

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KIRA DAĞI (BATMAN İLİ) ÇEVRESİNİN JEOLJİSİ, VOLKANİK
KAYAÇLARIN PETROGRAFİSİ VE PETROLOJİSİ**

Süleyman POLAT

**Danışman
Doç. Dr. Şemsettin CARAN**

**DOKTORA TEZİ
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2019**



© 2019 [Süleyman POLAT]

TEZ ONAYI

Süleyman POLAT tarafından hazırlanan " **Kıra Dağı (Batman İli) Çevresinin Jeolojisi, Volkanik Kayaçların Petrografisi ve Petrolojisi**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **DOKTORA TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Doç. Dr. Şemsettin CARAN
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Hakan ÇOBAN
Bitlis Eren Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Ömer ELİTOK
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Mustafa KUMRAL
İstanbul Teknik Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Kamil YILMAZ
Süleyman Demirel Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Doç. Dr. Şule Sultan UĞUR

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Süleyman POLAT

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Konu.....	1
1.2. Amaç ve Kapsam.....	2
1.3. İnceleme Alanının Yeri.....	2
1.4. Jeomorfoloji.....	2
1.5. İklimi ve Bitki Örtüsü	4
1.6. Yerleşim Merkezleri, Ulaşım ve Ekonomi.....	6
2. KAYNAK ÖZETLERİ	12
3. MATERYAL VE METOT	24
3.1. Saha Çalışmaları.....	24
3.2. Laboratuvar Çalışmaları	25
3.2.1. Petrografik çalışmalar	25
3.2.2. Analiz çalışmaları.....	27
3.2.2.1. Majör, minör ve iz element analizleri	27
3.2.2.2. K-Ar yaş analizleri	28
3.2.2.3. Sr-Nd ve Pb (²⁰⁴ Pb, ²⁰⁶ Pb, ²⁰⁷ Pb) izotop analizleri.....	29
3.2.2.4. Elektron mikroprop analizleri	30
3.3. Büro Çalışmaları	31
3.3.1. Literatür taraması	32
3.3.2. Fotoğraf ve harita alımları.....	32
3.3.3. Tez yazımı.....	33
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	34
4.1. Batman'ın Genel Jeolojisi.....	34
4.2. Çalışma Alanının Stratigrafisi.....	37
4.2.1. Gercüş formasyonu.....	37
4.2.1.1. Tanım ve yayılım	37
4.2.1.2. Litoloji ve petrografi	40
4.2.1.3. Dokanak ve kalınlık	41
4.2.1.4. Yaş ve ortam	43
4.2.2. Hoya formasyonu.....	43
4.2.2.1. Tanım ve yayılım	43
4.2.2.2. Litoloji ve petrografi	44
4.2.2.3. Dokanak ve kalınlık	47
4.2.2.4. Yaş ve ortam	48
4.2.3. Germik formasyonu	48
4.2.3.1. Tanım ve yayılım	48
4.2.3.2. Litoloji ve petrografi	49
4.2.3.3. Dokanak ve kalınlık	50
4.2.3.4. Yaş ve ortam	51

4.2.4. Şelmo formasyonu.....	52
4.2.4.1. Tanım ve yayılım	52
4.2.4.2. Litoloji ve petrografi	53
4.2.4.3. Dokanak ve kalınlık	54
4.2.4.4. Yaş ve ortam	56
4.2.5. Kıra Dağı Volkanitleri	56
4.2.5.1. Tanım ve yayılım	56
4.2.5.2. Litoloji ve petrografi	58
4.2.5.3. Dokanak ve kalınlık	67
4.2.5.4. Yaş.....	68
4.2.6. Alüvyon.....	68
4.3. Yapısal Jeoloji.....	69
4.3.1. Faylar ve kıvrımlar	69
4.3.2. Depremsellik.....	71
4.4. Jeokimya	75
4.4.1. Mineral kimyası	75
4.4.1.1. Feldispat	75
4.4.1.2. Piroksen.....	81
4.4.1.3. Olivin.....	83
4.4.2. Tüm kayaç kimyası.....	89
4.4.2.1. Majör element kimyası.....	93
4.4.2.2. İz element kimyası	100
4.4.2.3. Nadir toprak elementleri kimyası.....	105
4.4.2.4. Çoklu element içerikleri.....	106
4.4.3. İzotop kimyası.....	109
4.4.4. Petrojenez ve jeolojik evrim	118
4.4.4.1. Magmanın kökeni.....	118
4.4.4.2. Fraksiyonel kristalleşme.....	122
4.4.5. Tektonik ortam	124
4.4.6. Kabuksal kirlenme.....	128
4.5. Kıra Dağı Volkanitleri'nin Oluşumu ile İlgili Tartışma	131
5. SONUÇLAR	138
KAYNAKLAR.....	142
EKLER.....	159

ÖZET

Doktora Tezi

KIRA DAĞI (BATMAN İLİ) ÇEVRESİNİN JEOLojİSİ, VOLKANİK KAYAÇLARIN PETROGRAfİSİ VE PETROLOJİSİ

Süleyman POLAT

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Şemsettin CARAN

Kıra Dağı ve çevresini kapsayan çalışma alanı, Karacadağ Volkanik Kompleksi'nin yaklaşık 75km doğusunda, Batman İli'nin kuzeydoğusunda yer almaktadır. Stratigrafik olarak yaşlıdan gence doğru; tabanda yer alan Eosen yaşlı Gercüş Formasyonu (konglomera, kumtaşı ve kiltası) üzerine uyumsuzlukla Eosen yaşlı Hoya Formasyonu (kireçtaşı, dolomit ve dolomitik kireçtaşı) gelmektedir. Geçişli dokanak ile Hoya Formasyonu üzerine Oligosen yaşlı Germik Formasyonu (şeyl, dolomit ve jips) yerleşmiştir. Miyosen yaşlı Şelmo Formasyonu (konglomera, kumtaşı, şeyl ve silttaşı) ise uyumsuz bir dokanakla Germik Formasyonu'nu üzerlemektedir. Kıra Dağı Volkanitleri de tüm bu birimleri uyumsuz olarak örtmektedir. Bu tez çalışmasına konu olan Kıra Dağı (Batman) Volkanitleri'nin fenokristal fazını olivin ($\text{Fo}_{36}\text{-Fo}_{63}$), anortoklaz ($\text{An}_{4,3-12,8}\text{Ab}_{62,3-70,3}\text{Or}_{16,9-33,3}$), plajiyoklas ($\text{An}_{36,0-77,0}\text{Ab}_{20,2-61,2}\text{Or}_{0,7-3,8}$), klinopiroksen ($\text{Wo}_{42,77-44,65}\text{En}_{35,23-59,88}\text{Fs}_{16,5-63,7}$) ve opak mineraller oluştururken, hamur fazını ise mikrolitik feldispatlar oluşturmaktadır. Mineral fazlarında kimyasal zonlanma gözlenmez. Volkanitlerin yaşı K-Ar ve Ar-Ar yöntemleriyle 4.89 ± 0.028 My ile 5.58 ± 0.21 My olarak belirlenmiş olup, jeokronolojik olarak ta Üst Miyosen-Erken Pliyosen yaş aralığını vermektedir. Kıra Dağı Volkanitleri'nin SiO_2 içerikleri %44.93-48.90 (% ağırlık) aralığında, $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ (toplam alkali) içerikleri %5,15-%7,25 (% ağırlık) aralığında değişmekte olup, alkalın karakterlidirler. Yüksek Al_2O_3 (%13,43-18,85), düşük MgO (%1,58-3,46) oranları ile karakterize olurlar ve yüksek alüminyumlu bazaltlarla analogluk gösterirler. TiO_2 değerleri %2,59-3,92 aralığında

değişmekte olup yüksek titanyumlu bazaltlara benzerlik sunmaktadır. Volkanitler toplam alkali-silis (TAS) diyagramına göre bazanit, tefrit ve fonotefrit olarak sınıflandırılmış olup, yüksek plajiyoklas içeriklerinden dolayı yüksek alüminyumlu bazaltlarla korele edilebilirler. Göreceli olarak yüksek Ni (105,56-260,05ppm) ve Cr (320-800ppm) içerikleri olivin ve piroksen fraksiyonlaşmasıyla uyumludur. Nadir toprak element (NTE) desenleri pozitif Eu anomalisi göstermekte olup; multi-element ve örümcek diyagramlarındaki değişimler OIB alanı ile uyumludur. Ancak multi-element diyagramlarında gözlenen Nb-Ta negatif anomalileri ve örneklerin Nb-Hf-Ta diyagramında yitim ilişkili bazalt alanına düşmeleri, büyük bir olasılıkla litosferik kontaminasyondan kaynaklanmaktadır. Ayrıca düşük Ce/Pb, Nb/U ve yüksek Y/Ta değerleri bu yorumu desteklemektedir. Nb/La değerleri (0,4-0,9), astenosferik ve litosferik magmaların etkileşimini işaretlemektedir. İzotopik olarak $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ değerleri 0,704401 ile 0,705396 arasında; $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ değerleri ise 0,512676 ile 0,512812 arasında değişim gösterir. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ve $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 'a karşı SiO_2 değişim diyagramları, egemen kısmi ergime ile birlikte AFC'nin de kökenlerinde rol oynadıklarını göstermektedir. Tüm bu veriler, Kıra Dağı Volkanitleri'ni üreten magmaların heterojen ve zenginleşmiş bir manto kaynağından türediklerini ve litosferik kontaminasyondan etkilendiklerini işaretlemektedir. $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ değerleri 15,678 ile 15,684 arasında; $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ değerleri 18,937 ile 18,966 arasında ve $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ değerleri de 39,009 ile 39,038 arasında değişmekte olup EMII ile uyumludur. İz elementlere dayalı ergime modellemesi, amfibol ve flogopit içeren metasomatize olmuş bir manto kaynağı modeli ile örtüşmektedir. Büyük bir olasılıkla ergimenin gerçekleştiği kaynak bölgesi, litosfer-astenosfer sınırında (LAB) bulunmaktadır. Ergimeye neden olan itici kuvvetin Arap plakası üzerindeki riftleşmeyle ilişkili olduğu, ayrıca çarpışma-ilişkili astenosferik manto akımlarının ergime için yükselim ve ekstansiyonla birlikte tetikleyici rol oynadığı yorumuna gidilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kıra Dağı Volkanitleri, Batman, yüksek alümina bazalt, heterojen manto, GD Türkiye

2019, 183. sayfa

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

THE GEOLOGY OF KIRA MOUNT (BATMAN) REGION AND THE PETROGRAPHY AND PETROLOGY OF ITS VOLCANIC ROCKS

Süleyman POLAT

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geology**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Şemsettin CARAN

The study area, which includes the Kira Mountain and its surroundings, is located in the northeast of Batman Province, approximately 75 km east of the Karacadağ Volcanic Complex. When stratigraphically expressed from old to young, the Eocene aged Hoya Formation (limestone, dolomite and dolomitic limestone) unconformably overlies the Eocene Gercüş Formation (conglomerate, sandstone and claystone). The Oligocene aged Germik Formation (shale, dolomite and gypsum) is located on the Hoya Formation by the interconnected contact. The Miocene Şelmo Formation (conglomerate, sandstone, shale and siltstone) overlies the Germik Formation with an unconformable contact. The Kira Mountain Volcanics also cover all these units unconformably. The phenocrystalline phase of volcanics is composed of olivine (Fo₃₆-Fo₆₃), anorthoclases (An_{4,3-12,8} Ab_{62,3-70,3} Or_{16,9-33,3}), plagioclase (An_{36,0-77,0} Ab_{20,2-61,2} Or_{0,7-3,8}), clinopyroxene (Wo_{42,77-44,65} En_{35,23-59,88} Fs_{16,5-63,7}) and opaque minerals while the matrix phase is composed of microlytic feldspar. Zonation was not observed in mineral measurements. The age of the volcanics was determined as 4.89±0.028 to 5.58±0.21 with K-Ar and Ar-Ar methods, and it gave the Upper Miocene-Early Pliocene interval geochronologically. The amount of SiO₂ in the samples ranged from 44.93% to 48.90% and the amount of Na₂O+K₂O (total alkali) ranged from 5.15% to 7.25%, indicating an alkaline character. TiO₂ values vary between 2.59-3.92% and they are similar to high titanium basalts. Volcanics are classified as basanite, tephrite and phonotephrite according to total alkali-silica (TAS) diagram and can be correlated with high

aluminum basalts due to their high plagioclase content. Relatively high Ni (105,56-260,05ppm) and Cr (320-800ppm) contents are compatible with olivine and pyroxene fractionation. NTE analysis showed positive Eu anomaly; changes in the multi-element and NTE diagrams are compatible with the OIB field. However, the Nb-Ta negative anomalies observed in the multi-element diagrams and the drop in the sample-related basalt area in the Nb-Hf-Ta diagram are most likely due to lithospheric contamination. Furthermore, low Ce/Pb, Nb/U and high Y/Ta values support this interpretation. Nb/La values (0,4-0,9) indicate a mixture of asthenosphere and lithospheric magmas. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ values vary between 0.704401 and 0.705396; the values of $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ vary between 0,512676 and 0,512812. The SiO_2 exchange diagrams versus $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ and $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ show that the dominant partial melting also plays a role in the origins of AFC. All these data indicate that magmas producing Kira Mountain Volcanics are derived from a heterogeneous and enriched mantle source and are affected by lithospheric contamination. $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ values between 15,678 and 15,684; The $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ values range from 18,937 to 18,966 and the $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ values range from 39,009 to 39,038 and are compatible with EMII. Melt modeling based on trace elements coincides with a metasomatized mantle source model containing amphibole and phlogopite. The source region where melting is most likely occurs at the lithosphere-asthenosphere boundary (LAB). It was interpreted that the driving force causing melting was related to rifting on the Arabian plate, and that asthenospheric mantle currents played a trigger role with extension for melting.

Keywords: Kira Mountain volcanics, Batman, high alumina basalt, heterogeneous mantle, SE Turkey

2019, 183 pages

TEŞEKKÜR

Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak hazırlanan bu çalışmada, Beşiri ilçesi ve civarında yüzeyleyen Kırda Dağı Volkanitleri incelenmiştir.

Araştırmalarımda yol gösterici olan, ilmi katkısını esirgemeyen ve sabır bulutlarıyla gölgesinde saklayan Hocam Prof. Dr. Hakan ÇOBAN'a şükranlarımı sunarım. Uzattığı ağabey eli ile yüce gönüllü bilim insanı ve danışmanım Doç. Dr. Şemsettin CARAN'a alacak hanesi boş bırakılmış bir senettir hissiyatım. Uzun doktora yolculuğumda kapısını hep açık bulduğum Doç. Dr. Kamil YILMAZ'a, Doç. Dr. Ömer ELİTOK'a, Prof. Dr. Kamil KAYABALI'na, Prof. Dr. Muhittin GÖRMÜŞ'e ve Dr. Öğr. Üyesi Turgay BEYAZ'a teşekkür ederim. Güler yüzü ile işlerimizi çözen bölüm sekreterimiz Sn. Mesut OKKAN'a, ince kesitlerimi sabırla ve güzel sohbetiyle parlatan Sn. Mustafa DİNÇER'e, ayrıca enstitü çalışanı Sn. Zahide ECE'ye teşekkür ederim.

Değerli eleştirileri ve laboratuvar analizlerindeki yardımcı yaklaşımı için Doç. Dr. Mustafa KUMRAL'a, Prof. Dr. Orhan KARSLI'ya ve radyometrik yaş çalışmaları sırasında verdiği eşsiz desteği ve yardımlarından dolayı Prof. Dr. Bill HAMES'e teşekkür ederim. Mikroprop analizlerinin gerçekleştirilmesindeki emeği ve sağladığı imkânlar için YEBİM'e (Ankara Üniversitesi), çok değerli Hocam, gönlü gül bahçesi güzel insan Prof. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU'na ve Dr. Öğr. Üyesi Kıymet DENİZ'e teşekkürlerimi ifade ederim.

Süreç boyunca manevi desteğini gördüğüm, her durumda arkamda olan kıymetli ağabeyim Dr. Öğr. Üyesi Sarper ÖZTÜRK'e; arazi çalışmalarımda yalnız bırakmayan, başını ağrıttığım Arş. Gör. Raşit Koray ERGÜN'e ve öğrencim Behzat BAKIR'a teşekkürüm içtendir.

Ucunu ilk açtığım kurşun kaleminden beri dualarıyla, varlıklarıyla ve gönlümdeki eşsiz yerleriyle en büyük destekçim aileme karşı bir teşekkürdür bu satırlar. Geç geline gecelerde sabrını sınavdığım, gökkuşağım eşime nihayetsiz sevgilerimle.

Süleyman POLAT

ISPARTA, 2019

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.2. Kırda Dağı Volkanitleri'nin bölgesel konumunu gösterir uydu haritası...	4
Şekil 1.3. Batman İli jeomorfoloji haritası	5
Şekil 1.4. Batman ili yıllık sıcaklık yağış grafiği	7
Şekil 1.5. Batman ili yerleşime uygunluk değerlerinin dağılımı	9
Şekil 1.6. Batman ili uygun yerleşim alanı haritası	10
Şekil 1.7. Batman ili'nin yıllara göre nüfus dağılımı	11
Şekil 3.1. Numune lokasyonlarını gösterir harita	24
Şekil 3.2. SDÜ İnce kesit laboratuvarındaki kesim makinelerinden görüntü.....	26
Şekil 3.3. BATÜ Jeoloji mühendisliği bölümü mikroskop laboratuvarından görüntü	26
Şekil 3.4. a) Çeneli kırıcı b) havanlı öğütücü	28
Şekil 3.5. Elektron mikroprop cihazı	31
Şekil 4.1. Batman ili genelleştirilmiş ölçeksiz stratigrafik sütun kesiti	35
Şekil 4.2. Batman ili sadeleştirilmiş jeoloji haritası	36
Şekil 4.3. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti.....	38
Şekil 4.4. Çalışma alanının jeoloji haritası	39
Şekil 4.5. Gercüş Formasyonu'nu (Teg) arazideki görünümü, Meymune Boğazı civarı, Yolveren Köyü güneybatısı	40
Şekil 4.6. Gercüş Formasyonu (Teg) ile Hoya Formasyonu (Teh) dokanak ilişkisinin görünümü, Meymune Boğazı.....	40
Şekil 4.7. Gercüş Formasyonu'nun tip kesiti	42
Şekil 4.8. Kireçtaşı, dolomit ve killi kireçtaşından oluşan Hoya Formasyonu'nun arazideki görünümü	44
Şekil 4.9. Hoya Formasyonu ile jips, şeyl, kireçtaşı, kıltaşı, sittaşı ve kumtaşından oluşan Germik Formasyonu (Tog) dokanak ilişkisinin görünümü.....	45
Şekil 4.10. Hoya Formasyonu tip kesiti.....	46
Şekil 4.11. Hoya Formasyonu'ndan örneklenen dolomitik kireçtaşına ait ince kesit görüntüsü	47
Şekil 4.12. Germik Formasyonu kireçtaşı ve kıltaşı seviyelerinin arazideki görünümü	49
Şekil 4.13. Germik Formasyonu'nundaki jipsli, kireçtaşlı ve siltli seviyelerin arazideki görünümü	50
Şekil 4.14. Germik Formasyonu'nuna ait kumtaşı seviyesini temsil eden ince kesit görüntüsü	50
Şekil 4.15. Germik Formasyonu'nun genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti ...	51
Şekil 4.16. Şelmo Formasyonu (Tmş) üzerine uyumsuzlukla gelen Kırda Dağı Volkanitleri'nin (Tmıpkv) dokanağına ait arazi görüntüsü	53
Şekil 4.17. Şelmo Formasyonu'nun arazideki görünümü	54
Şekil 4.18. Şelmo Formasyonu'na ait örneklenen kalsit parçası (kaya kırıntısı) sunan kumtaşlarını temsil eden ince kesit görüntüsü	54
Şekil 4.19. Şelmo Formasyonu'nun stratigrafik kolon kesiti	55
Şekil 4.20. Kırda Dağı Volkanitleri'nin arazideki görünümü	57
Şekil 4.21. Kırda Dağı Volkanitleri ve Şelmo Formasyonu'nun dokanak ilişkisinin görünümü	58

Şekil 4.22. Kıra Dağı Volkanitleri'ne ait sütunlar	59
Şekil 4.23. Kesit E3-5 görünümü.....	60
Şekil 4.24. Kesit K8-4 görünümü.....	60
Şekil 4.25. Kesit E5-4 görünümü.....	61
Şekil 4.26. Kesit 1.1 görünümü.	61
Şekil 4.27. Kesit 16-1 görünümü.....	62
Şekil 4.28. Kesit 4A-3 ve Kesit 2A-6 görünümü.	62
Şekil 4.29. Kesit E2-4 görünümü.....	63
Şekil 4.30. Kesit 8B ve Kesit 12B görünümü.....	63
Şekil 4.31. Kesit 2A-3 kesit görünümü.	64
Şekil 4.32. Kesit 4B-3 görünümü.....	64
Şekil 4.33. Kesit 7B ve Kesit 3A görünümü.	65
Şekil 4.34. Kesit 1.4 ve kesit E4B-1 görünümü.....	66
Şekil 4.35. Yöredeki diri faylar, Bitlis-Zagros Kuşağı ile Batman'ın ilişkisini gösterir harita.....	69
Şekil 4.36. Bitlis-Zagros kenet kuşağı, Arabistan levhası ile Avrasya levhasının konumlarını gösterir harita	70
Şekil 4.37. Batman ili deprem haritası	72
Şekil 4.38 1900-2017 yılları arasında Batman bölgesindeki depremlerin dağılım haritası	74
Şekil 4.39. Kıra Dağı Volkanikleri'ndeki feldispatların Or-An-Ab diyagramındaki sınıflaması	76
Şekil 4.40. E2 nolu feldispat örneğine ait a) tek nikol görünümü (TN) b) çift nikol görünümü (ÇN) c) kenar ve merkez ölçüm sonuçları, noktasal dağılım olarak majör oksitler ve Ab-An-Or değişim değerleri.....	78
Şekil 4.41. 16 nolu örneğe ait a) TN görünümü b) ÇN görünümü c) kenar ve merkez ölçüm sonuçları, noktasal dağılım olarak majör oksitler ve Ab-An-Or değişim değerleri	79
Şekil 4.42. Ş1 nolu örneğe ait a) TN görünümü b) ÇN görünümü c) kenar ve merkez ölçüm sonuçları, noktasal dağılım olarak majör oksitler ve Ab-An-Or değişim değerleri	79
Şekil 4.43. 4A nolu örneğe ait a) TN görünümü b) ÇN görünümü c) kenar ve merkez ölçüm sonuçları, noktasal dağılım olarak majör oksitler ve Ab-An-Or değişim değerleri	80
Şekil 4.44. E4B nolu örneğe ait a) TN görünümü b) ÇN görünümü c) kenar ve merkez ölçüm sonuçları, noktasal dağılım olarak majör oksitler ve Ab-An-Or değişim değerleri	80
Şekil 4.45. 2A nolu örneğe ait a) TN görünümü b) ÇN görünümü c) kenar ve merkez ölçüm sonuçları, noktasal dağılım olarak majör oksitler ve Ab-An-Or değişim değerleri	81
Şekil 4.46. Kıra Dağı Volkanitleri'ndeki piroksenlerin Wo-En-Fs diyagramındaki sınıflaması	82
Şekil 4.47. 1 nolu örneğe ait a) TN görünümü b) ÇN görünümü c) kenar ve merkez ölçüm sonuçları, noktasal dağılım olarak majör oksitler ve Wo-En-Fs değişim değerleri	83
Şekil 4.48. E3 nolu örneğe ait a) TN görünümü b) ÇN görünümü c) kenar ve merkez ölçüm sonuçları, noktasal dağılım olarak majör oksitler ve Wo-En-Fs değişim değerleri.....	84

Şekil 4.49. Kıra Dağı Volkanikleri'ndeki olivinlerin ($Mg/(Fe_2+Mg)$)- ($Fe_2/(Fe_2+Mg)$) diyagramındaki sınıflaması	84
Şekil 4.50. 2A nolu örneğe ait a) TN görünümü b) ÇN görünümü c) 1 nolu olivin kenar ve merkez ölçüm sonuçları, majör oksit değişim değerleri d) 2 nolu olivin kenar ve merkez ölçüm sonuçları, majör oksit değişim değerleri e) 3 nolu olivin kenar ve merkez ölçüm sonuçları, majör oksit değişim değerleri.....	86
Şekil 4.51. Ş3 nolu örneğe ait a) TN görünümü b) ÇN görünümü c) kenar ve merkez ölçüm sonuçları, noktasal dağılım olarak majör oksit değişim değerleri	87
88	
Şekil 4.52. İncelenen volkanitlerdeki klinopiroksen atomik oranlarının ikili değişken grafikleri.....	88
Şekil 4.53. Klinopiroksenler için $TiO_2-SiO_2/100-Na_2O$ (%Ağ.) sınıflama diyagramı.....	88
Şekil 4.54. Kıra Dağı Volkanitleri'ne ait TAS diyagramı ve jeokimyasal karakterleri.....	94
Şekil 4.55. Kıra Dağı Volkanitleri'ne ait Nb/Y-Zr/Ti diyagramı.....	94
Şekil 4.56. İncelenen volkanitlerin K_2O (%)'ya karşı SiO_2 (%) karşılaştırma diyagramındaki konumları.....	95
Şekil 4.57. Kıra Dağı Volkanitleri'nin SiO_2 (%)'ye karşı ana oksit (%) değişim diyagramları.....	96
Şekil 4.58. Kıra Dağı Volkanitleri'nin MgO (%)'e karşı ana oksit (%) değişim diyagramları.....	97
Şekil 4.59. Petrografik ayırma göre K_2O-SiO_2 diyagramı	98
Şekil 4.60. İncelenen volkaniklere ait $MgO-Al_2O_3$ sınıflama diyagramı.....	99
Şekil 4.61. Kıra Dağı Volkanitleri iz elementlerinin SiO_2 'e karşı seçilmiş Harker diyagramları.....	102
Şekil 4.62. Kıra Dağı Volkanitleri iz elementlerinin MgO 'e karşı seçilmiş Harker diyagramları.....	102
Şekil 4.63. Kıra Dağı Volkanitleri ve Karacadağ Siverek Evre magmasına ait örnekler için Kondrit'e göre normalize edilmiş NTE bolluklarının çizimi.....	106
Şekil 4.64. İncelenen volkanitlere ait örnekler için örümcek diyagramları	107
Şekil 4.65. İncelenen volkanitlerde a) Ce/Pb-Ce ve b) Nb/U-Nb arasındaki değişimlerin logaritmik grafikleri.....	109
Şekil 4.66. İncelenen volkaniklerin a) Çoklu element diyagramı b) Yb/Ta-Y/Nb diyagramı.....	110
Şekil 4.67. Kıra Dağı Volkanitleri'nin $^{40}Ar-^{39}Ar$ yaş spektrumları.....	112
Şekil 4.68. $^{87}Sr/^{86}Sr-^{143}Nd/^{144}Nd$ karşılaştırma diyagramı.....	114
Şekil 4.69. $^{87}Sr/^{86}Sr$ izotop-Yaş karşılaştırma diyagramı.....	115
Şekil 4.70. Pb izotopları karşılaştırma diyagramları.....	116
Şekil 4.71. İncelenen volkanitlerin Türkiye'deki bazı Tersiyer alkali volkanitleri ile karşılaştırılması.....	117
Şekil 4.72. İncelenen volkanitlerin $^{87}Sr/^{86}Sr$ 'ya karşı $^{143}Nd/^{144}Nd$ karşılaştırma diyagramındaki konumları.....	118
Şekil 4.73. İncelenen volkanitlerin ($^{143}Nd/^{144}Nd$)i'ye karşı Dy/Yb karşılaştırma diyagramındaki konumları.....	119

Şekil 4.74. İncelenen volkanitlerin magma kökenine göre ayrışma diyagramları	120
Şekil 4.75. İncelenen volkanitlerin magma kökenine göre farklı diyagramlarda değerlendirilmeleri	121
Şekil 4.76. İncelenen volkanitlerin ergime eğri diyagramları.....	121
Şekil 4.77. İncelenen volkaniklerin SiO ₂ 'ye karşı a) ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr b) ¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd c) ²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb d) MgO- ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr e) La/Yb-La f) La/Yb- ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr diyagramları.....	123
Şekil 4.78. İncelenen volkanitlere ait Zr-Zr/Y diyagramı.....	125
Şekil 4.79. İncelenen volkanitlere ait Th/Hf'a karşı Ta/Hf tektonik sınıflama diyagramı.....	125
Şekil 4.80. İncelenen volkanitlere ait tektonik sınıflama diyagramları.....	126
Şekil 4.81. İncelenen volkanitlerin La/10-Y/15-Nb/8 diyagramındaki dağılımları	127
Şekil 4.82. İncelenen volkanitlere ait Th/Yb'a karşı Ta/Yb değişim diyagramı.....	127
Şekil 4.83 İncelenen volkanitlere ait Hf/3-Th-Ta diyagramı.....	128
Şekil 4.84. Alpin-Himalaya orojenik kuşağının Türkiye kesiminin tektonik çerçevesi ve konum haritası	132
Şekil 4.85. Kırda Dağı ve Karacadağ lavları için magma odalarındaki petrolojik süreçleri özetleyen ve manto kaynak alanını şematik olarak gösteren ölçeksiz kesit.	137

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1. Uzun yıllar içinde gerçekleşen ortalama değerler	7
Çizelge 4.1. Kıra Dağı Volkanitleri'ndeki plajiyoklaz minerallerinin (% Ağ.) temsili bileşimleri	77
Çizelge 4.2. İncelenen volkanitlerin klinopiroksen minerallerinin (% Ağ.) bileşimleri.....	82
Çizelge 4.3. Kıra Dağı Volkanitleri'ndeki olivin minerallerinin (% Ağ.) bileşimleri	85
Çizelge 4.4. İncelenen örneklerle ait ana oksit (wt%), nadir toprak (ppm), iz element (ppm) ve CIPW (wt%) değerleri	90
Çizelge 4.5. Örnek alınan lokasyon koordinatları	93
Çizelge 4.6. Kıra Dağı Volkanitleri temsili örnekleri için K-Ar yaş verileri.....	112
Çizelge 4.7. Kıra Dağı Volkanitleri temsili örnekleri için Ar-Ar yaş verileri.....	113
Çizelge 4.8. Kıra Dağı Volkanitleri temsili örnekleri için Sr-Nd-Pb verileri	113

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ACME	: Analytical Laboratories LTD.
AFM	: (Na ₂ O+K ₂ O)-Fe ₂ O ₃ -MgO
Ap(CP)	: Apatit
Ab (NAS6)	: Albit
An (CAS2)	: Anortit
Ac (NFS4)	: Akmit
BATÜ	: Batman Üniversitesi
BZK	: Bitlis Zagros Kuşağı
Cpx	: Klionpiroksen
CIPW	: Cross Iddings Pearce Washington
C (A)	: Korund
Di wo (CS)	: Diyopsit wollastonit
Di en (MS)	: Diyopsit enstatit
Di fs (FS)	: Diyopsit Ferrosillit
Fm	: Formasyon
FC	: Fraksiyonel Kristallenme
GLOSS	: Global okyanusal sediment
HREE	: Ağır nadir toprak elementler (Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu)
Hy en (MS)	: Hipersten Enstatit
Hy fs (FS)	: Hipersten ferrosillit
HFS	: Kalıcılığı yüksek elementler (Zr, Sm, Ti, Y, Yb, Nb, Hf, Th, U, Ce, Ta)
He(F)	: Hematit
İl (FT)	: İlmenit
KV	: Karacadağ Volkanitleri
Lc (KAS4)	: Lössit
LIL (E)	: İri katyonlu litofil elementler (Cs, Rb, K, Ba, Sr, Th, U, Pb)
LREE	: Hafif nadir toprak elementler (La, Ce, Pr, Nd, Sm)
MTA	: Maden Tetkik Arama
NTE	: Nadir Toprak Elementleri
Mt (FF)	: Magnetit
Ne (NAS2)	: Nefelin
NHRL	: Kuzey Yarımküre Referans Çizgisini (Northern Hemisphere Reference Line)
Ns (NS)	: Sodyum metasilikat
Opq	: Opak mineral
Opx	: Ortopiroksen
Or	: Ortoklas
Oli	: Olivin
Or (KAS6)	: Ortoklas
Ol fo (M2S)	: Olivin forsterit
Ol fa (F2S)	: Olivin fayalit
Ölç.	: Ölçülen
Plag	: Plajiyoklas
Pyrx	: Piroksen
Pb	: Bazalt (Üst Miyosen-Erken Pliyosen)
Qal	: Alüvyon

Q (S)	: Kuvars
Qea	: Eski alüvyon
REE	: Nadir toprak elementler (La, Ce, Pr, Nd, Sm + Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu
San	: Sanidin
SCLM	: Subcontinental Lithospheric Mantle/Kıtaaltı litosferik manto
SDÜ	: Süleyman Demirel Üniversitesi
Tmş	: Şelmo Formasyonu
Tog	: Germik Formasyonu
Teh	: Hoya Formasyonu
Teg	: Gercüş Formasyonu
TAS	: Toplam Alkali Silis
XRD	: X Işınları Difraktogramı
(⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr) _i	: İksel Sr izotopları



1.GİRİŞ

1.1. Konu

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır. Tez " Kıradağı (Batman İli) Çevresinin Jeolojisi, Volkanik Kayaçların Petrografisi ve Petrolojisi" ile ilgilidir. Kıradağı ve çevresinin jeolojisi ile volkanik kayaçların oluşumları bu çalışmanın konusunu oluşturur.

Batman'ın kuzeydoğusunda, kuzeybatı-güneydoğu yönünde uzanan ve Karacadağ volkanizması ile birlikte değerlendirilen volkanik kayaçlar elde edilen bulgular ışığında stratigrafik, yapısal, mineralojik, petrografik ve petrolojik olarak ciddi farklılıklar sunmaktadır. Bu kapsamda öncelikli olarak çalışılan Kıradağı Volkanitleri'nin jeolojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri aydınlatılmaya çalışılmıştır. Volkanik kayaçlar yapılan jeokimyasal analizlerle (ana oksit, iz element, Sr, Nd, Pb izotopları ve K/Ar yaşlandırması) değerlendirilerek yorumlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda hazırlanan tez beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm olan "Giriş" kısmında, çalışmanın amacına değinilerek çalışılan saha genel hatları ile tanıtılmıştır. İkinci bölümde "Kaynak Bilgisi" başlığı altında yöre jeolojisi ve bölgeye ait volkanik kayaçlar ile ilgili literatür bilgisi ayrıntılı olarak verilmiştir.

"Materyal ve Metot" kısmı olan üçüncü bölümde, bu çalışmada kullanılan çeşitli analiz metotları hakkında ayrıntılı bilgiler verilmiştir. Dördüncü bölüm olan "Araştırma Bulguları" kısmında başlıca çalışma alanının stratigrafisi, yapısal jeoloji, jeokimya ve volkanitlerin oluşumu gibi konulara değinilmiştir. Son olarak ta beşinci bölüm olan "Sonuçlar ve Öneriler" kısmında ise ulaşılan sonuçlar ifade edilmiştir.

1.2. Amaç ve Kapsam

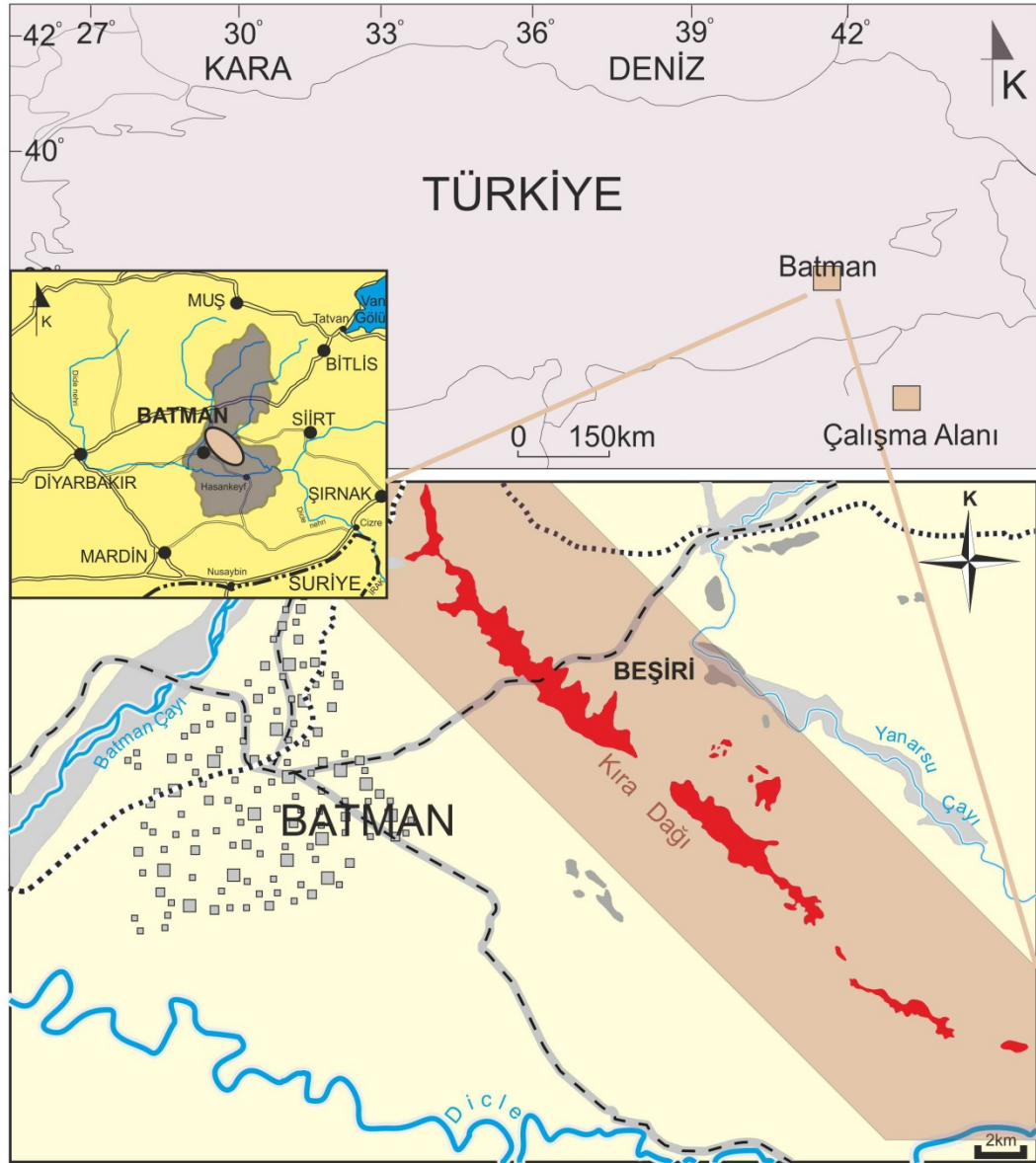
Bu araştırmanın konusu Batman ili şehir merkezinin kuzeydoğusunda yüzeylemekte olan Kırda Dağı Çevresi'nin Jeolojisi, Volkanik Kayaçların Petrografisi ve Petrolojisinin ortaya çıkartılmasıdır. Bu kapsamda bölgedeki kayaçların jeolojik konumu, kalınlık, yanal ve düşey dağılımları gibi özellikleri göz önünde bulundurarak, kayaçların dokusal özellikleri, mineralojik bileşimleri ve jeokimyasal özellikleri ortaya koyulmuştur. Kırda Dağı volkanik kayaçlarından hazırlanan ince kesitlerden seçilerek örneklerin majör, nadir toprak ve iz element analizleri yapılmıştır. Elde edilen analiz değerleri dikkate alınarak çeşitli araştırmacıların diyagramları kullanılarak değerlendirilmiştir. Volkanik kayaçların oluşumunda etkili olan süreçlerin (fraksiyonel kristalleşme, kısmi ergime, magma karışımı ve kirlenme) belirlenmesinde; oksit-oksit, oksit-iz ve iz-iz element değişim diyagramları kullanılmıştır. Ayrıca volkanitlerin Sr-Nd-Pb izotop analizleri de yapılarak, kayaçların kökenleri belirlenmiştir. Jeokronolojik olarak ta birimler K-Ar ve Ar-Ar yöntemi ile yaşlandırılmıştır. Bu verilerin ışığında volkanitler jeotektonik ortamlara göre sınıflandırılmıştır. Bölgenin ölçekli jeoloji haritası ve enine kesitleri hazırlanmıştır.

1.3. İnceleme Alanının Yeri

Batman'ın kuzeydoğusunda, kuzeybatı-güneydoğu yönünde gelişmiş bir yay şeklinde uzanmaktadır. 1/25000 ölçekli Topografik Harita' da Mardin M 46 – a1, Mardin M 46 – a2, Mardin M 46 – a3 ve Mardin M 46 – a4 paftalarında yer alan çalışma alanının koordinatları ise Lat: 37.7327-Lon:41.3910, Lat: 37.7371-Lon:41.5194, Lat: 37.9994-Lon:41.2612, Lat: 37.9951-Lon:41.159 şeklinde konumlanmaktadır. Batman ili yaklaşık 108 km²'lik bir alanı kaplamaktadır (Şekil 1.1.). Muş, Bitlis, Siirt, Şırnak, Mardin ve Diyarbakır illerine komşudur.

1.4. Jeomorfoloji

İnceleme alanı içerisinde ve çevresinde ciddi yükselimler ve tepeler bulunmamakla beraber plato alanları ve vadiler hakimdir (Şekil 1.2.). Oluşum



Şekil 1.1. Çalışma alanını gösterir yer bulduru haritası

sistematığı bakımından volkanitler plato bazaltı şeklinde mostra vermekte ve yayılım sunmaktadır. Geniş bir çerçevede ele alındığında ise yükseklik kuzeyden güneye doğru artış göstermektedir. Buna bağlı olarak Tilmis Ovası da Kırda Dağı'nın batı kesimleri boyunca geniş düzlükler sunmaktadır. Batman ili, üzerinde kurulu bulunduğu birimler açısından ise Batman Çayı'nın uzun vadede biriktirmiş olduğu eski akarsu birikintileri (taraça) ve İluh Deresi'nin (Batman çayı kolu) geniş havzası üzerinde kurulmuştur (Şekil 1.3.). Ayrıca yerleşim alanları tarafından örtülmüş olan ve sınırlı bir kısmı gözlemlenebilen sekiler, ayırt edilmeleri güç olsa da jeomorfolojik açıdan

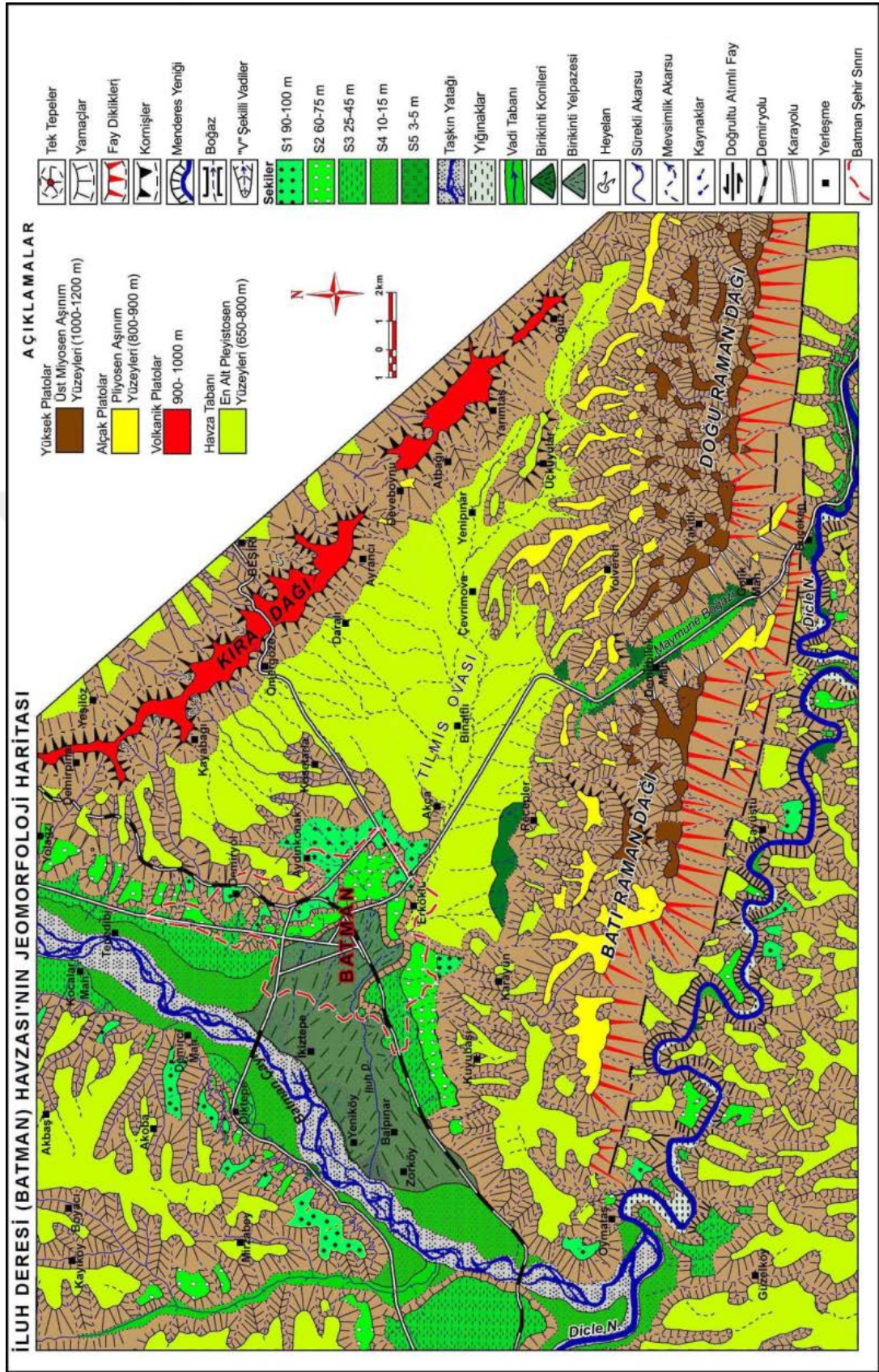


Şekil 1.2. Kıradağı Volkanitleri'nin bölgesel konumunu gösterir uydu haritası

önemlidir. İluh Deresi kökenli taraçalar da merkezde yer alan sekileri kaplamış durumdadır. İnceleme alanında yükseklikler 650m ile 1270m arasında değişmektedir. Çalışma alanının çevresinde yer alan belli başlı yükseltiler şöyledir; Güney ve güneybatı doğrultusunda uzanmakta olan ve Meymune Boğazı ile ayrılan Batı Raman ve Doğu Raman Dağları (862m ile 1271m aralığında ve ortalama 1000m), kuzeydoğusunda Yanarsu Dağı (1053m) yer almaktadır. Ayrıca kuzeyinde Harman Tepe (774m), Bovin Tepe (719m), Sovrik Tepe (760m); doğusu boyunca Tayra Tepe (753m), Şeşami Tepe (668m), Mercimek Tepe (662m), Koz Tepe (700m), Karataş Tepe (792m), Kale Tepe (852m), Avgerin Tepe (706m), Gucik Tepe (686m); güneyinde Karhan Tepe (1004m), Geli Tepe (1030m), Zivinga Tepe (1146m); batısı boyunca Şikeftan Tepe (1045m), Süllüderka Tepe (938m), Gırreraza Tepe (759m), Şikeftekishmail Tepe (709m), Tünel Tepe (711m), Tuj Tepe (690m) yer almaktadır.

1.5. İklimi ve Bitki Örtüsü

Yer aldığı bölge koşulları itibarı ile Batman'da yazlar çok sıcak ve kurak, kış ayları ise yağışlı ve ılık karasal iklim görülmektedir. Kışları Orta Akdeniz kökenli



Şekil 1.3. Batman İli jeomorfoloji haritası (Sunkar ve Tonbul, 2012)

cephe sistemlerinin etkisine; yaz aylarında ise Basra alçak basınç merkezinin etkisine maruz kalmaktadır. Bu tesirle yağışlar nisan ayına kadar sürmektedir.

Çalışma alanına en yakın gözlem istasyonundan edinilen 65 yıllık gözlem sonuçlarına göre en soğuk ay olan Ocak ayına ait sıcaklık ortalaması 2,7 °C, en sıcak ay olan Temmuz ayına ait sıcaklık ortalaması 31,2 °C'dir. Minimum sıcaklık değeri -1,5 °C ile Ocak ayında, maksimum sıcaklık değeri ise 39,4 °C ile Temmuz ayındadır (Şekil 1.4.). Buna göre yöredeki yıllık sıcaklıkta değişim miktarı 16,5 °C'dir (Çizelge 1.1.). Batman Çayı, ıslah edilememiş bir akarsu olması ve yatak boyunca kum ocakları, yerleşim alanları ile tarım arazileri tarafından kullanılmakta olduğu için taşkın esnasında mal ve can kayıpları ile son derece olasıdır. Efe, 2014 tarafından HEC-RAS programı kullanılarak gerçekleştirilen çalışmada bu risk açıkça ifade edilmiştir. Yapımı devam etmekte olan Silvan Barajı'nın tamamlanması ve DSİ tarafından 2017 yılında bitirilmesi planlanan "Batman Çayı Islahı" projesiyle de Batman ilindeki taşkın riskinin bertaraf edilmesi amaçlanmaktadır.

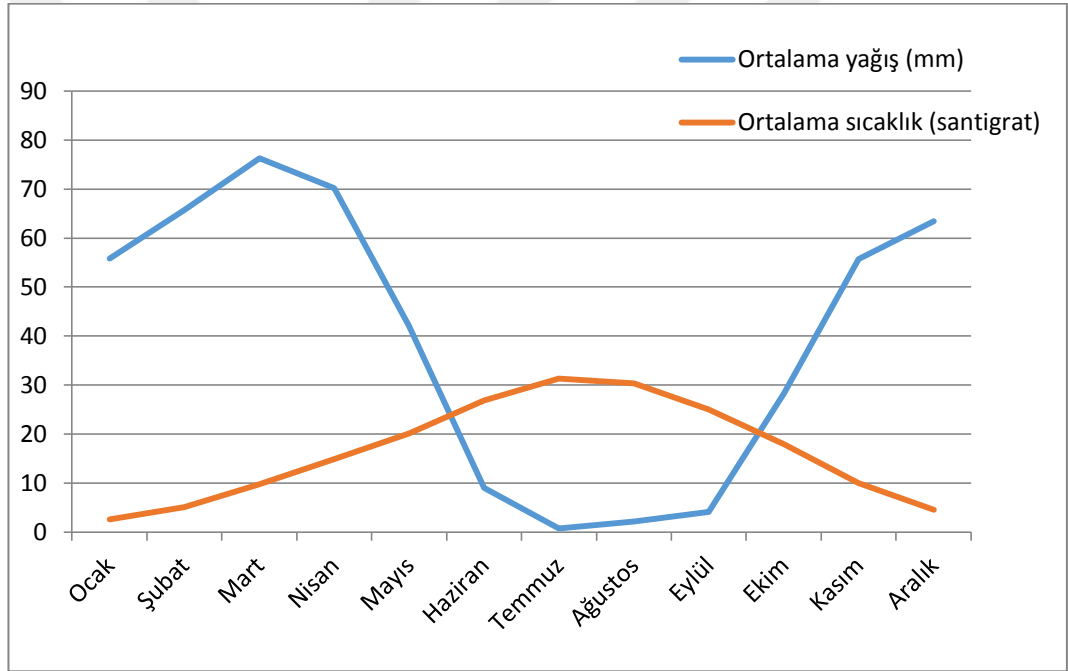
Batman ilinin hakim bitki örtüsünün büyük bir yüzdesini karasal iklimin ürünü olarak yetişen step (bozkır) oluşturmaktadır. Bölge tarımsal faaliyetleri açısından en önemli ürünü buğdaydır. Yeraltı su seviyesinin yüzeye yakın olması nedeniyle iklim koşullarına uyum gösterebilen hemen her tür bitki rahatlıkla yetişebilmektedir. Ormanların çok az yer kapladığı bölgede mevcut ormanların büyük bölümü tahrip edilegelmiş, dağlık bölgeler süregelen tahribat neticesi bu özelliğini yitirmiş ve fundalık alanlara yerini bırakmıştır. Artarak gelişen nüfus hareketleri de doğal bitki örtüsü üzerinde baskı oluşturmakta, mevcut hızla devamı halinde kişi başına düşen yeşil alanın metrekare olarak ülkemiz ortalamalarının bir hayli altına gerileyeceği öngörülmektedir.

1.6. Yerleşim Merkezleri, Ulaşım ve Ekonomi

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Diyarbakır Havzası'nın güneydoğu bölümünde yer alan Batman, güneyindeki Raman Dağı ile batısı boyunca uzanan Kırda Dağı arasında konumlanmaktadır. Şehir K-G yönünde akan ve Batı Raman Dağı

Çizelge 1.1. Uzun yıllar içinde gerçekleşen ortalama değerler (1950 - 2015)
(<http://www.mgm.gov.tr>)

AY	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Ort. sıcaklık (°C)	2,7	5,0	9,6	14,6	19,8	26,7	31,2	30,2	25	24,9	9,9	4,5
Ort. En Yüks. sıcaklık (°C)	7,6	10,5	15,8	21,6	27,7	34,9	39,4	39,4	34,4	26,6	16,9	9,6
Ort. En Düş. sıcaklık (°C)	-1,5	0,1	3,6	7,9	11,4	15,9	20,3	19,7	15,1	10,1	4,1	0,4
Ort. Güneşl. Süresi (saat)	3,1	4,3	5,4	7,2	9,3	11,5	12,2	11,3	10,0	7,0	5,2	3,0
Ort. Yağışlı Gün Sayısı	11,0	10,4	11,6	11,6	8,1	2,3	0,4	0,4	1,1	5,8	7,4	9,9
Aylık Topl. Yağış Mikt.(mm)	60,2	68,6	74,7	73,8	46,6	7,0	0,7	0,7	3,9	32,6	55,1	65,6
Ölç. En Yüks. sıcaklık (°C)	18,2	23,5	30,6	35,8	42,0	45,1	48,8	46,2	43,8	37,0	28,6	22,6
Ölç. En Düş. sıcaklık (°C)	-24,0	-22,2	-17	-9,0	0,9	5,0	11,8	11,1	4,4	-3,0	-7,8	-23,0

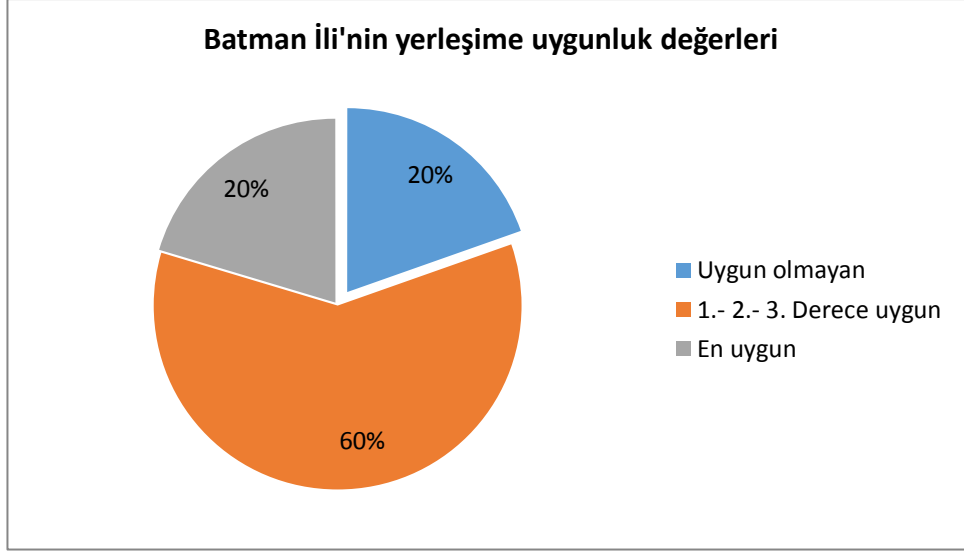


Şekil 1.4. Batman ili yıllık sıcaklık yağış grafiği

kuzeyindeki Batman Çayı'nın eski akarsu birikintileri üzerinde İluh Deresi havzası üzerinde kurulmuştur (Tonbul ve Sunkar, 2008). Batısında Diyarbakır, kuzeyinde Muş, doğusunda Bitlis ve Siirt ve güneyinde Mardin illerine komşu olan Batman, Garzan ve Batman çayları arasında kurulmuş; çift yönde çift şeritli karayolları ile çevre illere bağlanmıştır. 2011 yılında hizmete giren Batman havaalanı ile haftanın her günü İstanbul ve Ankara illerine karşılıklı uçuşlar yapılmaktadır. Buna ilaveten diğer büyükşehirilere de mevsimsel uçuş seferleri

konulabilmektedir. Başlangıçta çıkarılan petrolün sevkiyatında kullanılan demiryolu zamanla geliştirilerek uzun yıllardan beri ulaşımın vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Ülkemizin farklı yerlerine demiryolu seferleriyle de seyahat etmek mümkündür. Ulaşım anlamında farklı alternatifler sunan Batman ili, diğer illerle ulaşımında da köprü vazifesi görmektedir. Kuzey ve kuzeydoğusu rakımlı, dağlık ve sarp olan Batman ilinin güney kesimiye dağlık ve engebelidir. Dicle nehri B-D doğrultusunda akarak il topraklarının içini katetmektedir. Batman Çayı, Batman-Diyarbakır il sınırını çizdikten sonra Dicle nehri ile birleşmektedir. Yirmi birinci asrın sorunlarında birisi olan kentleşme, nüfus hareketliği ile birlikte şehirlerimizin planlı büyümesini zorunlu kılmaktadır. Sosyal ve ekonomik yaşam şartları göç hareketlerini tetiklemektedir. Kırsal bölgelerden yoğun bir biçimde göç almakta olan Batman, altyapısı tamamlanamadan yer yer merkezin de dışında yerleşime zorlanmaktadır. Yerel yönetimleri çaresiz bırakacak derecede seyreden bu hızlı büyüme, kendisini çarpık ve plansız kentleşme olarak hissettirmektedir. Bu neticede, jeomorfolojik yapı önemsenmediğinden şehir genişlemesi dere yataklarına doğru olmuş ve yerleşim alanı uygunsuz alanlar oluşturmuştur.

