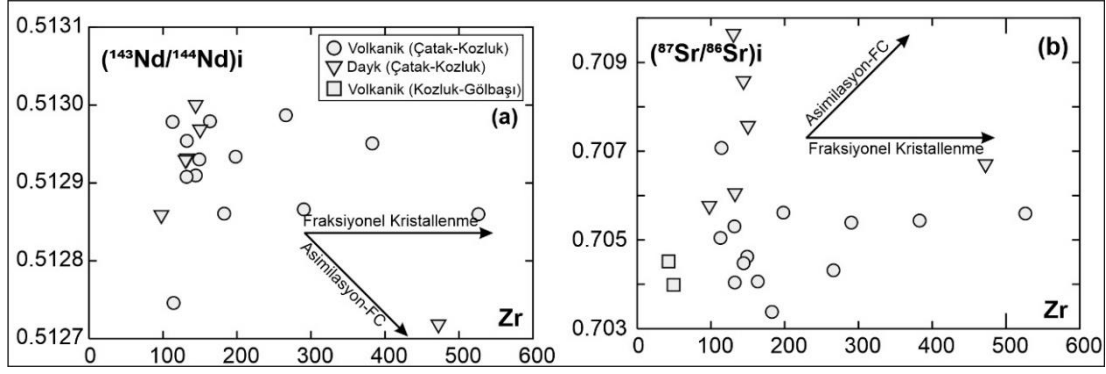
Fraksiyonel kristallenme ve kısmi ergimenin magma bileşimine etkisi, oldukça refrakter elementlere (Co, Cr ve Ni) karşı oldukça uyumsuz elementlerin (Zr) davranışları

belirlenerek tespit edilebilir (Maaloe, 1985). Eğer magma bileşimi üzerine ana kontrol kısmi ergime ise refrakter element içeriği sabit kalacak, uyumsuz elementlerin içeriği değişecektir. Eğer fraksiyonel kristallenme etkili ise refrakter element içeriği azalacak, uyumsuz element içeriği artacaktır. Maden Kompleksi'ne ait kayaçların Zr'ye karşı Ni içeriğindeki değişimler diferansiyasyon sürecinde fraksiyonel kristallenmenin rolünü göstermektedir (Şekil 5.4). Burada Çatak-Kozluk arasında yüzeylenmiş olan dayklar ve volkanik birimlerde fraksiyonel kristallenme süreçlerinin etkisi net bir şekilde görülürken Kozluk-Gölbaşı arasında yüzeylenen volkanikler artan nikel oranlarına karşın sınırlı bir aralıkta değişen Zr içerikleri ile belirgin fraksiyonel kristallenme eğilimi sunmamaktadır.



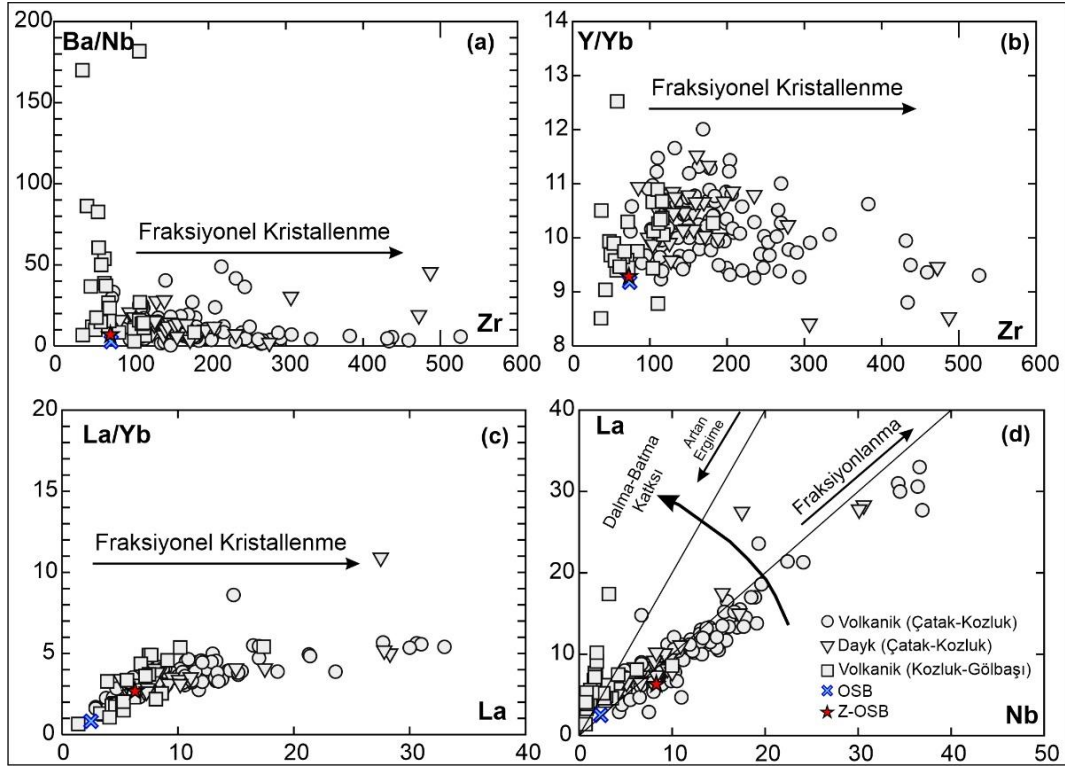
Şekil 5.4. Maden Kompleksi volkanik/subvolkaniklerinin Zr-Ni değişim diyagramı.

Sr ve Nd izotopları fraksiyonel kristallenme süreçlerinin anlaşılmasında oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Artan Zr oranlarına karşın ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)i ve ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)i izotop değerlerinin yataya yakın bir yönelim göstermesi fraksiyonel kristallenme süreçlerinin etkisini göstermektedir (Yazdani ve ark., 2018; Fazlnia, 2019; Etemadi, 2020). Artan Zr'a karşı doğru orantılı olarak artan ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)i izotop değerleri ve azalan ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)i izotop değerleri asimiliasyon süreçleri hakkında bilgi vermektedir (Şekil 5.5).



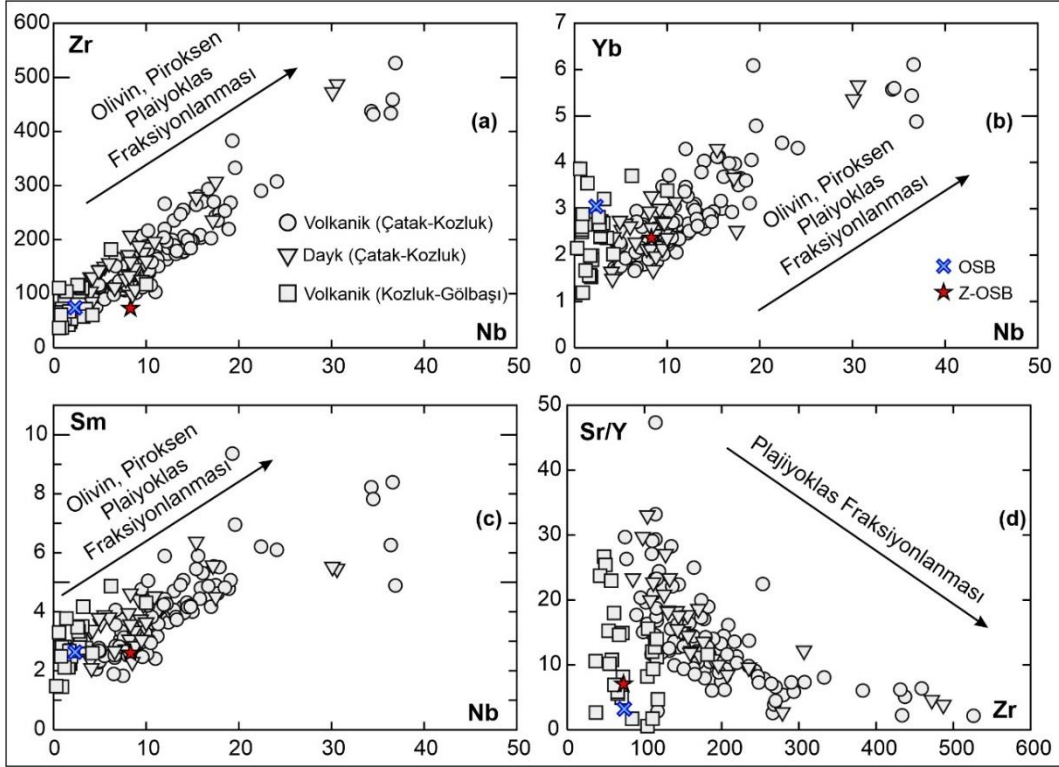
Şekil 5.5. Maden Kompleksi volkanik/subvolkaniklerinin a) Zr- $(^{143}\text{Nd}-^{144}\text{Nd})_i$ (Fazlnia, 2019; Etemadi, 2020)), b) Zr- $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ (Yazdani ve ark., 2018; Etemadi ve ark., 2020) değişim diyagramları.

Fazlnia (2019) ve Etemadi (2020), artan Zr'a karşı sınırlı bir aralıkta değişen Ba/Nb ve Y/Yb oranlarının özellikle olivin ve piroksen minerallerinin fraksiyonel kristallenme süreçlerini ortaya koymada kullanılabileceğini belirtmiştir. Çizilen Şekil 5.6.a-b'de Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen volkanik/subvolkaniklerde olivin ve piroksen minerallerinin fraksiyonel kristallenme süreçlerinde etkin olduğu görülmektedir. Kazemi ve ark. (2019)'un yapmış oldukları çalışmada La'a karşı La/Yb değişim oranının fraksiyonel kristallenmenin belirlenmesinde önemli bir gösterge olduğunu belirtmektedir. Çizilen La'a karşı La/Yb değişim diyagramında, La/Yb oranının genel olarak sınırlı bir alanda değişim göstermesi, evrimleşmiş örneklerde La'nın artışı, fraksiyonel kristallenmenin varlığına işaret etmektedir. (Şekil 5.6c). La/Yb oranının artması ise ana magmanın gelişimindeki kısmi ergime süreçleri hakkında bilgi vermektedir. Mehdipour Ghazi ve ark. (2020), yapmış oldukları çalışmada Nb'a karşı La elementinin değişim diyagramında kayaçların oluşumu sırasında meydana gelen fraksiyonel kristallenme, ergime ve dalma-batma katkısının ortaya konulması bakımından önemli ipuçları verebileceğini belirtmiştir. Şekil 5.6d'de Maden Kompleksi volkanik/subvolkaniklerinin oluşumu sırasında meydana gelen fraksiyonel kristallenme süreçleri görülmektedir. Diyagram incelendiği zaman Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen volkanik/subvolkanik birimlerin oluşumunda belirgin bir fraksiyonlanma söz konusu iken, Kozluk-Gölbaşı bölgesindeki volkaniklerde önemli oranlarda dalma-batma katkısının varlığı görülmektedir.



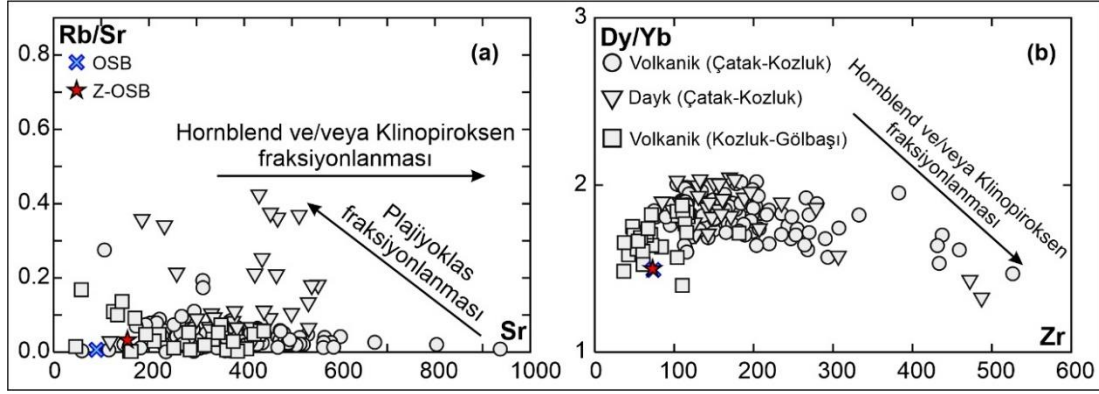
Şekil 5.6. Maden Kompleksi volkanik/subvolkaniklerinin (a): Zr-Ba/Nb, (b): Zr-Y/Yb, (c): La-La/Yb, (d): Nb-La değişim diyagramları (Fazlnia, 2019; Etemadi, 2020; Mehdipour Ghazi ve ark., 2020). OAB ve Z-OSB değerleri Sun ve McDonough, (1989)'dan alınmıştır.

Hareketsiz element çiftlerinden oluşturulan değişim diyagramları magmanın kristallenmesinde rol oynayan minerallerin ortaya konulmasında kullanılabilir. Artan Nb miktarıyla birlikte Yb, Sm ve Zr elementlerinin doğrusal artışı magmanın kristallenmesi sırasında olivin, piroksen ve plajiyoklas minerallerinin fraksiyonlanmaları hakkında önemli bilgiler vermektedir. (Açlan ve Altun, 2020). Şekil 5.7.a-b-c'de gerek Çatak-Kozluk bölgesindeki ve gerekse de Kozluk-Gölbaşı bölgesindeki Maden Kompleksi'ne ait volkanik/subvolkanik kayaların oluşumunda olivin, piroksen ve plajiyoklas minerallerinin önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Zr'a karşı negatif Sr/Y yönelimi, kayacın oluşumundaki plajiyoklas minerallerinin fraksiyonlanmasında kullanılabilir (Moritz ve ark., 2020). Buna göre oluşturulan Şekil 5.7.d'de Çatak-Kozluk bölgesindeki birimlerin plajiyoklas fraksiyonlanması dikkat çekmektedir. Kozluk-Gölbaşı bölgesindeki volkaniklerde ise bu fraksiyonlanma net olarak görülememektedir.



Şekil 5.7. Maden Kompleksi volkanik/subvolkaniklerinin, (a): Nb-Zr, (b): Nb-Yb, (c): Nb-Sm, (d): Zr- Sr/Y değişim diyagramları (Açlan ve Altun, 2020; Moritz ve ark., 2020). OAB ve Z-OSB değerleri Sun ve McDonough, (1989)'dan alınmıştır.

Uyumsuz Zr elementi ile Sr arasında gözlenen negatif korelasyon plajiyoklas minerallerinin fraksiyonlanması ile ilgili iken, Zr ile Dy/Yb element oranı arasındaki negatif yönelim hornblend ve/veya klinopiroksen minerallerinin fraksiyonlanmasından kaynaklanabilmektedir. Sr elementi ile Rb/Sr element oranı arasında oluşabilecek negatif eğilim plajiyoklas mineralinin fraksiyonlanması ile ilgilidir ve artan Sr miktarına karşın yatay bir yönelim sergileyen Rb/Sr element oranı hornblend ve/veya klinopiroksen minerallerinin fraksiyonlanması ile ilgilidir (Nouri ve ark., 2018). Şekil 5.8'de Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen volkanik/subvolkanik birimlerin oluşumunda özellikle plajiyoklas ve klinopiroksen minerallerinin fraksiyonlanmasının önemli rol oynadığı görülmektedir. Kozluk-Gölbaşı volkaniklerinde fraksiyonlanma Şekil 5.8a'da görülmektedir.



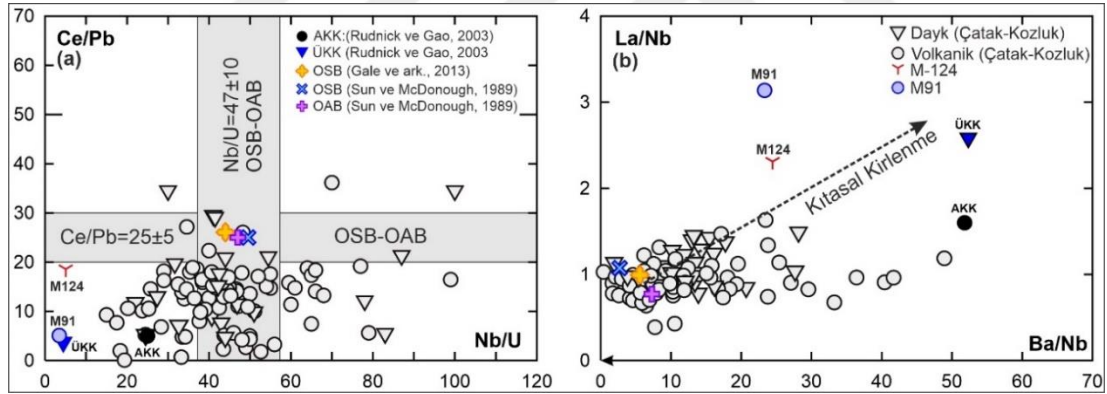
Şekil 5.8. Maden Kompleksi volkanik/subvolkaniklerinin (a): Sr - Rb/Sr, (b): Zr- Dy/Yb, (c): Zr-Sr değişim diyagramları (Nouri ve ark., 2018). OAB ve Z-OSB değerleri Sun ve McDonough, (1989)'dan alınmıştır.

5.3. Kabuksal Kirlenme

Okyanusal ya da kıtasal alanlarda yüzeyleyen bazaltik kayalar, kendilerini oluşturan manto kaynak alanı hakkında önemli ipuçları verebilmektedir. Ancak yüzeyle ulaşmaya kadar geçirmiş oldukları fraksiyonel kristallenme ve kabuksal kirlenme gibi süreçler magmaların ilksel bileşimlerinin değişimine sebep olabilmektedir. Bir önceki bölümde fraksiyonel kristallenme tartışılmış ve etkileri ortaya konulmuştur. Bu bölümde ise kabuksal kirlenmenin varlığı ve etkisi, çalışma alanı içerisinde (Çatak-Kozluk) yüzeyleyen volkanik ve subvolkanik birimlerin iz element içerikleri ve izotop bileşimleri temelinde tartışılmıştır.

Maden Kompleksi volkanik/subvolkaniklerinin kıtasal bir litosferden itibaren kirlenmeye uğramış olduklarının belirlenmesi, kompleksin Güneydoğu Anadolu ofiyolitlerinden oluşan bir okyanusal kabuk üzerinde ve/veya Bitlis-Pütürge Masifi kıtasal litosferi üzerinde gelişen bir havza olup olmadığı hakkında önemli ipuçları sağlayabilecektir. Manto kaynak alanından itibaren oluşan bazaltik kayaların yüzeyle ulaşmaya kadar herhangi bir kabuksal katkıdan etkilenip etkilenmediklerine yaklaşımlar yapmak amacıyla Ce/Pb-Nb/U ve La/Nb-Ba/Nb diyagramları oluşturulmuştur (Şekil 5.9). Diyagramlar bazaltik karakterli magmatik kayalar temelinde oluşturulduğundan, Çatak-Kozluk arasında yüzeyleyen volkanik ve subvolkanik bazaltik üyeleri temsil etmesi amacıyla $\text{SiO}_2 < \%52$ ve $\text{MgO} > \%5$ olan örnekler iz düşürülmüştür. Ayrıca okyanusal manto kaynak alanlarını (OSB; MORB, OAB; OIB) ve kabuksal katkıyı temsil edecek

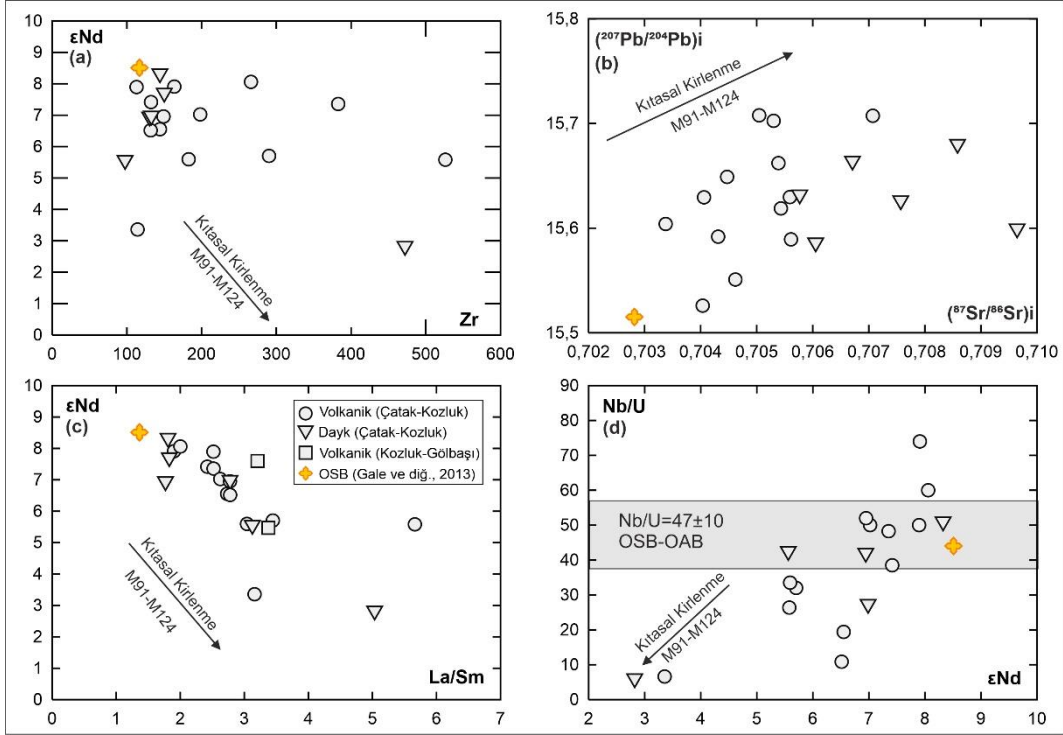
bileşimler de diyagramlara eklenmiştir. Bu bileşimlerden okyanus ortası sırtı bazaltı (OSB), okyanus adası bazaltı (OAB), üst ve alt kıtasal kabuk bileşimleri literatürden alınırken M91 ve M124 nolu örnekler yürütülen çalışma kapsamında Bitlis Masifi metamorfiklerini temsil eden şistlerden seçilmiştir. Ce/Pb ve Nb/U (Şekil 5.9a) oranları manto kaynak alanından itibaren türeyen bazaltik kayalar ayırt etmede yaygın olarak kullanılırken kıtasal kabuğun düşük Ce/Pb ve Nb/U içeriğinden dolayı aynı zamanda kabuksal katkıının varlığına da işaret etmektedir. Hofmann ve ark. (1986), mantodan türeyen bazaltik kayaların Ce/Pb ve Nb/U oranlarının sırasıyla 25 ± 5 (ppm) ve 47 ± 10 (ppm) arasında değiştiğini belirtmiştir. Şekil 5.9a'da Maden Kompleksi bazaltik birimlerinin Hofmann ve ark. (1986), tarafından belirtilen manto alanında yer aldığı ancak bir kısmının ise düşük Ce/Pb ve Nb/U ile temsil edilen kıtasal kabuk alanına doğru yöneldiği gözlenmektedir. Benzer şekilde düşük La/Nb ve Ba/Nb (Şekil 5.9b) oranları manto kaynak alanını temsil ederken (Şekil 5.9b) kabuksal katkıdan etkilenen bazaltik kayalar ise yüksek oranlar ile karakterize olmaktadır.



Şekil 5.9. Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen Maden Kompleksi volkanik /subvolkaniklerinin a) Nb/U-Ce/Pb, b) Ba/Nb-La/Nb diyagramları. (Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı (OSB); Sun ve McDonough, (1989); Gale ve ark., (2013), Okyanus Adası Bazaltı (OAB); Sun ve McDonough, (1989), Alt Kıtasal Kabuk (AKK); Üst Kıtasal Kabuk (ÜKK); Rudnick ve Gao (2003)'den alınmıştır. M91 ve M124 Bitlis masifi şistlerini temsil etmektedir. Diyagramlarda $\text{SiO}_2 < 52\%$ ve $\text{MgO} > 5\%$ içeriğine sahip bazaltik kayalar gösterilmiştir).

Kabuk kayaları, manto kayalarına göre $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ izotop değerleri açısından daha zenginken $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ izotop oranları açısından daha fakirdir ve bundan ötürü kabuksal kirlenme süreçlerinin araştırılmasında izotop verileri oldukça hassas

sonuçlar vermektedir. Bu bağlamda tez çalışması kapsamında atak-Kozluk arasında yüzeylenen bazalttan riyolite kadar farklı bileşimlere sahip olan volkanik/subvolkaniklerin izotop bileşimleri kullanılarak Şekil 5.10'de asimilasyona eşlik eden farksiyonel kristallenme (AFC) süreçlerine yaklaşımlarda bulunulmuştur. Şekilde manto kaynak alanını temsil etmesi amacıyla OSB (Gale ve ark., 2013) bileşeni, kabuğu temsil etmesi amacıyla M91 ve M124 rnekleri referans olarak alınmıştır. Ancak belirtmek gerekir ki tezin izotop jeolojisi bölümünde tartışıldığı üzere deniz suyu alterasyonu volkanik kayaçların bir kısmının özellikle Sr izotop bileşimlerinin değişmesine/yükselmesine sebep olmuştur. Volkaniklerin $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ karşı $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ içerikleri incelendiğinde (Şekil 5.10b) düşük radyojenik Pb ve Sr izotopları ile karakterize edilen mafik uç üyeden yüksek radyojenik izotop içerikleri ile temsil edilen felsik üyelere doğru artan ve M91-M124 ile temsil edilen kabuk bileşimine doğru yönelimler gözlenmektedir. Kabuksal kirlenmeden etkilenen volkanikler düşük ϵ_{Nd} değerleri sunarken kontaminasyondan etkilenmeyen örnekler yüksek ϵ_{Nd} içerikleri ile temsil edilirler. Artan Zr ve La/Sm değerine karşın azalarak, negatif korelasyon sunan ϵ_{Nd} değerleri (Şekil 5.10a-c) mafik bileşimden felsik bileşime doğru evrimleşen volkanik/subvolkanik birimlerde meydana gelen kabuksal kirlenme süreçlerine işaret etmektedir. Nb/U oranına karşı oluşturulan ϵ_{Nd} içerikleri (Şekil 5.10d) Hofmann ve ark. (1986) tarafından belirtilen manto alanından ($\text{Nb/U} = 47 \pm 10$) kabuksal katkıyı temsil eden M91 ve M124 nolu örneklerle doğru düşük ϵ_{Nd} değerleri sunmaktadır.



Şekil 5.10. Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen Maden Kompleksi volkanik/subvolkanik birimlerinin Zr- ϵ Nd (a), $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ - $(^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb})_i$ (b), La/Sm- ϵ Nd (c) ve ϵ Nd-Nb/U (d) diyagramları. OSB bileşimi Gale ve ark. (2013)'den alınmıştır.

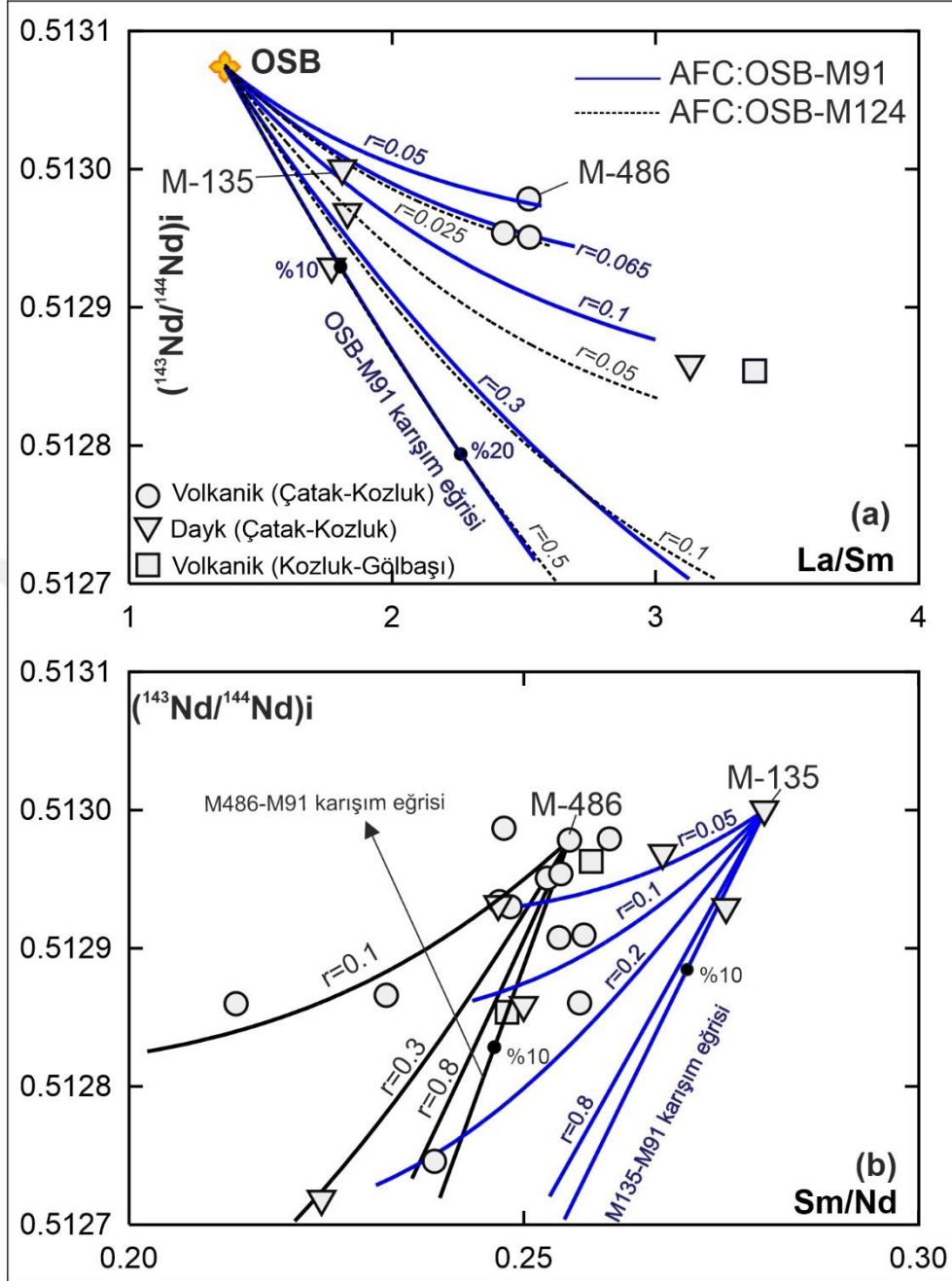
Kabuksal kirlenmenin etkisini daha ayrıntılı tartışmak amacıyla Depaolo (1981)'in asimilasyon-fraksiyonel kristallenme (AFC) modelleme formülasyonu kullanılmıştır. Modelleme iki aşamalı gerçekleştirilmiştir.

En ilksel Maden Kompleksi bazaltları radyojenik izotop içerikleri bakımından okyanus sırtı bazaltlarına (OSB) benzemektedirler (Şekil 4.77). Bu sebeple modellemenin ilk aşamasında, OSB benzeri bir manto kaynak alanından itibaren türemiş olduğu varsayılan ilksel bazaltik kayaların yüzeye ulaşmaya kadar kabuksal katkıya maruz kalıp kalmadıkları, ikinci aşamasında ise en az kabuksal kirlenmeye uğrayan ilksel magma bileşiminden itibaren mafikten felsiğe kadar değişen örneklerin kabuksal kirlenme miktarları hakkında yaklaşımlar gerçekleştirilmiştir.

Şekil 5.11a'da OSB ile karakterize edilen manto kaynak alanı uç üyesi ile $\text{SiO}_2 < \%52$ ve $\text{MgO} > \%5$ içeriklerine sahip bazaltların $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ -La/Sm diyagramı üzerinde asimilasyon fraksiyonel kristallenme (AFC) modellemesi gösterilmektedir. Modellemede kabuksal bileşim (kirletici) olarak Bitlis Masifi şistleri (M91-M124) kullanılmıştır. Modellemeler ilksel magmanın %90'lık fraksiyonlaşması temelinde

gerçekleştirilmiş olup, r değerleri asimilasyonun fraksiyonel kristallenmeye oranını ifade etmektedir. Kabuksal bileşimi temsil eden örneklerin (M91, M124) radyojenik Nd izotop içerikleri ve La/Sm iz element oranları birbirinden farklı olduğundan OSB yi karakterize eden manto kaynağından itibaren farklı r değerleri sunmaktadırlar. Ancak her iki kabuksal bileşim kullanıldığında dahi Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen ilksel volkanik birimlerin $r= 0.025-0.065$ arasında, subvolkanik birimlerin ise $r=0.025-0.1$ oldukça düşük asimilasyona uğradıkları gözlenmiştir. Sadece subvolkanik birimlerden bir tanesi (M-226) OSB manto kaynak alanı ile M91 kabuk bileşimi arasındaki karışım eğrisi üzerinde konumlanmış olup (OSB %90; M91%10) yüksek oranda kabuksal kirlenmeye maruz kalmıştır. Modellemenin ikinci aşamasında ise Şekil 5.11a'dan elde edilen en az kabuksal kirlenmeye uğramış örneklerin (M486; volkanik, M135; subvolkanik, bu örnekler aynı zamanda en yüksek %MgO ve radyojenik Nd izotop bileşimlerine sahiptirler) başlangıç mafik uç üye olarak, M91 örneğinin ise kabuksal bileşim olarak kullanıldığı AFC model eğrileri oluşturulmuştur (Şekil 5.11b). $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ -Sm/Nd diyagramı üzerinde Maden Kompleksi'nin mafik ve asidik üyelerinin mevcut verileri kullanıldığında volkanik birimlerin $r=0.1-0.8$ arasında, subvolkanik birimlerin ise $r=0.05-0.8$ arasında değişen değerlerle karakterize edilen asimilasyona uğradıkları belirlenmiştir.

Ayrıca Jeokronoloji bölümünde belirtildiği üzere volkanik kayalar içerisinde elde edilen oldukça yüksek kalıntı zirkon U-Pb yaşları Maden magmatizmasının deniz tabanına ulaşmaya kadar farklı yaş konakları ile temsil edilen kıtasal bir kaynakla etkileşimini ortaya koymaktadır

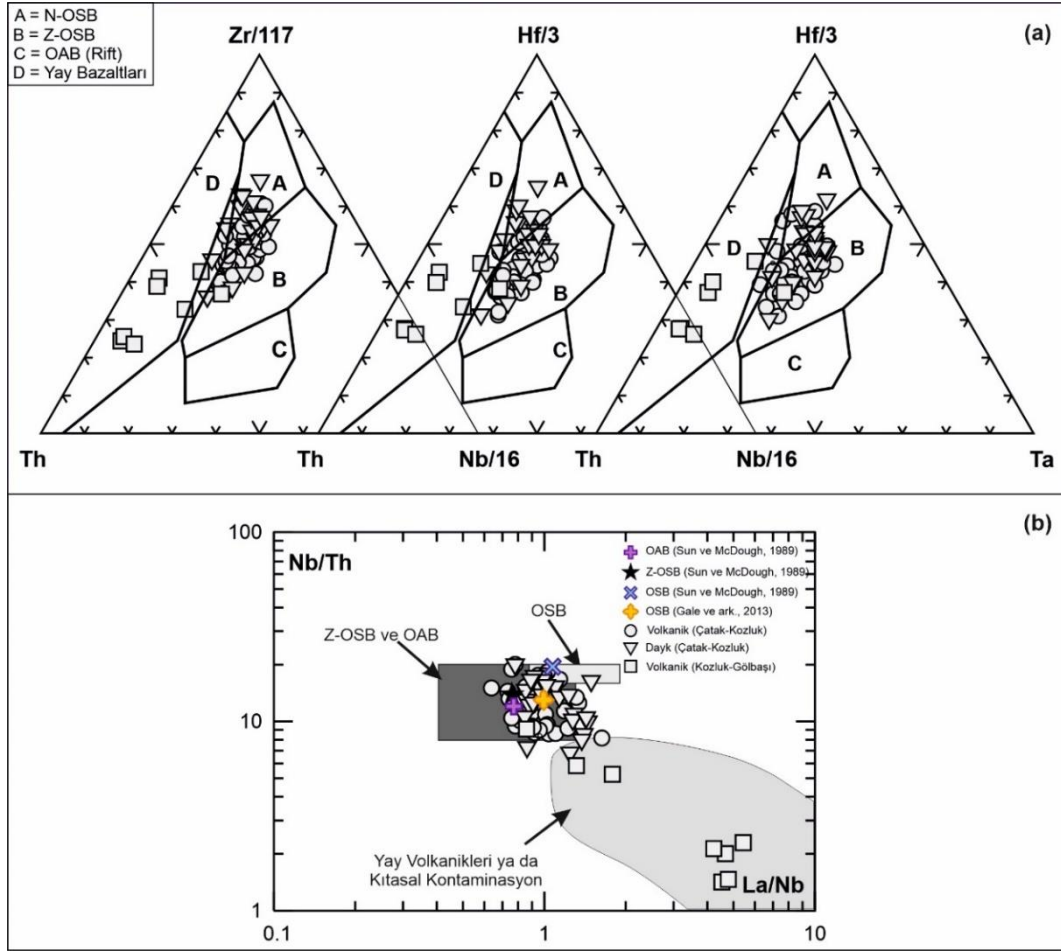


Şekil 5.11. Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen Maden Kompleksi volkanik/subvolkanik birimlerinin a) $\text{La}/\text{Sm}-^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$, b) $\text{Sm}/\text{Nd}-^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ diyagramları. (Diyagramlar üzerinde Depaolo (1981)'e göre oluşturulan AFC eğrileri gösterilmektedir. OSB için toplam mineral/ergiyik paylaşım katsayıları Zhao ve ark. (2019)'dan alınmıştır. Mineral/ergiyik toplam paylaşım katsayıları; M-486 için $\text{Pl}_{0.5}+\text{Kp}_{0.38}+\text{Ol}_{0.1}+\text{Mag}_{0.02}$, M-135 için $\text{Pl}_{0.5}+\text{Kp}_{0.33}+\text{Ol}_{0.05}+\text{Hb}_{0.1}+\text{Mag}_{0.02}$ mineralojik bileşimleri kullanılarak hesaplanmıştır. Mineral/ergiyik paylaşım katsayıları Rollingson (1993)'den alınmıştır. Pl: plajiyoklas, Kp: klinopiroksen, Ol: olivin, Hb: hornblend, Mag: magnetit.)

5.4. Manto Kaynak Alanı ve Kısmi Ergime Süreçleri

Literatürde Maden havzası ve ilişkili volkaniklerin oluşumu hakkında birçok çalışma bulunmaktadır. Havzanın oluşumu ile ilgili en çok kabul gören görüşlerin başında Orta-Eosen döneminde okyanusal/kıtasal kabuk üzerinde açılan ve giderek derinleşen bir yay ardı havza (Örn. Şengör ve Yılmaz 1981; Yiğitbaş ve ark.,1993; Robertson ve ark., 2007) veya yay önü havza (Örn: Aktaş ve Robertson 1984) modelleri gelmektedir. En güncel yayınlarda ise Maden volkanizmasının petrolojik özellikleri temelinde Geç Kretase’de meydana gelen kıta-kıta çarpışmasına bağlı olarak kalınlaşan litosferik kökün Orta-Eosen’de kopması ve kopan kütlelerin yerine yükselen astenosferin dalma batmayla zenginleşmiş mantoyu ergitmesi modeli öne sürülmüştür (Örn; Ertük ve ark., 2018). Genel anlamda şimdiye kadar gerçekleştirilen petroloji tabanlı çalışmalar volkanizmanın dalan okyanusal litosfer ile zenginleşmiş bir manto kaynak alanından itibaren türemiş olduğuna işaret etmektedir. Ancak tez çalışmalarının Jeokimya bölümünde tartışılan çoklu element örümcek diyagramları volkaniklerin yitim bileşeninden bağımsız (Çatak-Kozluk, Şekil 4.54 ve Şekil 4.60) ve yitim bileşeni ile metazomatize olmuş (Kozluk-Gölbaşı, Şekil 4.64) iki farklı manto kaynak alanından itibaren türemiş olabileceklerine işaret etmektedir. Çatak-Kozluk arasında yüzeyleyen bazaltik volkaniklerin $\epsilon_{Nd(i)}$ değerleri 5.5-8.0 arasında değişmekte olup okyanus ortası sırtı bazaltı (OSB; MORB) benzeri tüketilmiş astenosferik manto kaynak alanına işaret etmektedir. Benzer şekilde deniz suyu alterasyonunda etkilenmeyen mafik volkaniklerin radyojenik Sr ve Pb izotop bileşimleri de OSB benzeri manto kaynak alanına benzerlikler sunmaktadır (Şekil 4.76 ve Şekil 4.77). Bu bölümde fraksiyonel kristallenme ve kabuksal kirlenme ile ilişkili süreçleri en aza indirgemek ve majör, iz ve nadir toprak element içerikleri temelinde manto kaynak alanı hakkında yorumlamalar yapabilmek amacıyla $SiO_2 < \%52$ ve $MgO > \%5$ olan mafik örnekler çeşitli diyagramlara iz düşürülerek tartışılmıştır. Ayrıca kabuksal kirlenme bölümünde belirtildiği üzere $SiO_2 < \%52$ ve $MgO > \%5$ olan bazaltik örneklerin büyük bir kısmı önemsenmeyecek miktarda ($r=0.025-0.1$) kabuksal katkıya maruz kaldıklarından iz element içerikleri kirlenmeden ziyade manto kaynak alanlarını işaret edecektir (Şekil 5.11). Tektonik ayırtman diyagramlarında (Şekil 5.12a) Çatak-Kozluk arasında yüzeyleyen volkanik/subvolkaniklerin ağırlıklı olarak zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltı (Z-OSB; E-MORB) alanında kısmen de normal okyanus ortası sırtı bazaltı (N-

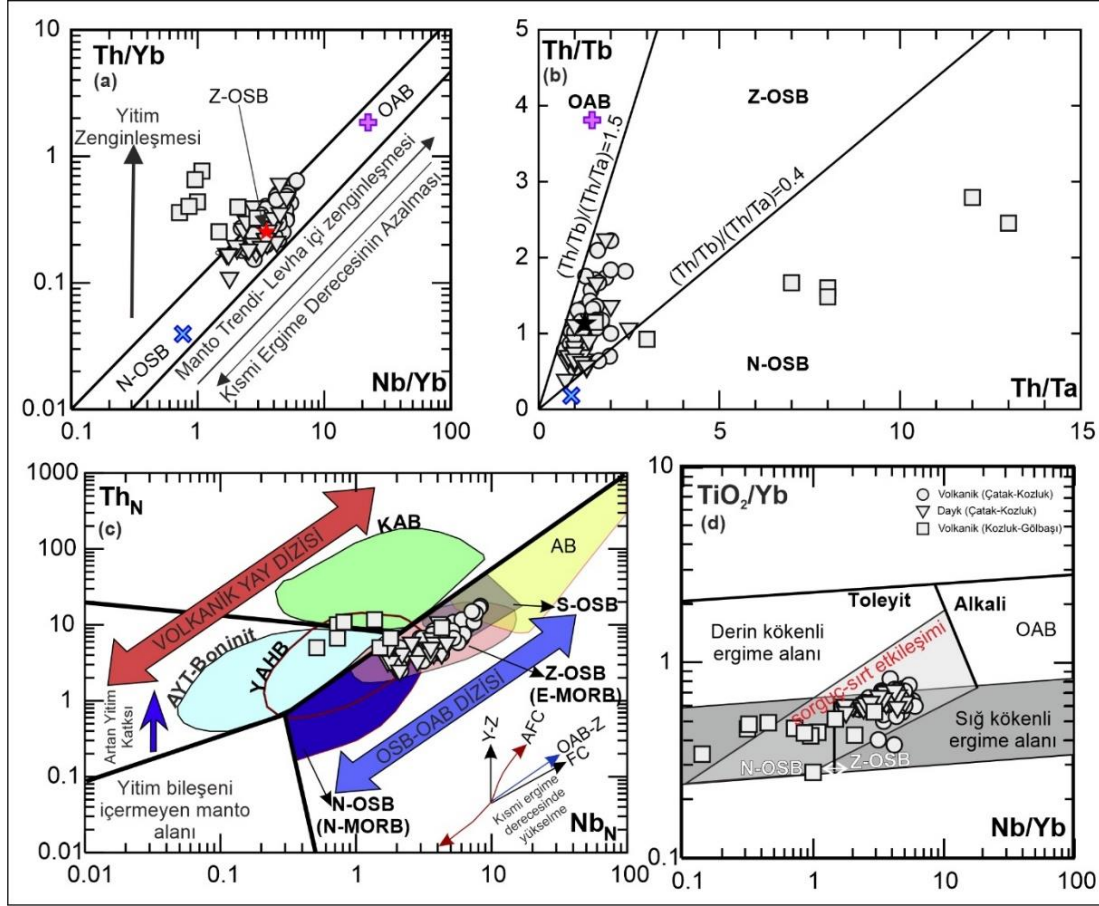
OSB; *N-MORB*) alanında yer almaktadırlar. Kozluk-Gölbaşı bazaltları ise genel olarak yay bazaltları alanında konumlanmışlardır. Benzer şekilde Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen bazaltlar yüksek Nb/Th içerikleri ile karakterize edilirken Kozluk-Gölbaşı birimleri ise düşük Nb/Th ve yüksek La/Nb içerikleri sebebiyle yay volkaniklerine doğru yönelimler sunmaktadırlar (Şekil 5.12b).



Şekil 5.12. Maden Kompleksi volkanik/subvolkaniklerine ait tektonik sınıflama (Wood, 1980) (a) ve La/Nb-Nb/Th (b) diyagramları. N-OSB: Normal Okyanus Sırtı bazaltları, Z-OSB: Zenginleşmiş Okyanus Sırtı bazaltları, OAB: Okyanus adası bazaltları.

Nb (ve Ta) ve Th gibi yüksek alan şiddetli elementler (YAŞ; HFS) manto kaynak alanı zenginleşmeleri hakkında yorumlar yapabilmek amacıyla petroloji tabanlı çalışmalarda yoğun olarak kullanılmaktadır. Th ve Nb (ve Ta) alterasyona ve amfibolit fasiyesindeki metamorfizmaya dirençli uyumsuz elementler olup bu elementlerin hafif

nadir toprak (HNTE; LREE) ve ağır nadir toprak elementlere (ANTE; HREE) oranları fraksiyonel kristallenme ve kısmi ergime etkilerini minimuma indirdiğinden manto kaynak alanı yorumlamalarında yaygın şekilde kullanılabilirler (Thirlwall ve ark., 1994; Shaw, 1970). Yitim bileşeni katkısına sahip manto kaynak alanları Th bakımından Nb'ye (veya Ta) oranla çok daha fazla zenginleşirken levha için zenginleşme (OAB) Th ve Nb'nin (ve Ta) yaklaşık olarak eşit miktarlarda artmasına sebep olur (Pearce ve Peate, 1995; Pearce, 2008). Bu bağlamda oluşturulan diyagramlarda Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen bazaltik kayalar (volkanik/subvolkanik) Nb/Yb-Th/Yb ve Th-Ta-Th/Tb (Şekil 5.13a ve Şekil 5.13b) içerikleri bakımından Z-OSB benzeri bir manto kaynak alanına işaret etmektedirler. Th_N-Nb_N içerikleri bakımında ise ağırlıklı olarak Z-OSB kısmında sorguç tipi okyanus ortası sırtı bazaltı (S-OSB; P-MORB) alanlarında konumlanmaktadır (Şekil 5.13c). Kozluk-Gölbaşı arasında yüzeylenen bazaltların büyük çoğunluğu ise yüksek Th/Ta oranları ile N-OSB benzeri bir manto kaynak alanına işaret edip yüksek Th içerikleri ile (Şekil 5.13a ve Şekil 5.13c) manto kaynak alanlarının yitim bileşeni ile zenginleşmiş olduğunu göstermektedir.



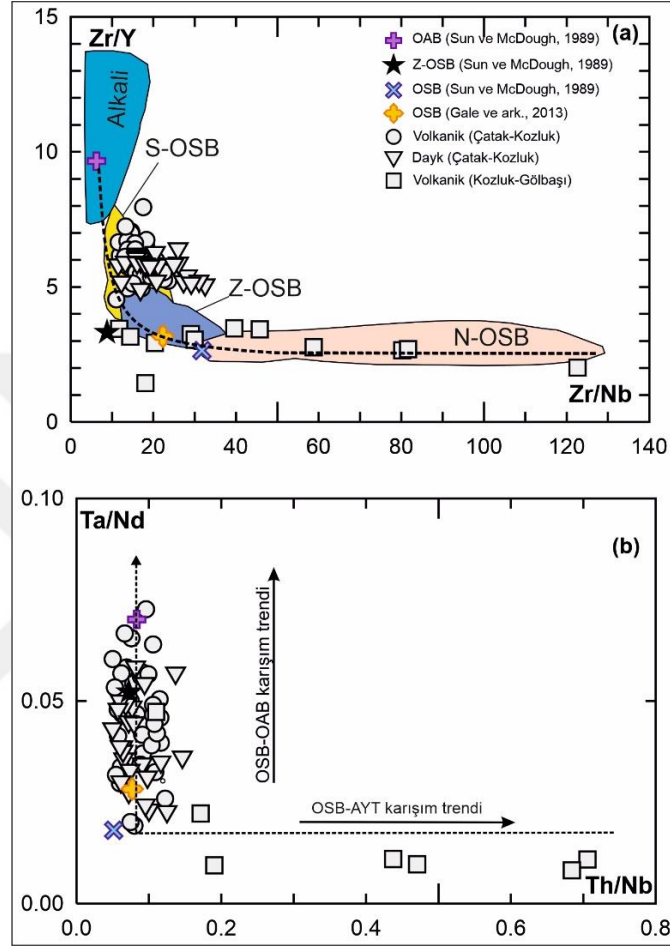
Şekil 5.13. Maden Kompleksi volkanik/subvolkaniklerine ait a) Nb/Yb-Th/Yb (Pearce, 1982), b) Th/Ta-Th/Tb (Barbero ve ark., 2020), c) Nb_N-Th_N (Saccani, 2015), d) Nb/Yb-TiO₂/Yb (Pearce, 2008) değişim diyagramları. (AB; Alkali bazalt, KAB; Kalkalkali bazalt, AYT; Adayayı toleyit, YAHB; Yay ardı havzası bazaltları, S-OSB (P-MORB); Sorguç tipi okyanus ortası sırtı bazaltı, N-OSB (N-MORB); Normal Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı, OAB (OIB); Okyanus adası bazaltı, Z-OSB (E-MORB); Zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltı. (a) ve (b) şekillerinde kullanılan OAB, Z-OSB, N-OSB kaynak alanları Sun ve McDough, (1982)'den alınmıştır).

Maden volkaniklerinin manto kaynak alanlarına ve kısmi ergimelerin meydana gelmiş olabilecekleri derinliklere yaklaşımlarda bulunabilmek amacıyla TiO₂/Yb-Nb/Yb (Şekil 5.13d) (Pearce, 2008) diyagramı oluşturulmuştur. Çatak-Kozluk bazaltları genellikle diyagram üzerinde Z-OSB alanında konumlanmış olup düşük TiO₂/Yb oranlarına sahiptirler ve sığ kökenli manto ergimesine işaret etmektedirler. Ancak bir kısım volkanik ise derin kökenli ergime alanına geçiş göstermekte olup OSB ve OAB manto kaynak alanları arasında etkileşime işaret etmektedirler. Kozluk-Gölbaşı arasında bulunan bazaltlar ise N-OSB benzeri bir manto kaynak alanında konumlanmış olup sığ

kökenli ergimelere işaret ederler. Z-OSB manto kaynağı genel olarak N-OSB benzeri manto kaynağına göre yüksek alan şiddetli, büyük iyon yarıçaplı litofil ve hafif nadir toprak element içerikleri bakımından zenginleşmeler göstermektedir. Bu zenginleşmeler özellikle zenginleşmiş OSB kaynaklarına OAB türü bir mantonun katkısıyla açıklanmaktadır (Pearce, 2008; Saccani ve ark., 2013a; 2013b; 2014). OSB manto kaynak alanlarında OAB türü bir manto kaynak alanının etkisini ortaya koyabilmek amacıyla çizilen diyagramlarda (Şekil 5.14) Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen birimler yüksek Zr/Y , Ta/Nd ve düşük Zr/Nb , Th/Nb (Şekil 5.14) içerikleri ile karakteristik olup N-OSB ve OAB manto kaynak alanları karışım eğrisi üzerinde konumlanmışlardır. Bunun aksine Kozluk-Gölbaşı bazaltları N-OSB manto kaynak alanı ile adayayı toleyitleri olarak (AYT) ile gösterilen yitim bileşeni ile zenginleşmiş manto kaynak alanlarının karışım eğrisi üzerinde yer almaktadır (Şekil 5.14b).

OSB tipi bir manto kaynağından itibaren türeyen volkanik kayalar genel olarak, N-OSB, Z-OSB ve S-OSB olmak üzere 3 ana başlık altında toplanırlar (Pearce, 2008). Astenosferik bir manto kaynak alanının yüksek dereceli kısmi ergiyikleri N-OSB, düşük dereceli kısmi ergiyikleri ise Z-OSB ve S-OSB benzeri magmatikleri oluşturabilir (Sun ve McDonough, 1989). Bunun yanı sıra yay magmatizmasını oluşturan dalan okyanusal levha üzerinde kalan manto kamasının OSB-benzeri bir manto kaynak alanı olduğu kabul edilmektedir (Örn. Thirlwall ve ark., 1994). Bu manto kaynaklarında hafif nadir toprak elementlerinin (HNTE) ağır nadir toprak elementlerine (ANTE) göre değişimleri N-OSB'den S-OSB'ye doğru zenginleşmeler gösterir. Bununla birlikte bu zenginleşmeler S-OSB'lerde okyanus adası bazaltlarına (OAB) benzer değerler sunmaktadır. Hafif nadir toprak elementlerinin ağır nadir toprak elementlerine oranı (HNTE/ANTE) ve orta nadir toprak elementlerinin ağır nadir toprak elementlerine oranı (ONTE/ANTE) volkanik kayaların türemiş olduğu manto mineralojisi ve derinliği hakkında önemli ipuçları verebilmektedir. Yüksek HNTE/ANTE ve ONTE/ANTE oranları manto kaynak alanında granatın ve derin kökenli bir manto ergimesinin varlığına, bahsi geçen elementlerin düşük oranları ise manto kaynak alanında spinelin ve dolayısıyla daha sığ kökenli bir manto ergimesinin varlığına işaret etmektedir. HNTE/ANTE zenginleşmesini karakterize eden $(La/Yb)_N$ değerleri Çatak-Kozluk ve Kozluk-Gölbaşı arasında yüzeylenen bazaltik volkanik/dayklar için sırasıyla 1.8-3.3 ve 0.5-3.9 aralığında, ONTE/ANTE zenginleşmesini karakterize eden $(Sm/Yb)_N$ değerleri ise Çatak-Kozluk ve Kozluk-

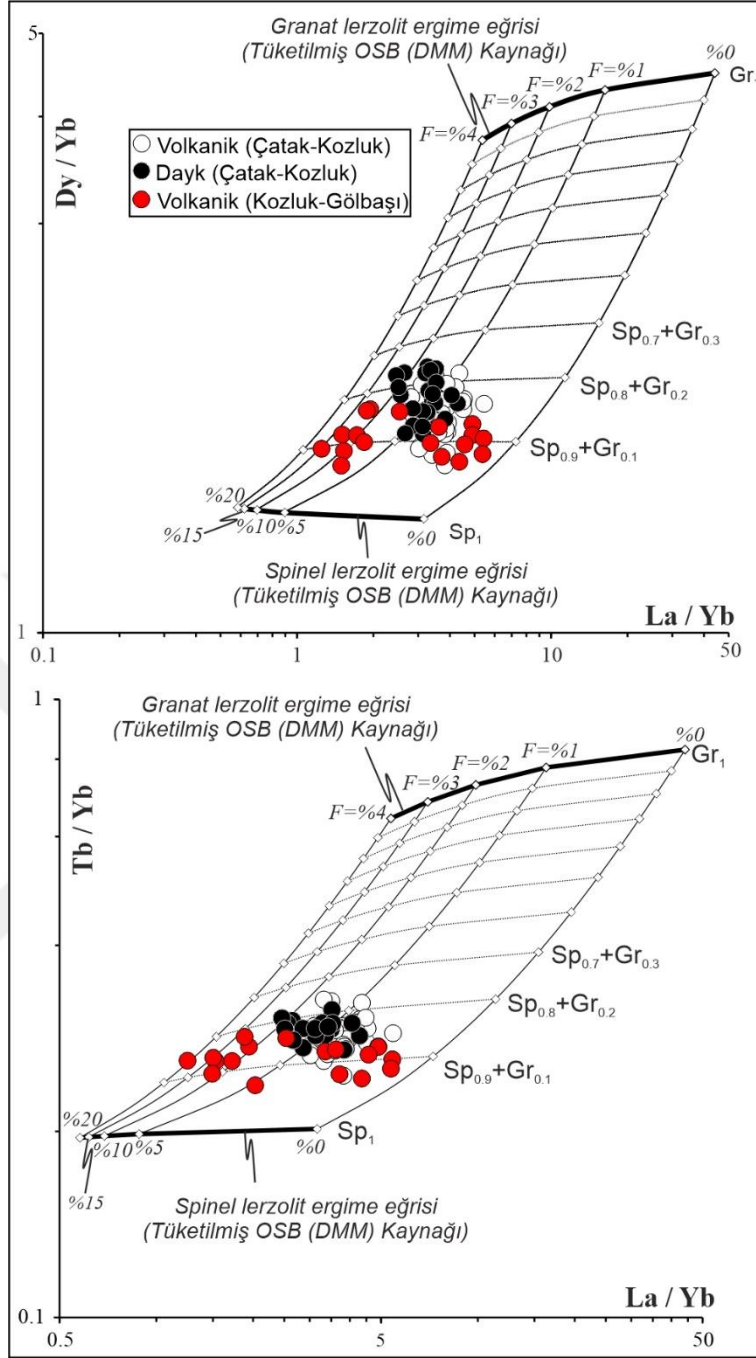
Gölbaşı arasında sırasıyla 1.1-1.7 ve 0.8-1.6 arasında değişmekte olup Maden volkanizmasını oluşturan manto kaynak alanında kalık faz olarak spinelin varlığına işaret etmektedir.



Şekil 5.14. Maden Kompleksi volkanik/subvolkaniklerine ait a) Zr/Nb-Zr/Y, b) Th/Nb-Ta/Nd değişim diyagramları (Wang ve ark., 2021). Farklı manto kaynaklarını karakterize eden alanlar Saccani ve ark., (2013a; 2013b)'den alınmıştır. (a) şeklindeki kesikli çizgi OAB ve N-OSB arasındaki karışım eğrisini göstermektedir. N-OSB (N-MORB); Normal Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı, OAB (OIB); Okyanus adası bazaltı, Z-OSB (E-MORB); Zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltı, AYT; Adayayı toleyitleri.

Maden volkaniklerinin türemiş oldukları manto kaynak alanının doğası ve oluşumlarında etkili olan kısmı ergime süreçlerinin belirlenmesi amacıyla La/Yb -Tb/Yb ve La/Yb-Dy/Yb (ONTE/ANTE-HNTE/ANTE) ikili değişim diyagramları üzerinde Shaw (1970) formülasyonu kullanılarak tüketilmiş OSB kaynağının (DMM) granat ve

spinel fasiyeslerindeki ergime eğrileri oluşturulmuştur (Şekil 5.15). Ergime modellerinde nadir toprak elementlerinin kullanılmasının sebebi, bu elementlerin özellikle kısmi ergime süreçlerinde spinel ve granat içeren manto kaynaklarının ayırt edilmesinde oldukça kullanışlı olmalarıdır. Granat fasiyesindeki ergimelerde La, Dy ve Tb düşük kısmi ergime süreçlerinde uyumsuz davranırken Yb granatla uyumlu olduğundan kalık fazdaki granat içerisinde kalacak ve oluşan ergiyikte spinel fasiyesindeki ergimelere oranla yüksek La/Yb, Dy/Yb ve Tb/Yb oranları oluşacaktır. Modeller incelendiğinde, Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen bazaltların (volkanik/dayk) manto kaynak alanındaki spinel/granat oranları genellikle 90/10-75/25 arasında değişirken, Kozluk-Gölbaşı arasında yüzeylenenlerin spinel/granat oranları genellikle 90/10 civarında kümelenmişlerdir. Kısmi ergime dereceleri incelendiğinde Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen birimler spinel lertzolitik bir manto kaynağından itibaren % ~1-10 arasında değişen kısmi ergimelerin sonucu iken, Kozluk-Gölbaşı örneklerini oluşturan ergime dereceleri %20'lere kadar ulaşmaktadır. Özetle ergime modelleri (Şekil 5.15), *i*) Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen bazaltların Kozluk-Gölbaşı arasında yüzeylenenlere göre spinel lertzolitik bir manto kaynağının daha düşük dereceli kısmi ergimleri ile oluştuğunu, *ii*) oluşan ergiyiklerin daha derin kökenli granat lertzolitik fasiyesindeki düşük kısmi ergime dereceleri ile oluşan ergiyikler ile zenginleştiğini ortaya koymaktadır. Başka bir deyişle Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen bazaltlar tüketilmiş ve zenginleşmiş astenosferik manto kaynaklarının etkileşiminden itibaren oluşmuşlardır.



Şekil 5.15. Maden Kompleksi volkanik/subvolkanik birimleri için oluşturulan a) La/Yb-Dy/Yb, b) La/Yb-Tb/Yb non-modal kısmi ergime modellemesi. Tüketilmiş OSB (DMM) Workmann ve Hart (2005)'ten alınmıştır. Sp; Spinel, Gr;Granat, F; ergime derecesi.

5.5. Jeodinamik Evrim

Okay (2008), Anadolu'nun yüz milyon yıl öncesindeki paleocoğrafik durumunu günümüzdekinden farklı olarak büyük okyanusların ve ufak kıta parçalarının olduğu bir bölge olarak yorumlamaktadır. Burada bahsedilen okyanuslar Neotetis okyanusunu ifade etmektedir ve Anadolu'nun jeolojik gelişiminin anlaşılmasında bu okyanusların evrimi kilit rol oynamaktadır. Aktif bir tektonik kuşakta bulunan Anadolu değişik yaşlardaki suture zonları ile ayrılmış birkaç küçük kıtadan oluşmaktadır (Şengör ve Yılmaz, 1981; Parlak ve ark., 2004). Gondwana ve Lavrasya plakalarının yaklaşması sonucunda bu kıtaların aralarında bulunan okyanuslar kapanmaya başlamış ve kıtalar bir araya gelip yaklaşarak günümüzdeki hallerini almıştır (Şengör ve Yılmaz, 1983). Birçok kıta parçası (Orta Anadolu Kristalin Kompleksi, Bitlis-Pütürge Masifleri, Rodop-Pontid Blokları, Arap platformu) ve okyanus havzalarının kalıntıları (İzmir-Ankara-Erzincan, Kuzey ve Güney Neotetis, Berit) Anadolu'yu çevrelemektedir ancak bunların sayıları, doğası, yaşı ve kapanma zamanlaması tartışma konusudur. (Şengör ve Yılmaz, 1981; Aktaş ve Robertson, 1984; Yazgan ve Chessex, 1991; Yılmaz ve ark., 1993; Yılmaz, 1993; Yiğitbaş ve ark., 1996a; Beyarslan ve Bingöl, 2000; Robertson, 2000; 2002; 2004; Robertson ve ark., 2000, 2004, 2006, 2009a, 2009b; 2013; Parlak ve ark., 2004; 2009; Parlak, 2006; Rızaoğlu, 2006; Rızaoğlu ve ark., 2009; Oberhanslı ve ark., 2012; 2014; Karaoğlan ve ark., 2013; 2016; Schildgen ve ark., 2014; Schleiffarth ve ark., 2018; Rabayrol ve ark., 2019; Lin ve ark., 2020). Anadolu'nun oluşumunda önemli rol oynayan suture zonları ve mikro kıtalar, Neotetis ve Paleotetis okyanuslarının evrimi ile büyük oranda ilişkilidir. Kuzey Anadolu bölgesinde Permiyen-Liyas dönemi boyunca Paleotetis olayları etkinken, Triyas-Miyosen? dönemi boyunca ise Neotetis olayları etkindir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Robertson ve Dixon, 1984; Ustaömer ve Robertson, 1997; Parlak ve ark., 2004).

Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağının (GDAOK) oluşumu büyük oranda Neotetis okyanusunun güney kolunun kapanma dinamikleri ile şekillenmiştir. Bu kapanma Neotetis okyanusunun güney kolunun bulunduğu okyanusal levhanın Doğu Anadolu kıtasal levhası ile çarpışması sonucunda, okyanusal levhanın Doğu Anadolu'nun altına doğru dalmaya başlaması ve bunun sonucunda yitime uğrayarak Arap okyanus levhasının dikleşmesi ve kopmaya başlaması ile olmuştur (Rabayrol ve ark., 2019). Arap

plakası ve Doğu Anadolu'nun ilksel çarpışma zamanı hakkında farklı görüşler bulunmaktadır. Bu zamanlamada Eosen (Hempton, 1985; Rolland ve ark., 2012; Rolland, 2017; Schleiffarth ve ark., 2018), Oligosen (Jolivet ve Faccenna, 2000; Agard ve ark., 2005; Allen ve Armstrong, 2008; Barrier ve Vrielynck, 2008; McQuarrie ve Van Hinsbergen, 2013; Karaoğlan ve ark., 2016) ve Miyosen (stratigrafi, deformasyon tarihi, iklim geçişleri, termokronolojik yorumlamalar temeline dayanarak) (Şengör ve Yılmaz, 1981; Dewey ve ark., 1986; Yılmaz, 1993; Yiğitbaş ve Yılmaz, 1996; Robertson ve ark., 2007; Şengör ve ark., 2008; Hüsing ve ark., 2009; Okay ve ark., 2010; 2016; Gülyüz ve ark., 2020) dönemini savunan araştırmacılar bulunmaktadır. Çarpışmanın ne zaman gerçekleşmiş olduğu ile ilgili zamansal problemleri çözebilmek amacıyla son yıllarda yapılan çalışmalar çarpışmanın olgunlaşmamış (ilksel, *soft collision*) ve olgunlaşmış (sert, *hard collision*) olmak üzere iki aşamada meydana geldiğini öne sürmektedirler. Olgunlaşmamış ilksel (*soft collision*) çarpışmanın Eosen-Oligosen'de bunu izleyen olgunlaşmış-sert (*hard collision*) çarpışmanın ise Miyosen döneminde meydana geldiği belirtilmektedir (Ballato ve ark., 2011; 2018; Roland ve ark. 2012; Cowgill ve ark., 2016; Madanipour ve ark., 2017; Rolland, 2017; Schleiffarth ve ark, 2018; Darin ve ark. 2018; Yılmaz ve Yılmaz, 2019). Bunun yanı sıra bazı araştırmacılar ise çarpışmanın oblik olarak gerçekleştiğini bu sebepten dolayı çarpışmanın bölgesel ölçekte Bitlis-Zagros suture zonu boyunca farklı zamanlarda meydana geldiğini savunmaktadır (Hempton, 1987; Yiğitbaş ve Yılmaz 1996; Agard ve ark., 2005; Chiu ve ark., 2013; Karaoğlan ve ark., 2016; Rolland, 2017).

Dalan okyanusal levhanın koptuğu yada kopmaya başladığı zaman dilimi de tartışmalı olup bu zamanı magmatik olaylardan (Keskin ve ark., 1998; Keskin, 2003; 2007; Şengör ve ark., 2008; Çolakoğlu ve Arehart, 2010; İmer ve ark., 2014; Ekici, 2016, Rabayrol ve ark., 2019), termokronolojiden (Karaoğlan, 2016; Karaoğlan ve ark., 2016), kabuk deformasyonundan (Kaymakçı ve ark., 2010), biyostratigrafiden (Cosentino ve ark., 2012), yarı kantitatif paleotopografik verilerden yola çıkarak, kabuk yükselmesinin başlama tahminlerinden (Schildgen ve ark., 2014), analog modelleme ile sismik tomografi çalışmalarından (Faccenna ve ark, 2006) ve tektonik rekonstrüksiyonlu sismik tomografiden (Hafkenschied ve ark, 2006; Lei ve Zhao, 2007; Li ve ark., 2013) yararlanarak ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Bu zaman için Eosen-Oligosen (Schleiffarth ve ark., 2018), Oligosen (Hafkenschied ve ark., 2006; İmer ve ark., 2014), Oligosen-Orta

Miyosen (Schildgen ve ark., 2014; Ekici, 2016; Faccenna ve ark., 2006), Orta-Geç Miyosen (Karaoğlan ve ark., 2016), Geç Miyosen (Keskin ve ark., 1998; Keskin, 2003; 2007; Şengör ve ark., 2008) gibi farklı yaş aralıkları verilmiştir.

Neotetis okyanusunun güney kolunun kapanmasını çoğunlukla supra-subduction zone ofiyolitlerinin konumları göz önüne alınarak, bazı araştırmacılar tek bir dalma-batma (Şengör ve Yılmaz, 1981; Yıldırım ve Yılmaz, 1991; Yılmaz ve ark., 1993; Yazgan ve Chessex, 1991; Beyarslan ve Bingöl, 2000) olayı ile açıklarken bazı araştırmacılar birden çok (ift) dalma-batma olayı ile açıklamaktadırlar (Robertson, 1998; 2000; 2002; Parlak ve ark., 2004; Parlak, 2006).

Gerek GDAOK bölgesi ve gerekse de tezin konusunu oluşturan Maden Kompleksi'nin jeolojik oluşum dinamikleri bugüne kadar Neotetisin güney kolunun evrimini araştıran birçok araştırmacı tarafından açıklanmaya çalışılmıştır. Ancak Maden Kompleksi'nin geçmişten günümüze kadar, yeterince doğru tanımlanamamış olması, bölgede çalışan yerbilimcilerin, Üst Kretase-Eosen yaş aralığında bulunan volkanik ve volkano-sedimanter birimlerin birçoğunu Maden Kompleksi olarak tanımlamasına ve incelemesine neden olmuştur (Yiğitbaş ve ark., 1993). Bu durum literatürde, komplekse ait gibi görünen ancak farklı litolojik topluluklara ait bir bilgi karmaşasını da beraberinde getirmiştir (izelge 5.3). Yapılan alışmalar bazen yalnızca araziden elde edilen salt jeolojik çalışmalara (Rigo de Righi ve Cortesini, 1964; Perinçek ve Özkaya, 1981; Michart ve ark.,1984; Aktürk, 1985; Yazgan ve Chessex, 1991) dayanırken bazen bu çalışmalara yapılan jeokimyasal analiz sonuçları da eklenmiştir (Aktaş ve Robertson 1984; Beyarslan, 1996; Erdoğan, 1982; Özçelik, 1982; 1985; Erdem ve ark., 2005; Robertson ve ark., 2007; Yıldırım, 2010; Daş, 2016; Bakır, 2016; Ertürk ve ark., 2018). Çizelge 5.3'de özetlenen modellerden en fazla kabul gören yay ardı havza modelidir (Yiğitbaş ve ark., 1993; Yılmaz, 1993; Yılmaz ve ark., 1993; Yılmaz ve Yıldırım, 1996; Yiğitbaş ve Yılmaz 1996; Elmas ve Yılmaz, 2003; Robertson ve ark., 2006; Karaoğlan ve ark., 2013). Bu modelde Maden havzası, Orta-Eosen döneminde açılan ve hızla derinleşen bir havza olarak tanımlanmıştır. Őöyle ki, tez alanının batısında, çoğunlukla Elazığ-Malatya arasında gerçekleştirilen çalışmalar sedimanter birimlerin havzanın temelinde Bitlis Masifinden türeyen konglomeratik bir istif ile (Ceffan formasyonu) başladığını ve çökelinin zaman içerisinde sırasıyla *Numulitli* sığ denizel kireçtaşları (Arbo Formasyonu) ve derin denizel mikritik kireçtaşları (Melafan Formasyonu) ile

devam ettiğini göstermiştir. Güneydoğu Anadolu bölgesinde yapılan ayrıntılı jeoloji çalışmalarında stratigrafiye, volkanosedimanter birimlerin içerisindeki fosil içeriklerine ve sınırlı sayıda jeokimyasal veriye dayanılarak Orta Eosen yaşlı andezitik bir yayın ürünü olarak Helete volkaniklerinin varlığı öne sürülmüş (Yiğitbaş ve ark., 1993; Yiğitbaş ve Yılmaz, 1996), Vangölü'nün kuzeyinde yer alan Gövelek volkaniklerinin de bu yayın doğu uzantısı olduğu belirtilmiştir (Elmas ve Yılmaz, 2003). Bu veriler Maden havzasının ve Helete volkaniklerinin jelojik konumları dikkate alınarak değerlendirilmiş ve Maden havzasının Helete volkanik yayının gerisinde (kuzeyinde) açılan bir yay ardı havza olduğu belirtilmiştir (Yiğitbaş ve ark., 1993; Yiğitbaş ve Yılmaz, 1996). Ancak Nurlu ve ark. (2015), Kahramanmaraş civarında yüzeylenen Helete volkaniklerini kesen granitlerden 92.9-83.1 My (U-Pb zirkon) yaş elde etmiştir. Buna ilaveten Helete volkanik yayının uzantısı olarak kabul edilen Gövelek volkaniklerinde Özdemir (2016), yitim bileşenine sahip toleyitik ve kalkalkali lavlardan sırasıyla 113 ve 66.5 My ($^{40}\text{Ar}/^{30}\text{Ar}$) yaşlar elde etmiştir. Yitim bileşeninden bağımsız okyanus adası bazaltı (OAB, *OIB*) benzeri jeokimyasal özelliğe sahip lavların ise 44.1 My ($^{40}\text{Ar}/^{30}\text{Ar}$) yaşa sahip olduğunu belirtmiştir. Elde edilen güncel radyometrik yaş tayinleri kalkalkali Helete volkaniklerinin Üst Kretase olabileceğini ortaya koymuş ve böylelikle Maden Kompleksinin yay ardı havza olma olasılığını tartışmalı hale getirmiştir.

Maden Kompleksi ile ilgili gerçekleştirilen en güncel çalışmada (Ertürk ve ark., 2018) ise daha önceden sürülen modellerden farklı olarak Geç Kretase'de meydana gelen kıta-kıta çarpışmasının sonucu kalınlaşan litosferik kökün Orta-Eosen'de kopması ve kopan kütlelerin yerine yükselen astenosferin dalma batmayla zenginleşmiş mantoyu ergitmesi modeli öne sürülmüştür.

Maden Kompleksi özelinde yapılan ve kısmen Maden volkaniklerini kapsayan bölgesel ölçekli petroloji tabanlı çalışmalar sonucu öne sürülen modellerin büyük bir kısmı yitim bileşeni içeren Z- OSB (*E-MORB*) ve N-OSB (*N-MORB*) manto kaynak alanlarına işaret etmektedir. Bahsi geçen çalışmaların tamamına yakını kompleksin batı-güneybatı uzantısında gerçekleştirilmiştir. Ancak tez çalışması kapsamında Maden Kompleksinin doğu uzantısı olan Çatak (Van)-Kozluk (Batman) arasında gerçekleştirilen jeokimyasal çalışmalar Maden Kompleksi'ni karakterize eden magmatiklerin yitim bileşeninden bağımsız Z-OSB (*E-MORB*) benzeri astenosferik bir manto kaynak alanından itibaren türemiş olduklarını ortaya koymuştur. Kompleksin batı ve doğu

uzantılarındaki jeokimyasal farklılıkları ortaya koyabilmek ve yorumlayabilmek amacıyla hem tez kapsamında elde edilen hem de literatürde varolan veriler kullanılarak Ba/Nb, Th/Nb ve Th/Ta element oranlarının ortalama değerlerinin dağılımları Çizelge 5.4'de Şekil 5.16'de verilmiştir. Bahsi geçen element oranlarının artışı magmatik kayalarda zenginleşen yitim bileşeni katkısını ortaya koyabilmektedir (Pearce ve Stern, 2006). Ba/Nb, Th/Nb ve Th/Ta oranları Çatak (Van) ve Şirvan (Siirt) arasında gözlenen volkaniklerde birbirine benzer ve düşük oranlarda gözlenirken Lice (Diyarbakır) ve Sason (Batman)'dan itibaren artış eğiliminde olup Elazığ ve Malatya civarında yüzeylenen volkaniklerde en yüksek değerlere ulaşmaktadırlar. Bunun yanı sıra düşük element oranları içeren volkanikler Bitlis Masifi'nin güneyinde yüzeylenirken yüksek element oranları ile temsil edilen örnekler Pütürge Masifi'nin kuzeyinde yer almaktadırlar. Çizelge 5.4 ve Şekil 5.16'de ve göze çarpan diğer bir alan ise Çelikhan (Adıyaman) civarında Pütürge Masifi'ni kesen ve Maden Havzasının ürünü olduğu kabul edilen (Yıldırım, 2010) daykların kompleksin doğu uzantısında bulunan volkanikler ve Bitlis Masifi'ni kesen dayklarla benzer Ba/Nb, Th/Nb ve Th/Ta element oranlarına sahip olmasıdır. Tezin kabuksal kirlenme bölümünde tartışıldığı üzere Çatak (Van)-Kozluk (Batman) arasında yüzeylenen volkanik kayalar belirli oranlarda Bitlis Masifi'ni karakterize eden kabuksal litolojilerden katkı sağlayıp kıtasal kirlenmeye maruz kalmışlardır. Benzer şekilde kompleksin batı uzantısında gerçekleştirilen çalışmalarda (Ertürk ve ark., 2018) düşük ϵ_{Nd} (-1.6, -10) ile karakterize edilen kıtasal kabuk kökenli andezitik lavların varlığı da ortaya konulmuştur. Tez kapsamında elde edilen verilerle birlikte literatürden elde edilen jeokimyasal veriler beraber değerlendirildiğinde yitim bileşeninden bağımsız (Z-OSB; *E-MORB*) ve yitim bileşeni içeren (baskın olarak N-OSB) iki farklı manto kaynak alanının varlığı ortaya çıkmaktadır. Genel olarak Z-OSB (*E-MORB*) benzeri yitim bileşeninden bağımsız astenosferik manto kaynak alanı Bitlis Masifi'nin güneyinde konumlanan volkanosedimanter istif içerisindeki volkanikler, Bitlis Masifi'ni kesen dayklar ve Pütürge Masifi'ni kesen dayklar (Çelikhan-Adıyaman, Şekil 5.16, Çizelge 5.4) ile karakterize edilirken, yitim bileşeni içeren N-OSB (*N-MORB*) benzeri volkanikler Pütürge Masifi'nin kuzeyinde konumlanmıştır.

Çizelge 5.3. Maden kompleksinde yapılan çalışmaların özeti (Yiğitbaş ve ark., 1996; Elmas ve Yılmaz, 2003'den değiştirilerek hazırlanmıştır).