Batman ilinin uygun yerleşim alanlarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda; Batman'ın yerleşime uygunluk değerleri %19,60'ı yerleşime uygun olmayan, %19,45'i birinci derece uygun, %20,19'u ikinci derece uygun, %20,37'i üçüncü derece uygun, %20,36'ı en uygun alanlar olmak üzere beş bölüme ayrılmıştır (Şekil 1.5.). Uygun yerleşim haritasına bakıldığında (Şekil 1.6.) yerleşime uygun olmayan alanlar Batman'ın şehir merkezinde önemli ölçekte alan kapladığı görülmektedir. Bu alanlarda olumsuz durum hem litolojinin zayıf ve mukavemetsiz birimlerden oluşması hem de eğim azlığı ve düşük yükseklikten kaynaklanmaktadır. Ayrıca Batman ilinin %24'ü kumtaşı-çamurtaşı, %10'u en eski alüvyon, %4'ü yeni alüvyon, %35'i konglomera-kumtaşı, %21'i eski alüvyon, %5'i kireçtaşı-jips-şeyl birimlerinden oluşmaktadır. Bu bilgilere ilave olarak; ilin %2'si bataklık, %33'ü yerleşim yeri, %23'ü kuru tarım, %0,4'ü tarımsal olmayan alan, %38'i sulu tarım, %2'si akarsu, %0,75'i mera alanlarından oluşmaktadır. Eğim miktarları olarak

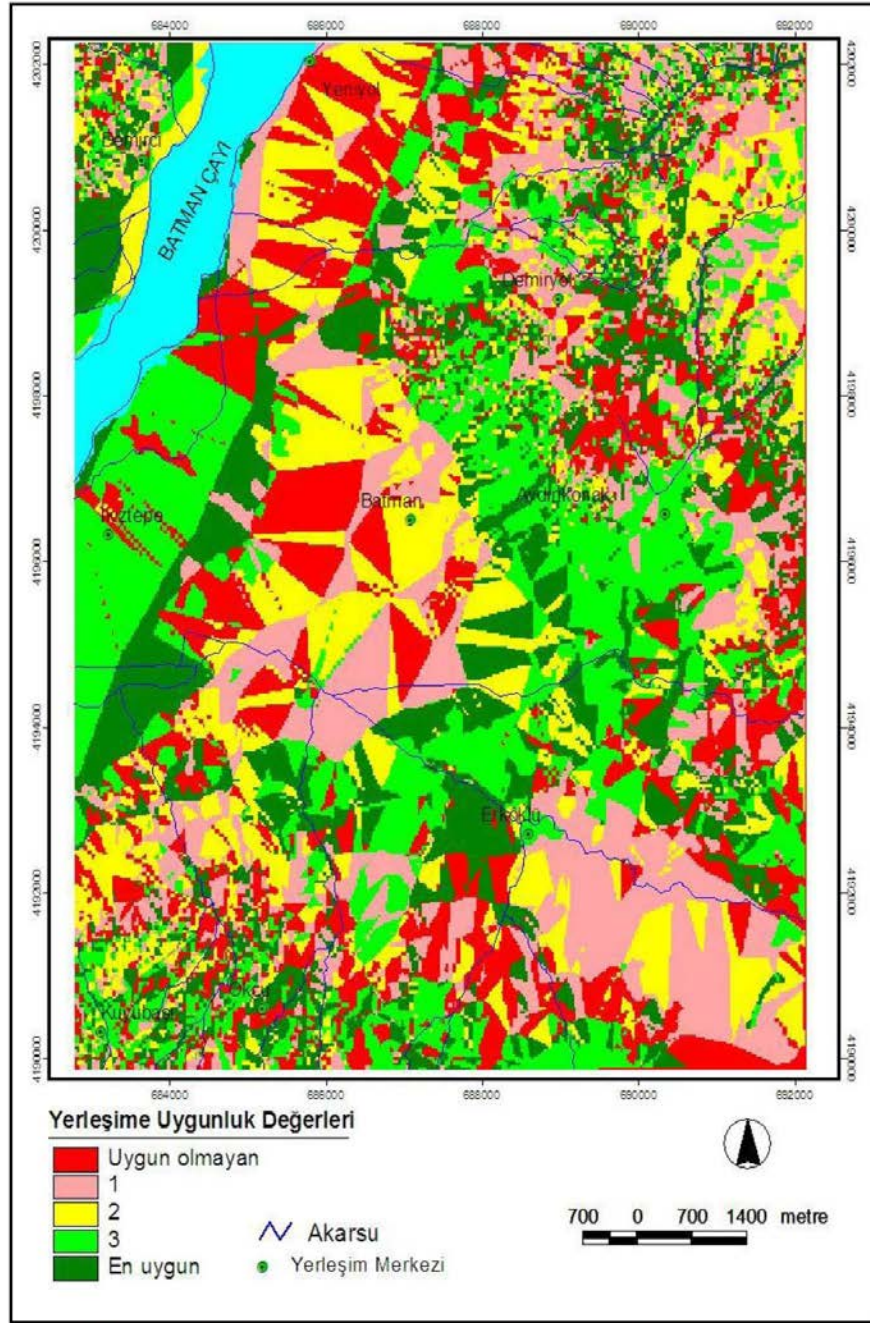


Şekil 1.5. Batman ili yerleşime uygunluk değerlerinin dağılımı (Anıt, 2013)

bakıldığında ise; %93,50'sinin eğimi 0 ile 10 derece, %5'inin eğimi 10 ile 20 derece, %1'inin 20 ile 30 derece, %0,2'sinin 30-50 derece, %0,002'sinin eğimi 50 dereceden az bölgeler olduğu belirlenmiştir (Anıt, 2013).

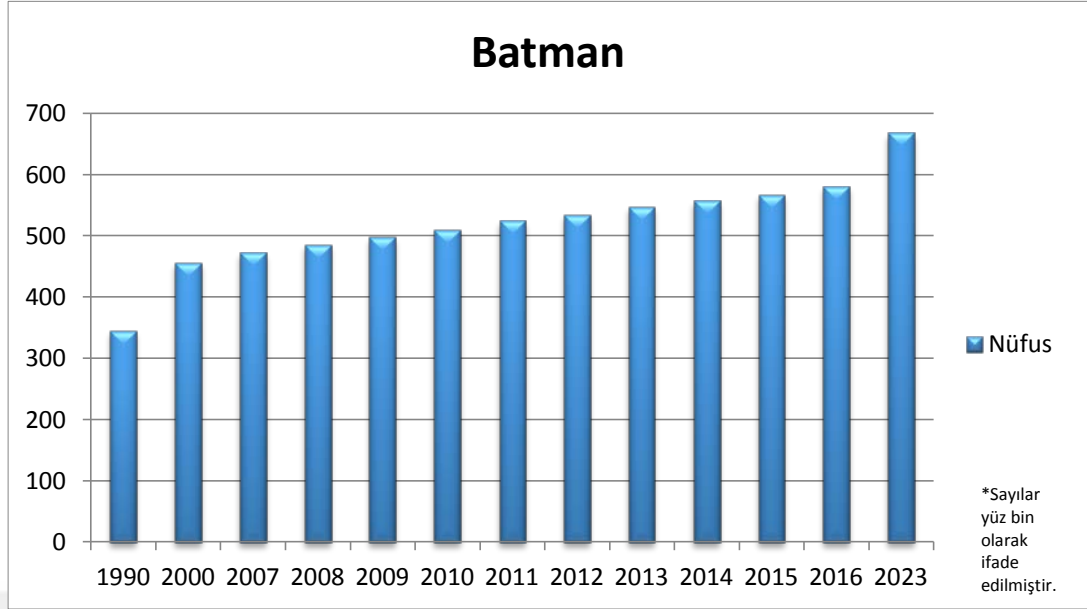
Batman ilinin uygun yerleşim alanlarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda elde edilen veriler ışığında ulaşılan neticelerden de bahsetmek gerekmektedir. İskan bölgeleri tercih edilirken eğimin 0° ile 10° aralığında olmasına önem gösterilmelidir. Yerleşime açılacak alanlarda güney, güneybatı yönleri tercih edilmelidir. Ayrıca bu manada bataklık bölgeler, meralar, kuru ve sulu tarım alanlarına mesafeli bulunulmalı, tarıma açık olmayan yerler seçilmelidir. Yerleşim yerlerinin akarsuya yakın kısımlarına kurmaktan kaçınılmalı, akarsuya 100 m'den uzak alanlar tercih edilmelidir. Yerleşim yerleri yola 0-500 m uzaklık aralığında seçilmelidir. Muhtemel taşkın tehdidinden ve Batman ilinin çanak yapısı kaynaklı hava akışının yavaşlığının negatif tesirinden korunmak için yükseklik 690-750 m aralığı seçilmelidir (Anıt, 2013).

1950 yılında 915 nüfuslu bir köyden, 2016 yılı genel nüfusu 580,903 kişi olan bir kente dönüşen Batman'da, uzun yıllar öncesinden günümüze bakıldığında pozitif yönlü bir nüfus artışı söz konusudur (Şekil 1.7.).



Şekil 1.6. Batman ili uygun yerleşim alanı haritası (Anıt, 2013)

2023 yılı nüfus projeksiyonlarında bu sayının 670 bin sınırını zorlayacağı öngörülmektedir. Sanayileşme yatırımları ve ekonomik olanakların artmasıyla birlikte içerisinde bulunduğumuz yüz yılın koşulları şehri hem iç hem de dış göçle karşı karşıya bırakmaktadır. İldeki göç olgusunun altında başta işsizlik, daha iyi koşullarda yaşama isteği ve güvenlik sorunları yatmaktadır. Petrolün varlığı ve buna bağlı yatırımların cazibe merkezi haline getirdiği ilde büyük bir



Şekil 1.7. Batman ili'nin yıllara göre nüfus dağılımı

nüfus hareketliliği yaşanmaktadır. Nüfus artış hızı Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Türkiye ortalamalarının üzerindedir. Petrol, tarım ve hayvancılığa dayalı olan Batman ekonomisinde sanayi yatırımları henüz istenen düzeye ulaşamamıştır. Civar illere kıyasla ormanlık alanları nispeten fazla olmakla birlikte, pamuk ve tütün yetiştiriciliği eski önemini yitirmiştir. Uygulanan tarım ve teşvik politikaları, ilde farklı ürünlerin ön plana çıkmasını sağlamış, her türlü ekim ve dikime uygun olan kültür arazilerinde seracılık dahil farklı alternatifler denenerek tarımsal üretim çeşitliliğinin sağlanması amaçlanmaktadır. Geliştirilen teşvik düzenlemeleri ve sağlanan kolaylıklar ilde üçüncü organize sanayi bölgesinin kurulmasını sağlamıştır. Hızla gelişmekte olan inşaat sektörü de gerek istihdam kapasitesi gerekse doğrudan ve dolaylı olarak beslediği sektörler dikkate alındığında pozitif bir ivme yakalanmasına yol açmıştır. Her anlamda genişleme gösteren Batman ekonomisi dinamik nüfusu, sermaye potansiyeli ve hizmet sektöründeki başarıları ile gelecek vaat etmektedir. Petrol, ilk rastlanıldığı 1940 yılından günümüze şehrin en önde gelen yeraltı kaynağıdır. Hasankeyf ve Beşiri sahalarında jips, Kozluk sahasında sodyum, Sason'da ise mermer yatakları ve barit madeni vardır. Kozluk Taşlıdere mevkiinde jeotermal kaynak, Sason Örenağı'nda bakır ve demir madenleri ile merkez İkiztepe'de de tuğla üretimine uygun rezervler söz konusudur.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bitlis-Zagros kenet kuşağının hemen güneyinde bulunan inceleme alanında, 1961 yılından günümüze kadar bölgesel ve il geneli anlamında yerli ve yabancı birçok araştırmacı inceleme/etüt yapmıştır. Gerçekleştirilen çalışmalar kronolojik olarak aşağıda özetlenmiştir. Kırda Dağı yakın çevresi, TPAO tarafından petrol arama etütleri kapsamında uzun yıllardır araştırılmaktadır. Ancak bu araştırmalar jeolojik anlamda yeteri kadar literatür bilgisine dönüştürülememiştir.

Ardel (1961), "Güneydoğu Anadolu'da Coğrafi Müşahedeler" adlı çalışmasında Batman ilinin doğu kısmında, önemli kısmı inceleme alanı dışında kalan ve Raman Dağı'nın kuzey eteklerindeki dalgalı düzlüklerden meydana gelen alan Tilmis Ovası olarak adlandırılmıştır. Tilmis köyü kuzeydoğusunda bazalt lav platoları bulunduğunu, çakıl ve kumlar üzerine yayılan bazaltların bariz kornişler meydana getirdiğini ifade etmiştir.

Temple ve Perry (1962), "Güneydoğu Türkiye'de Jeoloji ve Petrol Oluşumu" adlı incelemesinde yöredeki Oligosen yığılmasının transgresyon mamülü olan Orta-Üst Miyosen yaşlı formasyonlarca üzerlendiğini ifade etmiştir.

Righi ve Cortesini (1964), "Gravity Tectonics in Foothills Structure Belt of Southeast Turkey (Güneydoğu Türkiye'nin Dağ Eteklerinde Gravite Tektoniği)" adlı makalelerinde, yöredeki bütün formasyonların geç tersiyerdeki tektonik hareketliliğe maruz kaldığını; Alt Eosen sonuna kadar devam eden bölgesel bir regresyonu Orta Eosen'de başlayan bir transgresyonun izlediğini de ortaya koymuşlardır.

Yüzer (1965), "Batman Çayı Üzerinde Malabadi-Hüseyinkan Barajı Rezervuar Sahasının Jeolojik Etüdü" adlı doktora tezinde, Güneydoğu Anadolu Jeolojisi'nin sistematik olarak ilk kez 1933-1934 yıllarında C. Taşman yürütücülüğündeki jeolog bir ekip tarafından incelendiğini; Ericson tarafından 1939'da Silvan Dağı'nda bulunan kireçtaşlarına ait yaşın Burdigalien olarak saptandığını;

1954'de ise Tolun tarafından (Tolun, 1954) 1/100 000 ölçeğindeki haritada ilk stratigrafik ayrıma gidildiğini söylemektedir.

Altınlı (1966), "Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun jeolojisi" adlı çalışmasında, yörenin genel hatlarıyla jeolojisini tasvir etmiş; bölgenin Üst Miyosen yaşlı litolojilerinin yumuşak karakterli kitle hareketi ve heyelana uygun lagüner-gölsel ve karasal tortullardan meydana geldiğini; Midyat Kireçtaşları'nın güneye bakan sürekli dik tepeler oluşturduğunu; yörede Pliyosen'in bir tahrip devresi olarak değerlendirilebileceğini belirtmektedir.

Açıkbay vd., (1979), "Geology And Petroleum Possibilities of Southeast Turkey" (Güneydoğu Türkiye'de Jeoloji ve Petrol Olasılıkları) isimli raporlarında Gercüş Formasyonu'nu Alt Eosen yaşlı klastik kayalardan müteşekkil ve Midyat Grubu'nun tabanını oluşturduğunu; Hoya Formasyonu'nun Alt Eosen-Alt Oligosen yaşındaki dolomit ve kireçtaşlarından meydana gelen istif olduğunu; Germik Formasyonu'nun ise Orta Eosen-Oligosen yaşındaki dolomit ara malzemeli evaporitlerden oluşan istif olduğunu ifade ederek Midyat Grubu'na ait istifi güncel biçimiyle ifade etmiştir.

Perinçek (1980), "Arabistan Kıtası Kuzeyindeki Tektonik Evrimin, Kıta Üzerinde Çökelen İstifteki Etkileri" adlı bildirisinde, Germik Formasyonu'nu ile alakalı olarak evaporitik ortamda, sınırlı şartlar altında regresif bir denizel ortamda meydana geldiğini; Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin, Oligosen süreci ve bitiminde yoğun tektonizmanın tesirine maruz kaldığını ve yörede mühim paleocoğrafik değişimler geliştiğini ifade etmiştir. Ayrıca bölgedeki çeşitli yapısal bileşenlerin söz konusu hareketlenmelerle ilgili olarak geliştiğini ve Eosen ortası ve sonrası regresyonun nedeninin tektonizma olduğundan, Eosen-Oligosen denizinin şeklini değiştirdiğinden söz etmiştir.

Duran vd., (1988), "Güneydoğu Anadolu'da Midyat ve Silvan Grupları'nın Stratigrafisi, Sedimentolojisi ve Petrol Potansiyeli" ve "Güneydoğu Anadolu'da Midyat ve Silvan Grupları'nın Stratigrafisi, Sedimentolojisi ve Paleocoğrafyası, Paleontolojisi, Jeoloji Tarihi, Rezervuar ve Diyajenez Özellikleri ve Olası Petrol

Potansiyeli (1989)" isimli raporlarında, Germik Formasyonu'nun dolomit ara katkılı şeyl jips litolojilerinden oluştuğunu, Gercüş Formasyonu'nun çakıltası, kumtaşı, şeyl, marn, silttaşı ve killi kireçtaşı-kireçtaşından oluştuğunu; Hoya Formasyonu'nun ise ince-çok kalın tabakalı-som kireçtaşı ve dolomitten oluştuğunu ortaya koymuştur. Midyat Grubu'na ait bu birimlerin akarsu-alüvyon yelpazesi, derin deniz-şelf kıyısı tortullarından oluştuğunu belirtmişlerdir.

Ercan vd., (1991), "Karacadağ Volkanitleri'nin Jeolojisi ve Petrolojisi" adlı yayınlarında, Doğu Anadolu'da Arap Levhası'nın kuzey yönlü yöneliminin neticesi oluşan sıkışma rejimi tesiriyle, sekonder kırık hatlarının zayıflık bölgeleri oluşturduğunu söylemişlerdir. Ayrıca manto malzemesi toleyitik bazaltik magmanın yüzeye çıktığını ve Karacadağ Volkanitleri'nin Üst Miyosen döneminde Şelmo Formasyonu çökelişi sonrası geniş düzlüklere yayıldıklarını belirtmişlerdir. Piroklastiklerin ilk olarak çıkışlarıyla başlayan magmatizmanın zamanla 3 evre ve çok sayıda fazla yüzeyledikleri, tamamının bazaltik son ürünler biçiminde zamanla Kuvaterner'e kadar çıkışlara devam etmiş olduklarını da ayrıca ifade etmişlerdir.

Yılmaz ve Duran (1997) tarafından TPAO (Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı) Genel Müdürlüğü Araştırma Merkezi Grubu Başkanlığı'nca eğitim yayını olarak hazırlanan Güneydoğu Anadolu Bölgesi Otokton ve Allokon Birimler Stratigrafi Adlana Sözlüğü'nde Batman geneli inceleme alanını da kapsayacak şekilde formasyon formasyon ortaya konulmuştur. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin jeolojisi hakkında önemli bir arşiv niteliğindeki bu derleme çalışma, bölgesel anlamda da araştırmacıların kullandıkları kaynak bir eser konumundadır.

Akdeniz (2003) "Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Depremselliği, Kabuk ve Üst Manto Yapısı ve Deprem Riskinin İncelenmesi" isimli yüksek lisans tezinde bölgenin tektonik risk faktörü ele alınmıştır. Bu bağlamda Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ni dokuz farklı bölgeye ayırarak incelemiştir. Bu çalışmaya göre bölge sismik anlamda durgundur. Sismik aktivitenin durgunluğu ve geriye dönük yeterli verinin olmayışı sismik boşluk savını güçlendirmektedir. Diyarbakır'ın

kuzey-kuzeybatı istikametinde işaretlenen bu boşluk, Batman ilini de rahatlıkla etkileyebilecek bir tektonik bir risk olarak değerlendirilmiştir.

Doğan (2005), “Yukarı Dicle Vadisi’nin Holosen Flüviyal Gelişimi (Holocene Fluvial Development of the Upper Tigris Valley (Southeastern Turkey) as Documented by Archaeological Data)” adlı makalesinde Yukarı Dicle Vadisi’ndeki 4-5m ve 2-3m sekilerinin Holosen’de oluştuğunu; +10m terasa gömülmüş olan +4-5m terasını oluşturan vadi kesitinin Geç Pleistosen’de meydana geldiğini belirtmiştir.

Yıldırım ve Karadoğan (2005) “Raman-Gercüş Antiklinalleri Arasında Dicle Vadisinin Jeomorfolojisi” isimli çalışmalarında Raman ve Gercüş antiklinalleri arasındaki Dicle nehri vadisinde jeomorfolojik açıdan oldukça zengin ve ilginç özellikler gösteren jeomorfolojik birimler ve olaylar tespit ederek oluşum mekanizmalarını açıklamaya çalışmışlardır. Dicle Nehri’nin, Diyarbakır havzasından kenar kıvrımları kuşağına girdiği bölümde yer alan ve Raman-Gercüş antiklinalleri arasında yer alan vadisinin, bölgenin genç neotektonik dönem jeomorfolojik gelişimine ışık tutacak özelliklere sahip olduğunu vurgulamışlardır.

Tonbul, S. ve Sunkar, M. (2008). “Batman Şehrinde Yer Seçiminin Jeomorfolojik Özellikler ve Doğal Risk Açısından Değerlendirilmesi” adlı bildirilerinde il merkezinde yaşanan ve yaşanması mümkün deprem ve taşkın gibi riskleri ele alarak çözüm önerilerinde bulunmuşlardır.

Lustrino vd., (2010), “Early Activity of the Largest Cenozoic Shield Volcano in the Circum-Mediterranean Area: Mt. Karacadağ, SE Turkey” isimli çalışmalarında 0,01 My ile 11 My aralığında yaşlandırdığı Karacadağ Volkanizması’nın (BZK güneyi) polibarik derinliklerde ve %2 ile %10 arasında değişen derecelerde kısmi ergime ile geliştiğini, heterojen manto kaynaklarından beslendiğini belirtmiştir. Anorojenik magma bileşimindeki volkanitlerin karışık garnet-spinel fasiyes peridotitlerinden türetildiğini ifade etmektedir. Ayrıca yazara göre Sr-Nd izotopik oranları, heterojen manto

kaynaklarının varlığını doğrulamaktadır. Nadir manto ksenolitlerinin varlığına dayanarak magmanın sığ kabuk derinliklerinde fazla kalmayarak, yüzeye hızlı bir yükselim yaptığını ileri sürmektedir. Karacadağ Volkanitleri'ni meydana getiren litosferik magmanın zenginleşmiş $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ bileşimleri (0,7055'e kadar) ve tüketilmiş $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ bileşimlerinin (0,7030'a kadar) birlikte bulunmasıyla karakterize olduğunu, bu durumun da BZK'ya yakın heterojen manto bölgelerinin varlığına kanıt olduğu değerlendirilmektedir.

Yıldırım ve Karadoğan (2011), "Raman Dağları Güney'inde (Dicle Vadisi) Morfometrik ve Morfotektonik Analizler" isimli makalelerinde, Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağı'nın oluşumunu sağlayan, Arap Plakası'nın kuzey-kuzeydoğuya (Avrasya'ya) doğru sürüklenerek, Anadolu Levhası'nın altına dalması sağlayan kuzey-güney yönlü sıkışma rejiminden etkilendiğini; Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağı'nın hemen güneyinde yer alan ve Jura tarzı kıvrımlardan oluşan ve genelde denizel, zaman zaman da gölssel sedimanların kıvrılması-kırılmasıyla bölgede tektonik aktivitenin devam ettiğini ifade etmişlerdir. Bölgenin jeolojik yapısı incelendiğinde, Tersiyer yaşlı formasyonların yaygın oluşunun hemen göze çarptığını; genel olarak Paleojen (özellikle Eosen ve Oligosen) tortulların yaygın olduğunu, bölgede Eosen'in her dönemine ait tortullarla temsil edilen Hoya (Midyat) Formasyonu yüzeylettiğini; topoğrafyanın aşındırıldığı yerlerde ise Alt Eosen yaşlı Gercüş Formasyonu ile Paleosen yaşlı Germav Formasyonu mostra verdiğini ifade etmişlerdir. Dicle Nehri vadi tabanı ile dağlık kuşak arasında Miyo-Pliyosen depolarından oluşmuş Şelmo Formasyonu'nun geniş bir alan kaplamakta olduğuna da değinmişlerdir.

Sunkar, M. ve Tonbul, S. (2012), "İluh Deresi (Batman) Havzası'nın Jeomorfolojisi" isimli çalışmalarında İluh Deresi Havzası'nın, Üst Miyosen-Pliyosen Diyarbakır Havzası'nın güneydoğu kısmını oluşturmakta olduğunu; tektonik olarak kenar kıvrımları kuşağında bulunan havzanın güneyden Raman Antiklinali'nin oluşturduğu Raman Dağları ve doğu-kuzeydoğudan Kıra Dağı ile sınırlandırılmış olduğunu ifade etmişlerdir. Bu alanın Diyarbakır Havzası bünyesinde Üst Miyosen-Pliyosen süresince devamlı tortullaşma bölgesi özelliğini korumuş olduğunu; havzayı güneyden sınırlandıran Raman Dağı'nın

ise Oligo-Miyosen'deki kıvrımlanma hareketleri sonucunda belirlediğini de ilave etmişlerdir. Yazarlara göre aynı süreçte Kırda Dağı'nın temel düzeylerinde dikkati çeken Eosen birimleri de kıvrımlanmış, ancak Kırda Dağı'ndaki birimler Raman Dağı kadar rakım kazanamamıştır ve Şelmo Formasyonu tarafından örtülmüştür. Ayrıca Kuvaterner'de de Şelmo Formasyonu'nu üzerleyen bazaltlar yerleşerek Kırda Dağı'nın bir dağ şeklinde görüntü kazanmasını sağlamıştır. Kırda Dağı çevresinde alt seviyelerinde kıvrımlı yapı emarelerinin varlığı, bu bölgenin olası bir antiklinal olduğunu göstermekte olduğu da ifade edilmiştir. Neticede İluh Deresi Havzası'nın bu iki antiklinal arasında geniş bir senklinale karşılık gelmekte olduğu ve havzanın dış drenaja açılmasını takiben bazı bölümlerinin akarsular tarafından parçalanarak dalgalı bir ova görüntüsü kazandığı vurgulanmaktadır.

Lustrino vd., (2012), " Heterogeneous Mantle Sources Feeding the Volcanic Activity of Mt. Karacadağ (SE Turkey)" heterojen manto kaynaklarının Karacadağ'daki volkanik aktiviteyi beslediğini öne sürdükleri çalışmalarında, volkanizmayı Siverek (11-2,7 My), Karacadağ (1,9-1,0 My) ve Ovabağ (0,4-0,001 My) olmak üzere üç ana aşamaya ayırmışlardır. Görülen jeokimyasal varyasyonları, mineralojik ve kimyasal olarak heterojen bir manto kaynağının kısmi ergime sürecinin tesiri olarak yorumlamışlardır. Akdeniz bölgesi etrafında yaygın olan ortalama anorojenik hafif alkali-sodik kayalara benzetildiği KV (Karacadağ Volkanitleri) bileşiminin HIMU-OIB tipi kompozisyonlara yakınlığını belirtirken, Sr izotopik oranlarının BSE değerlerinin ve Nd izotopik oranlarının da CHUR değerlerinin altında olduğu verilerle ortaya koyulmaktadır. Karacadağ manto ergiyiklerinin üst kabuk litolojileri ile belirgin bir etkileşimi reddedilirken, son derece sınırlı bir etkileşim değerlendirilmekte ve Arap litosferik mantosundaki heterojenliğe dikkat çekilmektedir

Yeşilova ve Helvacı (2012), "Batman-Siirt Kuzeyi Stratigrafisi ve Sedimentolojisi" isimli makalelerinde Lice Formasyonu'nu Yapılar Üyesi ve Sulha Üyesi olmak üzere iki üyeye ayırmışlar; Sulha Üyesi'nden derlenen örneklerden elde edilen verilere göre Lice Formasyonu'nun Alt-Orta Miyosen dönemi boyunca gel-git üstü sabka fasiyesinde çökeldiği sonucuna varmışlardır.

Kıra Dağı Bazaltları'nın yaş olarak Orta-Üst Miyosen Şelmo Formasyonu ve Pliyosen Lahti Formasyonu'nun üzerinde bulunması sebebiyle Üst Pliyosen-Pleyistosen olarak verilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Ekici vd., (2012), "Polybaric Melting of a Single Mantle Source During the Neogene Siverek Phase of the Karacadağ Volcanic Complex, SE Turkey" isimli çalışmada Karacadağ Volkanitleri'nin plato bazaltı karakterindeki Siverek evresini incelemiş, uyumsuz element konsantrasyonlarını baz alarak evre magmasını iki gruba ayırmış ve bu ayırımı neden olarak ta izotopik olarak benzer kaynaklardan türemelerine rağmen farklı derecelerdeki kısmi ergimeleri göstermiştir. Evre bazaltlarının litosferik mantodaki mafik damarlardan katkı almadan, sadece peridotitik mantodan türediğini vurgularken; derin ve sık kaynaklar arasındaki izotopik heterojenlik veya litosferik mantodaki mafik zenginleşmelerin ergimesine dair kanıtlar bulunamadığının altını çizmiştir. Çalışmaya göre Siverek lavları ile Afar Üçlü Kavşağı'ndan (Afar Triple Junction) türetilen mantonun ilgisi yoktur. Önerilen modele göre; Neojen boyunca hareket eden incelmış veya zayıflatılmış Arap Plakası altında kalan manto, plakanın kuzeye göçü sırasında yükselerek evre bazaltlarını meydana getirmiştir

Keskin vd., (2012), "The Geochronology and Origin of Mantle Sources for Late Cenozoic Intraplate Volcanism in the Frontal Part of the Arabian Plate in the Karacadağ Neovolcanic Area of Turkey. Part 2. The Results of Geochemical and Isotope (Sr-Nd-Pb) Studies" adlı makale okunduğunda şu sonuçlar dikkati çekmektedir. Arap Plakası'nın ön kısmında yer alan Karacadağ neovolkanik bölgesi için yürütülen jeokimyasal ve izotop jeokimyasal çalışmada edinilen verilere ve ilgili petrolojik modellemelere göre, bölgedeki ebeveyn magmaların petrojenezi iki farklı kompozisyondaki magma kaynağını işaret etmektedir. Bunlardan biri astenosferik mantonun garnet taşıyan peridotitleri, diğeri ise zenginleştirilmiş litosferik mantonun spinel taşıyan peridotitleridir. İki farklı manto derinliğinde bulunan magmaların ergimesi polibarik karakterde olup, ulaşılan sonuçlar Lustrino vd. (2010)'nin Karacadağ magmatik sistemi için önerdiği metasomatize olmuş tek bir üst manto modeli ile uyumlu değildir. Bölgedeki volkanik aktivitenin evrimi sırasında magma odalarının primitif

magmalar ile periyodik olarak yenilenmesi, genç efüzif kayaçların bileşimindeki yüksek dereceli homojenliğe yol açmıştır. Önerilen modele göre; magmatik sistem evriminin erken evrelerinde derin yerleşimli astenosferik magmalar yüzeye yükselirken, üst manto derinliklerinde üretilen ergiyikler ile yoğun bir etkileşime girmiştir. Bu etkileşimin azalmasıyla birlikte, daha sonra meydana gelen kayaçların çoğu, primitif astenosferik magmalarinkine benzer kompozisyonlara sahip olmuştur

Anıt (2013), “Batman İli’nin Uygun Yerleşim Alanlarının Belirlenmesi” adlı yüksek lisans tezinde; yerleşime uygun olmayan alanların Batman’ın şehir merkezinde ciddi bir yer kapladığını, Şelmo Formasyonu ve alüvyon tabanlı il merkezinde %19,60 oranında yerleşime uygun olmayan bir oran tespit etmiştir. Bunun nedeninin ilgili alanlardaki formasyon bileşenlerinin zayıf ve mukavemetsiz birimlerden meydana gelmesi, yüksekliğin az ve eğimin düşük olmasından kaynaklanmakta olduğunu ifade edilmiştir.

Yeşilova ve Helvacı (2013), “Germik Formasyonu Oligosen Evaporitleri’nin (Kurtalan, GB Siirt) Diyajenezi ve Paleocoğrafik Gelişimi” isimli makalelerinde Germik Formasyonu’nun oluşum ortamı ve paleocoğrafik gelişiminin ortaya konulması açısından Kuzey-Güney ve Batı-Doğu yönelimli ölçülü stratigrafik kesitleri deneştirerek korelasyon yapmışlar; bu karşılaştırmalar neticesinde Germik Formasyonu’nda belirlenen evaporitik litofasiyesler ile ardalanmalı birimler ve bu fasiyeslerdeki sedimanter yapılar olan, kıvrımlı stromatolitik algal yapı gibi birimlerin kıyasal sabka-sığ denizel aralığında değişen ortamlarda depolandıklarını göstermişlerdir. Ayrıca elde edilen karşılaştırmalara göre Hoya ve Germik Formasyonları’nı meydana getiren deniz, çökelmenin artması ve malzeme depolanımı neticesi artarak derinleşen, daha sonra sığ ortam, neticede akarsuların hâkim olduğu çamur düzlüklerinin geliştiğini ve tamamen karasal ortama dönüştüğünü ifade etmişlerdir.

Koçbulut vd., (2013), “Palaomagnetic Study of the Karacadağ Volcanic Complex, SE Turkey: Monitoring Neogene Anticlockwise Rotation of the Arabian Plate” isimli çalışma gerçekleştirmişlerdir. Buna göre, Karacadağ Volkanik

Kompleksi'nin paleomanyetik çalışmasının yapıldığı araştırmada, Arap Plakası'nın Neojen'de saat yönünün tersine yaptığı dönme izlenmiş, lav yerleşiminin üç ana evrede gerçekleştiği teyit edilmiştir. Sonuçlar, Arap Plakası'nın yaklaşık 11 My'dan sonra saat yönünün tersine döndüğünü ve bu rotasyonun büyüklüğünün yaklaşık 2 My önce 5-10 derecede sabit olduğunu doğrulamaktadır. Arap Plakası'nın aksine, Anatolidler'de KAFZ ve DAFZ arasındaki tektonik rotasyonlar sistematik bir şekilde dağılmakta ve değişkenlik göstermektedir.

Efe (2014), "Batman Çayı'nın Taşkın Analizinin Hec-Ras Programıyla Yapılması" isimli çalışmasında Batman şehir merkezinde yer almakta olan çay yatağında yaklaşık 5 metreye varan alüvyon tabakasının altında yer alan yarı geçirimli-geçirimsiz Şelmo Formasyonu'nun suyun daha alt seviyelere sızmasına mani olarak taşkın etki miktarını arttırdığını belirtmiştir.

Kalkan (2014), "Kıra Dağı (Batman) Bazaltları'nın Petrojenezi" adlı yüksek lisans tezi çalışmasında, Kıra Dağı yöresinde yüzeyleyen bazaltların Pliyosen yaşlı olduklarını; jeokimyasal olarak bazanit ve trakibazalt olarak sınıflandırılmaları gerektiğini ve söz konusu bazaltların alkalın karakterli olduklarını ifade etmiştir. Sınırlı sayıda kaya analizi yapılarak gerçekleştirilen çalışmada; yaş analizi, mineral kimyası, izotop kimyası gibi detaylara değinilmemiştir. Bazaltların mineral parajenezini ise plajiyoklas, sanidin, olivin, piroksen ve opak minerallerin oluşturduğuna yer vermiştir. Ayrıca konuyla ilgili kaynak ve köken yorumlarında da bulunulmuştur.

Işık vd., (2014), "Batman çevresinde Şelmo Formasyonu'nun Mineralojik, Jeokimyasal ve Radyolojik Karakterizasyonu (Mineralogical, Geochemical and Radiological Characterisation of Selmo Formation in Batman Area, Turkey)" adlı makalelerinde, Şelmo Formasyonu'nun karakterize eden mineralojik, jeokimyasal ve radyolojik niteliklere dair bilgiler ortaya koyarak; alınan örneklerden ölçülen radyoaktivite konsantrasyonunun tavsiye edilen güvenlik sınır değerlerinin altında olduğunu belirtmişlerdir.

Ekici vd., (2014), "Foreland Magmatism During the Arabia-Eurasia Collision: Pliocene-Quaternary Activity of the Karacadağ Volcanic Complex, SW Turkey" isimli makale çalışması gerçekleştirmişlerdir. Buna göre, Avrasya-Arabistan levhalarının çarpışması sırasındaki ön ülke magmatizmasının tartışıldığı ve bu bağlamda Karacadağ Volkanik Kompleksi'nin Pliyo-Kuvaterner aktivitesini temsil eden Karacadağ ve Ovabağ evrelerinin ele alındığı diğer bir yaklaşıma göre; Kuzey Arap Levhası'ndaki farklı birçok plaka içi lokasyonda olduğu gibi Karacadağ Volkanizması, sıg, izotopik olarak zenginleştirilmiş mantodan elde edilen eriyik karışımlarını temsil etmekle birlikte, daha derinlerde daha fazla tüketilmiş manto ile karşılaşmaktadır. Karacadağ'daki manto yukarıda ifade edilen Arap Levhası'ndaki kaynak alanlarından flogopit içermesi bakımından ayrılmaktadır ve Afar manto sorgucu katkısı ihtiva etmemektedir. Önerilen modele göre; magmatizmanın Siverek evresi (Miyosen fazı) ürünleri, ergimenin bir sonucu olarak Arap Plakası'nın kuzeye ve doğuya göçü sırasında mantonun litosferik zayıf bir noktadan yükselmesiyle meydana gelmiştir. Karacadağ ve Ovabağ evreleri ise bu süreçte yenilenen ergimeyi temsil etmektedir. Bu iki evreye ait magma kümelerinin çoğu 5 Mpa'lık bir basınç altında FC ile üst-alt kabuk sınırında bir farklılaşma göstermekte iken; garnet-lertzolit ergiyiklerinin baskın olduğu magma kümeleri ise 22,5 Mpa'lık bir basıncın tesiriyle litosferik manto tabanındaki farklılaşmaya dair kanıt sunmaktadır.

Sinanoğlu (2016), "Batman Güneydoğusu'nda Üst Kretase-Paleojen Yaşlı Birimlerin Mikropaleontolojisi ve Paleoeekolojisi" adlı doktora tez çalışmasında Hoya Formasyonu'nun bol fosilli yüzleklerinden Hazro ölçülü kesitini almıştır. Hoya Formasyonu'nun kireçtaşı düzeylerinde; *A. fragilis* Hottinger, *A. fusiformis* (Sowerby), *A. stercusmuris* Mayer-Eymar, *A. nuttali* (Davies), *R. malatyaensis* (Sirel), *D. aegyptiensis* (Chapman), *H. paleocenica* Sirel, *Somalina stefaninii* Silvestri, *Orbitolites* sp. fosil türleri tanımlanmıştır. Bu bilgiler ışığında tanımlanan fosil topluluğu kireçtaşlarının Bartoniyen (Eosen) yaşında olduğunu; sınırlı ve olabildiğince derin denizel ortam şartlarında gelişen bir çökelimin işaret edildiğini belirtmiştir.

Özdemir vd., (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" isimli araştırma yayınlamışlardır. Buna göre, Bitlis Masifi'ndeki kaynak magma bölgesinden örneklenen lavların (Van Gölü güneyi, BZK kuzeyi, Çatak) bileşimi, basıncı ve sıcaklığının araştırıldığı makalede, Çatak magmasının düşük SiO₂ – yüksek MgO içeriği (sırasıyla ~%40-41 ve %8-9) ve Arap Plakası volkaniklerine benzer Sr/Nd izotopik bileşimleriyle karakteristik oldukları belirtilmektedir.

Söz konusu nefelin bazanitlerin garnet stabilitesi alanında metasomatize litosferik manto içeren amfibol veya flogopit ürünleri olduğu, Arap litosferik mantosunun tabanından kaynaklanan ergimeye işaret ettiği anlaşılmaktadır. Çalışmada Karacadağ volkanı oluşumu ile ilgili yer verilen iki görüşten ilkinde göre, DAFZ'nun başlangıcının doğu-batı gerilimine ve Arabistan Levhası'nın kuzey ucunda Karacadağ'ı meydana getiren volkanizmaya neden olduğu ileri sürülmektedir. Diğer görüşe göre ise; Arabistan'ın ön ülkesindeki Karacadağ Volkanı'nı oluşturan volkanizma, dalma-batma etkisinden yoksun olup, litosferik mantonun garnet stabilize alanından kaynaklanan sınırlı litosferik genişlemenin ürünüdür.

Ekici ve Macpherson (2019), "Convergence-Aligned Foreland Magmatism in the Arabia-Anatolia Collision: Geochronological Evidence from the Karacadağ Volcanic Complex, South-East Turkey" adlı makale yayınlamışlardır. Buna göre, Arabistan ön ülke magmatizmasından örnek olarak KV'den jeokronolojik kanıtların irdelendiği güncel çalışmada; Siverek evresi plato bazaltları 17 My olarak yaşlandırılmakta, Karacadağ'ın oluşumu ile 100km güneyindeki doğu-batı atımlı Abd-El Aziz ve Sincar sıkışmalı antiformlarının gelişiminin eş zamanlı olduğu ve aynı yönlü yükseldikleri ifade edilmektedir.

KV'nin tarihi boyunca meydana gelen magmalar, litosferik türevli bileşenler içermektedir ve astenosferik manto ergiyiği katkısı tüm evreler süresince zaman sınırlaması olmaksızın devamlılık göstermektedir. Önerilen modele göre; Karacadağ'daki litosferin, Arabistan-Anadolu levhalarının çarpışmasıyla

bağlantılı olarak kuvvetli kuzey-güney sıkışması yaşadığı, bu sıkışmanın neticesi olarak ta litosferik-astenosferik mantolarda meydana gelen ergimelerin tekrar tekrar taşınmasının sağlandığı düşünülmektedir. Bu yorum ışığında Karacadağ Volkanizması'nın oluşumunun bir sıkıştırma gerilmesi alanının (compressional stress field) sonucu olduğu düşüncesi ağırlık kazanmaktadır.

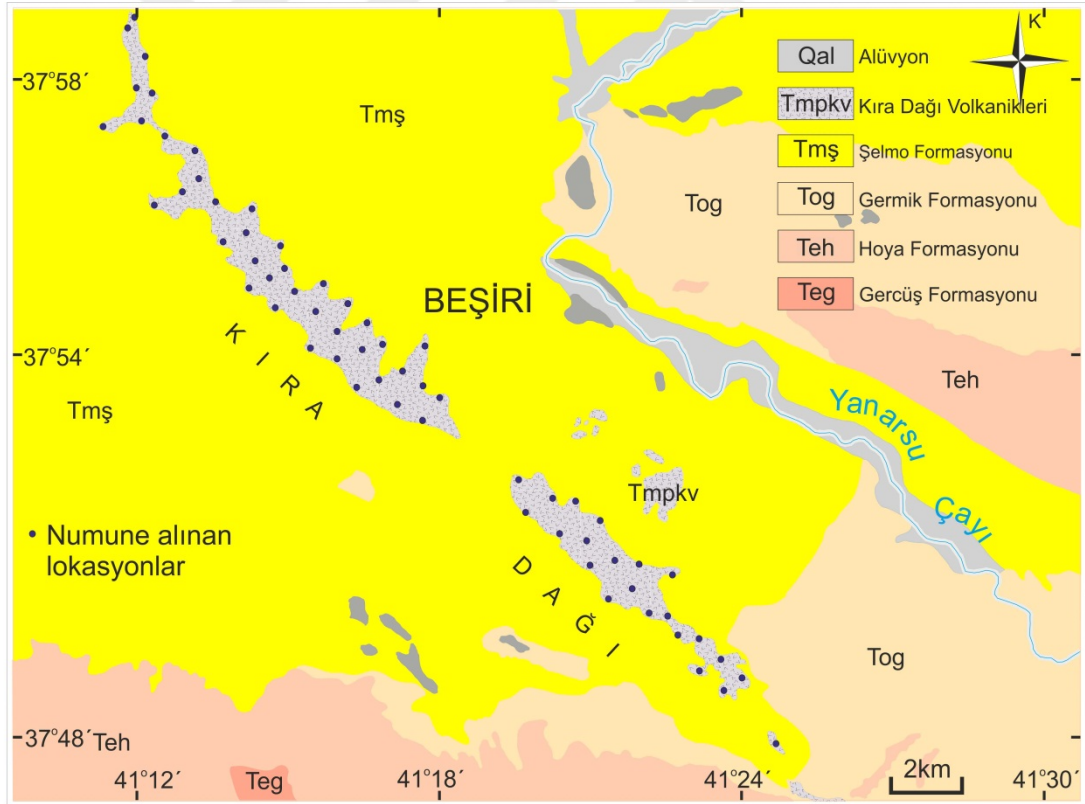


3. MATERYAL VE METOT

Giriş kısmında ifade edilen amaçlar doğrultusunda, laboratuvar, büro ve saha çalışmalarından oluşan sistematik ve programlı bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

3.1. Saha Çalışmaları

Bölgedeki jeolojik çalışmalara inceleme alanı ve çevresine ait 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritalar, jeoloji haritaları ve uydu fotoğrafları kullanılarak, 2014 tarihinde başlanmıştır. 2014-2019 yılları arasında yürütülen arazi çalışmalarında ilk olarak çalışma bölgesinde yüzlek veren litoloji türleri belirlenmiş ve ilgili litolojileri temsil eden taze kayaç örnekleri toplanmıştır (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Numune lokasyonlarını gösterir harita (MTA 2007'den değiştirilerek).

Arazi gözlemlerinde dikkatle incelenen her lokasyondaki tabakalanmalar, fay ve çatlaklar, kıvrımlı yapılar gibi farklı jeolojik özellikler değerlendirilmiştir. Takip edilen bulgular not edilerek mümkün olan her örnek tanımlanmaya çalışılmıştır. Altere olmamış, taze saha örnekleri sistematik olarak numaralandırılarak GPS koordinatları da alınarak konumlandırılmıştır. Analiz için ayrılan numunelerin takviye edilmesi gereken durumlarda, bu veriler kullanılmış ve herhangi bir hataya yer vermeksizin örnekler tekrar aynı noktalardan temin edilmiştir. Çalışma alanıyla ilgili geriye dönük teknik not, bülten, rapor ve yayın gibi literatür olarak değerlendirilebilecek çalışmalar temin edilerek gözden geçirilmiş; önceki bulgulardan atlanılmadan yararlanılmış ve dikkat çeken hususlar ışığında arazi incelemeleri özenle yapılmıştır.

İlgili tez çalışmasının amaçları doğrultusunda inceleme alanına ait jeoloji haritası ve enine kesit hazırlanmıştır.

3.2 Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuvar çalışmaları kapsamında, arazi çalışmaları sırasında edinilen kayaç örnekleri üzerinde jeokimyasal, mineralojik ve petrografik ve çalışmalar yapılmıştır. Bu yapılan incelemeler aşağıdaki kısımlarda verilmiştir.

3.2.1. Petrografik çalışmalar

Saha çalışmalarıyla birlikte yürütülen laboratuvar çalışmaları çerçevesinde çalışma alanı genelinde yüzlek veren noktalardan örnekler toplanmıştır. Alınan taze örneklerle ait yaklaşık 110 adet ince kesit yapılmıştır. İnce kesitler farklı zaman aralıklarında Süleyman Demirel Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Laboratuvarı ve Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Laboratuvarları'nda hazırlanmıştır (Şekil 3.2.). Mineralojik ve petrografik incelemeler için, seçilen kayaç örneklerinden kayaç kesme makinesinde yaklaşık 0.5x2x3.5 cm boyutunda plakalar kesilmiş ve bu plakalar 0.1x2.5x4.6 cm boyutundaki ince kesit camları üzerine Kanada balzamu ile

yapıştırılmıştır. Daha sonra, ince kesitler 0.035 mm kalınlığa kadar aşındırılmıştır. Hazırlanan ince kesitler Leica DM750P marka alttan aydınlatmalı polarizan mikroskopta incelenerek mineralojik bileşim ve dokusal özellikler başta olmak üzere ayrıntılı petrografik determinasyonları yapılmıştır (Şekil 3.3.). Gerekli görülen kesitlerden ölçekli fotoğraflar çekilmiştir. İnce kesitlerin incelemeleri ile elde edilen petrografik sonuçlar litolojilerin belirlenmesinde de kullanılmıştır.



Şekil 3.2. SDÜ İnce kesit laboratuvarındaki kesim makinelerinden görüntü



Şekil 3.3. BATÜ Jeoloji mühendisliği bölümü mikroskop laboratuvarından görüntü

3.2.2. Analiz çalışmaları

Değişik kimyasal analizlere tabi tutulmak üzere petrografik incelemeler sonunda alterasyondan en az etkilenmiş olduğu düşünülen yeterli sayıdaki örnek, Batman Üniversitesi Jeoloji Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde seçilmiştir. Kayaçların jeokimyasal özelliklerinin ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. Majör, minör ve nadir toprak elementleri için analiz edilmek üzere seçilen el örnekleri çeneli kırıcı (Şekil 3.4a.) kullanılarak cm boyutuna inceltilmiştir. Daha sonra havanlı öğütücü (Şekil 3.4b.) yardımıyla 200 mesh ten daha küçük olacak şekilde öğütülmüştür. Yeter sayıda seçilen numuneler, çeyreklemeye metodu kullanılarak, gram ölçeğinde ana, iz ve nadir toprak element analizleri için yollanmıştır. İz elementler ve nadir toprak elementler ppm olarak; majör elementler ise % ağırlık cinsinden tahlil edilmiştir.

3.2.2.1. Majör, minör ve iz element analizleri

Petrografik değerlendirmelerin ardından seçilen örneklerin jeokimyasal (ana oksit, iz element ve nadir toprak element) analizleri İstanbul Teknik Üniversitesi Jeokimya Araştırmaları Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Numuneler Retsch 88100 Mangan marka çeneli kırıcı ve Retsch RM200 marka tungsten karbür bilyeli öğütücü ile toz halinde getirilmiştir. Bu işlemleri takiben 105 derece etüvde yeterli süre bekletildikten sonra iyice karıştırılarak çeyreklemeye yöntemi ile homojen hale getirilmiştir. Her bir numunedan 0.1 gr ile 1 gr arasında tartım alınıp HCL:HNO₃:HF (3:1:0.5) asit karışımıyla 180 °C sıcaklık ve 20 bar basınç altında Berghof marka mikrodalgada çözündürme işlemine tabi tutulmuştur. Tamamen çözünen analit çözeltiler, Perkin Elmer ELAN DRC-e marka ICP-MS, Perkin Elmer Analyst 700 AAS cihazında analiz edilmiştir. Kalibrasyon çözeltileri olarak 10mg/L derişimdeki multi-element ICP-MS kalibrasyon çözeltileri kullanılmıştır.

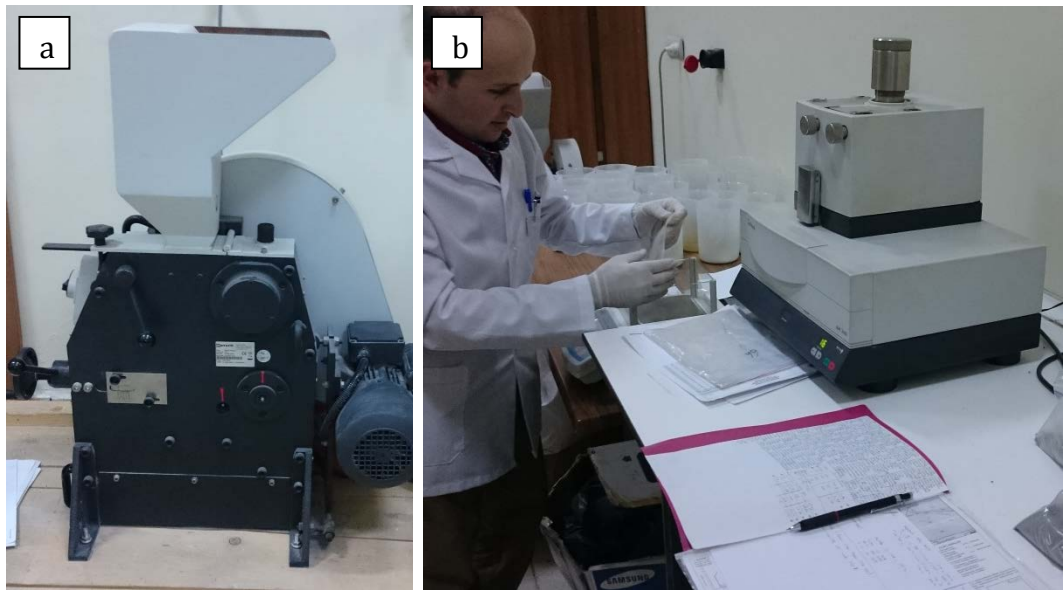
Seçilen kayaç örneklerinde ana elementlerden SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ toplam, MnO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, P₂O₅, L.O.I.; A.Z. (A.Z, Ateşte Kayıp; 1000 °C) iz

elementlerden Rb, Sr, Ba, Zr, Hf, Ta, Th, U, Nb, Y, Cu, Zn, Pb, Cs, Ga, V, Ni, Co, Sc; Nadir Toprak Elementlerinden La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu içerikleri hesaplanmıştır.

3.2.2.2. K-Ar yaş analizleri

İnceleme alanlarında bulunan volkanik kayalar üzerinde yapılan K/Ar yöntemiyle jeotektonik modellemelere sağlayacağı katkı dolayısıyla gerçekleştirilen yaş analizlerini kapsamaktadır. K-Ar yaş saptamaları için örnekler analize gönderilmeden önce ayrışma açısından mikroskop altında dikkatli bir şekilde incelenmiştir. Ayrışma izi görülmeyen, taze örneklerin yaş tespitleri ACTLAB (Kanada)'da yaptırılmıştır.

Bu amaçla K içeriği ICP ile saptanmıştır. Ar analizi gaz spektrometresi üzerine izotop seyreltme işlemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her bir numune temsili miktarlarda alınarak alüminyum kapta tartılmıştır. Yaklaşık 100 °C sıcaklıkta iki gün boyunca bekletilerek yüzey gazlarından arındırılmak amacıyla etüvde (extraction unit) bekletilmiştir. Numunelerin bünyesindeki argon 1700 °C sıcaklıktaki çift vakumlu fırında ayrıştırılmıştır. Radyojenik argon içeriğinin



Şekil 3.4. a) Çeneli kırıcı b) havanlı öğütücü

saptanması, MI-1201 IG kütle spektrometresi üzerinde, izole seyreltme yöntemi kullanılarak her ekstraksiyon işleminden önce numune sistemine tanıtılan ^{38}Ar sivri uçlu çubuğu ile iki kez gerçekleştirilmiştir. Çıkarılan gazlar, iki aşamalı arıtma sisteminde temizlenmiştir. Ardından saf Ar özel olarak üretilmiş manyetik alan kütle spektrometresi (Reinolds tipi) içine sokulmuştur.