Referans	Lokasyon	Adlandırma	Yaş	Tektonik Ortam	Volkanizma
Rigo de Righi ve Cortesini (1964)	Ergani-Maden	Maden Birimi	Paleosen-Eosen	Derin havza çökelleri	-
Perinçek ve Özkaya (1981)	Maden-Bitlis Kuşağı	Maden Kompleksi	Orta Eosen	Yay veya Yay ardı havza (Kıtada gelişen)	-
Erdoğan (1982)	Ergani-Maden	Maden Grubu	Üst Kretase-Alt Eosen	Olgunlaşmamış ada yayı	Toleyitik
Aktaş ve Robertson (1984)	Hazar-Palu ve Karadere-Mizik bölgesi	Maden Grubu & Karadere Formasyonu	Paleosen-Eosen & Orta Eosen	Yay önu bölgesinde biriken sedimentler & kısa ömürlü çek- ayır havza	-
Özçelik (1982; 1985)	Malatyanın GD	Maden Kompleksi (Poluşağı magmatik kayaları)	Orta Eosen	Marjinal basende gelişmiş olgunlaşmamış Ensimatik ada yayı	Subalkalen-Toleyitik (3 örnek alkalen)
Aktürk (1985)	Çatak-Narlı	Maden Grubu	Orta Eosen	Ada yayı	-
Yazgan (1983;1984)	Malatya civarı	Maden Kompleksi	Orta Eosen	A tipi dalma batmaya bağlı gelişmiş aktif kıta kenarı	-
Hempton (1984; 1985)	Hazar Gölü civarı ve Elazığın Güneyi	Maden Melanjı	Orta Eosen	Yay ardı havza	-
Yazgan ve Chessex (1991)	Malatya	Maden Volkano-Sedimanter Birim	Orta Eosen	Dar, kısa ömürlü havza	-
Yiğitbaş ve ark., 1993)	Engizek-Berit	Maden Grubu	Orta Eosen	Yay ardı havza; Orta Eosen'de açılıp bu dönemin sonunda kapanan kısa ömürlü bir havza	Altta alkalen, üstte toleyitik lavlar
Yiğitbaş ve Yılmaz (1996)	Güneydoğu Anadolu	Maden Grubu	Orta Eosen	Kısa ömürlü yay ardı	Altta alkalen, üstte toleyitik lavlar

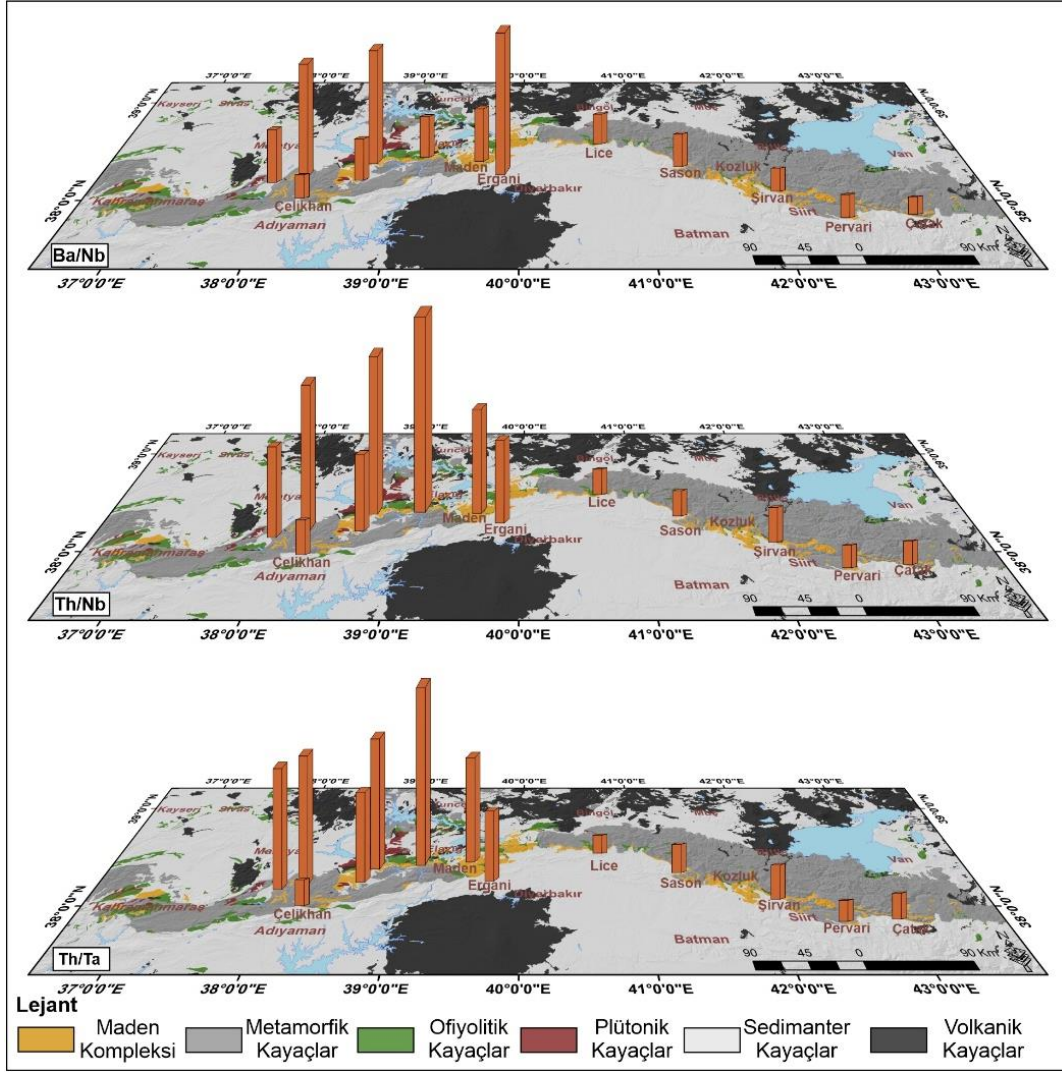
Çizelge 5.3. Maden kompleksinde yapılan çalışmaların özeti (Yiğitbaş ve ark., 1996; Elmas ve Yılmaz, 2003'den değiştirilerek hazırlanmıştır) (devamı).

Referans	Lokasyon	Adlandırma	Yaş	Tektonik Ortam	Volkanizma
Yılmaz ve Yıldırım (1996)	Güneydoğu Anadolu	Maden Grubu	Orta Eosen	Yay ardı havza; Kısa ömürlü derin havza	-
Elmas ve Yılmaz (2003)	Güneydoğu Anadolu	Maden Grubu	Orta Eosen	Kısa ömürlü Yay ardı havza	-
Yıldırım (2010)	Çelikhan-Sincik (Adıyaman)	Maden Kompleksi	Orta Eosen	Yay ardı havza	Kalkalkalen-Toleyitik
Ertürk (2016); Ertürk ve ark., (2018)	Elazığ-Malatya	Maden Kompleksi	Orta Eosen	Litosferik kökte meydana gelen kopma ve delaminasyon	Subalkalen (1 örnek alkalen)

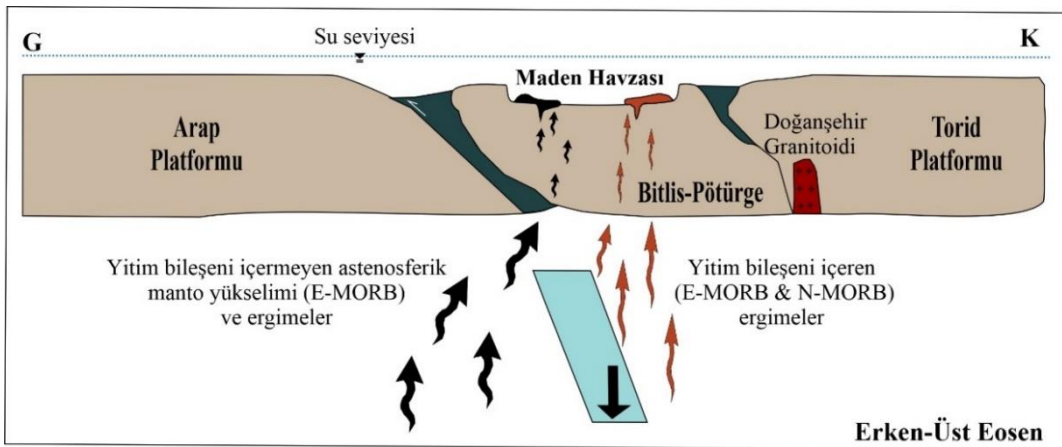
Maden volkanosedimanter birlikteliği içerisindeki volkanik kayalarla ara katkılı olarak bulunan derin denizel sedimanlarının planktonik foraminifer yaşları Geç İpreziyen-Erken Lütesiyen'e (Erken-Orta Eosen), sedimanter birimlerden elde edilen detritik zirkon yaşları ise havzada çökelişimin Üst Eosen'e kadar devam ettiğine işaret etmektedir. Tez kapsamında elde edilen ve literatürden toparlanan veriler birlikte değerlendirildiğinde Erken-Üst Eosen dönemini karakterize eden Şekil 5.17. oluşturulmuş ve aşağıdaki paleocoğrafik yorumlamalara gidilmiştir. *i)* Maden havzası Erken-Üst Eosen döneminde Bitlis-Pütürge Masifi üzerinde yaklaşık olarak doğu-batı uzanımlı bir havza şeklinde bulunmaktadır, *ii)* Havza Bitlis-Pütürge mikro kıtası altına dalan Arap okyanusal litosferinin geri çekilmesine bağlı olarak açılmaya başlamış olmalıdır, *iii)* Erken-Orta Eosen döneminde (veya öncesinde) Arap levhası ile Bitlis-Pütürge mikro kıtasının ilksel çarpışması gerçekleşmiş ve Arap levhasının okyanusal litosferi kopmuş ve/veya kopmaya başlamıştır, *iv)* Kırılan levhanın oluşturmuş olduğu kısımdan itibaren Z-OSB benzeri yitim bileşeni içermeyen tüketilmiş astenosferik manto kaynaklı ergiyikler havzanın güneyine yerleşirken, yitim bileşeni içeren ve dalan okyanusal levhanın üzerindeki manto kamasından itibaren oluşan ergiyikler ise havzanın kuzeyine yerleşmiştir. Benzer şekilde yitim içeren bir manto kaynak alanı (Karaoğlan ve ark. 2013; 2016) ile karakterize edilen Doğanşehir granitoidi Torid platformunun güneyine yerleşmiştir.

Çizelge 5.4. Maden Kompleksine ait Ba/Nb, Th/Nb ve Th/Ta ortalama element oranları.

Lokasyon	Veri Kaynağı	Ba/Nb	Th/Nb	Th/Ta
Van/Çatak	Tez çalışması	9.792	0.091	1.466
Siirt/Pervari	Tez çalışması	12.160	0.096	1.374
Adıyaman/Çelikhan	Yıldırım, 2010	12.601	0.123	1.690
Siirt/Şirvan	Tez çalışması	12.783	0.128	1.898
Diyarbakır/Lice	Tez çalışması	15.540	0.067	1.250
Batman/Sason	Tez çalışması	18.193	0.095	1.833
Elazığ/Sivrice	Bakır, 2016	22.671	0.716	11.853
Malatya/Pütürge	Ertürk ve ark., 2018	23.902	0.282	5.944
Malatya/Doğanşehir	Tez çalışması	25.910	0.331	8.000
Elazığ/Maden	Daş, 2016; Ertürk ve ark., 2018; Tez çalışması	31.156	0.405	7.207
Malatya/Kale	Ertürk ve ark., 2018	42.013	0.486	7.615
Malatya/Merkez	Ertürk ve ark., 2018	43.942	0.280	4.769
Diyarbakır/Ergani	Ertürk ve ark., 2018	59.910	0.299	4.925



Şekil 5.16. Ba/Nb, Th/Nb ve Th/Ta element oranlarının Maden Kompleksi'nin yayılım gösterdiği alanlardaki dağılımı.



Şekil 5.17. Maden havzası için oluşturulmuş jeotektonik model.



6. SONUÇLAR

1. Bu tez çalışması, Maden Kompleksi'nin Çatak(Van)-Kozluk(Batman) arasında yüzeylenmiş olan volkanik/subvolkanik kayaçlarının jeolojik ve petrolojik özelliklerinin araştırılmasını kapsamaktadır. Yapılan arazi çalışmaları neticesinde Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağının nap zonunda yer alan Maden Kompleksi, çalışma alanı içerisinde Bitlis-Pütürge Metamorfikleri ve Kretase yaşlı ofiyolitik birimler ile tektonik ilişkilidir.

2. Maden Kompleksi en alt seviyede konglomeratik bir istif olan Ceffan Formasyonu, grimsi beyazımsı renklerde tabakalı, numulitli kireçtaşından oluşan Arbo Formasyonu, killi kireçtaşı, kırmızı marn, kırmızı-gri şeyl, sarı-kahverengi kumtaşı, silttaşı ve kumlu kireçtaşından oluşan Melefan Formasyonu, çoğunlukla bazaltik volkanik kayaçlardan oluşan Karadere Formasyonu ve kumtaşı şeyl aralanmasından oluşan Narlıdere Formasyonu ile karakterize edilmektedir. İnceleme alanı içerisinde gözlenen en yaygın formasyon Melefan Formasyonudur. Bu formasyon Karadere Formasyonu ile aralanmalıdır ve elde edilen planktonik foraminifer topluluk yaşları Melefan Formasyonu'nun Geç İpreziyen - Erken Lütesiyen (Erken- Orta Eosen) çökeltme yaşını göstermektedir. Arbo Formasyonundan elde edilen bentik foraminifer yaşları da benzer şekilde Erken-Orta Eosen yaşını vermiştir.

3. Volkanik birimler plajiyoklas + klinopiroksen \pm bunun yanı sıra daha az oranlarda olivin fenokristallerinden oluşan mineral parajenezine sahiptir. Klinopiroksenler diyopsit ve ojit bileşiminde olup Wo_{24-57} , En_{24-46} , Fs_{0-50} arasında değişmektedir. Plajiyoklasların anortit içeriği %0.4-71 arasında, albit içeriği ise %27-99 arasında değişmektedir. Klinopiroksenlerden hesaplanan kristallenme sıcaklık değerleri 1125-1260°C arasında, basınç değerleri ise 1.6-10.8 Kbar arasında değişmektedir.

4. Subvolkanik dayklar plajiyoklas + klinopiroksen \pm olivin \pm amfibol mineral parajenezine sahiptirler. Klinopiroksenler diyopsit ve ojit bileşiminde olup Wo_{40-96} , En_{0-51} , Fs_{0-21} arasında değişmektedir. Plajiyoklasların albit içeriği %31-97 arasında, anortit içeriği ise %2-68 arasında değişmektedir. Klinopiroksenlerden hesaplanan sıcaklık değerleri 1076-1215°C arasında, basınç değerleri ise 1.2-9.4 Kbar arasında değişmektedir. Amfibol minerallerinden elde edilen sıcaklık değerleri ise 681-1023°C arasında değişirken, basınç koşulları ise 0.2-3.3 Kbar arasında değişmektedir.

5. Majör, nadir toprak ve iz element jeokimyası ve izotop bileşimleri, volkaniklerin/subvolkaniklerin evrimleşmesinde plajiyoklas, klinopiroksen ve olivin minerallerinin rolünü göstermektedir.

6. Bitlis-Pütürge Masifine ait şistlerin kontaminant olarak kullanıldığı AFC modellemelerinde volkanik/subvolkanik birimlerin kabuksal kirlenmeye uğradığını ortaya koymaktadır. Bu durum aynı zamanda Maden Kompleksi'nin Bitlis-Pütürge kıtasal litosferi üzerinde açılan bir havzada gelişmiş olabileceğini göstermektedir. Ayrıca volkanik kayalar içerisinde elde edilen yüksek kalıntı zirkon U-Pb yaşları Maden magmatizmasının kıtasal bir kaynakla etkileşimini ortaya koymaktadır.

7. Tüm kayalar ve izotop jeokimyası Çatak-Kozluk arasında yüzeylenmiş olan volkanik/subvolkanik birimlerin herhangi bir yitim bileşeni içermeyen E-MORB (*Z-OSB*) benzeri bir manto kaynak alanından, Kozluk-Gölbaşı volkaniklerinin ise yitim bileşenince zenginleşmiş çoğunlukla N-MORB (*N-OSB*) benzeri bir manto kaynak alanından oluşmuş olabileceğini ortaya koymuştur.

8. Ergime modelleri, Çatak-Kozluk arasında yüzeylenen bazaltların tüketilmiş ve zenginleşmiş astenosferik manto kaynaklarının etkileşiminden itibaren oluşmuş olabileceğini göstermiştir.

9. Elde edilen veriler ışığında Maden havzası'nın Bitlis-Pütürge Masifi üzerinde açılan bir havza olduğu değerlendirilmiş ve kuzeye doğru Bitlis-Pütürge Masifi'nin altına dalan Arap levhasının okyanusal litosferinin Erken-Orta Eosen döneminde kopması/kopmaya başlaması ile yitim bileşeninden bağımsız astenosferik mantoyu karakterize eden lavların havzanın güneyine, yitim bileşeni içeren ergiyiklerin ise havzanın kuzeyine yerleşmiş oldukları sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Açıkbaş, D., Baştuğ, C., 1975. *V. Bölge Cacas-Hani yöresi kuzey sahalarının jeoloji raporu ve petrol olanakları*. TPAO Genel Müdürlüğü Arama grubu (Yayımlanmamış). Rapor No: 917, Ankara.
- Açıkbaş, D., Sungurlu, O., Akgül, A., Erdoğan, T., 1979. *Geology and petroleum possibilities of Southeast Turkey*. TPAO Genel Müdürlüğü Arama grubu (Yayımlanmamış). Rapor No:1410, Ankara.
- Açlan, M., Altun, Y., 2020. Çarpışma Sonrası Pliyo-Kuvaterner Gözucu (Taşlıçay-Ağrı) Volkaniklerinin Jeokimyasal Özellikleri ve Magma Kaynak Bölge Karakteristikleri, Doğu Anadolu, Türkiye. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, **63**: 195-214.
- Agard, P., Omrani, J., Jolivet, L., Mouthereau, F., 2005. Convergence history across Zagros (Iran): constraints from collisional and earlier deformation. *International Journal Earth Sciences (Geologische Rundschau)*, **94** (3): 401–419.
- Akay, E., Herece, E., 1992. Orta Doğu Toroslar’da volkanitsiz Eosen ile volkanitli Eosen çökellerinin ilişkileri ve olası bir transform fay. *9. Türkiye Petrol Kongresi*. 17-21 Şubat 1992, Ankara. 1-10.
- Akkoca, D. B., Karataş, O., 2019. The geochemical composition of the Palu Formation from the Palu-Uluova basin, Elazığ, Eastern Anatolia (Turkey): Implication of source area, weathering, and tectonic setting. *Journal of African Earth Sciences*, **151**: 472–489.
- Aktaş, G., Robertson, A. H. F., 1984. **The Maden Complex, SE Turkey: evolution of a neo-tethyan active margin, in The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean**, (Editor: J. E., Dixon and A.H.F. Robertson). Blackwell Scientific Publications, 0305-8719, Oxford. 375-402.
- Aktaş, G., 1985. *The Maden Complex, SE Turkey: Sedimentation and volcanism along a Neotethyan active continental margine* (doktora tezi, basılmamış). Phil. Edinburgh Univ, Scotland.
- Aktaş, G., Robertson, A. H. F., 1990a. Late Cretaceous–Early Tertiary fore-arc tectonics and sedimentation: Maden Complex, SE Turkey. *Proceedings of the International Earth Sciences Congress on Aegean Regions*. 1-6 October 1990, İzmir. 271-276.
- Aktaş, G., Robertson, A. H. F., 1990b. Tectonic evolution of the tethys suture zone in SE, Turkey: Evidence from the petrology and geochemistry of late cretaceous and Middle Eocene extrusives. *International Symposium on ophiolite genesis and evolution of oceanic lithosphere*. 7-8 January 1990, Oman. 311-328.
- Aktürk, A., 1985. *Çatak-Narlı (Van) yöresinin stratigrafisi ve tektoniği* (doktora tezi, basılmamış). Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Albarède, F. 2003. *Geochemistry-An Introduction*. Cambridge University Press, Cambridge, New York, 248.
- Allen, M. B., Armstrong, H. A., 2008. Arabia–Eurasia collision and the forcing of mid-Cenozoic global cooling. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **265** (1–2): 52–58.
- Altunbey, M., Sağıroğlu, A., 1995. Koçkale-Elazığ manganez cevherleşmelerinin özellikleri ve kökeni. *MTA Dergisi*, **117**: 139-148.

- Bakır, Z., 2016. *Tepeköy (Elazığ Güneyi) ciavarındaki volkanosedimaner kayaçların kil mineralojisi ve Jeokimyası* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Bal-Akkoca, D., Çelebi, H., 2018. The Massive Sulfide Deposit of Siirt Madenköy, South-Eastern Turkey. *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, **6**: 155-178.
- Ballato, P., Parra, M., Schildgen, T. F., Dunkl, I., Yıldırım, C., Özsayın, E., 2018. Multiple exhumation phases in the Central Pontides (N Turkey): New temporal constraints on major geodynamic changes associated with the closure of the Neo-Tethys Ocean. *Tectonics*, **37**: 1831–1857.
- Ballato, P., Uba, C. E., Landgraf, A., Strecker, M. R., Sudo, M., Stockli, D. F., 2011. *Arabia-Eurasia continental collision: Insights from late Tertiary foreland-basin evolution in the Alborz Mountains, northern Iran*. Geological Society of America Bulletin, 123(1–2), London. 131.
- Barbero, E., Delavari, M., Dolati, A., Vahedi, L., Saccani, E., 2020. Early Cretaceous Plume–Ridge Interaction Recorded in the Band-e-Zeyarat Ophiolite (North Makran, Iran): New Constraints from Petrological, Mineral Chemistry, and Geochronological Data. *Minerals*, **10** (12): 1–34.
- Barragan, R., Geist, R., Hall, M., Larson, P., Kurz, M., 1998. Subduction controls on the composition of lavas from the Ecuadorian Andes. *Earth and Planetary Science Letters*, **154** (1-4): 153-166.
- Barrier, E., Vrielynck, B., 2008. *Palaeotectonic Map of the Middle East, Atlas of 14 Maps, Tectonosedimentary-Palinspastic Maps From Late Norian to Pliocene*. Commission for the geologic Map of the World (CCMW, CCGM), Paris-France.
- Baştuğ, C., 1976. Bitlis napının stratigrafisi ve Güneydoğu Anadolu suture zonunun evrimi. *Yeryuvarı ve İnsan, Ağustos* (1/3): 55-61.
- Baştuğ, C., Soytürk, N., 1973. *V. Bölge Kozluk-Batman şaryaj yöresi jeoloji raporu*. Türkiye Petollerini Ananım Ortaklığı Genel Müdürlüğü Arama Grubu (Yayımlanmamış), Rapor No:795, Ankara.
- Baştuğ, C., Açıkbaz, D., 1974. *V. Bölge Sason-Kozluk arası şaryaj yöresi, jeoloji raporu*. Türkiye Petollerini Ananım Ortaklığı Genel Müdürlüğü Arama Grubu (Yayımlanmamış), Rapor No: 878, Ankara.
- Baştuğ, M. C., 1980. *Sedimentation, deformation and melange emplacement in Lice basin, Dicle-Karabegan area, Southeast Turkey*. Türkiye Petollerini Ananım Ortaklığı Genel Müdürlüğü Arama Grubu (Yayımlanmamış), Rapor No: 1494, Ankara.
- Beken, A., 1975. *Geology of the Bahro area (Diyarbakır-Turkey)*. Türkiye Petollerini Ananım Ortaklığı Genel Müdürlüğü Arama Grubu (Yayımlanmamış), Rapor No: 995, Ankara.
- Beyarslan, M., 1996. *Kömürhan ofiyolit biriminin petrografik ve petrolojik incelenmesi* (doktora tezi). Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Beyarslan, M., Bingöl, A. F., 2000. Petrology of a supra-subduction zone ophiolite (Kömürhan-Elazığ-Turkey). *Canadian Journal of Earth Sciences*, **37** (10): 1411-1424.
- Beyarslan, M., 2017. Supra-subduction zone magmatism of the Koçali ophiolite, SE Turkey. *Journal of African Earth Sciences*, **129** (2017): 390-402.

- Biçer, Z., 1981. *Sason-Kozluk-Baykan yörelerinde Tersiyer sürüklenim örtüleri altındaki otokton istifin fasiyes özellikleri ve petrol olanakları*. Türkiye Petollerini Ananım Ortaklığı Genel Müdürlüğü Arama Grubu (Yayımlanmamış), Rapor no:1605, Ankara.
- Bingöl, A. F., 1984. Geology of the Elazığ area in the eastern Taurus region. *Proceedings of International Symposium on the Geology of the Taurus Belt*. 26-29 September 1984, Ankara, 209-216.
- Bingöl, A. F., 1988. Petrographical and petrological features of intrusive rocks of Yüksekova Complex in the Elazığ region (Eastern Taurus, Turkey). *The Journal of Firat University Science and Technology*, **3** (2): 1-17.
- Bozkaya, Ö., Yalçın, H., Dündar, M. K., 2006. Maden Grubu (Malatya-Pütürge) kayaçlarında diyajenez/metamorfizma ve jeotektonik konum arasındaki ilişkiler. *Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A-Yerbilimleri*, **23** (1-2): 1-24.
- Bozkurt, E., 2001. Neotectonics of Turkey-a synthesis. *Geodinamica Acta*, **14** (1-3): 3-30.
- Chiu, H. Y., Chung, S. L., Zarrinkoub, M. H., Mohammadi, S. S., Khatib, M. M., Iizuka, Y., 2013. Zircon U-Pb age constraints from Iran on the magmatic evolution related to Neotethyan subduction and Zagros orogeny. *Lithos*, **162-163**: 70-87.
- Cosentino, D., Schildgen, T. F., Cipollari, P., Faranda, C., Gliozzi, E., Hudáčková, N., Lucifora, S., Strecker, M. R., 2012. LateMiocene surface uplift of the southernmargin of the central Anatolian Plateau, central Taurides, Turkey. *Geological Society of America Bulletin*, **124**: 133-145.
- Cowgill, E., Forte, A. M., Niemi, N., Avdeev, B., Tye, A., Trexler, C., 2016. Relict basin closure and crustal shortening budgets during continental collision: An example from Caucasus sediment provenance. *Tectonics*, **35**: 2918-2947.
- Çağlayan, M. A., İnal, R. N., Şengün, M., Yurtsever, A., 1984. Structural setting of the Bitlis massive. *International Geology of Taurus Belt Proceedings Symposium*. 26-29 September 1983, Ankara, 245-254.
- Çelebi, H., Peker, İ., 1994. Ergani-Maden (Elazığ) bakır yatağı cevherlerinin Bi, La5, Ce9, Th ve U eser elementleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, **37** (2): 149-154.
- Çelik, H., 2003. *Mastar Dağı (Elazığ güneydoğusu) çevresinin stratigrafik ve tektonik özellikleri* (doktora tezi, basılmış). Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Çınar, N., 2016. *Maden Karmaşığı (Elazığ) içerisindeki barit oluşumlarının mineralojik ve jeokimyasal özellikleri* (yüksek lisans tezi, basılmış). Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Çolakoğlu, A. R., Arehart, G. B., 2010. The petrogenesis of Sarıçimen (Çaldıran-Van) quartz monzodiorite: Implication for initiation of magmatism (Late Medial Miocene) in the east Anatolian collision zone, Turkey. *Lithos*, **119**: 607-620.
- Daş, B., 2016. *Hatunköy-Plajköy (Elazığ'ın Güneydoğusu) civarındaki denizel sedimanter ve volkanosedimanter kayaçların kil mineralojisi ve jeokimyasal özellikleri* (yüksek lisans tezi, basılmış). Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Darin, M. H., Umhoefer, P. J., Thomson, S. N., 2018. Rapid late Eocene exhumation of the Sivas Basin (Central Anatolia) driven by initial Arabia-Eurasia collision. *Tectonics*, **37**: 3805-3833.
- DePaolo, D. 1981. Trace element and isotopic effects of combined wall rock assimilation and fractional crystallization. *Earth Planet Science Letters*, **53**: 189-202.

- Dewey, J. F., Hempton, M. R., Kidd, W. S. F., Şaroglu, F., Şengör, A. M. C., 1986. *Shortening of continental lithosphere: The neotectonics of eastern Anatolia-A young collision zone*. Geological Society, London, Special Publications, Yay No: 19(1), London. 36.
- Dursun, A., 2010. *Batı ve Doğu Kef (Guleman-Elazığ) krom yataklarının minerolojisi ve jeokimyası* (yüksek lisans tezi, basılmış). Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Ekici, T., 2016. Collision-related slab break-off volcanism in the Eastern Anatolia, Kepez volcanic complex (Turkey). *Geodinamica Acta*, **28**: 223–239.
- Elmas, A., Yılmaz, Y., 2003. Development of an oblique subduction zone e tectonic evolution of the tethys suture zone in southeast Turkey. *International Geology Review*, **45** (9): 827-840.
- Engin, T., Balcı, M., Sümer, Y., Özkan, Y. Z., 1980. Guleman (Elazığ) krom yatakları ve peridotit biriminin genel jeolojik konumu, *MTA Enstitüsü Dergisi*, **95-96** (95-96): 1-23.
- Erdem, E., Beyarslan, M., Kılıç, D., 2005. Maden Karmaşığı'na ait volkanitlerin Petrografik ve Petrolojik Özellikleri. *Geosound, Haziran* (46): 107-123.
- Erdoğan, B., 1977. *Geology Geochemistry and Genesis of the Sulphide Deposits of the Ergani-Maden Region SE Turkey* (doktora tezi, basılmamış). University of New Brunswick, Canada.
- Erdoğan, B., 1982. Ergani-Maden Yöresindeki Güneydoğu Anadolu Ofiyolit Kuşağının Jeolojisi ve Volkanik Kayaları. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, **25**: 49-59.
- Ertürk, M. A., 2016. *Maden Karmaşığı'nın (Doğu Toroslar-Türkiye) petrolojik özellikleri* (doktora tezi, basılmış). Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Ertürk, M. A., Beyarslan, M., Chung, S. L., Lin, T. H., 2018. Eocene magmatism (Maden Complex) in the Southeast Anatolian Orogenic Belt: Magma genesis and tectonic implications. *Geoscience Frontiers*, **9** (6): 1829-1847.
- Etemadi, A., Nadermezerji, S., Karimpour, M. H., Malekzadeh-Shafaroudi, A., Santos, J. F., Ribeiro, S., 2020. Geochemistry, petrogenesis, zircon U-Pb geochronology and Sr-Nd isotopic composition of Kuh-e-Shah volcanic rocks: Implications for an active continental margin along with eastern Iran during the Paleogene. *Lithos*, **378–379**: 1-19.
- Faccenna, C., Bellier, O., Martinod, J., Piromallo, C., Regard, V., 2006. Slab detachment beneath Eastern Anatolia: A possible cause for the formation of the North Anatolian fault. *Earth and Planetary Science Letters*, **242**: 85–97.
- Faure, G., Mensing, T. M., 2005. *Isotopes: Principles and Applications*. John Wiley & Sons Publisher, USA, 928.
- Fazlnia, A., 2019. Origin and magmatic evolution of the Quaternary syn-collision alkali basalts and related rocks from Salmas, northwestern Iran. *Lithos*, **344–345** (1): 297–310.
- Fitton, J. G., James, D., Leeman, W., 1991. Basic magmatism associated with Late Cenozoic Extension in the Western United States: Compositional variations in space and time. *Journal of Geophysical Research*, **96** (B8): 13693-13711.
- Gale, A., Dalton, C. A., Langmuir, C. H., Su, Y., Schilling, J. G., 2013. The mean composition of ocean ridge basalts. *Geochemistry Geophysics, Geosystems*, **14** (3): 489-518.

- Göncüoğlu, M. C., Turhan, N., 1981. Bitlis metamorfitlelerinde yeni yaş bulguları. *MTA Enstitüsü Dergisi*, (95/96): 44-48.
- Göncüoğlu, M. C., Turhan, N., 1984. Geology of the Bitlis Metamorphic belt. *International Symposium on the Geology on the Taurus Belt*. 26-29 September 1983, Ankara. 237-244.
- Gülyüz, E., Durak, H., Özkaptan, M., Krijgsman, W., 2020. Paleomagnetic constraints on the early Miocene closure of the southern Neo-Tethys (Van region; East Anatolia): Inferences for the timing of Eurasia-Arabia collision. *Global and Planetary Change*, **185**: 103089.
- Gürocak, Z., 1993. *Sivrice (Elazığ) çevresinin jeolojisi* (yüksek lisans tezi, basılmış). Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Hafkenschied, E., Wortel, M., Spakman, W., 2006. Subduction history of the Tethyan region derived from seismic tomography and tectonic reconstructions. *Journal of Geophysical Research-Solid Earth*, **111**: 1–26.
- Hauff, F., Hoernle, K., Schmidt, A., 2003. Sr–Nd–Pb composition of Mesozoic Pacific oceanic crust (Site 1149 and 801, ODP Leg 185): implications for alteration of ocean crust and the input into the Izu–Bonin–Mariana subduction system. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, **4** (8): 1-30.
- Helvacı, C., 1983. Bitlis Masifi Avnik (Bingöl) bölgesi metamorfik kayalarının petrojenezi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, **26**: 177-182.
- Helvacı, C., Griffin, W. L., 1983. Rb-Sr geochronology of the Bitlis massif, Avnik (Bingöl) area, SE Turkey. *Special Publication of the Geological Society of London* (Editor: Dixon, J. E., Robertson, A. H. F.). London, 403-413.
- Helvacı, C., Griffin, W. L., 1984. Metamorphic feldspathization of metavolcanics and granitoids, Avnik area, Turkey. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, **83** (3): 309-319.
- Hempton, M., 1983. Structure of the North margin of the Bitlis suture near Sivrice and its tectonic implications. *International Symposium on the Geology of the Taurus Belt*. 26-29 September 1983, Ankara. 223-228.
- Hempton, M., 1984. Results of detailed mapping near lake Hazar Eastern Taurus mountains. *International Geology of Taurus Belt Proceedings Symposium*. 26-29 September 1983, Ankara. 223-228.
- Hempton, M., 1985. Structure and deformation history of the Bitlis suture near Lake Hazar, SE Turkey. *Geological Society of America Bulletin*, **96**: 223-243.
- Hempton, M. R., 1986. Hazar Gölü yakınında Bitlis Kenet Kuşağının yapısı ve deformasyon tarihçesi. *Yeryuvarı ve İnsan, Şubat* (11/1): 31-32.
- Hempton, M. R., 1987. Constraints on Arabian Plate motion and extensional history of the Red Sea. *Tectonics*, **6**: (6): 687–705.
- Hofmann, A. W. 1986. Nb in Hawaiian magmas: constraints on source composition and evolution. *Chemical Geology*, **57**: 17–30.
- Holland, T., Blundy, J., 1994. Non-ideal interactions in calcic amphiboles and their bearing on amphibole-plagioclase thermometry. *Contrib Mineral Petrol*, **116**: 433–447.
- Hüsing, S. K., Zachariasse, W. J., Van Hinsbergen, D. J., Krijgsman, W., Inceöz, M., Harzhauser, M., 2009. *Oligocene–Miocene basin evolution in SE Anatolia, Turkey: Constraints on the closure of the eastern Tethys gateway*. Geological Society of London, Special Publication, 311(1), London. 132.

- İleri, S., Salancı, B., Bitem, M., Doğan, R., 1976. Ergani (Maden) bakır yatağı ve plaka tektoniği. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, **19**: 133-142.
- İmer, A., Richards, J. P., Creaser, R. A., Spell, T. L., 2014. The late Oligocene Cevizlidere Cu-Au- Mo deposit, Tunceli Province, eastern Turkey. *Mineralium Deposita*, **50**: 1–19.
- Jiang, H., Li, W. Q., Zhao, K. D., Zhang, D., Jiangs, S. Y., 2021. Middle Triassic diorites from the Loei Fold Belt, NE Thailand: Petrogenesis and tectonic implications in the context of Paleotethyan subduction. *Lithos*, **382-383** (2021): 1-17.
- Jolivet, L., Faccenna, C., 2000. Mediterranean extension and the Africa-Eurasia collision. *Tectonics*, **19** (6): 1095–1106.
- Karaman, T., Poyraz, N., Bakırhan, B., Alan, İ., Kadıncık, G., Yılmaz, H., Kılınc, F., 1993. *Malatya-Doğuşehir-Çelikhan dolayının jeolojisi*. MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Dairesi (Yayımlanmış). Rapor No: 9587, Ankara.
- Karaoğlan, F., Parlak, O., Robertson, A., Thöni, M., Klötzli, U., Koller, F., Okay, A. İ., 2013. Evidence of Eocene high-temperature/high-pressure metamorphism of ophiolitic rocks and granitoid intrusion related to Neotethyan subduction processes (Doğuşehir area, SE Anatolia). *Geological Society Special Publication*, **372** (1): 249–272.
- Karaoğlan, F., 2016. Tracking the uplift of the Bolkar Mountains (south-central Turkey): evidence from apatite fission track thermochronology. *Turkish Journal of Earth Sciences*, **25**: 64–80.
- Karaoğlan, F., Parlak, O., Hejl, E., Neubaer, F., Klötzli, U., 2016. The temporal evolution of the active margin along the southeast Anatolian Orogenic Belt (SE Turkey): Evidence from U-Pb, Ar-Ar and fission track chronology. *Gondwana Research*, **33**: 1980-208.
- Kaya, A., 1993. *Gezin-Maden (Elazığ) çevresinde jeolojik araştırmalar* (yüksek lisans tezi, basılmış). Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Kaya, A., 2004. Gezin (Maden-Elazığ) çevresinin jeolojisi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **10** (1): 41-50.
- Kayğılı, S., 2010. *Sivrice-Gözel (Elazığ) civarı drenaj jeokimyası* (yüksek lisans tezi, basılmış). Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Kaymakçı, N., Inceöz, M., Ertepinar, P., Koç, A., 2010. *Late Cretaceous to recent kinematics of SE Anatolia (Turkey)*. Geological Society, London, Special Publications, Yay. No: 340, London. 435.
- Kazemi, K., Kananian, A., Xiao, Y., Sarjoughian, F., 2019. Petrogenesis of Middle-Eocene granitoids and their Mafic microgranular enclaves in central Urmia-Dokhtar Magmatic Arc (Iran): Evidence for interaction between felsic and mafic magmas. *Geoscience Frontiers*, **10** (2): 705–723.
- Keskin, M., Pearce, J. A., Mitchell, J. G., 1998. Volcano-stratigraphy and geochemistry of collision-related volcanism on the Erzurum-Kars Plateau, North Eastern Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **85**: 355-404.
- Keskin, M., 2003. Magma generation by slab steepening and breakoff beneath a subductionaccretion complex: An alternative model for collision-related volcanism in Eastern Anatolia, Turkey. *Geophys. Res. Letter*, **30** (24): 1-4.
- Keskin, M., 2007. Eastern Anatolia: a hot spot in a collision zone without a mantle plume. *Plates, Plumes, and Planetary Processes*. (Editor: Foulhrt, G. R., Jurdy, D.). Geological Society of America Special Paper, USA. 693–722.

- Ketin, İ., 1948. *Ergani Eğil bölgesinin jeolojik etüdü hakkında memuar*. MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Dairesi (Yayımlanmamış), Rapor no: 2015, Ankara.
- Ketin, İ., 1953. *Çermik (Diyarbakır) bölgesinin 1/50000 makyaslı jeolojik lövesine ait kısa bir rapor (memuar)*. MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Dairesi (Yayımlanmamış), Rapor No: 2056, Ankara.
- Ketin, İ., 1959. The orogenic evolution of Turkey. *MTA. Dergisi*, **53**: 83-88.
- Ketin, İ., 1966. Tectonic units of Anatolia. *MTA Dergisi*, **66**: 23-34.
- Ketin, İ., 1983. *Türkiye jeolojisine bir bakış*. İTÜ Matbaası, İstanbul, 583.
- Kılıç, A. D., 2005. *Hazar Gölü (Sivrice-Elazığ) güneyinin petrografik ve petrolojik özellikleri* (doktora tezi, basılmış). Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Kozlu, H., 1987. *Misis-Andırın-Adana-İskenderun dolayının jeolojisi ve petrol olanakları*. TPAO Arama gurubu (Yayımlanmamış), Rapor no: 2403, Ankara.
- Köksal, S., Toksoy-Köksal, F., Göncüoğlu, M. C., 2017. Petrogenesis and geodynamics of plagiogranites from Central Turkey (Ekecikdağ/Aksaray): new geochemical and isotopic data for generation in an arc basin system within the northern branch of Neotethys. *International Journal of Earth Sciences*, **106**: 1181-1203.
- Leake, B. E., 1978. Nomenclature of amphiboles. *American Mineralogist*, **63**: 1023-1052.
- Lei, J., Zhao, D., 2007. Teleseismic evidence for a break-off subducting slab under Eastern Turkey. *Earth and Planetary Science Letters*, **257**: 14-28.
- Li, Z. H., Xu, Z., Gerya, T., Burg, J. P., 2013. Collision of continental corner from 3-D numerical modeling. *Earth and Planetary Science Letters*, **380**: 98-111.
- Lin, Y. C., Chung, S. L., Bingöl, A. F., Yang, L., Okrotsvaridze, A., Pang, K. N., Lee, H. Y., Lin, T. H., 2020. Diachronous initiation of post-collisional magmatism in the Arabia-Eurasia collision zone. *Lithos*, **356-357**: 1-15.
- Lisenbee, A. L., 1985. *Tectonic analysis of the Adıyaman to Hazro region, Southeast Anatolia (final report)*. TPAO Arama gurubu (Yayımlanmamış), Rapor No: 2129, Ankara.
- Lisenbee, A. L., 1987. *Report of investigation: Tectonic analysis of the Adıyaman to Hazro region, Southeast Anatolia (with notes on the Harran-Bozova Trend)*. TPAO Arama gurubu (Yayımlanmamış), Rapor No: 2236, Ankara.
- Liu, X., Xu, J., Castillo, P. R., Xia, W., Shi, Y., Fenga, Z., Guo, L., 2013. The Dupal isotopic anomaly in the southern Paleo-Asian Ocean: Nd-Pb isotope evidence from ophiolites in Northwest China. *Lithos*, **189**: 185-200.
- Maaloe, S., 1985. *Principles of Igneous Petrology*. Springer Verlag, Berlin, 374.
- Madanipour, S., Ehlers, T. A., Yassaghi, A., Enkelmann, E., 2017. Accelerated middle Miocene exhumation of the Talesh Mountains constrained by U-Th/He thermochronometry: Evidence for the Arabia-Eurasia collision in the NW Iranian Plateau. *Tectonics*, **36**: 1538-1561.
- Martins, P. L. G., Toledo, C. L. B., Silva, A. M., Chemale, F., Santos, J. O. S., Assis, L. M., 2017. Neoproterozoic magmatism in the southeastern Amazonian Craton, Brazil: Petrography, geochemistry and tectonic significance of basalts from the Carajás Basin. *Precambrian Research*, **302** (October): 340-357.
- Masson, P. H., 1986. *Structural geology of the Talan and Meselik portions of the Şelmo-Şirvan licences, Southeast Turkey*. TPAO Arama gurubu (Yayımlanmamış), Rapor No: 2174, Ankara.