Sonuçların tutarlılığını sağlamak için testin iki kez yapıldığı kaydedilmektedir. ^{38}Ar sivri uçlu çubuğun kalibrasyonu için iki küresel kabul görmüş standart ölçülmüştür (Bern 4M muskovit ve 1/65 "Asya" riyolit matriksi). Yaş hesaplamaları için yararlanılan uluslararası sabitlerin değerleri aşağıdaki belirtildiği şekliyle kullanılmıştır:

$$\lambda_K=0.581 \cdot 10^{-10} \text{y}^{-1}, \lambda_{\beta^-}=4.962 \cdot 10^{-10} \text{y}^{-1}, {}^{40}\text{K}=0.01167 \text{ (at.\%)}$$

3.2.2.3. Sr-Nd ve Pb (^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb) izotop analizleri

İncelenmekte olan volkanitlerin Nd-Sr-Pb izotop sistematüğünü belirleyebilmek amacıyla alterasyondan etkilenmemiş, taze kayaç örnekleri seçilmiş ve toz haline getirilmiş kayaç örneklerinden izotop analizleri gerçekleştirilmiştir. İlgili örneklerin ölçümleri uluslararası standartlara göre New Mexico Bureau of Geology & Mineral Resources Institute of Mining & Technology'de yaptırılmıştır. Ayrıca ölçümlerin bir bölümü de Portekiz'deki Laboratório De Geologia Isotópica Da Universidade De Aveiro, Campus Universitário Santiago, 3810-193 Aveiro'da yaptırılmıştır.

Stronsiyum, neodimyum ve kurşun izotopları New Mexico Eyalet Üniversitesi'nde bir *Thermo Scientific Neptün Plus MC-ICP MS* kullanılarak analiz edilmiştir. Kullanılan yöntem ve analitik metotların aşağıdaki biçimde olduğu ifade edilmektedir. Uranyum ve toryum izotop oranları, Faraday kollektörlerinin ^{234}U ve ^{230}Th ile kombinasyonu kullanılarak elektron çarpanı yardımıyla ölçülmüştür. Uranyum ve toryum izotop oranları, ölçülen U4321'e normalize edilmiş ve ThA sonuçları, kazancı düzeltmek ve makine kaymasını düzeltmek için bilinmeyen her üçte biri arasında ölçülmüştür. $^{236}\text{U}/^{238}\text{U}$ ve

$^{226}\text{Ra}/^{228}\text{Ra}$ oranları, $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ U010 oranı kullanılarak belirlenen değerin 2/3'ü kullanılarak makinenin kütle yanlışlığını düzeltmek için 2 atomik kütle birimi (amu) için normalleştirilmiş ve her analitik seansın başında ve sonunda Faraday kollektörleri kullanılarak analiz edilmiştir. $^{229}\text{Th}/^{230}\text{Th}$ oranları benzer şekilde $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ U010 kullanılarak 3 amu kütle yanlışlığı için düzeltilmiştir. $^{226}\text{Ra}/^{228}\text{Ra}$ oranları, tepe sekmesi modunda tek bir SEM toplayıcısı kullanılarak ölçülmüştür. Talyum katkılı Pb izotop çözeltileri Wolff ve Ramos (2003) prosedürleri kullanılarak ölçülmüştür. Neodim, kalsiyum ve baryum çözeltileri, orta çözünürlükte ölçülen kalsiyum izotoplu Faraday toplayıcıları kullanılarak analiz edilmiştir. Tüm numuneler % 2 nitrik çözelti içinde çözülmüş ve % 2 temiz nitrik asit kullanılarak 30 saniye boyunca ölçülen tepelerdeki baz çizgileri, ölçülen tüm oranlardan çıkarılmıştır.

Rubidyum ve stronsiyum izotopları, New Mexico Eyalet Üniversitesi'nde de bir *VG Sektörü termal iyonizasyon kütle spektrometresi* kullanılarak analiz edilmiştir. Stronsiyum $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}=0,1194$ 'e normalize edilmiş, neodim $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}=0,7219$ 'a normalleştirilmiş ve kurşun $^{203}\text{Tl}/^{205}\text{Tl}=0,41892$ 'ye normalize edilmiştir (May ve Watters, 2004). Uranyum ve radyum izotopları, U010 $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}=0,01014$ 'e (Garner ve Machlan, 1981) normalleştirilmiş ve toryum, UCSC ThA $^{232}\text{Th}/^{230}\text{Th}=171,500$ 'e normalleştirilmiştir (Ramos vd., 2016).

3.2.2.4. Elektron mikroprop analizleri

Noktasal ve çizgisel Elektron mikroprob (EPMA) analizleri parlatılmış ince kesitlerden 5 WDS içeren JEOL marka JXA-8230 model cihazda (Şekil 3.5.) Ankara Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM)'nde alınmıştır. Katı maddelerden seçilen mikron ölçeğindeki alanların elementel ve kimyasal analizinin yapıldığı bir teknik olan EPMA (Elektron Prob Mikro-Analiz) odaklanmış elektron demetinin X ışınlarını uyarması esasına dayanmaktadır. Çıkan X ışınları algılanarak spektrometrede analiz edilmektedir. Alınan arazi örnekleri ince kesit olarak hazırlanmıştır. EPMA da düzgün yüzeyli ince kesit ve gerekli olduğu hallerde epokside hazırlanmış katı blokların incelemesi



Şekil 3.5. Elektron mikroprop cihazı

yapılabildiğinden numunelerin çok iyi parlatılmış olması gerekmektedir. Parlatılmış ince kesitlerin 45-47mm uzunluk, 25mm genişlik ve 1mm kalınlık ölçülerinde olmaları gerekmektedir.

Elde edilen parlatılmış ince kesitlerin polarizan mikroskop üzerinde detay incelemeleri yapılarak analizi yapılacak mineraller bölge bölge numaralandırılarak tespit edilmiş, uygun kalemle işaretlenerek daire içine alınmıştır. Çalışma koşulları 20 kV hızlanma voltajı, 10 nA electron demeti ve nokta boyutunda alınmıştır. Na, Mg, Al, Si, Fe, Mn, K, Ca ve Ti için tespit limitleri % 0.04'ün altındadır. Kalibrasyon ve ölçümler için doğal oksit ve mineral referans materyalleri kullanılmıştır. Matriks etkileri JEOL tarafından sağlanan ZAF yazılımı kullanılarak düzeltilmiştir. Karbon kaplama YEBİM'deki Quorum Q150T ES makinesi kullanılarak yapılmıştır. Bu çalışma neticesinde piroksen, plajiyoklas, olivin mineralleri ile opak minerallerin analizleri yapılmıştır.

3.3. Büro Çalışmaları

Arazi safhasından başlayarak laboratuvara kadar devam eden tüm çalışmalar neticesinde elde edilen veriler büro çalışmalarında değerlendirilmiş ve

yorumlanmıştır. Topoğrafik harita üzerine sınırları belirlenen jeolojik harita ve literatür verileri yardımıyla inceleme alanına ait jeolojik harita ve stratigrafik kolon kesit hazırlanmıştır. Petrografik, mineralojik, kayaç analizleri sonucunda elde edilen veriler de çeşitli hazır paket programlarda değerlendirilerek grafik ve tablo haline getirilmiştir. Yazım sürecinde de güncel literatür taramaları sürdürülmüş ve gelişmeler içeriğe yansıtılmıştır. Numunelere ait ince kesitlerden fotoğraf alımı, analiz sonuçlarının yorumlanması, bilgisayar ortamında şekil ve diyagram çizimleri ile yorumlamaları bu süreci kapsamaktadır. Arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları sonucunda ortaya çıkan tüm veriler toparlanarak, yorumlanmış ve neticede “S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu” kurallarına göre tez yazımı gerçekleştirilmiştir.

3.3.1. Literatür taraması

Çalışma alanıyla ilgili araştırmalara kaynaklar kısmında değinildiği şekilde veri bankalarına aktarılamayan çalışmaların özet şekline, daha güncel olanların ise tam metnine erişilmeye çalışılmıştır. Bölge TPAO nezdinde önem arz ettiği için gerek resmi kaynaklar ve gerekse bilimsel araştırmalar, raporlar, yerli ve yabancı makaleler ve bildirilerin ışığında tüm literatür dikkatle değerlendirilmiştir.

3.3.2. Fotoğraf ve harita alımları

Çalışma sahasına ait oluşturulan jeoloji harita çıktıları alt yapısı yeterli baskı noktalarında çizici (plotter) yardımıyla alınmıştır. Kayaçlara ait ince kesitlerin fotoğraf alımları ise Batman Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mikroskop Laboratuvarı’ndaki alttan aydınlatmalı Leica DM750P marka ortoskopik mikroskopu ve görüntüleme ekipmanları kullanılarak elde edilmiştir. Mineral kimyası fotoğrafları ise JEOL marka JXA-8230 model cihaz kullanılarak YEBİM’de kaydedilmiştir. Araştırma sahasını anlaşılır kılacak formasyonları ve formasyon ilişkilerini en iyi ifade edecek nitelikteki fotoğraflama belirlenen tipik lokasyonlarda uygun hava şartlarında gerçekleştirilmiştir.

3.3.3. Tez yazımı

Tez yazımında Microsoft Windows 7 ve 10 ile Microsoft Office programları; Jeokimyasal analiz, grafik çizimi ve yorumlamalarında MinPet, NewPet programı ve MS EXCEL programları; jeolojik harita çizimi, en kesit çizimi ve sütun kesit çizimlerinde ise Corel Draw programlarından faydalanılmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Batman'ın Genel Jeolojisi

Batman ili geneline bakıldığında en yaşlı birim Sason ilçesi kuzeyinde mostra veren gnays ve şistlerle temsil edilen Hizan Grubu Prekambriyen yaşlı kayalardır (Şekil 4.1.). Permiyen yaşlı, metamorfik kayalarla temsil edilen (mermer, rekristalize kireçtaşı, şist ve kuvarsit) Mutki Grubu da Sason ilçesi ve civarında geniş yayılım göstermektedir.

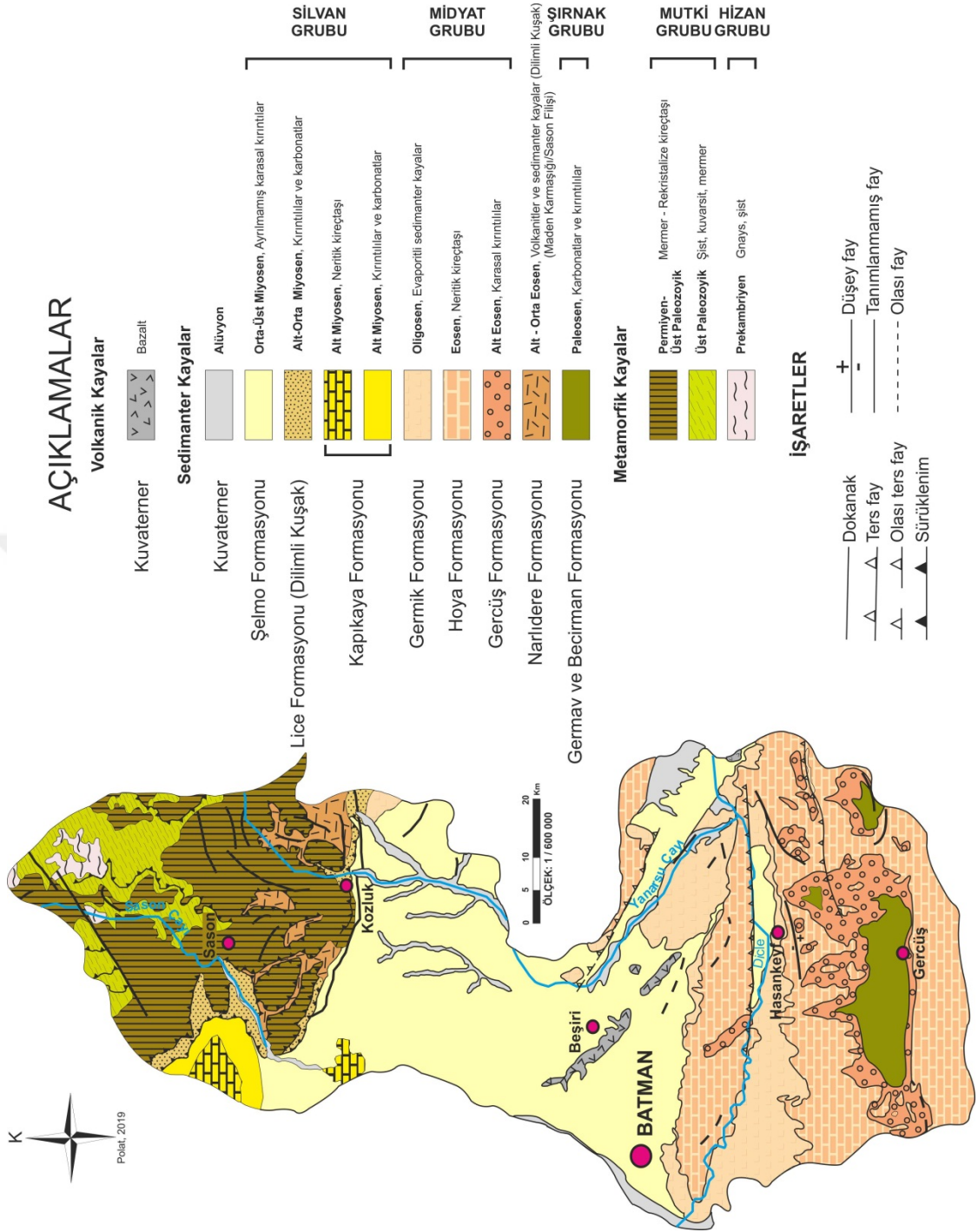
Şırnak Grubu'na ait olan Germav Formasyonu ve Becirman Formasyonu ise sırasıyla Paleosen ve Üst Paleosen yaşlıdır. Her iki formasyon da Gercüş İlçesi ve civarında gözlenmekte olup, Batman genelinde çok geniş yayılım sunmamaktadırlar (Şekil 4.2.). Germav Formasyonu'nun Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki yayılımı çok geniş olup, güney bölgelerimiz boyunca ilerlemekte ve yer yer ülke sınırları dışına kadar çıkmaktadır. Sungurlu (1973) ve Bolat (2012)'a göre formasyonun fosil kapsamı ise geniştir. Becirman Formasyonu Batman İli'nin yanı sıra Adıyaman, Mardin, Siirt ve Şırnak'ta da gözlenmiştir.

Şırnak Grubu formasyonlarının üzerine bindirme ile yerleşmiş olan Midyat Grubu ise il genelinde üç formasyonla temsil edilmektedir. Bunlar Alt Eosen yaşlı Gercüş Formasyonu, Eosen yaşlı Hoya Formasyonu ve Oligosen yaşlı Germik Formasyonlarıdır. Bu formasyonlar çalışma alanında yer almakta olup detaylı bilgileri stratigrafi başlığı altında ifade edilmiştir.

Midyat Grubu'nun üzerinde ise sırasıyla Alt Miyosen yaşlı Kapıkaya Formasyonu; Alt-Orta Miyosen yaşlı Lice formasyonu; Orta-Üst miyosen yaşlı Şelmo Formasyonu ile Üst Miyosen-Erken Pliyosen Yaşlı Kıra Dağı Volkanitleri yer almaktadır. Kapıkaya, Lice ve Şelmo Formasyonları, Silvan Grubu'na ait formasyonlardır. Kapıkaya Formasyonu, Sason İlçesi batısında ve güney batısında haritalanmaktadır. Paleontolojik verilere dayanılarak Alt Miyosen yaşlı olduğu belirtilmiştir (Tetiker vd., 2015).

SENZOZOYİK		YAŞ	GRUP	FORMASYON	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
SENZOZOYİK	NEOJEN	KUVATERNER		Alüvyon		Az pekleşmiş kum, silt, çakıl <i>Uyumsuzluk</i>
		PLİYOSEN		Kıra Dağı Volkanitleri		Bazanit, tefrit, fonotefrit Füme, koyu gri renkte; gaz boşluklu ve kalın tabakalı <i>Uyumsuzluk</i>
		MİYOSEN	Üst	SİLVAN		Konglomera, kumtaşı, şeyl, kilitaşı ve yer yer jips
			Orta-Üst			Jips arakatlı kilitaşı ve silttaşı
			Alt-Orta			Killi kireçtaşı ve yer yer jips
			Alt			Killi kireçtaşı ve yer yer jips
	PALEOJEN	OLİGOSEN		MİDYAT		Jips, şeyl, kilitaşı, silttaşı ve kumtaşı
						Kireçtaşı, dolomit ve killi kireçtaşı
		EOSEN	Alt			<i>Uyumsuzluk</i> Marn, kumtaşı, kilitaşı ve konglomera
		PALEOSEN	Üst	ŞİRNAK		<i>Uyumsuzluk</i> Kireçtaşı, killi kireçtaşı ve marn
						Marn, kilitaşı, kumtaşı ve şeyl
						<i>Uyumsuzluk</i>
PALEOZOYİK		PERMİYEN		HİZAN MUTKİ		Mermer, rekristalize kireçtaşı, şist ve kuvarsit <i>Uyumsuzluk</i>
PREKAMBİYEN						Gnays ve şist

Şekil 4.1. Batman ili genelleştirilmiş ölçeksiz stratigrafik sütun kesiti (Yeşilova ve Helvacı, 2012; Şenel 2007; MTA 2007'den derlenmiştir)



Şekil 4.2. Batman ili sadeleştirilmiş jeoloji haritası (MTA, 2009'dan değiştirilerek)

Lice Formasyonu, Sason İlçesi batısında Kapıkaya Formasyonu ile birlikte yüzlek vermektedir (Kurt, 2013). Formasyon Güneydoğu Anadolu bindirme

kuşağının güney kesiminde var olmakla birlikte, yaygın olarak gözlenebilen bir birimdir (Bağırsakçı vd., 1995; Haspolat, 2013).

Silvan Grubu'na ait son formasyon olan Şelmo Formasyonu ile tezin ana araştırma konusu olan ve radyometrik yaş tayinlerinde Üst Miyosen-Erken Pliyosen yaşı veren Kırda Dağı Formasyonu, çalışma alanında yer almakta olup detaylı bilgilere stratigrafi başlığı altında değinilecektir.

4.2. Çalışma Alanının Stratigrafisi

Çalışma alanı beş farklı formasyondan oluşmaktadır. Bunlar yaşlıdan gence doğru; Gercüş Formasyonu, Hoya Formasyonu, Germik Formasyonu, Şelmo Formasyonu ve Kırda Dağı Volkanitleri'dir (Şekil 4.3. ve Şekil 4.4.). Bu birimler Batman ili sınırları içerisinde yüzeylemekle birlikte, volkanitler hariç komşu iller ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi genelinde de görülmektedirler.

4.2.1. Gercüş formasyonu

4.2.1.1. Tanım ve yayılım

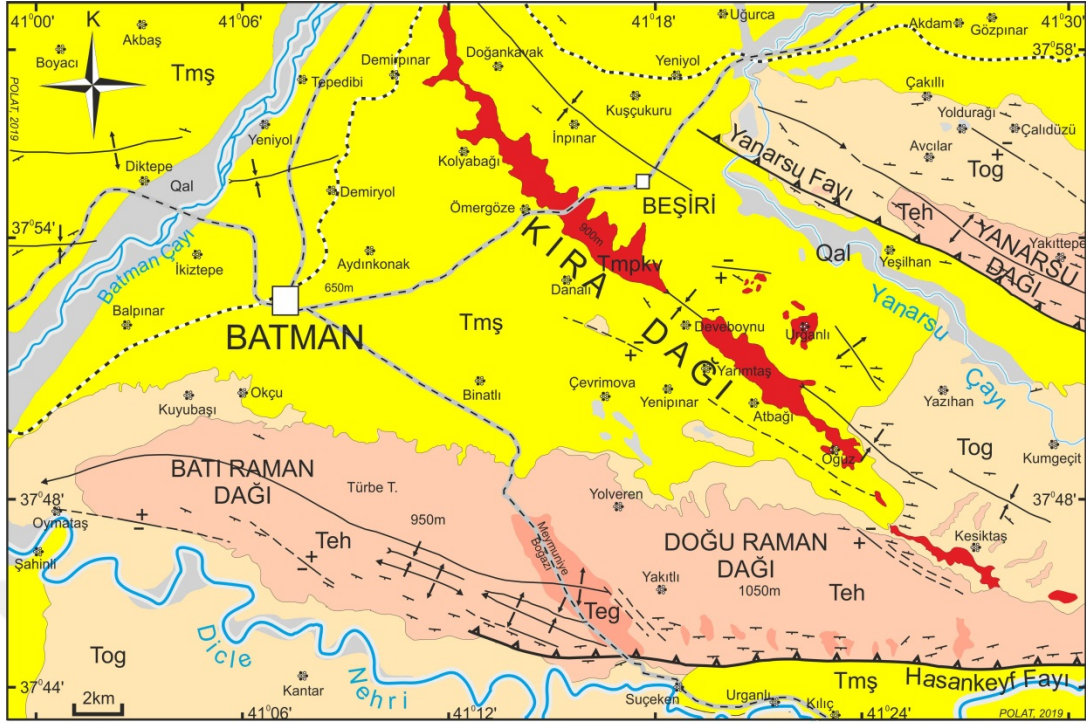
Batman ili Gercüş ilçesi yakınlarındaki Hermiş baseni en tipik olarak gözlemlendiği noktadır. Midyat Grubu'nun en alt formasyonudur. İlk kez Maxson (1936) tarafından Hermiş antiklinalinde Gercüş Formasyonu (Gercus Formation) olarak adlandırılmış ve tarif edilmiştir. Stratigrafik konumu ilk kez Açıkbay vd., (1979) tarafından tanımlanmıştır.

Başlıca Batman ili Gercüş İlçesi dolaylarında görülen birim, çalışma alanı içerisinde, Batı ve Doğu Raman Dağları'nı ayıran Meymune Boğazı'nda ve söz konusu boğazı kat eden Batman-Hasankeyf karayolu boyunca her iki yönde, Demirbilek köyü ve civarında ve Suçeken Köyü kuzeyinde mostra verir. Ayrıca Doğu Raman Dağı güneyinde, Hasankeyf ters fayı hattında dokuz farklı bölgede birbirinden bağımsız ve sınırlı bir yüzeyleme ile de izlenir.

Y A Ş			GRUP	FORMASYON	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
S E N O Z O Y İ K	N E O J E N	KUVATERNER		Alüvyon (Qal)		Az pekleşmiş kum, silt, çakıl <u>Uyumsuzluk</u>
		PLİYOSEN		Kıra Dağı Volkanitleri (Tm _{pkv})		Bazanit, tefrit, fonotefrit Füme, koyu gri renkte; gaz boşluklu ve kalın tabakalı <u>Uyumsuzluk</u>
		M İ Y O S E N	Üst			
			Orta-Üst	SİLVAN	Şelmo (Tm _ş)	Konglomera, kumtaşı, şeyl, kilitaşı ve yer yer jips <u>Uyumsuzluk</u>
	P A L E O J E N	O L İ G O S E N				
				Germik (Tog)		Jips, şeyl, kilitaşı, kireçtaşı, silttaşı ve kumtaşı
		E O S E N				
				Hoya (Teh)		Kireçtaşı, dolomit ve killi kireçtaşı
		Alt				
				Gercüş (Teg)		Marn, kumtaşı, kilitaşı ve konglomera <u>Uyumsuzluk</u>

Polat, 2019

Şekil 4.3. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti (Yeşilova ve Helvacı, 2012; Şenel 2007; Kalkan, 2014; MTA, 2007'den derlenmiştir)



AÇIKLAMALAR

Qal	Alüvyon (Kuvaterner) Tutturulmamış akarsu kıvrımları	Demiryolu	Karayolu
Tmpkv	Kıradağı Volkanikleri (Üst Miyosen-Erken Pliyosen) Tefrit, fonotefrit ve bazanit	Ters fay	Tanımlanmamış fay
Tmş	Şelmo Formasyonu (Miyosen) Konglomera, kumtaşı, şeyl, silttaşı, kilitaşı vb.	—+—	Düşey atımlı normal fay
Tog	Germik Formasyonu (Oligosen) Jips, şeyl, kireçtaşı, evaporitli sedimanter kayalar	↑	Antiklinal eksen ve dalımı
Teh	Hoya Formasyonu (Eosen) Kireçtaşı, dolomit, dolomitik kireçtaşı	↓	Senklinal eksen ve dalımı
Teg	Gercüş Formasyonu (Eosen) Çakıltı, kireçtaşı, marn ve kumtaşı	↗	10°-45° Tabaka doğrultu ve eğimi

Şekil 4.4. Çalışma alanının jeoloji haritası (MTA, 2007'den değiştirilerek)

Bölgesel olarak ta yayılımı mevcut olan formasyon, özetle ifade edilecek olursa; Hatay'da (Amanoslar), Kahramanmaraş-Gaziantep illeri arasındaki alanda, Adıyaman'da, Diyarbakır'da (Ergani, Çermik), Mardin'de (Savur, Derik ve Mazıdağ), Siirt'te (Eruh), Şırnak'ta (Cizre, Beytüşşebap ve Silopi) ve Hakkâri'de de yüzylemektedir.

4.2.1.2. Litoloji ve petrografi

Gercüş Formasyonu sahada tipik rengi ve fiziksel özellikleri ile kolayca ayırtlanan birimdir. Çakıltası, kumtaşı, şeyl, marn, silttaşı, killi kireçtaşı-kireçtaşı litolojilerinden oluşmaktadır (Şekil 4.5., 4.6. ve 4.7.). Çakıltaşları; bozca kırmızı, kırmızı, alacalı, pembe renkli, ince-orta-iri çakıllı, yarı köşeli-köşeli-yarı yuvarlak polijenik elemanlı (çört, kireçtaşı, radyolarit, serpantin, volkanik



Şekil 4.5. Gercüş Formasyonu'nu (Teg) arazideki görünümü, Meymune Boğazı civarı, Yolveren Köyü güneybatısı



Şekil 4.6. Gercüş Formasyonu (Teg) ile Hoya Formasyonu (Teh) dokanak ilişkisinin görünümü, Meymune Boğazı

kayaç), orta-kötü boylanmalı, karbonat çimentolu-kil matriksli, yer yer tane ve yer yer çimento matriks destekli, sıkı tutturulmuş ve orta-kalın tabakalı, merceksel geometrilidir.

Kumtaşları; sarı, kırmızı, gri, kahverengimsi gri, sarımsı kahve, pembemsi, yeşilimsi gri, alacalı renkli, iri tanelidir. Ayrıca polijenik elemanlı, kötü boylanmalı, belirsiz tabakalanmalı, dağılgan ve gevşek çimentolu, çakıllı ve çapraz tabakalıdır.

Silttaşları; kırmızı, pembemsi kırmızı, sarımsı gri, dağılgan; şeyller kahve-kırmızı alacalı renkte, ince tabakalı, kumlu ve siltlidir. Yer yer jips bantlı, nodül ve mercek içeren birimdeki marnlar sarımsı gri, açık gri, yeşilimsi gri, alacalı kırmızı renkli, sert, ince tabakalı, yer yer çakıllıdır. Kireçtaşı ve killi kireçtaşları ise beyaz, sarımsı gri, krem, kırmızı, alacalı renkli, sert, ince tabakalı ve görsel karakterlidir.

Yayılm alanının batısındaki mostralarda (Amanoslar, Adıyaman, Korudağ, Çermik ve Dicle dolaylarında) Gercüş Formasyonu'nun egemen litolojisi kaba çakıltaşlarıdır. Batman, Mardin, Siirt illeri dolayında ise; şeyl, marn, silttaşı, kumtaşı litolojileri içinde ara bantlar şeklinde çakıltaşı, kireçtaşı-killi kireçtaşı, ve evaporitler bulunmaktadır (Bolgi, 1961; Bolgi ve Kırathlıoğlu, 1962; Yalçın, 1978; Açıkbaş vd., 1981, Güven vd., 1988 ve 1991a, Duran vd., 1988 ve 1989).

Gercüş Formasyonu, ince kesitlerinde birimin farklı seviyelerinde görülen karbonat çamuru destekli hamur içerisinde izlenen genellikle yarı öz şekilli, öz şekilsiz kumtaşlarınca zengindir. Söz konusu kumtaşlarındaki gözenekli yapı ise hidrokarbonlara ev sahipliği yapma potansiyeli kazandırması bakımından bölge jeolojisi anlamında önem teşkil etmektedir.

4.2.1.3. Dokanak ve kalınlık

Gercüş Formasyonu'nun kalınlığı Maxson, (1936) tarafından 200 metrenin üzerinde ölçülmüştür. Bolgi vd., (1960 ve 1961) tarafından da 271 metre

YAŞ	GRUP	FORMASYON	KALINLIK(m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
EOSEN	MİDYAT	HOYA (Teh)			Kireçtaşı; krem renkli, sert
		GERCÜŞ (Teg)	~271		Uyumsuzluk Konglomera; pembe renkli Tebeşirli kireçtaşı; beyaz renkli Konglomera; açık yeşilimsi, gri renkli ve polijenik elemanlı Şeyl; kırmızı renkli, yeşil benekli, marn arabantlı Marn; yeşilimsi krem-beyaz renkli, poroz ve kalsit kristalli Şeyl; kırmızı-kahverenkli, ince tabakalı, kumlu ve siltli Kumtaşı; gri-yeşilimsi gri renkli, iri taneli Kumtaşı - marn - şeyl; iri taneli kumtaşları, sarımsı gri marnlar, sert ve marn dönüşümlü şeyller Silttaşı; kırmızı-sarımsı gri, dağılgan
PALEOSEN	ŞIRNAK	GERMAV (Pg)			Uyumsuzluk Kireçtaşı; bej renkli, alacalı ve sert Kumtaşı; kahverenkli, polijenik elemanlı

Şekil 4.7. Gercüş Formasyonu'nun tip kesiti (Bolgi vd., 1961'den değiştirilerek)

olarak ölçülmüştür. Batman, Diyarbakır, Mardin ve Siirt sahalarında açılan kuyularda geniş olarak ölçülürken, Adıyaman İli'nin kuzey ve kuzeybatısında dar bir kuşakta yayılım göstermektedir. Birimin kalınlığı Adıyaman-Diyarbakır kuzeyi hattında 300 metreyi bulmaktadır. Bölgedeki kuyularda ise 450 metreye,

Batman ili Kozluk ilçesi güneyinde 750 metreye ulaşmaktadır (Eren ve Sarı, 1984; Duran vd., 1987). Birim üzerine ise uyumsuz bir dokanakla Hoya Formasyonu gelmektedir. Bolgi vd., (1960 ve 1961) tarafından ölçülen kesitte, birimin altta Germav Formasyonu üst üyesi; üstte de Hoya Formasyonu ile dokanakları uyumsuz olarak gösterilmiştir.

4.2.1.4. Yaş ve ortam

Duran vd., 1988'e göre birim Alt Eosen yaşlıdır. Sığ denizel ortamda çökelmiş, karasal kökenli klastik kayalardan oluşan formasyonun çökeltme ortamı, sedimantolojik, paleontolojik ve mikrofasiyes özellikleri göz önüne alınarak, gölsel-lagün-flüviyal-taşkın ovası, kıyı ovası-örgülü akarsu-alüviyal fan-alüvyon yelpazesidir (Duran vd., 1988; Güven vd., 1991 ve Güven vd., 1991a).

4.2.2. Hoya formasyonu

4.2.2.1. Tanım ve yayılım

Midyat tabakaları adı ile de tanınmış olan Hoya Formasyonu adını Keban barajının batısındaki Hoya Köyü'nden (Diyarbakır ili Çüngüş ilçesinin 2 km güneybatısı) alır. Birimin tip kesit yeri Hoya Köyü dolayındır. Midyat grubunun formasyonudur. Birime Hoya Formasyonu adı ilk defa Sungurlu (1974) tarafından verilmiştir. Hoya Formasyonu önceki çalışmalarda Midyat Formasyonu adı ile diğer Midyat Grubu formasyonlarını da kapsayacak şekilde kullanılır. Perinçek (1978) hazırlamış çalışmasında "Hoya Formasyonu" adını isim bazında kullanmıştır. Sungurlu (1974)'nın Midyat Formasyonu adını verdiği birim, alt dolomitik kireçtaşı üyesi ve Midyat Formasyonu çörtlü kireçtaşı üyesi olarak ayırmıştır. Birimin adı Hoya Formasyon olarak Sungurlu (1974) tarafında adlandırıldığı şekliyle kabul görmektedir (Bolat, 2012; Kan, 2013).

Hoya Formasyonu'na Bitlis-Zagros Kuşağı'nın güneyi boyunca tüm bölgede rastlanılmaktadır. Adıyaman'da (Suvarlı ve Besni) ve Gaziantep batısında da

izlenmektedir (Bolat, 2012; Kan, 2013; Kalkan, 2014). Batman genelinde değerlendirildiğinde Batı Raman ve Doğu Raman Dağları boyunca geniş bir yayılım söz konusudur. Birim Beşiri ilçesi Yanarsu Dağı ve çevresinde de yüzeylemektedir. Kesiktaş Köyü ve civarında Germik Formasyonu içerisinde birbirinden bağımsız sınırlı alanlarda da görülür.

4.2.2.2. Litoloji ve petrografi

Formasyonun egemen kaya türü kireçtaşıdır (Şekil 4.8., Şekil 4.9. ve Şekil 4.10.). Altta çakıllı kireçtaşı ile başlar. Gri, bej, yer yer kırmızı renkli, kalın–çok kalın tabakalı olan kireçtaşları, üste seviyelere doğru masifleşir. Bu kireçtaşları krem–kirli beyaz–açık gri renkli, orta-kalın tabakalı, yer yer tabakasız, bazı düzeyleri bol fosilli, bol çatlaklı ve makro fosil kavkılıdır (Sungurlu, 1974).

Sinanoğlu (2016) yürüttüğü çalışmasında Hoya Formasyonu'nun kireçtaşı düzeylerinde; *A. fragilis* Hottinger, *A. fusiformis* (Sowerby), *A. stercusmuris* Mayer-Eymar, *A. nuttali* (Davies), *R. Malatyaensis* (Sirel), *D. aegyptiensis* (Chapman), *H. paleocenica* Sirel, *Somalina stefaninii* Silvestri, *Orbitolites* sp. fosil türleri tanımlamıştır.



Şekil 4.8. Kireçtaşı, dolomit ve killi kireçtaşından oluşan Hoya Formasyonu'nun arazideki görünümü (Kuyubaşı Köyü güneyi)



Şekil 4.9. Hoya Formasyonu ile jips, şeyl, kireçtaşı, kilitaşı, sittaşı ve kumtaşıdan oluşan Germik Formasyonu (Tog) dokanak ilişkisinin görünümü (Kantar Köyü kuzeybatısı)

Günay, 1998'deki çalışmasına göre birimin alt seviyeleri marn, orta seviyeleri masif kireçtaşı, üst seviyeleri ise tebeşirli ve çörtlü tabakalı kireçtaşı ile temsil edilir. Ayrıca nummilit alveolinli istiftaşı, algan ekinoidli istiftaşı, miliolitli vaketaşı-istiftaşı-vaketaşı, biyojenik dolomitrik-dolosparit, stramatolitli dolomit fasiyesi gibi litolojik tipleri belirlenmiştir.

Birim kireçtaşları oldukça kalın olup gayet düzenli tabakalanma ve karstik yapı göstermektedir. Birimin Eosen yaşını temsil eden foraminiferler saptanmıştır (Günay, 1998). Alt Eosen'de; *Alveolina pastilcillata* Schwager, *Biplanspira mirabilis* Umbgrove, Orta Eosen'de; *Nummilites Millecaput* Bobfe, *Nummulites Aturius*, *Orbitolites Camplanatus*, *Globorotalia cerroazulensis*, *Globugerinatheka*, Alt Oligosende; *Praerhapydionina delicota*, *Austrotrillina paucialveolata* fosilleri saptanmıştır. İlave olarak bentik ve planktik foraminiferlere rastlanılmıştır (Günay, 1998).

Hoya Formasyonu mostra verdiği yerlerde genelde dik yarlar oluşturan kireçtaşları ile bunların diyajenetik değişimleri ile oluşan yaygın dolomitlerden oluşmakta olup ve zayıf-iyi hazne kaya özellikleri sunmaktadır (Bolgi, 1961; Tuna, 1973; Sungurlu, 1973 ve 1974; Açıkbaş ve Baştuğ, 1975; Perinçek, 1979, 1980, 1981, 1989 ve 1990; Açıkbaş vd., 1981; Yılmaz, 1982; Görür ve Akkök,

YAŞ	GRUP	FORMASYON	KALINLIK(m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
OLİGOSEN		GERMİK (Tog)			Dolomit, şeyl ve yer yer jips aralanması
EOSEN	MİDYAT	HOYA (Teh)	~603		Kireçtaşı; koyu gri-siyah renkli, ince-orta tabakalı, pelajik foraminiferli Kireçtaşı; koyu gri-siyah renkli, silt boyu biyojenik malzemeli killi Kireçtaşı; ekinit parçalı
		GERCÜŞ (Teg)			Kireçtaşı; bej renkli, ince-orta tabakalı, iri bentik foraminiferli Dolomit; açık gri renkli, orta kalınlıkta tabakalı, iri bentik foraminiferli Kireçtaşı; gri-bej renkli, orta kalınlıkta tabakalı, bol algli, yer yer dolomit ara katkılı
					Uyumsuzluk Kireçtaşı; krem rengi, sert

Şekil 4.10. Hoya Formasyonu tip kesiti (Görür vd., 1981'den değiştirilerek)

1982 ve 1984; Günay, 1984; Yoldemir, 1987; Duran vd., 1987, 1988 ve 1989; Sarıdaş, 1991).

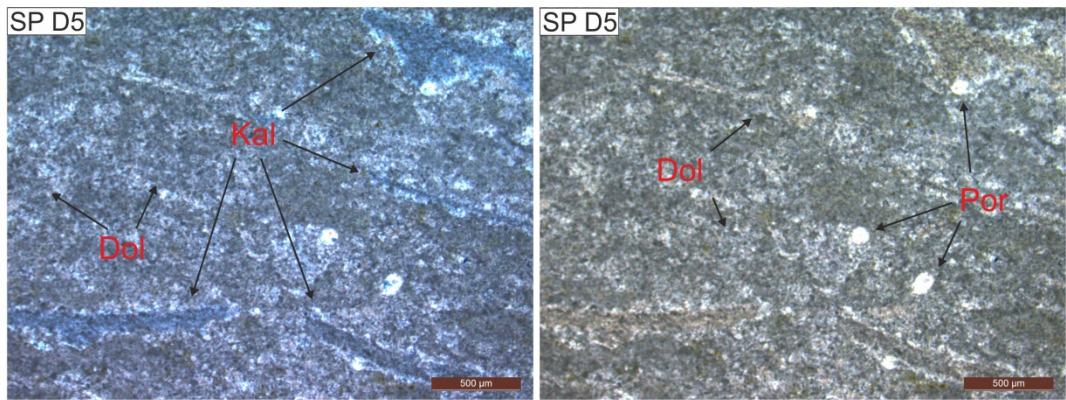
Şekil 4.11'deki ince kesitte sunulduğu üzere Hoya Formasyonu'nda kireçtaşları hakimdir. Bu kireçtaşları formasyonun farklı düzeylerinde görülen karbonat

çamuru dolgulu matriks içerisinde izlenen genellikle yarı öz şekilli, öz şekilsiz dolomitlerden yapılı, fosil türleri bakımından zengindir. Söz konusu kireçtaşları özşekilsiz dolomitlerce zengin, ikincil kalsit dolgulu bileşenlere sahiptir ve bol gözenek barındırmaktadır (Şekil 4.11.).

4.2.2.3. Dokanak ve kalınlık

Ortalama kalınlığı 260m ile 300m arasında değişmekte (Duran vd., 1988 ve 1989) olan birim, yer yer farklı ölçümler de vermektedir. Hoya Formasyonu tabakaları alttaki Gercüş Formasyonu ve Germav Grubu ile uyumludur. Ancak her iki grup arasında uyumlu olmayan ve bu devirdeki hafif hareketlerden dolayı bir sedimantasyon değişmesi söz konusudur (Ericson, 1939).

Hoya Formasyonu, aşınmış alanlardaki Şelmo Formasyonu ile diskordan olarak örtülür. Bu durumdan farklı olarak; tip kesitinde (Şekil 4.10.) Gercüş Formasyonu üzerine gelen Hoya Formasyonu Miyosen yaşlı resifal kireçtaşları (Fırat Formasyonu) tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir. Hoya Formasyonu; Adıyaman ili Suvarlı-Besni dolaylarında ve sahalarda, Germav Formasyonu üzerinde uyumludur (Tuna,1973; Açıkbaş ve Baştuğ, 1975; Perinçek, 1979, 1981, 1989 ve 1990; Açıkbaş vd., 1981; Yılmaz, 1982; Görür ve



Şekil 4.11. Hoya Formasyonu'ndan örneklenen dolomitik kireçtaşına ait ince kesit görüntüsü. (SP D5 nolu örnek solda çift nikol ve sağda tek nikol görüntüsü kalsit bağlayıcı çimento içerisinde. Por; porpizite, Dol; dolomit, Kal; kalsit)

Akkök, 1982 ve 1984; Günay, 1984; Amoco, 1985; Yoldemir, 1985 ve 1987; Duran vd., 1988 ve 1989).

4.2.2.4. Yaş ve ortam

Formasyon sığ denizel ortamdan açık deniz ve şelf kenarına dek uzanan ortamlarda çökelmektedir. Geniş şelf lagünü, gel-git düzlüğü yer yer evaporitik ortamlar etkin olurken, bölgenin bazı kesimlerinde sığ, normal açık denizel şelf kenarı ortamlar egemen olmuştur (Günay, 1998). Hoya Formasyonu'nda yapılan mikro paleontolojik incelemeler, birimin Alt Eosen–Alt Oligosen arasında çökeldiğini göstermektedir (Duran vd., 1988 ve 1989; Kan, 2013). Sinanoğlu (2016) ise fosil kapsamına göre, kireçtaşlarının Bartonien (Eosen) yaşlı olduğunu; oldukça sığ denizel ortam koşullarında gelişen bir çökelimin varlığını belirtmiştir.

4.2.3. Germik formasyonu

4.2.3.1. Tanım ve yayılım

Germik Formasyonu adı ilk kez Bolgi (1961) tarafından günümüzde Kapıkaya Formasyonuna dâhil edilmiş olan Raman Dağı ve Garzan strüktürlerinin arasında kalan taban konglomerası, kalın evaporitler ve ince kireçtaşı seviyeleri tarafından Midyat Grubu'nun formasyonu olarak günümüzdeki stratigrafik konumu ile tanımlanmaktadır.

Birim Batman ve Siirt illeri arasındaki Raman Dağı ile Kentalan ve Garzan strüktürleri arasında; Siirt ili güney-güneybatısında; Beşiri ilçesi doğu ve güneydoğusunda gözlenmektedir (Yeşilova ve Helvacı, 2013). Batı Raman Dağı güney hattı boyunca Dicle Nehri'nin her iki yanı kat eden uzun bir yayılımı vardır. Ayrıca Batı Raman Dağı batısında Oymataş, Kuyubaşı ve Karayün köyleri civarında da görülmektedir. Kırda Dağı Volkanitleri'nin bir kısmını içine alacak şekilde Kesiktaş ve Alaca Köylerinde; Yanarsu Dağı'nın kuzey ve kuzeybatısı boyunca Asmadere, Çakıllı ve Çalidüzü Köyleri civarında da yayılımı vardır.

4.2.3.2. Litoloji ve petrografi

Yılmaz ve Duran, (1997) Germik Formasyonu'nun gri renkli jips ve anhidrit, kırmızı kahve ve bej renkli kireçtaşı, kumlu ve siltli dolomitler ile ardalanmış yeşil renkli şeyllerden oluştuğunu belirtmişlerdir (Şekil 4.12., Şekil 4.13.)

Formasyon alttan üste doğru ikincil jipsler (yer yer anhidrit) ve karbonatların (dolomit ve kireçtaşı) ardalanması ile yer yer çamurlu ve marn ara katkılı seviyeler şeklinde oluşmakta, Germik kireçtaşı üyesi ve Germik jips üyesi olarak iki üyeye ayrılmaktadır. Jipsler ise altı litofasiyes şeklinde tanımlanır. Bunlar; masif jips, laminalı jips, laminalı-bantlı jips, bantlı jips, yumrulu veya yumrulu-breşik jips, yumrulu-bantlı jips litofasiyesleridir (Duran vd., 1988, 1989; Yeşilova ve Helvacı 2013; Perinçek, 1980; Açıkbaş vd., 1981).

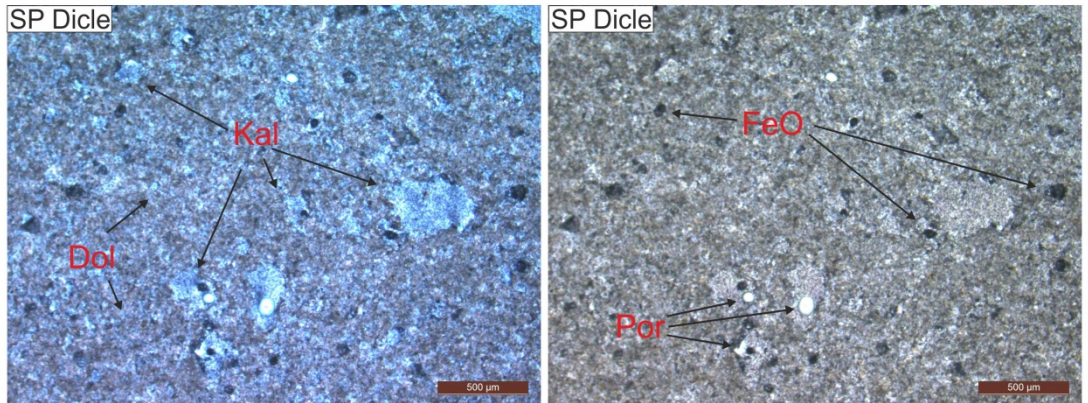
İnce kesitlerinde Germik Formasyonu kumtaşları ikincil kalsit dolgulu, karbonat çamuru destekli, yer yer FeO taneleri içeren ve gözenekli bir yapı sergilemektedir (Şekil 4.14.). Germik Formasyonu fosil kapsamı bakımından zengin olmayıp kireçtaşı, şeyl ve jips bakımından baskın olsa da kumtaşı seviyeleri de tespit edilmiştir (Şekil 4.15.).



Şekil 4.12. Germik Formasyonu kireçtaşı ve kıltaşı seviyelerinin arazideki görünümü



Şekil 4.13. Germik Formasyonu'ndaki jipsli, kireçtaşlı ve siltli seviyelerin arazideki görünümü (Kesiktaş Köyü kuzeybatısı)



Şekil 4.14. Germik Formasyonu'nuna ait kumtaşı seviyesini temsil eden ince kesit görüntüsü (Por; porozite, Dol; dolomit, Kal; kalsit, solda çift nikol ve sağda tek nikol çekimleri)

4.2.3.3. Dokanak ve kalınlık

Birim altta Hoya Formasyonu ile geçişli olup, Şelmo Formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülmektedir. Ortalama kalınlık 220 metre olarak ölçülmüş olsa da Batman ve Siirt illeri civarında açılan kuyularda 34m-465m arasında değişen değerlere ulaşılır (Duran vd., 1988, 1989; Yeşilova ve Helvacı 2013; Perinçek, 1980; Açıkbaş vd., 1981).

YAŞ	GRUP	FORMASYON	KALINLIK(m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
ORTA-ÜST MIYOSEN	SILVAN	ŞELMO (Tmş)			Kumtaşı, miltası
OLİGOSEN	MİDYAT	GERMİK (Tog)	~202		<i>Uyumsuzluk</i>
					Jips; beyaz renkli
					Şeyl; kırmızı-kahve ve bej renkli, kumlu, dolomitik
					Kireçtaşı; beyaz, sarı, kahverengi
					Jips; beyaz renkli
					Şeyl; kırmızımsı kahve renkli, yer yer gri renkli, yumuşak
					Dolomit; gri-bej renkli, sert
EOSEN		HOYA (Teh)			Dolomit; krem, açık bej renkli, sert, düşük poroziteli

Şekil 4.15. Germik Formasyonu'nun genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti (Yeşilova ve Helvacı, 2013'ten değiştirilerek)

4.2.3.4. Yaş ve ortam

Yeşilova ve Helvacı (2013)'ya göre Germik Formasyonu'nu oluşturan birimlerin kıyasal sabkadan sığ denizele kadar değişen ortamlarda çökeldiğini ifade etmişlerdir. Formasyonu oluşturan deniz, evaporasyonun artması ve malzeme birikmesi sonucu gittikçe sıklaşmış, daha sonra sığ ortam, sonuçta akarsuların

egemen olduğu çamur düzlükleri gelişmiş ve tamamen karasal ortama dönüşmüştür. Bu görüşe paralel olarak Duran vd., 1988 ve 1989'de sınırlı ve evaporitik koşulların egemen olduğu bir regresif deniz ortamında birimin oluştuğunu değerlendirmektedir.

Kireçtaşı seviyelerinde bol miktarda algler ile küçük ve iri bentik foraminiferler kaydedilmiştir. Önceleri Orta Eosen-Oligosen olarak nitelendirilen birim yaşı, daha güncel çalışmalarda ve ayrıntılı bir araştırma sonucu Yeşilova ve Helvacı (2013) tarafından Oligosen olarak netlik kazanmıştır.

4.2.4. Şelmo formasyonu

4.2.4.1. Tanım ve yayılım

İsmi Batman ili Sason ilçesi güneybatısındaki Şelmo Köyü dolayından almakta olan formasyonun adını ilk defa Bolgi 1961 yılında Siirt ve Batman'daki çalışmaları esnasında kullanmıştır. Batman merkezi ve il sınırları içerisinde oldukça geniş bir yayılım sunmaktadır.

Çalışma alanında yer alan en geniş yayılımlı birim olan Şelmo Formasyonu, il yerleşim merkezinde, Beşiri İlçesi ve civarında, Batman Çayı batısındaki geniş alanlarda, Suçeken Köyü batısından itibaren Hasankeyf Fayı güneyi boyunca, Yanarsu Dağı kuzeyinde Bozhüyük, Akdam ve Gökdoğan Köyleri civarında görülür.

Kozluk İlçesi güneyinde, Kozluk-Sason-Hani ilçeleri dolaylarında, Softek antiklinalinin kuzeyinde ve Dicle Nehri yakınında görülmektedir. Bölgesel yayılımını da özetle vermek gerekirse; Diyarbakır'da (Çermik, Ergani ve Silvan), Adıyaman'da, Siirt'te (Eruh, Baykan, Şirvan ve Pervari), Şırnak'ta (Cizre, Silopi ve Beytüşşebap), Van'da ve Hakkâri İli dolaylarında da mostra vermektedir (Şenel, 2007).

4.2.4.2. Litoloji ve petrografi

Başlıca konglomera, kumtaşı, marn, silttaşı, şeyl, kilitaşı ve yer yer jipslerle temsil edilmektedir (Şekil 4.16., 4.17. ve 4.19.). Çakıltaşı; kirli sarı, pembe, sarımsı gri, alacalı, kırmızı, kahve renkli iri taneli, polijenik elemanlı, köşeli çakıllı, zayıf-orta karbonat çimentolu, kötü boylanmalı, ara katkılı ve jips mercekli dir.

Kumtaşları; açık gri, beyaz, kirli sarı, sarımsı gri, yeşilimsi gri, kahve, ince-orta-iri taneli, yer yer belirsiz tabakalanmalı, zayıf-orta çimentolu, yer yer çapraz tabakalanmalı, laminalı ve polijenik elemanlıdır. Şeyller; açık gri ve beyaz renklidir. Marnlar ise sarımsı gri, gri ve kahve renklidir. Silttaşları; açık kahve, yeşilimsi gri renkte, sert-yumuşak ve yer yer şeyllerden oluşur (Bolgi ve Kıratlıoğlu, 1962; Saltık, 1970; İlker, 1972; Tuna, 1973; Açıkbaş ve Baştuğ, 1975; Perinçek, 1979 , 1980, 1981, 1989 ve 1990; Savcı ve Dülger, 1980; Açıkbaş vd., 1981; Yılmaz, 1982; Pasin, 1989).



Şekil 4.16. Şelmo Formasyonu (Tmş) üzerine uyumsuzlukla gelen Kırdağ Volkanitleri'nin (Tmkv) dokanağına ait arazi görüntüsü (Deveboynu Köyü kuzeyi)

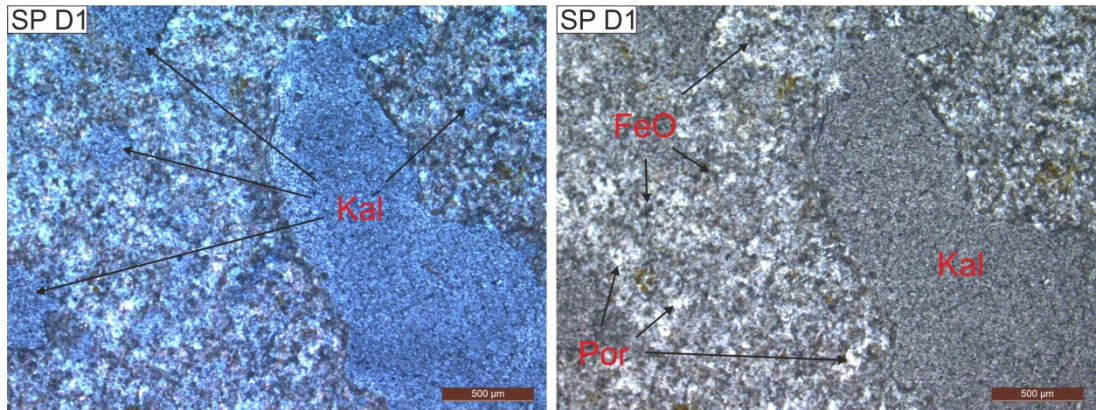


Şekil 4.17. Şelmo Formasyonu'nun arazideki görünümü (Atbağı Köyü güneyi)

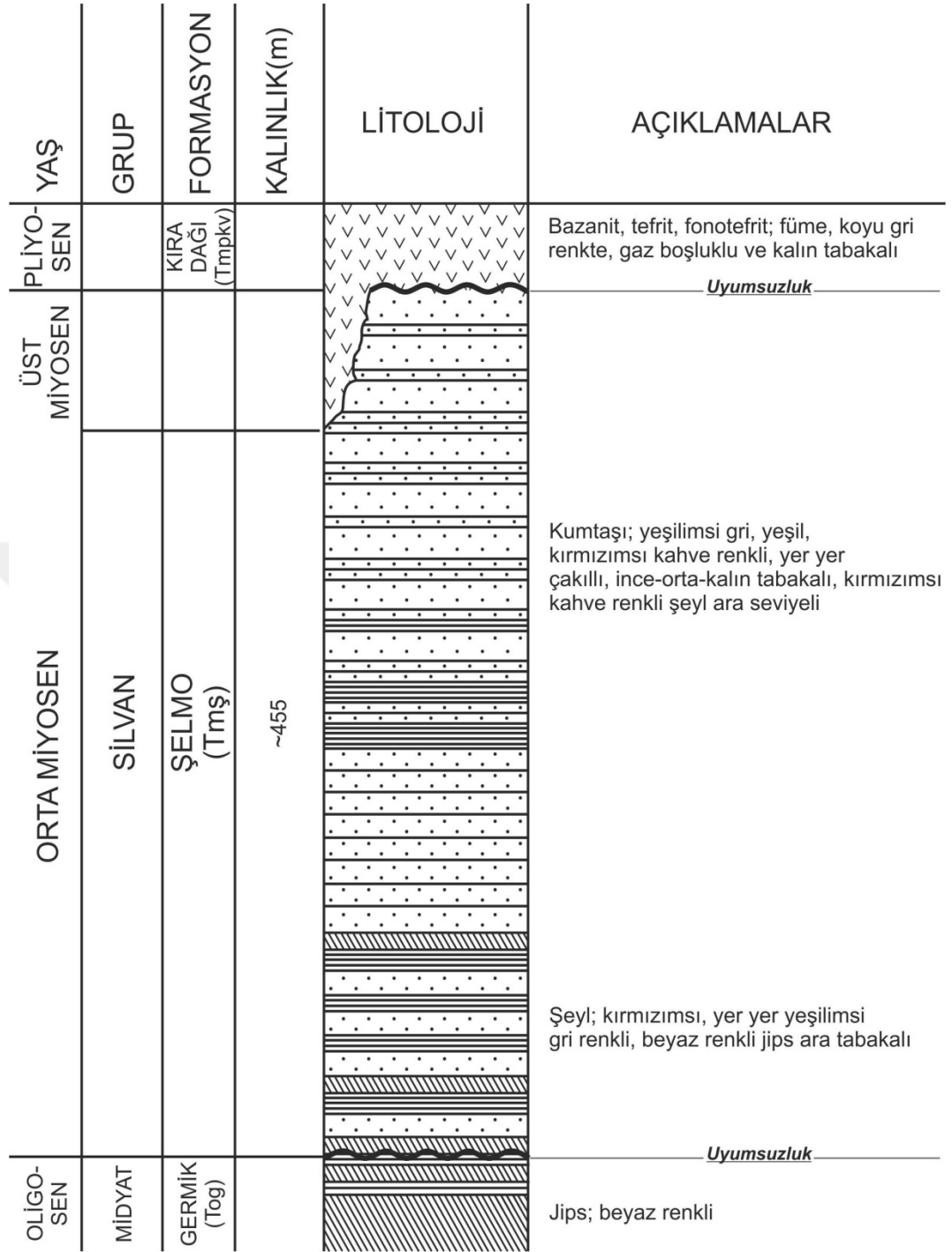
Formasyonun kumtaşı seviyesinden alınan SP D1 nolu ince kesitte de görüldüğü gibi birim kumtaşları bol gözenekli, kalsit bakımından zengin ve FeO tane desteğine sahiptir (Şekil 4.18.).