- McQuarrie, N., Van Hinsbergen, D. J. J., 2013. Retrodeforming the Arabia-Eurasia collision zone: Age of collision versus magnitude of continental subduction. *Geology*, **41** (3): 315-318.
- Mehdipour-Ghazi, J., Moazzen, M., Rahgoshay, M., Wilde, S. A., 2020. Zircon U–Pb–Hf isotopes and whole rock geochemistry of magmatic rocks from the Posht-e-Badam Block: A key to tectonomagmatic evolution of Central Iran. *Gondwana Research*, **87**:162–187.
- Michard, A., Whitechurch, H., Ricou, L. E., Montigny, R., Yazgan, E., 1984. Tauric subduction (Malatya-Elazig provinces) and its bearing on tectonics of the Tethyan realms in Turkey. *The geological evolution of the eastern Mediterranean* (Editor: Dixon. J. E., Robertson, A.H.F.). Geological Society of London Special Publication, 17, London. 361-373.
- Morimoto, N., Fabries, J., Ferguson, A. K., Ginzburg, I. V., Ross, M., Seifert, F. A., Zussman, J., Aoki, K., Gottardi, G., 1988. Nomenclature of Pyroxenes. *Mineralogical Magazine*, **52**: 533-550.
- Moritz, R., Popkhadze, N., Hässig, M., Golay, T., Lavoie, J., Gugushvili, V., Ulianov, A., Ovtcharova, M., Grosjean, M., Chiaradia, M., Dumitrica, P., 2020. At the crossroads of the Lesser Caucasus and the Eastern Pontides: Late Cretaceous to early Eocene magmatic and geodynamic evolution of the Bolnisi district, Georgia. *Lithos*, **378–379**: 105872.
- M.T.A, 2002. *1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (Yayımlanmamış), Ankara.
- M.T.A, 2011. *1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (Yayımlanmamış), Ankara.
- Nakamura, N., 1974. Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na and K in carbonaceous and ordinary chondrites. *Geochemica et Cosmochimica Acta*, **38**: 757- 773.
- Naz, H., 1979. *Elazığ-Palu dolayının jeolojisi*. TPAO Arama grubu (Yayımlanmamış), Rapor No: 1360, Ankara.
- Nouri, F., Azizi, H., Stern, R. J., Asahara, Y., Khodaparast, S., Madanipour, S., Yamamoto, K., 2018. Zircon U-Pb dating, geochemistry and evolution of the Late Eocene Saveh magmatic complex, central Iran: Partial melts of sub-continental lithospheric mantle and magmatic differentiation. *Lithos*, **314–315**: 274–292.
- Nurlu, N., Parlak, O., Robertson, A., Quadt, A. V., 2015. Implications of Late Cretaceous U-Pb zircon ages of granitic intrusions cutting ophiolitic and volcanogenetic rocks for the assembly of the Tauride allochthon in SE Anatolia (Helete area, Kahramanmaraş Region, SE Turkey). *International Journal of Earth Sciences*, **105**: 283-314.
- Oberhänsli, R., Candan, O., Bousquet, R., Rimmelé, G., Okay, A., Goff, J. B., 2010. Alpine HP evolution of the eastern Bitlis complex, SE Turkey. *Geological Society of London Special Publication*, **340**: 461-483.
- Oberhänsli, R., Bousquet, R., Candan, O., Okay, A., 2012. Dating subduction events in East Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, **21**: 1–17.
- Oberhänsli, R., Koralay, E., Candan, O., Pourteau, A., Bousquet, R., 2014. Late Cretaceous eclogitic high-pressure relics in the Bitlis Massif. *Geodinamica Acta*, **26** (3–4): 175–190.
- Okay, A. I., 2008. Geology of Turkey: a synopsis. *Anschnitt*, **21**: 19-42.

- Okay, A. I., Zattin, M., Cavazza, W., 2010. Apatite fission-track data for the Miocene Arabia- Eurasia collision. *Geology*, **38**: (1), 35–38.
- Okay, A. I., Topuz, G., 2016. Variscan orogeny in the Black Sea region. *International Journal Earth Sciences (Geologische Rundschau)*, **105**:247–281.
- Önal, A., 1995. *Polat-Beğre (Doğansehir, Malatya) Yoresinde Yuzeyleyen Magmatik Kayacların Petrografik ve Petrolojik Özellikleri* (doktora tezi, basılmış). Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Özçelik, M., 1982. *The petrology and geochemistry of volcanic rocks and associated sulphide deposits of the S.E. Anatolian ophiolite belt, near Malatya, Turkey* (doktora tezi, basılmış). University of Durham, England.
- Özçelik, M., 1985. Malatya güneydoğusundaki Maden magmatik kayaçlarının jeolojisi ve tektonik ortamına jeokimyasal bir yaklaşım. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, **28**: 19-36.
- Özdemir, Y., 2016. Geochemistry of tholeiitic to alkaline lavas from the east of Lake Van (Turkey): implications for a late cretaceous mature supra-subduction zone environment. *Journal of the African Earth Sciences*, **120** (2016): 77-88.
- Özkan, Y. Z., 1982. Structural investigation of Guleman (Elazığ) ophiolite. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey*, **97/98**: 32-39.
- Özkaya, İ., 1972. *The Mio-eugeosynclinal thrust interface and related petroleum implication in the Sason-Baykan area, Southeast Turkey* (doktora tezi, basılmamış). University of Missouri, Rola, ABD.
- Özkaya, İ., 1974. Güneydoğu Anadolu Sason ve Baykan yöresi stratigrafisi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, **V** (17): 51-72.
- Özkaya, İ., 1978. Ergani-Maden yoresi stratigrafisi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, **21/2**: 129- 139.
- Özkaya, İ., 1982. Upper Cretaceous plate rupture and development of leaky transcurrent fault ophiolites in Southeast Turkey. *Tectonophysics*, **88**: 102–116.
- Parlak, O., Hock, V., Kozlu, H., Delaloye, M., 2004. Oceanic crust generation in an island arc tectonic setting, SE Anatolian orogenic belt (Turkey). *Geological Magazine*, **141** (5): 583–603.
- Parlak, O., 2006. Geodynamic Significance of Granitoid Magmatism in the Southeast Anatolian Orogen: Geochemical And Geochronological Evidence from Göksun-Afşin (Kahramanmaraş, Turkey) Region. *International Journal of Earth Sciences*, **95**: 609-627.
- Parlak, O., Rızaoğlu, T., Bağcı, U., Karaoğlu, F., Höck, V., 2009. Tectonic significance he geochemistry and petrology of ophiolites in southeast Anatolia, Turkey. *Tectonophysics*, **473**: 173-187.
- Pearce, J. A., 1982. Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. *Andesites: Orogenic Andesites and Related Rocks* (Editor: Thorpe, R. S.). John Wiley and Sons, USA. 525-548.
- Pearce, J. A., 1983. Role of the Sub-Continental Lithosphere in Magma Genesis at Active Continental Margins. *Continental Basalts and Mantle Xenoliths* (Editors: Hawkesworth C. J., Norry, M. J.). Shiva, Nantwich. 230-249.
- Pearce, J. A., 1996. A users's guide to basalt discrimination diagrams, in Trace element geochemistry of volcanic rocks: Applications for massive sulphide exploration. *Geological association of Canada, Short Course Notes*, **12**: 79-113.

- Pearce, J. A., Peate, D. W., 1995. Tectonic implications of the composition of volcanic arc magmas. *Annu. Rev. Earth Planet Sciences*, **23**: 251-285.
- Pearce, J. A., 2008. Geochemical fingerprinting of oceanic basalts with applications to ophiolite classification and the search for Archean oceanic crust. *Lithos*, **100** (1-4):14-48
- Perinçek, D., 1978. *Çelikhan-Sincik-Koçali (Adıyaman ili) alanının jeoloji incelemesi ve petrol olanaklarının araştırılması* (doktora tezi, basılmamış). İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Perinçek, D., 1978a. *V-VI-IX. Bölge (Güneydoğu Anadolu otokton-allakton birimleri) jeoloji sembolleri*. TPAO Arama grubu (Yayımlanmamış). Rapor No:6657, Ankara.
- Perinçek, D., 1978b. *Çelikhan-Sincik-Koçali (Adıyaman ili) alanının jeolojik incelenmesive petrol olanaklarının araştırılması*. TPAO Arama grubu (Yayımlanmamış). Rapor No:1250, Ankara.
- Perinçek, D., Çelikdemir, M. E., 1979. *Geology and Petroleum Possibilities of Palu-Karabegan-Elazığ-Sivrice-Malatya Region*. TPAO Arama grubu (Yayımlanmamış). Rapor No: 1361, Ankara.
- Perinçek, D., 1979a. *Palu-Karabegan-Elazığ-Sivrice-Malatya alanının jeolojisi ve petrol imkanları*. TPAO Arama grubu (Yayımlanmamış). Rapor No: 1361, Ankara.
- Perinçek, D., 1979b. The geology of Hazro-Korudağ-Çüngüş-Maden-Ergani-Hazar-Elazığ-Malatya Area. *The Geological Society of Turkey*, **34**: 34.
- Perinçek, D. 1980a. Arabistan Kıtası Kuzeyindeki Tektonik Evrimin Kıta Üzerinde Çökelen İstiftteki Etkileri. *Türkiye 5. Petrol Kongresi Tebliğler*. Nisan 1980, Ankara. 77-93.
- Perinçek, D., 1980b. Bitlis metamorfitlelerinde volkanitli Triyas. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, **23**: 201-211.
- Perinçek, D., Özkaya, I., 1981. Arabistan levhası kuzey kenarının tektonik evrimi. *Yerbilimleri*, **8**, 91-101.
- Perinçek, D., Kozlu, H., 1984. Stratigraphy and structural relations of the units in the Afşin–Elbistan–Doğanşehir region (Eastern Taurus). *Proceedings of International Symposium on the Geology of the Taurus Belt*. 26-29 September 1984, Ankara. 181–198.
- Perinçek, D., 1989. *Hakkari ili ve dolayının stratigrafisi, yapısal özellikleri, petrol imkanları*. TPAO Arama grubu (Yayımlanmamış), Rapor No: 2545, Ankara.
- Perinçek, D., 1990. Hakkari ili ve dolayının stratigrafisi, Güneydoğu Anadolu Türkiye. *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, **2** (1): 21-68.
- Perinçek, D., Çemen, İ., 1992. Late Cretaceous-Paleogene structural evolution of the structural highs of Southeast Anatolia. *Ozan Sungurlu Sempozyumu Bildirileri*. 26-28 Kasım, Ankara. 386-403.
- Pişkin, Ö., Delaloye, M., 1981. Petrologie et geochronologie des ophiolites de Çelikhan (Taurus oriental, Turquie). *Schweiz Mineral. Petrog. Mitt*, **61**: 133-145.
- Putirka, K., 2008. Thermometers and Barometers for Volcanic Systems. Inclusions and Volcanic Processes. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, **69**: 61-120
- Putirka, K., 2016. Amphibole thermometers and barometers for igneous systems, and some implications for eruption mechanisms of felsic magmas at arc volcanoes. *American Mineralogist*, **101**: 841-858.
- Qian, S., Zhou, H., Zhang, L., Cheng, R., 2020. Mantle heterogeneity beneath the South China Sea: Chemical and isotopic evidence for contamination of ambient asthenospheric mantle. *Lithos*, **354-355** (2020): 1-12.

- Rabayrol, F., Hart, C. J. R., Thorkelson, D. J., 2019. Temporal, spatial and geochemical evolution of the late Cenozoic Post-Subduction magmatism in central and Eastern Anatolia, Turkey. *Lithos*, **336-337**: 67-69.
- Rızaoğlu, T., 2006. *Baskil-Sivrice (Elazığ) arasında yüzeyleyen tektonomagmatik birimlerin petrografisi ve jeokimyası* (doktora tezi, basılmamış). Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Rızaoğlu, T., Parlak, O., Höck, V., İşler, F., 2006. *Nature and significance of Late Cretaceous ophiolitic rocks and its relation to the Baskil granitoid in Elazığ region, SE Turkey*. Geological Society, Special Publications, London, 327–350.
- Rızaoğlu, T., Parlak, O., Höck, V., Koller, F., Hames, W. E., Billor., Z. 2009. Andean-type active margin formation in the eastern Taurides: Geochemical and geochronological evidence from the Baskil granitoid (Elazığ, SE Turkey). *Tectonophysics*, **473**: 188-207.
- Ridolfi F, Renzulli, A, Puerini, M., 2010a. Stability and chemical equilibrium of amphibole in calc-alkaline magmas: an overview, new thermobarometric formulations and application to subduction-related volcanoes. *Contr Mineral Petrol*, **160**: 45–66.
- Rigo de Righi, M., Cortesini, A., 1964. Gravity Tectonics in foothills structure belt of Southeast Turkey. *Amer. Petrol. Geol. Bull.*, **48** (12): 1911-1937.
- Robertson, A. H. F., 1998. Mesozoic-Tertiary Tectonic Evolution Of The Easternmost Mediterranean Area; Integration Of Marine And Land Evidence. *Proc Ocean Drill Prog Sci Res.*, **160**: 723-782.
- Robertson, A. H. F., 2000. Mesozoic-tertiary tectonic-sedimentary evolution of a South Tethyan Oceanic Basin and its Margins in Southern Turkey. *Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area* (Editor: Bozkurt, E., Winchester, J.A., Piper, J. A.). Geological Society, London. 97–138.
- Robertson, A. H. F., Pickett, E. A., 2000. Palaeozoic–Early Tertiary Tethyan Evolution of Mélanges, Rift and Passive Margin Units in the Karaburun Peninsula (western Turkey) and Chios Island (Greece). *Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area* (Editor: Bozkurt, E., Winchester, J.A., Piper, J.A.). Geological Society, London. 43–82.
- Robertson, A. H. F., 2002. Overview of the genesis and emplacement of Mesozoic ophiolites in the Eastern Mediterranean Tethyan region. *Lithos*, **65**: 1–67.
- Robertson, A. H. F., 2004. Development of concepts concerning the genesis and emplacement of Tethyan ophiolites in the Eastern Mediterranean and Oman regions. *Earth- Science Reviews*, **66**: 331–387.
- Robertson, A. H. F., Dixon, J. E., 1984. Introduction: Aspects of the Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean* (Editor: Robertson, A. H. F., Dixon, J. E.). Geological Society of London, London-England. 1-74.
- Robertson, A. H. F., Ustaomer, T., Pickett, E. A., Collins, A. S., Andrew, T., Dixon, J. E., 2004. Testing models of Late Palaeozoic Early Mesozoic orogeny in Western Turkey: support for an evolving open-Tethys model. *Journal of the Geological Society*, **161**: 501–511.
- Robertson, A. H. F., Ustaömer, T., Parlak, O., Ünlügenç, U. C., Taslı, K., Inan, N., 2006. The Berit transect of the Tauride thrust belt, S Turkey: Late Cretaceous–Early Cenozoic accretionary/ collisional processes related to closure of the Southern Neotethys. *Journal of Asian Earth Sciences*, **27**: 108–145.

- Robertson, A. H. F., Parlak, O., Rızaoğlu, T., Ünlügenç, U. C., İnan, N., Taslı, K., Ustaömer, T., 2007. *Tectonic evolution of the South Tethyan ocean: evidence from the Eastern Taurus mountains (Elazığ region, SE Turkey), in Deformation of the Continental Crust: The Legacy of Mike Coward* (Editor: Ries, A. C., Butler, R. W. H., Graham, R. H.). Geological Society of London, Special Publications, London, 233-272.
- Robertson, A. H. F., Ustaömer, T., 2009a. Formation of the upper Palaeozoic Konya Complex and comparable units in southern Turkey subduction-accretion processes: implications for the tectonic development of Tethys in the Eastern Mediterranean region. *Tectonophysics*, **473**: 113–148.
- Robertson, A. H. F., Ustaömer, T., 2009b. Upper Palaeozoic subduction/accretion processes in the closure of Palaeotethys: evidence from the Chios Melange (E Greece), the Karaburun Melange (W Turkey) and the Teke Dere Unit (SW Turkey). *Sedimentary Geology*, **220**: 29–59.
- Robertson, A. H. F., Parlak, O., Ustaömer, T., Taslı, K., İnan, N., Dumitrica, P., Karaoğlan, F., 2013. Subduction, ophiolite genesis and collision history of Tethys adjacent to the Eurasian continental margin: new evidence from the Eastern Pontides, Turkey. *Geodinamica Acta*, **26**: 230–293.
- Rolland, Y., Perincek, D., Kaymakci, N., Sosson, M., Barrier, E., Avagyan, A., 2012. Evidence for ~80–75Ma subduction jump during Anatolide-Tauride-Armenian block accretion and ~48 Ma Arabia-Eurasia collision in Lesser Caucasus-East Anatolia. *Journal of Geodynamics*, **56–57**: 76–85.
- Rolland, Y., 2017. Caucasuscollisional history: Review of data from East Anatolia to West Iran. *Gondwana Research*, **49** (2017): 130-146.
- Rollinson, H. R., 1993. *Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation*. Longman Scientific & Technical publication, New York, 384.
- Rudnick, R. L., Gao, S., 2003. *Composition of the continental crust, Treatise on Geochemistry* (Editör: Holland, H. D., Turekian, K. K.). Elsevier, Pergamon.
- Saccani, E., Allahyari, K., Beccaluva, L., Bianchini, G., 2013a. Geochemistry and petrology of the Kermanshah ophiolite (Iran): implication for the interaction between passive rifting, oceanic accretion, and OIB-type components in the Southern Neo-Tethys Ocean. *Gondwana Research*, **24**: 392–411.
- Saccani, E., Azimzadeh, Z., Dilek, Y., Jahangiri, A., 2013b. Geochronology and petrology of the early carboniferous Misho Mafic Complex (NW Iran), and implications for the melt evolution of Paleo-Tethyan rifting in Western Cimmeria. *Lithos*, **162–163**: 264–278.
- Saccani, E., Allahyari, K., Rahimzadeh, B., 2014. Petrology and geochemistry of mafic magmatic rocks from the Sarve-Abad ophiolites (Kurdistan region, Iran): evidence for interaction between MORB-type asthenosphere and OIB type components in the southern Neo-Tethys Ocean. *Tectonophysics*, **621**: 132–147.
- Saccani, E., 2015. A new method of discriminating different types of post-Archean ophiolitic basalts and their tectonic significance using Th–Nb and Ce–Dy–Yb systematics. *Geoscience Frontiers*, **6**: 481–501.
- Savcı, H., Dülger, S., 1980. *Cacas-Sason-Kozluk dolayının jeoloji incelemesi ve petrol olanaklarının araştırılması*. TPAO Arama grubu (Yayımlanmamış), Rapor No: 1442, Ankara.
- Savcı, G., 1980. Doğu Anadolu volkanizmasının neotektonik önemi. *Yeryuvarı ve insan*, **5** (3-4): 46-49.

- Schildgen, T. F., Yıldırım, C., Cosentino, D., Strecker, M. R., 2014. Linking slab break-off, Hellenic trench retreat, and uplift of the Central and Eastern Anatolia plateaus. *Earth-Science Reviews*, **128** (2014): 147-168.
- Schleiffarth, W. K., Darin, M. H., Reid, M. R., Umhoefer, P. J., 2018. Dynamics of episodic Late Cretaceous–Cenozoic magmatism across Central to Eastern Anatolia: New insights from an extensive geochronology compilation. *Geosphere*, **14** (5): 1990–2008,
- Sun, S. S., McDonough, W. F., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. *Magmatism in the ocean basin* (Editor: Norry, A. D.). Geol. Soc. Lond. Spec. Publications, London. 313-345.
- Sungurlu, O., 1974a. *VI. Bölge kuzey sahalarının jeolojisi*. TPAO Arama grubu (Yayımlanmamış), Rapor No:871, Ankara.
- Sungurlu, O., 1974b. *VI. Bölge kuzey sahalarının jeolojisi. Türkiye 2. Petrol Kongresi*. Ankara, 85-107.85-107.
- Sungurlu, O., 1975. *VI. Bölge kuzey sahaların jeolojisi*. TPAO Arama grubu (Yayımlanmamış), Rapor No: 817, Ankara.
- Sungurlu, O., Arpat, E., 1978. *Türkiye doğu kesiminin jeolojisi ve beklenir kabuk yapısı*. TPAO Arama grubu (Yayımlanmamış), Rapor No:1204, Ankara.
- Sungurlu, O., 1979. Güneydoğu Sürüklenme Kuşağı Tersiyer sürüklenimleri. *33. Türkiye Jeoloji Kurultayı*. 5-9 Mart 1979, Ankara. 121-122.
- Sungurlu, O., Perinçek, D., Kurt, G., Tuna, E., Dülger, S., Çelikdemir, E., Naz, H., 1985. *Elazığ-Hazar-Palu Alanının Jeolojisi*. TPAO Arama grubu (Yayımlanmamış), Rapor No: 29, Ankara.
- Şahin, Ö., Işık, V., 2010. Çelikhan (Adıyaman) civarında yüzeyleyen metamorfik ve magmatik kayaların petrolojisi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*. **53** (2-3): 129-158.
- Şaşmaz, A., Turkyılmaz, B., Öztürk, N., Yavuz, F., Kumral, M. 2014. Geology and geochemistry of Middle Eocene Maden complex ferromanganese deposits from the Elazığ-Malatya region, eastern Turkey. *Ore Geology Review*, **56**: 352–372.
- Şengör, A. M. C., Kidd, W. S. F., 1979. The post-collisional tectonics of the Turkish-Iranian Plateau and a comparison with Tibet. *Tectonophysics*, **55**: 361-376.
- Şengör, A. M. C., Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach, *Tectonophysics*, **75**: 181–241.
- Şengör, A. M. C., Yılmaz, Y., 1983. Türkiye’de Tetis’in evrimi; Levha tektoniği açısından bir yaklaşım. *TJK yerbilimleri özel dizisi*, **1**: 1-75.
- Şengör, A. M. C., Özeren, M. S., Keskin, M., Sakinç, M., Özbakir, A. D., Kayan, I., 2008. Eastern turkish high plateau as a small turkic-type orogen: Implications for post-collisional crust-forming processes in turkic-type orogens. *Earth-Science Reviews*, **90** (2008): 1-48.
- Şengün, M., 1993. Geological evolution of the Anatolian segment of the Tethyan belt. *Geological Bulletin of Turkey*, **36**: 81-98.
- Şengün, M., 2006. A Critical Review of The Anatolian Geology: A Dialectic To Sutures and Evolution Of The Anatolian Tethys and Neotethys. *Bulletin of The Mineral Research and Exploration*. **133** (133): 1-29.
- Tuna, M. E., 1979. *Elazığ-Palu-Pertek dolayının jeoloji İncelenmesi*. MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Dairesi (Yayımlanmış). Rapor No:1362, Ankara.

- Turan, M., 1993. Elazığ yakın civarındaki bazı önemli tektonik yapılar ve bunların bölgenin jeolojik evrimindeki yeri. *A. Suat Erk Jeoloji Sempozyumu Bildirileri*, 2-5 Eylül, Ankara. 193-204.
- Turan, M., Aksoy, E., Bingöl, A. F., 1995. Doğu Torosların jeodinamik evriminin Elazığ civarındaki özellikleri. *Fırat Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, (7/2): 177-200.
- Ural, M., 2012, *Elazığ-Malatya çevresindeki Yüksekova karmaşığı bazik volkanitlerinin petrokimyası, petrolojisi ve yaşı* (doktora tezi, basılmış). Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Ustaömer, T., Robertson, A. H. F., 1997. Regional and petroleum geology of the Black Sea and surrounding region, *Tectonic-sedimentary evolution of the North-Tethyan margin in the Central Pontides of northern Turkey* (Editor: Robinson, A. G.). American Association of Petroleum Geologists Memoir, USA. 290.
- Ustaömer, P. A. Ustaömer, T., Collins, A. S., Robertson, A. H. F. 2009. Cadomian (Ediacaran–Cambrian) arc magmatism in the Bitlis Massif, SE Turkey: magmatism along the developing northern margin of Gondwana. *Tectonophysics*, 473 (2009): 99-112.
- Ustaömer, P. A., Ustaömer, T., Robertson, A. H. F., 2012. Ion probe U-Pb dating of the Central Sakarya basement: a peri-Gondwana terrane intruded by late Lower Carboniferous subduction/collision related granitic rocks. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 21: 905–932.
- Üstüntaş, A., Sağıroğlu, A., 1993. Zahuran (Maden-Elazığ) yöresindeki iki farklı tip Cu cevherleşmesi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 36: 179-188.
- Vural, G., 2006. *Yolüstü-Caferi Köyleri (Elazığ) çevresindeki volkanitlerin Petroğrafisi ve petrolojisi* (yüksek lisans tezi, basılmış). Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Yalçın, N., 1976. *Narince - Gerger (Adıyaman ili) alanının jeoloji incelemesi ve petrol olanaklarının araştırılması* (doktora tezi, basılmamış). İstanbul Üniversitesi, Tatbiki Jeoloji Kürsüsü, İstanbul.
- Yalçın, N., 1978. *Kahramanmaraş-Gaziantep arasındaki allakton birimlerin ayırtlanması ve ilişkileri*. TPAO Genel Müdürlüğü Arama grubu (Yayımlanmamış). Rapor No: 1249, Ankara.
- Yazdani, S., Castillo, P. R., Hassanzadeh, J., 2018. Crust-mantle interaction inferred from the petrology and Sr-Nd-Pb isotope geochemistry of Eocene arc lavas from the Kahrizak Mountains, north-central Iran. *Lithos*, 318–319: 299–313.
- Yazgan, E., 1972. *Etude geologique et petrographique du complexe ophiolitique de la region situee au sud-est de Malatya (Taurus oriental, Turquie) et de sa couverture volcanosedimentaire* (yüksek lisans tezi, basılmamış). University of Geneve, Switzerland.
- Yazgan, E., 1981. Doğu Toroslarda etkin bir Paleo-kıta kenarı etüdü (Ust Kretase-Orta Eosen). *Hacettepe Üniversitesi, Yerbilimleri*, 7: 83-104.
- Yazgan, E., 1983. A geotraverse between the Arabian Platform and the Munzur Nappes. *International Geology of the Taurus Belt Symposium*. 26-29 September 1983, Ankara. 1-19.
- Yazgan, E., Michard, A., Whitechurch, H., Montigny, R., 1983. Le taurus de Malatya (Turquie orientale) element de la suture sud-tethysienne. *Bulltein Society Geology France*, S7-XXV (1): 59-69.

- Yazgan, E., 1984. Geodynamic evolution of eastern Taurus belt. *Proceedings of International Symposium on the Geology of the Taurus Belt*, 26-29 September 1984, Ankara. 199-201.
- Yazgan, E., Chessex, R., 1991. Geology and tectonic evolution of the Southeastern Taurides in the region of Malatya. *Türkiye Petrol Jeologları Deneği Bülteni*, **3**: 11-42.
- Yıldırım, E., 2010. *Çelikhan-Sincik (Adıyaman) arasındaki magmatik kayaların petrolojisi* (doktora tezi, basılmış). Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Yıldırım, M., Yılmaz, Y., 1991. Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağının ekaylı zonu. *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, **3**: 57-73.
- Yıldırım, E., Bingöl, A. F., Yıldırım, N., 2010. Çelikhan-Sincik Yöresinde pötürge metamorfikleri'ni kesen damar kayaları Maden Karmaşığına'mı ait. **63. Jeoloji Kongresi**. 5-9 Nisan 2010, Ankara. 245-246.
- Yıldırım, N., Eroğlu, M., 2015. Maden Karmaşığına ait dasitik kayalarla ilişkili hidrotermal tip bakır cevherleşmelerine Güneydoğu Anadolu'dan bir örnek (Yukarı Şeyhler, Diyarbakır). *MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni*, **19**: 31-42.
- Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E., Yıldırım, M., 1987. Güneydoğu Anadolu'da triyas sonu tektonizması ve bunun jeolojik anlamı. *Türkiye 7. Petrol Kongresi*. 6-10 Nisan, 1987, Ankara. 65-77.
- Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E., 1990. SE Anadolu'nun farklı ofiyolitik-metamorfik birlikleri ve bunların jeolojik evrimdeki rolü. *Türkiye 8. Petrol kongresi*. 18-20 Nisan. Ankara. 128-140.
- Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E., 1991. The different ophiolitic–metamorphic assemblages of SE Anatolia and their significance in the geological evolution of the region. *Proceedings of 8th Petroleum Congress of Turkey*. 18-20 April, Ankara, 128–140.
- Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E., Genç, Ş. C., 1993. Ophiolitic and metamorphic assemblages of southeast Anatolia and their significance in the geological evolution of the orogenic belt. *Tectonics*, **12**: 1280-1297.
- Yılmaz, Y., 1993. New evidence and model evolution of the southeast anatolian orogen. *Geological Society of America Bulletin*, **105**: 251-271.
- Yılmaz, A., Yılmaz, H., 2019. Structural evolution of the Eastern Anatolia Basins: an example from collisional to postcollisional tectonic processes, Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, **28**: 329-350.
- Yılmaz, Y., Yıldırım, M., 1996. Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağında Nap Alanlarının (Metamorfik Masiflerin) Jeolojisi ve Evrimi. *Turkish Journal of Earth Sciences*, **5**: 21-38.
- Yiğitbaş, E., 1989. *Engizek Dağı (K.Maraş) dolayındaki tektonik birliklerin petrolojik incelenmesi* (doktora tezi, basılmamış). İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Yiğitbaş, E., Genç, Ş. C., Yılmaz, Y., 1991. Maden gurubunun tektonik konumu ve jeolojik önemi. *A. Suat Erk Jeoloji Sempozyumu*. 2-5 Eylül, Ankara. 40.
- Yiğitbaş, E., Yılmaz, Y., Genç, S. C., 1992. Güneydoğu Anadolu Orojenik kuşağında eosen nap yerleşmesi. *Türkiye 9. Petrol Kongresi*. 17-21 Şubat, 1992, Ankara. 307–318.
- Yiğitbaş, E., Genç, S. C., Yılmaz, Y., 1993. Güneydoğu Anadolu Orojenik kuşağında Maden Grubu'nun tektonik konumu ve jeolojik önemi. *A. Suat Erk Jeoloji Sempozyumu*. 2-5 Eylül, Ankara. 251-264.
- Yiğitbaş, E., Yılmaz, Y., 1996. New evidence and solution to the Maden complex controversy of the southeast Anatolian orogenic belt (Turkey). *Geologische Rundschau*, **85**: 250-263.

- Yiğitbaşı, E., Yılmaz, Y., 1996a. Post-Late strike-slip tectonics and its implications for the Southeast Anatolian Orogen, Turkey. *International Geology Review*, **38**: 818–831.
- Wang, Z. Z., Han, B. F., Feng, L. X., Liu, B., Zheng, B., Kong, L. J., Qi, C. Y., 2021. Early–Middle Permian plutons in the Langshan area, western Inner Mongolia, China, and their tectonic implications. *Lithos*, **382–383**: 1–20.
- Winchester, J., Floyd, P. A., 1977. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical Geology*, **20**: 325–43.
- Wood, D. A., 1980. The application of a Th–Hf/Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary volcanic province. *Earth and Planetary Science Letters*, **50**: 11–30.
- Workman, R. K., Hart, S. R., 2005. Major and trace element composition of the depleted MORB mantle (DMM). *Earth and Planetary Science Letters*, **231**: 53–72.
- Zindler, A., Hart, S. R., 1986. Chemical geodynamics. *Annual Review Earth Planet. Science*, **14** (1986): 493–57.

EKLER

Ek 1. Maden Kompleksi'ne ait kayalardan elde edilen Zirkon U-Pb yaşları.

Örnek Numarası	Age ²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2 SE	Age ²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2 SE	Age ²⁰⁸ Pb/ ²³² Th	2 SE
FK_413_1	67.00	44.00	63.30	9.60	65.00	23.00
FK_413_2	87.00	41.00	80.80	5.70	96.00	21.00
FK_413_3	171.00	21.00	170.00	4.70	178.00	16.00
FK_413_4	161.00	18.00	157.80	4.60	138.00	11.00
FK_413_5	127.00	73.00	63.00	10.00	148.00	50.00
FK_413_6	79.00	15.00	79.50	3.40	71.00	18.00
FK_413_7	57.00	25.00	43.60	3.50	35.00	16.00
FK_413_8	55.00	15.00	59.20	2.60	56.50	7.20
FK_413_9	84.00	8.60	79.40	1.80	94.90	9.40
FK_413_10	77.00	22.00	74.90	4.10	89.00	18.00
FK_413_11	54.00	14.00	44.50	2.60	53.00	12.00
FK_413_12	265.00	31.00	74.10	4.00	161.00	19.00
FK_413_13	1200.00	120.00	197.00	23.00	11000.00	1300.00
FK_413_14	46.00	28.00	50.30	7.60	70.00	27.00
FK_413_15	137.00	15.00	66.60	2.00	150.00	25.00
FK_413_16	681.00	40.00	458.40	9.30	646.00	38.00
FK_413_17	934.00	34.00	657.00	10.00	970.00	74.00
FK_413_18	1732.00	78.00	248.00	24.00	2270.00	310.00
FK_413_19	988.00	65.00	666.00	25.00	1450.00	180.00
FK_413_20	630.00	32.00	485.20	9.40	713.00	27.00
FK_413_21	335.00	42.00	59.40	5.00	337.00	48.00
FK_413_22	109.00	30.00	46.90	3.20	123.00	29.00
FK_413_23	59.00	81.00	62.50	9.90	220.00	100.00
FK_413_24	81.00	18.00	71.30	2.40	85.00	10.00
FK_413_25	760.00	100.00	182.00	17.00	1000.00	170.00
FK_413_26	970.00	21.00	875.00	10.00	789.00	29.00
FK_413_27	66.30	6.60	64.70	1.80	60.50	4.30
FK_413_28	219.00	50.00	193.00	12.00	165.00	29.00
FK_413_29	72.30	4.80	68.70	1.20	62.60	3.70
FK_413_30	71.00	17.00	62.50	3.20	59.10	8.40
FK_413_31	362.00	37.00	165.90	6.50	302.00	36.00
FK_413_32	54.00	13.00	52.30	3.50	49.50	7.00
FK_413_33	69.40	8.10	68.80	1.90	65.00	6.30
FK_413_34	75.90	9.00	70.10	2.20	69.50	7.40
FK_413_35	174.00	40.00	178.00	11.00	206.00	26.00
FK_413_36	883.00	35.00	771.00	19.00	988.00	52.00
FK_413_37	89.00	44.00	87.20	8.00	101.00	37.00
FK_413_38	281.00	36.00	56.40	3.80	254.00	35.00
FK_413_39	86.00	28.00	82.10	6.30	85.00	19.00
FK_413_40	1381.00	77.00	194.00	15.00	372.00	30.00
FK_413_41	2494.00	66.00	2494.00	89.00	2690.00	160.00
FK_413_42	48.00	12.00	47.90	2.50	65.00	10.00
FK_413_43	71.00	16.00	67.80	2.80	78.90	9.50
FK_413_44	189.00	23.00	88.70	3.60	272.00	33.00
FK_413_45	71.90	6.10	70.10	1.40	76.40	4.60

Ek 1. Maden Kompleksi'ne ait kayalardan elde edilen Zirkon U-Pb yaşları (devamı).

Örnek Numarası	Age ²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2 SE	Age ²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2 SE	Age ²⁰⁸ Pb/ ²³² Th	2 SE
FK_413_46	83.00	33.00	64.00	6.30	102.00	19.00
FK_413_47	49.00	26.00	44.50	5.00	55.00	20.00
FK_413_48	122.00	20.00	121.30	3.90	138.00	18.00
FK_413_49	134.00	22.00	77.30	3.50	122.00	17.00
FK_413_50	116.00	25.00	77.40	4.50	78.00	12.00
FK_413_51	836.00	40.00	172.20	7.20	766.00	56.00
FK_413_52	169.00	12.00	171.80	2.80	147.80	7.90
FK_413_53	231.00	25.00	90.90	4.50	131.00	13.00
FK_413_54	79.30	7.40	82.20	1.80	78.00	5.80
FK_413_55	458.00	24.00	449.60	8.60	445.00	22.00
FK_413_56	999.00	49.00	187.00	12.00	911.00	64.00
FK_413_57	103.00	47.00	100.70	8.60	129.00	34.00
FK_413_58	180.00	120.00	172.00	27.00	330.00	150.00
FK_413_59	877.00	73.00	372.00	20.00	1270.00	160.00
FK_413_60	46.00	4.90	44.10	1.20	42.50	3.50
FK_413_61	2416.00	24.00	2345.00	31.00	2078.00	48.00
FK_413_62	69.00	29.00	46.90	4.40	56.00	20.00
FK_413_63	70.00	24.00	67.60	4.10	52.60	9.00
FK_413_64	71.00	22.00	64.20	3.80	67.00	12.00
FK_413_65	63.00	17.00	57.60	4.40	65.00	17.00
FK_413_66	68.10	5.20	68.50	1.10	59.10	3.10
FK_413_67	76.70	9.30	74.20	2.20	69.30	5.80
FK_413_68	77.00	24.00	80.90	6.00	63.00	20.00
FK_413_69	65.00	14.00	62.00	2.50	57.50	6.90
FK_413_70	158.00	21.00	83.20	4.00	143.00	17.00
FK_413_71	225.00	22.00	215.70	7.60	255.00	27.00
FK_413_72	179.00	16.00	79.80	2.40	112.40	7.20
FK_413_73	306.00	77.00	74.00	7.80	184.00	55.00
FK_413_74	53.00	15.00	52.00	2.80	46.20	6.40
FK_413_75	537.00	18.00	533.00	13.00	740.00	100.00
FK_413_76	80.00	48.00	82.00	12.00	110.00	35.00
FK_413_77	64.00	17.00	59.80	2.70	71.70	7.70
FK_413_78	140.00	11.00	137.40	2.40	131.10	5.30
FK_413_79	72.60	9.00	68.20	2.30	73.00	11.00
FK_413_80	35.30	9.20	37.80	1.60	47.80	5.90
FK_413_81	545.00	20.00	534.40	8.40	549.00	15.00
FK_413_82	128.00	35.00	43.60	3.80	72.00	17.00
FK_413_83	148.00	13.00	144.40	3.00	145.00	12.00
FK_413_84	72.20	8.50	71.10	1.90	67.70	4.20
FK_413_85	88.00	24.00	83.50	4.00	93.00	16.00
FK_413_86	726.00	45.00	638.00	18.00	704.00	59.00
FK_413_87	86.00	16.00	86.60	2.80	82.80	6.90
FK_413_88	606.00	74.00	565.00	24.00	896.00	68.00
FK_413_89	120.00	29.00	118.50	6.40	133.00	16.00
FK_413_90	140.00	27.00	90.60	5.00	105.00	15.00
FK_413_91	97.00	48.00	92.40	9.40	83.00	31.00
FK_413_92	967.00	28.00	962.00	14.00	875.00	29.00
FK_413_93	141.00	15.00	137.80	3.20	130.20	7.80
FK_413_94	65.00	17.00	62.10	3.20	70.80	8.90
FK_413_95	85.00	23.00	66.00	6.10	97.00	23.00

Ek 1. Maden Kompleksi'ne ait kayalardan elde edilen Zirkon U-Pb yaşları (devamı).