4.2.4.3. Dokanak ve kalınlık

Şelmo Formasyonu'nun kalınlığı, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde ortalama 455 metredir. Bölgede Bismil-Batman hattının hemen güneyinde, Dicle Nehri'nden itibaren ince bir katmanla başlayan Şelmo Formasyonu, kuzeye doğru



Şekil 4.18. Şelmo Formasyonu'na ait örneklenen kalsit parçası (kaya kırıntısı) sunan kumtaşlarını temsil eden ince kesit görüntüsü (Por; porozite, Kal; kalsit; solda çift nikol ve sağda tek nikol çekimleri)



Şekil 4.19. Şelmo Formasyonu'nun stratigrafik kolon kesiti (Bolgi, 1961'den değiştirilerek)

kalınlaşmakta ve en fazla 900 metreye ulaşmaktadır (Yıldırım ve Karadoğan, 2011). Şelmo Formasyonu genellikle Midyat Grubu'nun aşındırılmış topografyası üzerine diskordansla çökler (Durmuş vd., 2009). Çalışma alanında Şelmo Formasyonu, Germik Formasyonu üzerine diskordan olarak gelmekte; Kırda Dağı Volkanitleri ve alüvyonlarca uyumsuz olarak örtülmektedir.

4.2.4.4. Yaş ve ortam

Şelmo Formasyonu'nun çökelim ortamı plaj kumları-geçiş-gel-git düzlüğü playa-karasal (akarsu) olarak belirtilmiştir (Çemen vd., 1990). Miyosen sonunda ve Pliyosen başında yükselme hareketi ve bunu takip eden aşınma devresinden sonra yeni bir sedimantasyon dönemi başlamıştır. Bunlar da Miyosen ve Eosen strüktürlerini örtmüşlerdir.

Çüngüş havzasının devamı niteliğindeki, güney-güneybatı, kuzey-kuzeydoğu doğrultusunda uzanış gösteren ön çukurlukta biriken Şelmo Formasyonu, bu havzanın tamamen kapanması ile önce gölsel daha sonra da karasal bir ortama bağlı olarak çökelme göstermiştir (Polat, 1994).

Meriç vd., (1987) ve Günay, (1998) Şelmo Formasyonu'nda bol fosil içeren seviyeler olmamasına karşın yaptıkları çalışmalarında; ostrakod, fosillerine ilave olarak farklı mikrofosiller belirlemişlerdir. Birime fosil kapsamına göre Orta-Üst Miyosen yaşı verilmiştir.

4.2.5. Kıra Dağı Volkanitleri

4.2.5.1. Tanım ve yayılım

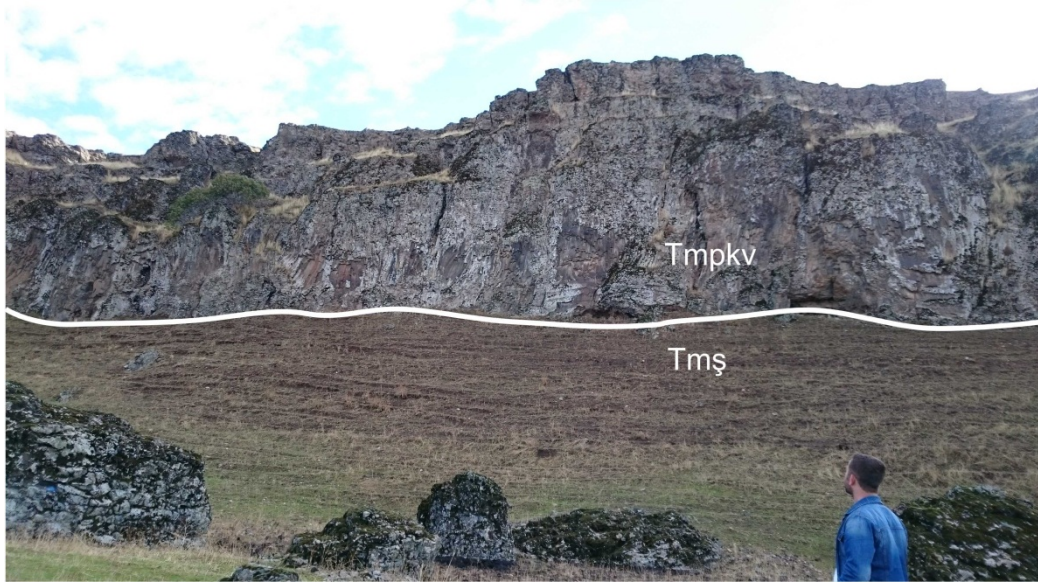
Birim adını Beşiri yöresindeki Kıra Dağı'na atfen almaktadır. Birime adı, 'Kıra Dağı Volkanitleri' olarak bu çalışmada verilmiştir. Batman sınırları dışarısındaki volkanitler ile özellikle de Diyarbakır'daki Karacadağ volkanizması ürünü bazaltlar ile ilişkilendirilmemiştir. Çalışma alanındaki volkanitler, Batman-Beşiri yöresinde yer alan magmatik kayalar ile sınırlı tutulmuştur.

Bu çalışmada ele alınana Kıra Dağı Volkanit'leri ile ilk kez Batman ve Siirt illerinde açılan kuyularda araştırmacıların rastladıkları Şırnak Grubu'na ait tamamen farklı litolojiye sahip Kıradag Formasyonu arasında herhangi bir ilgi bulunmamaktadır.

Yapılan saha incelemelerinde volkanitlerin çıkış merkezi olarak, gösterdiği sütunsu yapılar nedeniyle Beşiri yolu üzeri yol yarmasındaki lokasyon kabul edilmiştir. Bölgedeki magmanın yüzeye ulaşmasından sonra hacminin bir kısmını kaybeden ve büzüşme gösteren lavlar, soğuma hızına bağlı olarak farklı çaplarda sütunlar meydana getirmiştir.

Şekil 4.20’de görüldüğü gibi volkanitlerin yayılış alanı dışında kalan ve Şelmo Formasyonu’nun yüzeylediği noktaların aşındırılması sonucu volkanitlerin görüldüğü alanlar, çevresine göre yüksek volkanik plato özelliği kazanmıştır (Sunkar ve Tonbul, 2012). Havza dolguları üzerine gelen volkanitler, aşınımına karşı dirençli olduğu için alttaki havza dolgularını korumuştur (Şekil 4.21.).

Formasyon yayılımı Batman il merkezi KB’sından itibaren Yeşilöz, Kayabağı, Ömergöze ve Ayrancı köyleri boyunca görülür. Volkanitlerin en büyük kısmı Deveboynu Köyü’de görülen senklinal ekseni ile kesintiye uğramaktadır. İkinci büyük kısım ise Yarımtaş, Değirmenüstü, Atbağı, Yalınkavak ve Oğuz Köyleri



Şekil 4.20. Kıra Dağı Volkanitleri’nin arazideki görünümü (Kolyabağı Köyü kuzeyi. Kıra Dağı Volkanitleri, Tm pkv ile Şelmo Formasyonu, Tmş sınırı)



Şekil 4.21. Kıra Dağı Volkanitleri ve Şelmo Formasyonu'nun dokanak ilişkisinin görünümü (Ömergöze Köyü batısı)

hattında süreklilik gösterir. Samanlı ve Yoktukyazı köyleri etrafında yer yer parçalı bir şekilde mostra veren volkanitler, ifade edilen yüzleklerin güneybatı doğrultusunda son büyük mostralarını Kesiktaş Köyü ve etrafında verir.

4.2.5.2. Litoloji ve petrografi

Kıra Dağı Volkanitleri'nin mineralojik-petrografik karakteristiklerini saptayabilmek amacıyla ince kesitler hazırlanmış ve polarizan mikroskop yardımıyla bu kesitler incelenmiştir. Arazi araştırmaları esnasında alınmış olan örnekler farklı ince kesit laboratuvarlarında yaptırılarak Batman Üniversitesi'ndeki mikroskop laboratuvarında detaylı olarak incelenmiştir. Belirgin ve olabildiğince bol sayıda örneğin çift nikol ve tek nikol ince kesit görüntülerine yer verilmiştir. Mineral tanımlamaları yapılırken polarizan mikroskop kullanılmış ve kullanılan kısaltmalar ilgili şekillerin üzerinde işaretlenmek suretiyle daha açıklayıcı bir sunum yapılmasına gayret gösterilmiştir.

Volkanitler arazide füme renginde ve ayrıca kahve renginin tonlarında izlenmekle birlikte; gaz boşluklu, kalın akma yapıları şeklinde temsil

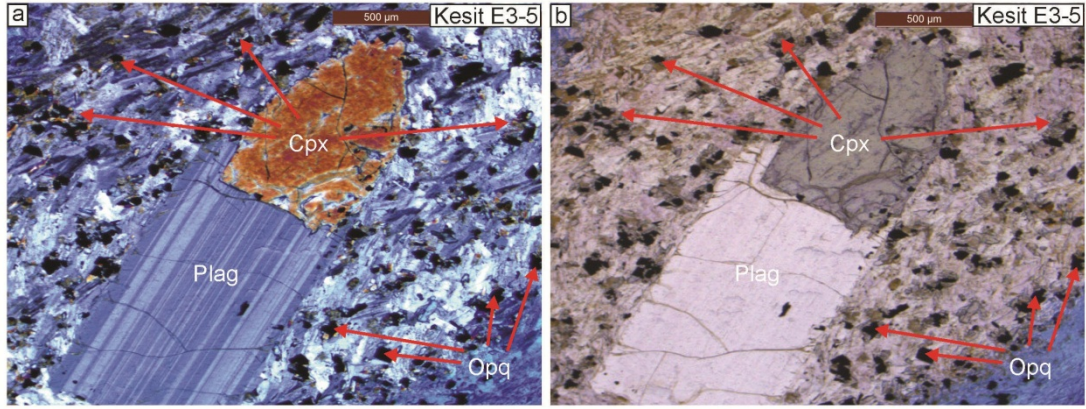
edilmektedir. Sınırlı olarak belirlenebilen tipik bazaltlarla karakterize olan altıgen ve beşgen formlarda sütunsu yapılar da göstermektedir (Şekil 4.22.). Plato bazaltı şeklinde çıkışları olan magma, alt seviyelerinde daha masif bir yapı ile takip edilirken, üst seviyelere gelindiğinde gaz boşluklarının sıklaştığı düzeylere geçilir. Koyu griden siyaha kadar değişen ve kimi noktalarda füme renginde de olabilen Kıra Dağı Volkanitleri'nin masif kısımları oldukça rijit ve iyi korunmuş olup, alterasyona maruz kalan yüzey seviyeleri gözle görülür oranda bozunmaya uğramıştır.

Volkanitlerin modal mineralojisinde fenokristal olarak olivin (Şekil 4.24., 4.26., 4.27., 4.28., 4.29., 4.30., 4.31., 4.32., 4.33. ve 4.34.); plajiyoklaslar (Şekil 4.23., 4.24., 4.28. ve 4.30.); feldispatlar (Şekil 4.27. ve 4.34.); piroksenler (Şekil 4.23., 4.25. ve 4.33.); ve opak mineraller (Şekil 4.23., 4.24., 4.25., 4.26., 4.27., 4.28., 4.29., 4.30., 4.31., 4.32., 4.33. ve 4.34.) yer almaktadır.

Olivin mineralleri fenokristal ve mikrolit olarak bulunmakta olup, bazı örnekleri kenarlarından ve çatlaklarından itibaren iddingsitleşmeye başlamıştır (Şekil 4.27.). Tek yönde zayıf dilinim işaretlenmekle beraber yüksek rölyefli ve

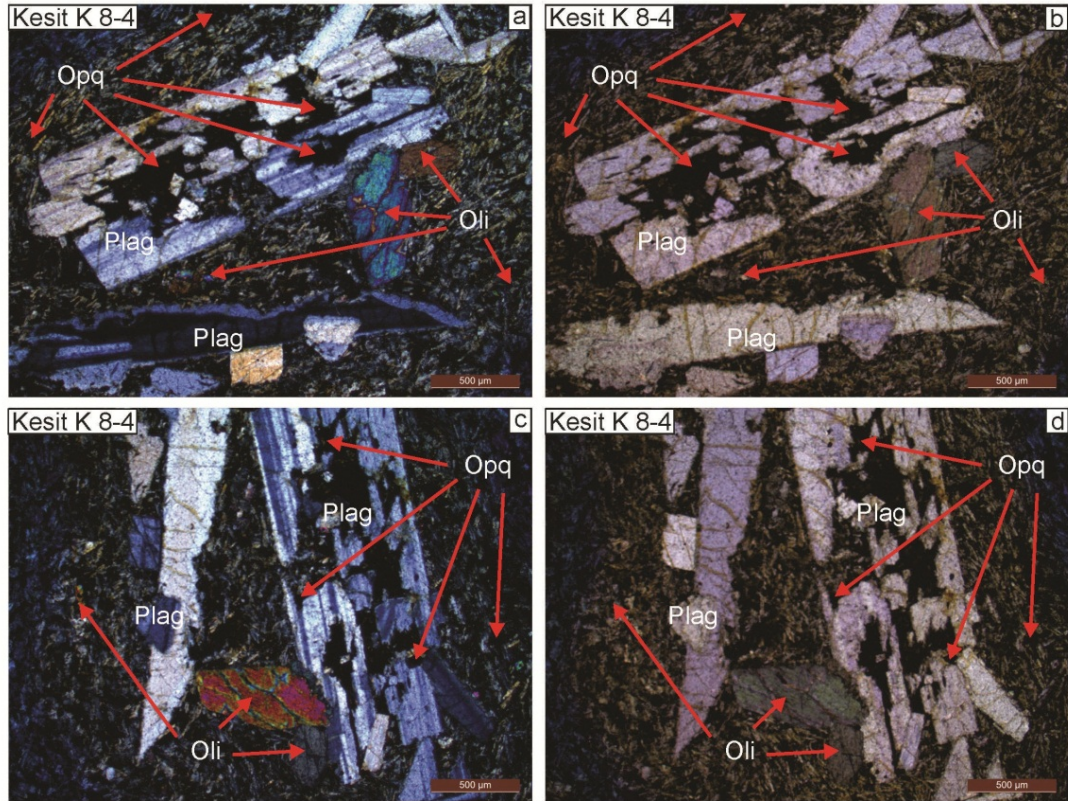


Şekil 4.22. Kıra Dağı Volkanitleri'ne ait sütunlar (Beşiri ilçesi batısı)

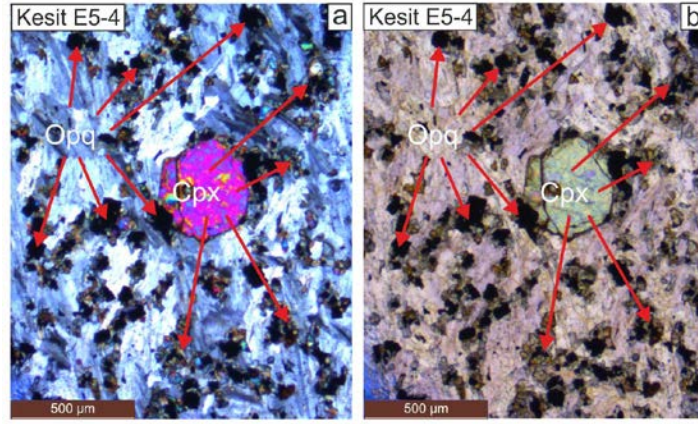


Şekil 4.23. Kesit E3-5 görünümü. Plag (plajiyoklas) ve Cpx (klinopiroksen) fenokristalleri, feldispat mikrolitleri, opak mineralli yarı özşekilli hamur içerisinde. Fenokristalin plajiyoklas opak mineral kapantısı içermektedir. a) çift nikol ve b) tek nikol görünümü

ikinci dizinin üst kısımlarına karşılık gelen çift kırılmaları vardır. Özşekilli ve özşekilsiz fenokristaller halinde de gözlenmektedir. Kristalleri bol çatlak

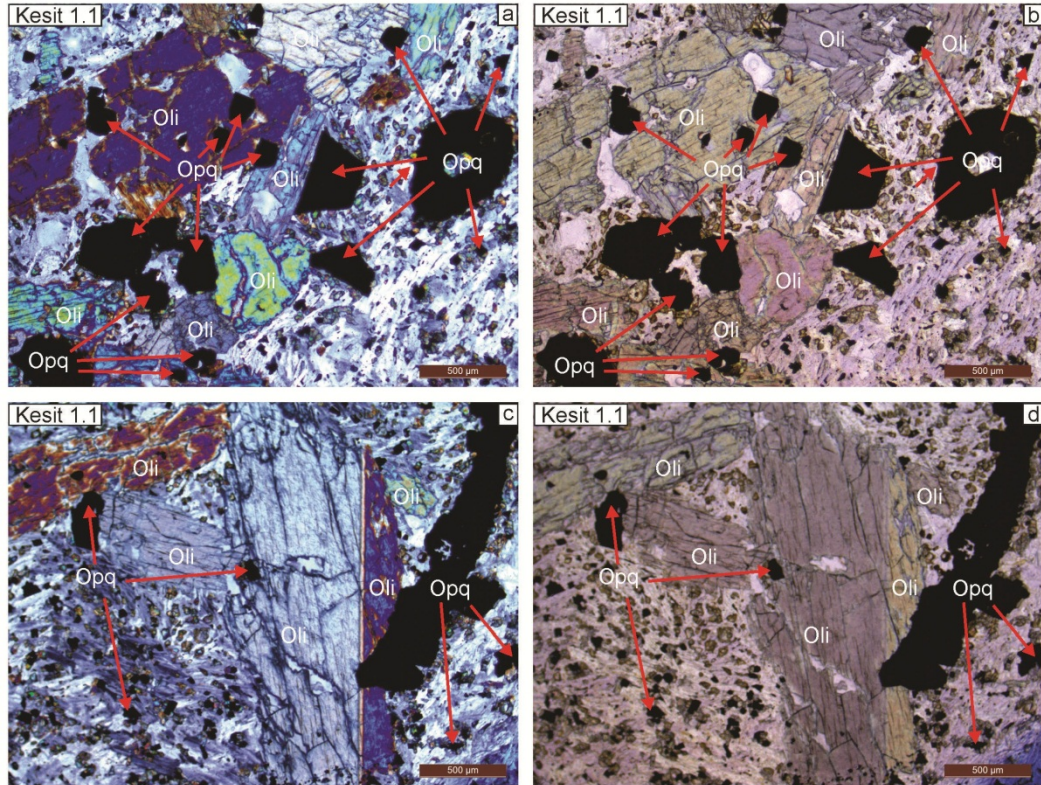


Şekil 4.24. Kesit K8-4 görünümü. Plag (plajiyoklas) ve oli (olivin), feldispat mikrolitleri opak mineral destekli hamur içerisinde. Plag, elek dokusu göstermekte ve opak mineral kapanımı içermektedir. a) ve c) çift nikol, b) ve d) tek nikol görünümü

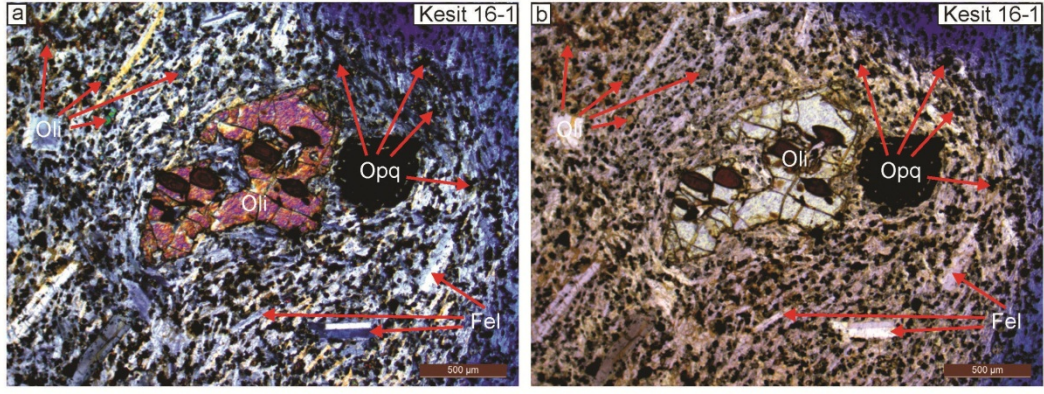


Şekil 4.25. Kesit E5-4 görünümü. Özşekli Cpx (klinopiroksen) minerali, Plag minerali mikrolitleri ve Opq minerallerden oluşan hamur içerisinde görülmektedir. a) çift nikol ve b) tek nikol görünümü

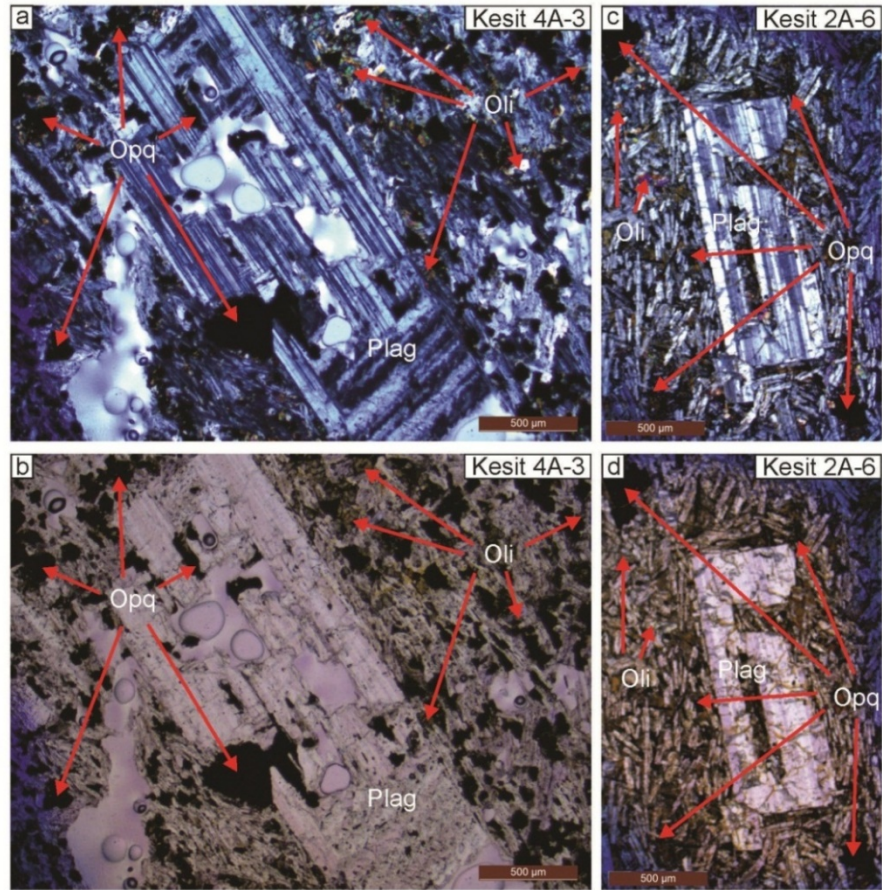
içermekte, karakteristik olan kırıklar ihtiva etmekte ve plajiyoklas fenokristalleri içinde kapanımlar halinde bulunmaktadır (Şekil 4.30. ve 4.34.). Bazı kesitlerinde kümelenmeler sunduğu da fark edilmektedir (Şekil 4.26. ve



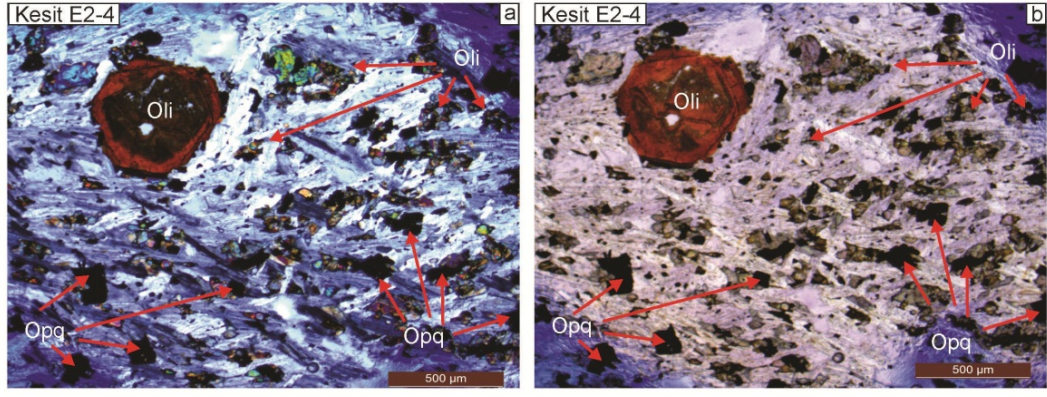
Şekil 4.26. Kesit 1.1 görünümü. Oli (olivin) kristalleri yığılma halinde, opak mineraller (Opq) fenokristal boyutunda ve hamurda dağılmış durumdadır. a) ve c) çift nikol, b) ve d) tek nikol görünümü



Şekil 4.27. Kesit 16-1 görünümü. Olivin (Oli) kristali kenarlarından itibaren parçalanmış ve yer yer iddingsitleşmiş, opak mineraller (Opq) fenokristal ölçeğinde ve hamurda parçalar halinde dağılım göstermektedir. Feldispat (Fel) mineralleri kısa çubuklar şeklindedir. a) çift nikol ve b) tek nikol görünümü

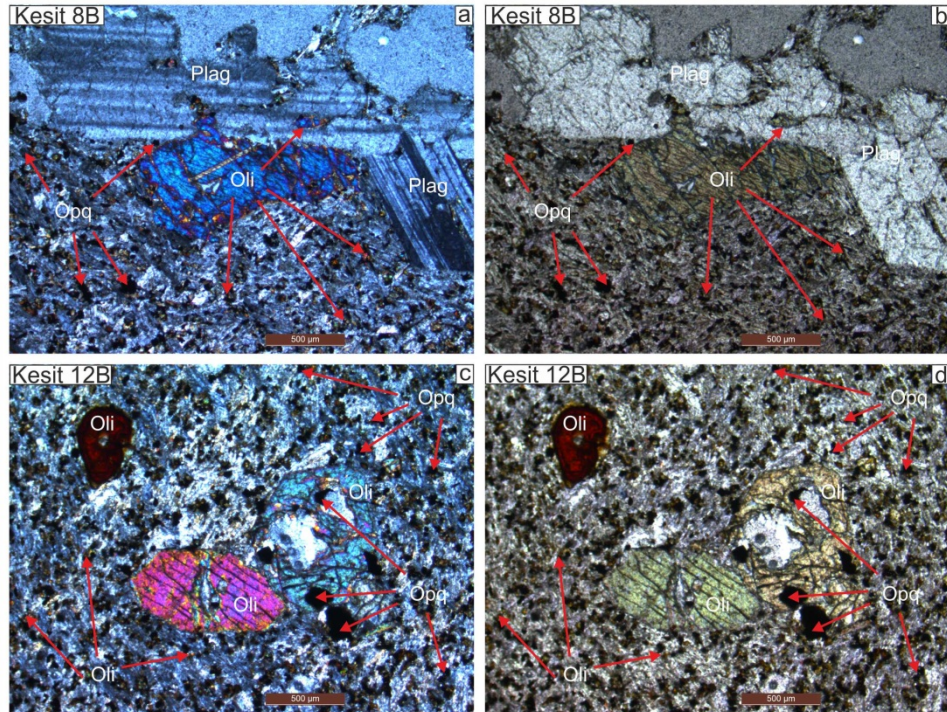


Şekil 4.28. Kesit 4A-3 ve Kesit 2A-6 görünümü. Zonlanma ve polisentetik ikizlenme gösteren Plag mineralleri, olivin (Oli) ve opak (Opq) minerallerle birlikte görülmektedir. a) ve b) Plag mega kristali opak mineral kapanımı göstermektedir c) ve d) Yarı özşekli plajiyoklas, traktik dokudaki plajiyoklas çubuklarıyla birlikte. a) ve c) çift nikol, b) ve d) tek nikol görünümü

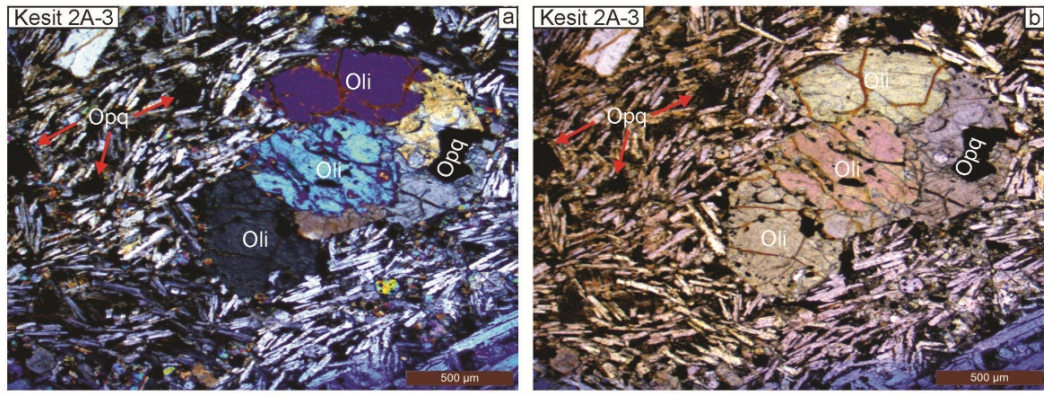


Şekil 4.29. Kesit E2-4 görünümü. Tamamen iddingsitleşmiş Oli (olivin), Oli mikrokristalleri ve opak (Opq) mineral parçaları görülmektedir. Hipokristalin yarı özşekilli doku gösteren Oli parçaları hamur içerisinde dağılmaktadır. a) çift nikol ve b) tek nikol görünümü

4.31.). Olivin mineralleri kesitlerinde hipokristalin porfirik dokudadır. Kısım subhedral (yarı özşekilli) veya ksenomorf (özşekilsiz) fenokristaller biçiminde

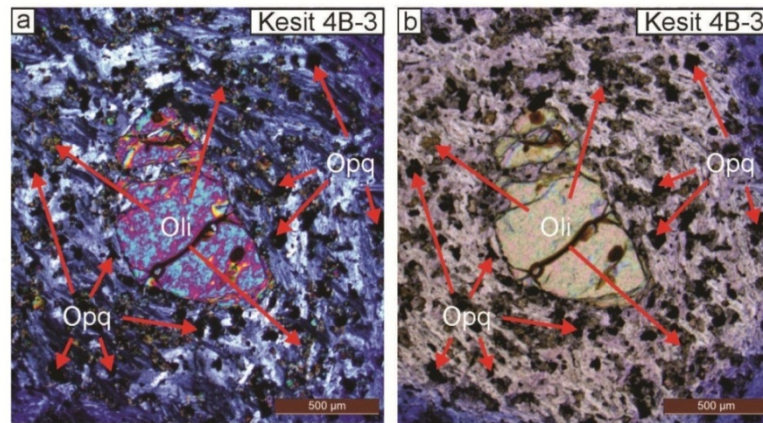


Şekil 4.30. Kesit 8B ve Kesit 12B görünümü. Kesit 8B’de özşekilsiz olivin (Oli) kenarlarından itibaren plajiyoklas (Plag) mineraline etki etmekte ve içerisinde kapanımlar yapmaktadır. Kesit 12B’de iddingsitleşmiş olivin ve tek yönde dilinimli hipokristalin yarı özşekilli doku gösteren olivin mineralleri yer yer parçalanmış ve opak (Opq) minerallerle birlikte görülmektedir. a) ve c) çift nikol, b) ve d) tek nikol görünümü

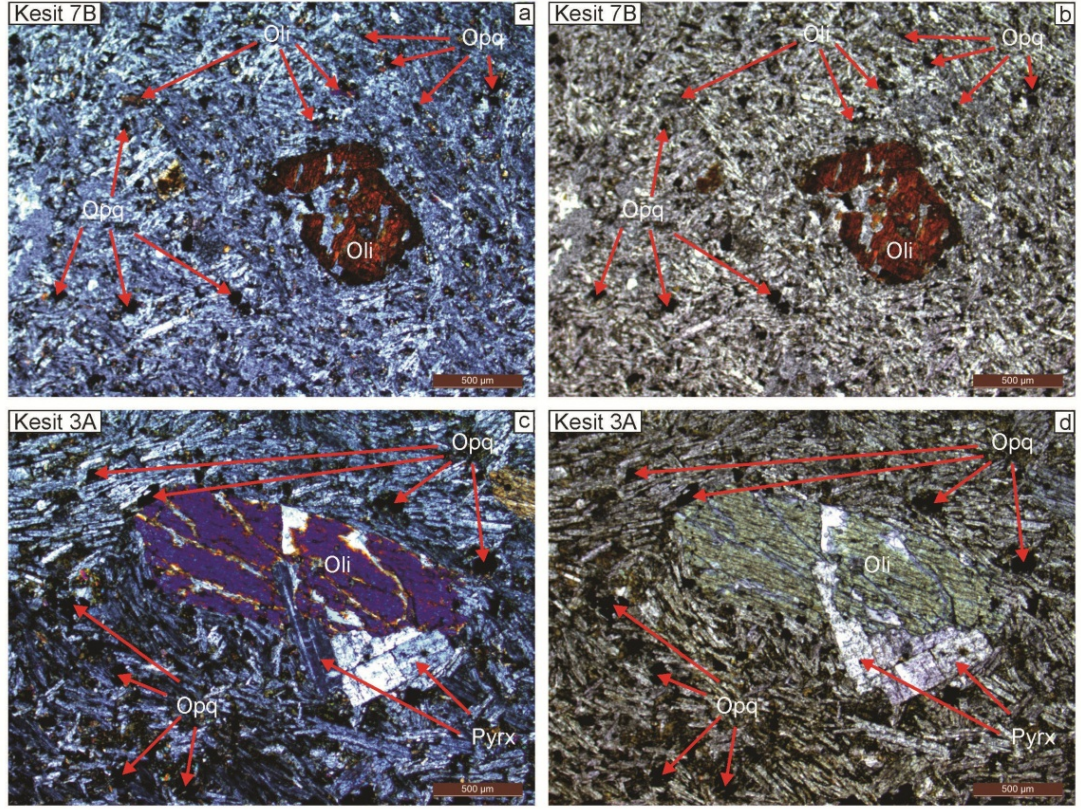


Şekil 4.31. Kesit 2A-3 kesit görünümü. Olivin (Oli) mineralleri glomeroporfirik doku göstermektedir. Hamur içerisinde yaygın olarak bulunan opak (Opq) mineraller olivinler içerisinde kapanım sunmaktadır. Matriksteki yönlenmiş kısa lata şekilli plajiyoklaslar tipik traktitik doku sergilemektedir. a) çift nikol ve b) tek nikol görünümü

ve opak mineral destekli hamur içerisinde yer almaktadır. İddingsitleşme oldukça yaygındır (Şekil 4.29., 4.30., 4.31. ve 4.34.). Plajiyoklaslar, bazaltik magma petrografisinin tipik bileşenleri olarak kesitlerde yerini almaktadır. Plajiyoklas mineralleri ince kesitlerde farklı boylarda ve formlarda temsil edilmektedir. Feldispat mineralleri, mineral kimyası analizlerine göre andezin, labradorit ve bitovnit ağırlıklıdır ve kesitlerde yaygın olarak tespit edilememiştir (Şekil 4.27. ve 4.34.). Plajiyoklaslar; mikrolitler, yarı özşekli ve



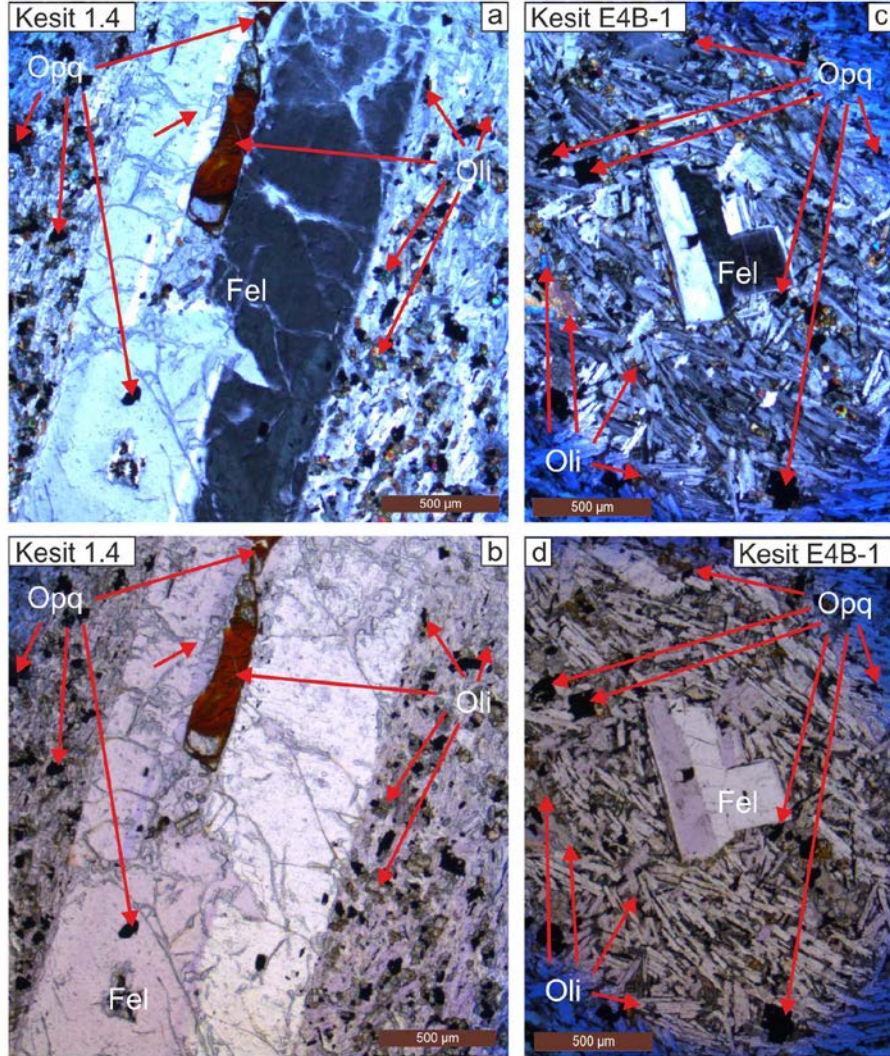
Şekil 4.32. Kesit 4B-3 görünümü. Yarı özşekli olivin (Oli) kristali kırık yüzeyleri boyunca parçalanmış bir görünüm sunmaktadır. Opak (Opq) minerallerle beraber olivin mikrokristalleri hamur içerisinde izlenmektedir. a) çift nikol ve b) tek nikol görünümü



Şekil 4.33. Kesit 7B ve Kesit 3A görünümü. Kesit 7-B'de intersertal doku içerisinde, iddingsitleşmiş ve kemirilmiş olivin (Oli) minerali ile opak mineraller ve olivin mikrokristalleri birlikte bulunmaktadır. Kesit 3A'da olivin magakristali piroksen (Pyrx) mineralleri ile iç içe geçmiş ve özgün şeklini kaybetmiştir. Şekilde hamur içerisindeki feldispat taneleri de görülmektedir. a) ve c) çift nikol, b) ve d) tek nikol görünümü

özşekilli fenokristaller halinde bulunmakta olup, bozunmaya uğramış, ayrıca da ikizlenme göstermektedir. Mikrolit ölçeğinden mega kristallere kadar (sırasıyla Şekil 4.28. ve 4.31.) değişen boyutlarda, uzun prizmatik formlarda ve yaygındır. Renksiz ve düşük rölyef gösteren plajiyoklaslar, çift nikolde beyaz veya gri renklerde, yaygın polisentetik ikizi sunarlar. Birinci diziye karşılık gelen çift kırılmaya sahiptir. Kemirilmiş, opak mineral kapanımları içeren ve yer yer elek dokusu gösteren plajiyoklaslara da rastlanılmıştır (Şekil 4.23., 4.24. ve 4.28.). Porfirik dokulu örneklerin mikrolit örgüsünü oluşturmakta (Şekil 4.33.), kısa lata şekilli (Şekil 4.31.) çubuklar halinde trakitik dokuya benzer akma yapıları göstermekte ve makrokristalin taneler olarak kesitlerde yer almaktadır (Şekil 4.28. ve 4.30.).

Piroksen minerallerine ait fenokristaller (Şekil 4.23., 4.25. ve 4.33.) yapılan örneklemelerin geneli dikkate alındığında sınırlı sayıda tespit edilebilmiştir. Fenokristal oranı az, mikrofeno-kristalin olarak plajiyoklaslarla birlikte bulunmaktadır. Kristal formlarında özşekilsiz (Şekil 4.23.) ya da yarı özşekilli (Şekil 4.33.) olmakla birlikte renksiz ve soluk yeşilin tonlarını



Şekil 4.34. Kesit 1.4 ve kesit E4B-1 görünümü. Kesit 1.4'te hipokristalin yarı özşekilli feldispat (Fel) megakristali ile arasında kapanım şeklinde yerleşmiş ve aynı zamanda iddingsitleşmiş olivin minerali bulunmaktadır. Hamur içerisinde olivin kıymıkları ve opak (Opq) mineral parçaları görülmektedir. Kesit E4-B'de özşekilli ve yarı özşekilli feldispat (Fel) mineralleri, olivin parçaları ve opak minerallerle karışmış olarak yer almaktadır. Hamur içerisindeki trakitik dokulu feldispat taneleri de dikkat çekmektedir. a) ve c) çift nikol, b) ve d) tek nikol görünümü

göstermektedirler. Yüksek rölyefli olan piroksen örneklerinin ikinci dizinin orta kısımlarına karşılık gelen çift kırılmaları vardır. Alterasyon ya da ikizlenme yoktur ancak kristal yüzeyince ilerleyen çatlaklar gelişmiştir. Piroksen mineralleri ince kesitlerinde opak mineral destekli matriks içinde, feldispat mikrolitleri ile birlikte yarı özşekilli olarak (Şekil 4.23. ve 4.25.) ve trakitik doku (Şekil 4.33.) içerisinde gözlenmektedir.

Opak mineraller kimi kesitlerde fenokristallerle kıyaslanabilecek ölçekte büyük taneler halinde ve oldukça yaygındır. Ayrıca olivin (Şekil 4.25., 4.26., 4.31., 4.32. ve 4.33.); ve feldispat mineralleri ile birlikte (Şekil 4.27. ve 4.34.) olmakla beraber genelde özşekilsiz, bazen prizmatik ve küçük tanelerin içerisinde, özellikle de plajiyoklasların (Şekil 4.24. ve 4.28.) içerisinde kapanım biçiminde bulunmaktadır. Kesitlerinde akma dokusu, özşekilli ve yarı özşekilli minerallerle birlikte bulunmaktadır.

Kıra Dağı Volkanitleri bu bakımdan incelendiğinde; piroksenlerin kenarlarındaki aşınmalar/kemirilmeler ve opak mineral kapanımları, plajiyoklaslardaki elek dokusu (Şekil 4.24.) ve kenarları boyunca gelişen aşınmalar çok fazla kristallenmeyi işaretlemektedir. Bu durum akla dengesizlik dokularını getirmektedir. Dengesizlik dokuları volkanik kayalarda gözlenebilmekle beraber magmanın gelişimi ve kristallenmesi esnasında meydana geldiği düşünülen magmatik olaylarla alakalıdır. Dengesizlik dokularının sıcaklık ve basınçta görülen değişim kaynaklı olarak geliştiği, bu değişimin magmanın bileşimine de etki ettiği görüşü kabul görmektedir (Nixon, 1988; Ortoleva, 1990; Dobosi ve Fodor, 1992; Rutherford ve Hill, 1993; L'Heureux ve Flower, 1994; Simonetti vd., 1996; Yücel 2013).

4.2.5.3. Dokanak ve kalınlık

Batman İli'nin kuzeydoğusunda KB-GD doğrultusunda uzanan Kıra Dağı Volkanitleri, yörede ilginç bir durum göstermektedir. Kıra Dağı üzerinde ortalama 20-30 m kalınlığında olan volkanitler, Kıra Dağı Volkanitleri'ni oluşturmaktadır. Şekil 4.16., 4.20. ve 4.21.'de görüldüğü gibi, Şelmo

Formasyonu'nu uyumsuz bir dokanakla örtmektedir. Sözü edilen sınır, arazi gözlemlerinde kolaylıkla ayırt edilmektedir. Volkanitlerin yayıldığı alanda belirgin bir bacanın olmayışı ve kalınlığın hemen her yerde birbirine yakın olması, volkanit çıkışının akma şeklinde bir kırık boyunca meydana geldiğini göstermektedir. Kırda Dağı, volkanik şekiller içerisinde değerlendirilen volkanik platolar veya bazalt platosuna karşılık gelmektedir. Yanarsu (Garzan) ve Batman çaylarını ayıran bu dağlık saha çevresindeki havza tabanlarına göre ortalama 200 m yüksektir. (Yılmaz ve Duran 1997; Sunkar ve Tonbul, 2012).

4.2.5.4. Yaş

Kırda Dağı ortalama 950 m yükseltisi ile Dicle Nehri'nin en büyük kolları olan Batman Çayı ve Yanarsu (Garzan) Çayları'nı birbirinden ayırmaktadır. Kırda Dağı Volkanit'leri, Pliyosen yaşlı havza dolguları üzerine gelmektedir. Volkanitlerin yaşı, Orta-Üst Miyosen yaşlı Şelmo Formasyonu ve Lahti Formasyonu'nun üzerinde bulunması nedeniyle Üst Pliyosen-Pleyistosen olarak değerlendirilmiştir (Yeşilova ve Helvacı, 2012). Ancak çalışmamız sırasında yapılan analizlerine göre Erken Miyosen-Pliyosen yaşlı oldukları anlaşılmıştır. Yaş ile ilgili verilere izotop kimyası başlığı altında ayrıca yer verilmiştir. Güncel çalışmalar incelenen volkanitlerin jeolojik yapısına, kökensel özelliklerine ve oluşum koşullarına dair bilimsel veriler sağlamıştır. BZK'nın güneyinde yer alan Kırda Dağı yakınlarında gözlemlenen Karacadağ'daki volkanik faaliyet, bu verilere dahil edilebilir. Bu konudaki açıklama Kırda Dağı Volkanitleri'nin oluşumu ile ilgili tartışma kısmına bırakılmıştır.

4.2.6. Alüvyon

İnceleme alanında Batman Çayı'nın taşkın ovası çökelleri ve güncel alüviyal çökeller yüzeyler. Alüvyon özellikle Batman Çayı boyunca yüzeyler. MTA tarafından yörede yapılan sondajlara göre alüvyon kalınlığının 40 metre dolayında olduğu belirtilmektedir (MTA, 2011). Yerleşim durumu ve ulaşım kısmında da ifade edildiği gibi ilin merkez sınırlarının %35'lik kısmı alüvyondan

oluşmaktadır (Şekil 4.4.). Batman Çayı ve bağlı kollarının uzun yıllardır yöredeki tesiri nedeniyle alüvyon oluşumu üst düzeydedir. Bölge bir sedimantasyon havzası niteliği de taşımaktadır. Birim kil, silt ve çakıl boyotunda tutturulmamış bileşenlere sahiptir. İnceleme alanında yer alan birimleri uyumsuz olarak üzerlemektedir.

4.3. Yapısal Jeoloji

4.3.1. Faylar ve kıvrımlar

Batman tektonik konumu bakımından Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı'nın (BZK) güney kısmında ve Arap Plakası'nın üzerinde bulunmaktadır (Şekil 4.35.). Bindirme fayı özelliği taşıyan Bitlis-Zagros kenet kuşağı, Arabistan levhası ile Avrasya levhasının çarpışarak kenetlendiği bir zondur (Şekil 4.36.). Şehrin jeolojisine bakıldığında BZK'nın güneyinde Arap Plakası'nın deforme olmuş, kıvrımlanmış ve yer yer faylanmış sedimanter kayaçları mostra vermektedir. Söz konusu kuşağın kuzeyinde ise Avrasya Plakası'na ait ofiyolitik kayaçlar ve dilimlenmiş metamorfik kayaçlar yer almaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Anadolu platolarından Bitlis-Zagros kenet kuşağı ile ayrılmaktadır.

Güneydoğu Anadolu'nun Güney Kesiminde, Arap Platformu'nun kuzey kenarı; kuzeyinde ise Anadolu kıtası ile bu iki kıta arasında Toros Orojenik kuşağının



Şekil 4.35. Yöredeki diri faylar, Bitlis-Zagros Kuşağı ile Batman'ın ilişkisini gösterir harita (Emre vd., 2013'ten değiştirilerek)



Şekil 4.36. Bitlis-Zagros kenet kuşağı, Arabistan levhası ile Avrasya levhasının konumlarını gösterir harita (Koçbulut vd., 2013 ve Piper vd., 2006'dan değiştirilerek). **KAFZ**: Kuzey Anadolu Fay Zonu, **DAFZ**: Doğu Anadolu Fay Zonu, **BSZ**: Bitlis Sütur Zonu, **KF**: Laçın-Kızılirmak Fay Zonu, **TGF**: Tuz Gölü Fay Zonu, **KEFZ**: Kırıkkale-Erbaa Fay Zonu, **AFZ**: Almus Fay Zonu, **EFZ (MAFZ)**: Ecemiş Fay Zonu (Merkez Anadolu Fay Zonu), **CATB**: Merkez Anadolu Bindirme Kuşağı, **ÖDFZ**: Ölü Deniz Fay Zonu

sütur zonu yer almaktadır. Bu kuşaklarda yer alan birimler, farklı özellikler sunmaktadır. Bu birimler, kuzeyde yüzeyleyen bindirmelerle taşınmış olan kaya toplulukları ile bu kuşağın güneyindeki basende çökelmiş kayalarla temsil edilmektedir (Yeşilova ve Helvacı, 2012). Bölgede kuzey güney yönlü sıkışma hareketlerine bağlı olarak Jura tipi kıvrımlı yapılar oluşmuştur. Bu kıvrımlı yapıların zamanla dirençlerinin kırılması ile faylanmalar ve bunu takiben farklı morfolojik yapılar (bindirme ve şaryajlar) meydana gelmiştir (Yıldırım ve Karadoğan, 2011).

Çalışma alanındaki en büyük yapılar, D-B ve KB-GD gidişli kıvrımlı yapılardır. Bu yapılar; Beşiri senklinoryumu, Raman Dağı antiklinali ve Yanarsu antiklinalleridir. Batman'ın yakın çevresinde önemli uzunluklar gösteren faylar bulunmaktadır. Bunlar Hasankeyf Fayı ve Yanarsu Fayları olarak bilinmektedir.

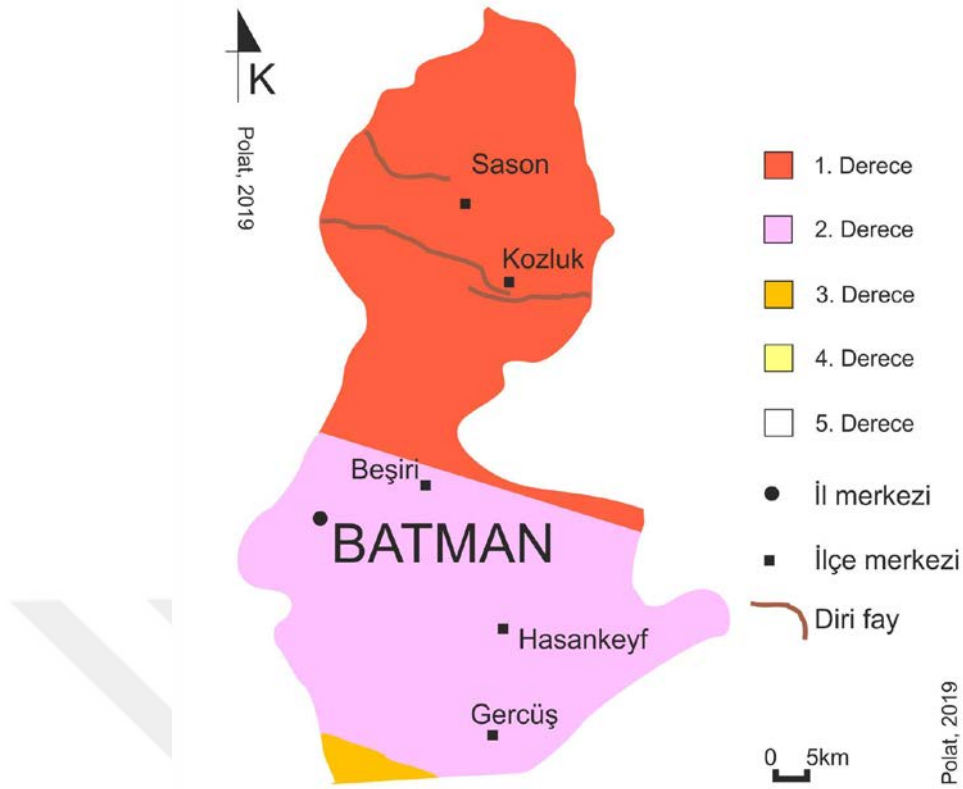
Raman Dağı antiklinalinin güneyinde yer alan, doğu-batı yönlü gidiş gösteren Hasankeyf Fayı, Suçeken civarından geçmekte ve Hasankeyf'in altı kilometre kuzeyinde yer almaktadır. İlgili alandaki Hasankeyf Fayı, ters fay özelliğinde olup, uzunluğu ise yaklaşık 25km olarak ölçülmektedir. Diğer önemli fay olan Yanarsu Fayı ise, Beşiri İlçesi'nin 4km kuzeydoğusunda ve Yanarsu Dağı antiklinalinin güneyinde yer almaktadır. Yine ters fay özelliğindeki Yanarsu Fayı, Hasankeyf Fayı'na paralel olarak B-KB ve D-GD yönünde gidiş göstermekte ve yaklaşık 20 km boyunca izlenebilmektedir (Eren Y. vd., 2012).

Akdeniz (2003) ise, Demirtaş ve Yılmaz (1996) tarafından hazırlanan Türkiye'nin Sismotektoniği isimli çalışmaya dayandırdığı araştırmasında, bölgede Diyarbakır'ın K-KB istikametindeki fay hattı boyunca Batman'ı da etkileyecek çapta bir sismik boşluk olduğunu belirtmiştir. Çalışmasına dayanak olarak ta periyodik olarak araştırdığı deprem verilerini ve sismik kayıtları göstermiştir. Ancak sonraki yıllarda yapılan çalışmalar neticesinde ifade edilen boşluğun, ilgili hat boyunca gelişen güncel depremler nedeniyle kırılmış olduğu ve söz konusu riskin geçerliliğini yitirdiği değerlendirilmektedir.

4.3.2. Depremsellik

Şehir merkezi itibarıyla ikinci derecede deprem bölgesi olarak nitelendirilen Batman il merkezi (Şekil 4.37.) bu risk açısından Güneydoğu Anadolu Bindirmesi ile ilişkili olarak değerlendirilmelidir. Zira bölgede deprem üretme potansiyeli taşıyan en önemli sistem olarak Güneydoğu Anadolu Bindirmesi gösterilmektedir. Bununla birlikte Hasankeyf Fayı ile Yanarsu Fayları da ters faylar olarak Batman İli'nin tektonik karakterini belirlemekte olan diğer unsurlardır.

Ayrıntısına bakıldığında, Batman genelinde son yüzyılda hasar yapıcı bir deprem meydana gelmemiş olması ve bölgenin güncel sismik aktivitesi incelendiğinde de son beş yıllık kayıtlarda kaydedilen en büyük depremin aletsel büyüklüğü beşin altında olduğu bir gerçektir (Anıt, 2013). Merkez



Şekil 4.37. Batman ili deprem haritası (Ankara Deprem Araştırma Dairesi verilerinden sadeleştirilerek ve güncellenerek)

mahallelerin ve başta petrol rafinerisi olmak üzere büyük yatırımların, litolojisinde kil ve marnın yüksek olduğu Şelmo Formasyonu üzerinde inşa edildiği görülmektedir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin stratigrafisi Kambriyen 'den günümüze kadar etkisini gösteren tektonik hareketlerle şekillenmiştir. Bölgede Arap Plakası'nın şelf kenarında farklı zamanlarda (Albiyen-Erken Maastrichtiyen, Erken Paleosen, Orta Eosen sonu, Erken Miyosen sonu) tektonizma etkili olmuştur (Perinçek, 1980c). Bölgede en şiddetli tektonizmalardan birisi Erken Miyosen sonrası başlayıp Geç Miyosen'e kadar devam etmiş ve bölgeye bugünkü şeklini kazandırmıştır (Perinçek, 1980c; Sungurlu, 1974). Üst Kretase ve Miyosen dönemindeki büyük Tetis okyanusunun kapanmasına neden olan etkin sıkışma tektonizması nedeniyle allohton birimlerin çokluğu ve yaygınlığı da bir gerçektir (Perinçek vd., 1991).

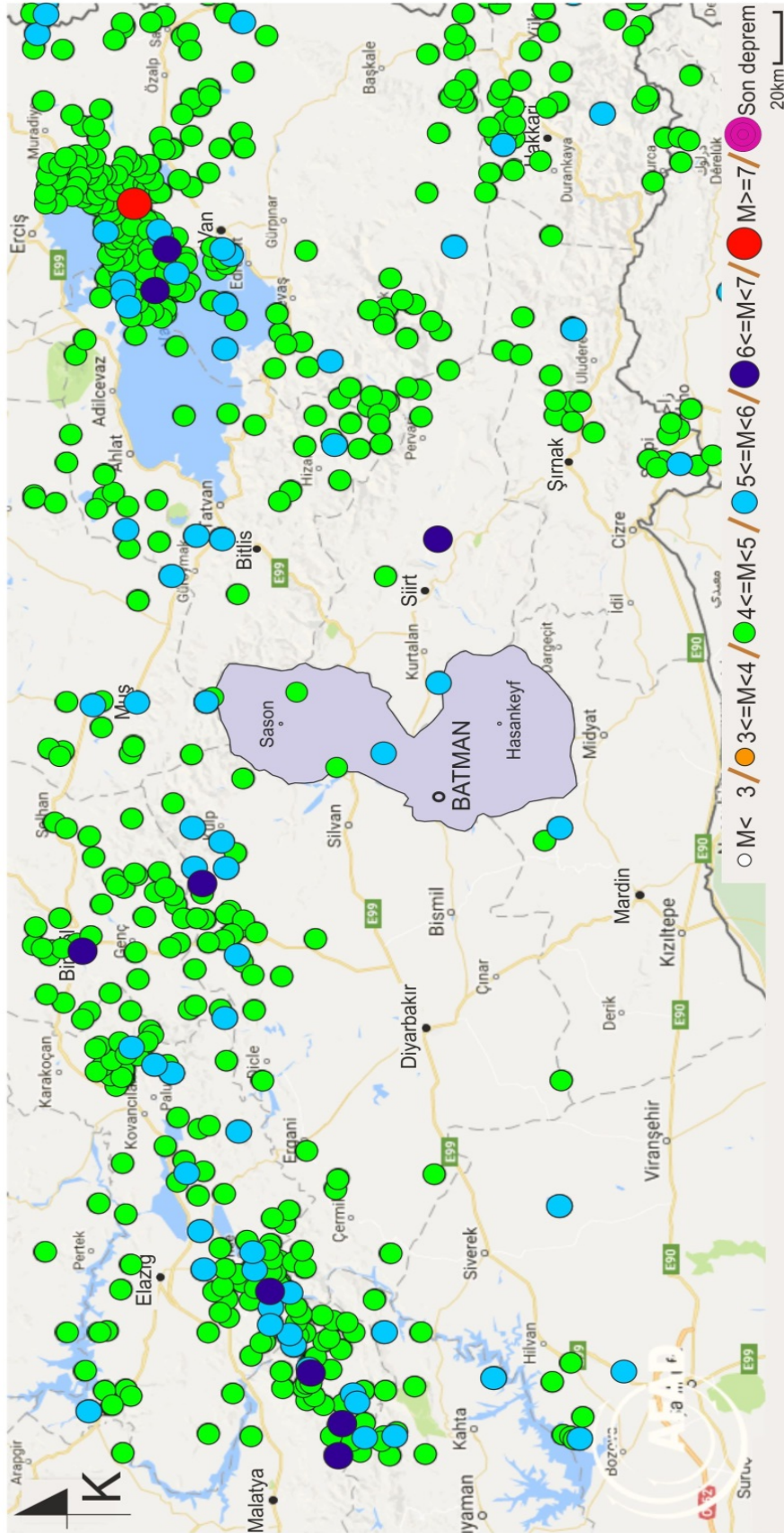
Bölgedeki sedimantasyonu geniş manada denetlediği düşünülen üç tektonik gelişim bulunmaktadır. Bunlar; Kambriyen-Alt Kretase sürecinde gelişen epirojenik hareketler (deniz yüzeyi değişimlerine neden olmuştur); Üst Kretase’de gelişen sıkışma rejimi ve sürüklenimi ile Miyosen’de meydana geldiği düşünülen sıkışma rejimi olarak izah edilebilir (Anıt, 2013).

Miyosen’de yaklaşık kuzey-güney doğrultusundaki sıkışma rejiminden etkilenen bölgede, Bitlis-Pötürge-Malatya naplarının Güneydoğu Anadolu otoktonu üzerine yerleşimine bağlı olarak, yaklaşık doğu-batı gidişli antiklinal ve senklinaller ile güneye doğru bindirmeler gelişmiştir (Şenel, 2007).

Büyük çoğunluğu eski ve yeni alüvyon kökenli zemin karakterinde olan Batman ili, zemin özellikleri bakımından riskli olarak değerlendirilmektedir. Şehir merkezinde olmasa dahi çevresinde gelişmesi muhtemel sarsıntılar ve aletsel büyüklüğü beşten büyük depremlerin yıkıcı etkisi olasıdır. Bu noktada şehrin alüviyal zemini ve Şelmo Formasyonu’nun genel karakteri düşünüldüğünde, zemin büyütme etkisinin de hesaba katılmasının gerekliliği genel bir kabuldür (Tombul ve Sunkar, 2008).

Batman ili, aktif fayların kestiği ve kırıklı yapıların bulunduğu bir bölge olarak incelenmemektedir. Kayıtlara geçmiş olan, il merkezi ve 225 km çapındaki uzaklıkta tespit edilmiş yıkıcı olacak bir deprem bulunmamaktadır. İnceleme sonuçları da bu bulguyu destekler niteliktedir (Şekil 4.38.).

Aletsel ölçeği 4 ve 4’ten büyük gelişmesi muhtemel depremlerin il merkezinde ve civarında hasar yapıcı boyuta ulaşması, mevcut yerleşim alanlarının Şelmo Formasyonu’nun ve alüviyal birimlerin üzerine kurulmasıyla ilişkilendirilmelidir. Mühendislik yapılarında ihmaller ve denetimsizlik telafisi mümkün olmayacak sonuçlar meydana getirebilecek ciddiyettedir (Anıt, 2013). İlin deprenselliğinde rol oynayan fay hatlarının tümü kıvrım sistemlerine uyumlu bir biçimde doğu batı yönlü uzanış göstermektedir. İçlerinde en önemlisi, ters fay niteliğinde olan



Şekil 4.38 1900-2017 yılları arasında Batman bölgesindeki depremlerin dağılım haritası (www.deprem.gov.tr'den düzenlenerek alınmıştır)

ve Raman Antiklinali'nin güney kanadı boyunca uzanan Hasankeyf Fayı'dır. Yapılan ölçümlerde çok derinlere kadar indiği belirlenen bu ters fay, Meymune Boğazı'nı geçerek Batı Raman Antiklinali'ne kadar uzanmaktadır. Batman çevresinde yüzeyleyen kayalar BZK'nın oluşumu ve sonrasında devam eden sıkışma hareketleriyle yamulmuş; kıvrımlı, faylı ve çatlaklı yapılar kazanmıştır.

4.4. Jeokimya

4.4.1. Mineral kimyası

Önceden hazırlanan uygun ebatlardaki ince kesitlerde belirtilen minerallerin kimyasal bileşimlerinin saptanması işlemi Ankara Üniversitesi, Yer Bilimleri Araştırma Merkezi (YEBİM)'nde JEOL marka JXA-8230 model cihazda gerçekleştirilmiştir. Matriks etkileri JEOL tarafından sağlanan ZAF yazılımı kullanılarak düzeltilmiştir. Karbon kaplama YEBİM'deki Quorum Q150T ES makinesi kullanılarak yapılmıştır. Bu çalışma neticesinde piroksen, plajiyoklas, olivin minerallerinin analizleri yapılmıştır. EPMA (Elektron Prob Mikro-Analiz) analizleri farklı bileşimlerdeki kayalarda mikrolitler ve fenokristaller üzerinde gerçekleştirilmiştir. Ölçümler fenokristaller için merkez ve kenar kısımlarından alınmıştır. Yapılan ölçümlerle seçilen noktalara ait % oksit olarak elementel içerikler tespit edilmiştir. Veriler yardımıyla mineral sınıflama diyagramlarına düşürülen örnekler kimliklendirilerek gerek kimyasal değişim, gerekse kayaç oluşumunda etkili olabilecek olaylar (zonlanma gibi) açıklanmaya çalışılmıştır. Analizler tablolar halinde verilmiştir. Örneğine göre değişen sayılarda farklı noktada ölçümler hem merkezlerinden hem de her iki kenar hattı boyunca alınmıştır.

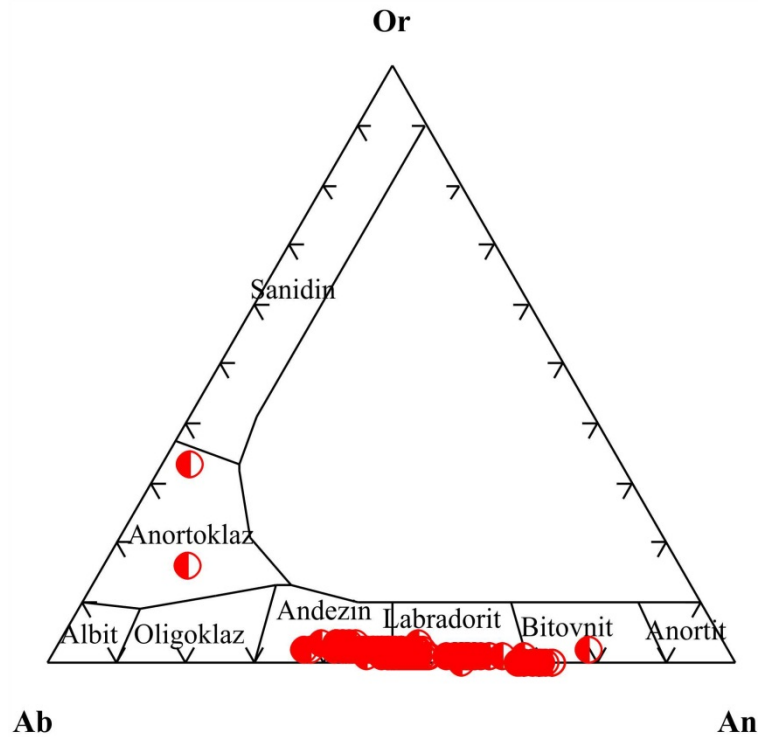
4.4.1.1. Feldispat

Kıra Dağı'na ait volkanik kayalar içerisinde, fenokristaller şeklinde görülen plajiyoklasların bileşimleri genelde andezin, bitovnit, labradorit ve çok az

oranda da anortoklazdır (Şekil 4.39.). Mikroprop çözümleme sonuçları Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Örneğine göre yirmi adede varan farklı noktada ölçümler hem merkezlerinden hem de her iki kenar hattı boyunca alınmıştır. Plajiyoklas fenokristalleri içerisindeki andezin olanların bileşimi $An_{36,0-49,8} Ab_{48,4-61,2} Or_{1,0-3,8}$; bitovnit olanların bileşimi $An_{70,3-77,0} Ab_{20,2-28,9} Or_{0,7-2,9}$; labradorit olanlarının bileşimi $An_{50,0-69,6} Ab_{29,6-48,2} Or_{0,8-3,0}$ ve anortoklaz olanların bileşimi ise $An_{4,3-12,8} Ab_{62,3-70,3} Or_{16,9-33,3}$ arasında değişmektedir.

Mineralojik incelemelere göre tetkik edilen örneklerde, gerek merkez ve kenarlar arasında (Şekil 4.40., 4.41., 4.42., 4.43., 4.44. ve 4.45.) ve gerekse kenardan kenara doğru Na_2O , K_2O , Al_2O_3 ve CaO ana oksit içerikleri bakımından belirgin bir zonlanma gözlenmemiştir. Ayrıca SiO_2 oranı düşük örneklerde anortit miktarı en yüksek iken, SiO_2 oranı daha yüksek olan örneklerde ise albit oranının fazla olması dikkat çekmektedir.

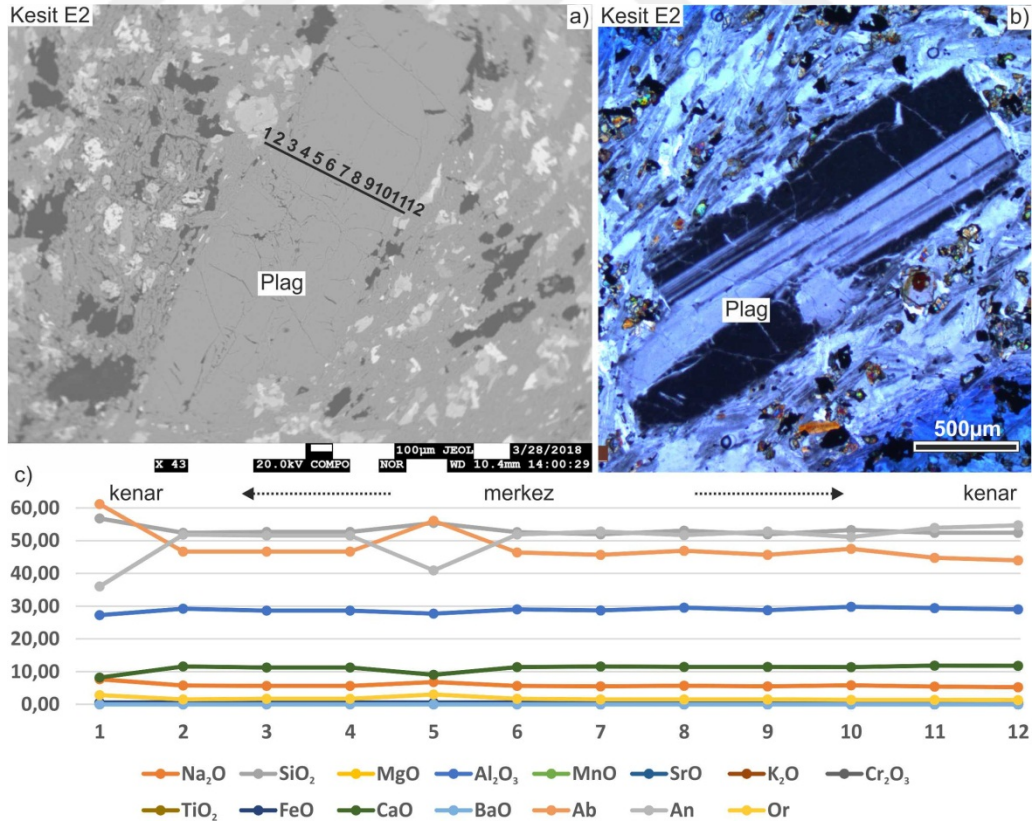


Şekil 4.39. Kıra Dağı Volkanikleri'ndeki feldispatların Or-An-Ab diyagramındaki sınıflaması

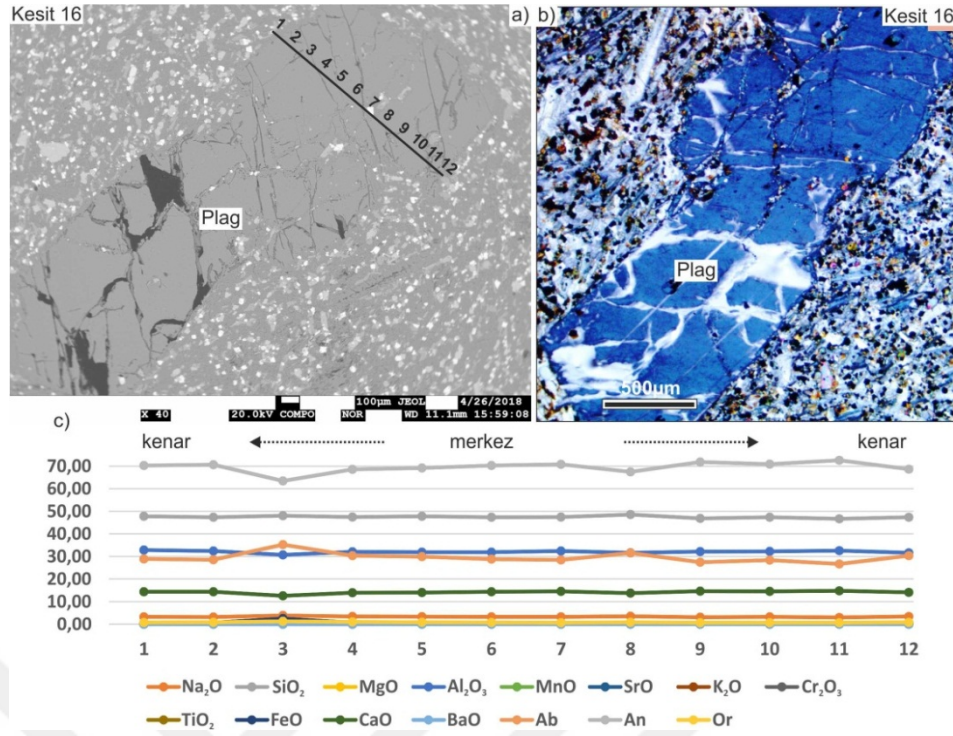
Çizelge 4.1. Kırda Dağı Volkanitleri'ndeki plajiyoklaz minerallerinin (% Ağ.) temsili bileşimleri

Örn. Adı	Ölç. Ala.	Ölç. Nok.	Na ₂ O	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	MnO	SrO	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	TiO ₂	FeO	CaO	BaO	TOTAL	Ab	An	Or
E4B	bl5	p1	0,05	0,11	1,98	0,16	0,55	0,02	0,01	0	52,12	48,8	0,36	0	104	20,20	77,00	2,90
E4B	bl5	p10	5,45	52,89	0,08	29,13	0	0,06	0,37	0	0,09	0,58	11,06	0	99,70	46,20	51,80	2,10
E4B	bl5	p11	6,69	55,69	0,06	27,33	0	0,03	0,57	0	0,12	0,60	8,80	0,03	99,90	56,10	40,70	3,20
E4B	bl5	p2	5,83	53,47	0,09	28,18	0,01	0,11	0,42	0	0,13	0,63	10,18	0	99,10	49,70	48,00	2,40
E4B	bl5	p3	5,54	53,38	0,09	29,40	0	0,03	0,35	0	0,12	0,66	10,85	0	100	47,10	51,00	1,90
E4B	bl5	p4	5,40	52,96	0,08	29,29	0	0,10	0,33	0,01	0,13	0,60	10,90	0	99,80	46,40	51,70	1,90
E4B	bl5	p5	5,45	53,07	0,07	29,16	0	0,09	0,32	0	0,12	0,65	11,03	0	99,90	46,40	51,80	1,80
E4B	bl5	p6	5,27	52,65	0,08	29,33	0	0,18	0,30	0	0,10	0,58	11,21	0	99,70	45,20	53,10	1,70
E4B	bl5	p7	5,41	53,32	0,08	29,45	0	0,06	0,31	0	0,12	0,64	11,27	0	100	45,70	52,60	1,70
E4B	bl5	p8	5,23	52,23	0,07	29,31	0	0,05	0,54	0	0,13	0,61	11,08	0	99,30	44,70	52,30	3,00
E4B	bl5	p9	5,28	52,42	0,08	29,25	0	0,05	0,36	0	0,12	0,63	11,24	0	99,40	45,00	53,00	2,00
16	bl2	p1	3,27	47,83	0,04	32,81	0	0,06	0,14	0	0,07	0,66	14,40	0	99,30	28,90	70,30	0,80
16	bl2	p10	3,22	47,35	0,04	32,44	0,04	0,13	0,15	0,01	0,06	0,66	14,40	0	98,50	28,60	70,60	0,90
16	bl2	p11	3,85	48,09	0,75	30,74	0,02	0,08	0,21	0,02	0,10	2,51	12,55	0	98,90	35,20	63,50	1,30
16	bl2	p12	3,40	47,45	0,04	32,11	0	0,03	0,17	0	0,08	0,70	13,93	0	97,90	30,40	68,60	1,00
16	bl2	p2	3,36	47,79	0,06	31,90	0,01	0,12	0,16	0,01	0,09	0,69	14,04	0,01	98,20	29,90	69,20	0,90
16	bl2	p3	3,25	47,39	0,07	31,91	0	0,14	0,15	0	0,06	0,66	14,34	0	97,90	28,80	70,30	0,80
16	bl2	p4	3,23	47,43	0,06	32,45	0	0,04	0,13	0	0,06	0,64	14,54	0,01	98,50	28,50	70,80	0,70
16	bl2	p5	3,56	48,62	0,08	31,61	0	0,08	0,15	0	0,06	0,64	13,76	0,01	98,50	31,60	67,50	0,90
16	bl2	p6	3,10	46,90	0,07	32,19	0	0,10	0,12	0	0,05	0,64	14,67	0	97,80	27,50	71,80	0,70
16	bl2	p7	3,22	47,40	0,07	32,26	0	0,05	0,12	0,01	0,08	0,61	14,54	0	98,30	28,40	70,90	0,70
16	bl2	p8	3,00	46,72	0,07	32,61	0	0,07	0,12	0	0,06	0,62	14,79	0	98,10	26,70	72,60	0,70
16	bl2	p9	3,45	47,38	0,05	31,67	0	0,09	0,16	0	0,07	0,69	14,13	0	97,60	30,40	68,70	0,90
2A	blg6	p1	5,19	51,76	0,06	29,62	0	0,16	0,36	0	0,11	0,64	11,26	0	99,10	44,60	53,40	2,00
2A	blg6	p2	5,22	51,25	0,08	29,22	0	0,13	0,33	0,01	0,12	0,66	11,42	0	98,40	44,40	53,70	1,90
2A	blg6	p3	5,98	53,72	0,08	28,13	0	0,05	0,42	0	0,14	0,65	10,01	0,03	99,20	50,70	46,90	2,30
2A	blg6	p4	6,54	54,37	0,08	27,24	0	0,16	0,55	0	0,15	1,21	8,84	0,01	99,10	55,50	41,50	3,10
2A	blg6	p5	7,42	61,42	0,05	18,45	0	0,03	6,03	0,01	0,70	2,36	0,93	0,05	97,40	62,30	4,30	33,0
2A	blg6	p6	6,61	54,89	0,07	27,11	0	0,11	0,65	0,01	0,14	0,72	8,62	0,01	98,90	56,00	40,40	3,60
2A	blg6	p7	5,24	52,08	0,09	29,06	0,02	0,10	0,33	0	0,14	0,67	11,25	0,01	98,90	44,90	53,20	1,90
2A	blg6	p8	6,10	53,93	0,07	27,59	0	0,11	0,47	0,01	0,11	0,68	9,85	0	98,90	51,50	46,00	2,60
2A	blg6	p9	6,00	53,08	0,08	27,92	0	0,03	0,45	0	0,12	0,67	9,99	0	98,30	50,80	46,70	2,50
4A	bl3	p1	6,66	55,95	0,07	30,38	0	0,10	0,41	0	0,15	0,67	10,4	0	104	52,50	45,40	2,10
4A	bl3	p10	5,65	52,46	0,07	30,27	0	0,11	0,33	0	0,12	0,59	11,5	0	101	46,30	52,00	1,80
4A	bl3	p11	6,38	53,70	0,09	28,02	0	0,04	0,43	0	0,09	0,62	10,15	0,02	99,50	52,00	45,70	2,30
4A	bl3	p12	5,56	51,96	0,07	29,65	0	0,18	0,31	0,01	0,11	0,58	11,59	0	100	45,70	52,70	1,70
4A	bl3	p13	5,45	52,11	0,06	28,87	0	0,10	0,28	0	0,10	0,60	11,77	0	99,30	44,90	53,50	1,50
4A	bl3	p14	5,42	52,36	0,07	29,53	0	0,09	0,32	0	0,10	0,58	11,75	0	100	44,70	53,60	1,70
4A	bl3	p15	7,09	56,25	0,05	28,15	0	0,14	0,54	0	0,13	0,61	9,12	0,01	102	56,80	40,40	2,90
4A	bl3	p2	5,35	52,19	0,20	29,52	0	0,09	0,40	0	0,13	0,71	10,73	0	99,30	46,30	51,40	2,30
4A	bl3	p3	6,43	53,97	0,08	28,12	0	0,21	0,35	0	0,10	0,57	10,12	0	99,90	52,50	45,60	1,90
4A	bl3	p4	5,24	51,60	0,07	29,51	0	0,03	0,29	0	0,14	0,59	11,82	0	99,20	43,80	54,60	1,60
4A	bl3	p5	5,87	54,22	0,07	31,42	0	0,10	0,29	0	0,08	0,61	11,59	0	104	47,10	51,40	1,50
4A	bl3	p6	5,78	54,56	0,08	31,53	0	0,08	0,43	0	0,11	0,59	11,19	0	104	47,20	50,50	2,30
4A	bl3	p7	6,08	53,60	0,05	29,09	0	0,06	0,36	0	0,13	0,72	11,01	0	101	49,00	49,10	1,90
4A	bl3	p8	6,24	54,07	0,08	28,69	0	0,08	0,44	0	0,09	0,63	10,18	0,01	100	51,30	46,30	2,40
4A	bl3	p9	5,76	53,41	0,07	30,31	0	0,03	0,30	0	0,12	0,64	11,48	0	102	46,80	51,60	1,60

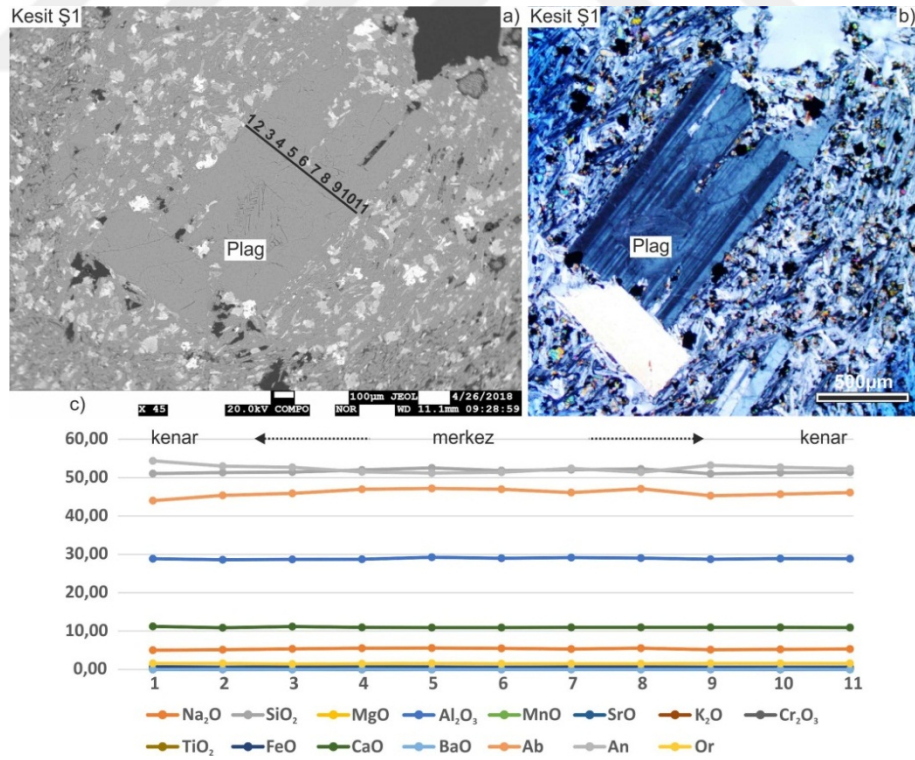
Örn. Adı	Ölç. Ala.	Ölç. Nok.	Na ₂ O	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	MnO	SrO	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	TiO ₂	FeO	CaO	BaO	TOTAL	Ab	An	Or
E2	bl5	p11	5,62	52,71	0,07	28,61	0,01	0,14	0,31	0	0,11	0,58	11,25	0,01	99,40	46,70	51,60	1,70
E2	bl5	p12	5,62	52,71	0,07	28,61	0,01	0,14	0,31	0	0,11	0,58	11,25	0,01	99,40	46,70	51,60	1,70
E2	bl5	p2	6,83	55,40	0,07	27,71	0	0,08	0,56	0	0,16	0,54	9,01	0,01	100	56,10	40,90	3,00
E2	bl5	p3	5,63	52,63	0,08	29,00	0,02	0,11	0,32	0,01	0,11	0,62	11,40	0,02	99,90	46,40	51,90	1,70
E2	bl5	p4	5,53	51,94	0,10	28,68	0,01	0,10	0,28	0	0,11	0,63	11,56	0	98,90	45,70	52,80	1,50
E2	bl5	p5	5,73	53,04	0,08	29,57	0	0,10	0,27	0,02	0,10	0,64	11,43	0	100	46,90	51,70	1,50
E2	bl5	p6	5,48	51,99	0,09	28,80	0	0,07	0,27	0	0,11	0,65	11,47	0	98,90	45,70	52,80	1,50
E2	bl5	p7	5,86	53,25	0,09	29,80	0	0,11	0,26	0	0,12	0,63	11,41	0	101	47,50	51,10	1,40
E2	bl5	p8	5,43	52,42	0,11	29,39	0	0,13	0,25	0,01	0,11	0,66	11,83	0	100	44,80	53,90	1,40
E2	bl5	p9	5,22	52,40	0,09	29,03	0	0,04	0,24	0,02	0,11	0,65	11,75	0	99,50	44,00	54,70	1,30
E2	bl5	p10	5,77	52,41	0,10	29,23	0	0	0,28	0	0,13	0,65	11,60	0	100	46,70	51,80	1,50
Ş1	bl3	p1	5,02	51,07	0,08	28,86	0	0,12	0,27	0	0,09	0,68	11,21	0	97,40	44,00	54,40	1,60
Ş1	bl3	p10	5,15	51,31	0,10	28,62	0	0,03	0,28	0,01	0,10	0,59	10,89	0,01	97,10	45,40	53,00	1,60
Ş1	bl3	p11	5,38	51,47	0,10	28,71	0	0,13	0,26	0	0,11	0,67	11,18	0	98,00	45,90	52,70	1,40
Ş1	bl3	p2	5,52	52,02	0,09	28,76	0	0,08	0,27	0	0,10	0,65	10,95	0,02	98,40	47,00	51,50	1,50
Ş1	bl3	p3	5,57	52,51	0,11	29,26	0	0,05	0,28	0	0,12	0,62	10,94	0	99,40	47,20	51,20	1,60
Ş1	bl3	p4	5,51	51,84	0,07	29,01	0	0,12	0,28	0	0,13	0,56	10,91	0	98,40	47,00	51,40	1,50
Ş1	bl3	p5	5,33	52,06	0,07	29,15	0	0,09	0,27	0,02	0,11	0,62	10,97	0	98,60	46,10	52,40	1,50
Ş1	bl3	p6	5,54	52,25	0,10	29,04	0	0,09	0,28	0,01	0,11	0,62	10,95	0	98,90	47,10	51,40	1,50
Ş1	bl3	p7	5,16	51,03	0,07	28,75	0	0,10	0,27	0	0,10	0,61	10,98	0,01	97,10	45,30	53,20	1,60
Ş1	bl3	p8	5,26	51,30	0,09	28,92	0	0,03	0,28	0,01	0,09	0,59	10,98	0,02	97,50	45,70	52,70	1,60
Ş1	bl3	p9	5,32	51,40	0,07	28,86	0	0,16	0,28	0,01	0,09	0,58	10,93	0	97,70	46,10	52,30	1,60



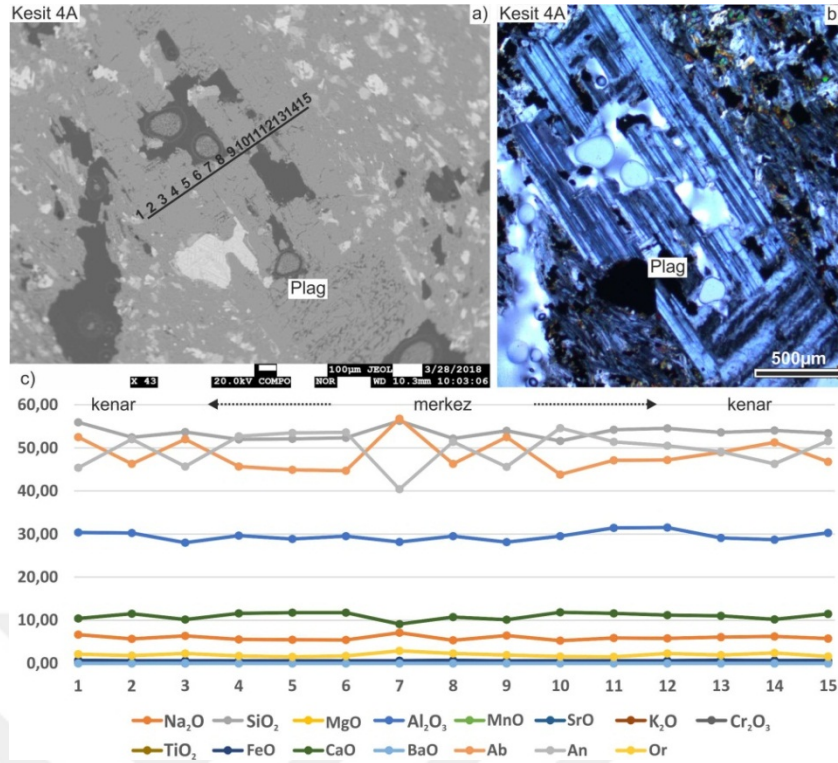
Şekil 4.40. E2 nolu feldispat örneğine ait a) tek nikol görünümü (TN) b) çift nikol görünümü (ÇN) c) kenar ve merkez ölçüm sonuçları, noktasal dağılım olarak majör oksitler ve Ab-An-Or değişim değerleri



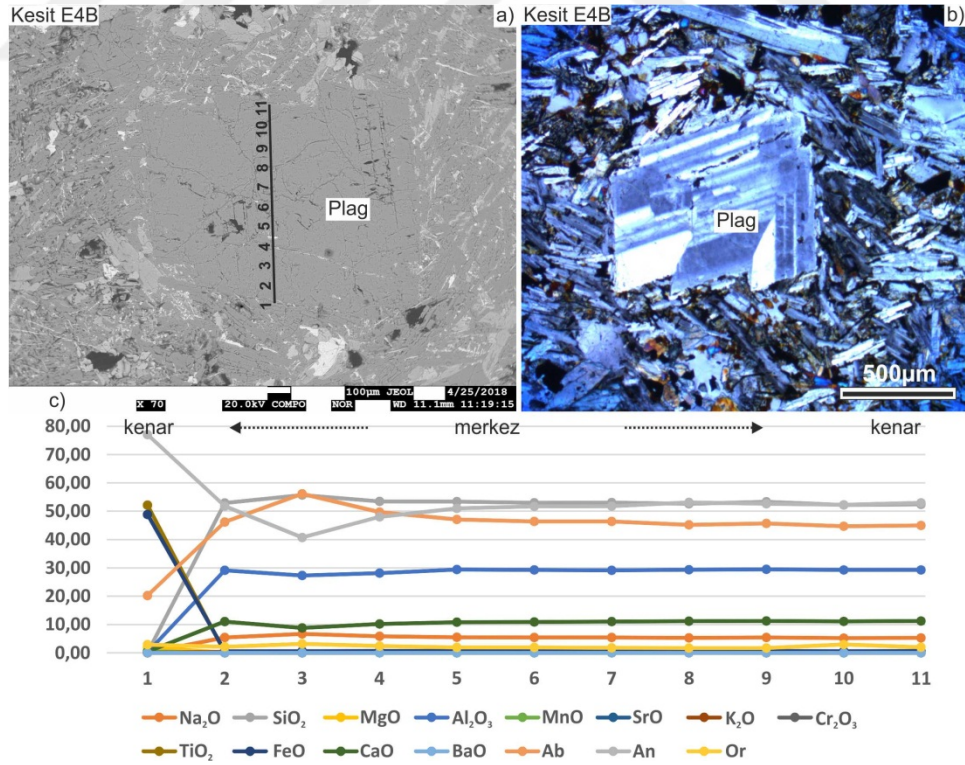
Şekil 4.41. 16 nolu örneğe ait a) TN görünümü b) ÇN görünümü c) kenar ve merkez ölçüm sonuçları, noktasal dağılım olarak majör oksitler ve Ab-An-Or değişim değerleri



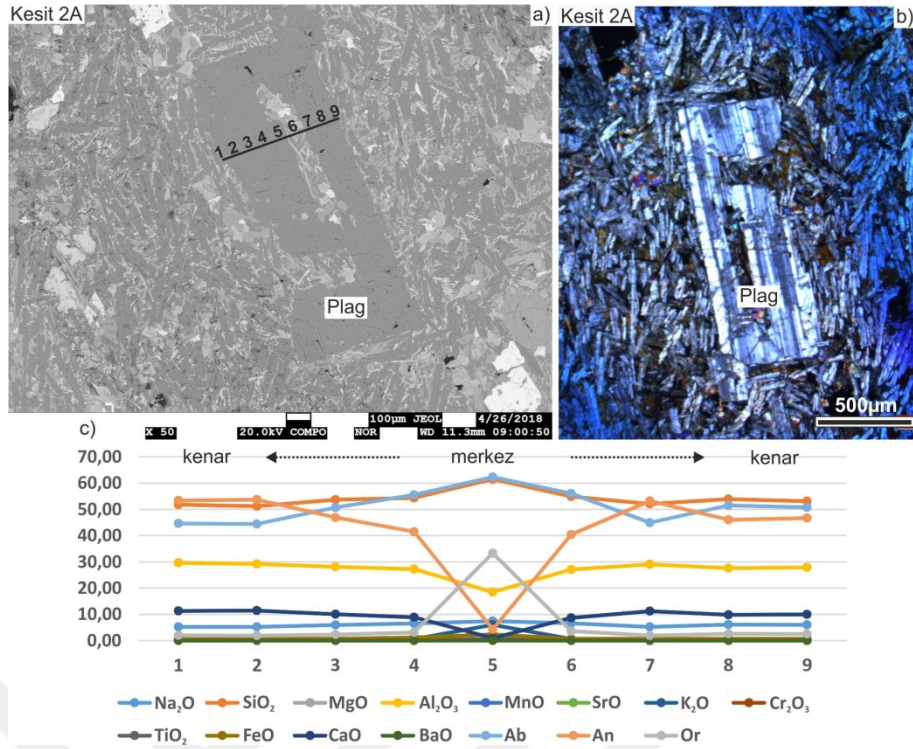
Şekil 4.42. S1 nolu örneğe ait a) TN görünümü b) ÇN görünümü c) kenar ve merkez ölçüm sonuçları, noktasal dağılım olarak majör oksitler ve Ab-An-Or değişim değerleri



Şekil 4.43. 4A nolu örneğe ait a) TN görünümü b) ÇN görünümü c) kenar ve merkez ölçüm sonuçları, noktasal dağılım olarak majör oksitler ve Ab-An-Or değişim değerleri



Şekil 4.44. E4B nolu örneğe ait a) TN görünümü b) ÇN görünümü c) kenar ve merkez ölçüm sonuçları, noktasal dağılım olarak majör oksitler ve Ab-An-Or değişim değerleri

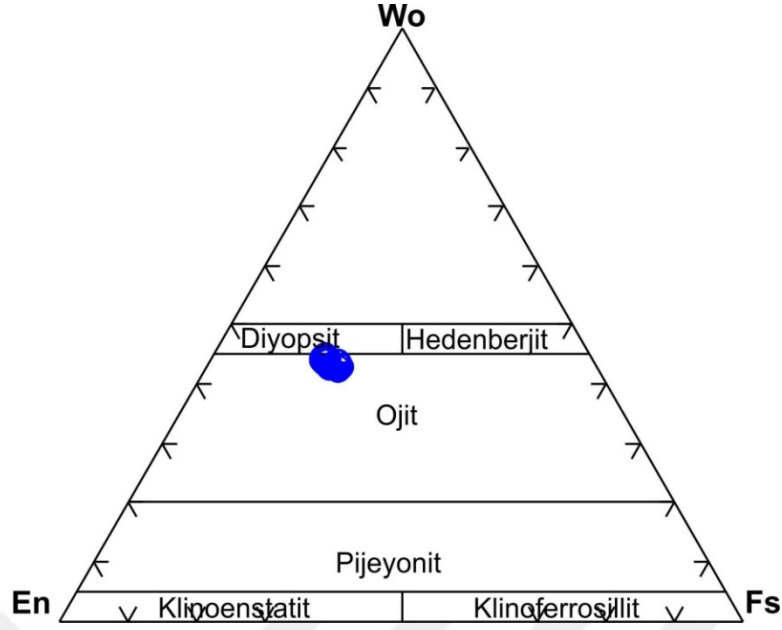


Şekil 4.45. 2A nolu örneğe ait a) TN görünümü b) ÇN görünümü c) kenar ve merkez ölçüm sonuçları, noktasal dağılım olarak majör oksitler ve Ab-An-Or değişim değerleri

4.4.1.2. Piroksen

Hazırlanan ince kesitlerin genelinde piroksene diğer mineraller kadar yaygın olarak rastlanılmamasına rağmen kristalleri genellikle özşekillidir. Mümkün mertebe kenar ve merkezlerinden ölçümler alınmasına özen gösterilmiştir.

Klinopiroksenler Morimoto vd., (1988)'nin Wo-En-Fs sınıflamasına göre diyopsit ve ojit olarak isimlendirilebilir (Şekil 4.46.). Ortopiroksene rastlanılmamıştır. Kıra Dağı Volkanitleri'nin içerdiği klinopiroksenlerin ölçüm alanları ve ölçüm noktalarının da belirtildiği mikroprob analizleri Çizelge 4.2.'de sunulduğu şekildedir. Wo-En-Fs değerleri ayrıca hesaplanmıştır. Diyopsit ve ojitlerin (cpx) sınıflamadaki konumları birbirine çok yakın olup, bileşimleri $Wo_{42,77-44,65} En_{37,32-39,51} Fs_{16,5-19,7}$ dir. Majör oksit ve Wo-En-Fs



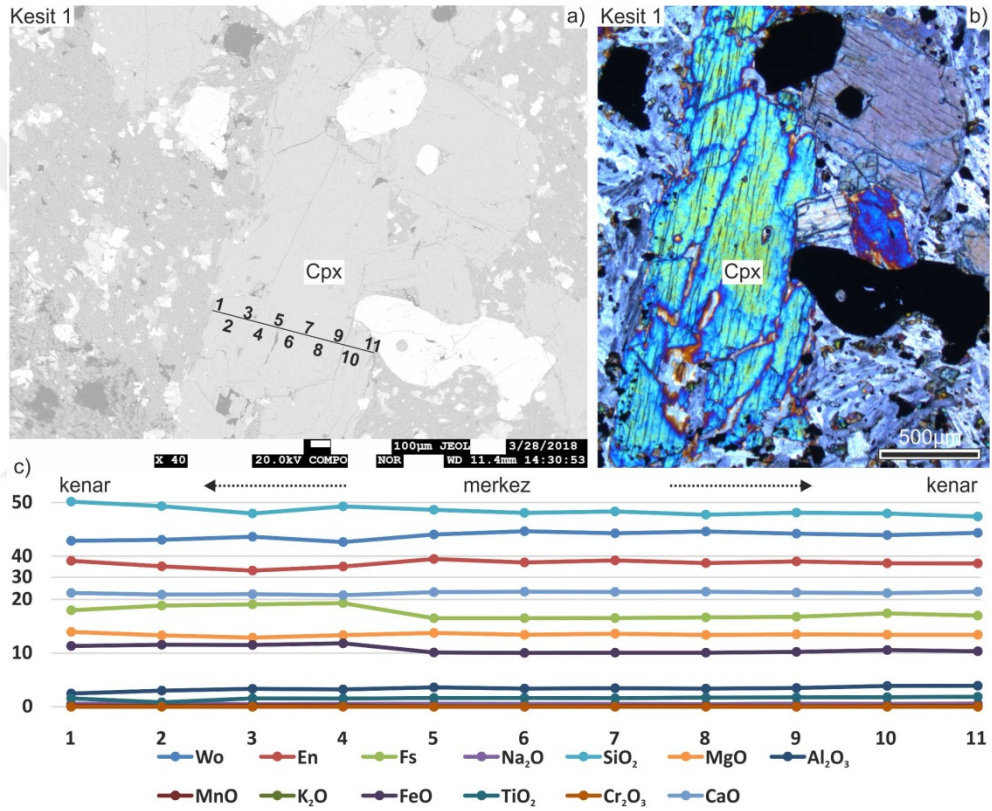
Şekil 4.46. Kırda Dağı Volkanitleri'ndeki piroksenlerin Wo-En-Fs diyagramındaki sınıflaması (Morimoto vd., 1988)

Çizelge 4.2. İncelenen volkanitlerin klinopiroksen minerallerinin (% Ağ.) bileşimleri

Örn. Adı	Ölç. Alanı	Ölç. Nokt.	Na ₂ O	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	MnO	K ₂ O	FeO	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	CaO	TOTAL	WO	EN	FS
1	bl1	p1	0,55	50,20	13,90	2,47	0,22	0,01	11,30	1,57	0	21,20	101,42	42,80	39	18,16
1	bl1	p10	0,53	48,00	13,40	3,86	0,16	0,01	10,60	1,80	0	21,20	99,56	43,90	39	17,39
1	bl1	p11	0,61	47,40	13,40	3,92	0,18	0,02	10,40	1,85	0	21,50	99,28	44,40	39	17,00
1	bl1	p2	0,61	49,30	13,30	3,02	0,18	0,01	11,60	0,84	0	20,90	99,76	43,10	38	18,84
1	bl1	p3	0,50	47,90	12,90	3,34	0,23	0,01	11,50	1,55	0	21,00	98,93	43,60	37	19,06
1	bl1	p4	0,55	49,30	13,30	3,25	0,24	0,03	11,80	1,52	0,01	20,80	100,8	42,60	38	19,29
1	bl1	p5	0,56	48,60	13,80	3,60	0,13	0,02	10,10	1,65	0	21,40	99,86	44,00	39	16,50
1	bl1	p6	0,54	48,10	13,40	3,40	0,11	0,01	10,00	1,64	0	21,40	98,60	44,70	39	16,51
1	bl1	p7	0,53	48,30	13,60	3,46	0,15	0	10,10	1,61	0	21,40	99,15	44,30	39	16,52
1	bl1	p8	0,51	47,70	13,40	3,40	0,16	0,01	10,10	1,71	0,01	21,40	98,40	44,60	39	16,66
1	bl1	p9	0,57	48,10	13,50	3,50	0,13	0,01	10,20	1,73	0	21,30	99,04	44,20	39	16,77
E3	bl5	p1	0,70	47,30	12,90	4,94	0,14	0	11,20	2,38	0	20,70	100,26	43,50	38	18,60
E3	bl5	p10	0,55	48,40	13,40	4,11	0,17	0,01	10,40	1,92	0	21,20	100,16	44,10	39	17,17
E3	bl5	p11	0,46	49,20	13,20	2,26	0,26	0,01	12,10	1,56	0,01	21,10	100,16	43,00	37	19,65
E3	bl5	p2	0,58	48,80	13,60	4,20	0,16	0	10,50	1,89	0	21,00	100,73	43,50	39	17,19
E3	bl5	p3	0,60	48,30	13,50	4,05	0,17	0,01	10,40	1,86	0,01	21,10	100	43,80	39	17,16
E3	bl5	p4	0,52	48,00	13,10	3,66	0,17	0,02	10,20	1,73	0,01	21,10	98,51	44,50	38	17,00
E3	bl5	p5	0,61	48,60	13,50	3,73	0,17	0,02	10,20	1,75	0,02	21,20	99,80	44,20	39	16,86
E3	bl5	p6	0,58	49,00	13,80	3,79	0,18	0	10,10	1,81	0,02	21,30	100,58	43,90	40	16,64
E3	bl5	p7	0,59	49,20	13,70	3,75	0,15	0	10,10	1,75	0,03	21,20	100,47	43,90	40	16,59
E3	bl5	p8	0,55	48,10	13,20	4,00	0,17	0,01	10,30	1,85	0,01	21,20	99,39	44,40	38	17,14
E3	bl5	p9	0,55	48,70	13,60	4,06	0,19	0	10,40	1,92	0	21,20	100,62	43,80	39	17,01

değerleri dikkate alındığında minerallerde zonlanma görülmemektedir (Şekil 4.47. ve Şekil 4.48.).

Piroksen minerallerinde (klinopiroksen), analiz çıktılarında yapılan değerlendirmelere dayanılarak zonlanma görülmediği anlaşılmaktadır. Bu durum, fraksiyonel kristallenme başlığı altında ayrıca değerlendirilmiş ve magma oluşumunda fraksiyonel kristallenmenin etkisi olmadığının kanıtı kabul edilmiştir.

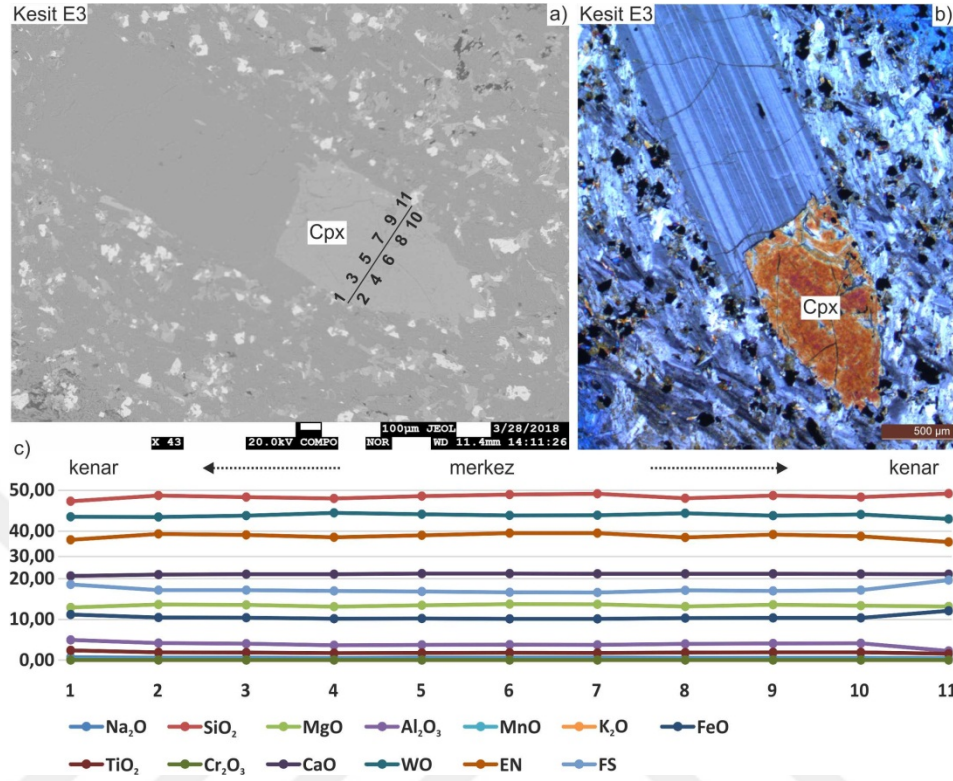


Şekil 4.47. 1 nolu örneğe ait a) TN görünümü b) ÇN görünümü c) kenar ve merkez ölçüm sonuçları, noktasal dağılım olarak majör oksitler ve Wo-En-Fs değişim değerleri

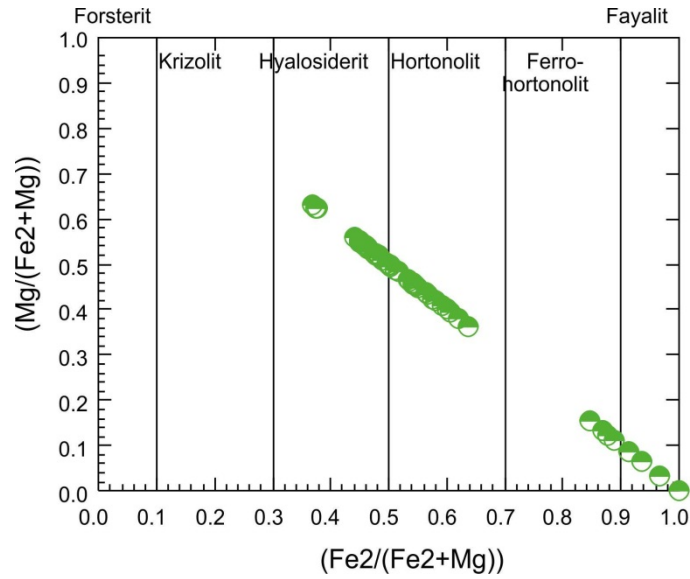
4.4.1.3. Olivin

Saptanan olivinlere ait forsterit (Fo) ve fayalit (Fa) içeriklerine göre hazırlanan $(Mg/(Fe_2+Mg))-(Fe_2/(Fe_2+Mg))$ diyagramındaki sınıflama hyalosideritten fayalite kadar düzgün bir eğilim göstermektedir (Şekil 4.49.). Kıra Dağı Volkanitleri'nce içerilen olivinlerin mikroprob analizleri Çizelge 4.3.'te

sunulduğu şekildedir. Alınan örneklerin ölçüm sonuçlarına göre merkez-kenar ve orta noktaları arasında belirgin farklar bulunmamaktadır.