Örnek Numarası	Age ²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2 SE	Age ²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2 SE	Age ²⁰⁸ Pb/ ²³² Th	2 SE
FK_413_96	45.00	12.00	35.80	1.90	33.90	6.40
FK_413_97	42.00	10.00	36.10	1.60	32.20	5.20
FK_415_1	94.00	14.00	88.80	3.30	104.00	17.00
FK_415_2	1960.00	130.00	415.00	47.00	453.00	54.00
FK_415_3	2190.00	150.00	536.00	72.00	860.00	190.00
FK_415_4	524.00	33.00	526.00	15.00	523.00	43.00
FK_415_5	1657.00	21.00	1521.00	19.00	1861.00	27.00
FK_415_6	1204.00	79.00	728.00	26.00	1690.00	130.00
FK_415_7	2050.00	140.00	441.00	53.00	725.00	87.00
FK_415_8	1110.00	110.00	271.00	19.00	303.00	18.00
FK_415_9	609.00	63.00	591.00	13.00	604.00	55.00
FK_415_10	964.00	35.00	657.00	11.00	1032.00	49.00
FK_415_11	438.00	27.00	217.30	4.50	294.00	16.00
FK_415_12	960.00	100.00	288.00	19.00	1130.00	160.00
FK_421_1	1280.00	290.00	231.00	58.00	13000.00	3800.00
FK_421_2	2830.00	180.00	980.00	160.00	32000.00	2800.00
FK_421_3	1905.00	21.00	1907.00	38.00	1583.00	44.00
FK_421_4	616.00	39.00	624.00	13.00	571.00	43.00
FK_421_5	599.00	17.00	598.00	6.10	507.00	14.00
FK_421_6	561.00	37.00	569.00	12.00	463.00	20.00
FK_421_7	1415.00	82.00	197.00	21.00	385.00	45.00
FK_421_8	821.00	54.00	821.00	22.00	712.00	64.00
FK_421_9	518.00	78.00	499.00	30.00	850.00	300.00
FK_421_10	701.00	82.00	505.00	37.00	410.00	140.00
FK_421_11	339.00	35.00	335.00	11.00	340.00	46.00
FK_421_12	636.00	77.00	638.00	19.00	910.00	190.00
FK_421_13	350.00	36.00	351.00	12.00	433.00	39.00
FK_421_14	622.00	45.00	641.00	22.00	612.00	38.00
FK_421_15	577.00	65.00	578.00	32.00	610.00	400.00
FK_421_16	588.00	66.00	583.00	22.00	599.00	66.00
FK_421_17	45.30	4.90	47.20	1.20	49.50	2.10
FK_421_18	1367.00	14.00	1003.00	14.00	877.00	19.00
FK_421_19	274.00	42.00	281.00	11.00	320.00	45.00
FK_421_20	684.00	27.00	682.00	13.00	797.00	28.00
FK_421_21	1760.00	110.00	1200.00	130.00	3490.00	290.00
FK_421_22	2194.00	37.00	2144.00	43.00	2270.00	110.00
FK_421_23	710.00	69.00	664.00	27.00	809.00	54.00
FK_421_24	2374.00	50.00	1932.00	42.00	3350.00	190.00
FK_421_25	2562.00	62.00	2362.00	49.00	3060.00	450.00
FK_421_26	1980.00	47.00	1989.00	31.00	2241.00	95.00
FK_421_27	911.00	51.00	878.00	28.00	990.00	110.00
FK_421_28	1023.00	40.00	1034.00	29.00	1241.00	74.00
FK_421_29	1640.00	130.00	954.00	43.00	2080.00	270.00
FK_421_30	50.10	7.30	44.20	1.50	45.20	5.20
FK_421_31	3293.00	25.00	3208.00	55.00	3070.00	150.00
FK_421_32	953.00	45.00	894.00	20.00	894.00	50.00
FK_421_33	659.00	30.00	651.00	13.00	637.00	74.00

Ek 1. Maden Kompleksi'ne ait kayalardan elde edilen Zirkon U-Pb yaşları (devamı).

Örnek Numarası	Age ²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2 SE	Age ²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2 SE	Age ²⁰⁸ Pb/ ²³² Th	2 SE
FK_421_34	1030.00	130.00	682.00	28.00	1220.00	240.00
FK_421_35	1011.00	47.00	887.00	21.00	984.00	59.00
FK_421_36	2470.00	170.00	979.00	90.00	4670.00	480.00
FK_421_37	2047.00	57.00	2035.00	35.00	1960.00	140.00
KF-422	271.48	24.40	206.10	6.69	161.70	15.68
KF-422	269.31	21.62	212.68	7.62	242.14	24.18
KF-422	354.17	23.68	334.79	8.59	293.42	22.90
KF-422	226.55	15.59	201.41	7.73	244.65	33.54
KF-422	326.35	49.37	129.70	6.64	639.10	132.77
KF-422	141.99	17.10	88.18	3.25	157.68	21.63
KF-422	172.44	13.91	139.80	4.50	117.41	17.86
KF-422	131.80	11.20	106.22	2.93	116.27	15.76
KF-422	263.30	18.73	255.96	9.19	143.02	20.96
KF-422	246.84	18.77	205.52	10.45	263.33	37.97
KF-422	716.86	44.48	705.58	24.96	652.37	49.15
KF-422	197.60	13.53	159.50	7.35	333.33	47.37
KF-422	157.64	14.01	148.55	9.48	110.96	13.73
KF-422	311.25	16.67	317.07	6.47	295.75	18.33
FK-423	289.55	12.48	274.39	7.82	216.35	12.78
FK-423	312.52	9.21	307.92	5.74	210.96	7.42
FK-423	321.25	9.79	322.54	7.43	220.60	8.01
FK-423	332.07	12.04	321.21	7.22	244.57	11.00
FK-423	305.14	18.55	275.14	6.77	228.06	19.08
FK-423	325.67	13.62	322.16	7.19	314.82	17.98
FK-423	340.55	14.91	321.54	7.12	309.06	16.25
FK-423	400.39	23.28	321.07	7.74	363.77	39.59
FK-423	475.27	46.43	320.63	12.26	480.36	52.80
FK-423	386.64	22.55	352.55	12.17	319.46	32.80
FK-423	380.95	26.07	303.82	11.33	373.60	32.53
FK-423	317.10	12.07	312.14	6.69	297.10	12.45
FK-423	382.95	24.48	302.45	11.04	396.87	28.19
FK-423	424.22	39.31	305.22	11.32	495.80	57.34
FK-423	328.06	21.32	313.81	9.42	296.36	19.93
FK-423	445.90	46.04	318.63	7.95	430.43	57.75
FK-423	320.97	31.10	295.84	10.39	265.31	37.85
FK-423	419.41	55.60	305.52	11.31	368.76	39.22
M-501	253.30	21.96	241.54	6.54	252.77	137.00
M-501	88.42	28.83	79.29	5.71	98.37	64.35
M-501	231.61	19.99	231.06	6.91	264.14	144.27
M-501	43.82	22.28	44.26	5.14	63.87	46.49
M-501	548.14	43.81	559.78	17.54	351.50	278.06

Ek 2. Maden Kompleksine ait kayaçların ana element (% ağırlıkları) analiz sonuçları.

Çatak-Kozluk													
Örnek Numarası	M33	M37	M38	M39	M40	M45	M46	M49	M50	M51	M53	M54	M55
Kaya Türü	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt
X Koordinatı	323809	323847	323847	323847	323847	323704	323703	323711	323918	323918	323906	323906	323906
Y Koordinatı	4199832	4199842	4199841	4199843	4199844	4199798	4199797	4199750	4199856	4199855	4199871	4199870	4199872
SiO ₂ (%)	48.56	47.4	50.14	46.53	47.07	43.74	41.17	61.48	44.99	48.32	46.82	45.85	48.73
Al ₂ O ₃	16.43	16.21	16.9	16.21	17.03	18.08	16.62	16.44	15.82	16.37	16.34	15.94	17.54
Fe ₂ O ₃	9.14	9.4	9.66	9	9.43	8.34	7.73	5.29	9.37	8.79	10.13	9.87	9.01
MgO	1.7	4.06	3.62	4.76	4.17	3.41	3.23	0.75	5.6	7.29	8.14	3.99	4.59
CaO	10.05	8.52	6.73	10.32	8.96	13.51	16.01	2.68	11.36	8.37	7.48	11.88	9.33
Na ₂ O	5.88	5.3	5.67	4.87	4.86	3.88	3.78	7.58	3.94	3.65	3.66	4.26	4.38
K ₂ O	0.72	1.21	1.12	0.63	1.22	0.63	0.64	2.65	0.57	0.55	0.41	0.61	1.03
TiO ₂	1.71	1.83	1.87	1.72	1.77	1.44	1.31	0.79	1.83	1.53	1.88	1.89	1.73
P ₂ O ₅	0.41	0.36	0.37	0.32	0.33	0.16	0.12	0.24	0.34	0.25	0.37	0.37	0.35
MnO	0.1	0.16	0.14	0.15	0.17	0.13	0.11	0.09	0.16	0.13	0.19	0.16	0.16
Cr ₂ O ₃	0.026	0.025	0.023	0.028	0.031	0.033	0.025	0.002	0.025	0.031	0.036	0.032	0.033
LOI	5.1	5.3	3.5	5.3	4.7	6.5	9.1	1.9	5.8	4.5	4.4	5	2.9
Toplam	99.87	99.82	99.81	99.84	99.82	99.85	99.82	99.89	99.79	99.78	99.86	99.85	99.83
Mg#	26.93	46.11	42.61	51.17	46.70	44.75	45.29	21.93	54.21	62.17	61.42	44.47	50.23

Ek 2. Maden Kompleksine ait kayaçların ana element (% ağırlıkları) analiz sonuçları (devamı).

Çatak-Kozluk														
Örnek Num.	M57	M59	M60	M61	M62	M63	M64	M65	M67	M68	M94	M95	M97	M98
Kaya Türü	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt
X Koordinatı	323887	323877	323865	323865	323852	323852	323851	322797	322243	322262	294420	294467	295273	295277
Y Koordinatı	4199827	4199820	4199812	4199811	4199799	4199800	4199799	4200291	4200571	4200546	4197543	4197553	4197020	4197025
SiO ₂ (%)	47.21	50.12	48.75	49.17	48.07	46.42	47.07	50.45	46.56	45.22	47.33	48.42	48.07	46.85
Al ₂ O ₃	17.4	16.28	18.07	17.96	18.1	16.09	15.87	17.01	16.48	18.96	15.95	19.28	16.47	17.2
Fe ₂ O ₃	9.16	9.28	9.39	8.8	9.88	8.57	8.36	10	11.13	6.87	7.59	6.23	9.81	9.77
MgO	6.71	4.39	3.36	3.98	3.31	5.18	5.72	3.19	3.64	3.38	2.89	4.79	5.31	3.45
CaO	8.81	9.04	8.72	9.08	9.22	12.76	11.37	5.63	11.09	13.9	10.51	8.69	7.74	8.55
Na ₂ O	3.98	4.63	4.86	4.44	4.76	3.81	4.2	6.26	4.1	3.63	5.71	4.42	4.9	5.65
K ₂ O	0.38	1.03	0.92	1.04	0.62	0.39	0.56	0.74	0.51	0.41	1.06	1.38	0.66	0.31
TiO ₂	1.56	1.86	1.82	1.6	1.59	1.55	1.56	1.98	1.81	1.21	1.64	1.28	1.99	1.93
P ₂ O ₅	0.21	0.35	0.41	0.32	0.24	0.24	0.26	0.43	0.18	0.21	0.32	0.18	0.32	0.36
MnO	0.17	0.15	0.17	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.12	0.1	0.1	0.1	0.16	0.14
Cr ₂ O ₃	0.034	0.025	0.026	0.032	0.034	0.028	0.03	0.025	0.032	0.025	0.023	0.026	0.02	0.023
LOI	4.2	2.7	3.3	3.3	3.9	4.6	4.7	3.9	4.2	5.9	6.7	5	4.3	5.6
Toplam	99.86	99.83	99.82	99.83	99.84	99.79	99.85	99.82	99.83	99.86	99.85	99.79	99.76	99.83
Mg#	59.21	48.38	41.48	47.26	39.90	54.49	57.55	38.73	39.32	49.36	43.00	60.37	51.75	41.16

Ek 2. Maden Kompleksine ait kayaçların ana element (% ağırlıkları) analiz sonuçları (devamı).

Çatak-Kozluk													
Örnek Numarası	M100	M102	M103	M104	M106	M108	M109	M112	M114	M115	M117	M119	M120
Kaya Türü	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt
X Koordinatı	295280	299457	299457	299456	299676	299632	299635	299668	299667	299583	299534	299469	298160
Y Koordinatı	4197035	4197349	4197350	4197349	4199885	4199971	4199970	4199969	4199970	4200117	4200245	4200610	4201883
SiO ₂ (%)	46.51	49.45	48.66	48.72	50.23	49.03	45.06	47.69	45.84	48.47	47.79	48.29	46.69
Al ₂ O ₃	16.74	16.52	16.9	19.41	18.43	16.89	16.7	18.33	17.18	18.1	17.82	17.76	18.28
Fe ₂ O ₃	9.61	9.15	8.68	6.42	7.43	8.44	7.67	7.18	6.79	6.6	7.66	7.63	9.77
MgO	3.16	5.54	5.23	6.49	3.33	5.24	4.67	7.78	3.25	7.79	4.26	5.06	5.57
CaO	10.3	7.57	7.82	7.62	9	7.99	12.42	9.32	13.79	8.89	11.08	11.32	8.24
Na ₂ O	5.3	5	4.65	4.39	5.08	4.65	3.92	3.75	4.35	3.83	4.36	3.96	4.23
K ₂ O	0.32	0.72	1.27	0.83	0.71	1.1	0.96	0.27	0.82	0.34	0.71	0.29	0.63
TiO ₂	1.94	1.96	1.79	1.37	1.59	1.71	1.41	1.3	1.25	1.47	1.51	1.41	1.5
P ₂ O ₅	0.36	0.37	0.39	0.24	0.31	0.34	0.24	0.18	0.24	0.22	0.29	0.24	0.24
MnO	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.09	0.14	0.11	0.11	0.15
Cr ₂ O ₃	0.025	0.019	0.022	0.027	0.024	0.023	0.03	0.032	0.031	0.025	0.029	0.031	0.028
LOI	5.4	3.3	4.2	4.1	3.6	4.3	6.6	3.8	6.2	3.8	4.2	3.7	4.5
Toplam	99.82	99.77	99.81	99.76	99.85	99.82	99.83	99.74	99.85	99.75	99.83	99.86	99.82
Mg#	39.45	54.54	54.42	66.70	47.03	55.16	54.68	68.22	48.67	70.05	52.42	56.78	53.04

Ek 2. Maden Kompleksine ait kayaçların ana element (% ağırlıkları) analiz sonuçları (devamı).

Çatak-Kozluk													
Örnek Numarası	M121	M122	M167	M168	M169	M188	M192	M194	M198	M199	M200	M205	M206
Kaya Türü	Bazalt	Bazalt	Baz.And.	Baz.And.	Baz.And.	Bazalt	Bazalt	Baz.And.	Bazalt	Baz.And.	Bazalt	Bazalt	Baz.And.
X Koordinatı	298161	296867	242418	242418	242410	242290	245103	245265	247245	247238	247955	250633	251555
Y Koordinatı	4201884	4202984	4219445	4219444	4219417	4220228	4217291	4217347	4217131	4217101	4216444	4218506	4218836
SiO ₂ (%)	45.2	48.03	52.18	50.37	50.75	45.54	47.18	47.9	47.65	47.52	48.01	49.18	49.21
Al ₂ O ₃	14.22	19.85	16.69	15.77	15.84	17.88	17.7	17.53	15.4	15.23	20.84	16.63	16.21
Fe ₂ O ₃	11.76	6.69	9.34	8.88	9.11	7.02	8.14	8.74	7.38	10.71	5.01	8.38	9.21
MgO	3.88	6.34	1.84	2.23	2.71	3.48	3.42	4.47	4.33	5.34	5.78	4.94	5.58
CaO	12.04	10.36	7.51	9.11	7.53	12.3	8.88	8.04	10.77	5.67	9.75	7.61	7
Na ₂ O	3.95	3.63	6.38	6.12	6.33	4.55	5.67	4.95	4.62	5.7	4.2	4.72	5.64
K ₂ O	0.55	0.16	0.69	0.65	0.69	0.59	0.44	0.71	1.53	0.42	0.54	1.52	0.34
TiO ₂	1.86	1.17	2.05	1.88	2.08	1.14	1.22	1.69	1.65	2.3	1.03	1.78	1.93
P ₂ O ₅	0.17	0.14	0.46	0.38	0.52	0.2	0.21	0.35	0.33	0.87	0.17	0.4	0.41
MnO	0.15	0.1	0.09	0.12	0.13	0.12	0.12	0.13	0.13	0.19	0.11	0.17	0.17
Cr ₂ O ₃	0.045	0.026	0.019	0.018	0.011	0.036	0.022	0.015	0.017	<0.002	0.029	0.013	0.017
LOI	6	3.3	2.6	4.3	4.1	7	6.8	5.2	6	5.8	4.3	4.4	4.1
Toplam	99.86	99.79	99.83	99.84	99.79	99.82	99.81	99.8	99.8	99.75	99.77	99.79	99.77
Mg#	39.53	65.25	28.07	33.22	37.08	49.55	45.43	50.33	53.76	49.69	69.57	53.87	54.55

Ek 2. Maden Kompleksine ait kayaçların ana element (% ağırlıkları) analiz sonuçları (devamı).

Çatak-Kozluk															
Örnek Num.	M207	M208	M209	M210	M211	M214	M216	M217	M220	M221	M224	M231	M370	M372	M380
Kaya Türü	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Baz.And	Baz.And.	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Baz.And.
X Koordinatı	251552	251543	252595	253721	253721	254205	255177	255176	257166	257150	261041	269495	247861	247865	247554
Y Koordinatı	4218834	4218825	4218569	4218140	4218142	4217776	4217295	4217294	4216969	4216980	4217059	4211713	4216568	4216575	4216606
SiO ₂ (%)	46.62	48.29	49.28	47.4	45.87	47.22	47.26	49.19	47.67	46.21	48.61	48.7	44.05	47.62	48.97
Al ₂ O ₃	16.53	17.83	15.27	16.04	16.07	16.14	15.81	15.91	16.7	20.08	16.28	16.25	15.17	15.85	11.36
Fe ₂ O ₃	8.65	7.34	9.1	8.85	8.1	9.1	8.46	8.02	8.58	5.01	9.5	8.69	9.2	8.47	4.87
MgO	5.34	4.52	4.94	5.66	3.81	6.93	6.53	5.93	3.84	2.83	6.36	6.54	3.88	4.84	3.95
CaO	6.88	8.05	5.76	7.86	9.25	4.97	7.27	6.79	8.58	11.12	5.07	10.25	10.53	6.49	13.65
Na ₂ O	4.91	5.15	5.58	4.19	3.7	5.15	5.84	6.12	4.71	5.13	5.96	4.48	4.54	5.56	2.5
K ₂ O	1.18	0.84	0.18	0.7	2.19	0.13	0.06	0.11	0.76	0.53	0.36	0.03	0.56	0.54	0.68
TiO ₂	1.91	1.72	2.12	1.75	1.8	1.94	1.49	1.53	2.29	1.14	2.01	1.58	1.98	2.06	0.81
P ₂ O ₅	0.38	0.33	0.39	0.3	0.35	0.42	0.22	0.22	0.43	0.2	0.35	0.21	0.35	0.39	0.18
MnO	0.17	0.15	0.15	0.12	0.13	0.15	0.12	0.13	0.11	0.14	0.12	0.14	0.15	0.19	0.15
Cr ₂ O ₃	0.017	0.018	0.007	0.02	0.016	0.013	0.026	0.025	0.012	0.025	0.011	0.029	0.019	0.019	0.04
LOI	7.2	5.6	7	6.9	8.5	7.6	6.7	5.8	6.1	7.4	5.1	2.9	9.4	7.7	12.6
Toplam	99.8	99.8	99.8	99.78	99.8	99.75	99.79	99.78	99.8	99.78	99.76	99.78	99.79	99.76	99.84
Mg#	55.02	54.96	51.82	55.89	48.24	60.14	60.46	59.43	47.00	52.81	57.02	59.86	45.52	53.10	61.64

Ek 2. Maden Kompleksine ait kayaçların ana element (% ağırlıkları) analiz sonuçları (devamı).

Çatak-Kozluk														
Örnek Numarası	M385	M386	M387	M407	M415	M448	M449	M461	M470	M472	M475	M476	M481	M482
Kaya Türü	Baz.And.	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Baz.And.	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt
X Koordinatı	247562	251506	251209	251685	245233	322763	322693	322303	295832	254079	252245	253061	257592	257592
Y Koordinatı	4216616	4219232	4219778	4219786	4217350	4199974	4200028	4200519	4203126	4203835	4207612	4207983	4210431	4210431
SiO ₂ (%)	48.65	47.64	47.72	47	48.88	49.98	47.85	47.36	48.15	50.32	48.28	48.01	51.3	51.13
Al ₂ O ₃	16.42	18.47	16.35	15.32	18.22	16.84	18.35	19.15	16.44	17.8	16.26	17.79	16.82	15.28
Fe ₂ O ₃	7.94	7.71	8.27	8.82	7.54	9.06	8.45	7.15	8.59	6.56	8.27	8.39	7.99	8.33
MgO	5.35	4.39	5.01	5.49	3.96	4.71	3.98	4.14	4.04	6.29	4.58	4.32	4.53	3.73
CaO	7.31	9.59	9.99	9.5	7.99	5.61	11.06	11.25	11.78	8.11	8.22	9.65	8.05	10.41
Na ₂ O	5.55	4.6	4.68	4.44	5.02	5.91	4.16	4.16	4.46	4.48	4.94	4	4.76	4.62
K ₂ O	0.92	0.64	0.6	0.93	0.97	0.75	0.31	0.55	0.4	0.58	0.63	0.27	0.48	0.55
TiO ₂	1.42	1.57	1.74	1.88	1.42	1.82	1.55	1.28	1.62	1.14	1.77	1.47	1.84	1.71
P ₂ O ₅	0.32	0.32	0.29	0.33	0.29	0.42	0.13	0.17	0.18	0.17	0.3	0.1	0.23	0.28
MnO	0.17	0.14	0.16	0.15	0.12	0.16	0.12	0.12	0.11	0.11	0.15	0.12	0.1	0.12
Cr ₂ O ₃	0.013	0.021	0.024	0.016	0.018	0.013	0.028	0.024	0.032	0.024	0.023	0.039	0.029	0.021
LOI	5.7	4.7	4.9	5.9	5.4	4.4	3.8	4.4	4	4.2	6.4	5.7	3.7	3.6
Toplam	99.78	99.8	99.77	99.79	99.81	99.72	99.84	99.82	99.83	99.8	99.82	99.84	99.82	99.83
Mg#	57.17	53.01	54.55	55.22	50.99	50.74	48.27	53.43	48.24	65.51	52.32	50.50	52.90	47.01

Ek 2. Maden Kompleksine ait kayaçların ana element (% ağırlıkları) analiz sonuçları (devamı).

Çatak-Kozluk																
Örnek Num.	M483	M484	M485	M486	M487	M488	M489	M490	M491	M492	M494	M495	M497	M500	M502	ORB8
Kaya Türü	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Baz.And	Baz.And	Baz.And	Baz.And	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Baz.And.	Bazalt	Bazalt
X Koordinatı	262361	261900	704433	704461	704461	704461	316599	316560	316561	316562	323910	323856	299474	242419	248329	318755
Y Koordinatı	4206914	4206521	4249063	4249150	4249150	4249150	4199452	4199550	4199652	4199758	4199885	4199809	4200535	4219545	4218848	4200169
SiO ₂ (%)	50.1	50.13	48.02	47.77	44.98	49.29	53.03	53.33	52.26	54.36	46.47	48.68	46.01	48.88	46.66	46.18
Al ₂ O ₃	16.15	16.44	17.71	17.78	16.56	16.1	16.04	17.37	15.33	16.14	16.02	18.36	16.46	15.76	15.55	17.03
Fe ₂ O ₃	5.83	6.41	7.97	7.24	7.8	7.87	8.78	9.09	8.45	8.89	9.79	9.1	6.7	8.84	9.51	8
MgO	6.53	3.28	4.97	8.06	4.61	6.22	2.7	2.34	2.05	1.85	3.3	3.35	8.46	3.5	4.52	6.15
CaO	7.76	10	8.59	8.17	12.68	8.99	5.29	5.04	6.79	4.64	10.9	8.86	10.8	9.36	9.86	11.2
Na ₂ O	5.17	5.73	5.05	4.07	4.39	4.83	6.35	6.3	7.01	7.2	4.53	4.77	3.56	5.52	3.98	3.65
K ₂ O	0.93	1.09	0.96	0.63	0.65	0.66	1.93	1.65	1.19	1.37	1.01	0.96	0.44	0.73	0.27	0.33
TiO ₂	0.97	1.13	1.25	1.22	1.19	1.63	1.71	1.54	1.65	1.71	1.78	1.54	1.31	1.88	1.72	1.62
P ₂ O ₅	0.12	0.16	0.2	0.19	0.2	0.27	0.68	0.43	0.77	0.79	0.36	0.3	0.23	0.36	0.28	0.21
MnO	0.13	0.08	0.12	0.14	0.12	0.17	0.16	0.1	0.15	0.11	0.15	0.13	0.11	0.14	0.25	0.12
Cr ₂ O ₃	0.025	0.025	0.023	0.026	0.023	0.024	0.002	0.01	<0.002	0.002	0.033	0.028	0.038	0.019	0.014	0.031
LOI	6	5.3	4.9	4.4	6.6	3.7	3.1	2.6	4.1	2.7	5.5	3.7	5.6	4.8	7.2	5.3
Toplam	99.76	99.83	99.81	99.74	99.81	99.75	99.8	99.83	99.81	99.8	99.81	99.79	99.74	99.81	99.78	99.85
Mg#	68.94	50.34	55.27	68.81	53.94	61.03	37.86	33.78	32.46	29.19	40.04	42.18	71.44	43.96	48.50	60.37

Ek 2. Maden Kompleksine ait kayaçların ana element (% ağırlıkları) analiz sonuçları (devamı).

Çatak-Kozluk						
Örnek Numarası	M105	M197	M201	M493	M91	M124
Kaya Türü	Bazalt	Bazalt	Trakit	B.Andzt	Şist	Şist
X Koordinatı	300539	24878	248645	316662	322466	295375
Y Koordinatı	4198008	4218512	4215910	4199868	4200478	4203132
SiO ₂ (%)	48.94	48.13	61.21	52.76	25.13	65.76
Al ₂ O ₃	15.24	19.16	17.53	17.28	5.58	17.55
Fe ₂ O ₃	10.21	5.84	4.84	8.63	3.04	4.42
MgO	4.16	2.41	0.91	2.99	2.96	1.11
CaO	9.5	11	1.1	5.51	31.54	0.93
Na ₂ O	5.18	5.02	6.67	5.9	0.6	0.23
K ₂ O	0.02	0.79	5.47	1.66	1.11	4.87
TiO ₂	2.55	1.31	0.5	1.54	0.32	1.07
P ₂ O ₅	0.45	0.27	0.11	0.44	0.06	0.25
MnO	0.13	0.26	0.09	0.13	0.09	0.06
Cr ₂ O ₃	0.019	0.025	0.002	0.011	0.004	0.012
LOI	3.4	5.4	1.4	2.9	29.4	3.5
Toplam	99.84	99.7	99.87	99.81	99.83	99.85
Mg#	44.67	44.98	27.14	40.70		

Ek 2. Maden Kompleksine ait kayaçların ana element (% ağırlıkları) analiz sonuçları (devamı).

Kozluk-Gölbaşı												
Örnek Adı	M260	M261	M262	M264	M283	M286	M290	M291	M292	M293	M504	M505
Kaya Türü	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt
X Koordinatı	520978	520974	520997	521020	556531	556531	555160	555160	555160	555160	635376	635376
Y Koordinatı	4261520	4261525	4261489	4261420	4253258	4253258	4253905	4253905	4253905	4253905	4270249	4270249
SiO ₂	46.99	47.23	48.24	47.08	49.65	45.48	52.13	47.64	56.78	47.97	49.89	52.45
Al ₂ O ₃	15.61	19.55	16.25	17.98	14.87	12.82	14.3	14.38	13.64	17.43	18.09	18.72
Fe ₂ O ₃	10.05	10.02	9.12	9.4	11.94	9.25	7.73	8.12	6.71	9.2	7.5	7.03
MgO	5.87	6	5.27	4.66	6.75	5.49	9.18	8.58	8.16	7.81	4.94	2.46
CaO	10.8	5.73	9.44	9.29	5.32	10.23	7.83	12.77	5.91	8.39	8.35	6.66
Na ₂ O	3.28	4.61	3.71	4.12	5.46	5.01	2.06	1.34	2.9	2.97	4.72	6.38
K ₂ O	0.72	0.56	0.71	1	0.05	0.17	0.27	0.04	0.75	1.14	0.81	0.48
TiO ₂	1.24	1.26	1.14	1.11	1.84	1.1	0.66	0.65	0.56	0.81	1.17	1.19
P ₂ O ₅	0.12	0.14	0.12	0.12	0.21	0.15	0.12	0.1	0.09	0.11	0.13	0.17
MnO	0.17	0.2	0.18	0.17	0.73	0.19	0.12	0.13	0.13	0.15	0.12	0.1
Cr ₂ O ₃	0.022	0.022	0.019	0.019	0.007	0.028	0.043	0.06	0.035	0.027	0.033	0.034
LOI	4.9	4.5	5.6	4.9	2.9	9.9	5.3	5.9	4.1	3.7	4	4.2
Toplam	99.81	99.8	99.83	99.83	99.76	99.81	99.74	99.74	99.77	99.73	99.81	99.87
Mg#	53.64	54.26	53.38	49.55	52.83	54.04	70.18	67.67	70.67	62.71	56.62	40.94

Ek 2. Maden Kompleksine ait kayaçların ana element (% ağırlıkları) analiz sonuçları (devamı).

Kozluk-Gölbaşı														
Örnek Adı	M506	M507	M508	M509	M510	M512	M513	M515	M516	M518	M523	M530	M531	M532
Kaya Türü	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Baz.And.	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Baz.And.	Bazalt	Rylt/Dst
X Koordinatı	635339	635339	635339	635405	635405	635885	555159	394734	394734	394722	397395	387068	372870	376327
Y Koordinatı	4270323	4270323	4270323	4270192	4270192	4270323	4253904	4195423	4195423	4195374	4195291	4190481	4186241	4187634
SiO ₂	49.96	48.08	48.09	50.77	50.06	48.38	47.5	41.82	47.36	42.67	44.32	48.4	45.63	70.2
Al ₂ O ₃	17.27	17.55	18.42	18.8	18.79	16.66	13.15	14.97	13.99	13.6	13.74	17.36	17.16	13.86
Fe ₂ O ₃	8.39	7.74	8.42	7.67	7.57	8.82	7.09	8.6	7.14	8.1	6.71	8.84	11.87	3.22
MgO	4.24	3.79	3.65	3.15	2.87	3.61	5.99	6.65	4.85	6.07	2.29	5.22	7.57	1.21
CaO	9.34	9.49	9.24	8.98	8.83	9.28	13.24	12.01	14.89	13.28	21.97	5.66	8.18	1.51
Na ₂ O	4.78	4.8	4.23	4.38	4.96	4.91	2.83	3.27	3.43	3.75	0.11	5.33	2.84	5.4
K ₂ O	0.46	0.22	1.31	1.54	1.23	0.99	0.11	1.45	0.08	1.42	0.03	0.83	0.55	1.58
TiO ₂	1.32	1.3	1.26	1.33	1.32	1.81	0.67	0.77	0.71	0.78	0.48	0.77	0.69	0.36
P ₂ O ₅	0.15	0.17	0.19	0.15	0.19	0.28	0.18	0.15	0.12	0.11	0.07	0.11	0.04	0.05
MnO	0.13	1.9	0.46	0.14	0.11	0.17	0.17	0.14	0.12	0.13	0.08	0.15	0.2	0.09
Cr ₂ O ₃	0.031	0.027	0.03	0.034	0.032	0.017	0.048	0.045	0.017	0.04	0.017	0.021	0.018	<0.002
LOI	3.7	4.8	4.5	2.9	3.8	4.9	8.8	9.9	7.1	9.8	10.1	7.1	5	2.4
Toplam	99.82	99.84	99.81	99.83	99.82	99.78	99.8	99.78	99.82	99.79	99.89	99.82	99.72	99.94
Mg#	50.03	49.24	46.20	44.86	42.89	44.78	62.60	60.51	57.37	59.75	40.34	53.92	55.82	42.68

Ek 2. Maden Kompleksine ait kayaçların ana element (% ağırlıkları) analiz sonuçları (devamı).

Dayk														
Örnek Adı	M125	M127	M128	M130	M134	M135	M136	M137	M138	M139	M144	M145	M147	M151
Kaya Türü	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt
X Koordinatı	292146	292248	292245	292221	290734	290725	290699	290681	268828	268846	268900	268899	268932	269232
Y Koordinatı	4204336	4204366	4204355	4204340	4204202	4204193	4204158	4204130	4211636	4211653	4211703	4211704	4211728	4211731
SiO ₂	48.84	49.51	49.82	49.49	50.1	49.67	49.17	48.37	47.97	48.57	50.02	49.8	48.52	49.81
Al ₂ O ₃	17.89	17.08	16.11	17.72	16.14	16.27	16.83	16.89	17.57	16.69	19.22	15.56	21.02	16.32
Fe ₂ O ₃	7.28	7.95	8.91	7.99	9.22	8.9	8.29	8.57	7.91	9.08	6.71	10.41	6.26	8.41
MgO	7.23	6.5	6.09	6.18	6.35	6.51	6.54	7.14	5.5	5.04	4.79	4.45	5.03	6.59
CaO	9.04	9.15	9.07	9.1	8.6	9.11	8.69	8.8	7.82	9.78	8.37	7.36	8.98	8.58
Na ₂ O	3.73	4.01	3.87	4.44	4.4	4.11	3.86	3.59	4.83	4.41	3.62	5.83	3.54	4.22
K ₂ O	1.26	1.04	1.27	0.73	1.07	1.07	1.38	1.31	1.1	0.63	2.51	0.18	1.62	0.85
TiO ₂	1.29	1.53	1.72	1.53	1.58	1.49	1.38	1.35	1.63	1.85	1.29	2.29	1.02	1.53
P ₂ O ₅	0.2	0.25	0.28	0.23	0.24	0.22	0.21	0.16	0.22	0.28	0.23	0.42	0.18	0.24
MnO	0.13	0.14	0.15	0.14	0.16	0.16	0.14	0.15	0.14	0.15	0.12	0.17	0.1	0.17
Cr ₂ O ₃	0.031	0.036	0.031	0.027	0.032	0.035	0.033	0.03	0.018	0.018	0.02	0.006	0.029	0.031
LOI	2.8	2.6	2.5	2.2	1.9	2.3	3.3	3.3	5.1	3.3	2.9	3.3	3.5	3.1
Toplam	99.74	99.83	99.81	99.76	99.83	99.83	99.84	99.74	99.79	99.83	99.84	99.8	99.84	99.83
Mg#	66.30	61.83	57.52	60.51	57.71	59.17	60.98	62.27	57.94	52.37	58.58	45.86	61.42	60.82

Ek 2. Maden Kompleksine ait kayaçların ana element (% ağırlıkları) analiz sonuçları (devamı).

Dayk															
Örnek Adı	M152	M153	M154	M155	M157	M158	M159	M160	M161	M202	M203	M204	M226	M229	M471
Kaya Türü	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Rylt/Dst	Rylt/Dst	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt
X Koordinatı	269231	270510	270523	270522	270596	272093	272093	272093	273006	248333	248330	248332	290698	269624	290844
Y Koordinatı	4211733	4211274	4211270	4211271	4211126	4210960	4210961	4210960	4211239	4218851	421855	4218853	4204161	4211695	4204594
SiO ₂	48.49	49.84	48.99	49.75	49.63	49.35	50.17	50.44	49.84	68.32	66.97	46.46	49.16	49.51	49
Al ₂ O ₃	21.54	17.16	17.86	19.88	17.2	17.28	15.98	16.12	16.26	15.8	14.83	16.26	16.63	20.42	16.45
Fe ₂ O ₃	5.49	9.11	9.06	7.13	7.67	9.34	9.73	8.94	10.11	3.05	2.58	9.48	8.45	6.05	8.42
MgO	4.98	5.55	6.92	5.24	6.27	5.91	5.68	6.21	5.24	0.17	0.32	2.36	6.68	5.8	6.7
CaO	10.11	8.71	8.73	8.17	8.24	8.53	7.57	8.93	8.32	0.44	2.52	9.83	8.65	9.71	8.91
Na ₂ O	3.61	4.41	3.62	4.01	4.12	4.58	5.31	4.79	4.62	5.01	4.93	4.93	3.98	3.39	3.51
K ₂ O	1.09	0.78	0.79	1.33	1.45	0.92	0.58	0.66	0.95	4.75	4.33	0.65	1.32	1.23	1.62
TiO ₂	0.93	1.78	1.31	1.23	1.65	1.71	2.01	1.72	1.98	0.4	0.4	2.49	1.4	0.92	1.48
P ₂ O ₅	0.15	0.3	0.21	0.24	0.25	0.26	0.34	0.22	0.31	0.06	0.09	0.46	0.21	0.15	0.19
MnO	0.1	0.17	0.14	0.1	0.13	0.18	0.17	0.15	0.17	0.05	0.17	0.32	0.15	0.11	0.15
Cr ₂ O ₃	0.035	0.013	0.022	0.026	0.032	0.014	0.018	0.031	0.006	<0.002	0.002	0.007	0.033	0.037	0.03
LOI	3.3	2	2.1	2.7	3.1	1.7	2.2	1.6	2	1.7	2.7	6.5	3.1	2.5	3.3
Toplam	99.84	99.84	99.77	99.8	99.78	99.77	99.77	99.78	99.78	99.87	99.87	99.8	99.83	99.87	99.74
Mg#	64.25	54.69	60.21	59.28	61.83	55.63	53.63	57.92	50.66	9.94	19.73	33.03	61.03	65.51	61.19

Ek 3. Maden Kompleksine ait kayaçların iz (ppm) ve nadir toprak (ppm) element analizleri.

Çatak-Kozluk																		
Örnek Numarası	M33	M37	M38	M39	M40	M45	M46	M49	M50	M51	M53	M54	M55	M57	M59	M60	M61	M62
Ba (ppm)	61	234	234	137	238	143	136	109	70	96	66	68	76	42	70	67	83	63
Ni	77	94	90	98	108	93	83	<20	114	127	156	128	86	121	60	55	92	108
Sc	21	26	26	24	25	22	19	6	20	22	24	23	33	23	31	31	29	25
Be	<1	<1	2	2	3	5	1	4	3	<1	5	5	1	2	5	<1	<1	1
Co	27.3	31.5	34.9	33.2	35.1	28.6	29	4.2	31.6	32.4	39.3	38.5	36.2	38.1	30.3	29.7	34.9	35.9
Cs	0.4	0.2	0.3	0.2	0.2	0.6	0.4	0.1	0.1	0.1	<0.1	0.5	1.6	0.6	1.7	0.6	1.7	1.6
Ga	14.4	17	16.9	17.5	18	16	13.8	19.9	14.2	13.4	18.2	17.5	16	16.1	16.2	16.5	17	18.2
Hf	3.7	3.7	4	3.5	3.7	1.8	1.9	8.4	3.6	3.3	3.5	3.9	3.4	2.5	3.7	3.4	3.5	2.5
Nb	13.1	14	13.4	12.2	12.3	4.3	4.6	36.4	13.6	10.3	14	14.4	10.4	7.7	10.8	11	9.9	7.6
Rb	13.4	24.8	22.5	11.3	25.3	9.2	9.5	29.4	10.8	10	4.9	13	25.7	8.5	31.3	26.7	27.4	15.3
Sn	2	2	2	2	2	<1	<1	6	2	1	2	2	1	1	2	2	1	1
Sr	231.2	482.7	568.6	365	533	478.9	507.8	106.9	258.3	227.6	230.3	317	384.9	331.4	371.4	340.5	427.7	371.9
Ta	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	0.3	0.3	2.2	0.8	0.5	0.9	0.9	0.6	0.4	0.8	0.7	0.7	0.6
Th	1.3	1.4	1.3	1.3	1.1	0.2	0.2	8.7	0.9	1.2	1.1	1.2	1	0.7	1	0.9	0.9	0.8
U	0.3	0.3	0.4	0.2	0.3	<0.1	0.1	1.5	0.2	0.4	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2
V	167	184	181	178	178	137	125	22	170	154	166	179	207	151	226	229	196	172
W	0.7	<0.5	<0.5	<0.5	0.8	<0.5	<0.5	1	3.3	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Zr	175.9	177.2	182.8	163.4	173.6	76.7	74.9	433.7	177.6	138.8	178.2	184.5	149.1	106.4	167.7	168.9	150	116.1
Y	27.9	28.3	30	25.3	26.7	18.2	17.1	47.9	28	22.9	29	30.3	27.7	21.5	30.7	32.9	28.1	22.1
La	13	11.6	12.2	10.6	10.9	2.9	3.8	30.6	12.2	10.7	11.2	11.9	10	6.9	10.4	11.2	9.6	7.1
Ce	25.9	25.9	27.9	25.1	25.9	8.3	8.4	59	26.5	21.8	25.3	28.5	22.2	16	24.1	24.6	23	16.8
Pr	3.69	3.43	3.91	3.39	3.46	1.34	1.25	7.55	3.51	2.97	3.48	3.65	3.22	2.26	3.56	3.43	3.22	2.28
Nd	16.1	15.1	15.6	14.3	15	7.1	6.6	28	16.3	12.6	16.6	16.7	14.5	9.6	16.2	15.6	14	11.1
Sm	3.92	3.95	4.01	3.8	3.76	2.16	2.05	6.26	3.94	3.15	4.18	4.31	3.6	2.98	4.16	4.03	3.67	2.96
Eu	1.36	1.27	1.5	1.26	1.31	0.97	0.9	1.27	1.4	1.17	1.44	1.49	1.27	1.09	1.39	1.41	1.34	1.15
Gd	4.83	4.61	5.07	4.57	4.65	3.02	2.84	6.93	4.79	3.97	4.93	5.27	4.67	4.07	4.97	5	4.55	4.03
Tb	0.79	0.77	0.85	0.75	0.76	0.48	0.49	1.23	0.8	0.66	0.83	0.87	0.78	0.64	0.84	0.82	0.77	0.66

Ek 3. Maden Kompleksine ait kayaçların iz (ppm) ve nadir toprak (ppm) element analizleri (devamı).