Şekil 4.48. E3 nolu örneğe ait a) TN görünümü b) ÇN görünümü c) kenar ve merkez ölçüm sonuçları, noktasal dağılım olarak majör oksitler ve Wo-En-Fs değişim değerleri



Şekil 4.49. Kıra Dağı Volkanikleri'ndeki olivinlerin (Mg/(Fe₂+Mg))-(Fe₂/(Fe₂+Mg)) diyagramındaki sınıflaması

Çizelge 4.3. Kırda Dağı Volkanitleri'ndeki olivin minerallerinin (% Ağ.) bileşimleri

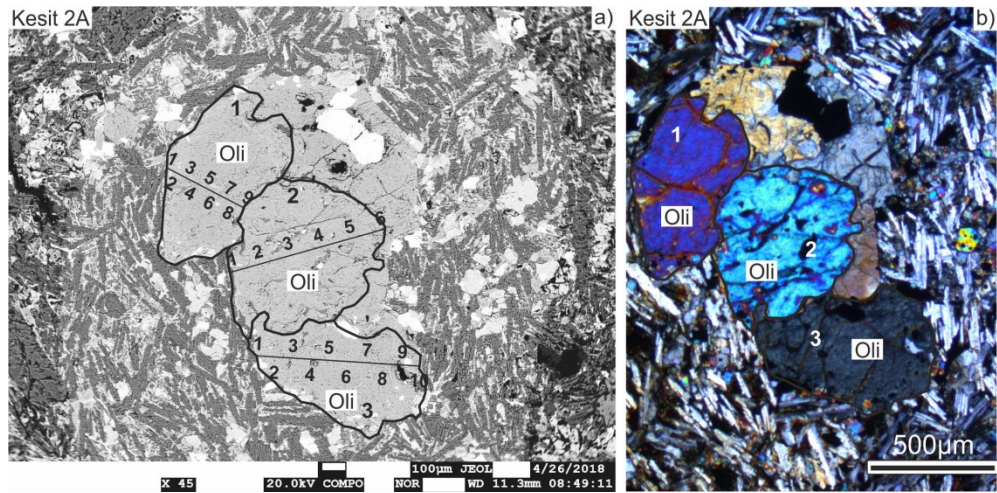
Örnek Adı	Ölç. Ala.	Ölç. Nokt.	MgO	SiO ₂	MnO	Al ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	CaO	ZnO	TOTAL	Fe_FeMg	Mg_FeMg
E5	bl2a	p1	18,68	30,59	0,898	0	51,21	0,073	0,009	0,44	0,047	101,94	0,61	0,39
E5	bl2a	p2	21,08	31,52	0,820	0,05	48,48	0,051	0,001	0,37	0,047	102,414	0,56	0,44
E5	bl2a	p3	20,89	31,69	0,763	0,02	48,90	0,088	0	0,42	0,036	102,80	0,57	0,43
E5	bl2a	p4	20,65	32,31	0,846	0,04	50,16	0,157	0,004	0,41	0,026	104,602	0,58	0,42
E5	bl2a	p5	20,52	32,21	0,911	0,04	50,43	0,052	0,005	0,41	0,059	104,637	0,58	0,42
E5	bl2a	p6	16,31	29,64	0,901	0,09	50,76	0,072	0,001	0,44	0,039	98,2484	0,64	0,36
E5	bl2a	p7	19,29	31,63	0,898	0,02	51,39	0,093	0,018	0,48	0,041	103,867	0,60	0,40
E5	bl2b	p1	22,04	31,72	0,755	0,05	46,76	0,061	0,01	0,40	0,027	101,812	0,54	0,46
E5	bl2b	p2	24,11	31,86	0,585	0,02	43,59	0,043	0,005	0,33	0,036	100,582	0,50	0,50
E5	bl2b	p3	25,59	32,95	0,586	0,01	42,83	0,075	0,002	0,34	0,030	102,417	0,48	0,52
E5	bl2b	p4	0,001	56,68	0,025	22,2	0,844	0,132	0,01	4,33	0,018	84,194	1,00	0,00
E5	bl2b	p5	23,68	32,04	0,729	0,02	44,21	0,067	0,00	0,32	0,00	101,065	0,51	0,49
E5	bl2b	p6	22,37	31,85	0,745	0,02	46,30	0,162	0,00	0,46	0,056	101,95	0,54	0,46
Ş2	bl2	p1	22,07	32,86	0,795	0,02	48,18	0,08	0	0,4	0,048	104,463	0,55	0,45
Ş2	bl2	p2	21,95	31,29	0,699	0,02	46,41	0,073	0	0,37	0,042	100,862	0,54	0,46
Ş2	bl2	p3	21,86	31,00	0,721	0,03	46,29	0,08	0,001	0,37	0,042	100,387	0,54	0,46
Ş2	bl2	p4	31,53	33,55	0,455	0,05	33,68	0,071	0,001	0,29	0,031	99,652	0,37	0,63
Ş2	bl2	p5	31,95	33,81	0,419	0,06	33,42	0,041	0	0,28	0,006	99,983	0,37	0,63
Ş2	bl2	p6	31,36	33,55	0,38	0,04	33,63	0,062	0	0,28	0,04	99,324	0,38	0,62
Ş2	bl2	p7	19,26	30,54	0,878	0,06	49,65	0,153	0	0,47	0,039	101,056	0,59	0,41
Ş3	bl6	p1	29,20	35,52	0,650	0,03	40,94	0,033	0	0,38	0,034	106,778	0,44	0,56
Ş3	bl6	p10	27,99	33,84	0,615	0,01	40,58	0,060	0,014	0,38	0,030	103,514	0,45	0,55
Ş3	bl6	p11	27,19	33,24	0,568	0,02	40,61	0,071	0	0,37	0,034	102,101	0,46	0,54
Ş3	bl6	p12	27,08	33,40	0,572	0,02	41,05	0,136	0	0,38	0,052	102,697	0,46	0,54
Ş3	bl6	p13	2,918	0,102	0,521	2,33	76,43	26,15	0	0,04	0,078	108,559	0,94	0,06
Ş3	bl6	p2	27,05	33,31	0,559	0,06	40,72	0,039	0,009	0,36	0,047	102,160	0,46	0,54
Ş3	bl6	p3	19,51	31,88	0,446	0,27	42,03	0,072	0,016	0,66	0,061	94,940	0,55	0,45
Ş3	bl6	p4	0,072	53,38	0,008	26,7	0,918	0,181	0	8,93	0,019	90,173	0,88	0,12
Ş3	bl6	p5	27,48	33,60	0,586	0,02	40,36	0,061	0,006	0,36	0,016	102,494	0,45	0,55
Ş3	bl6	p6	25,74	32,90	0,653	0,03	42,01	0,073	0	0,39	0,031	101,830	0,48	0,52
Ş3	bl6	p7	27,43	33,13	0,599	0,02	40,08	0,062	0	0,37	0,037	101,723	0,45	0,55
Ş3	bl6	p8	27,63	33,50	0,520	0,03	40,33	0,082	0	0,37	0,039	102,500	0,45	0,55
Ş3	bl6	p9	27,85	33,71	0,595	0,03	40,53	0,063	0,011	0,39	0,037	103,223	0,45	0,55
Ş3	bl7c	p1	25,28	32,67	0,645	0,04	43,13	0,101	0,011	0,47	0,023	102,364	0,49	0,51
Ş3	bl7c	p2	25,16	32,12	0,604	0,03	40,87	0,045	0,066	0,41	0,036	99,342	0,48	0,52
Ş3	bl7c	p3	25,80	32,75	0,662	0,02	42,17	0,054	0,019	0,41	0,028	101,905	0,48	0,52
Ş3	bl7c	p4	0,075	51,89	0,005	26,3	1,069	0,151	0,043	9,06	0,007	88,639	0,89	0,11
Ş3	bl7c	p5	0,06	53,05	0	25,9	0,70	0,147	0,018	8,41	0	88,282	0,87	0,13
Ş3	bl7c	p6	0,073	53,37	0	27,1	0,718	0,150	0,034	8,91	0,002	90,359	0,85	0,15
2A	bl1	p1	16,01	29,07	0,685	0,34	44,93	0,109	0,006	0,87	0,087	92,110	0,62	0,38
2A	bl1	p2	27,26	33,83	0,587	0,02	41,15	0,062	0	0,60	0,044	103,551	0,46	0,54
2A	bl1	p3	27,69	34,41	0,594	0,01	41,55	0,047	0	0,43	0,032	104,766	0,46	0,54
2A	bl1	p4	25,86	32,49	0,595	0,03	41,74	0,045	0	0,44	0,026	101,221	0,48	0,52
2A	bl1	p5	22,11	30,96	0,627	0,10	42,18	0,052	0,003	0,46	0,037	96,534	0,52	0,48
2A	bl1	p6	27,34	33,93	0,589	0,03	42,25	0,067	0,012	0,42	0,028	104,662	0,46	0,54
2A	bl1	p7	21,93	31,16	0,722	0,04	44,56	0,056	0,006	0,50	0,029	99,003	0,53	0,47

Çizelge 4.3. devamı

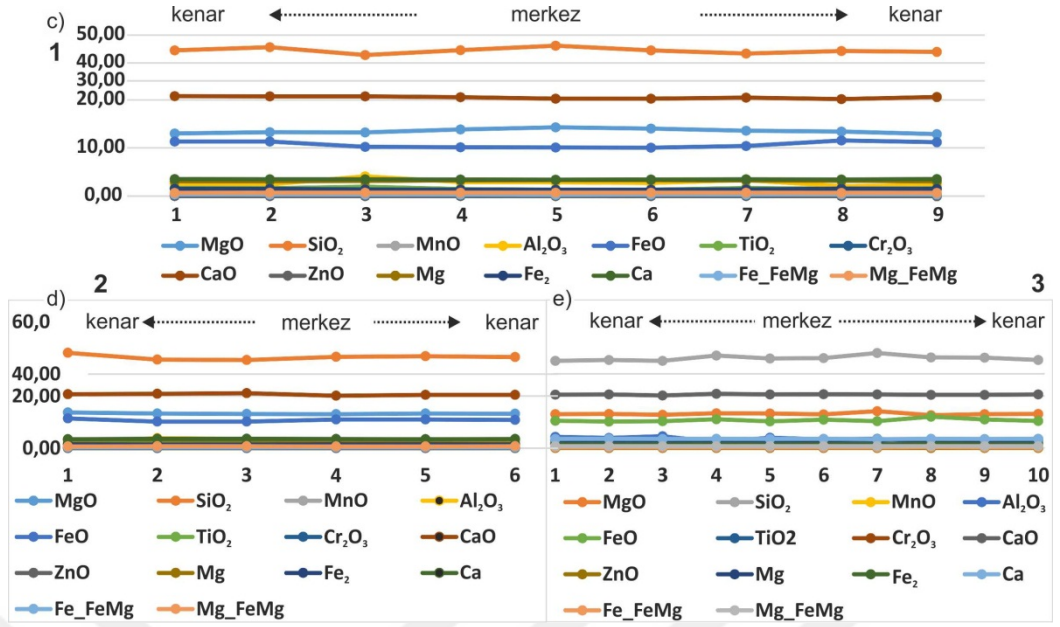
Örnek Adı	Ölç. Ala.	Ölç. Nokt.	MgO	SiO ₂	MnO	Al ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	CaO	ZnO	TOTAL	Fe-FeMg	Mg-FeMg
16	bl1	p1	1,318	12,45	0,049	2,11	68,90	0,206	0	1,07	0,064	86,162	0,97	0,03
16	bl1	p2	25,76	34,32	0,832	0,03	45,58	0,055	0,002	0,34	0,041	106,959	0,50	0,50
16	bl1	p3	26,07	32,94	0,770	0,03	43,21	0,052	0	0,31	0,031	103,409	0,48	0,52
16	bl1	p4	23,22	33,35	0,591	0,43	41,78	0,044	0,017	0,53	0,014	99,983	0,50	0,50
16	bl1	p5	27,33	33,27	0,741	0,02	41,02	0,055	0,008	0,33	0,035	102,795	0,46	0,54
16	bl1	p6	0,056	54,34	0,002	25,0	1,064	0,115	0	6,64	0	87,260	0,91	0,09
16	bl1	p7	26,83	32,99	0,687	0,05	41,20	0,028	0,005	0,30	0,034	102,120	0,46	0,54
16	bl1	p8	24,79	33,43	0,862	0,05	44,23	0,057	0,008	0,38	0,046	103,848	0,50	0,50

Olivin örneklerine ait kenar ve merkez ölçüm sonuçları, çift nikol görünümü ve noktasal dağılım olarak majör oksit değişim değerleri dikkate alındığında minerallerde zonlanma görülmemektedir (Şekil 4.50. ve Şekil 4.51.).

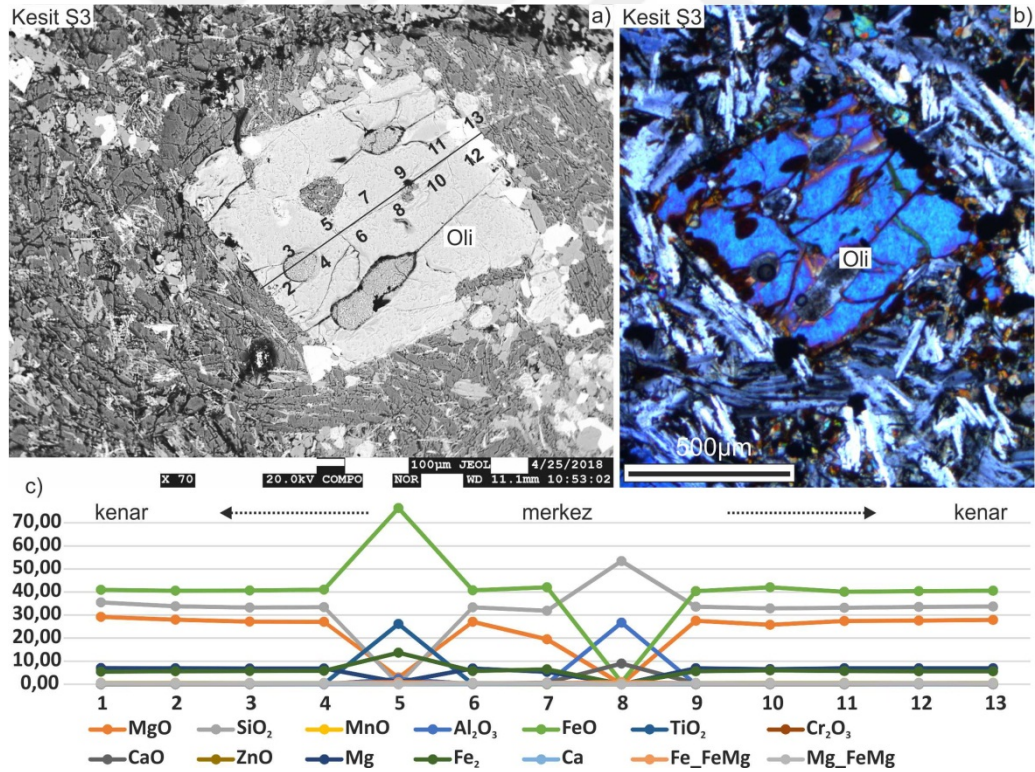
Olivinlere ait forsterit (Fo) ve fayalit (Fa) içeriklerine göre yapılan mineral değerlendirmelerinde ve analiz çıktıları incelendiğinde zonlanma görülmemesi, piroksen minerallerinde olduğu gibi magma oluşumunda fraksiyonel kristallenmenin etkisinin olmadığına kanıtı kabul edilmiştir (Jones, 1990; Miyamoto vd., 1998).



Şekil 4.50. 2A nolu örneğe ait a) TN görünümü b) ÇN görünümü c) 1 nolu olivin kenar ve merkez ölçüm sonuçları, majör oksit değişim değerleri d) 2 nolu olivin kenar ve merkez ölçüm sonuçları, majör oksit değişim değerleri e) 3 nolu olivin kenar ve merkez ölçüm sonuçları, majör oksit değişim değerleri

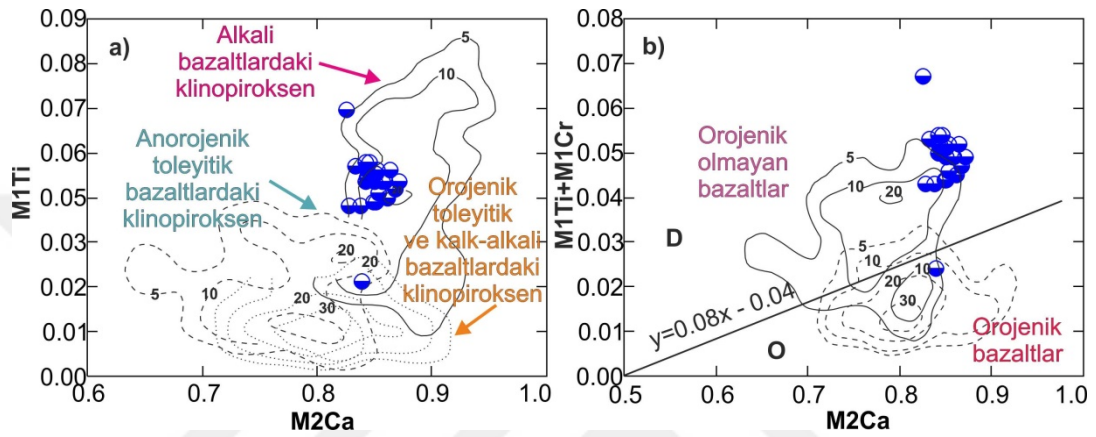


Şekil 4.50 devamı

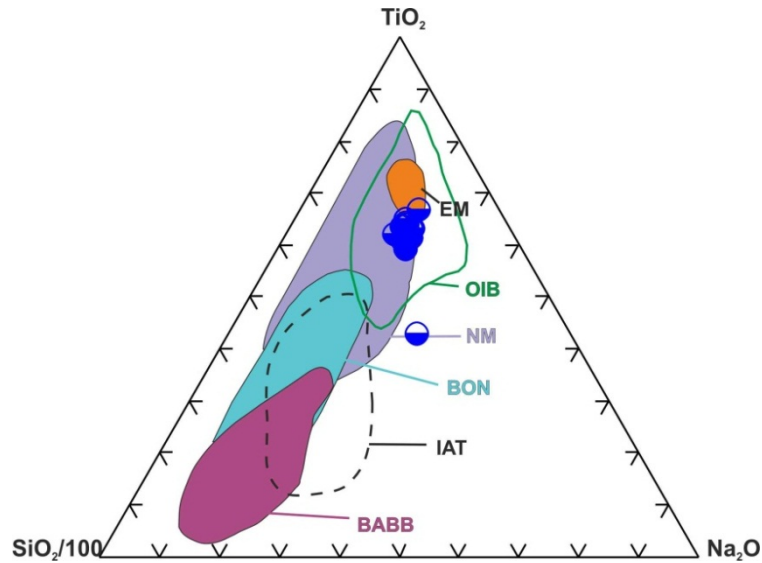


Şekil 4.51. Ş3 nolu örneğe ait a) TN görünümü b) ÇN görünümü c) kenar ve merkez ölçüm sonuçları, noktasal dağılım olarak majör oksit değişim değerleri

Kristallenen Kıra Dağı magmasına ait klinopiroksen atomik oranlarının ikili değişken grafikleri (Şekil 4.52a. ve Şekil 4.52b.) ile klinopiroksenler için $TiO_2-SiO_2/100-Na_2O$ (%Ağ.) sınıflama diyagramı (Şekil 4.53.) ayrı ayrı hazırlanmıştır. Buna göre piroksen dataları alkali bazaltlarda görülen klinopiroksenlere benzemekte ve orojenik olmayan bazalt alanına düşmektedir. Ayrıca bir diğer değerlendirmeye göre de zenginleşmiş manto (EM) alanına düşmekte ve izotop kimyası yorumlamalarını ve diyagramlarını da teyit etmektedir.



Şekil 4.52. İncelenen volkanitlerdeki klinopiroksen atomik oranlarının ikili değişken grafikleri. (a) Ti-Ca b) Ti+Cr-Ca; O: Orogenik bazalt alanı, D: Orogenik olmayan bazalt alanı, Eğri alanları Leterrier vd., 1982'den alınmıştır)



Şekil 4.53. Klinopiroksenler için $TiO_2-SiO_2/100-Na_2O$ (%Ağ.) sınıflama diyagramı. (Beccaluva vd., 1989; EM: zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltı; NM: normal okyanus ortası sırtı bazaltı; OIB: okyanus adası bazaltı; BON: boninit; IAT: ada yayı toleyiti; BABB: yay ardı havzası bazaltı)

4.4.2. Tüm kayaç kimyası

Çalışma alanından alınan seçilmiş uygun numuneler farklı laboratuvarlarda analiz edilerek petrolojik ve jeokimyasal değerlendirmeler için tetkik edilmiştir. Bu numunelere ait ana oksitler SiO₂, TiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃, CaO, K₂O, MgO, Na₂O, Cr₂O₃, MnO, P₂O₅; iz elementler Sc, Y, Th, Li, Be, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Se, Rb, Sr, Ag, Cd, In, Cs, Ba, Tl, Pb, U, Au, Hf, Ir, Pd, Pt, Rh, Ru, Sb, Sn, Te, Cr, Nb, Ta, V, W, Zr ve nadir toprak elementlere (NTE) La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu'a ait kimyasal değerler elde edilmiş ve yorumlanmıştır.

İfade edilen Kıra Dağı Volkanitleri'ne ait ana oksit, CIPW norm, iz element ve NTE analiz sonuçları Çizelge 4.4.'de, örnek alınan lokasyon koordinatları Çizelge 4.5.'de sunulmuştur.

Yirminci yüzyılın başında W. Cross, J.P. Iddings, L.V. Pirsson ve H.S. Washington tarafından yapılan CIPW hesaplaması (kısaltma bilim insanlarının adlarının ilk harflerinden gelmektedir) kayacın kimyasal bileşimine dayanan olası mineral hesabıdır. Saptanan standart mineraller su içermemekte (amfibol ve mika benzeri susuz mineraller) olup normatif mineraller olarak adlanmaları yapılmıştır. Bu normlara göre örneğin modal bileşimi ve mineralojik değişimi tespit edilmiş olmaktadır.

CIPW norm analizlerinde lösit (lc), korund (C), akmit (ac), sodyum metasilikat (ns), diyopsit ferrosillit (Di fs), hipersten ferrosillit (Hy fs), olivin fayalit (Ol fa) mineralleri için herhangi bir ölçüm değeri elde edilememiştir.

Ayrıca ilave olarak literatürden edinilen ve jeokimyasal olarak yararlanılan diğer analiz değerleri ve örnek alınan lokasyon koordinatları EK-1 de verilmektedir. Bu hesaplamalara göre numunelerde ortoklas (Or), albit (Ab), anortit (An), nefelin (Ne), diyopsit wollastonit (Di wo), diyopsit enstatit (Di en), hipersten enstatit (Hy en), olivin forsterit (ol fo), magnetit (mt), hematit (he), ilmenit (il), apatit (ap) mineralleri bulunmaktadır.

Çizelge 4.4. İncelenen örneklerle ait ana oksit (wt%), nadir toprak (ppm), iz element (ppm) ve CIPW (wt%) değerleri (kısaltmalar için bkz. simgeler ve kısaltmalar dizini)

Örnek No	SP11B	SP10	SP2A	SP3A	SP13B	SP12A	SP13A	SP12C	SP6B	SP7B
SiO ₂	46,57	47,71	46,00	46,50	47,34	46,68	47,17	47,21	46,35	45,38
TiO ₂	3,47	3,20	3,86	3,84	3,15	3,42	3,10	3,18	3,58	3,66
Al ₂ O ₃	15,03	15,78	14,47	14,80	16,12	15,17	15,89	15,60	15,06	13,89
Fe ₂ O ₃	13,79	13,14	14,79	14,51	13,34	14,40	13,62	13,32	15,03	15,46
FeO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MnO	0,22	0,21	0,22	0,21	0,21	0,21	0,22	0,21	0,23	0,25
MgO	2,25	1,94	2,11	2,10	2,03	2,25	1,96	2,05	2,06	2,89
CaO	9,44	8,59	9,13	8,68	8,40	9,01	8,68	8,97	7,80	9,42
Na ₂ O	5,26	5,12	4,33	4,31	4,69	4,66	4,53	4,55	4,31	4,19
K ₂ O	1,73	1,86	1,81	1,72	1,72	1,62	1,77	1,76	1,66	1,68
P ₂ O ₅	1,84	2,01	2,17	2,17	2,02	1,94	2,07	2,10	1,90	2,02
Cr ₂ O ₃	0,117	0,097	0,09	0,06	0,112	0,104	0,112	0,094	0,061	0,066
TOTAL	99,72	99,66	98,99	98,9	99,13	99,46	99,12	99,04	98,04	98,91
CIPW										
Kuars	0,00	0,00	1,28	1,77	0,19	0,00	0,64	0,61	2,35	0,00
Ortoklas	10,27	11,05	10,83	10,29	10,27	9,64	10,57	10,52	10,02	10,05
Albit	38,85	40,74	37,01	36,85	40,03	39,44	38,67	38,86	37,18	35,52
Anortit	12,31	14,61	14,83	16,11	18,00	15,76	17,94	17,09	17,16	14,27
Nefelin	3,14	1,48	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,17
Di wo	6,55	5,65	6,19	6,09	5,06	6,57	5,55	6,01	4,58	8,48
Di en	5,65	4,87	5,33	5,25	4,37	5,66	4,79	5,18	3,95	7,31
Hy en	0,00	0,00	0,00	0,06	0,76	0,00	0,16	0,00	1,31	0,00
Ol fo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Magnetit	0,72	0,69	0,73	0,69	0,69	0,69	0,73	0,69	0,77	0,83
Hematit	13,35	12,72	14,45	14,20	12,99	14,02	13,26	12,98	14,81	15,07
İlmenit	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Apatit	4,03	4,41	4,79	4,79	4,45	4,26	4,56	4,63	4,23	4,46
TOTAL	94,87	96,22	95,44	96,12	96,82	96,15	96,87	96,58	96,35	96,16
Cl	0,04	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02
S	0,03	0,02	0,001	*	0,01	0,001	0,001	0,001	0,001	0,04
V	177	186	183	181	186	*	189	185	171	*
Co	43,66	34,82	39,42	34,37	44,19	31,03	36,53	38,78	39,42	35,42
Ni	147,33	105,56	235,42	260,05	141,37	163,76	137,65	154,39	244,42	184,00
Sr	410,59	406,65	430,34	436,04	391,43	395,05	398,43	522,71	380,17	430,69
Rb	29,81	28,19	23,94	23,62	25,91	25,48	26,58	25,88	29,40	25,43
Ba	435,75	449,65	439,04	436,04	422,43	467,32	428,33	510,85	443,61	457,08
Th	5,18	5,13	5,50	5,38	5,36	5,09	5,25	5,22	5,55	5,44
Ta	1,20	1,20	1,40	1,20	1,20	*	1,10	1,20	1,30	*
Nb	16,8	17,2	18	17,6	17,4	*	18,2	16,5	17,10	*
Zr	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Y	45,92	43,86	48,34	47,74	47,94	46,73	46,78	45,17	49,12	46,78
Hf	7,25	7,24	7,43	7,14	7,32	6,95	7,19	7,13	7,34	7,22
U	2,06	1,44	1,697	1,66	1,26	1,16	1,14	1,14	1,84	1,85
Pb	21,69	19,05	14,85	16	17,68	18,47	17,02	16,51	15,11	15,99
Cr	800	670	620	450	770	710	770	640	420	450
Sc	219,34	199,05	230,84	241,34	226,93	237,63	228,91	206,85	251,92	221,31
Ga	33,40	33,16	33,98	35,01	33,73	33,27	33,04	33,83	34,51	34,06
Cs	0,90	0,32	0,40	0,35	0,23	0,53	0,28	0,90	1,33	1,73
Cu	27,01	28,05	34,07	48,53	33,69	30,13	33,78	28,69	38,42	35,43
Zn	173,71	180,54	203,15	217,28	174,56	177,85	192,53	177,64	182,77	197,21
As	34,32	19,63	33,93	36,20	36,47	42,13	34,29	24,28	40,95	30,50
Li	16,50	15,06	12,36	12,01	17,70	15,62	18,00	22,26	21,96	8,59
Be	1,60	1,69	2,85	2,08	1,087	2,42	1,86	2,72	1,88	2,60
Se	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Çizelge 4.4. devamı

Örnek No	SP7A	SP5	SP7A-2	SP6C	SP8A	SP4A	SP4B	SP8B	SP9A	SP14B
SiO₂	45,26	46,20	44,77	46,69	46,28	47,72	47,82	47,07	47,72	47,37
TiO₂	3,43	3,10	3,92	3,41	3,61	3,11	3,16	3,32	3,02	3,25
Al₂O₃	14,91	15,13	13,43	14,75	14,83	15,69	16,06	15,48	15,90	15,49
Fe₂O₃	14,09	12,88	16,15	14,43	14,07	12,92	12,96	13,81	13,07	13,23
FeO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MnO	0,20	0,20	0,24	0,22	0,22	0,21	0,21	0,22	0,21	0,20
MgO	1,92	1,85	3,16	2,30	2,70	1,91	1,86	2,01	1,84	2,26
CaO	9,99	10,20	9,35	8,66	9,22	8,79	8,46	8,80	8,60	9,03
Na₂O	4,35	4,66	3,71	4,59	5,37	4,77	4,98	4,77	4,82	5,14
K₂O	1,73	1,84	1,76	1,71	1,58	1,87	1,82	1,83	1,88	1,67
P₂O₅	2,00	2,08	2,07	1,90	1,86	2,26	2,27	2,19	2,28	2,03
Cr₂O₃	0,073	0,077	0,074	0,071	0,047	0,082	0,076	0,061	0,093	0,11
TOTAL	97,95	98,22	98,63	98,73	99,79	99,33	99,68	99,56	99,43	99,78
CIPW										
Kuvars	0,72	0,12	1,18	0,31	0,00	0,29	0,00	0,00	0,04	0,00
Ortoklas	10,45	11,09	10,56	10,25	9,37	11,14	10,81	10,88	11,19	9,91
Albit	37,56	40,13	31,81	39,32	36,55	40,62	41,22	39,84	41,01	39,65
Anortit	16,36	15,18	14,98	14,76	11,70	15,96	16,12	15,47	16,27	14,28
Nefelin	0,00	0,00	0,00	0,00	4,85	0,00	0,56	0,37	0,00	2,13
Di wo	5,69	5,47	8,25	6,76	7,85	5,58	5,28	5,86	5,37	6,58
Di en	4,90	4,71	7,12	5,83	6,77	4,81	4,55	5,05	4,63	5,67
Hy en	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ol fo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00
Magnetit	0,67	0,67	0,80	0,73	0,72	0,69	0,69	0,72	0,69	0,66
Hematit	13,93	12,66	15,84	14,12	13,61	12,54	12,54	13,38	12,68	12,82
İlmenit	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Apatit	4,46	4,63	4,59	4,20	4,07	4,97	4,98	4,81	5,01	4,45
TOTAL	94,75	94,66	96,03	96,28	95,49	96,62	96,83	96,37	96,89	96,14
Cl	0,02	0,04	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04
S	0,01	0,001	0,001	0,001	0,001	0,03	0,03	0,02	0,01	*
V	173	176	*	177	178	185	*	175	*	183
Co	33,50	38,13	30,41	33,746	35,71	35,65	43,86	39,31	31,55	45,25
Ni	241,83	192,36	184,52	211,80	202,73	181,87	227,31	179,39	177,06	125,55
Sr	402,37	399,21	408,34	400,19	450,32	433,65	437,4	415,86	389,61	422,85
Rb	32,89	27,51	25,73	33,11	27,93	26,96	24,91	23,54	26,17	28,14
Ba	502,96	502,08	437,73	495,21	464,59	568,59	572,34	492,83	448,76	430,74
Th	5,28	5,36	5,37	5,19	5,48	5,27	5,43	5,35	5,13	5,13
Ta	1	1,20	*	1,20	1,20	1	*	1,10	*	1,20
Nb	16,60	17,50	*	17,30	17,20	17,10	*	17,20	*	17,70
Zr	300	300	400	300	300	300	300	300	300	300
Y	46,28	48,25	47,12	46,47	48,63	47,51	48,54	47,53	45,41	45,97
Hf	7,38	7,06	7,05	7,24	7,28	7,12	7,23	7,73	7,26	7,00
U	1,96	1,26	1,81	1,84	1,43	1,52	1,44	1,73	1,39	1,63
Pb	14,30	13,4	16,18	14,78	20,79	16,27	13,12	18,73	17,49	17,28
Cr	500	530	500	490	320	560	520	420	640	760
Sc	231,45	232,48	237,40	223,52	234,90	246,41	249,62	227,50	229,97	220,48
Ga	35,70	35,29	33,67	33,55	33,72	35,71	37,13	34,04	33,34	33,40
Cs	2,27	0,82	0,65	2,38	0,72	0,45	0,34	0,24	0,350	0,35
Cu	40,45	31,47	33,31	30,33	25,99	29,65	30,82	28,24	31,46	30,22
Zn	171,56	164,12	207,17	167,03	190,84	183,57	186,07	197,02	181,75	182,68
As	32,67	32,14	34,16	31,62	35,89	34,50	31,92	32,15	37,80	29,63
Mo	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Li	14,44	14,74	11,71	15,52	14,92	15,70	15,76	14,02	23,67	14,82
Be	2,29	1,87	2,09	3,29	2,31	2,00	1,43	2,35	2,07	1,97
Se	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Çizelge 4.4. devamı

Örnek No	SP11B	SP10	SP2A	SP3A	SP13B	SP12A	SP13A	SP12C	SP6B	SP7B
Ag	6,31	1,49	1,81	1,20	1,59	2,31	1,51	1,41	1,62	1,18
Cd	*	*	*	*	0,14	0,19	0,18	0,19	0,12	0,15
In	0,59	0,09	0,08	0,06	0,07	0,16	0,15	0,06	0,10	0,01
Tl	0,22	*	*	*	0,08	*	0,02	*	*	*
Au	0,09	0,08	0,10	0,10	0,09	0,08	0,08	0,08	0,14	0,08
Ir	0,03	0,02	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
Pd	9,96	9,07	11,32	10,60	9,93	9,79	9,34	8,91	11,06	10,03
Pt	0,06	0,06	0,07	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07
Rh	0,06	0,05	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,074	0,062
Ru	0,04	0,03	0,05	0,05	0,03	0,04	0,33	0,03	0,05	0,036
Sb	0,75	1,04	0,05	1,08	1,04	0,85	1,06	0,84	0,86	0,88
Sn	40,26	33,67	13,24	13,03	36,00	55,40	46,50	42,04	13,10	47,61
La	32,70	31,71	34,50	34,54	34,54	33,32	33,70	32,63	35,49	33,72
Ce	59,25	56,92	61,81	61,64	61,25	60,18	60,59	59,68	104,93	60,50
Pr	13,16	12,72	14,07	13,87	13,91	13,51	13,61	13,13	14,50	13,46
Nd	54,10	52,15	57,29	56,28	57,10	54,94	55,36	54,31	45,04	55,61
Sm	13,59	13,13	14,78	14,39	14,48	13,95	14,07	13,64	15,03	13,99
Eu	5,67	5,45	6,17	6,03	6,064	5,81	5,86	5,70	6,33	5,86
Gd	15,58	14,86	17,01	16,65	16,88	15,92	16,14	15,48	17,17	16,08
Tb	2,46	2,32	2,67	2,60	2,59	2,47	2,53	2,42	2,69	2,49
Dy	11,62	11,3	12,72	12,33	12,37	11,76	11,93	11,58	12,69	12,07
Ho	2,52	2,47	2,77	2,67	2,70	2,57	2,59	2,54	2,76	2,61
Er	6,12	5,95	6,69	6,50	6,53	6,14	6,24	6,032	6,62	6,25
Tm	0,90	0,90	0,99	0,95	0,96	0,91	0,93	0,90	0,96	0,94
Yb	4,77	4,66	5,17	5,05	4,79	4,77	4,89	4,71	5,08	4,91
Lu	0,81	0,80	0,89	0,86	0,81	0,82	0,84	0,79	0,88	0,83

Örnek No	SP7A	SP5	SP7A-2	SP6C	SP8A	SP4A	SP4B	SP8B	SP9A	SP14B
Ag	1,54	1,78	1,59	1,52	1,49	1,65	1,42	1,30	1,55	1,39
Cd	0,08	*	0,11	0,15	*	0,01	*	0,13	0,12	*
In	0,07	0,08	0,76	0,10	0,05	0,15	0,10	0,14	0,06	0,03
Au	0,05	0,46	0,14	0,12	0,15	0,13	0,10	0,10	0,09	0,10
Ir	0,03	0,03	0,07	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
Pd	10,71	10,16	10,32	10,36	10,50	10,48	10,51	10,10	10,09	9,20
Pt	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06
Rh	0,12	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06
Ru	0,16	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
Sb	0,92	0,99	0,79	0,86	0,60	0,50	0,34	0,82	0,95	0,89
Sn	12,29	16,76	44,53	10,54	53,82	10,65	11,33	39,66	44,34	36,24
La	32,55	33,89	33,51	33,19	34,75	33,88	34,86	34,35	32,76	32,62
Ce	59,00	60,55	60,50	59,79	62,50	60,73	62,61	62,05	59,14	59,43
Pr	13,31	13,64	13,49	13,45	14,01	13,69	14,26	13,77	13,20	13,18
Nd	54,38	55,47	55,50	54,56	57,81	55,70	57,70	56,44	53,99	54,53
Sm	13,91	14,23	14,01	13,91	14,58	14,34	14,88	14,10	13,71	13,36
Eu	5,90	5,96	5,92	5,81	6,04	6,09	6,20	6,00	5,83	5,70
Gd	15,84	16,33	16,15	15,92	16,83	16,62	17,01	16,41	15,78	15,67
Tb	2,50	2,53	2,54	2,48	2,62	2,57	2,64	2,54	2,45	2,43
Dy	11,88	11,98	12,067	11,81	12,41	12,07	12,51	11,94	11,60	11,66
Ho	2,61	2,65	2,64	2,59	2,69	2,62	2,71	2,60	2,51	2,54
Er	6,28	6,44	6,38	6,24	6,60	6,39	6,57	6,26	6,09	6,13
Tm	0,93	0,96	0,94	0,92	0,97	0,93	0,97	0,94	0,90	0,90
Yb	4,93	5,00	4,90	4,85	5,070	4,91	5,07	4,80	4,72	4,79
Lu	0,83	0,854	0,84	0,84	0,86	0,83	0,88	0,83	0,81	0,81

Çizelge 4.5. Örnek alınan lokasyon koordinatları

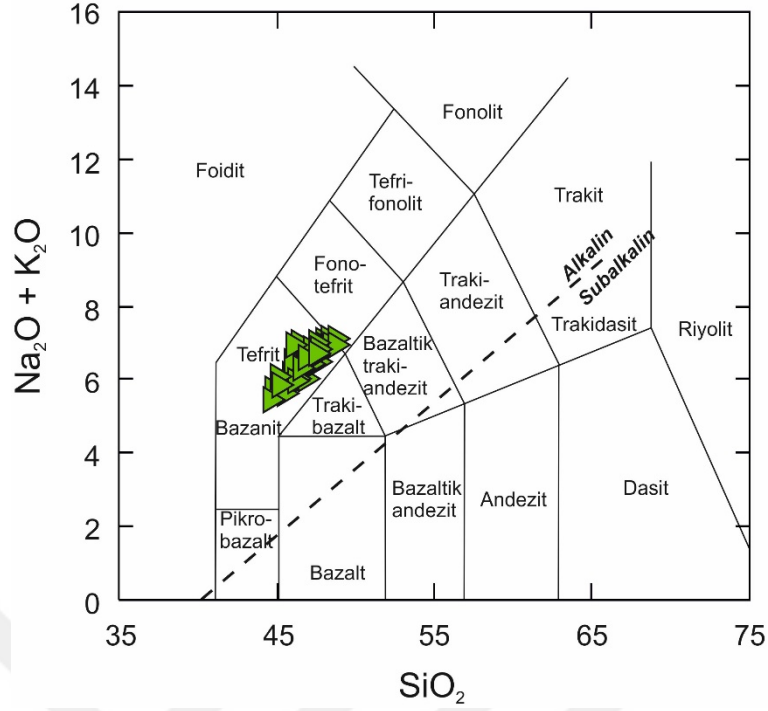
Örnek No	Enlem	Boylam	Örnek No	Enlem	Boylam		
1	SP11B	7093645	4205920	11	SP7A	7097420	4198560
2	SP10	7093248	4203540	12	SP5	7105270	4191830
3	SP2A	7095470	4202740	13	SP7A-2	7107140	4191870
4	SP3A	7094430	4201240	14	SP6C	7009480	4189432
5	SP13B	7098950	4201170	15	SP8A	7106340	4192270
6	SP12A	7097040	4198540	16	SP4A	7105780	4192880
7	SP13A	7096342	4199870	17	SP4B	7104164	4192945
8	SP12C	7099070	4196820	18	SP8B	7101870	4195860
9	SP6B	7101235	4195330	19	SP9A	7097740	4200215
10	SP7B	7102365	4195060	20	SP14B	7094235	4203324

4.4.2.1. Majör element kimyası

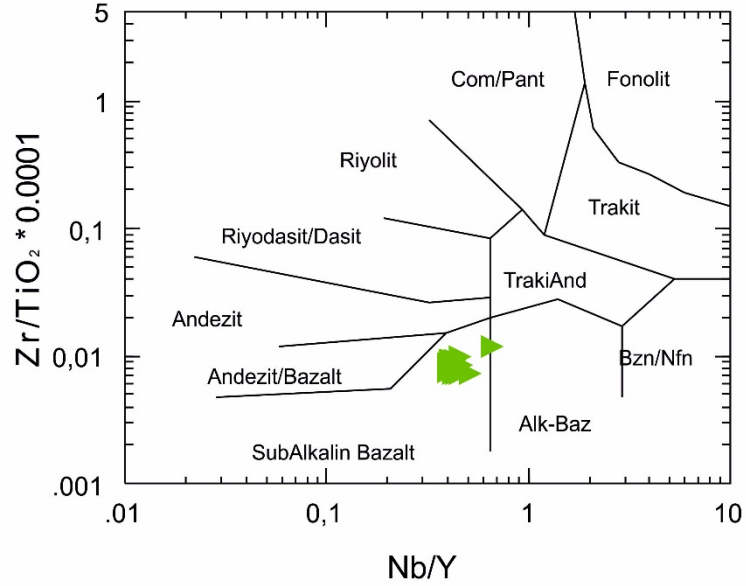
Kıra Dağı Volkanitleri'nin genel karakteristiklerini belirlemek amacıyla MinPet programı kullanılarak sınıflama diyagramları çizilmiştir. Kayaçlar, majör oksit değerlerine ve iz elementlerine göre olmak üzere iki şekilde sınıflandırılmıştır.

Ana oksitlere göre Le Bas vd. 1986'ya ait diyagram kullanılmış ve aynı diyagram üzerinde kayaçların jeokimyasal karakterleri Irvine ve Baragar 1971'e göre verilen ayırım çizgisi üzerine düşürülerek gösterilmiştir (Şekil 4.54.). Ayrıca mobil elementlerin hareketliliği göz önünde bulundurularak Winchester ve Floyd'un (1977) mobil olmayan elementlerin kullanıldığı $Zr/TiO_2 \times 0,0001$ e karşı Nb/Y diyagramı kullanılmıştır (Şekil 4.55.).

Buna göre volkanitler Alkalın bazalt alanına doğru geçiş göstermektedir. Örneklerin SiO_2 miktarları %44.93-%48.90 aralığında, Na_2O+K_2O (toplam alkali) miktarı ise %5,15-%7,25 aralığında değişmektedir. Diğer ana oksit değerleri ise Al_2O_3 %13,43 ile %18,85, MgO %1,58 ile %3,46, Fe_2O_3 %11,55 ile %16,15, TiO_2 %2,59 ile %3,92, CaO %7,79 ile %10,20, Na_2O %3,71 ile %5,37, P_2O_5 %0,70 ile %2,27, K_2O %1,44 ile %1,88, MnO %0,19 ile %0,24 aralığında değişim göstermektedir.

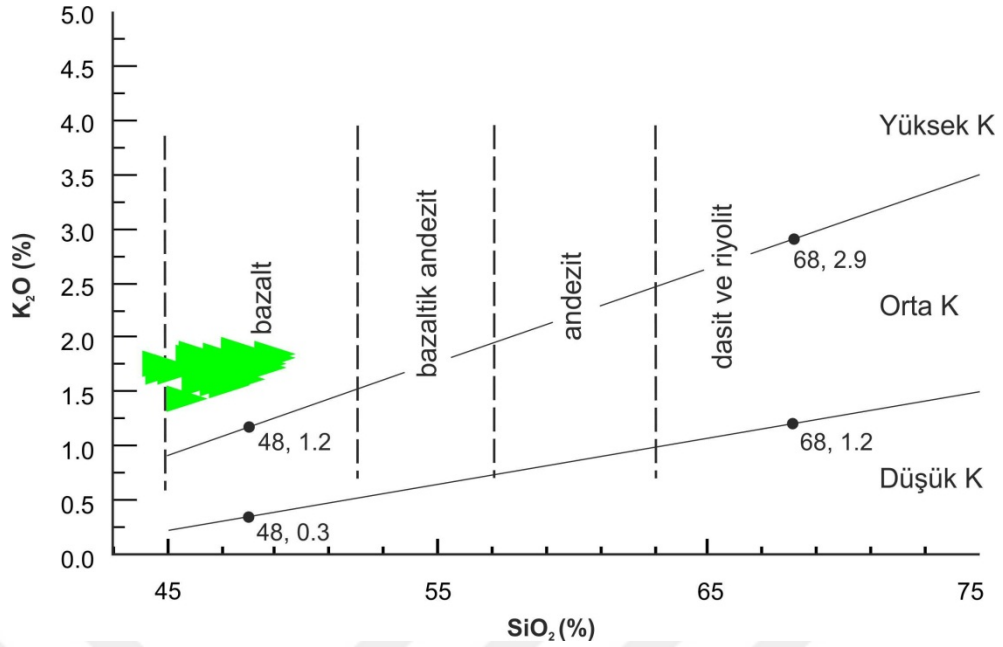


Şekil 4.54. Kırda Dağı Volkanitleri'ne ait TAS diyagramı ve jeokimyasal karakterleri (TAS diyagramı; Le Bas vd., 1986 ve jeokimyasal karakterleri Irvine ve Baragar, 1971)



Şekil 4.55. Kırda Dağı Volkanitleri'ne ait Nb/Y-Zr/Ti diyagramı (Winchester ve Floyd 1977)

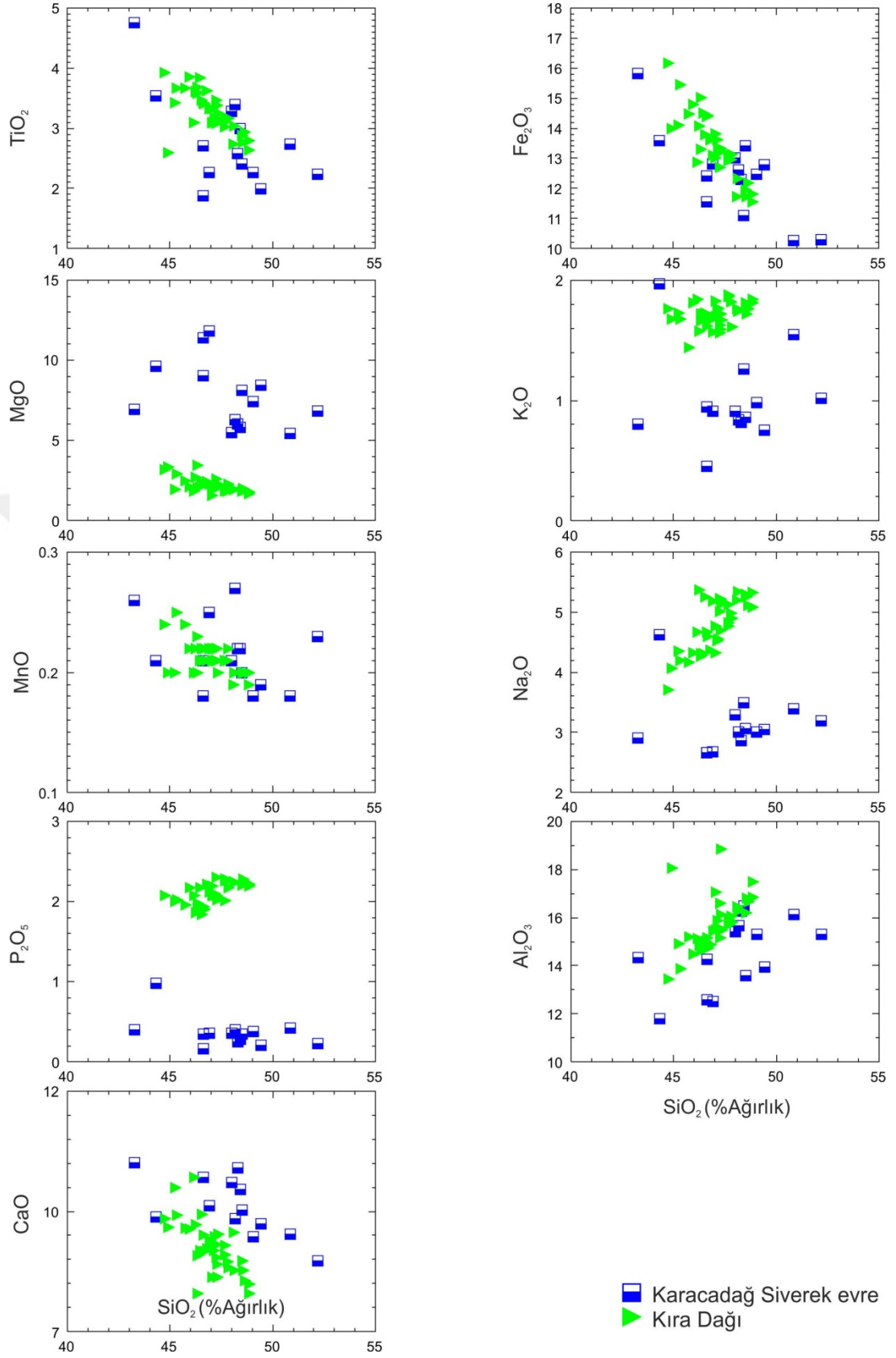
Bu sonuçlar göz önüne alındığında, Kırda Dağı magmatik ürünleri tefrit, fonotefrit ve bazanite alanında yer almakta olup, sodik alkaline ($K_2O/Na_2O \approx 0.4$) karakter göstermektedir. SiO_2 (%)'ye karşı K_2O (%) Le Maitre (1989) diyagramına göre ise magmatiklerin yüksek potasyum içeriğine sahip oldukları ve bazalt alanına düşmekte oldukları izlenmektedir (Şekil 4.56.).



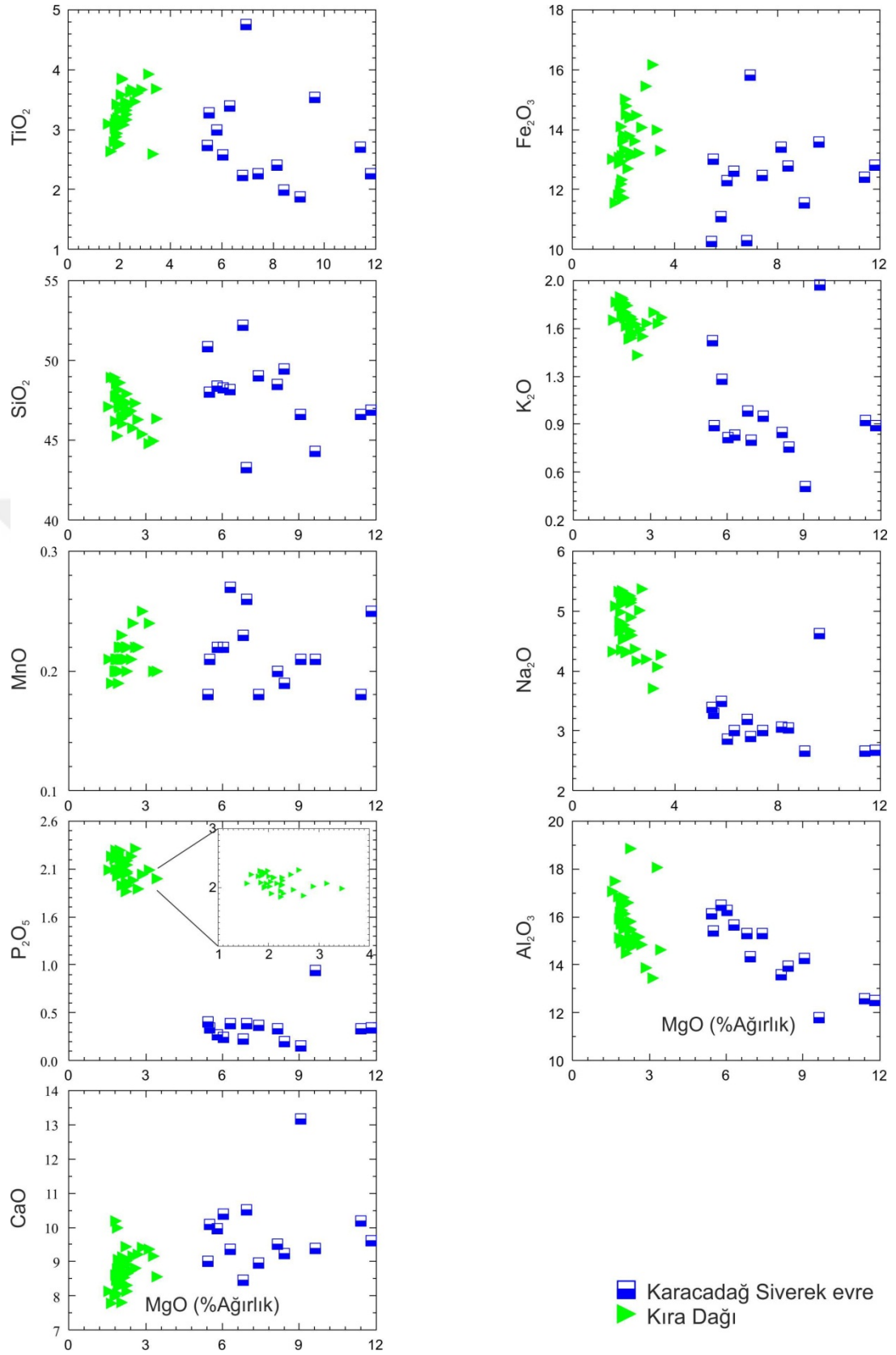
Şekil 4.56. İncelenen volkanitlerin K₂O (%)'ya karşı SiO₂ (%) karşılaştırma diyagramındaki konumları (Le Maitre, 1989)

İz element ve majör oksitlerde gözlenen değişimler, genel anlamda fenokristal mineral fazları ayrışmasıyla alakalıdır. Korelasyonlarda takip edilen pozitif yönlü ilişki genel olarak kabuksal kirlenme ya da magma karışımı olaylarının tek başına ya da birlikte cereyan etmesi olarak; negatif yönlü ilişki ise fraksiyonel kristallenme ile açıklanmaktadır. Diğer bir ifade ile numunelerin SiO₂ içeriklerine göre majör oksit değişimlerinin düşürüldüğü Harker diyagramlardaki yönsemeler, magmatik kayaçların oluşumlarında tesiri olan kısmi ergime, magma karışımı, kirlenme ve fraksiyonel kristallenme aşamalarının birer ifadeleridir.

SiO₂'ye karşı ana oksit diyagramlarına bakıldığında, Karacadağ Siverek evresi ürünlerine kıyasla Kıra Dağı Volkanitleri'nin eşdeğer SiO₂'ye karşı K₂O, Na₂O ve P₂O₅ bakımından daha yüksek, MgO ve CaO bakımından da daha düşük değerlerle temsil edildikleri görülmektedir. Aynı şekilde MgO'e karşı ana oksit diyagramlarına bakıldığında ise, Kıra Dağı magmasının eşdeğer TiO₂, Fe₂O₃, SiO₂, MnO, Al₂O₃ ve CaO değerlerine karşı düşük MgO verileriyle ayrıştığı anlaşılmaktadır (Şekil 4.57. ve Şekil 4.58.).



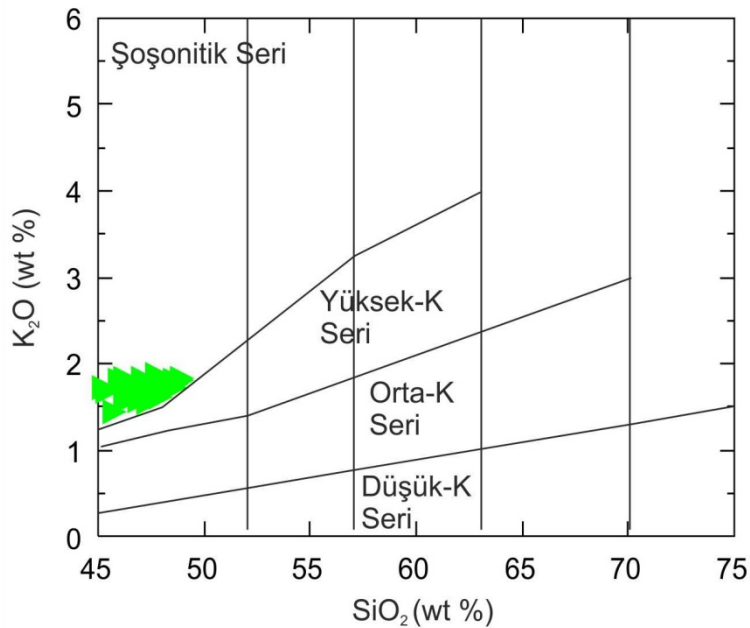
Şekil 4.57. Kıra Dağı Volkanitleri'nin SiO_2 (%)'ye karşı ana oksit (%) değişim diyagramları



Şekil 4.58. Kıra Dağı Volkanitleri'nin MgO (%)'e karşı ana oksit (%) değişim diyagramları

Bu bölümde ayrıca Peccerillo ve Taylor (1976)'un silisyum-potasyum oranlarına göre yapılan sınıflamasına yer verilmiştir. Söz konusu sınıflamaya göre volkanitler Şoşonitik seri ile Yüksek-K seri arasında, Yüksek-K seriye geçiş olarak yorumlanabilecek bir alana düşmektedirler (Şekil 4.59.). Çizilen diyagramlarda SiO_2 ile K_2O , Na_2O ve Al_2O_3 arasında pozitif; TiO_2 , Fe_2O_3 , MgO ve MnO arasında ise negatif bir korelasyon izlenmektedir. P_2O_5 'te hafif bir pozitif artış, CaO 'te ise hafif bir negatif azalış görülmektedir.

Volkanitlerdeki MgO ve Fe_2O_3 negatif trendleri olivin ayrımlaşmasının (fraksiyonlaşmasının) aktif olabileceğine işaret ederken, MgO ve CaO negatif trendleri klinopiroksen ayrımlaşmasının aktif olabileceğine; TiO_2 , Fe_2O_3 ve MnO negatif trendleri ise Fe-Ti oksitlerin ayrımlaşmasının işaretleri olarak değerlendirilmektedir. Azalan CaO trendi ve ilave olarak SiO_2 'ye kıyasla K_2O ve Na_2O artışları da alkali feldispat, flogopit ve plajiyoklas fraksiyonlaşmasını vurgulamaktadır. CaO 'daki tüketilmenin başlıca plajiyoklaz kristalizasyonu ile ilişkili olması düşünülmektedir. SiO_2 içeriği arttıkça yani magma evrimleştikçe MgO ve Fe_2O_3 'in azalması, piroksen ve olivin minerallerindeki kristallenmeye; CaO miktarındaki azalma ise Ca'ca zengin plajiyoklasların fraksiyonlaşmasına işaret olarak düşünülmelidir.

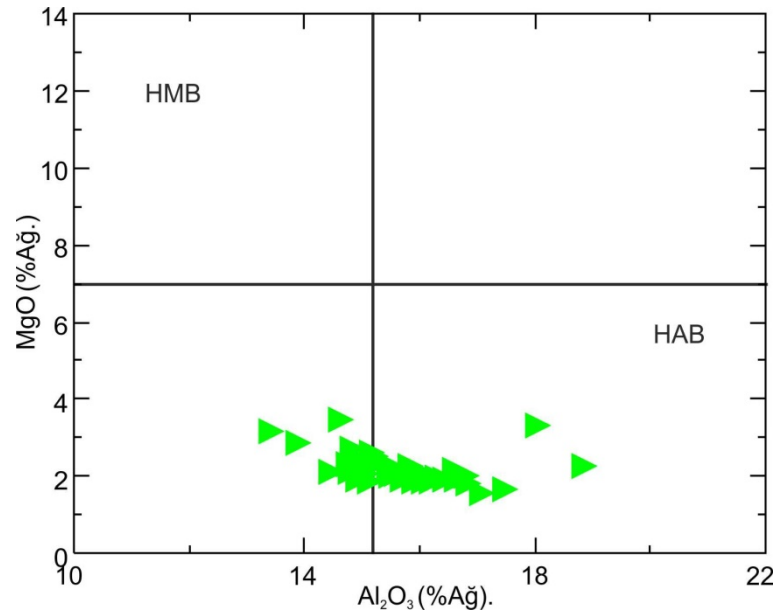


Şekil 4.59. Petrografik ayırıma göre K_2O - SiO_2 diyagramı (Peccerillo ve Taylor, 1976)

SiO_2 'ye karşı P_2O_5 diyagramında çok baskın olmayan bir artış gözlenmektedir. Negatif eğilim gözlenmesi fraksiyonel kristallenme süreci olarak yorumlanırken, pozitif korelasyon ise elementin magma karışımı ve/veya kirlenme ile zenginleştiğinin ifadesi olarak yorumlanabilmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde; $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ sınıflama diyagramına düşürüldüğü gibi, majör oksit ve iz elementlerde görülen değerler karakteristik olarak yüksek Al ve düşük Mg'lu volkanitler olduğunu ifade etmektedir (Şekil 4.60.). Alüminyumca yüksek değerler, plajiyoklas bakımından zengin olduklarını; düşük magnezyum oranları ise olivince fakir olduklarının delilidir. Volkanitler yüksek plajiyoklas içeriklerinden dolayı yüksek alüminyumlu bazalt olarak ta sınıflandırılabilir. Grafiklerde görülen negatif bir trend birincil (ana) fenokristal fazlarında ayrışma olarak karşılık bulmaktadır. Değişimin parabolik olması durumunda ise yapılacak yorum, alterasyondan öte mineral fazı-ayrışma üzerine olacaktır.

Sonraki bir bölüm olan fraksiyonel kristalleşme kısmında da ifade edildiği üzere, FC (Fraksiyonel kristallenme)'den söz edebilmek için Harker diyagramlarında



Şekil 4.60. İncelenen volkaniklere ait $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ sınıflama diyagramı (**HMB**: Yüksek magnezyumlu bazalt; **HAB**: Yüksek alüminyumlu bazalt; Kersting ve Arculus, 1994)

Fe_2O_3 , P_2O_5 , MnO , MgO , Al_2O_3 , TiO_2 , CaO ve SiO_2 arasında azalan bir trend (negatif bir ilişki); Na_2O ve K_2O ile SiO_2 arasında ise artan bir trend (pozitif bir ilişkin) gözlenmesi beklenmektedir. Ancak ilgili diyagramlarda P_2O_5 , MnO ve CaO yatay ve yataya yakın bir yönelim sunmakta, Al_2O_3 , Na_2O ve K_2O pozitif eğilim göstermektedir. Eldeki mevcut diyagram trendleri fraksiyonel kristalleşmeyi destekler nitelikte değildir.

4.4.2.2. İz element kimyası

MgO ve SiO_2 'ye karşı çizilen Harker değişim diyagramları (Şekil 4.61. ve Şekil 4.62.) üzerinde yapılan değerlendirmelere göre önemli bulunan iz elementlerin ilişkileri incelenmiştir. Bu yöntem yardımıyla volkaniklerin magma odası evrimleriyle alakalı veriler elde edilmeye çalışılmıştır. Meydana gelen magmatik son ürünlerde kabuksal kirlenmenin muhtemel etkisi ve varsa derecesi, ayrıca bu ürünlerin farklı ya da aynı magma odası kökenli olup olmadıkları açıklığa kavuşturulmaya çalışılmıştır. İz element jeokimyası çalışmalarında iri katyonlu litofil elementler (LIL (veya LILE); Cs, Rb, K, Ba, Sr, Th, U, Pb), kalıcılığı yüksek elementler (HFS; Zr, Sm, Ti, Y, Yb, Nb, Hf, Th, U, Ce, Ta) ve geçiş metallerinin (TM; Transition Metals; Sc, V, Cr, Co, Ni, Cu ve Zn gibi) davranışları irdelenmektedir.

Fraksiyonel kristallenme sürecini ve bu sürece etki eden faktörleri incelemek için iz elementler de majör elementler gibi kullanılırlar. İz elementler, majör elementlerden farklı olarak yalnızca kayacı oluşturan ana minerallerin bünyesinde değil, hem aksesuar hem de ana minerallerin içerisinde yer alırlar. Ana elementler kayaç oluşturu mineralerin yapılarında bulunurken, iz elementler ise genellikle aksesuar minerallerin yapılarında yer almaktadır. Fakat bunun dışında iz element olarak bilinmekle beraber daha çok biyotit, feldispat ve hornblend gibi mafik minerallerin yapılarında yer alan Rb, Ba ve Sr gibi elementler de vardır. (Mason ve Moore, 1982; Wilson, 1989; Lipin ve McKay, 1989; Çelebi, 2011).

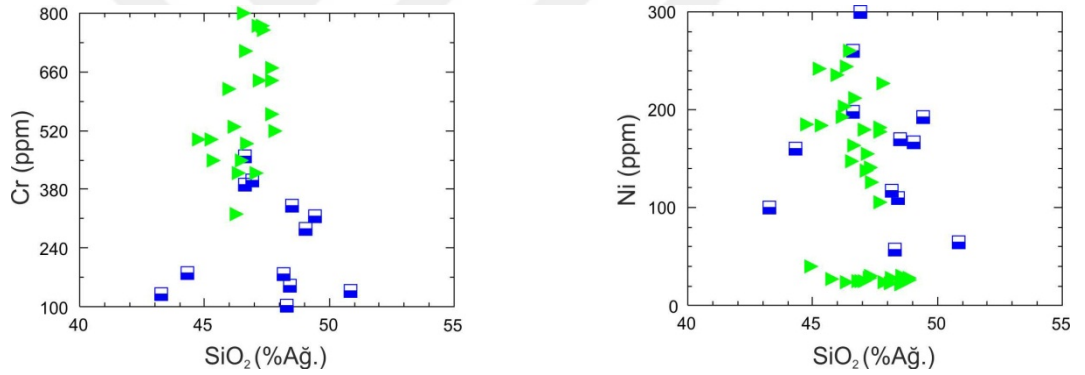
MgO ve SiO₂'ye karşı çizilen Harker diyagramlarına göre Cr, Zr, Rb, Nb, Y, Ce, Th, Ba ve Hf elementlerinde belirgin bir pozitif ya da negatif trend söz konusu değildir. Elementler yatay ya da saçınım şeklinde bir iz düşümü yapmaktadır. İz elementlerde tespit edilen düzensiz dağılımlar, kirlenme ve/veya alterasyon $\pm$ magma karışımı ile ilişkilendirilebilir (Şekil 4.61 ve Şekil 4.62). Ni, Sr ve Co'ta ise hafif bir negatif eğilim söz konusudur. Ni ve Co; olivin, klinopiroksen ve ortopiroksenin yapısına girer. Dolayısıyla numunelerin mineralojilerinde piroksenler yaygın olarak görüldüğü için eriyikten ilk olarak ayrılması beklenen elementlerdir. Sr, plajiyoklazların yapısına girdiği için eriyikte azalmakta ve SiO₂ ile aralarında negatif trend gelişmektedir. Söz konusu elementlerin ikili dağılım diyagramları çizdirilerek magma ayrımlaşmasıyla hakkında yoruma yapılması da mümkündür. Ni, Co ve V elementlerinde gözlenen negatif eğilim, Fe'ce zengin piroksen ve olivin gibi minerallerin ayrımlaşmasını işaret etmektedir. Ayrıca Ni, Co ve V'in SiO₂ karşısında azalan yönde trend göstermesi, piroksen ve olivin minerallerindeki kristallenmeyi akla getirmektedir.

Karacadağ Siverek evre ürünleri ve Kıra Dağı ürünleri birlikte değerlendirildiğinde, eşdeğer SiO₂'ye karşı Cr, Zr, Rb, Y, Ce, Th, Ba ve Hf bakımından Kıra Dağı Volkanitleri'nin daha yüksek değerlere sahip olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca aynı karşılaştırma MgO'e karşı tekrarlandığında, Kıra Dağı magmasının eşdeğer Ni, Sr, Ce ve Nb değerlerine karşılık düşük MgO verileriyle özgün olduğu görülmektedir (Şekil 4.61 ve Şekil 4.62).

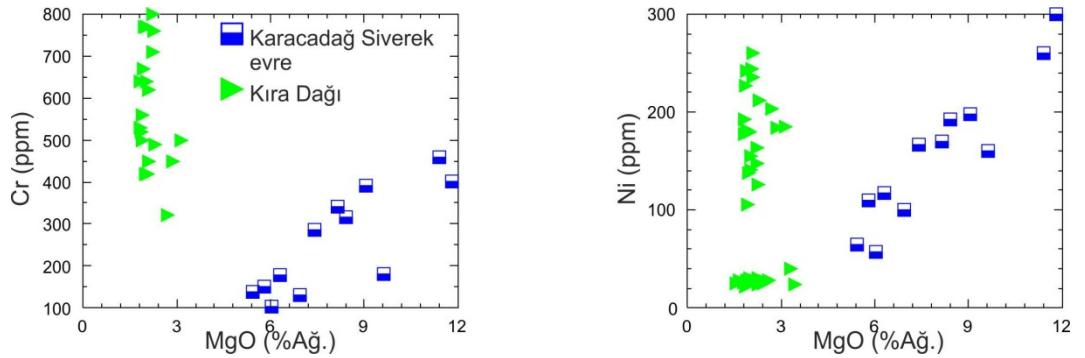
Fraksiyonel kristallenmenin (FC) etkin olduğu durumda Sr ile SiO₂ arasında negatif bir korelasyon beklenir. Bunun nedeni kristalleşmenin başında Sr'un Ca plajiyoklasların bileşimine katılarak eriyikten uzaklaşması ve Ca plajiyoklaslardaki Ca ile yer değiştirmesidir. İlgili diyagram incelendiğinde (Şekil 4.61.) Sr ile SiO₂ arasında belirgin bir azalma söz konusu değildir. Yine iyon yarıçapı K ile benzer olan Rb ile ilgili olarak ta FC'nin söz konusu olduğu hallerde SiO₂ miktarına paralel olarak Rb miktarında artış beklenmektedir. Ancak diyagramlar bu durumu açık bir şekilde desteklememektedir. İlave olarak Ba, Y, Hf, Ta ve Nb elementlerinin de mika ve feldispat gibi minerallerin yapısına girebilmeleri nedeniyle SiO₂ artışına paralel bir artış göstermeleri beklenir.

İfade edilen Ba, Y, Hf, Ta ve Nb elementleri için herhangi bir artış emaresi görülmektedir. Majör element kimyası verilerinin de desteklediği gibi iz element kimyası sonuçları da FC'yi desteklemekten uzaktır.

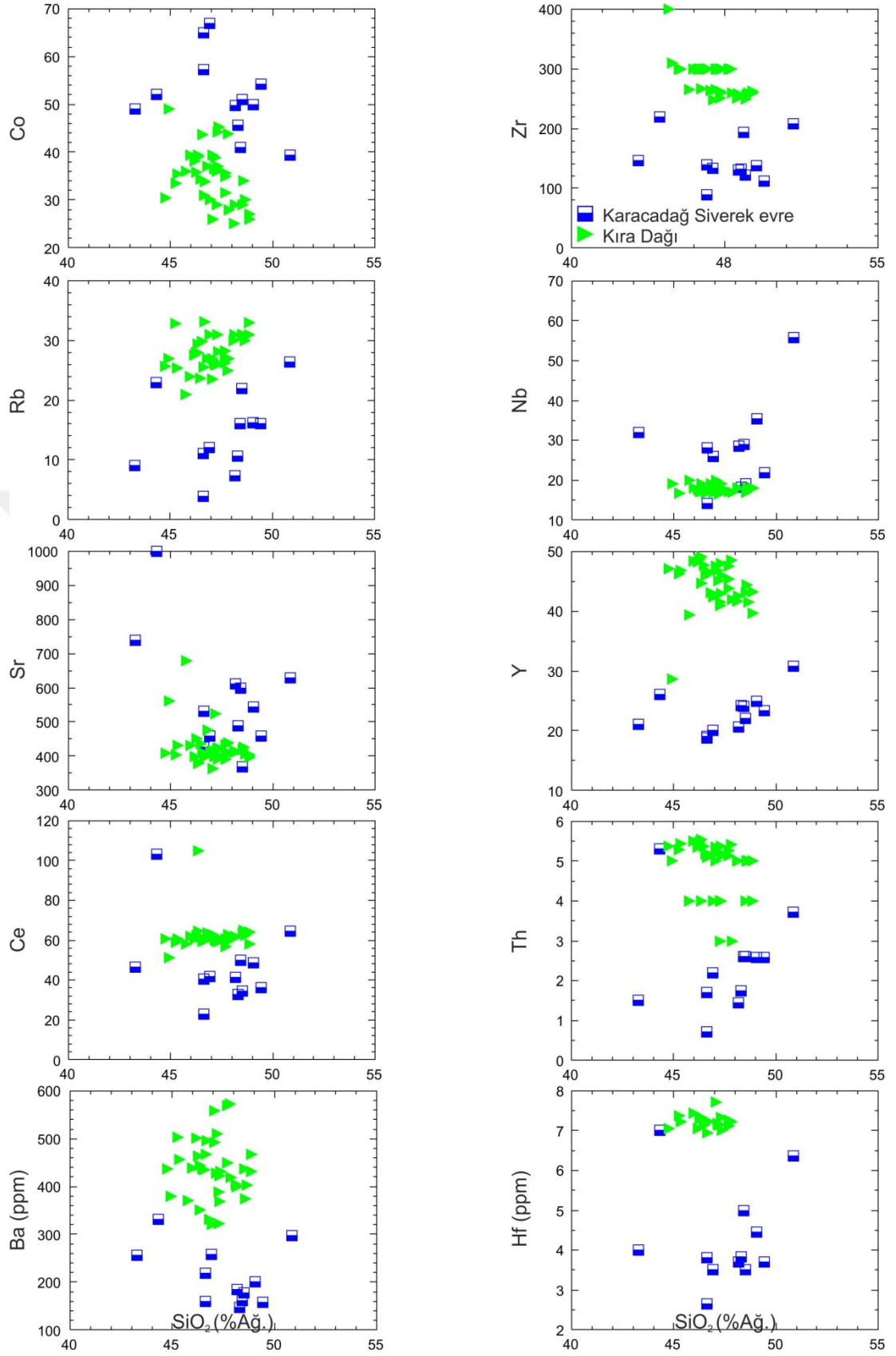
Majör ve iz element korelasyonunun yapıldığı (Şekil 4.57., 4.58., 4.61. ve 4.62) diyagramlardaki negatif ve pozitif trendler, kayaç gelişiminde ayrılaşmanın etkili ve belirleyici olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca asidik ve ortaç kayaçların gelişimlerinde biyotit + hornblend + plajiyoklas ± sanidin ± magnetit ± apatit ayrılaşmalarının da etkin olduğunu ifade etmektedir. Plajiyoklas ve klinopiroksen kristalleşmeleri, kabuk içindeki magma odasında oluşan ve magmanın soğuması sırasında meydana gelmekte olan önemli kristalleşmelerdir. Kristallenme basıncının tesiri ile cpx/plag oranı azalmakla beraber (Gust ve Perfit, 1987; Temizel, 2008) buna karşılık magmanın su içeriği



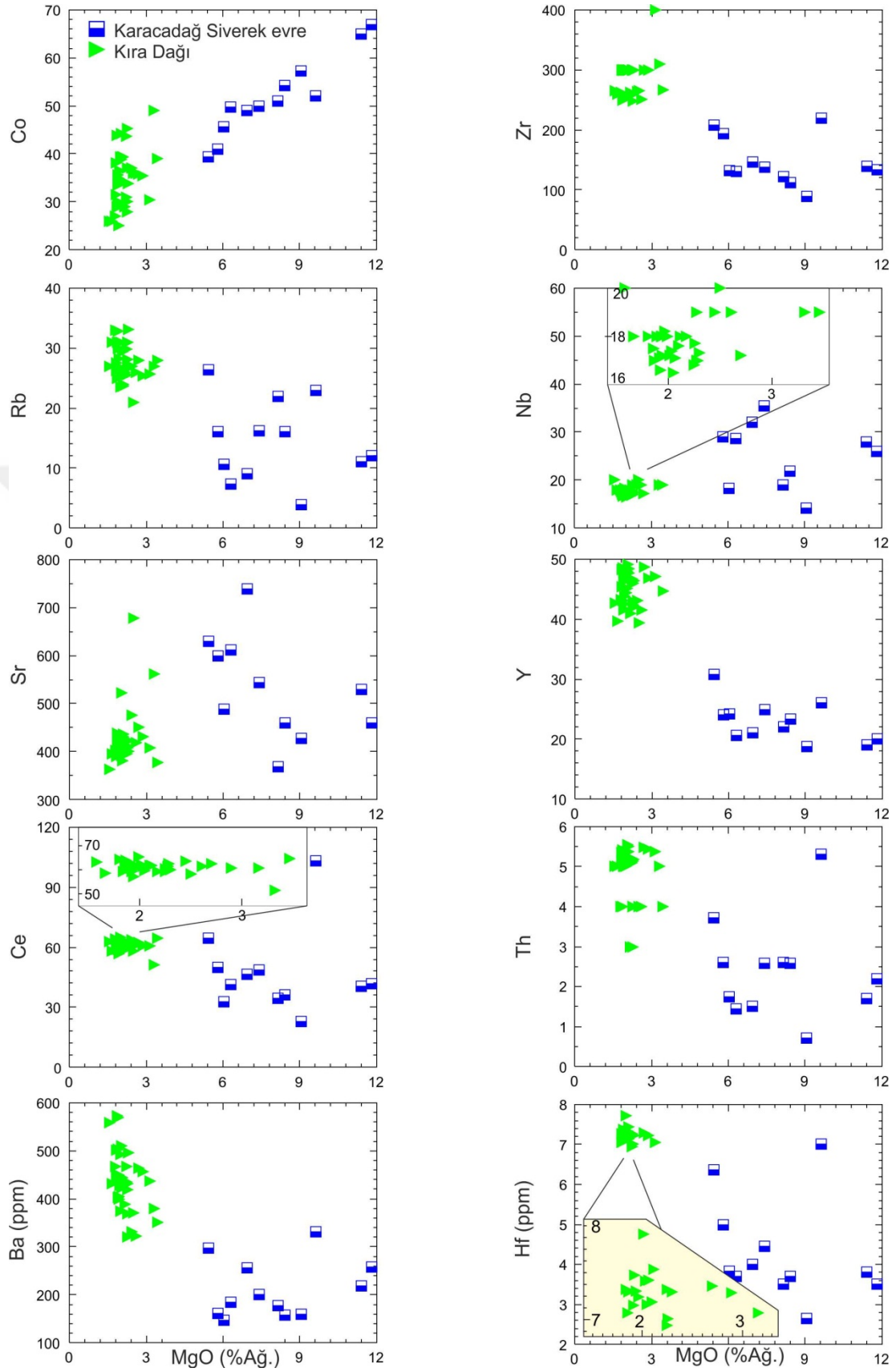
Şekil 4.61. Kıradağı Volkanitleri iz elementlerinin SiO₂'e karşı seçilmiş Harker diyagramları (İz element ppm, majör oksit %Ağ.)



Şekil 4.62. Kıradağı Volkanitleri iz elementlerinin MgO'e karşı seçilmiş Harker diyagramları (İz element ppm, majör oksit %Ağ.)



Şekil 4.61. devamı

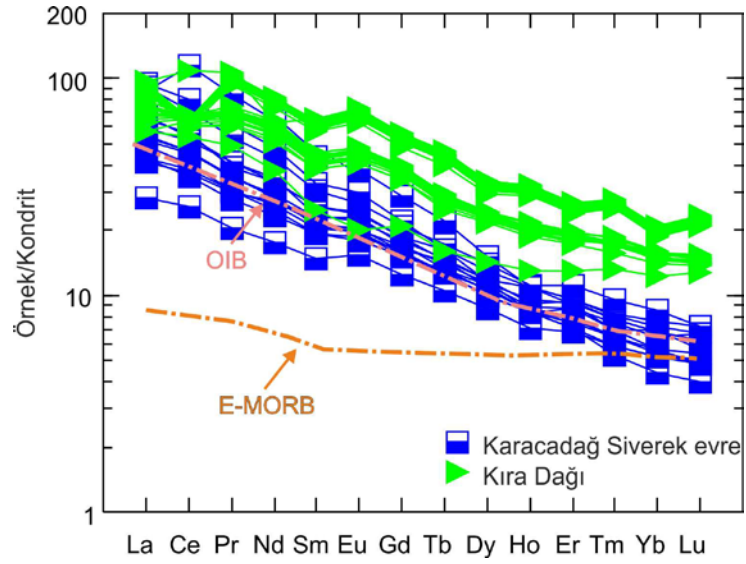


Şekil 4.62. devamı

artmakta ve plajiyoklas oranı da azalma göstermektedir (Eggler, 1972; Presnall vd.,1978; Baker ve Eggler, 1983). SiO₂ oranının artışına paralel Co ve MnO azalmaları, kayaçların gelişimlerinde ciddi klinopiroksen ve magnetit ayrımlaşmasını işaretlemektedir. Nötr-asidik kayaçlarda görülen Fe₂O₃, MnO, Co ve MgO azalmaları da söz konusu kayaçların gelişimlerinde biyotit ve hornblend ayrımlaşmasının göstergeleridir. Kıra Dağı Volkanitleri'nde de ifade edilen azalma trendleri görülmektedir. Ana hatlarıyla ele alındığında; volkanik kayaçların incelemelerinde SiO₂ içeriği arttıkça, Sr, Ba gibi uyumsuz element içeriklerinin artması ve uyumlu element (Ni, Cr, Co, V ve Sc) içeriklerindeki düşüş trendi, ayrımlaşmayla açıklanmaktadır. Bu özelliğe göre kayaçların ana magmadan ayrımlaşma sonucu türemiş olabilecekleri (Temizel, 2008) ve kayaç gelişiminde olası diğer magmatik olayların da (kısmi ergime, kirlenme ve magma karışımı gibi) tesiri olabileceğine işaret edilmektedir.

4.4.2.3. Nadir toprak elementleri kimyası

Nadir toprak elementleri (REE=NTE), bu elementlerin gösterdikleri değişimleri ve minerallerin ve/veya kayaç kökenlerinin bulunması konularının yorumlanabilmesi jeolojik açıdan oldukça önemlidir. Mantonun ya da kabuğun kısmi ergimesi, FC, magma kirlenmesi ve magma(ların) karışması gibi magmatik süreçlere ışık tutması nedenleriyle NTE oldukça önemlidir. Kayaçların nadir toprak element bollukları Kondrit'e göre Şekil 4.63.'de normalize edilmiştir. Buna göre La, Ce, Pr, Nd olarak bilinen HNTE'nin (Hafif Nadir Toprak Elementleri); Sm, Eu, Gd elementleri (ONTE; Orta Nadir Toprak Elementleri) ve Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu elementlerine göre (ANTE; Ağır Nadir Toprak Elementleri) daha fazla zenginleştiği görülmektedir. Karacadağ Bazaltları'na oranla belirgin bir zenginleşme söz konusudur. HNTE'nin ANTE'ye göre daha uyumsuz oldukları bilinmektedir. Başka bir ifadeyle soldan sağa doğru gidildikçe nadir toprak element diyagramlarında elementlerin hareketliliği ve uyumsuzluk derecesi azalmaktadır (Wilson, 1989). Bu sebeple, HNTE elementleri, düşük dereceli kısmi ergime ya da diferansiyasyon (farklılaşma) esnasında manto minerallerinin bünyesine katılmayıp sıvı fazı tercih etmektedir (Rollinson, 1993).

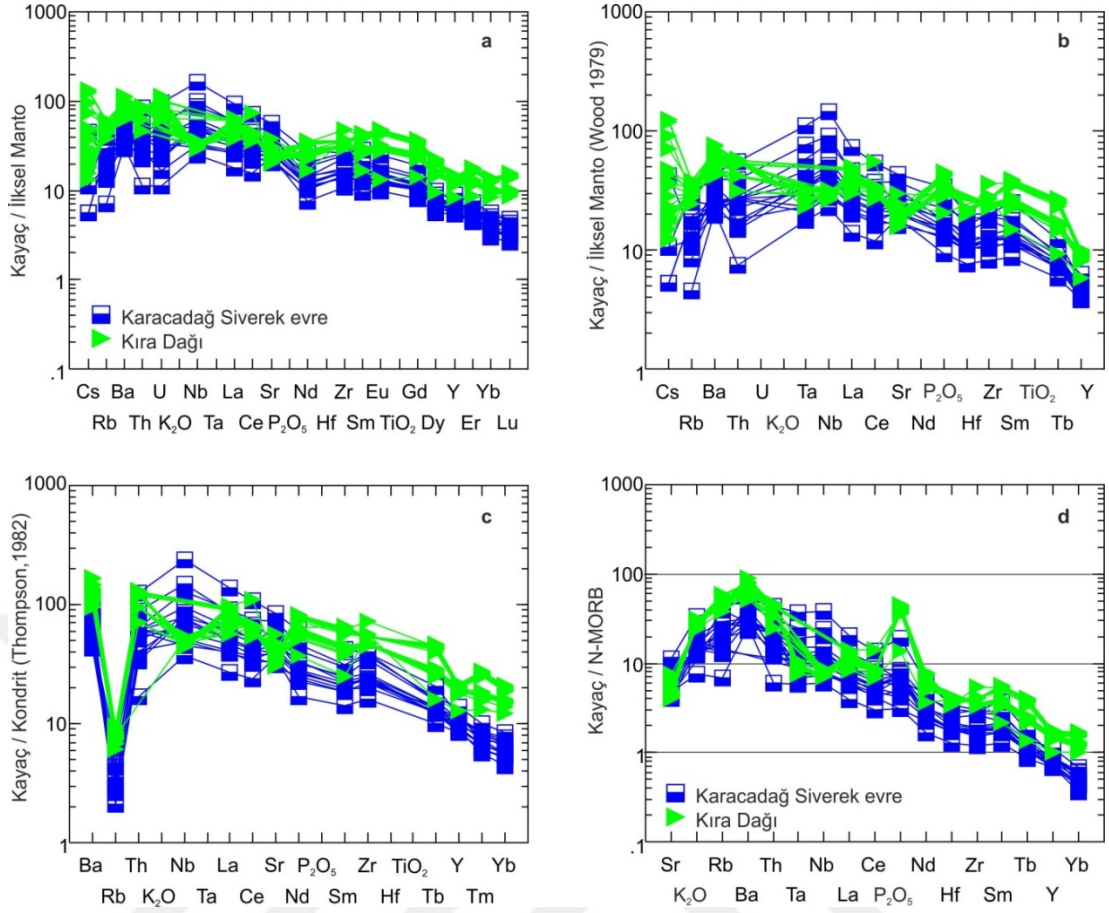


Şekil 4.63. Kıra Dağı Volkanitleri ve Karacadağ Siverek Evre magmasına ait örnekler için Kondrit'e göre normalize edilmiş NTE bolluklarının çizimi (Normalize değerler Sun ve McDonough, 1989; Karacadağ Siverek evresi, Lustrino vd., 2010)

HNTE'nin ANTE'ye göre fraksiyonu, klinopiroksen ve ortopiroksen minerallerinin bulunuş sebebidir. Örneklerde görülen yüksek HNTE/ANTE oranı, magmanın düşük derecedeki kısmi ergimelerle oluşan ergiyiklerle meydana gelme olasılığını veya zenginleşmiş manto kaynağından oluşumunu akla getirmektedir (Fitton vd., 1991; Barragan vd., 1998). Nadir toprak elementlerindeki paralelliği bozan yönsemeler ve dağınıklık izlenimi veren sapmalar, kayaçların aynı kökenden türemediklerini düşündürmektedir. Elementlerin genel dağılımlarına bakıldığında 3,53ppm ile 6,33ppm arasında değişen Eu değerleri önemli derecede bir anomali sunmamakta, bu faktör de kayaçların gelişiminde plajiyoklas oluşumunun ya da fraksiyonlaşmasının önemli bir rol oynamadığını göstermektedir.

4.4.2.4. Çoklu element içerikleri

Örümcek diyagramları, iz element diyagramlarına göre çok sayıda element karışımını içermektedir. Farklı eğilimlerdeki elementleri göstermekle beraber, kayaçların kaynak bileşenleriyle ilgili yorumlarda bulunabilmek ve olası farklılaşmaları belirlemek amacıyla örümcek element diyagramları oluşturulmaktadır (Şekil 4.64.). Volkanik ürünlerde gözlenen kloritleşme orta



Şekil 4.64. İncelenen volkanitlere ait örnekler için örümcek diyagramları **a.** Volkanitlere ait örnekler için ilksel manto (Primitive-mantle)'ya göre normalize edilmiş iz element bollukları; Sun ve McDonough, 1989 **b.** İlksel Manto değerlerine göre normalize edilmiş örümcek diyagramları; Wood vd., 1979 **c.** Kondrit değerlerine göre normalize edilmiş örümcek diyagramları; Thompson, 1982 **d.** N-MORB'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramları; Sun ve McDonough, 1989; Karacadağ Siverek evresi, Lustrino vd., 2010 ve 2012

derecede Mg zenginleşmesine, serizitleşme ise kuvvetli Ba, K ve Rb zenginleşmesine neden olabileceği için alterasyona dikkat edilmelidir. Alterasyon, kayaçlarda element hareketlenmesine neden olabildiğinden, sağlıklı kimyasal analiz yorumu için majör ve iz element zenginleşmesini bilmek gerekir (Hart vd., 1974; Humphris, 1978).

Ba, Th, Sr, Rb, K elementlerindeki (LIL) zenginleşme magma karışımına işaret edebilmektedir. Ayrıca söz edilen zenginleşmenin dalan levha kökenli eriyiklerin veya akışkanların yukarı yönlü hareketi ve buna bağlı olarak manto kamasındaki metasomatizasyon faaliyetlerinin bir sonucu olduğu

belirtilmektedir (Pearce ve Peate, 1995; Pearce, 1982, 1983; Thrilwall vd., 1994; McCulloch ve Gamble, 1991; McDonough, 1991). Nb elementindeki fakirleşme, kayaçların ana magma gelişimiyle bağlantılı olarak yorumlanır. HFS elementlerindeki (Zr, Sm, Ti, Y, Yb, Nb, Hf, Th, U, Ce, Ta) fakirleşme ise, ilgili elementlerin mineral fazlarıyla ilişkilendirilerek değerlendirilmektedir. (McDonough, 1991).

Dalma-batma sürecini takip eden kıtasal çarpışma esnasında ya da ardından gelişen magmalardaki ani Pb artışı, magmanın kıta kabuğunca kirletilmiş olduğunu işaret etmektedir (Pearce, 1982; Cox ve Hawkesworth, 1985; Pearce vd., 1990). Ancak gerek Pb'da bu şekilde bir artış olmaması ve gerekse düşük SiO₂'ye karşı görülen düşük Mg ve eşdeğer iz element trendleri kabuksal kirlenme olmadığını işaretlemekteyken, diğer veriler (bkz. S.128 Kabuksal kirlenme) kabuksal kirlenmenin varlığını desteklemektedir.

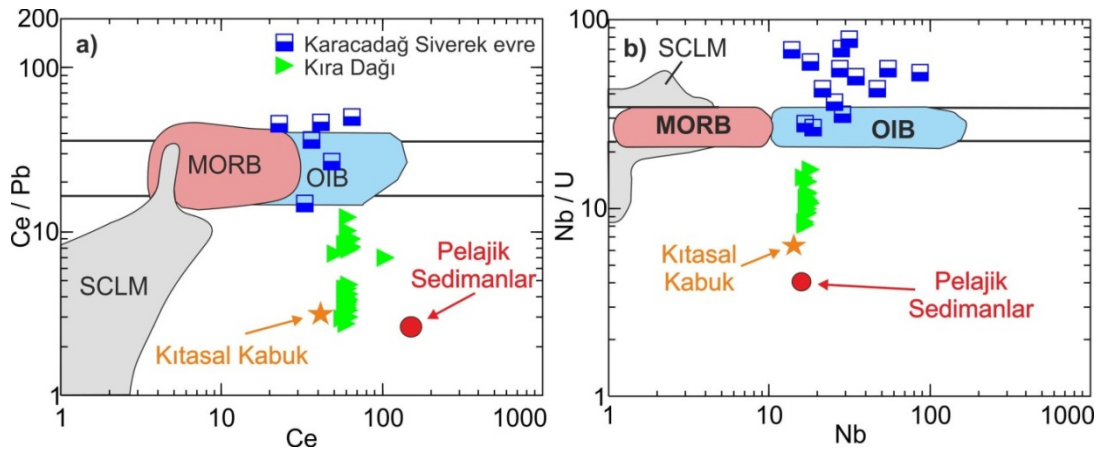
Kıra Dağı Volkanitleri'nin Sun ve McDonough, 1989; Wood vd., 1979 ve Thompson, 1982 örümcek diyagramlarındaki element dağılımlarına bakıldığında, LIL elementlerindeki zenginleşmeye karşılık HFS elementlerinde belirgin bir tüketilmişlik görülmemektedir. Kıtasal kabukta konsantre olan Rb, Ba, Th, Sr, K elementleri (LIL), magmadaki kıtasal kabuk kontaminasyonuna işaret etmektedir. LIL elementlerindeki pozitif anomali, Kıra Dağı volkanik kayaçlarına kaynaklık eden magmanın kıtasal kabuktan etkilenmiş olabileceği düşündürmektedir. İlk manto verilerine göre uyumsuz elementlerde (Sr, Ba) zenginleşme izlenirken, HFS elementlerinde baskın bir negatif trend yoktur. Karacadağ Siverek evre ürünleriyle karşılaştırıldığında, Kıra Dağı son ürünlerinin nadir toprak elementlerinde olduğu gibi genel bir zenginleşme gösterdiği anlaşılmaktadır.

Sun ve McDonough 1989'a göre tüm volkanik kayaçlar için N-MORB'a göre normalize edilen diyagrama göre ise LIL elementleri açısından zenginleşme söz konusudur. LREE elementleri (La, Ce, Nd, Sm) ve HFS elementleri (Zr, Sm, Y, Yb, Nb, Hf, Ce, Ta gibi) de benzer bir eğilim göstermektedir.

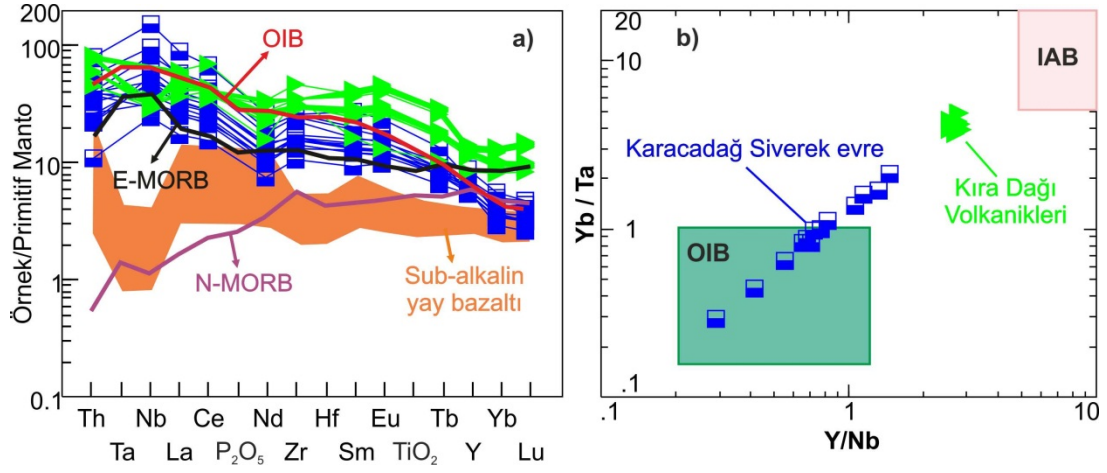
Çoklu element içeriklerinin karşılaştırılması esasına dayanan ve incelenen volkanitlerdeki **a)** Ce/Pb-Ce ve **b)** Nb/U-Nb arasındaki değişimlerin logaritmik grafikleri Şekil 4.65'te sunulmuştur. Buna göre Kıra Dağı Volkanikleri kıtasal kabuk kökenini işeret ederken, sonraki bölümlerde farklı açılardan sık sık karşılaştırılacak olan Karacadağ magması, OIB benzeri bir eğilim sunarak aralarındaki farklılığı ortaya koymaktadır. Şekil 4.66'da incelenen volkaniklerin **a)** çoklu element diyagramı ve **b)** Yb/Ta-Y/Nb diyagramları verilmiştir. Bu verilere dayanarak Kıra Dağı magmasının OIB ile uyumlu olduğu, Nb'daki tüketilmenin subalkalin yay bazaltları ile benzerlik gösterdiği, E-MORB ve N-MORB'a göre de zenginleştiği fark edilmektedir. Şekil 4.66b'de ise Karacadağ magmasının OIB benzeri bileşimiyle incelenen volkaniklerden ayrılmakta olduğu takip edilmektedir.

4.4.3. İzotop kimyası

Manto ve yerkabuğu hakkında önemli veriler sağlamada kullanılan radyojenik izotoplar, petrojenetik çalışmalarda ve jeolojik süreçleri aydınlatmada yaygın olarak kullanılmaktadır. Sonraki ayrımlaşmalara rağmen değişmeden aynı kalabilen magmadaki izotop oranları, magma oluşumuna kaynaklık eden bölgenin de özelliklerini bizlere ifade etmektedir. Bu noktadan hareketle her bir



Şekil 4.65. İncelenen volkanitlerde a) Ce/Pb-Ce ve b) Nb/U-Nb arasındaki değişimlerin logaritmik grafikleri. (MORB ve OIB verileri Le Roex vd., 2003; Pelajik sedimanlar Sims ve De Paolo 1997; SCLM: Subcontinental Lithospheric Mantle/Kıtaaltı litosferik manto Gregoire vd., 2003'ten alınmıştır. Karacadağ Siverek evresi, Lustrino vd., 2010 ve 2012)



Şekil 4.66. İncelenen volkaniklerin a) Çoklu element diyagramı b) Yb/Ta-Y/Nb diyagramı. (**E-MORB**: Zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltı; **N-MORB**: Normal okyanus ortası sırtı bazaltı; **OIB**: Okyanus adası bazaltı; **IAB**: Ada yayı bazaltı. Figür a için kullanılan veriler; Primitif Manto ve OIB: Sun ve McDonough, 1989; Sub-alkalin yay bazaltı: Tatsumi ve Eggins, 1995; E-MORB ve N-MORB: Xia vd., 2019. Figür b için kullanılan veriler; OIB ve IAB; Beccaluva vd., 2004, Ovung vd., 2017; Karacadağ Siverek evresi, Lustrino vd., 2010 ve 2012)

kaynağın kendisine has izotopik değerleri olmakta ve bu da farklı kaynakları ayırt edebilmemizi sağlamaktadır. Neticede bu farklılıktan hareketle kaynaklar arasındaki etkileşim, karışım ya da kirlenme olayları gibi magmatik süreçler tespit edilebilmektedir (Faure, 2001; Faure ve Mensing, 2005).

Bir örneğe ait izotop değerlerinin analitik olarak ölçülmesinin zorluğu nedeniyle ölçümler izotop oranları üzerinden yapılmakta, radyoaktif olarak duraylı (bozunmamış) izotoplar referans alınmaktadır. Böylelikle elemente ait radyojenik izotop değerinin bozunmamış izotopuna olan oran ile izotop değeri hesaplanmaktadır.

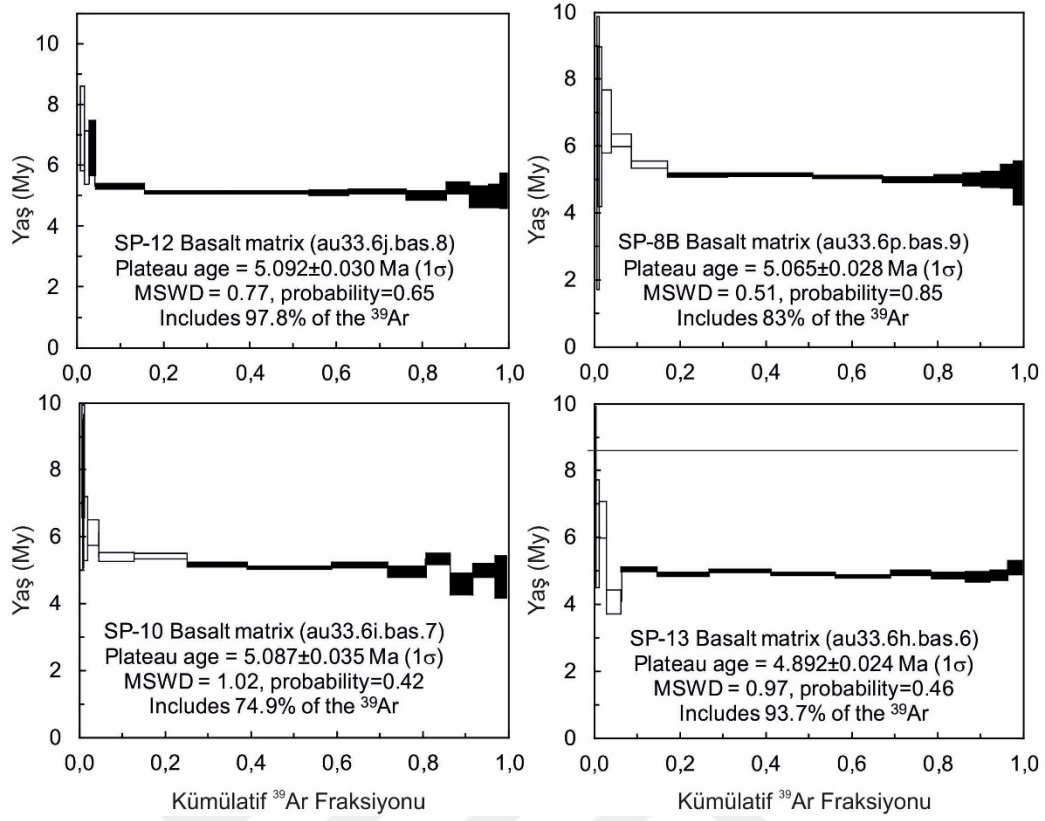
Laboratuvarda elde edilen değer, örneğin güncel izotop oranını yansıttığı için kayacın oluşum zamanındaki (ilksel) oranların tespiti amacıyla $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ oranları için epsilon (ϵ) değerleri ile Nd model yaşı (TDM) da hesaplanarak yaş düzeltilmesi yapılmıştır (Faure, 2001; Faure ve Mensing, 2005). Kıra Dağı Volkanitleri başta TPAO'nun 1950 ve daha öncesine dayanan bölgesel jeoloji araştırmalarında dikkati çekmiş ancak detaylı bir jeokronoloji

çalışılmamıştır. Tefrit, fonotefrit ve bazanit olarak sınıflandırılmış olan volkanitler için yaş tespiti anlamında bugüne kadar bir belirleme yapılmamıştır. Volkanitler, komşu birimlerle ilişkisi, stratigrafik konumu ve dokanak ilişkisi gibi özellikleri dikkate alınmak suretiyle Pliyosen-Pleyistosen yaşlı olarak veya Kuvaterner yaşlı olarak nitelenmiştir.

Volkanitlere ait jeokimyasal, petrografik ve mineralojik özelliklerden faydalanılarak, ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş spektrumlarının hesaplanabilmesi için magmayı temsil eden, hidrotermal ve yüzeysel alterasyona maruz kalmamış uygun numuneler belirlenmiştir. ^{40}Ar - ^{39}Ar hesabı ilgili volkanitleri temsil eden toplam 4 adet tipik kayaç örneği tercih edilmiştir. Volkanik hamuru temsil eden SP-8B, SP-10, SP-12 ve SP-13 örneklerinin ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş spektrumları Şekil 4.67.'de sunulmuştur. Tefrit, fonotefrit, ve bazanit olarak sınıflandırılmış olan volkanitlerden plato yaşları elde edilmiştir. Pb, Nd ve Sr izotop değerleri, magma örneklerinin türedikleri kaynağı olduğu gibi temsil edebildikleri ve kısmi ergime ya da FC (fraksiyonel kristalleşme) sırasında farklılaşmadıkları için oldukça önemlidirler.

Bu çalışmada Kıra Dağı Volkanitleri'ne ait farklı lokasyonlardan alınan iki örnek üzerinde K-Ar ve dört örnek üzerinde de Ar-Ar analizleri yapılmıştır (Çizelge 4.6. ile Çizelge 4.7.). Ar-Ar analizlerine göre 4.89 My ile 5,092 My aralığında, K-Ar analizlerine göre de 5,54 My ile 5,58 My aralığında değişim saptanmıştır. Buna göre volkanitlerin ortalama yaşı 4.89 ± 0.028 My ile 5.58 ± 0.21 My olarak belirlenmiştir. Söz konusu analizler, daha önce yapılan araştırmalara nazaran daha yaşlı bir döneme işaret etmekte olup, Üst Miyosen-Erken Pliyosen yaşını vermektedir. Ar-Ar yaş tespitleriyle ilgili olarak veriler Şekil 4.67.'de verilmiştir.

Bu kapsamda $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ve $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ izotop değerleri Çizelge 4.8.'de sunulmuştur. Yapılan analiz sonuçlarına göre; $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ değerleri 15,678 ile 15,684 arasında; $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ değerleri 18,937 ile 18,966 arasında ve $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ değerleri de 39,009 ile 39,038 arasında değişmektedir.



Şekil 4.67. Kıra Dağı Volkanitleri'nin ^{40}Ar - ^{39}Ar yaş spektrumları

İlave olarak Çizelge 4.8.'de sunulduğu üzere $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ve $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ analizleri de yapılmış; $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ değerleri 0,704401 ile 0,705396 arasında; $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ değerleri 0,512676 ile 0,512812 arasında sonuçlar vermiştir. Volkaniklerin

Çizelge 4.6. Kıra Dağı Volkanitleri temsili örnekleri için K-Ar yaş verileri

Örnek No	Lokasyon	Metod	K ₂ O (%)	^{40}Ar rad, (ng/g)	% ^{40}Ar Atmosfer	Yaş (my)
SP10	Kale Tepe	Tüm Kaya	1.22 ± 0.02	0.469 ± 0.004	35.1	5.54 ± 0.2
SP13A	Değirmenüstü	Tüm Kaya	1.17 ± 0.02	0.454 ± 0.004	33.5	5.58 ± 0.4

Örnek SP10: (40/36)atm ölçülen=289.062, kd(40/36)=0.978214, ^{38}Ar (99.9%) spike, ng=0.10295 numune ağırlığı, g= 0.08782, hot blank (^{40}Ar), ng= 0.001, Ergime sıcaklığı, °C= 1600 **Örnek SP 13:**(40/36)atm ölçülen=289.062, kd(40/36)=0.978214, ^{38}Ar (99.9%) spike, ng=0.10295, numune ağırlığı, g= 0.08782, hot blank (^{40}Ar), ng= 0.001, Ergime sıcaklığı, °C= 1600 Spike(^{38}Ar) kalibrasyonu: Standard 1 Bern 4M Muskovit yaşı 18.6 ± 0.4 Ma Standard 2 1/65 "Asia" Rhyolite matrix Age 262.7 ± 1.0 Ma. Bozunma sabitleri ve izotop oranları (Decay constants and isotope ratios) ^{40}K $\lambda_E = 5.81e-11$ y⁻¹ ^{40}K $\lambda_\beta = 4.962e-10$ y⁻¹ ^{40}K = 0,01167 at. % ($^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$)atm=295,5 Irradiasyon paketi: AU-33 (36/37) Ca: 0,0003046 $\pm$ 0,000008 (39/37) Ca: 0,0007380 $\pm$ 0,000037 (40/39) K: 0,0000 $\pm$ 0,0004 (38/39)Cl: 0.01 $\pm$ 0.01 Air $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$: 288 $\pm$ 1,5

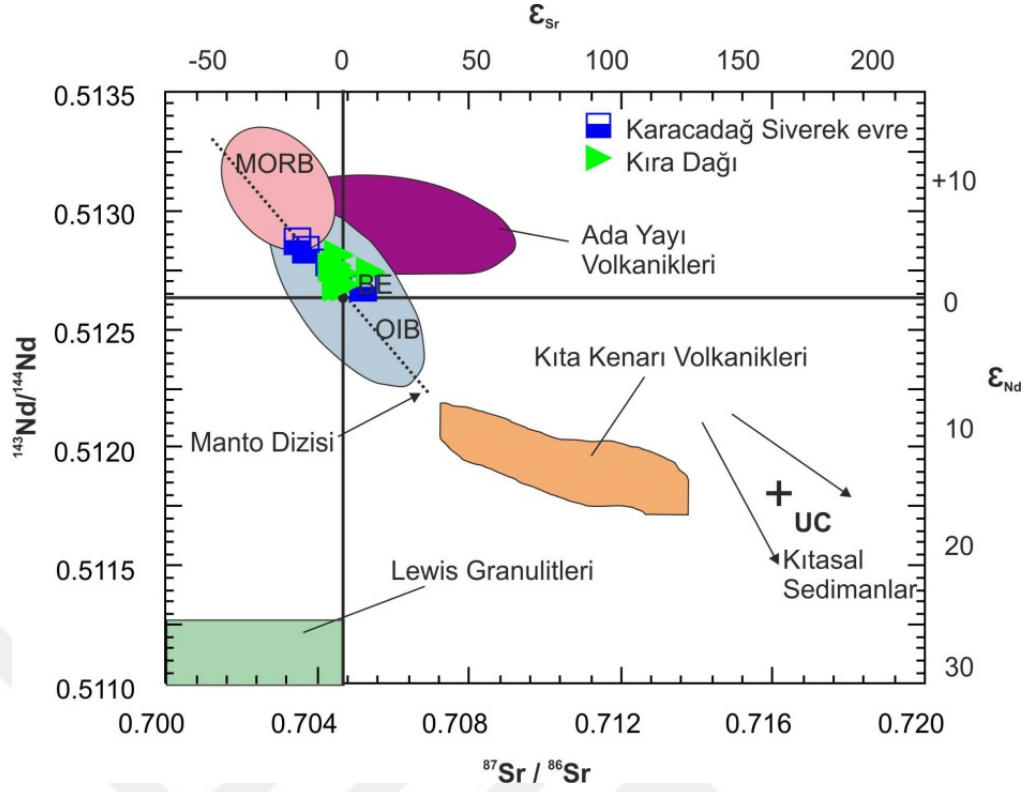
Çizelge 4.7. Kıra Dağı Volkanitleri temsili örnekleri için Ar-Ar yaş verileri

Örnek No	Lokasyon	Metod	MSWD	Olasılık	% ³⁹ Ar İçeriği	Yaş (my)
SP8B	Ayrancı	Tüm Kaya	0.51	0.85	83	5.065±0.28
SP10	Kale Tepe	Tüm Kaya	1.02	0.42	74.9	5.087±0.035
SP12	Atbağı	Tüm Kaya	0.77	0.65	97.8	5.092±0.030
SP13B	Değirmenüstü	Tüm Kaya	0.97	0.46	93.7	4.892±0.024

kökenini araştırıldığı $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ - $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ karşılaştırma diyagramında (Şekil 4.68.) Kıra Dağı Volkanitleri ve Karacadağ örnekleri düşürülmüştür. Burada BE olarak ifade edilen ve toplam yerküre bileşimini veren, yerkürenin rezervuarlarına ayrışmadan evvelki ilksel bileşimine tekabül etmekte olan kısaltmadır. Manto dizisi ise, manto kökenli örneklerin (OIB ve MORB gibi) diyagram üzerinde gösterdiği dizilim olup burada Sr ve Nd izotop değerleri çizgisel korelasyon sunmaktadır. Zenginleşmiş kaynak bileşimini ise sağ alt bölge vermekte olup, burada kökeninde kıtasal kabuk bileşeni bulunduran kayaçlar yer almaktadır. Kıtasal kabuk oluşumu esnasında üst mantonun LREE ve LILE elementleri (uyumsuz elementler) bakımından tüketildiği bilinmektedir. Bu tüketilen manto, bileşim olarak buradan türeyen MORB kavramı ile ifade edilmektedir. Ayrıca kıyaslamak gerekirse OIB, uyumsuz elementler bakımından MORB'a göre daha zenginleşmiştir (Güleç, 2001). Kıra Dağı Volkanitleri Şekil 4.68.'deki diyagramda izotopik olarak oldukça MORB'a yakın değerler vermekte ve OIB benzeri manto kaynağı bölgesine düşmektedir.