Çatak-Kozluk																		
Örnek Numarası	M33	M37	M38	M39	M40	M45	M46	M49	M50	M51	M53	M54	M55	M57	M59	M60	M61	M62
Dy	4.87	4.87	5.23	4.61	5.07	3.11	3.12	8.33	5.02	4.32	5.16	5.38	4.93	3.94	5.41	5.13	4.76	4.13
Ho	1.06	1.03	1.1	0.96	0.98	0.66	0.67	1.73	1.04	0.81	1.08	1.13	1	0.84	1.11	1.06	1.03	0.88
Er	2.95	2.84	3.14	2.9	3	2.02	1.84	5.64	3.17	2.6	2.92	3.2	3.02	2.44	3.18	3.08	3.01	2.38
Tm	0.4	0.42	0.45	0.39	0.42	0.26	0.26	0.84	0.42	0.34	0.42	0.45	0.41	0.31	0.45	0.44	0.44	0.34
Yb	2.61	2.6	2.88	2.47	2.68	1.72	1.69	5.44	2.71	2.37	2.57	2.84	2.58	1.97	3.06	2.74	2.75	2.08
Lu	0.39	0.4	0.43	0.39	0.4	0.22	0.25	0.88	0.42	0.33	0.39	0.45	0.39	0.31	0.43	0.43	0.39	0.34
Mo	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.6	0.6	0.4	0.1	0.3	0.1	0.4	0.3	0.2	0.3	0.6	0.2	0.3
Cu	52.9	43.1	46.3	34	39.8	63.3	87.9	9.4	47.5	62.1	46.9	40.7	46.4	63.4	47.4	51.3	41.3	70.5
Pb	2	2	2.1	1.7	1.7	0.9	1.5	8.4	2	1.5	0.7	1.6	1.3	1	1.6	1.4	1.4	1.7
Zn	76	75	96	65	68	57	69	67	66	58	56	60	70	52	64	65	80	69
Ni	76.6	76.4	94.3	97.5	102.9	87.6	85.8	7	109.6	128	144.6	123.8	71.9	114.4	54.6	50	78.1	99.2
As	8.3	7.1	9.7	4.4	5.6	3.9	4.9	1.3	1.7	<0.5	<0.5	1.9	2.6	1.4	3.9	7.9	4.4	5.3
Cd	0.2	0.2	<0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	<0.1	0.3	0.3	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1
Sb	0.2	0.2	0.2	<0.1	0.1	0.2	0.3	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	0.2	0.2	0.3
Bi	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Ag	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<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	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.2	1.7	<0.5	2.3	<0.5	<0.5	1.9	1.1	0.9
Hg	<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
Se	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5

Ek 3. Maden Kompleksine ait kayaçların iz (ppm) ve nadir toprak (ppm) element analizleri (devamı).

Çatak-Kozluk																			
Örnek Numarası	M63	M64	M65	M67	M68	M94	M95	M97	M98	M100	M102	M103	M104	M106	M108	M109	M112	M114	M115
Ba (ppm)	60	57	68	116	62	147	176	376	69	82	144	135	205	50	93	113	109	127	128
Ni	77	71	111	103	71	44	70	91	93	108	41	60	71	79	55	73	110	76	76
Sc	29	31	25	28	22	22	17	21	22	22	21	25	16	22	21	26	24	24	26
Be	2	<1	3	1	3	1	3	1	4	2	<1	2	<1	<1	<1	<1	2	2	2
Co	31.9	37	41.2	41.6	24.5	21.4	24.7	33.8	32.7	30.5	28.9	27.5	27.5	27.2	25.3	27.6	32	23.3	31.4
Cs	0.5	0.5	0.4	0.1	0.2	0.7	0.8	0.9	0.2	0.2	0.4	1	0.6	1.1	0.6	0.6	0.1	0.5	<0.1
Ga	14.9	15	15.5	16.1	14.3	15.1	14.6	16	17.3	17.6	17.1	15.5	15.6	16.3	16.8	14.1	13.6	13.4	15.3
Hf	3.1	2.6	4.1	2.3	2.2	4	2.8	4.7	4.2	4.2	5.7	3.9	3.4	3.7	4.2	2.8	2.5	2.2	2.8
Nb	8.7	7.7	15.9	11	8.9	12.4	10.1	15.8	15	14.8	17.5	17	11.2	7.4	14.1	8.7	6.9	6.5	8.5
Rb	11.1	14.2	16.6	8.2	7.1	19.2	25.1	20.4	6.6	7	16.1	27.7	15.1	20.2	25.6	18.9	3	15	3.5
Sn	1	1	2	1	<1	2	1	2	2	2	2	2	1	1	2	1	<1	<1	<1
Sr	340.7	325.2	280.9	368.8	370.8	342.7	601.8	516.4	332.1	376.5	320.1	475.4	581.9	284.8	274.9	470.3	357.3	474.5	377.8
Ta	0.5	0.5	1	0.7	0.6	0.9	0.6	1.1	1.1	1	1.1	1.1	0.7	0.6	0.9	0.6	0.5	0.5	0.6
Th	0.8	0.8	1.7	0.3	0.7	1.4	0.7	1.2	1.3	1.3	1.6	1.8	1	0.5	1.4	1	0.8	0.8	0.9
U	0.2	0.2	0.4	0.2	0.2	0.3	0.5	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.2	0.1	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3
V	194	201	179	200	127	181	116	162	169	188	176	172	126	192	167	191	164	177	177
W	<0.5	<0.5	<0.5	1.8	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Zr	144	132.3	203.7	103.5	101.9	184.3	134.7	208.5	198.2	198.8	243.4	202.7	164.2	163.6	205.9	120.7	115.5	113.7	134.4
Y	26.8	26.7	34.3	22.6	18.9	26	21.3	32	30.2	30.7	35.3	32.9	23.3	30.1	29.5	21	20.5	20.4	24.3
La	8.8	7.9	16.5	4.7	6.3	10.2	7.4	11.7	10.5	10.8	14.3	13.3	9.3	7.1	11.5	8	7.6	7.3	8.6
Ce	21	18.1	30.9	10.3	14.2	23.8	17	26.5	24.4	25.3	33.2	29	21.9	20.1	26.2	17.9	17.4	17	19.8
Pr	2.89	2.69	4.56	1.55	2	3.17	2.31	3.69	3.5	3.58	4.34	3.97	2.83	2.94	3.6	2.46	2.38	2.33	2.73
Nd	13.5	12.8	19.4	7.3	9.5	14.6	10.3	16.8	16.2	16	19.3	17.2	12.5	14.3	15.9	11.9	10.9	10.5	12.9
Sm	3.4	3.26	4.8	2.41	2.57	3.64	2.57	4.44	4	4.21	4.9	4.17	3.17	3.73	3.97	2.86	2.8	2.61	3.22
Eu	1.3	1.22	1.66	1.09	0.96	1.15	1.05	1.54	1.45	1.49	1.65	1.49	1.14	1.25	1.35	1.12	1.08	1.09	1.26
Gd	4.4	4.15	5.78	3.66	3.1	4.42	3.55	5.57	5.23	5.16	6.02	5.06	4.01	4.76	4.96	3.69	3.56	3.43	3.97
Tb	0.75	0.67	0.96	0.62	0.54	0.76	0.58	0.92	0.87	0.87	1.02	0.86	0.7	0.8	0.82	0.6	0.59	0.57	0.68

Ek 3. Maden Kompleksine ait kayaçların iz (ppm) ve nadir toprak (ppm) element analizleri (devamı).

Çatak-Kozluk																			
Örnek Numarası	M63	M64	M65	M67	M68	M94	M95	M97	M98	M100	M102	M103	M104	M106	M108	M109	M112	M114	M115
Dy	4.66	4.43	6.06	4.13	3.33	5.08	3.84	5.8	5.34	5.58	6.4	5.49	4.41	5.17	5.28	3.78	3.72	3.8	4.16
Ho	1.02	0.87	1.22	0.85	0.74	0.94	0.75	1.2	1.12	1.13	1.36	1.1	0.93	1.07	1.09	0.79	0.82	0.72	0.89
Er	3.03	2.47	3.57	2.43	2.12	2.81	2.31	3.61	3.24	3.3	3.99	3.41	2.74	3.04	3.24	2.39	2.32	2.21	2.54
Tm	0.39	0.36	0.5	0.33	0.29	0.4	0.33	0.5	0.46	0.45	0.56	0.46	0.36	0.44	0.44	0.32	0.33	0.29	0.37
Yb	2.57	2.29	3	2.06	1.86	2.52	2.23	3.17	2.94	2.83	3.64	2.93	2.38	2.66	2.73	2.07	1.99	1.92	2.31
Lu	0.38	0.33	0.48	0.33	0.28	0.37	0.32	0.49	0.45	0.45	0.54	0.45	0.36	0.43	0.43	0.31	0.31	0.28	0.35
Mo	0.3	0.3	0.8	0.8	0.4	0.3	0.2	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.2	0.3	0.3	0.3	0.1	0.2	0.2
Cu	38.9	37.1	53.8	80.8	53	40.7	53.4	40.7	38.4	39.1	35.7	35.8	54	21.4	156.5	34.3	204.8	21.3	68.8
Pb	9.1	1.1	8.7	0.7	1	1.6	1.6	14.8	1.8	2.3	6.5	2.7	6.7	2.8	1.9	1.1	1.2	1.1	2.9
Zn	53	51	137	60	38	42	51	72	71	61	74	59	53	58	51	36	41	27	49
Ni	66.1	58.7	98.5	94.1	63.2	46.7	74.3	89.9	90.9	98.1	45.9	53.4	73.4	66.5	43.8	71.5	104.6	56.4	72.6
As	2	2.8	11.6	3.6	2.3	0.7	<0.5	3.3	3.4	4.2	1.6	1	0.9	2.4	1.1	2.1	<0.5	1.3	<0.5
Cd	0.2	0.2	<0.1	<0.1	0.2	0.2	0.1	<0.1	0.1	0.2	<0.1	<0.1	0.3	0.1	0.2	0.2	<0.1	0.2	<0.1
Sb	<0.1	<0.1	0.5	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Bi	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Ag	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Au	<0.5	0.9	0.7	1	1.1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.8	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.7	<0.5	0.6
Hg	<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
Se	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5

Ek 3. Maden Kompleksine ait kayaçların iz (ppm) ve nadir toprak (ppm) element analizleri (devamı).

Çatak-Kozluk																		
Örnek Numarası	M117	M119	M120	M121	M122	M167	M168	M169	M188	M192	M194	M198	M199	M200	M205	M206	M207	M208
Ba (ppm)	107	57	54	58	37	59	56	84	60	122	542	204	119	127	229	43	117	65
Ni	82	87	104	191	81	48	48	41	124	83	52	26	<20	65	32	32	60	36
Sc	24	24	24	22	21	22	21	19	20	22	19	27	13	18	22	24	23	18
Be	<1	<1	3	<1	<1	<1	2	2	3	2	3	2	3	2	3	<1	3	2
Co	31	28.1	36.4	42.6	34	22.3	22.4	21.3	30.3	30	21.6	21.2	14.7	21.3	25.3	25.7	24.3	22.2
Cs	0.2	0.2	0.5	0.2	<0.1	0.4	0.6	0.4	0.6	0.7	0.6	0.8	0.3	0.8	0.3	0.1	1.2	1.2
Ga	14.5	15.2	16.9	19.5	14.3	19.9	17.8	18.7	14.4	13	18.1	14.2	20.9	15.4	16	16.2	15.8	13.7
Hf	2.8	2.6	2.5	2.9	2	5.6	5.1	6.6	2.2	2.5	4.3	3	7.5	2.2	4.5	5.3	4.3	4.1
Nb	9	7.2	7.9	7.5	4.9	15.6	16.1	19.6	6.6	7.8	13	11.3	19.3	5	18.9	14	14.5	12.8
Rb	10.8	4.8	14.8	9.6	1.2	17.7	17.3	17.3	11.4	7	10.9	23.4	7.6	7.9	20.9	3.2	19.7	20.4
Sn	1	<1	<1	1	<1	2	2	3	<1	1	2	1	2	<1	2	2	2	2
Sr	524.2	265.8	566.5	300.7	360.2	215.3	267.8	389	509.5	566.2	437.9	441.9	390.6	587.5	372.5	306.4	222.4	382.1
Ta	0.7	0.5	0.5	0.6	0.3	0.9	0.9	1.2	0.3	0.4	0.8	0.7	1.2	0.3	1	1	1	0.8
Th	1.1	0.8	0.5	0.2	0.3	1.3	1.4	1.9	0.4	0.8	1.1	0.9	2.1	0.3	2	0.8	0.9	1
U	0.2	0.2	0.1	0.5	0.1	0.3	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	<0.1	0.4	0.3	0.3	0.2
V	195	171	155	188	126	218	175	204	164	154	175	193	155	121	178	201	212	177
W	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.8	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Zr	134.4	122	118.9	109	95.2	279.8	269.9	332.7	109.5	114.3	235.4	150.9	382.8	110.3	219.5	254.9	199.4	199.3
Y	23.2	22.4	23.2	20.2	17.7	40.3	40.6	48.2	18.8	19.3	31.9	26.3	64.7	20.2	33	39	29.8	28.8
La	8.9	6.9	7	2.9	5.5	15.2	13.4	18.6	6.1	7.5	12.5	10.9	23.6	5.7	17	13.3	12.9	10.9
Ce	20.6	18.9	16.3	6.5	12.7	36.5	32.8	47.3	14.7	17.4	31.2	23.9	59.6	14	36.6	33.3	29.8	26.3
Pr	2.87	2.6	2.28	0.98	1.83	5.26	4.64	6.27	2.12	2.33	4.18	3.28	8.33	2.05	4.74	4.67	4.1	3.67
Nd	13.4	11.9	10.7	5.1	8.9	22.9	20.4	27.4	10.3	10.6	18.3	14.3	37	10.1	20.4	20.9	17.6	16.6
Sm	3.2	3.06	2.99	1.83	2.29	5.89	5.31	6.95	2.44	2.59	4.7	3.59	9.36	2.33	4.78	5.07	4.16	3.99
Eu	1.21	1.2	1.2	0.79	1.02	1.87	1.65	2.1	0.99	1.04	1.52	1.26	2.91	0.97	1.51	1.76	1.47	1.4
Gd	4.18	3.97	3.96	2.99	3.04	6.91	6.5	8.27	3.37	3.37	5.76	4.49	11.28	3.13	5.82	6.47	5.31	4.89
Tb	0.67	0.68	0.67	0.53	0.52	1.18	1.05	1.32	0.53	0.53	0.92	0.72	1.79	0.51	0.9	1.1	0.88	0.83

Ek 3. Maden Kompleksine ait kayaçların iz (ppm) ve nadir toprak (ppm) element analizleri (devamı).

Çatak-Kozluk																		
Örnek Numarası	M117	M119	M120	M121	M122	M167	M168	M169	M188	M192	M194	M198	M199	M200	M205	M206	M207	M208
Dy	4.28	4.04	4.4	3.43	3.22	7.78	6.72	8.72	3.28	3.65	5.67	4.37	11.89	3.13	5.77	7	5.36	5.25
Ho	0.88	0.84	0.97	0.73	0.7	1.64	1.43	1.75	0.71	0.79	1.22	0.86	2.38	0.7	1.2	1.48	1.14	1.15
Er	2.62	2.43	2.58	2.2	2.09	4.71	4.22	5.33	1.94	2.21	3.66	2.71	6.98	1.98	3.49	4.38	3.32	3.22
Tm	0.34	0.32	0.35	0.28	0.29	0.67	0.59	0.74	0.26	0.32	0.51	0.36	0.94	0.27	0.49	0.62	0.49	0.47
Yb	2.18	2.08	2.26	1.8	1.83	4.12	3.69	4.79	1.73	2.09	3.1	2.35	6.09	1.76	3.12	4.03	2.88	3.05
Lu	0.35	0.32	0.35	0.27	0.26	0.64	0.57	0.73	0.27	0.32	0.47	0.37	0.9	0.27	0.47	0.63	0.47	0.49
Mo	0.2	0.2	0.5	0.4	0.2	0.6	0.4	0.5	0.2	0.3	0.3	0.3	0.5	0.2	0.3	0.3	0.3	0.1
Cu	29.4	37.5	23.3	28.9	89.3	34.1	44.6	22.4	45.7	64.7	19.6	55.9	14.7	193.5	44.9	40.5	7.3	17.3
Pb	1.4	1	2.9	0.7	3.1	2	2.5	2.7	0.8	1.7	1.8	3	2.3	1	3.3	2.3	2.3	1.4
Zn	35	38	48	52	37	77	73	89	48	61	61	50	105	33	80	70	70	50
Ni	87.6	86	101.4	162.9	87	37.6	39.4	34.4	102.5	89	39.7	18.9	16.1	52.1	35.9	32	64.6	38.7
As	1.4	<0.5	1.7	3.2	1	4.4	4.5	2.1	3.8	7.2	2.5	2.6	0.6	1.7	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Cd	0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.3	<0.1	<0.1	<0.1
Sb	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	0.1	0.2	<0.1	0.2	0.2	0.6	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Bi	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Ag	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Au	0.9	<0.5	<0.5	0.9	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.1	0.7	0.9	0.7	0.6	<0.5	0.7	<0.5	<0.5	<0.5
Hg	<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
Se	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.5	<0.5	<0.5	<0.5

Ek 3. Maden Kompleksine ait kayaçların iz (ppm) ve nadir toprak (ppm) element analizleri (devamı).

Çatak-Kozluk																					
Örnek Num.	M209	M210	M211	M214	M216	M217	M220	M221	M224	M231	M370	M372	M380	M385	M386	M387	M407	M415	M448	M449	M461
Ba (ppm)	28	102	499	29	17	25	83	87	46	3	101	499	106	78	90	136	126	360	219	57	64
Ni	<20	32	27	26	36	32	37	69	25	66	41	40	80	28	56	70	34	76	44	92	72
Sc	23	25	24	22	29	29	24	18	24	29	24	25	14	20	20	28	25	18	21	21	20
Be	3	2	1	1	2	<1	3	2	3	<1	1	1	<1	3	4	1	2	1	1	1	1
Co	23.7	26.4	23.5	24.4	28.6	30.8	26	40.7	24.7	30.3	22.3	22.8	22.3	23	27	27.4	25.6	21.7	25.8	28.8	28
Cs	<0.1	0.2	1.7	<0.1	<0.1	<0.1	2.7	3.2	0.4	<0.1	0.9	1	0.5	0.9	0.4	0.7	0.8	7.7	0.9	0.4	0.3
Ga	17.1	15.6	16.7	16.5	14	13.1	16.7	13.4	16.2	16.1	14.9	15.1	8.1	18.2	14.4	14	14.2	14.1	16.6	14	13.9
Hf	5.8	4.5	5.1	5.4	2.9	3	5.4	2.5	4.8	3.4	4.5	4.7	2.7	6.1	3.8	3.7	4.2	3.7	5.4	2.3	2.5
Nb	19.1	12	13.7	17.3	10	10.3	17.9	7	17.7	7.3	9.5	10.2	6.7	16.7	13	13.2	12.2	13.3	18.5	5.5	9.6
Rb	3.1	11.1	32.5	2.1	0.6	1.3	13.8	7.7	4.6	0.2	11.6	9.5	15.8	17	11.1	10.5	17.9	24.1	16.4	7.9	9.1
Sn	2	2	2	2	1	1	2	<1	2	1	2	2	1	3	1	1	2	2	2	<1	<1
Sr	147.5	336.1	295	182.7	294.2	369.5	266.9	937.1	318.7	235.9	411.3	508.9	202.6	216.4	395.2	490.7	287	366.4	803.6	325.6	426.8
Ta	1.3	0.8	0.9	1.1	0.7	0.7	1.2	0.4	1.3	0.4	0.6	0.7	0.5	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	1.1	0.5	0.7
Th	1.1	1	1.3	1.3	0.5	0.6	1.3	0.5	1.7	0.4	0.7	0.9	2.3	1.8	0.9	0.7	0.8	1.6	2.7	<0.2	0.6
U	0.4	0.3	0.4	0.5	0.2	0.2	0.4	0.4	0.7	0.2	0.4	0.2	0.6	0.5	0.3	0.2	0.3	0.4	0.9	0.3	0.2
V	203	186	182	188	179	183	224	127	205	200	204	224	123	144	171	213	210	155	170	115	135
W	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Zr	268.1	219.7	247	269.9	138.5	142.9	248.1	114.3	235.1	150.9	207	216.6	109.1	293.4	189.2	173.5	196.6	179.1	253.2	89.7	111.8
Y	38	32.6	35.8	40.8	21.7	22.7	36.7	19.8	32.5	25.2	35.4	37.5	17.4	36.9	28.2	28.4	32.5	25.7	35.8	18.4	20.4
La	13.8	10.6	13.2	15.5	7.8	7.8	14.5	7.5	13.4	7.5	11.2	12.1	14.8	15.2	11.5	10	10.4	12	17	4.4	7.3
Ce	32.7	26.8	31.3	38	18.7	18.7	35.5	16.9	30.7	19	27.3	30.2	27.1	34.7	26.9	23.9	26.8	26.5	36.2	9.2	15.7
Pr	4.55	3.8	4.34	5.09	2.58	2.64	4.9	2.34	4.23	2.76	3.87	4.46	3.31	4.64	3.73	3.39	3.79	3.55	4.82	1.42	2.19
Nd	19.9	17.1	19.3	22	11.6	12.1	22.2	10.1	17.9	12.6	17.7	20.4	13.9	20.3	16.3	15	16.9	15.7	20.9	7.3	9.7
Sm	5.07	4.43	4.91	5.54	3.11	3.03	5.51	2.67	4.62	3.34	4.76	5.05	2.84	4.87	4.06	3.82	4.27	3.73	4.82	2.5	2.47
Eu	1.56	1.47	1.61	1.59	1.14	1.14	1.83	1.02	1.55	1.29	1.53	1.7	0.85	1.48	1.36	1.35	1.55	1.26	1.64	1.04	1.05
Gd	6.23	5.38	5.89	6.38	3.8	3.95	6.6	3.32	5.54	4.38	5.92	6.5	3.29	5.63	4.77	4.6	5.53	4.33	6.07	3.3	3.46
Tb	1.08	0.95	1.01	1.12	0.64	0.68	1.11	0.58	0.97	0.73	0.99	1.07	0.51	0.98	0.82	0.81	0.93	0.73	1.02	0.56	0.56

Ek 3. Maden Kompleksine ait kayaçların iz (ppm) ve nadir toprak (ppm) element analizleri (devamı).

Çatak-Kozluk																					
Örnek Num.	M209	M210	M211	M214	M216	M217	M220	M221	M224	M231	M370	M372	M380	M385	M386	M387	M407	M415	M448	M449	M461
Dy	6.53	5.72	6.36	6.81	4.05	4.06	6.62	3.52	5.98	4.68	6.05	6.78	3.14	6.24	5.05	4.91	5.84	4.51	6.14	3.49	3.59
Ho	1.49	1.28	1.43	1.56	0.84	0.91	1.5	0.76	1.31	1.02	1.33	1.45	0.65	1.36	1.11	1.11	1.23	0.97	1.37	0.74	0.77
Er	4.36	3.75	4.04	4.43	2.52	2.52	4.33	2.15	3.81	2.9	3.87	4.24	1.82	4.23	3.2	3.2	3.69	2.9	3.96	2.05	2.27
Tm	0.64	0.55	0.57	0.62	0.35	0.36	0.62	0.31	0.54	0.42	0.54	0.57	0.26	0.62	0.46	0.45	0.53	0.43	0.56	0.29	0.32
Yb	4.05	3.47	3.79	3.97	2.28	2.41	3.66	2	3.51	2.61	3.48	3.72	1.72	3.98	2.97	2.78	3.27	2.63	3.61	1.93	2.02
Lu	0.62	0.52	0.59	0.62	0.35	0.36	0.59	0.3	0.53	0.41	0.53	0.57	0.28	0.61	0.44	0.44	0.49	0.41	0.57	0.28	0.32
Mo	0.7	0.3	0.6	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4	0.6	0.1	0.5	0.3	0.2	0.3	0.4	0.4	0.2	0.3	0.6	0.3	0.3
Cu	39.3	56.4	50.6	2.4	75.9	86.5	43.7	54.5	46.2	115.7	41.1	32.4	30.2	34.1	39.4	66.8	52.2	17.6	48	91.2	48.7
Pb	2.2	1.2	6.5	1.4	4.3	2.5	2.1	2.2	2.9	1.5	2.7	3	5.6	2.5	1.7	1.7	1.5	38.2	4.9	4.6	3.7
Zn	74	66	68	150	59	63	67	38	76	84	76	79	47	67	52	59	61	82	99	67	67
Ni	20.3	34.2	30.3	31.8	34.1	40.9	39.8	68.4	20.9	58.2	40.6	46	79.8	26.6	55.2	69.7	36.6	82.4	47.8	82.4	68.1
As	0.5	0.8	0.8	<0.5	<0.5	0.6	<0.5	1.3	<0.5	1.3	5.1	2.5	3.7	1.3	1.7	0.6	<0.5	3.7	3.6	1.8	3.4
Cd	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	0.2	<0.1	0.1	0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	0.2	<0.1	0.1	0.1
Sb	<0.1	0.1	0.5	<0.1	0.2	0.1	<0.1	<0.1	0.3	<0.1	0.2	0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.7	<0.1	0.2	0.3
Bi	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Ag	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<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	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.8	<0.5	0.9	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Hg	<0.01	0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Se	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.5	<0.5	0.8	<0.5	<0.5	<0.5	0.7	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5

Ek 3. Maden Kompleksine ait kayaçların iz (ppm) ve nadir toprak (ppm) element analizleri (devamı).

Çatak-Kozluk																			
Örnek Num.	M470	M472	M475	M476	M481	M482	M483	M484	M485	M486	M487	M488	M489	M490	M491	M492	M494	M495	M497
Ba (ppm)	47	110	45	27	32	52	168	96	115	119	84	56	190	170	158	130	80	76	121
Ni	68	90	78	84	96	28	91	38	61	70	62	32	32	27	<20	20	106	80	177
Sc	25	20	21	20	20	29	20	21	26	27	25	30	11	13	10	11	20	27	22
Be	<1	<1	2	<1	<1	1	1	<1	2	<1	1	2	2	2	4	2	3	2	2
Co	27.2	30.6	25	33.7	28.6	22.5	30.5	17.6	29.8	33.7	29.6	31.1	13.2	12.6	11.7	11.4	32.6	34.8	35.4
Cs	<0.1	0.4	0.3	0.1	<0.1	1.4	0.2	0.3	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	10.5	0.2	0.2	0.3	2.1	<0.1
Ga	13.2	12.7	13.9	14.7	17.2	13.2	11.3	11.6	11.3	12.7	11.4	12.5	20.6	17.9	18.3	19.9	16.9	16.3	13.2
Hf	2.8	3.3	4.5	2.6	4.6	3.8	2.7	2.8	2.5	2.3	2.5	3.3	8.5	6.2	8.8	9.2	3.9	3.3	2.8
Nb	8	7.6	11.9	6.5	9.9	6.7	6.6	7.1	4.9	5	4.9	6.7	34.3	24.1	34.5	36.6	14.8	10.6	8.7
Rb	5.2	11.5	14.3	6.2	12.1	18.6	17.9	15.7	21.4	12	16.7	16.4	25.9	60.5	16	12.8	17.9	26.7	6.2
Sn	<1	2	2	<1	2	1	2	1	<1	<1	2	1	4	3	4	4	2	2	1
Sr	289.4	284.8	193	272.6	173.4	252.4	673.9	485.3	413.3	491.4	495.4	349.8	268.8	313.2	344.6	363.9	341	476.7	470.7
Ta	0.6	0.5	0.9	0.5	0.7	0.5	0.5	0.6	0.3	0.2	0.3	0.3	2.3	1.4	2.1	2.1	0.9	0.7	0.5
Th	0.4	2.6	0.6	<0.2	0.5	0.6	3.3	2.4	0.6	0.4	0.5	0.5	5	2.6	5.2	5.3	1	0.9	0.5
U	0.2	0.7	0.2	0.1	0.1	1.7	1	0.4	0.2	0.1	0.1	0.2	0.9	0.5	1.3	1.3	0.4	0.3	0.3
V	176	138	174	156	153	226	121	142	160	163	155	191	97	85	94	101	168	197	143
W	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Zr	114.2	131.9	203.8	98.3	187.5	165.3	114.4	123.3	115.5	113	116	150.9	437.5	307.4	431.5	459	184.1	158.2	136.1
Y	19.9	22.7	31.4	18.1	28.7	29.5	20.3	22	22.1	21.4	21.3	27.2	52.9	42.7	55.7	57.2	29.3	29.1	21.3
La	5.4	8.7	11.2	4.7	6.7	9	8	8.7	8	6.7	7.2	8.8	31	21.3	30	33	12.1	10.4	8.7
Ce	12.7	21	25.3	6.7	17.6	22.6	17.9	18.7	17.8	15.3	16.8	22	66.7	47.4	66	70.7	27.9	23.4	19.9
Pr	1.84	2.84	3.61	1.06	2.58	3.29	2.44	2.58	2.45	2.2	2.41	3.15	8.68	6.32	8.46	9.07	3.71	3.33	2.76
Nd	9.1	12.3	16.9	6	11.9	15.6	10.6	11.3	11.6	10.4	10.8	14.9	36.4	26.6	35.7	36.6	16.5	15.2	12.1
Sm	2.53	3.13	4.24	1.89	3.28	4.06	2.53	2.82	2.77	2.66	2.68	3.56	8.22	6.1	7.82	8.39	4.17	3.82	3.22
Eu	1.02	0.97	1.45	0.82	1.13	1.41	0.84	0.95	1.12	1.07	1.08	1.35	2.09	2.02	2.07	2.13	1.44	1.4	1.14
Gd	3.25	3.53	5.31	2.84	4.38	4.92	3.11	3.39	3.54	3.26	3.48	4.52	8.91	7	8.95	9.26	4.91	4.79	3.63
Tb	0.57	0.62	0.89	0.51	0.79	0.84	0.56	0.59	0.6	0.59	0.6	0.78	1.54	1.21	1.55	1.63	0.84	0.8	0.63

Ek 3. Maden Kompleksine ait kayaçların iz (ppm) ve nadir toprak (ppm) element analizleri (devamı).

Çatak-Kozluk																			
Örnek Num.	M470	M472	M475	M476	M481	M482	M483	M484	M485	M486	M487	M488	M489	M490	M491	M492	M494	M495	M497
Dy	3.63	3.91	5.52	3.13	5.1	5.06	3.34	3.65	3.8	3.64	3.63	4.89	9.47	7.51	9.17	9.85	5.14	5.13	3.87
Ho	0.79	0.85	1.23	0.67	1.09	1.15	0.76	0.84	0.87	0.81	0.82	1.05	2.02	1.57	2	2.08	1.12	1.05	0.83
Er	2.18	2.46	3.53	2.01	3.23	3.44	2.35	2.51	2.43	2.46	2.49	3.05	6	4.62	6	6.43	3.13	2.92	2.39
Tm	0.31	0.36	0.51	0.28	0.46	0.46	0.32	0.34	0.35	0.35	0.35	0.44	0.9	0.68	0.89	0.96	0.46	0.43	0.35
Yb	1.91	2.26	3.37	1.66	2.89	2.95	2.06	2.16	2.22	2.22	2.27	2.72	5.57	4.31	5.6	6.11	2.72	2.7	2.13
Lu	0.3	0.36	0.48	0.26	0.43	0.46	0.32	0.34	0.36	0.34	0.34	0.42	0.87	0.66	0.87	0.93	0.42	0.42	0.35
Mo	0.4	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.4	0.6	0.4	0.9	1	0.4	0.4	0.2
Cu	60.8	22.6	24.4	48.8	112.2	39.1	28.5	49.3	19.6	69.8	17.3	215.3	20.8	28.4	20.5	20.8	35.7	48.6	20.9
Pb	1	2.7	1.6	0.9	1	1.4	3.6	3.4	3.4	3.1	6.3	4.6	5.9	8.5	3.1	5	1.5	1.3	1.1
Zn	49	47	75	66	61	56	45	55	64	45	43	72	109	92	78	94	66	67	38
Ni	70.6	97.6	64.6	71.6	100.7	26.7	96.5	35.2	69.6	69.2	61.3	33.4	38.2	30	19.4	25.5	97	61.9	136.5
As	<0.5	<0.5	0.9	1.8	<0.5	2	1	2.4	2.1	1	3.1	<0.5	2.9	12	3.1	2	3.7	4.8	1.2
Cd	0.1	<0.1	0.1	<0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	0.1	0.1	0.1	<0.1	<0.1
Sb	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.3	<0.1
Bi	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.6	0.5	0.2
Ag	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<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	0.6	<0.5	<0.5	<0.5	0.8	<0.5	1.4	0.6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.6	<0.5
Hg	<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
Se	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5

Ek 3. Maden Kompleksine ait kayaçların iz (ppm) ve nadir toprak (ppm) element analizleri (devamı).

Çatak-Kozluk										
Örnek Numarası	M105	M197	M201	M493	M500	M502	ORB8	M201	M91	M124
Ba (ppm)	28	392	213	182	63	63	68	213	154	558
Ni	74	65	<20	38	53	32	86.1	2	10.5	19.9
Sc	27	22	4	14	22	31	31	4	5	13
Be	<1	1	6	1	1	2	3	6	<1	3
Co	30.2	32.1	1.8	12.9	27.3	30.7	40	1.8	4.5	12.3
Cs	<0.1	1.1	0.1	5.9	0.7	<0.1	0.4	0.1	1.5	3.2
Ga	20.3	15.3	24.2	17.3	17.5	15.9	16.6	24.2	5.8	21.3
Hf	5.7	3	9.7	6.2	5.8	3.8	2.7	9.7	3.3	10
Nb	12	9.7	36.9	22.4	15.4	10.2	10.5	36.9	6.6	22.8
Rb	0.7	11.3	78.4	54.4	18.3	3	3.9	78.4	47.4	129.6
Sn	2	1	6	2	3	2	<1	6	0.5	1.1
Sr	116.2	517.1	97.9	313.6	293	390.2	342.5	97.9	601.2	71.8
Ta	1	0.5	2.4	1.6	1	0.7	0.7	2.4	0.5	1.7
Th	0.7	0.9	7.2	2.6	1.3	0.8	0.7	7.2	6.4	17.9
U	0.2	0.5	1.4	0.7	0.2	0.3	<0.1	1.4	1.9	4.5
V	278	142	<8	77	179	198	185	<8	48	115
W	<0.5	<0.5	1	<0.5	0.5	<0.5	<0.5	1	<0.5	0.9
Zr	266.2	144.4	526.3	290.3	264.4	181.8	115.8	526.3	128.3	364.3
Y	45.1	23.1	45.4	43	41.3	30.6	25.5	45.4	16.7	40
La	11.8	8.8	27.7	21.4	13.5	10.6	6.7	27.7	20.7	52.7
Ce	31.9	21.1	54.9	47	34.5	25.3	17.1	54.9	36.1	104.1
Pr	4.68	2.86	6.4	6.27	4.74	3.54	2.36	6.4	4.43	11.89
Nd	23.8	12.5	22.9	26.7	21.7	16.1	10.5	22.9	16.2	45
Sm	5.89	3.22	4.89	6.21	5.45	4.21	2.94	4.89	3.1	8.66
Eu	1.98	1.23	0.74	1.97	1.76	1.55	1.22	0.74	0.56	1.84
Gd	7.76	4.17	5.77	7.14	6.44	5.14	4.01	5.77	3.2	7.61
Tb	1.27	0.66	1.02	1.24	1.1	0.85	0.69	1.02	0.47	1.2
Dy	8.25	4.41	7.17	7.42	6.76	5.07	4.48	7.17	2.84	6.77
Ho	1.74	0.89	1.55	1.63	1.52	1.12	0.92	1.55	1.57	4.16
Er	4.8	2.62	4.87	4.84	4.46	3.3	2.73	4.87	0.23	0.59
Tm	0.7	0.38	0.74	0.68	0.62	0.48	0.37	0.74	1.35	3.76
Yb	4.29	2.43	4.88	4.42	4.12	2.94	2.38	4.88	0.2	0.6
Lu	0.66	0.37	0.76	0.68	0.63	0.47	0.35	0.76	<1	3
Mo	0.2	0.5	0.2	0.5	0.3	0.5	0.3	0.2	1.4	<0.5
Cu	33.5	47.1	8.1	25.7	20.6	56.1	-	8.1	7.8	15.9
Pb	2.8	245.5	7.6	6.7	1.8	2	-	7.6	7.1	5.6
Zn	76	919	76	88	60	64	-	76	23	35
Ni	74.2	64.7	2	38.3	52.8	27.3	-	2	10.5	19.9
As	1.4	2.4	2.1	9.6	2.2	1.3	1.4	2.1	<0.1	<0.1
Cd	<0.1	4.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	-	<0.1	0.1	<0.1
Sb	<0.1	0.8	<0.1	0.1	<0.1	0.2	-	<0.1	<0.1	0.1
Bi	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	0.2	0.2	-	0.2	<0.1	<0.1
Ag	<0.1	1.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	-	<0.1	<0.5	<0.5
Au	1.3	0.7	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	-	<0.5	0.03	<0.01
Hg	<0.01	0.49	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.1	<0.1
Se	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	-	<0.5	-	-

Ek 4. Maden Kompleksi kayaçlarının mineral kimyası analizleri.

Plajiyoklas														
Örnek Numarası	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Total	An	Ab	Or
M51_1	56.046	0.152	25.972	0.008	0.715	0.000	0.039	7.346	7.501	0.301	98.080	34.523	63.792	1.684
M51_2	50.678	0.097	29.648	0.000	0.602	0.000	0.132	12.068	4.819	0.121	98.165	57.652	41.660	0.688
M51_3	53.098	0.114	28.377	0.004	0.747	0.000	0.127	10.859	5.443	0.169	98.938	51.932	47.106	0.962
M51_4	50.900	0.113	30.053	0.006	0.624	0.010	0.143	12.262	4.401	0.110	98.622	60.234	39.122	0.643
M51_5	52.265	0.091	28.740	0.000	0.743	0.000	0.137	11.205	5.078	0.152	98.411	54.459	44.662	0.880
M51_6	51.641	0.090	29.610	0.000	0.348	0.000	0.138	11.659	4.860	0.089	98.435	56.708	42.777	0.515
M51_7	49.792	0.058	30.882	0.000	0.426	0.004	0.125	13.215	3.896	0.079	98.477	64.909	34.629	0.462
M51_8	52.317	0.109	28.877	0.000	0.458	0.000	0.105	10.740	5.298	0.134	98.038	52.424	46.798	0.779
M51_9	49.775	0.058	31.052	0.002	0.419	0.000	0.143	13.323	3.874	0.074	98.720	65.240	34.329	0.431
M51_10	50.378	0.100	30.107	0.001	0.538	0.000	0.160	12.268	4.446	0.094	98.092	60.062	39.390	0.548
M51_11	51.274	0.078	30.075	0.018	0.400	0.000	0.119	12.159	4.481	0.082	98.686	59.704	39.817	0.479
M51_12	50.442	0.100	30.777	0.014	0.432	0.000	0.139	12.763	4.147	0.091	98.905	62.638	36.830	0.532
M51_20	51.448	0.089	29.485	0.000	0.463	0.000	0.079	11.817	4.746	0.101	98.228	57.572	41.843	0.586
M51_21	49.956	0.064	30.674	0.000	0.395	0.016	0.124	13.127	4.001	0.079	98.436	64.155	35.385	0.460
M51_22	50.712	0.089	29.715	0.017	0.498	0.000	0.143	12.459	4.631	0.147	98.411	59.288	39.879	0.833
M68_1	49.989	0.060	31.068	0.005	0.352	0.000	0.116	13.433	3.789	0.102	98.914	65.812	33.593	0.595
M68_2	49.371	0.052	31.104	0.016	0.325	0.015	0.139	13.480	3.774	0.095	98.371	66.005	33.441	0.554
M68_3	49.026	0.062	31.091	0.007	0.349	0.000	0.111	13.551	3.792	0.096	98.085	66.014	33.429	0.557
M68_6	48.846	0.077	31.177	0.000	0.539	0.000	0.117	13.332	3.862	0.095	98.045	65.245	34.202	0.554
M68_7	47.403	0.027	32.285	0.000	0.339	0.000	0.119	14.938	3.186	0.056	98.353	71.921	27.758	0.321
M68_8	48.780	0.054	31.344	0.000	0.331	0.002	0.121	13.619	3.779	0.107	98.137	66.160	33.221	0.619
M68_9	52.609	0.055	29.276	0.024	0.346	0.000	0.174	9.344	4.326	1.857	98.011	48.206	40.387	11.407
M68_10	49.859	0.073	30.250	0.002	0.368	0.000	0.175	13.494	3.929	0.072	98.222	65.221	34.365	0.414
M68_11	50.766	0.069	30.198	0.000	0.352	0.000	0.141	12.718	4.291	0.103	98.638	61.721	37.684	0.595
M68_12	50.991	0.068	29.949	0.014	0.378	0.000	0.164	12.619	4.370	0.090	98.643	61.156	38.325	0.519
M68_13	51.521	0.073	29.532	0.004	0.360	0.000	0.143	13.036	4.097	0.086	98.852	63.428	36.074	0.498
M68_14	50.222	0.045	29.812	0.007	0.368	0.000	0.141	13.858	3.522	0.070	98.045	68.216	31.374	0.410

Ek 4. Maden Kompleksi kayaçlarının mineral kimyası analizleri (devamı).

Plajiyoklas														
Örnek Numarası	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Total	An	Ab	Or
M68_15	51.151	0.065	29.123	0.009	0.368	0.000	0.134	13.208	4.069	0.113	98.240	63.789	35.562	0.650
M115_1	49.500	0.078	31.138	0.003	0.487	0.000	0.083	12.664	4.339	0.088	98.380	61.414	38.078	0.508
M115_2	51.715	0.089	29.238	0.016	0.580	0.000	0.117	11.161	5.185	0.106	98.207	53.996	45.394	0.611
M115_3	50.363	0.050	30.631	0.021	0.315	0.000	0.131	12.881	4.230	0.081	98.703	62.432	37.101	0.467
M115_4	50.835	0.062	30.331	0.007	0.314	0.000	0.117	12.646	4.328	0.080	98.720	61.468	38.069	0.463
M115_5	49.456	0.083	30.826	0.014	0.426	0.004	0.154	12.685	4.337	0.078	98.063	61.499	38.050	0.450
M115_6	49.704	0.084	30.595	0.000	0.590	0.016	0.142	12.493	4.418	0.074	98.116	60.716	38.856	0.428
M115_7	52.740	0.128	28.768	0.000	0.564	0.000	0.063	10.604	5.646	0.123	98.636	50.573	48.728	0.698
M115_8	52.477	0.095	29.080	0.021	0.425	0.000	0.183	11.211	5.247	0.109	98.848	53.806	45.571	0.623
M115_9	55.591	0.155	26.718	0.001	0.635	0.000	0.055	8.267	6.782	0.185	98.389	39.821	59.117	1.061
M115_10	57.137	0.114	25.935	0.000	0.529	0.030	0.042	7.222	7.608	0.218	98.835	33.987	64.791	1.222
M115_11	52.545	0.089	29.054	0.000	0.452	0.000	0.105	11.273	5.187	0.108	98.813	54.228	45.153	0.619
M115_12	55.346	0.150	27.221	0.002	0.623	0.000	0.039	8.894	6.495	0.167	98.937	42.664	56.382	0.954
M115_13	52.469	0.109	28.976	0.003	0.501	0.000	0.090	11.084	5.326	0.110	98.668	53.153	46.219	0.628
M115_14	57.780	0.080	25.302	0.000	0.517	0.000	0.051	6.551	7.779	0.241	98.301	31.322	67.306	1.372
M115_15	54.410	0.109	27.467	0.006	0.606	0.006	0.048	9.434	6.157	0.152	98.395	45.450	53.678	0.872
M200_11	55.805	0.157	26.730	0.000	0.577	0.026	0.044	8.625	6.699	0.145	98.808	41.228	57.947	0.825
M200_12	51.272	0.058	30.073	0.000	0.337	0.019	0.184	12.525	4.367	0.055	98.890	61.118	38.562	0.320
M200_13	49.900	0.052	30.886	0.000	0.257	0.000	0.143	13.647	3.697	0.031	98.613	66.982	32.837	0.181
M200_14	50.728	0.084	30.527	0.000	0.302	0.000	0.122	13.029	4.054	0.050	98.896	63.790	35.918	0.291
M200_15	48.597	0.045	31.180	0.000	0.301	0.000	0.154	13.711	3.928	0.030	97.946	65.745	34.084	0.171
M59_1	64.144	0.066	20.679	0.007	0.383	0.001	0.024	2.002	10.780	0.293	98.379	9.159	89.245	1.596
M59_2	65.200	0.031	20.185	0.000	0.336	0.006	0.008	1.458	11.027	0.109	98.360	6.768	92.630	0.602
M59_3	58.788	0.107	24.153	0.011	0.476	0.000	0.041	5.183	8.862	0.390	98.011	23.902	73.956	2.142
M59_4	61.722	0.067	22.910	0.007	0.397	0.000	0.008	3.914	9.360	0.448	98.833	18.302	79.204	2.494
M59_5	65.218	0.040	20.584	0.011	0.252	0.025	0.000	1.292	11.399	0.053	98.874	5.877	93.836	0.287
M59_6	57.010	0.141	25.505	0.000	0.557	0.000	0.024	6.600	8.074	0.267	98.178	30.657	67.867	1.477
M59_7	58.497	0.111	24.829	0.000	0.386	0.000	0.007	5.746	8.646	0.332	98.554	26.373	71.812	1.814

Ek 4. Maden Kompleksi kayaçlarının mineral kimyası analizleri (devamı).

Plajiyoklas														
Örnek Numarası	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Total	An	Ab	Or
M59_8	63.396	0.007	21.463	0.007	0.140	0.000	0.014	1.799	11.278	0.060	98.164	8.075	91.605	0.321
M59_9	63.051	0.050	21.629	0.000	0.390	0.000	0.030	1.716	11.072	0.260	98.198	7.778	90.819	1.403
M59_10	60.209	0.083	23.584	0.004	0.278	0.000	0.019	4.421	9.297	0.349	98.244	20.410	77.671	1.918
M59_11	57.904	0.090	25.249	0.000	0.408	0.000	0.021	6.128	8.252	0.377	98.429	28.489	69.424	2.087
M59_12	64.305	0.053	20.878	0.008	0.396	0.000	0.000	1.294	11.432	0.046	98.412	5.872	93.879	0.249
M59_13	63.544	0.055	21.713	0.033	0.279	0.000	0.007	2.428	10.223	0.114	98.396	11.527	87.829	0.644
M59_14	57.635	0.103	25.480	0.000	0.536	0.000	0.025	6.724	8.136	0.286	98.925	30.861	67.576	1.563
M59_15	54.762	0.185	27.045	0.008	0.690	0.038	0.074	8.854	6.676	0.194	98.526	41.831	57.078	1.091
M128_1	58.225	0.166	24.882	0.015	0.701	0.000	0.078	5.915	6.912	1.578	98.472	29.135	61.610	9.255
M128_3	64.618	0.024	20.241	0.000	0.236	0.000	0.009	1.837	10.895	0.395	98.255	8.341	89.523	2.136
M128_4	66.244	0.013	19.147	0.038	0.342	0.000	0.006	0.658	11.487	0.457	98.392	2.992	94.533	2.475
M128_5	60.466	0.091	23.352	0.013	0.356	0.000	0.001	5.923	8.166	0.246	98.614	28.214	70.391	1.395
M128_6	59.484	0.133	25.121	0.007	0.558	0.000	0.035	8.264	7.321	0.174	101.097	38.049	60.997	0.954
M128_7	64.290	0.032	20.511	0.012	0.238	0.000	0.011	2.353	10.652	0.546	98.645	10.561	86.521	2.918
M128_8	64.071	0.044	20.646	0.000	0.321	0.000	0.011	2.282	10.617	0.505	98.497	10.328	86.951	2.721
M128_9	60.820	0.048	22.699	0.004	0.321	0.000	0.017	4.995	9.174	0.292	98.370	22.762	75.653	1.584
M128_10	64.293	0.035	20.476	0.011	0.196	0.000	0.007	1.990	10.648	0.645	98.301	9.034	87.479	3.487
M128_11	64.006	0.014	20.960	0.002	0.247	0.000	0.000	2.452	10.601	0.518	98.800	11.019	86.209	2.772
M128_12	63.041	0.022	21.180	0.008	0.963	0.000	0.107	1.936	10.890	0.537	98.684	8.689	88.442	2.870
M128_13	61.293	0.029	22.949	0.056	0.440	0.000	0.092	2.976	6.482	4.027	98.344	15.261	60.151	24.588
M128_14	54.076	0.134	27.797	0.000	0.576	0.000	0.073	9.358	6.449	0.147	98.610	44.135	55.040	0.825
M128_16	63.705	0.031	21.403	0.005	0.273	0.000	0.000	1.745	10.797	0.544	98.503	7.957	89.090	2.953
M128_17	62.799	0.012	22.091	0.000	0.410	0.016	0.114	1.833	10.215	0.579	98.069	8.725	87.993	3.282
M128_18	61.105	0.039	23.138	0.010	0.293	0.012	0.007	3.789	9.731	0.314	98.438	17.403	80.880	1.717
M128_19	63.828	0.020	21.525	0.006	0.220	0.015	0.005	1.683	11.282	0.041	98.625	7.599	92.181	0.220
M128_20	61.799	0.035	22.942	0.010	0.262	0.000	0.000	3.421	10.137	0.241	98.847	15.513	83.186	1.301
M128_21	61.374	0.068	22.957	0.010	0.288	0.000	0.007	3.804	9.934	0.357	98.799	17.131	80.955	1.914
ORB8_1	50.655	0.053	30.301	0.000	0.341	0.000	0.132	12.624	4.382	0.076	98.564	61.150	38.412	0.438

Ek 4. Maden Kompleksi kayaçlarının mineral kimyası analizleri (devamı).

Plajiyoklas														
Örnek Numarası	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Total	An	Ab	Or
ORB8_2	51.273	0.085	29.477	0.006	0.626	0.000	0.134	11.869	4.814	0.103	98.387	57.329	42.078	0.592
ORB8_3	49.883	0.062	30.195	0.005	0.758	0.000	0.383	12.755	4.177	0.074	98.292	62.519	37.050	0.432
ORB8_4	51.838	0.130	29.171	0.010	0.701	0.000	0.189	10.907	4.919	0.507	98.372	53.434	43.609	2.957
ORB8_5	50.073	0.038	30.595	0.020	0.341	0.000	0.118	13.313	3.891	0.064	98.453	65.162	34.465	0.373
ORB8_6	49.824	0.062	30.881	0.011	0.475	0.030	0.137	13.467	3.820	0.060	98.767	65.849	33.801	0.349
ORB8_7	51.053	0.096	30.010	0.009	0.650	0.000	0.135	12.415	4.438	0.072	98.878	60.467	39.115	0.418
ORB8_8	51.213	0.067	29.615	0.008	0.423	0.000	0.119	11.967	4.686	0.125	98.223	58.104	41.173	0.723
ORB8_10	51.502	0.089	29.713	0.000	0.391	0.014	0.140	12.217	4.621	0.093	98.780	59.048	40.417	0.535
ORB8_11	52.308	0.106	29.217	0.000	0.320	0.021	0.091	11.453	4.987	0.103	98.606	55.596	43.808	0.595
ORB8_12	49.425	0.048	30.745	0.021	0.374	0.010	0.123	13.321	3.872	0.068	98.007	65.271	34.333	0.397
ORB8_13	50.468	0.082	30.368	0.000	0.493	0.000	0.178	13.066	4.019	0.076	98.750	63.957	35.600	0.443
ORB8_15	51.108	0.078	29.716	0.000	0.555	0.000	0.137	12.512	4.344	0.079	98.529	61.132	38.408	0.460
ORB8_16	51.053	0.070	30.229	0.009	0.438	0.000	0.225	12.503	4.101	0.221	98.849	61.935	36.762	1.304
ORB8_17	50.019	0.108	30.244	0.006	0.532	0.000	0.154	12.514	4.397	0.070	98.044	60.883	38.712	0.406
ORB8_18	49.651	0.078	30.583	0.006	0.473	0.000	0.151	13.003	4.037	0.070	98.052	63.766	35.825	0.409
ORB8_19	50.430	0.098	30.221	0.001	0.559	0.001	0.143	12.718	4.361	0.072	98.604	61.453	38.133	0.414
ORB8_20	52.398	0.103	28.328	0.000	0.619	0.000	0.116	10.705	5.574	0.126	97.969	51.118	48.166	0.716
M127	53.200	0.038	28.085	0.009	0.305	0.025	0.000	12.772	4.039	0.074	98.547	63.324	36.239	0.437
M127	53.800	0.053	27.832	0.000	0.317	0.005	0.057	12.901	3.282	0.074	98.321	68.157	31.377	0.466
M127	52.600	0.069	27.968	0.001	0.324	0.016	0.012	12.432	5.448	0.071	98.941	55.561	44.061	0.378
M127	60.510	0.102	23.647	0.010	0.574	0.023	0.038	7.484	6.075	0.225	98.688	39.924	58.646	1.429
M127	65.760	0.029	20.427	0.003	0.348	0.015	0.000	1.833	9.813	0.237	98.465	9.224	89.356	1.420
M127	57.540	0.148	26.376	0.015	0.698	0.000	0.044	6.623	5.317	2.296	99.057	34.897	50.698	14.405
M127	59.620	0.096	23.390	0.000	0.432	0.000	0.000	6.903	7.280	0.273	97.994	33.835	64.572	1.593
M127	63.710	0.011	21.942	0.000	0.106	0.000	0.000	3.615	9.497	0.278	99.159	17.107	81.327	1.566
M127	58.020	0.120	26.871	0.005	1.505	0.000	0.520	1.835	4.785	6.062	99.723	10.360	48.888	40.752
M127	59.520	0.106	26.939	0.000	0.588	0.000	0.188	1.105	5.818	4.873	99.137	6.338	60.384	33.278
M136	62.200	0.092	23.178	0.000	0.461	0.017	0.000	5.928	7.203	0.178	99.257	30.916	67.979	1.105

Ek 4. Maden Kompleksi kayaçlarının mineral kimyası analizleri (devamı).

Plajiyoklas														
Örnek Numarası	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Total	An	Ab	Or
M136	65.300	0.002	20.628	0.006	0.166	0.000	0.007	1.795	10.396	0.154	98.454	8.633	90.485	0.882
M136	65.010	0.042	20.910	0.010	0.168	0.002	0.000	2.004	9.897	0.239	98.282	9.922	88.670	1.409
M136	60.230	0.067	24.348	0.011	1.009	0.000	0.186	5.473	6.606	1.634	99.564	28.251	61.707	10.043
M136	68.030	0.069	21.340	0.000	0.126	0.002	0.017	1.631	8.512	0.156	99.883	9.471	89.450	1.079
M136	67.500	0.024	21.373	0.000	0.233	0.000	0.000	1.590	9.744	0.366	100.830	8.088	89.695	2.217
M136	64.200	0.043	23.010	0.077	0.266	0.033	0.057	2.749	8.350	0.976	99.761	14.452	79.438	6.110
M136	55.300	0.073	29.374	0.006	1.408	0.015	0.557	3.958	2.817	5.877	99.385	24.655	31.755	43.590
M136	63.520	0.064	22.005	0.012	0.312	0.000	0.028	3.425	9.064	0.331	98.761	16.937	81.114	1.949
M136	68.500	0.007	20.001	0.023	0.148	0.000	0.000	0.403	9.405	0.100	98.587	2.297	97.024	0.679
M161	64.627	0.047	21.085	0.009	0.164	0.000	0.000	1.778	10.510	0.362	98.582	8.376	89.594	2.030
M161	63.063	0.023	21.467	0.000	0.197	0.000	0.025	2.417	10.773	0.432	98.397	10.777	86.929	2.294
M161	63.761	0.028	20.883	0.006	0.194	0.005	0.000	1.635	11.822	0.601	98.935	6.886	90.100	3.014
M161	63.591	0.025	21.455	0.009	0.301	0.000	0.000	2.179	11.899	0.173	99.632	9.110	90.028	0.861
M161	62.621	0.050	22.293	0.003	0.184	0.029	0.000	3.068	11.612	0.146	100.006	12.649	86.634	0.717
M161	64.766	0.046	21.408	0.010	0.214	0.000	0.044	1.687	10.381	0.421	98.977	8.043	89.567	2.390
M161	62.706	0.055	21.283	0.008	0.204	0.013	0.035	2.282	11.609	0.205	98.400	9.697	89.266	1.037
M161	63.059	0.040	21.392	0.009	0.185	0.000	0.000	2.216	12.115	0.586	99.602	8.922	88.269	2.809
M161	63.951	0.019	20.750	0.003	0.192	0.000	0.004	1.464	11.348	0.343	98.074	6.533	91.644	1.823
M161	64.292	0.015	20.672	0.000	0.259	0.000	0.002	1.415	12.040	0.495	99.190	5.947	91.575	2.477
M231	65.003	0.017	20.314	0.015	0.108	0.000	0.054	0.245	14.189	0.046	99.991	0.943	98.846	0.211
M231	63.120	0.075	20.532	0.362	0.105	0.000	0.072	0.295	15.586	0.059	100.206	1.033	98.722	0.246
M231	65.004	0.000	20.457	0.000	0.065	0.000	0.079	0.109	14.569	0.041	100.324	0.411	99.405	0.184
M231	63.210	0.017	20.765	1.171	0.214	0.000	0.056	0.445	15.321	0.091	101.290	1.574	98.043	0.383
M231	63.020	0.023	21.092	0.022	0.176	0.002	0.000	0.378	15.750	0.060	100.523	1.306	98.448	0.247
M231	62.500	0.002	21.463	0.000	0.017	0.000	0.005	0.333	15.810	0.043	100.173	1.148	98.675	0.177
M231	63.010	0.008	20.157	0.000	0.112	0.027	0.038	0.254	16.056	0.036	99.698	0.865	98.989	0.146
M231	62.210	0.066	20.823	0.011	0.154	0.000	0.009	0.249	16.081	0.042	99.645	0.847	98.983	0.170
M387	58.570	0.113	24.859	0.002	0.503	0.000	0.000	6.189	9.786	0.349	100.371	25.455	72.836	1.709

Ek 4. Maden Kompleksi kayaçlarının mineral kimyası analizleri (devamı).

Plajiyoklas														
Örnek Numarası	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Total	An	Ab	Or
M387	52.936	0.182	27.445	0.003	0.721	0.000	0.196	9.291	9.439	0.203	100.416	34.910	64.181	0.908
M387	62.440	0.010	23.744	0.002	0.139	0.000	0.066	2.454	11.425	0.230	100.510	10.486	88.344	1.170
M461	49.260	0.028	29.813	0.011	0.353	0.036	0.107	12.808	5.855	0.102	98.373	54.445	45.039	0.516
M461	50.119	0.052	30.123	0.000	0.358	0.000	0.000	12.843	5.610	0.112	99.217	55.529	43.894	0.577
M461	49.899	0.074	30.647	0.006	0.307	0.000	0.075	12.658	6.449	0.079	100.194	51.830	47.785	0.385
M461	51.704	0.056	30.071	0.005	0.312	0.000	0.036	12.882	3.753	0.085	98.904	65.144	34.344	0.512
M461	50.530	0.079	30.210	0.010	0.326	0.025	0.067	12.744	5.205	0.091	99.287	57.221	42.292	0.487
M461	51.010	0.052	29.596	0.000	0.306	0.000	0.033	12.392	5.108	0.091	98.588	56.991	42.511	0.498
M461	50.033	0.041	30.172	0.006	0.367	0.010	0.117	12.778	4.863	0.096	98.483	58.905	40.568	0.527
M461	50.265	0.084	30.262	0.002	0.291	0.006	0.000	12.735	4.675	0.095	98.415	59.766	39.703	0.531
M461	51.889	0.073	29.994	0.000	0.287	0.000	0.000	10.778	5.961	0.810	99.792	47.839	47.880	4.281
M461	49.472	0.074	30.989	0.012	0.362	0.000	0.101	11.985	4.563	1.031	98.589	55.822	38.460	5.718
M461	49.292	0.038	31.125	0.000	0.319	0.000	0.016	13.558	5.190	0.103	99.641	58.762	40.706	0.532
M461	51.277	0.065	29.554	0.010	0.331	0.000	0.014	11.533	6.126	0.230	99.140	50.379	48.425	1.196
M461	53.946	0.039	28.686	0.005	0.317	0.000	0.000	10.835	5.772	0.077	99.677	50.698	48.873	0.429
M461	50.030	0.066	30.318	0.000	0.321	0.000	0.056	13.043	4.137	0.067	98.038	63.287	36.326	0.387
M461	54.174	0.059	29.188	0.017	0.340	0.000	0.093	9.125	5.757	1.175	99.928	43.573	49.747	6.681
M461	50.827	0.069	29.909	0.000	0.313	0.004	0.042	12.377	4.872	0.091	98.504	58.103	41.388	0.509
M470	58.885	0.204	24.666	0.000	0.897	0.000	0.057	6.669	6.955	0.355	98.688	33.891	63.961	2.148
M470	66.052	0.129	22.418	0.000	0.574	0.035	0.000	2.643	6.302	0.104	98.257	18.651	80.476	0.874
M470	67.528	0.102	20.237	0.000	0.891	0.000	0.062	0.351	10.821	0.192	100.184	1.741	97.125	1.134
M470	61.256	0.155	24.662	0.007	1.277	0.023	0.058	2.499	6.253	2.658	98.848	14.718	66.643	18.639
M470	57.520	4.479	21.512	0.000	0.795	0.019	0.175	7.816	5.527	0.155	97.998	43.417	55.558	1.025
M470	57.800	0.155	25.454	0.007	0.571	0.000	0.000	8.931	5.383	0.186	98.487	47.270	51.558	1.172
M470	59.996	0.142	23.399	0.008	0.545	0.000	0.000	5.833	7.976	0.202	98.101	28.444	70.383	1.173
M470	53.020	0.094	27.504	0.004	0.496	0.000	0.113	11.336	5.392	0.070	98.029	53.530	46.076	0.394

Ek 4. Maden Kompleksi kayaçlarının mineral kimyası analizleri (devamı).

Plajiyoklas														
Örnek Numarası	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Total	An	Ab	Or
M470	54.700	0.119	27.827	0.000	0.471	0.000	0.009	11.736	4.657	0.072	99.591	57.958	41.619	0.423
M470	58.010	0.082	26.482	0.000	0.917	0.000	0.340	4.384	4.859	3.271	98.345	25.680	51.506	22.814
M486	54.999	0.075	25.504	0.000	0.541	0.009	0.024	8.332	8.350	0.244	98.078	35.107	63.668	1.224
M486	63.567	0.078	22.282	0.012	0.482	0.000	0.085	3.128	8.285	0.215	98.134	17.021	81.585	1.393
M486	57.192	0.130	24.586	0.000	0.939	0.021	0.174	6.474	8.626	0.160	98.302	29.065	70.080	0.855
M486	59.152	0.040	25.386	0.004	0.322	0.007	0.159	3.200	7.991	2.236	98.497	15.746	71.154	13.100
M486	57.815	0.089	27.322	0.000	1.064	0.000	0.398	2.408	5.133	4.456	98.685	14.163	54.632	31.206
M486	60.810	0.098	24.052	0.000	0.445	0.000	0.000	6.197	6.324	0.165	98.091	34.741	64.157	1.101

Ek 4. Maden Kompleksi kayaçlarının mineral kimyası analizleri (devamı).

Klinopiroksen															
Örnek Numarası	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Total	Wo	En	Fs	Mg#
M51_1	45.309	3.445	5.705	0.039	12.112	0.197	9.971	20.744	0.720	0.003	98.245	49.464	33.080	17.456	59.472
M51_2	45.058	3.868	4.636	0.056	15.184	0.295	8.597	20.476	0.862	0.013	99.045	49.477	28.903	21.621	50.230
M51_3	42.296	5.362	6.087	0.089	14.583	0.159	8.638	20.464	0.888	0.004	98.570	51.300	30.128	18.572	51.359
M51_4	43.678	4.726	5.527	0.044	14.671	0.196	8.625	20.524	0.773	0.005	98.769	49.914	29.185	20.902	51.171
M51_5	44.058	4.560	5.475	0.065	15.209	0.270	8.398	20.414	0.872	0.000	99.321	49.848	28.532	21.620	49.604
M51_6	44.845	4.008	4.828	0.005	15.075	0.292	8.801	20.236	0.796	0.008	98.894	48.717	29.480	21.803	50.997
M51_7	42.237	5.588	6.087	0.135	15.947	0.220	7.863	20.019	0.956	0.006	99.058	50.431	27.560	22.009	46.778
M51_8	42.811	5.012	6.638	0.058	13.961	0.156	8.604	20.506	0.907	0.012	98.665	51.213	29.898	18.889	52.348
M51_9	44.104	4.451	5.301	0.116	14.899	0.204	8.673	20.238	0.809	0.004	98.799	49.134	29.297	21.569	50.924
M51_10	43.518	4.555	6.023	0.093	15.571	0.246	8.538	19.990	0.812	0.003	99.349	49.147	29.206	21.646	49.429
M51_11	41.920	5.428	6.961	0.104	15.517	0.146	8.090	20.172	0.967	0.012	99.317	51.339	28.647	20.014	48.169
M51_12	42.564	4.954	6.433	0.076	15.688	0.207	7.915	20.345	0.875	0.011	99.068	51.057	27.637	21.306	47.350
M51_13	42.836	4.989	6.276	0.104	14.536	0.193	8.489	20.517	0.881	0.006	98.827	51.130	29.435	19.435	51.005
M51_14	42.270	5.120	7.142	0.101	13.820	0.199	8.554	20.379	0.823	0.010	98.418	51.093	29.839	19.068	52.456
M51_15	42.717	4.783	6.665	0.074	14.389	0.204	8.505	20.272	0.851	0.009	98.469	50.726	29.610	19.664	51.306
M51_16	43.399	4.584	6.344	0.058	13.706	0.170	9.118	20.648	0.848	0.010	98.885	50.988	31.327	17.685	54.251
M51_17	42.742	4.798	6.735	0.086	14.564	0.180	8.536	20.166	0.820	0.010	98.637	50.256	29.598	20.146	51.094
M51_18	44.842	3.464	5.762	0.058	12.999	0.175	9.716	20.660	0.753	0.010	98.439	49.908	32.656	17.436	57.125
M51_19	43.937	4.833	6.026	0.179	13.935	0.169	8.750	20.124	0.902	0.003	98.858	49.089	29.697	21.214	52.814
M51_20	42.598	4.756	6.786	0.093	14.259	0.194	8.827	20.191	0.909	0.007	98.620	50.940	30.985	18.075	52.460
M51_21	44.388	4.083	5.875	0.088	13.716	0.142	9.293	21.179	0.866	0.000	99.630	51.595	31.499	16.905	54.705
M115_1	49.048	1.864	4.011	0.061	8.590	0.162	12.900	21.017	0.552	0.004	98.209	46.756	39.929	13.315	72.803
M115_2	49.785	1.708	3.863	0.061	8.235	0.175	13.209	20.857	0.554	0.000	98.447	45.819	40.374	13.808	74.088
M115_3	49.143	1.872	4.074	0.048	8.326	0.128	13.041	21.107	0.488	0.002	98.229	46.586	40.047	13.367	73.629
M115_4	48.992	1.892	2.997	0.018	9.847	0.165	12.759	20.817	0.533	0.000	98.020	46.266	39.455	14.279	69.786
M115_5	49.527	1.625	4.095	0.127	7.237	0.129	13.501	21.363	0.534	0.000	98.138	47.127	41.439	11.433	76.881

Ek 4. Maden Kompleksi kayaçlarının mineral kimyası analizleri (devamı).

Klinopiroksen															
Örnek Numarası	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Total	Wo	En	Fs	Mg#
M115_6	49.333	2.128	4.696	0.296	7.842	0.141	13.048	20.793	0.556	0.000	98.833	46.137	40.282	13.582	74.785
M115_7	47.685	2.625	4.651	0.021	10.033	0.205	12.198	20.605	0.604	0.000	98.627	46.830	38.572	14.598	68.426
M115_8	47.720	2.425	5.381	0.220	8.557	0.176	12.704	20.617	0.605	0.000	98.405	46.951	40.253	12.796	72.576
M115_9	49.400	1.640	4.449	0.230	7.449	0.145	13.215	21.033	0.548	0.000	98.109	46.575	40.715	12.709	75.975
M115_10	47.997	2.660	4.764	0.034	10.184	0.179	11.910	20.476	0.709	0.003	98.916	46.590	37.705	15.705	67.582
M115_11	48.636	2.537	4.541	0.045	9.365	0.201	12.353	20.654	0.647	0.000	98.979	46.233	38.473	15.293	70.161
M115_12	49.039	2.196	4.540	0.065	9.704	0.106	11.862	20.457	0.611	0.013	98.593	45.934	37.058	17.007	68.543
M115_13	49.646	1.911	4.311	0.148	8.073	0.131	13.047	20.916	0.533	0.000	98.716	46.101	40.011	13.889	74.232
M115_14	46.846	2.533	4.180	0.009	13.549	0.245	10.271	20.276	0.906	0.000	98.815	48.244	34.003	17.753	57.470
M115_15	47.120	2.193	3.741	0.000	13.395	0.277	10.305	20.361	0.822	0.000	98.214	48.108	33.877	18.015	57.830
M115_16	48.890	2.077	5.120	0.322	7.425	0.117	12.975	20.881	0.506	0.000	98.313	46.683	40.360	12.957	75.698
M115_17	48.409	2.147	4.293	0.047	9.042	0.179	12.514	20.790	0.608	0.000	98.029	46.881	39.262	13.856	71.157
M115_18	49.800	1.945	4.600	0.242	7.624	0.136	12.991	20.883	0.543	0.000	98.764	46.501	40.248	13.251	75.232
M200_1	48.832	1.860	4.819	0.183	7.854	0.139	12.837	21.203	0.541	0.003	98.271	47.321	39.862	12.817	74.447
M200_2	48.697	2.205	4.253	0.073	10.176	0.169	12.151	20.653	0.620	0.001	98.998	46.289	37.891	15.820	68.036
M200_3	47.749	2.383	4.749	0.101	9.651	0.169	11.873	20.920	0.607	0.000	98.202	47.646	37.623	14.731	68.681
M200_4	49.899	1.836	4.324	0.100	8.027	0.147	12.780	21.199	0.525	0.003	98.840	46.853	39.300	13.847	73.945
M200_6	48.073	2.546	5.475	0.125	9.706	0.167	12.026	20.211	0.615	0.000	98.944	45.626	37.773	16.601	68.834
M200_7	48.973	2.279	4.734	0.162	8.870	0.147	12.295	20.684	0.623	0.000	98.767	46.258	38.258	15.484	71.189
M200_8	50.240	1.727	4.171	0.122	7.980	0.116	12.777	21.030	0.495	0.001	98.659	46.696	39.474	13.830	74.054
M200_9	48.794	1.978	4.097	0.073	9.261	0.187	12.376	20.703	0.582	0.000	98.051	46.342	38.544	15.114	70.433
M200_10	49.550	1.747	4.496	0.148	8.634	0.110	12.573	20.637	0.591	0.000	98.486	45.993	38.987	15.019	72.190
M200_11	48.906	2.132	4.737	0.168	8.236	0.210	12.611	20.935	0.570	0.000	98.505	46.616	39.070	14.314	73.186
M200_12	50.929	1.210	2.129	0.068	9.278	0.228	13.750	20.100	0.478	0.000	98.170	46.616	39.070	14.314	59.710
M200_13	48.922	1.963	4.464	0.126	8.614	0.134	12.571	20.964	0.567	0.001	98.326	46.714	38.974	14.312	72.233
M200_15	48.117	2.040	4.189	0.036	10.415	0.195	12.015	20.529	0.714	0.000	98.250	47.082	38.340	14.578	67.282

Ek 4. Maden Kompleksi kayaçlarının mineral kimyası analizleri (devamı).

Klinopiroksen															
Örnek Numarası	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Total	Wo	En	Fs	Mg#
M200_16	48.954	2.298	4.978	0.209	8.110	0.137	12.503	20.796	0.570	0.000	98.555	46.709	39.073	14.218	73.320
M200_17	49.580	1.775	4.074	0.133	8.716	0.110	12.632	20.851	0.604	0.000	98.475	46.100	38.858	15.041	72.094
M200_18	48.655	2.443	4.419	0.095	9.215	0.174	12.439	20.537	0.611	0.003	98.591	45.873	38.658	15.469	70.642
M200_19	48.913	2.246	4.218	0.097	9.372	0.135	12.267	20.714	0.614	0.000	98.576	46.135	38.013	15.852	69.999
M200_20	49.800	2.089	4.141	0.056	9.225	0.164	12.360	20.781	0.572	0.000	99.188	45.997	38.065	15.938	70.487
M200_21	48.789	2.223	4.219	0.083	9.850	0.123	12.110	20.517	0.595	0.000	98.509	45.750	37.572	16.678	68.667
M200_22	48.456	2.132	4.819	0.177	8.552	0.126	12.275	20.959	0.529	0.001	98.026	46.883	38.203	14.914	71.899
M200_23	48.934	1.741	4.260	0.132	9.124	0.118	12.772	20.677	0.599	0.002	98.359	46.333	39.820	13.848	71.390
M59_1	45.359	3.199	5.841	0.000	11.019	0.214	11.073	20.747	0.758	0.000	98.210	49.792	36.975	13.234	64.174
M59_2	48.603	2.040	4.750	0.059	8.295	0.117	12.854	20.969	0.550	0.001	98.238	46.901	40.002	13.096	73.420
M59_3	48.152	2.325	5.470	0.269	7.730	0.090	12.856	20.850	0.545	0.007	98.294	46.840	40.184	12.976	74.777
M59_4	47.978	2.189	4.701	0.011	9.750	0.200	12.050	20.700	0.592	0.007	98.178	47.048	38.106	14.847	68.780
M59_5	50.900	1.133	2.752	0.086	7.598	0.180	14.517	20.485	0.389	0.005	98.045	43.946	43.331	12.723	77.303
M59_6	48.777	1.861	4.675	0.058	8.418	0.138	12.710	20.855	0.587	0.000	98.079	46.763	39.653	13.584	72.910
M59_7	48.277	2.119	5.107	0.099	8.031	0.147	12.981	20.796	0.534	0.005	98.096	46.749	40.601	12.650	74.235
M59_8	46.821	2.730	4.951	0.000	11.199	0.202	11.301	20.561	0.691	0.003	98.459	47.874	36.611	15.514	64.270
M59_9	48.139	2.087	5.034	0.319	7.525	0.116	13.165	21.077	0.539	0.003	98.004	47.530	41.306	11.163	75.720
M59_10	52.159	1.122	2.217	0.024	8.252	0.230	14.350	20.186	0.406	0.001	98.947	43.324	42.852	13.824	75.609
M59_11	48.798	2.020	4.687	0.023	8.334	0.163	13.043	21.074	0.542	0.007	98.691	46.983	40.458	12.559	73.613
M59_12	48.661	2.271	5.307	0.040	8.615	0.148	12.681	20.591	0.586	0.004	98.904	46.000	39.416	14.584	72.405
M59_13	46.709	2.604	4.941	0.000	10.756	0.157	11.617	20.542	0.696	0.017	98.039	48.064	37.819	14.117	65.815
M59_14	48.251	2.236	5.388	0.191	7.955	0.046	12.700	20.740	0.532	0.004	98.043	46.482	39.602	13.916	73.998
M59_15	50.999	1.057	2.353	0.032	8.036	0.189	14.719	20.201	0.401	0.007	97.994	43.236	43.832	12.932	76.553
M59_16	48.124	2.252	5.342	0.261	7.796	0.155	12.797	20.890	0.531	0.001	98.149	46.997	40.057	12.945	74.529
M59_17	51.300	0.965	2.485	0.340	7.078	0.158	14.981	20.390	0.344	0.000	98.041	43.607	44.578	11.815	79.048
M59_18	48.902	1.794	4.781	0.282	7.570	0.158	13.348	20.740	0.530	0.003	98.108	46.243	41.408	12.349	75.864

Ek 4. Maden Kompleksi kayaçlarının mineral kimyası analizleri (devamı).

Klinopiroksen															
Örnek Numarası	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Total	Wo	En	Fs	Mg#
M59_19	50.992	1.094	2.661	0.391	7.317	0.164	14.749	20.252	0.404	0.002	98.026	43.567	44.146	12.286	78.228
M59_20	51.250	1.091	2.404	0.165	7.729	0.152	14.914	20.034	0.343	0.000	98.082	42.792	44.322	12.886	77.476
M59_21	48.106	2.283	4.456	0.000	10.440	0.184	11.675	20.861	0.711	0.000	98.716	47.647	37.102	15.251	66.593
M59_22	48.986	1.661	2.533	0.000	11.914	0.281	11.965	20.340	0.668	0.001	98.349	45.973	37.627	16.400	64.160
M59_23	46.127	3.051	4.547	0.035	12.550	0.249	10.118	20.562	0.797	0.000	98.036	48.827	33.429	17.743	58.968
M59_24	48.148	2.194	2.849	0.000	12.741	0.279	11.669	20.117	0.614	0.001	98.612	45.687	36.872	17.441	62.014
M59_25	49.011	1.702	4.666	0.398	7.433	0.142	13.343	20.986	0.534	0.000	98.215	46.747	41.354	11.899	76.190
M59_26	47.142	2.821	4.647	0.000	10.426	0.187	11.372	20.790	0.707	0.003	98.095	48.053	36.571	15.377	66.036
M59_27	46.991	2.788	4.879	0.000	10.116	0.118	11.729	20.786	0.713	0.001	98.121	48.184	37.830	13.986	67.393
M59_29	50.217	1.013	1.693	0.000	13.068	0.334	11.095	20.345	0.633	0.001	98.399	45.189	34.288	20.523	60.214
M59_30	50.906	1.111	2.288	0.022	8.221	0.145	14.516	20.329	0.457	0.001	97.996	43.699	43.415	12.886	75.889
M59_31	48.541	2.069	5.064	0.136	7.830	0.159	12.972	20.800	0.492	0.000	98.063	46.377	40.242	13.382	74.704
M59_32	46.850	4.777	4.801	0.345	7.373	0.143	11.994	21.224	0.535	0.005	98.047	48.604	38.216	13.179	74.357
M59_33	50.650	1.204	2.349	0.022	8.606	0.220	14.157	20.517	0.477	0.001	98.203	44.395	42.621	12.984	74.570
M128_1	49.731	1.302	4.556	0.063	7.407	0.172	14.237	20.463	0.586	0.007	98.524	45.418	43.965	10.617	77.407
M128_2	51.313	0.955	2.238	0.000	8.602	0.162	15.110	19.336	0.441	0.000	98.157	41.283	44.886	13.831	75.794
M128_3	51.139	0.928	3.159	0.377	7.574	0.218	15.744	18.583	0.373	0.006	98.101	40.049	47.210	12.741	78.748
M128_4	49.934	1.252	2.312	0.040	10.594	0.189	13.051	20.043	0.567	0.041	98.023	44.359	40.188	15.453	68.711
M128_5	46.946	2.416	4.676	0.000	12.715	0.147	10.759	20.035	0.860	0.000	98.554	47.383	35.403	17.213	60.133
M128_6	50.720	0.765	1.415	0.000	14.156	0.346	11.007	20.308	0.675	0.000	99.392	44.971	33.913	21.116	58.089
M128_7	48.766	1.776	4.842	0.000	8.923	0.167	13.009	20.353	0.659	0.000	98.495	46.002	40.910	13.088	72.213
M128_8	50.346	1.429	2.571	0.000	10.877	0.198	13.218	19.505	0.610	0.000	98.754	42.748	40.306	16.945	68.416
M128_9	51.914	0.772	2.418	0.268	6.614	0.127	15.901	19.634	0.414	0.006	98.068	41.845	47.152	11.003	81.080
M128_10	48.520	1.751	4.486	0.000	9.412	0.171	13.031	20.034	0.694	0.003	98.102	45.677	41.338	12.985	71.165
M128_11	50.591	0.985	2.051	0.011	13.277	0.284	11.928	19.761	0.677	0.007	99.572	43.702	36.703	19.595	61.560
M128_13	51.716	0.791	2.260	0.246	6.821	0.170	15.911	19.677	0.430	0.000	98.022	41.749	46.970	11.281	80.613

Ek 4.Maden Kompleksi kayaçlarının mineral kimyası analizleri (devamı).

Klinopiroksen															
Örnek Numarası	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Total	Wo	En	Fs	Mg#
M128_14	51.781	0.857	2.067	0.064	7.339	0.160	15.628	19.750	0.412	0.003	98.061	41.823	46.046	12.131	79.149
M128_15	49.701	1.514	2.606	0.009	12.673	0.276	12.046	19.695	0.741	0.002	99.263	44.214	37.626	18.161	62.885
M128_16	47.424	2.598	4.606	0.000	12.165	0.211	11.117	19.962	0.880	0.000	98.963	46.712	36.195	17.092	61.963
M128_17	50.452	1.455	3.971	0.060	7.238	0.129	14.012	20.495	0.506	0.000	98.318	44.906	42.716	12.378	77.532
M128_20	46.511	3.160	4.936	0.000	11.958	0.172	10.820	20.247	0.897	0.003	98.704	47.935	35.641	16.424	61.729
M128_22	51.788	0.833	2.092	0.051	7.260	0.140	15.844	19.616	0.378	0.002	98.004	41.448	46.579	11.973	79.551
M128_23	48.962	1.737	4.345	0.000	8.666	0.175	13.212	20.386	0.623	0.000	98.106	45.787	41.287	12.925	73.101
M128_24	49.266	1.625	4.471	0.173	8.781	0.161	13.255	20.317	0.558	0.000	98.607	45.174	41.006	13.820	72.905
M128_25	48.448	2.194	4.828	0.160	8.783	0.123	12.637	20.291	0.633	0.000	98.097	45.732	39.628	14.640	71.947
M128_26	49.721	1.520	3.476	0.035	9.099	0.163	13.299	20.517	0.530	0.000	98.360	45.166	40.734	14.100	72.264
M128_27	50.609	1.248	2.671	0.271	8.662	0.237	14.646	19.622	0.366	0.000	98.332	42.109	43.731	14.160	75.087
M144_1	48.513	2.093	4.860	0.142	9.038	0.124	13.363	21.374	0.575	0.000	100.082	47.958	41.717	10.325	72.494
M144_2	48.520	1.979	4.837	0.419	8.577	0.146	13.384	21.357	0.585	0.006	99.810	48.072	41.916	10.012	73.556
M144_3	48.780	2.186	4.860	0.174	8.759	0.192	12.918	20.383	0.538	0.000	98.790	45.333	39.974	14.693	72.444
M144_4	46.132	2.917	4.878	0.000	12.404	0.205	11.066	20.018	0.806	0.000	98.426	47.634	36.637	15.729	61.394
M144_5	47.193	2.646	5.328	0.055	10.374	0.194	12.239	19.917	0.740	0.000	98.686	46.241	39.535	14.223	67.773
M144_6	49.418	2.062	4.706	0.187	8.409	0.137	12.901	20.628	0.548	0.000	98.996	45.696	39.764	14.540	73.225
M144_8	49.296	2.015	5.016	0.366	8.000	0.100	12.699	20.749	0.570	0.002	98.813	46.458	39.561	13.981	73.887
M144_9	48.951	1.943	5.299	0.236	8.194	0.151	12.875	20.688	0.588	0.001	98.926	46.178	39.985	13.837	73.690
M144_10	48.046	2.243	4.943	0.193	8.849	0.159	12.754	20.508	0.541	0.001	98.237	46.261	40.029	13.709	71.982
M144_13	48.536	2.304	5.420	0.658	8.097	0.119	12.615	20.601	0.614	0.000	98.964	46.323	39.466	14.211	73.525
M144_14	48.965	2.024	4.574	0.130	9.147	0.201	12.826	20.354	0.604	0.000	98.825	45.458	39.855	14.687	71.425
M144_15	49.074	2.000	4.406	0.092	9.012	0.173	12.857	20.350	0.621	0.005	98.590	45.415	39.922	14.664	71.776
M144_16	47.850	2.375	5.593	0.662	8.242	0.207	12.437	20.326	0.606	0.004	98.302	46.237	39.363	14.399	72.899

Ek 4.Maden Kompleksi kayaçlarının mineral kimyası analizleri (devamı).

Klinopiroksen															
Örnek Numarası	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Total	Wo	En	Fs	Mg#
M144_17	47.955	2.442	5.033	0.144	9.383	0.172	12.353	20.249	0.629	0.001	98.361	45.961	39.012	15.027	70.121
M144_18	48.745	2.101	4.865	0.253	8.543	0.162	12.921	20.480	0.632	0.000	98.702	45.967	40.350	13.683	72.944
M144_19	48.105	2.566	4.816	0.027	10.072	0.161	12.076	20.361	0.566	0.003	98.753	45.739	37.744	16.517	68.125
M144_20	48.630	2.159	4.849	0.211	8.612	0.154	12.790	20.559	0.540	0.000	98.504	45.863	39.698	14.439	72.583
M144_21	48.088	2.220	4.705	0.019	10.698	0.191	11.904	20.092	0.673	0.002	98.592	45.822	37.773	16.406	66.482
M144_22	46.031	2.829	4.646	0.000	12.882	0.236	10.840	20.063	0.750	0.000	98.277	47.716	35.870	16.414	60.000
M144_23	48.104	2.172	4.766	0.132	8.843	0.219	12.735	20.555	0.576	0.004	98.106	46.553	40.130	13.317	71.966
M144_24	47.291	2.160	4.342	0.014	11.266	0.213	11.996	20.172	0.727	0.000	98.181	47.071	38.947	13.982	65.494
M144_26	49.211	1.987	4.628	0.107	8.605	0.193	12.873	20.629	0.563	0.003	98.799	45.713	39.690	14.597	72.727
M144_27	47.809	2.056	5.627	0.472	8.794	0.150	12.892	19.720	0.514	0.000	98.034	44.731	40.688	14.581	72.324
M144_28	48.534	2.053	5.310	0.566	8.024	0.144	12.962	20.326	0.582	0.001	98.502	45.660	40.513	13.828	74.224
M144_29	48.885	2.026	4.473	0.050	9.505	0.151	12.758	20.300	0.602	0.006	98.756	45.378	39.680	14.942	70.524
M144_30	48.704	2.080	5.151	0.330	8.204	0.131	12.834	20.528	0.617	0.002	98.581	46.053	40.060	13.888	73.605
M144_31	49.584	1.826	4.542	0.157	7.858	0.124	12.891	21.029	0.551	0.001	98.563	46.629	39.771	13.600	74.518
M144_32	49.654	1.724	4.657	0.186	8.481	0.132	12.681	20.481	0.547	0.003	98.546	45.773	39.432	14.795	72.717
M144_33	48.456	2.201	5.214	0.522	8.288	0.171	12.746	20.327	0.585	0.000	98.510	45.661	39.836	14.503	73.272
M144_34	48.369	2.290	5.251	0.171	9.176	0.189	12.538	20.073	0.601	0.000	98.658	45.182	39.266	15.551	70.894
M144_35	49.789	1.614	4.573	0.170	7.950	0.140	13.071	20.634	0.527	0.000	98.468	45.827	40.391	13.782	74.560
M144_36	46.325	3.059	4.897	0.000	11.948	0.226	11.249	20.131	0.728	0.006	98.569	47.305	36.778	15.917	62.662
M144_37	48.768	2.010	4.932	0.128	8.526	0.121	12.825	20.651	0.546	0.000	98.507	46.039	39.781	14.179	72.836
M144_38	48.571	2.188	4.505	0.018	10.110	0.216	12.091	20.388	0.635	0.001	98.723	45.922	37.892	16.186	68.070
M144_41	48.650	1.905	4.737	0.201	8.291	0.138	13.073	20.946	0.519	0.000	98.460	46.801	40.641	12.558	73.758
M144_42	48.110	2.398	5.499	0.121	9.433	0.187	12.342	20.183	0.639	0.001	98.913	45.743	38.919	15.338	69.990
M144_43	49.050	2.063	4.622	0.111	9.038	0.147	12.809	20.447	0.627	0.007	98.921	45.615	39.758	14.627	71.642
M144_44	48.254	2.443	4.777	0.049	9.587	0.191	12.306	20.283	0.624	0.000	98.514	45.742	38.613	15.644	69.587
M144_45	48.841	2.127	5.195	0.613	7.950	0.139	12.830	20.522	0.609	0.002	98.828	46.036	40.044	13.920	74.205

Ek 4. Maden Kompleksi kayaçlarının mineral kimyası analizleri (devamı).

Klinopiroksen															
Örnek Numarası	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Total	Wo	En	Fs	Mg#
M144_46	49.769	1.464	3.126	0.000	10.050	0.247	12.235	20.835	0.852	0.015	98.593	47.177	38.546	14.277	68.455
M144_47	50.009	1.443	2.531	0.000	11.112	0.223	13.301	19.728	0.644	0.003	98.994	43.672	40.968	15.360	68.089
M144_48	47.801	2.009	4.719	0.000	10.493	0.173	12.141	20.067	0.811	0.000	98.214	46.720	39.329	13.952	67.347
M144_49	51.528	0.908	3.493	0.582	6.383	0.139	14.962	19.993	0.465	0.000	98.453	43.660	45.460	10.880	80.689
M144_50	49.123	1.781	4.630	0.334	8.313	0.194	13.104	20.038	0.553	0.002	98.072	44.769	40.734	14.497	73.752
M144_51	48.700	1.928	3.983	0.003	10.152	0.212	12.276	20.439	0.612	0.001	98.306	46.012	38.451	15.537	68.309
ORB8_1	45.793	3.361	5.090	0.011	12.517	0.229	10.282	20.422	0.710	0.003	98.418	48.232	33.787	17.981	59.420
ORB8_2	46.496	2.974	4.423	0.000	13.244	0.274	10.348	19.962	0.724	0.003	98.448	46.816	33.766	19.418	58.207
ORB8_3	46.451	2.866	4.750	0.013	11.852	0.182	11.118	20.157	0.694	0.000	98.083	47.195	36.219	16.586	62.577
ORB8_4	44.107	3.811	6.568	0.109	12.393	0.182	10.082	20.111	0.748	0.001	98.112	49.066	34.224	16.711	59.186
ORB8_5	46.623	2.741	5.042	0.048	12.610	0.227	10.345	20.436	0.700	0.000	98.772	47.831	33.688	18.481	59.389
ORB8_6	45.231	3.525	6.414	0.106	11.094	0.116	10.434	20.726	0.723	0.003	98.372	49.378	34.586	16.036	62.638
ORB8_7	44.619	3.574	5.976	0.043	13.108	0.213	9.845	19.917	0.718	0.003	98.016	48.133	33.104	18.763	57.243
ORB8_8	44.981	3.414	6.470	0.067	11.157	0.138	10.444	20.687	0.649	0.002	98.009	49.354	34.668	15.978	62.528
ORB8_9	45.966	3.203	6.594	0.076	10.287	0.156	10.565	20.922	0.682	0.000	98.451	49.161	34.540	16.299	64.673
ORB8_10	46.320	3.358	5.415	0.086	12.459	0.226	10.043	20.318	0.709	0.000	98.934	47.423	32.614	19.963	58.964
ORB8_11	45.713	3.312	6.080	0.076	11.590	0.163	10.073	20.333	0.733	0.000	98.073	48.173	33.205	18.622	60.773
ORB8_12	47.135	2.811	4.484	0.028	12.881	0.203	10.484	20.118	0.683	0.001	98.828	46.429	33.664	19.907	59.198
ORB8_13	46.020	3.373	5.680	0.048	12.359	0.173	10.109	20.258	0.723	0.001	98.744	47.595	33.045	19.360	59.317
ORB8_14	46.042	3.556	5.832	0.055	12.254	0.126	10.261	20.130	0.660	0.001	98.917	46.838	33.219	19.943	59.882
ORB8_16	45.774	3.335	6.250	0.171	11.501	0.134	10.647	19.834	0.747	0.006	98.399	46.956	35.071	17.973	62.267
ORB8_17	44.005	3.903	6.831	0.044	12.110	0.173	10.063	20.322	0.723	0.000	98.174	49.497	34.101	16.402	59.698
ORB8_18	44.911	3.858	6.700	0.128	12.362	0.148	10.063	20.046	0.761	0.006	98.983	48.027	33.544	18.429	59.201
ORB8_19	46.222	2.962	5.479	0.060	11.784	0.163	10.474	20.537	0.662	0.007	98.350	48.121	34.147	17.732	61.306
ORB8_20	46.569	2.566	4.966	0.115	11.991	0.165	10.880	20.265	0.699	0.001	98.217	47.568	35.533	16.899	61.794
ORB8_21	47.247	2.184	4.400	0.011	12.271	0.232	10.986	20.184	0.668	0.004	98.187	46.919	35.532	17.550	61.478

Ek 4. Maden Kompleksi kayaçlarının mineral kimyası analizleri (devamı).

Klinopiroksen															
Örnek Numarası	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Total	Wo	En	Fs	Mg#
M127	53.140	0.074	0.361	0.193	5.509	0.131	14.624	24.380	0.000	0.003	98.415	49.728	41.502	8.771	82.554
M127	53.660	0.099	0.511	0.260	5.716	0.096	14.599	24.075	0.000	0.005	99.021	49.285	41.582	9.133	81.991
M127	53.820	0.115	0.471	0.343	6.999	0.110	13.972	23.766	0.356	0.007	99.959	48.832	39.943	11.225	78.063
M127	52.010	0.219	0.496	0.480	6.669	0.117	14.285	23.726	0.833	0.007	98.842	52.063	43.614	4.323	79.245
M127	51.300	0.970	2.953	0.220	5.966	0.017	15.799	20.814	0.381	0.004	98.424	44.137	46.613	9.250	82.519
M136	50.383	1.303	3.516	0.094	7.219	0.146	15.953	20.855	0.342	0.000	99.811	44.768	47.647	7.585	79.754
M136	49.543	1.294	4.259	0.862	6.309	0.022	15.942	20.446	0.000	0.001	98.678	43.384	47.065	9.550	81.832
M136	51.639	1.202	1.814	0.006	9.279	0.212	15.919	20.260	0.325	0.001	100.657	42.480	46.441	11.079	75.358
M136	52.361	0.834	1.902	0.101	6.981	0.080	16.218	20.527	0.122	0.000	99.126	42.288	46.486	11.225	80.549
M136	50.430	1.186	3.541	0.128	7.215	0.127	15.497	20.678	1.158	0.004	99.964	47.428	49.455	3.117	79.291
M136	50.941	1.181	2.393	0.000	15.676	0.251	10.416	19.307	2.087	0.017	102.269	47.576	35.712	16.712	54.221
M136	51.315	0.766	2.602	0.745	6.038	0.058	16.722	20.062	0.669	0.000	98.977	43.648	50.619	5.734	83.156
M136	51.992	0.948	1.809	0.000	8.126	0.142	16.505	19.975	1.072	0.000	100.569	44.194	50.808	4.998	78.358
M136	49.840	1.534	3.438	0.010	8.422	0.142	14.466	20.734	0.292	0.000	98.878	44.662	43.355	11.983	75.380
M136	49.733	1.752	3.828	0.039	7.968	0.105	14.990	20.227	1.610	0.000	100.252	48.463	49.971	1.565	77.030
M136	52.205	0.898	1.745	0.000	7.749	0.132	16.732	20.241	0.068	0.003	99.773	41.311	47.514	11.175	79.377
M136	51.943	0.875	1.692	0.023	7.627	0.133	16.749	20.192	0.000	0.002	99.236	41.222	47.575	11.203	79.652
M136	47.945	2.547	3.741	0.000	10.901	0.148	12.868	20.540	0.799	0.001	99.490	47.191	41.135	11.674	67.786
M136	49.726	1.671	3.371	0.000	8.353	0.162	14.262	21.259	0.799	0.000	99.603	47.705	44.529	7.766	75.269
M136	48.812	1.974	3.465	0.000	10.047	0.126	13.127	20.536	1.274	0.000	99.361	48.626	43.247	8.127	69.961
M136	50.162	1.451	3.628	0.108	7.289	0.128	15.249	20.350	1.865	0.003	100.233	48.957	51.043	0.000	78.855
M136	51.984	0.720	1.993	0.409	6.333	0.074	16.931	20.190	0.562	0.104	99.300	43.249	50.462	6.289	82.656
M136	46.398	3.379	4.343	0.000	12.171	0.155	11.756	20.013	1.260	0.001	99.476	48.823	39.903	11.274	63.259
M136	50.135	1.622	3.311	0.000	8.212	0.070	14.767	20.754	0.523	0.000	99.394	45.135	44.683	10.183	76.221
M136	51.635	1.098	1.738	0.000	8.596	0.154	15.550	20.397	0.168	0.002	99.338	42.293	44.861	12.846	76.329
M136	48.797	2.121	3.878	0.000	9.265	0.087	13.760	20.290	0.000	0.003	98.201	43.479	41.025	15.496	72.583

Ek 4. Maden Kompleksi kayaçlarının mineral kimyası analizleri (devamı).

Klinopiroksen															
Örnek Numarası	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Total	Wo	En	Fs	Mg#
M136	48.110	2.424	3.609	0.000	11.378	0.135	12.305	20.378	0.464	0.005	98.808	45.481	38.211	16.308	65.844
M136	47.733	2.749	3.632	0.000	11.769	0.140	12.246	20.320	0.388	0.003	98.980	45.198	37.899	16.903	64.971
M136	50.437	1.457	3.304	0.050	7.285	0.079	15.086	21.017	0.000	0.003	98.718	44.067	44.010	11.923	78.684
M136	49.744	1.684	3.608	0.018	8.215	0.129	14.701	20.288	1.128	0.001	99.516	46.723	47.105	6.172	76.133
M136	50.460	1.054	3.512	0.783	5.846	0.088	16.094	20.911	0.718	0.002	99.468	46.302	49.582	4.115	83.072
M136	52.513	0.770	1.777	0.131	6.724	0.114	17.012	20.246	0.421	0.000	99.708	42.234	49.376	8.390	81.851
M136	49.338	1.783	3.894	0.028	8.131	0.118	14.951	20.337	0.954	0.000	99.534	46.481	47.544	5.976	76.623
M136	49.362	1.848	3.767	0.010	8.386	0.083	14.641	20.350	1.597	0.004	100.048	49.021	49.071	1.908	75.682
M161	51.998	0.077	1.039	0.012	13.047	0.333	11.701	21.518	0.367	0.023	100.115	45.843	34.684	19.472	61.519
M161	51.313	0.032	1.248	0.023	13.164	0.261	12.671	20.964	0.593	0.014	100.283	46.047	38.723	15.230	63.178
M161	52.736	0.046	0.459	0.012	11.201	0.239	12.631	23.123	0.574	0.004	101.025	49.224	37.411	13.365	66.779
M161	52.102	0.483	0.852	0.014	10.428	0.211	12.982	22.960	0.000	0.000	100.032	47.050	37.014	15.937	68.936
M161	52.186	0.186	1.008	0.013	13.397	0.192	12.900	20.326	1.264	0.021	101.493	46.133	40.736	13.131	63.187
M161	52.263	0.206	1.890	0.033	13.196	0.201	13.124	18.991	0.378	0.041	100.323	40.152	38.607	21.241	63.936
M161	52.706	0.090	0.392	0.005	10.372	0.203	12.279	23.799	0.000	0.000	99.846	48.590	34.881	16.529	67.849
M161	53.046	0.036	0.395	0.007	10.373	0.252	12.487	23.571	0.745	0.005	100.917	50.553	37.262	12.185	68.212
M161	49.832	0.261	2.597	0.020	14.289	0.175	12.295	18.714	0.167	0.044	98.394	40.821	37.315	21.865	60.534
M161	52.599	0.061	0.515	0.017	10.745	0.193	12.283	23.329	0.100	0.003	99.845	47.990	35.156	16.855	67.080
M231	48.609	2.111	3.830	0.097	8.903	0.110	14.092	20.982	0.000	0.000	98.734	44.869	41.929	13.202	73.832
M231	48.356	2.213	4.415	0.323	7.990	0.050	14.248	21.110	1.119	0.005	99.829	49.573	46.553	3.874	76.069
M231	48.651	2.176	3.808	0.055	9.494	0.121	14.076	20.705	1.111	0.003	100.200	48.364	45.747	5.889	72.549
M231	49.095	1.928	3.673	0.045	8.824	0.152	13.668	20.913	0.127	0.000	98.425	44.883	40.814	14.304	73.412
M231	51.360	1.082	1.386	0.010	12.084	0.249	13.282	20.687	0.527	0.003	100.670	44.409	39.671	15.921	66.208
M231	50.554	1.313	2.061	0.012	12.777	0.163	12.469	20.610	1.695	0.003	101.657	49.266	41.470	9.264	63.498
M231	51.236	1.019	1.528	0.061	12.130	0.180	12.409	21.002	0.613	0.000	100.178	45.485	37.392	17.123	64.584
M387	47.327	3.271	4.308	0.157	10.331	0.129	12.388	21.268	1.377	0.000	100.556	51.394	41.651	6.955	68.127

Ek 4. Maden Kompleksi kayaçlarının mineral kimyası analizleri (devamı).

Klinopiroksen															
Örnek Numarası	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Total	Wo	En	Fs	Mg#
M387	48.001	2.500	4.278	0.168	9.153	0.169	13.186	21.480	1.155	0.001	100.091	50.853	43.434	5.712	71.973
M387	46.217	3.720	4.913	0.148	10.497	0.163	11.743	21.219	0.000	0.001	98.621	46.517	35.818	17.665	66.601
M387	46.442	3.450	4.666	0.074	10.823	0.177	11.537	21.402	0.367	0.001	98.939	48.315	36.238	15.447	65.519
M387	47.346	3.000	4.750	0.045	9.342	0.079	12.512	22.049	1.095	0.000	100.218	52.163	41.185	6.652	70.479
M387	46.753	3.263	5.486	0.211	8.586	0.142	12.619	21.773	0.000	0.004	98.837	47.535	38.331	14.134	72.375
M387	47.692	2.491	4.846	0.086	8.090	0.060	13.086	22.166	0.442	0.006	98.965	49.701	40.824	9.475	74.249
M387	46.135	3.623	4.686	0.131	10.855	0.177	11.652	21.111	0.932	0.000	99.302	50.158	38.518	11.324	65.676
M387	47.327	2.746	4.979	0.095	7.877	0.103	13.109	21.924	0.047	0.000	98.207	47.820	39.783	12.398	74.789
M387	46.908	2.949	4.644	0.059	9.855	0.154	12.146	21.764	0.226	0.005	98.710	48.474	37.639	13.888	68.720
M387	48.102	2.431	4.352	0.065	9.062	0.091	13.091	21.685	0.645	0.001	99.525	49.070	41.216	9.715	72.029
M387	46.715	3.292	5.029	0.058	9.688	0.116	12.219	21.460	1.865	0.002	100.444	54.934	43.520	1.546	69.214
M387	47.396	3.072	4.790	0.121	8.378	0.105	13.446	21.663	0.587	0.003	99.561	49.036	42.348	8.616	74.099
M470	48.155	2.610	3.536	0.163	10.874	0.121	12.963	20.204	1.323	0.001	99.950	48.231	43.056	8.713	68.000
M470	47.907	2.740	3.500	0.214	10.904	0.136	13.053	20.264	0.000	0.004	98.722	43.561	39.041	17.399	68.091
M470	48.949	2.330	2.679	0.010	12.133	0.171	13.107	19.743	1.112	0.003	100.237	45.750	42.259	11.991	65.820
M470	48.244	2.529	3.340	0.148	10.468	0.119	13.107	20.491	0.000	0.003	98.449	43.877	39.049	17.074	69.059
M470	47.775	2.348	3.833	0.136	9.824	0.105	13.399	20.735	0.000	0.000	98.155	44.925	40.392	14.683	70.856
M470	48.657	2.109	3.589	0.045	9.129	0.126	13.884	20.775	0.392	0.002	98.708	45.790	42.578	11.632	73.053
M470	47.943	2.765	4.063	0.166	8.763	0.103	13.815	20.829	0.605	0.000	99.052	46.895	43.276	9.829	73.755
M470	48.786	2.232	2.953	0.145	10.794	0.129	13.376	20.515	1.474	0.000	100.404	49.240	44.670	6.090	68.837
M470	46.486	3.596	3.585	0.012	13.817	0.220	11.597	19.054	0.582	0.003	98.952	43.678	36.988	19.333	59.938
M470	47.630	2.855	3.608	0.201	11.364	0.107	12.336	20.216	0.239	0.004	98.560	44.432	37.723	17.845	65.929
M470	47.645	2.950	2.981	0.011	12.878	0.145	12.294	19.762	1.354	0.006	100.026	47.608	41.208	11.184	62.986
M470	49.295	1.975	3.427	0.096	8.411	0.117	14.288	21.089	1.150	0.005	99.853	48.899	46.095	5.007	75.174
M470	48.073	2.642	3.293	0.141	11.331	0.128	13.065	20.033	0.955	0.003	99.664	46.418	42.120	11.462	67.270
M470	46.759	3.362	4.288	0.428	9.796	0.072	12.666	20.527	0.697	0.002	98.597	47.279	40.590	12.132	69.741

Ek 4. Maden Kompleksi kayaçlarının mineral kimyası analizleri (devamı).

Klinopirosen															
Örnek Numarası	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Total	Wo	En	Fs	Mg#
M470	47.619	3.058	3.808	0.143	10.512	0.122	12.957	20.561	0.563	0.008	99.351	46.270	40.569	13.162	68.722
M481	43.666	4.710	3.976	0.073	15.312	0.186	10.289	19.764	1.875	0.003	99.854	53.242	38.565	8.193	54.500
M481	45.446	3.340	3.633	0.067	12.523	0.155	11.256	20.810	1.071	0.004	98.305	51.065	38.430	10.505	61.571
M481	45.618	3.422	3.810	0.073	11.920	0.158	11.792	20.892	1.448	0.000	99.133	52.740	41.418	5.842	63.813
M481	45.635	3.699	3.200	0.100	13.917	0.176	11.376	19.853	1.293	0.003	99.252	49.186	39.214	11.600	59.301
M481	46.583	3.054	3.020	0.061	12.400	0.176	12.242	20.216	0.414	0.004	98.170	45.973	38.734	15.293	63.766
M481	45.172	3.927	4.546	0.073	12.446	0.145	11.230	19.986	1.065	0.008	98.598	48.831	38.176	12.993	61.662
M481	45.645	3.281	3.389	0.005	15.627	0.235	10.073	19.595	1.389	0.022	99.261	49.433	35.356	15.211	53.467
M481	31.349	17.542	2.863	0.022	30.923	0.294	7.015	9.872	0.356	0.057	100.293	24.730	24.451	50.819	28.794
M481	47.943	2.325	2.714	0.031	13.955	0.153	11.729	19.837	0.104	0.003	98.794	43.243	35.574	21.183	59.971
M481	47.683	2.634	2.898	0.075	12.553	0.132	12.769	20.180	1.847	0.002	100.773	51.013	44.911	4.077	64.454
M486	45.120	3.106	5.383	0.072	10.042	0.122	11.736	21.608	1.457	0.002	98.648	55.522	41.958	2.520	67.567
M486	46.520	2.583	4.938	0.101	10.269	0.148	11.933	21.059	1.002	0.002	98.555	50.765	40.023	9.211	67.442
M486	46.210	2.915	4.854	0.053	11.325	0.126	11.947	21.046	0.696	0.003	99.175	49.463	39.066	11.471	65.283
M486	45.300	3.438	5.642	0.097	10.143	0.057	11.467	21.565	1.650	0.000	99.359	55.758	41.252	2.991	66.835
M486	44.653	3.220	4.895	0.060	12.268	0.142	11.016	21.120	0.876	0.004	98.254	51.964	37.711	10.326	61.548
M486	44.307	3.494	5.387	0.009	13.440	0.176	10.564	19.508	1.937	0.003	98.825	53.229	40.105	6.665	58.353
M486	45.102	2.849	5.087	0.033	10.872	0.095	11.245	21.453	2.194	0.002	98.932	57.827	42.173	0.000	64.835
M486	46.130	3.376	5.557	0.130	10.219	0.130	11.018	21.317	1.738	0.001	99.616	54.619	39.278	6.103	65.776
M486	45.250	3.785	5.715	0.028	12.620	0.126	10.106	20.959	0.921	0.000	99.510	50.556	33.917	15.527	58.805
M486	45.890	2.792	5.407	0.099	9.980	0.119	11.784	21.541	0.564	0.003	98.179	50.509	38.445	11.046	67.791
M486	47.020	3.052	5.123	0.044	10.863	0.098	10.994	21.592	0.302	0.000	99.088	48.135	34.101	17.764	64.337

Ek 4. Maden Kompleksi kayaçlarının mineral kimyası analizleri (devamı).

Amfibol												
Örnek Numarası	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	F	Total
M128_1	35.236	0.010	23.267	5.217	0.017	2.158	22.180	0.017	0.000	0.018	0.078	88.165
M128_2	35.640	0.019	23.892	3.839	0.000	2.723	21.911	0.007	0.003	0.010	0.087	88.094
M128_3	35.505	0.020	23.531	4.529	0.034	2.298	22.164	0.000	0.001	0.003	0.164	88.180
M128_4	41.148	2.906	8.248	19.813	0.290	9.881	9.946	3.971	0.573	0.000	0.404	97.010
M128_5	45.407	2.244	4.936	15.401	0.234	14.749	10.908	0.683	0.066	0.045	0.047	94.700
M128_6	46.702	0.514	7.071	9.685	0.146	16.817	10.743	2.698	0.127	0.037	0.180	94.644
M128_7	40.645	0.799	8.784	19.765	0.215	13.274	8.285	1.224	0.106	0.043	0.049	93.168
M128_8	49.098	0.102	2.987	15.054	0.277	15.692	10.669	0.419	0.041	0.011	0.000	94.350
M128_9	47.900	1.203	4.422	6.864	0.155	14.230	20.544	0.563	0.001	0.392	0.058	96.308
M128_10	46.859	1.593	5.119	6.742	0.121	14.250	19.375	0.584	0.000	0.974	0.000	95.617
M144_2	27.345	0.005	15.792	23.998	0.204	17.610	0.277	0.007	0.108	0.021	0.000	85.367
M144_3	27.204	0.026	16.910	24.204	0.215	17.816	0.252	0.035	0.070	0.020	0.000	86.752
M144_4	27.509	0.000	16.673	24.050	0.299	17.546	0.334	0.000	0.105	0.031	0.000	86.547
M144_5	26.573	0.000	16.293	26.304	0.296	17.050	0.096	0.000	0.014	0.000	0.043	86.651
M144_6	25.621	0.002	17.799	25.666	0.327	17.113	0.071	0.027	0.045	0.000	0.000	86.671
M127	43.857	1.197	7.114	15.129	0.140	12.471	11.706	2.357	0.124	0.060	-	94.155
M127	45.010	0.783	6.324	16.018	0.139	12.514	11.316	0.368	0.100	0.032	-	92.604
M127	45.927	0.687	5.356	15.479	0.160	13.078	11.478	1.824	0.092	0.061	-	94.142
M127	44.604	0.674	6.753	17.296	0.200	11.919	11.119	1.636	0.097	0.112	-	94.410
M127	52.241	0.076	0.317	6.652	0.126	14.059	24.027	0.503	0.000	0.226	-	98.227
M127	43.137	0.862	7.873	17.068	0.120	11.544	10.902	2.986	0.090	0.210	-	94.792
M127	43.204	0.537	6.914	15.902	0.087	13.733	10.476	1.477	0.119	0.226	-	92.675
M127	41.000	4.130	7.115	18.774	0.228	10.678	9.855	3.548	0.566	0.002	-	95.896
M127	42.029	3.157	6.514	19.091	0.183	11.198	9.535	4.880	0.668	0.000	-	97.255
M127	41.056	3.561	7.197	19.527	0.182	10.009	9.691	3.187	0.671	0.000	-	95.081

Ek 4. Maden Kompleksi kayaçlarının mineral kimyası analizleri (devamı).

Amfibol												
Örnek Numarası	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	F	Total
M127	42.624	0.671	7.969	16.302	0.047	11.845	11.115	1.763	0.126	0.882	-	93.344
M127	41.511	3.168	6.740	19.128	0.168	10.970	9.642	3.793	0.661	0.000	-	95.781
M127	41.365	3.448	6.665	19.940	0.215	10.435	9.499	4.578	0.628	0.016	-	96.789
M127	45.127	0.808	6.511	15.380	0.115	13.322	11.641	0.781	0.095	0.127	-	93.907
M127	48.033	0.326	4.424	14.501	0.135	14.560	11.738	1.777	0.093	0.079	-	95.666
M127	41.209	2.538	6.939	21.790	0.282	9.129	9.734	4.218	0.676	0.000	-	96.515
M127	41.053	2.862	6.964	20.301	0.242	10.305	9.415	3.861	0.663	0.009	-	95.675
M127	41.638	3.201	6.961	18.754	0.205	11.030	9.609	4.047	0.620	0.005	-	96.070
M127	44.476	0.755	6.983	15.528	0.126	12.959	11.970	2.709	0.101	0.203	-	95.810
M127	41.950	4.112	6.454	18.925	0.148	10.884	9.649	3.020	0.610	0.003	-	95.755
M127	36.795	3.984	9.216	27.328	0.193	4.683	9.947	2.487	1.080	0.005	-	95.718
M136	43.753	1.277	11.709	9.051	0.084	16.592	10.965	3.677	0.103	0.026	-	97.237
M161	42.832	0.517	7.294	21.869	0.271	9.989	10.165	1.534	0.710	0.000	-	95.181
M161	40.477	2.660	6.321	35.859	0.314	2.360	7.685	4.657	1.181	0.000	-	101.514
M161	39.304	0.183	9.073	23.810	0.172	13.110	6.761	0.192	0.041	0.018	-	92.664
M161	39.163	2.639	8.139	29.680	0.285	4.506	9.776	2.414	0.822	0.000	-	97.424
M161	42.256	0.566	8.933	20.268	0.119	10.554	11.687	3.730	0.172	0.016	-	98.301
M161	50.141	0.386	3.786	18.230	0.209	13.370	11.824	0.965	0.091	0.007	-	99.009
M161	49.905	0.352	4.012	17.239	0.187	12.156	13.930	1.211	0.090	0.000	-	99.082
M161	56.535	0.083	0.794	9.847	0.247	20.193	11.999	0.938	0.020	0.000	-	100.656
M161	37.888	2.747	9.235	26.377	0.280	5.639	10.625	2.111	0.776	0.000	-	95.678
M161	41.060	2.371	8.603	22.335	0.191	8.712	10.384	4.847	0.513	0.001	-	99.017
M161	37.770	1.217	9.934	29.196	0.280	4.969	10.397	2.176	0.631	0.000	-	96.570
M161	47.197	0.483	5.282	18.393	0.179	11.834	12.971	2.065	0.126	0.009	-	98.539
M161	48.631	0.550	4.310	17.210	0.173	12.335	13.494	1.692	0.105	0.000	-	98.500

ÖZ GEÇMİŞ

Çağrı Mercan ilk, orta ve lise öğrenimini Van'da tamamladıktan sonra, 2007 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde öğrenimine başladı ve 2011 yılında bölüm birincisi olarak mezun oldu. Aynı yıl Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü Anabilim dalında yüksek lisans eğitimine başladı ve 2015 yılında mezun oldu. 2012-2014 yılları arasında özel bir altın madeninde araştırma jeoloğu ve maden jeoloğu pozisyonlarında çalıştı. 2016 yılında Mardin Artuklu Üniversitesi Harita ve Kadastro bölümüne öğretim görevlisi olarak atandı. 2017 yılında aynı üniversitenin Doğal Yapıtaşları Teknolojisi bölümüne atanarak görevine devam etti. 2017 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü Anabilim dalında doktora eğitimine başladı ve hala eğitime devam etmektedir.

YÖK Araştırmacı ID:24398

ORCID: 0000-0003-1694-0024

Research ID: A-5460-2018

Scopus ID:57205600355

Ulusal ve Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

1. Mercan, Ç., 2020. Yer Yüzey Sıcaklığının Termal Uzaktan Algılama Görüntüleri ile Araştırılması: Muş İli Örneği. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, **2** (2): 42-49.
2. Mercan Ç., Arpağ, S., 2020. Coğrafi Bilgi Sistem Analizleri Kullanılarak Toprak ve Arazi Özelliklerinin Değerlendirilmesi: Türkiye, Mardin İli Arazisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, **7** (1): 22-33. Doi:<https://doi.org/10.19159/tutad.644210>.
3. Özdemir, Y., Mercan Ç., Oyan V., Özdemir, A., 2019. Composition, pressure, and temperature of the mantle source region of quaternary nepheline-basanitic lavas in Bitlis Massif, Eastern Anatolia, Turkey: A consequence of melts from Arabian lithospheric mantle. *Lithos*, **328-329**: 115-129. Doi: 10.1016/j.lithos.2019.01.020.

Ulusal ve Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında (proceedings) basılan bildiriler:

1. Mercan, Ç., Özdemir, Y., Oyan, V., Atakul-Özdemir, A., Güleç, N., Özkan-Altın, S., 2021. Çatak (Van)- Kozluk (Batman) Arasında Yüzeyleyen Maden Kompleksi Volkaniklerine Ait İlksel Jeolojik ve Petrolojik Bulgular. **73. Türkiye Jeoloji Kurultayı**. 24-28 Mayıs 2021. Çevrimiçi/Online. 654-655.
2. Atakul-Özdemir, Ayşe., Özkan-Altın, S., Özdemir, Y., Mercan, Ç., Oyan, V., Güleç, N. 2021. Maden Kompleksine ait derin denizel istiflerin planktonik foraminifer toplulukları (Doğu Türkiye). **73. Türkiye Jeoloji Kurultayı**. 24-28 Mayıs 2021. Çevrimiçi/Online. 881-882.
3. Atakul-Özdemir, A., Özkan-Altın, S., Tancan, S., Özdemir, Y., Mercan, Ç., Oyan, V., Güleç, N. 2021. Biostratigraphy and microfacies of the sedimentary sequences within volcano-sedimentary Maden Complex in Southeastern Turkey. **EGU General Assembly Conference Abstracts**, 14829.
4. Özdemir, Y., Mercan, Ç., Oyan, V., Atakul-Özdemir, A., Güleç, N., Özkan-Altın, S., 2021. Petrology of the volcanic/subvolcanic members of the volcano-sedimentary Maden Complex in Eastern Turkey. **EGU General Assembly Conference Abstracts**, 15060.
5. Özdemir, Y., Mercan, Ç., Oyan, V., Özdemir, A., 2019. Mantle Source Characteristics Of The Ne Basanites From North Eastern Edge Of The Arabian Plate. **WMESS (World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium) 2019**.
6. Mercan Ç., Özdemir Y., Oyan, V., 2018. Bitlis Kenet Kuşağı İçerisinde Gözlenen Kuvaterner Yaşlı Bazanitik Çatak (Van) Volkanitlerinin Jeolojik ve Jeokimyasal Özellikleri. **VIII. Jeokimya Sempozyumu**. 23-24.
7. Özdemir, Y., Mercan Ç., Oyan, V., Özdemir, A., 2018. Bitlis Masifi' ndeki Bazanitik Volkanitlerin Jeolojik ve Petrolojik Özellikleri. **71. Türkiye Jeoloji Kurultayı**, 539-540.
8. Özdemir, Y., Mercan Ç., Oyan, V., Özdemir, A., 2017. Quaternary Basanitic Rocks within the Eastern Anatolian Volcanism (Turkey): Petrological and Geochemical Constrains. **EGU General Assembly Conference Abstracts, 2017**.
9. Özdemir, Y., Mercan, Ç., Oyan, V., Özdemir, A., 2017. Petrology Of The Quaternary Basanitic Rocks From Bitlis Massif. **WMESS (World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium), 2017**.

T.C
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 26/10/2021

Tez Başlığı / Konusu: Çatak (Van)-Kozluk(Batman) arasında yüzeyleyen Maden Kompleksi
Volkanitlerinin jeolojik ve Petrolojik Özellikleri

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 200 sayfalık kısmına ilişkin, 26/10/2021 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 6 (altı) dır.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Çağrı MERCAN

Öğrenci No: 169101191

Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği

Programı: Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Dereceli Doktora Programı)

Statüsü: Y. Lisans

Doktora

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR

ENSTİTÜ ONAYI
UYGUNDUR

(Doç.Dr. Yavuz ÖZDEMİR)

(Unvan, Ad Soyad, İmza)