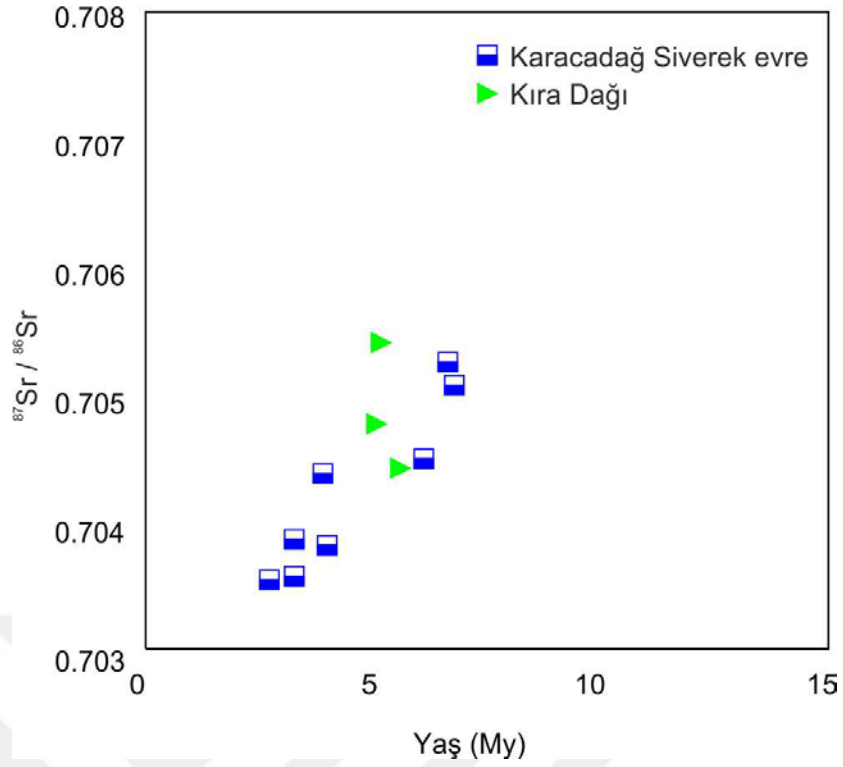
Çizelge 4.8. Kıra Dağı Volkanitleri temsili örnekleri için Sr-Nd-Pb verileri

Numune	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	Erro (2s)	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$
SP7B	0,704647	0,512690	0,000004	18,966	15,684	39,038
SP9A	0,704508	0,512676	0,000004	18,937	15,683	39,009
SP4b	0,704757	0,512678	0,000008	18,944	15,678	39,021
SP 2A	0,704501	0,512766	0,000013	-	-	-
SP 5	0,704548	0,512812	0,000017	-	-	-
SP 7A	0,704543	0,512733	0,000021	-	-	-
SP 8A	0,704726	0,512725	0,000018	-	-	-
SP 10	0,704401	0,512752	0,000015	-	-	-
SP 12C	0,705396	0,512738	0,000019	-	-	-



Şekil 4.68. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ - $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ karşılaştırma diyagramı (Kullanılan veriler için kaynaklar şöyledir; Ada Yayı Volkanikleri: Hawkesworth vd., 1977, 1979a; MORB ve OIB: O’Nions vd., 1977; Cohen ve O’Nions, 1982; Dosso ve Murthy, 1980; Hoffman ve White, 1982; Kıta Kenarı Volkanikleri: Hawkesworth vd, 1979b,1982; Lewis Granülitleri: Hamilton vd., 1979; UC: Goldstein vd., 1984) **MORB**: Okyanus Ortası Sırı Bazaltları, **OIB**: Okyanus Adası Bazaltları, **BE**: Toplam Yerküre Bileşimi, **UC**: 2 milyar yıl yaşlı Üst Kıta Kabuğu için ortalama izotop bileşimi; Karacadağ Siverek evresi, Lustrino vd., 2010 ve 2012

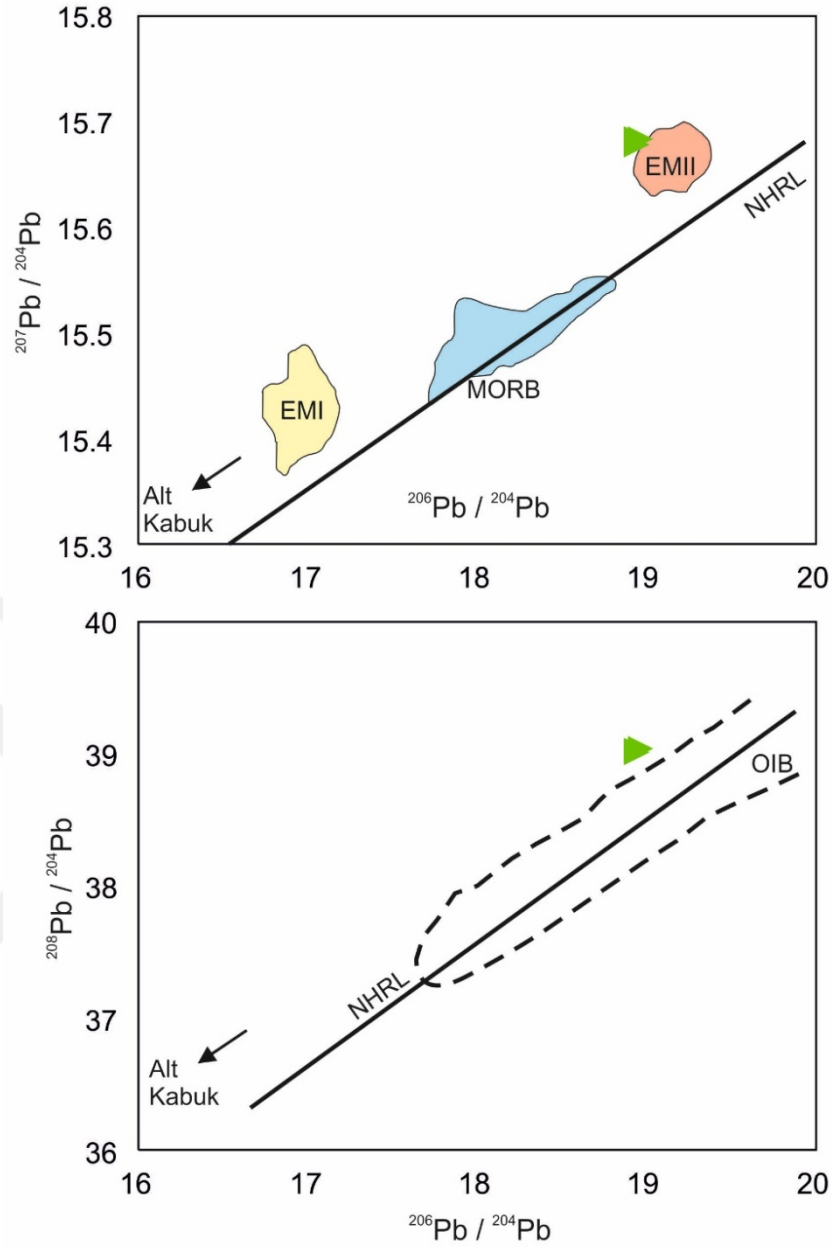
Bu da söz konusu magmanın zenginleşmiş olduğunu ve ada yayı volkaniklerine doğru bir geçiş göstermektedir. Karacadağ Siverek evre ürünleri ise MORB’a kadar geniş bir iz düşümü göstermektedir. İncelenen volkanitlerin $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotop-Yaş karşılaştırma diyagramına düşürülen noktalara göre yaş azaldıkça, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotop değeri artmaktadır (Şekil 4.69.). Kabuğun yüksek $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ değerler sahip olduğu düşünülürse, bu oran kabuksal kirlenmenin kayalar üzerindeki etkisinin azaldığını göstermektedir. Buna bağlı olarak ta kabuğun zamanla kalınlaştığı değerlendirilmektedir. Aynı diyagramda Karacadağ ürünlerinin artan yaşla birlikte izotop değerlerinin de arttığı görülmektedir. Araştırılan volkaniklerin $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ve $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ izotop diyagramları, karşılaştırma verileri Rollinson (1993)’dan alınarak çizilmiştir (Şekil 4.70.). Buna göre volkaniklerin EMII (zenginleşmiş manto)



Şekil 4.69. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotop-Yaş karşılaştırma diyagramı (Karacadağ Siverek evresi, Lustrino vd., 2010 ve 2012)

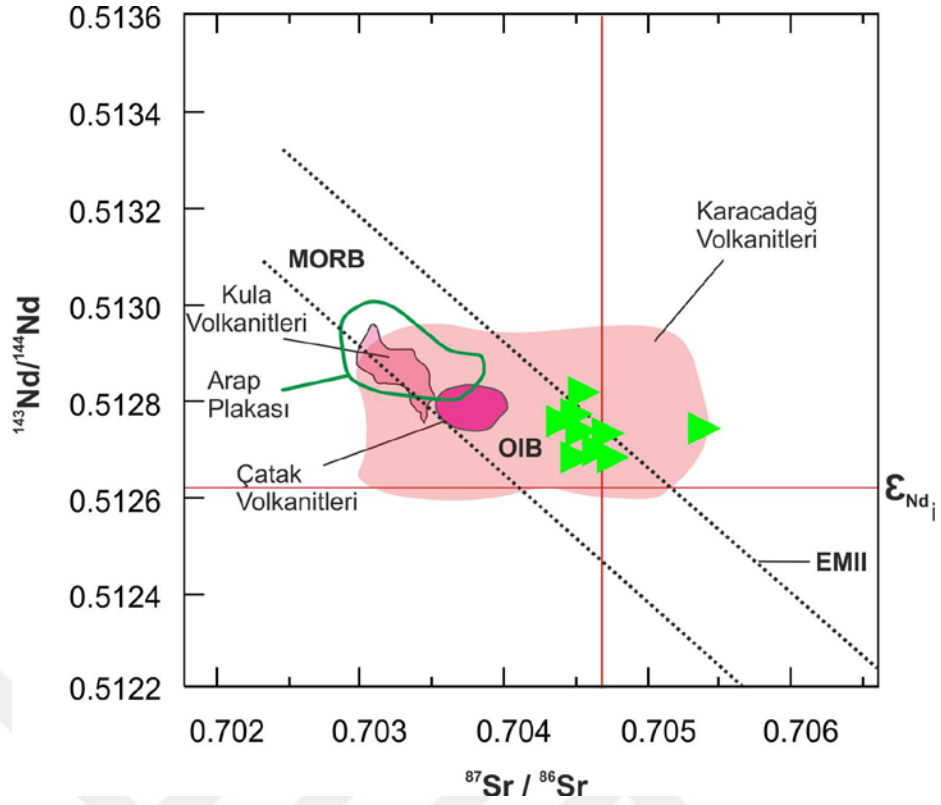
bölgesine işaret ettiği görülmektedir. Diğer diyagrama göre ise NHRL (Kuzey Yarım Küre Referans Çizgisi) çizgisine yaklaşmakta olduğu izlenmektedir.

Tez konusu olan volkanikler $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ değerleri ve $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ değerleri Zindler ve Hart (1986) ve Hart vd., (1992)'ne göre dünya genelindeki belli başlı volkaniklerle kıyaslandığında, manto aralığı içerisini işaretlediği görülür. Ülkemizdeki eş yaşlı (alkali Tersiyer volkanitler) bazı volkaniklerle birlikte değerlendirildiğinde ise; başta Karacadağ (Diyarbakır) Volkanitleri ile benzer izotopik oranlara sahip oldukları, Kula Volkanitleri ve Çatak Volkanitleri ile farklı alanlara düştükleri görülmektedir. Burada dikkat çeken nokta ise tüm örneklerin Karacadağ Volkanitleri'nin çevrelediği alana düşüyor olmasıdır (Şekil 4.71.). $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ değerleri 0,704401 ile 0,705396 arasında değişmekte olup, kabuk-manto sınırındaki kaynak alanına işaret etmektedir. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ değerleri 0,705'ten küçük olanlar da belirgin bir biçimde manto değerini yansıtmaktadır. Artan SiO_2 oranlarına karşı $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ve $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ oranlarındaki trend, özümleme, ayrımlaşma ya da azalan bölümsel ergime



Şekil 4.70. Pb izotopları karşılaştırma diyagramları (Karşılaştırma verileri Rollinson (1993) **MORB**: Okyanus Ortası Sırtı Bazaltları, **OIB**: Okyanus Adası Bazaltları, **EMI** ve **EMII**: Zenginleşmiş Manto, **NHRL**: Kuzey Yarımküre Referans çizgisi)

ergime derecesinden çok yitim zenginleşmesi ile olan benzerliğe işaret etmektedir. Faure ve Mensing, (2005)'in de çalışmalarında desteklediği üzere, Kıra Dağı Volkanitleri'nin düşük $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ oranlarına (0,704401-0,705396) ve pozitif ϵNd değerlerine (+0,074 $\pm$ 0,34) sahip olması, bu volkanitlerin tüketilmiş manto kaynağından türemiş olmasına veya/ve tüketilmiş bir mantodan türemiş son üyeler oldukları şeklinde yorumlanmaktadır. Burada ϵNd değerlerinin



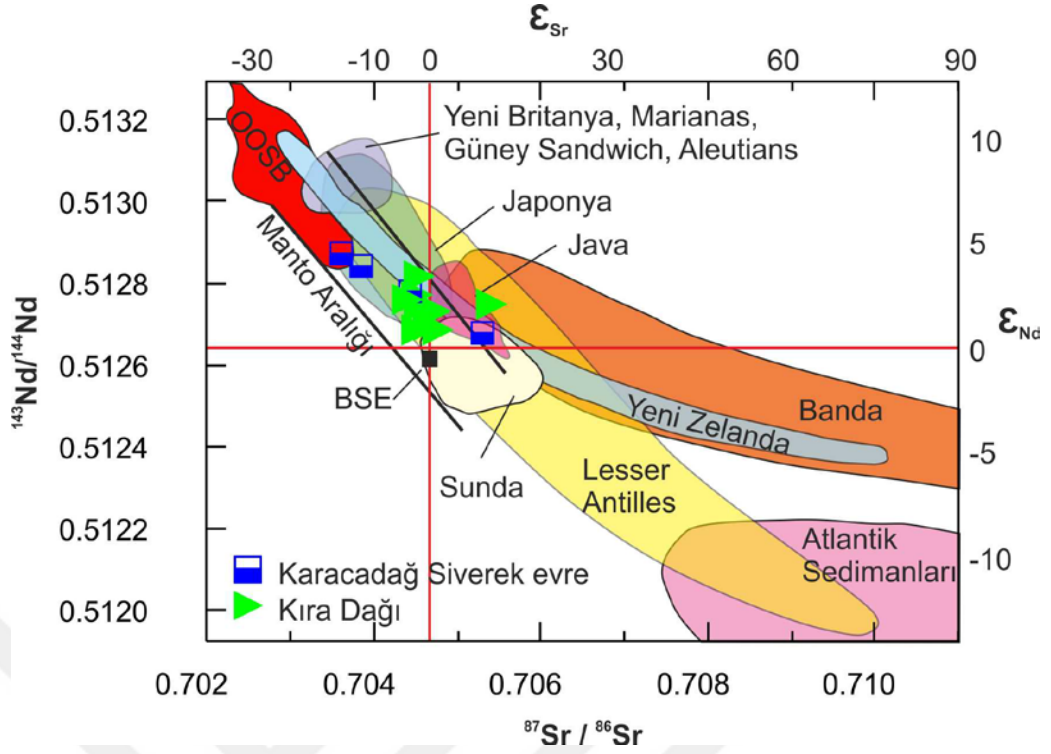
Şekil 4.71. İncelenen volkanitlerin Türkiye'deki bazı Tersiyer alkali volkanitleri ile karşılaştırılması. (Karacadağ Volkanitleri: Ekici vd., 2014; Lustrino vd., 2010; Pearce vd., 1990; Ercan vd., 1991 ve Alıcı vd., 2004; Kula Volkanitleri: Alıcı vd., 2002; Çatak (Van) Volkanitleri: Özdemir vd., 2019; Arap Plakası: Krienitz vd., 2006; Lustrino ve Wilson, 2007)

hesabında kullanılan denklem aşağıda ifade edilmiştir. İncelenen örneklerle ait $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ve $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ değerleri Şekil 4.72.'de bir başka izotop diyagramına düşürüldüklerinde;

$$\epsilon_{\text{Nd}} = \left[\frac{[^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}]_{\text{örnek}} - [^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}]_{\text{CHUR}}}{[^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}]_{\text{CHUR}}} \right] \times 1000$$

(CHUR: 0,512638)

manto aralığına düşmekte ve okyanus ortası sırtı bazaltı ve okyanus adası bazaltı gibi manto kökenli magmalarla benzeşmektedirler. Ayrıca Nd-Sr izotopik değerleri farklı bölgelerdeki yay volkanitleriyle karşılaştırıldığında; Lesser Antilles Volkanitleri ile Japonya, Java ve Sunda yay volkanitlerinin kesiştiği alanda yer aldıkları izlenmektedir. Karacadağ Siverek evresi ürünleri ise, Kıra Dağı volkanitleri ile benzerlik gösterse de OOSB'ye kadar iz düşüm görülür.



Şekil 4.72. İncelenen volkanitlerin $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 'ya karşı $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ karşılaştırma diyagramındaki konumları. (Karşılaştırma verileri BSE (Toplam Silikat Yerküre), Zindler ve Hart (1986)'dan, OOSB (Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı) ve Manto Aralığı alanları; Wilson, 1989; Arculus ve Powell, 1986; Gill, 1981 ve McCulloch vd., 1994'den; Atlantik Sedimanları alanı White vd., 1985'ten; Siverek Evre, Lustrino vd., 2010 ve 2012'den alınmıştır.)

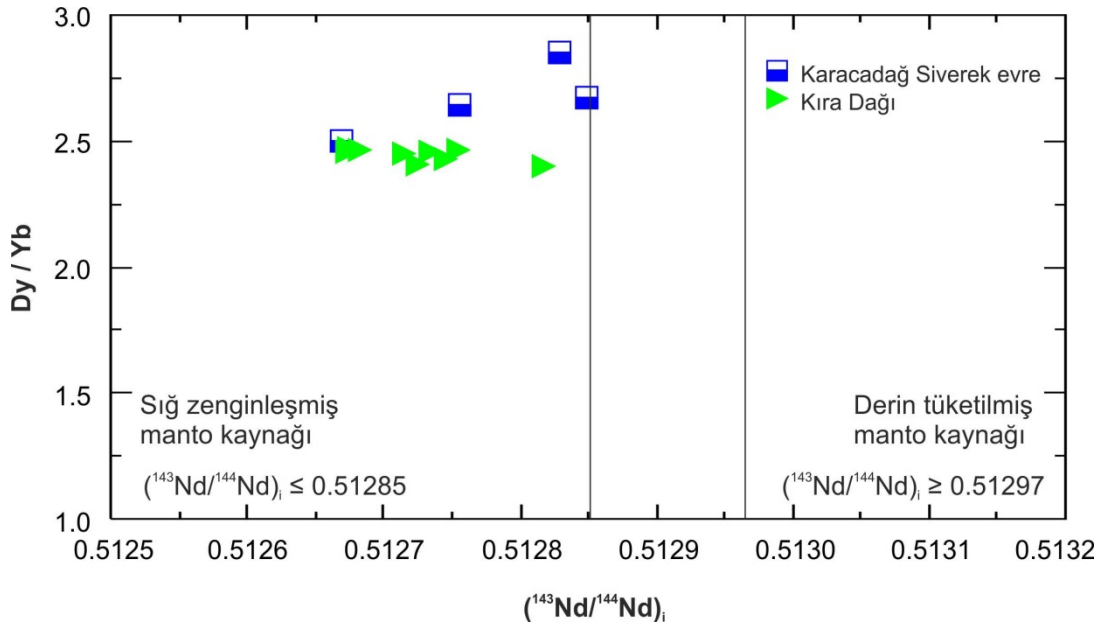
4.4.4. Petrojenez ve jeolojik evrim

4.4.4.1. Magmanın kökeni

Kırdağı Volkanik kayaçlarının magmatik kökenine yönelik diyagramlar kullanılarak yorumlanmıştır. Irvine ve Baragar (1971) SiO_2 'ye karşı $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ diyagramında volkaniklerin alkalin karakterde olduğu görülmektedir. Üst mantonun peridotitten meydana geldiği, bu peridotitlerin granat içerdiği veya içermeyebileceği; ayrıca söz konusu peridotitlere az miktarda piroksenitin de eşlik edebileceği bilinmektedir (Jung vd., 2012). Silise doymun olmayan magmaların, bazanit örneğinde olduğu gibi alkali kayaçları oluşturmalarının yanında; granat piroksenite ilave olarak granat bulunduran peridotitik bir kaynaktan da türeyebilmeleri mümkündür. (Kushiro, 1996; Rapp vd., 1991).

Güncel jeokimyasal verilere göre söz konusu kayaçların kaynağı konumunda bulunan üst mantonun, heterojen yapıda olduğu kabul edilmektedir (Hofman vd., 1997). ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)_i'ye karşı Dy/Yb diyagramına düşürülen örnekler dikkate alınırsa (Şekil 4.73.), volkanitlerin türediği magmanın sıg derinlikli zenginleşmiş manto kaynağından oluştuğu savı desteklenmektedir. Örnek değerleri baskın pozitif ya da negatif bir trend sunmamakta, eş değer Dy/Yb değerlerine karşılık $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ değerleri artış vermektedir. Bu durum ise farklı manto kaynak alanlarından türeyen ergiyiklerin karışmasına delil olarak yorumlanabilir. Siverek evre ürünleri ise benzer kaynaktan pozitif bir trend vermektedir.

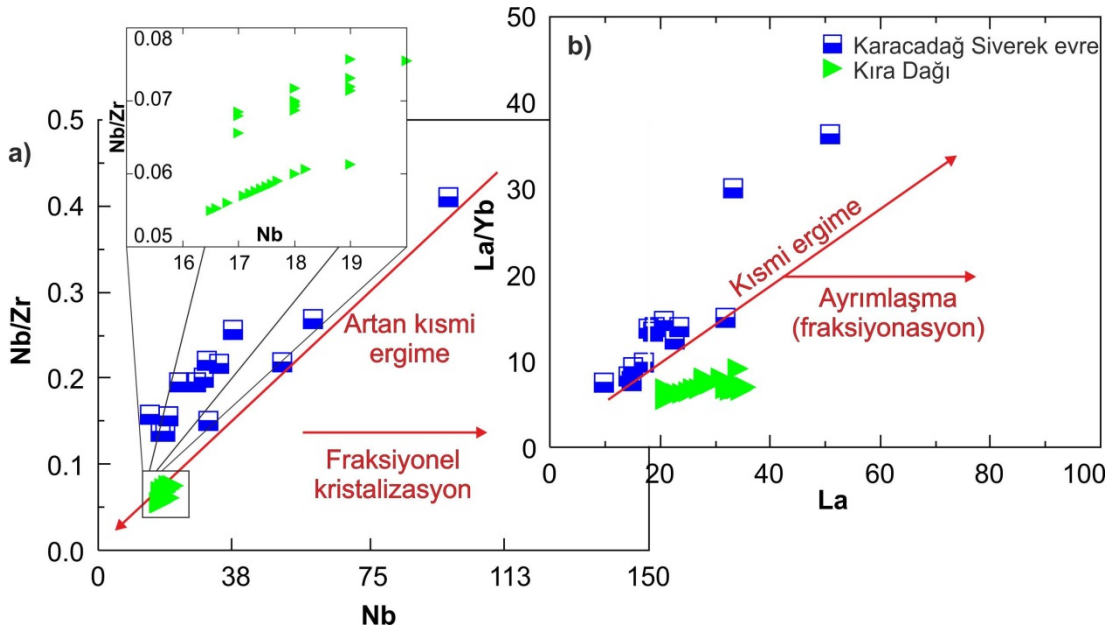
Kıra Dağı magma parametrelerine göre, Şekil 4.74a.'da Nb/Zr-Nb değişim diyagramında magmatiklerin oluşumlarında belirgin bir ayrımlaşmadan öte kısmi ergimenin rol oynadığı anlaşılmaktadır. Şekil 4.74b.'de La/Yb-La değişim diyagramı ise söz konusu durumu onaylanmaktadır. Siverek evre ürünleri benzer bir trend vermektedir. Magma kökenini yorumlamaya yönelik hazırlanan üç ayrı diyagram Şekil 4.75.'te sunulmuştur. Buna çerçevede Sun ve McDonough (1989)'a göre, Şekil 4.75a.'da Nb/La-La/Yb diyagramında incelenen volkanitlerin litosfer kökenli olmadıkları, karışık litosfer-astenosferik



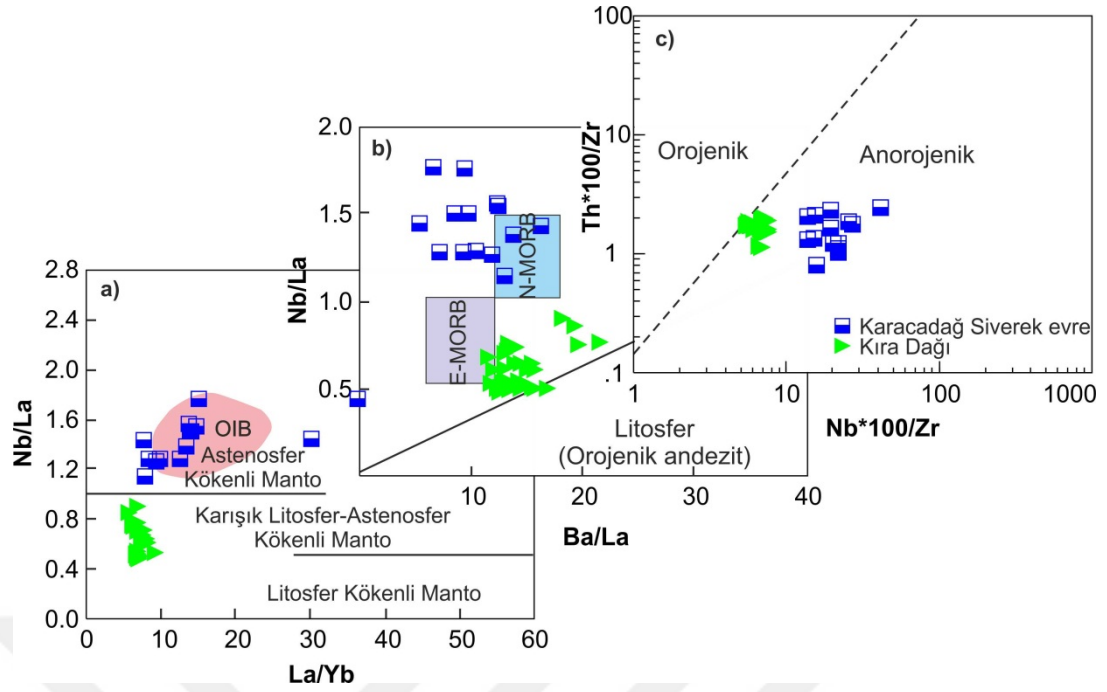
Şekil 4.73. İncelenen volkanitlerin ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)_i'ye karşı Dy/Yb karşılaştırma diyagramındaki konumları (Yücel, 2013; Karacadağ Siverek evresi, Lustrino vd., 2010 ve 2012)

manto alanına düştükleri görülmektedir. Ayrıca aynı diyagramda, litosfer-astenosfer etkileşimi ile manto kökenindeki heterojenliği ifade edilmekte, volkanitlerin astenosferik kökenli mantoya yakınsadığı izlenmektedir (Şekil 4.75a.). Şekil 4.75b.'de Sun ve McDonough (1989) ve Gill (1981)'e göre Nb/La-Ba/La diyagramında magma ürünleri litosfer çizgisine yakınsamakta, zenginleşmiş okyanus ortası bazaltları bölgesinde yoğunlaşmaktadır. Şekil 4.75c.'de ise $Th*100/Zr-Nb*100/Zr$ değişim diyagramında da Kıra Dağı Volkanitleri'nin anorojenik magma alanına düştükleri ancak orojenik magma alanına doğru geçiş yapmakta olduğu izlenmektedir. Karacadağ ürünleri ise, çok açık bir şekilde kökensel farklılığını söz konusu diyagramlarda göstermektedir.

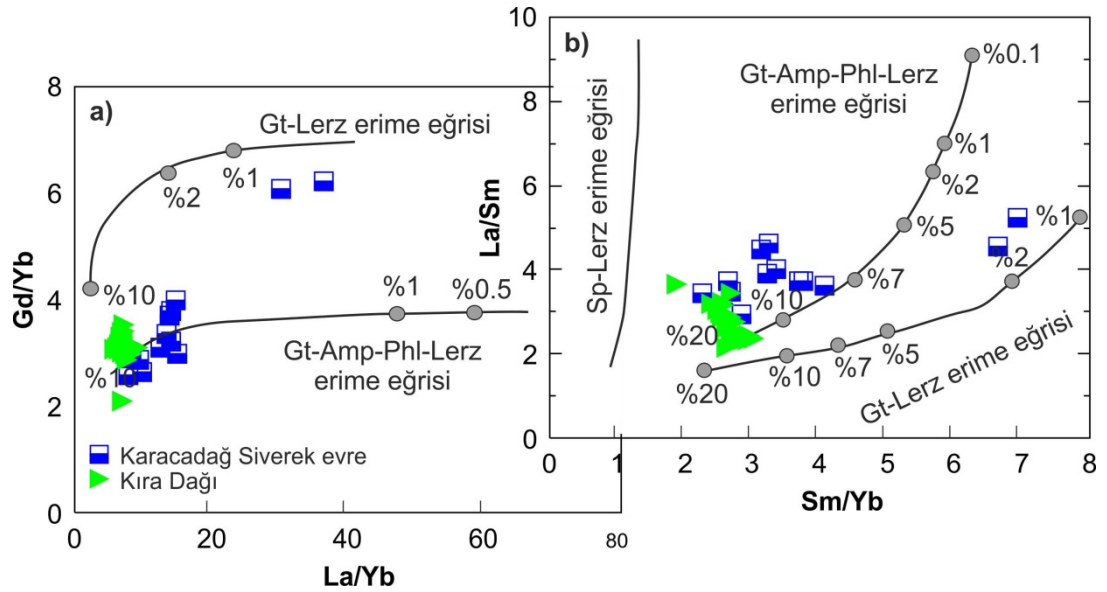
Şekil 4.76a. ve Şekil 4.76b. diyagramlarında ise magmanın ergime türü yorumlanmaya çalışılmıştır. Buna göre Fengmei vd., (2006) $Gd/Yb-La/Yb$ değişim diyagramı ve Wang vd., (2002) $La/Sm-Sm/Yb$ değişim diyagramlarına göre Kıra Dağı son ürünlerinin Flogopit-Granat ve Amfibol içeren lerzolitik karakterli bir mantodan türedikleri anlaşılmaktadır. Karacadağ ürünleri için daha düşük dereceli bir ergime söz konusudur.



Şekil 4.74. İncelenen volkanitlerin magma kökenine göre ayrışma diyagramları **a)** Nb/Zr-Nb değişim diyagramı (Sun ve McDonough, 1989; Dilek, vd., 2006) **b)** La/Yb-La değişim diyagramı (Kalkan, 2014; Karacadağ Siverek evresi, Lustrino vd., 2010 ve 2012)



Şekil 4.75. İncelenen volkanitlerin magma kökenine göre farklı diyagramlarda değerlendirilmeleri **a)** Sun ve McDonough, (1989)'a göre La/Yb-Nb/La değişim diyagramı **b)** Nb/La-Ba/La değişim diyagramı, E-MORB ve N-MORB (Sun ve McDonough, 1989); Litosfer (Gill, 1981) **c)** Wilson ve Bianchini, (1999)'a göre Th/Zr-Nb/Zr magma kökenine göre ayrışma diyagramı; Karacadağ Siverek evresi, Lustrino vd., 2010 ve 2012



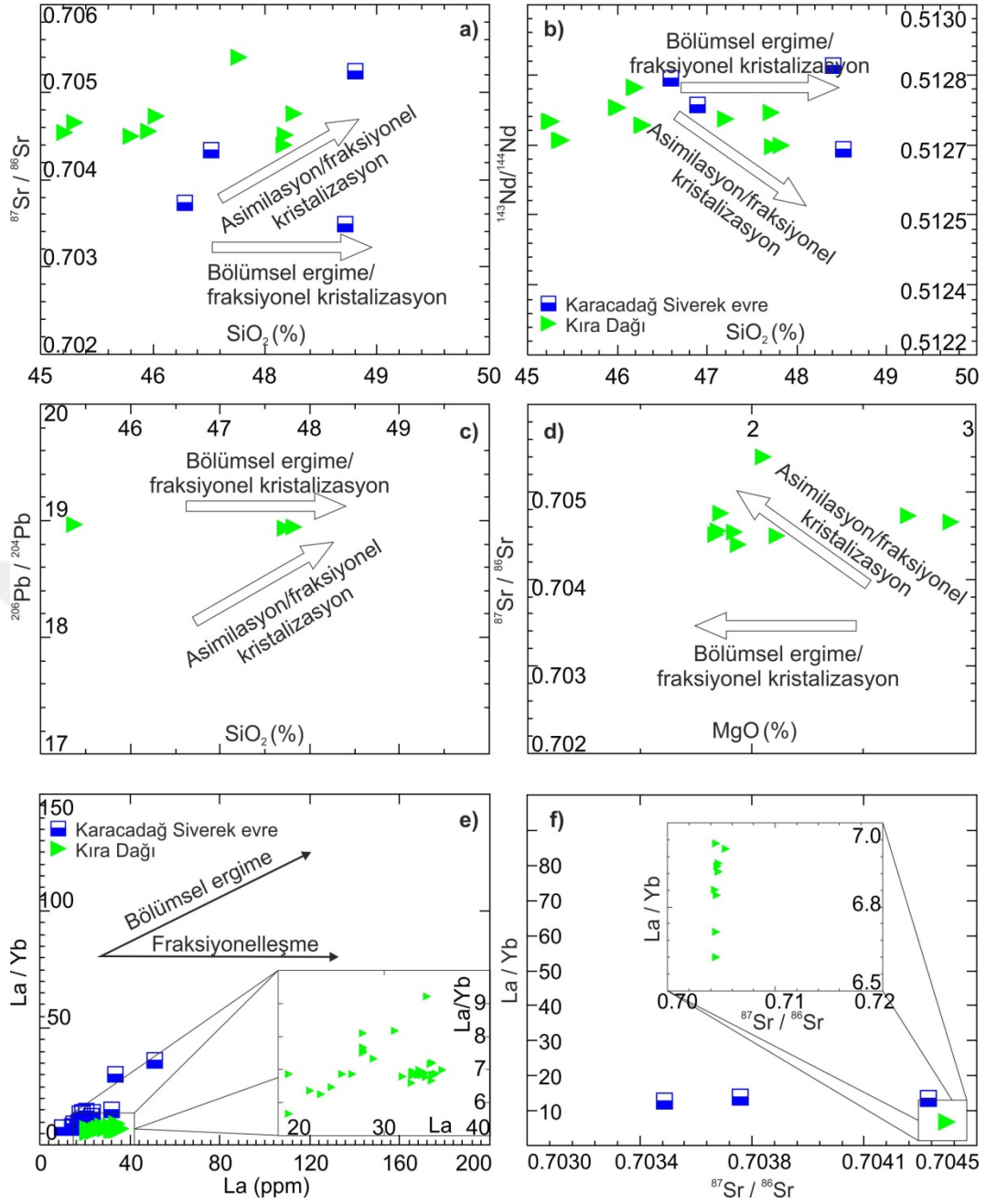
Şekil 4.76. İncelenen volkanitlerin ergime eğri diyagramları **a)** Gd/Yb-La/Yb değişim diyagramı (Fengmei vd., 2006) **b)** La/Sm-Sm/Yb değişim diyagramı (Wang vd., 2002); Karacadağ Siverek evresi, Lustrino vd., 2010 ve 2012

4.4.4.2. Fraksiyonel kristalleşme

Fraksiyonel kristalleşme (FC), kristalleşerek magmadan ayrılan mineraller nedeniyle magmanın bileşiminin de sürekli olarak değişmesi ve neticede magmanın ilksel bileşiminden çok farklı bileşimde kayaç grupları oluşması ilkesine dayanmaktadır. Bu prensibe göre magmanın sabit bir sıcaklık aralığında kristalleşmediği, katılaşmanın belirli bir sıcaklık aralığı içerisinde olduğu varsayılmaktadır. Meydana gelen minerallerin, geride kalan eriyiklerle birlikte reaksiyonu sonucu devamlı olarak değiştiği görüşünü esas almaktadır. Magma ile mineraller arasındaki reaksiyonun kısmen ya da tamamen kesilmesi durumunda FC'den söz edilebilmektedir. Neticede bazaltik bileşimdeki magmadan granit, siyenit ve gabroya varan ölçekte kayaçların oluşumu mümkün hale gelecektir (Erkan, 1997).

Bu bağlamda yapılan değerlendirmelere ilave olarak Şekil 4.77'de incelenen volkaniklerin SiO₂'ye karşı **a)** ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr **b)** ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd **c)** ²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb ile **d)** MgO-⁸⁷Sr/⁸⁶Sr **e)** La/Yb-La **f)** La/Yb-⁸⁷Sr/⁸⁶Sr diyagramları da çizilmiş, muhtemel asimilasyon, fraksiyonel kristalizasyon, bölümsel ergime ve fraksiyonelleşme oklarla vurgulanmıştır. Buna göre kayaçların evrimlerinde bölümsel ergimenin varlığı netlik kazanmakta, asimilasyon emaresi görülmemektedir. Karacadağ Siverek evre ürünleri de benzer emareler göstermekte, diyagramlar bu evre için FC'yi onaylamamaktadır.

Kıra Dağı volkanik kayaçlarının ana element ve iz element verilerinden elde edilen diyagramlar FC sürecinin, bu kayaçların oluşumunda etkili olmadığını göstermektedir. Diğer yandan eş miktar silise karşı magnezyum oranlarındaki düşüklük, ilksel bazaltik bir magmadan başlayarak FC ile oluşmadıklarını; heterojen bir mantonun kaynaklığında bölümsel ergimeyle meydana gelmiş bir magmadan türemenin söz konusu olduğu görülmektedir. FC sürecinin etkili olması durumunda olivin, klinopiroksen, Ca-plajiyoklaz ve opak mineraller sıvı fazdan ilk önce ayrılacaklar ve Fe₂O₃, MgO, CaO, P₂O₅, MnO ve TiO₂ bu minerallerin bünyesine girerek kalıntı eriyiğin bu elementlerce fakirleşmesine neden olacaktır. Dolayısıyla, Na₂O ve K₂O elementleri de,



Şekil 4.77. İncelenen volkaniklerin SiO₂'ye karşı a) $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ b) $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ c) $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ d) MgO- $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ e) La/Yb-La f) La/Yb- $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ diyagramları (Olası asimilasyon, fraksiyonel kristalizasyon, bölümsel ergime ve fraksiyonelleşme oklarla gösterilmiştir. Karacadağ Siverek evresi, Lustrino vd., 2010 ve 2012; ve Yılmaz 2010'dan yararlanılmıştır

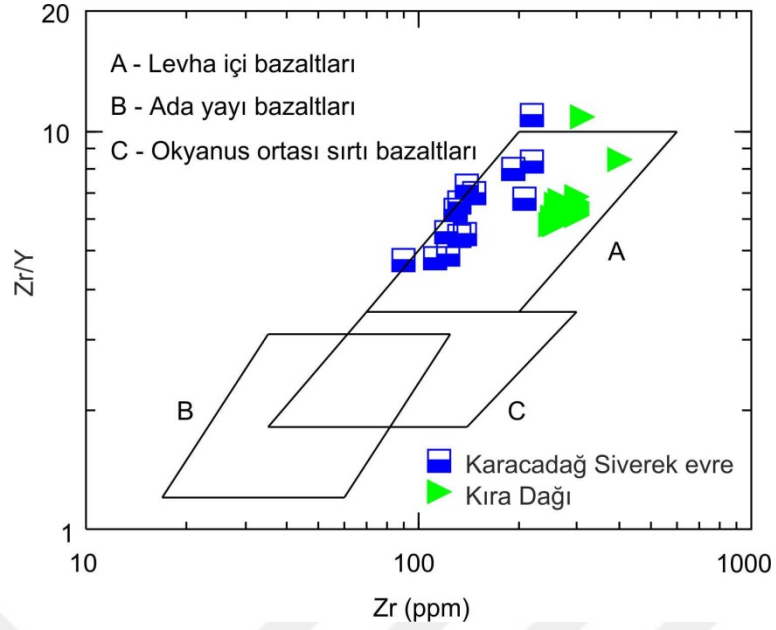
fraksiyonel kristalleşmenin ileri safhalarında oluşacak olan Na-plajiyoklaz, mika ve K-feldispat gibi minerallerin bünyesine gireceklerinden eriyik bu elementlerce zenginleşecektir (Telsiz, 2011). Şekil 4.57'de Kıra Dağı Volkanitleri'nin SiO₂ (%)'ye karşı ana oksit (%) değişim diyagramlarında

görüldüğü üzere, FC'den söz edebilmek için Harker diyagramlarında Fe_2O_3 , P_2O_5 , MnO , MgO , Al_2O_3 , TiO_2 , CaO ile SiO_2 arasında azalan bir trend (negatif bir ilişki); Na_2O ve K_2O ile SiO_2 arasında ise artan bir trend (pozitif bir ilişki) gözlenmesi beklenmektedir. Ancak ilgili diyagramlarda P_2O_5 , MnO ve CaO yatay ve yataya yakın bir yönelim sunmakta, Al_2O_3 , Na_2O ve K_2O pozitif eğilim göstermektedir. Mineral kimyası araştırmaları da jeokimyasal verileri destekler niteliktedir. Plajiyoklas minerallerinde albit miktarının merkezden kenara doğru sabit seyretmesi, mafik minerallerde (olivin ve piroksen) Mg miktarının merkezden kenara doğru yaklaşık oranlar vermesi (artma ya da azalma olmaması) fraksiyonel kristalleşme sürecinin gelişmediğinin diğer göstergesi olarak değerlendirilmelidir.

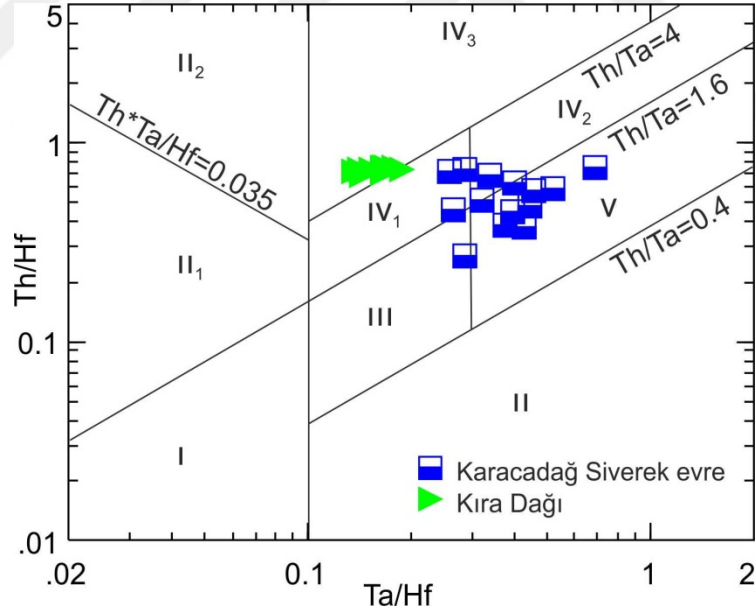
4.4.5. Tektonik ortam

Tektonik ortam yorumu yapılırken, hareketliliği az olan La, Hf, Y, Nb, Zr, Ti gibi iz elementlere dayandırılan ayırt edici diyagramlar kullanılmaktadır. Böylece volkanik kayaların meydana getirdiği tektonik ortam hakkında fikir yürütülebilmekte ve somut verilere ulaşılmaktadır (Pearce ve Cann, 1973; Pearce ve Norry, 1979; Wood, 1980; Meschede, 1986). Kıra Dağı Volkanitleri'nin tektonik ortamları ile ilgili diyagramlarda Pearce ve Norry (1979)'e göre (Şekil 4.78.) kayalar Siverek evresinde olduğu gibi levha içi bazaltları alanına düşmektedir. Th/Hf 'a karşı Ta/Hf tektonik sınıflama diyagramına göre (Wang vd., 2001; Şekil 4.79.) volkanitler ağırlıklı olarak kıtasal tansiyon kuşağına düşmekte, kıta içi rift bölgesine de geçiş göstermektedir. Aynı diyagrama düşürülen Karacadağ lavları ise, Kıra Dağı ürünlerinden farklı olarak kıta içi riftleşme alkali bazalt alanı ve manto termal sorguç bazaltı alanına düşerek aralarındaki tektonik ortam farklılığını göstermektedir.

Wood (1980)'a göre çizilen üçlü diyagramlar olan (Şekil 4.80.) $Hf/3-Th-Ta$; $Hf/3-Th-Nb/16$ ve $Zr/117-Th-Nb/16$ 'da ise volkanitler kabuksal kirlenmenin tesiri ile Volkanik Yay Bazaltı bölgesini işaret etmekte, Siverek evresi magmasıyla farklı alanlara düşmektedir. Kıra Dağı Volkanitleri'nin N-Tipi MORB normalize diyagramında (Şekil 4.64.) Nb ve Ta



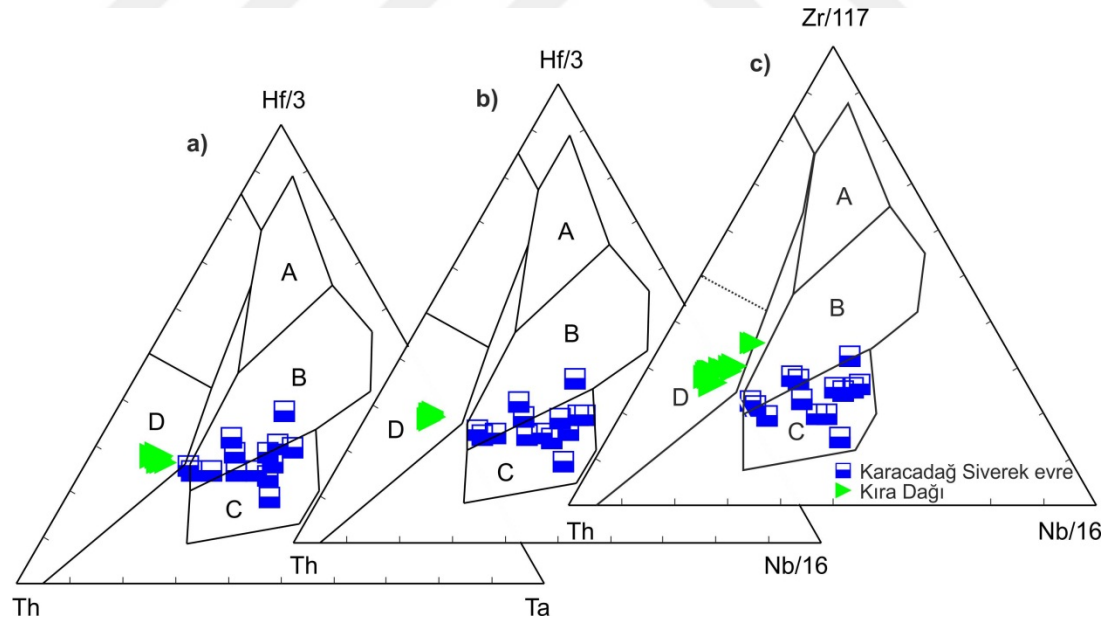
Şekil 4.78. İncelenen volkanitlere ait Zr-Zr/Y diyagramı (**A**: Levha içi bazaltları, **B**: Ada yayı bazaltları **C**: Okyanus ortası sırtı bazaltları; Pearce ve Norry, 1979; Karacadağ Siverek evresi, Lustrino vd., 2010 ve 2012)



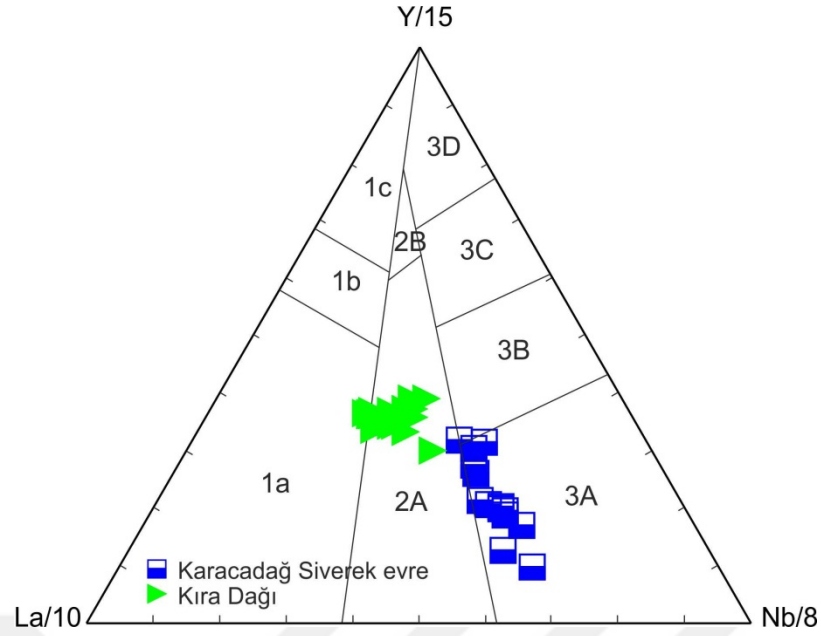
Şekil 4.79. İncelenen volkanitlere ait Th/Hf'a karşı Ta/Hf tektonik sınıflama diyagramı (Wang vd., 2001; Karacadağ Siverek evresi, Lustrino vd., 2010 ve 2012; **I**: Uzaklaşan plaka kenarındaki N-MORB alanı, **II**: Yakınsayan plaka kenarı bazaltları, **II1**: Okyanus adası yay bazaltı, **II2**: Kıta kenarı ada yayı ve kıta kenarı volkanik yay bazaltı, **III**: Okyanus adası, deniz kenarı bazaltı ve E-MORB bölgesi, **IV1**: Kıta içi rift ve kıtasal rift toleyitleri, **IV2**: Kıta içi rift alkali bazalt bölgesi, **V**: Manto termal sorguç bazaltı alanı)

bakımından negatif trendler sunması, düşük Ta, Zr, Nb ve TiO_2 içeriklerine ilave olarak iri katyonlu litofil elementler (LIL; Rb, Ba, Th vb) bakımından zenginleşmiş olması, bu volkanitlerin yitimle ilişkili magmatizma ile olan benzerliğini onaylamaktadır (Saunders vd., 1980; Saunders vd., 1991; Gill, 1981; Pearce, 1983). İncelenen volkanitlerin Cabanis ve Lecolle (1989)'e göre $\text{La}/10\text{-Y}/15\text{-Nb}/8$ diyagramındaki dağılımlarına bakıldığında, baskın olarak kıtasal bazalt karakterindeki bölgeye düştükleri görülmekte ve Karacadağ erken evre lavlarıyla farklılık göstermektedir. (Şekil 4.81.).

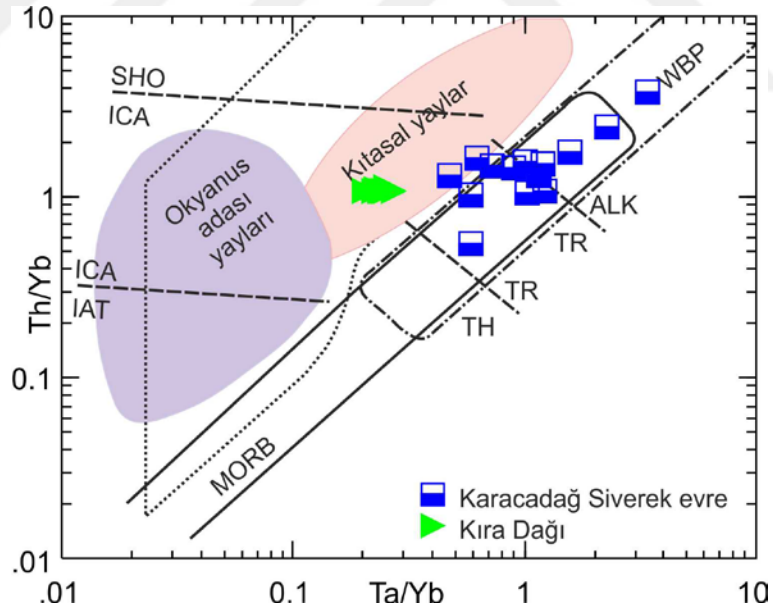
Th/Yb'a karşı Ta/Yb tektonik ayırtman diyagramında incelenen volkanitler değerlendirildiğinde, kıtasal yay alanını işaretledikleri görülmektedir (Şekil 4.82.). Plakaiçi bazaltları ve geçişli seri alanında yer alan Karacadağ ürünleriyle ayrı bölgeleri işaretlemektedir. Petrojenetik olarak ta söz konusu volkanitler kabuk-manto etkileşimi yönsemesi göstermekte olup, gelişimlerinde üst kabuk asimilasyonu veya yitim etkisi görülmemektedir (Şekil 4.83.). Bu diyagram da Karacadağ ile olan ortam farklılığını teyit etmektedir.



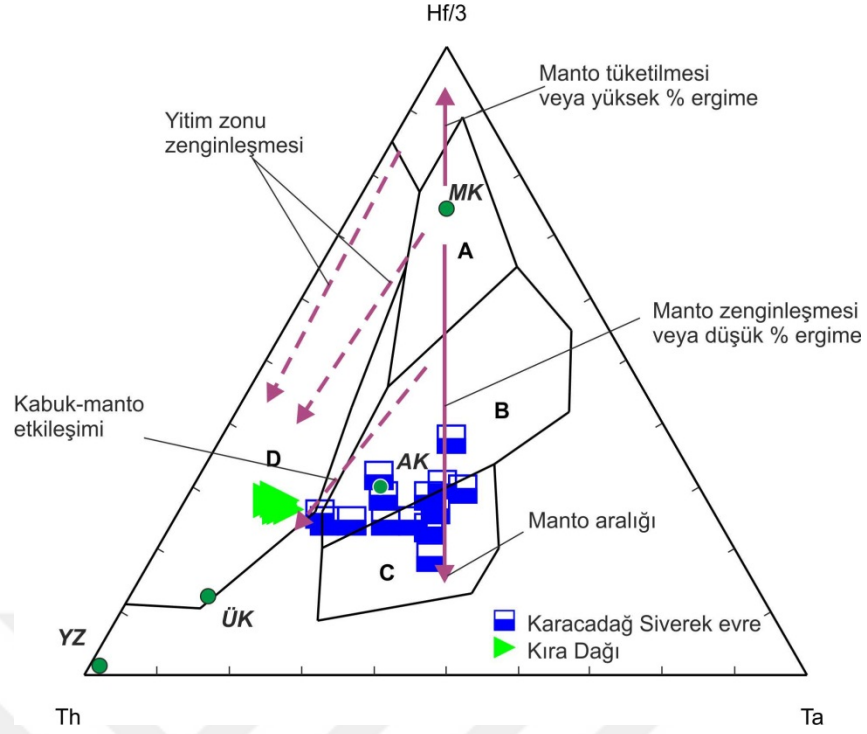
Şekil 4.80. İncelenen volkanitlere ait tektonik sınıflama diyagramları (**a**) Hf/3-Th-Ta diyagramı; Wood, 1980 **b**) Hf/3-Th-Nb/16 diyagramı; Wood, 1980 **c**) Zr/117-Th-Nb/16 diyagramı; Wood, 1980). **A:** Normal okyanus ortası sırtı bazaltları (N-MORB) **B:** Zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları (E-MORB) **C:** Levha içi (Plaka içi) alkali bazaltları **D:** Volkanik yay bazaltı (Yıkıcı levha sınırı bazaltları); Karacadağ Siverek evresi, Lustrino vd., 2010 ve 2012)



Şekil 4.81. İncelenen volkanitlerin La/10-Y/15-Nb/8 diyagramındaki dağılımları (1: Volkanik Yay 1a: Kalkalkalin 1b: Geçiş, 1c: Toleyitik, 2A: Kıtasal bazalt, 2B: Yay-ardı bazaltı, 3A: Kıtasal rift-OIB, 3B ve 3C: E-MORB, 3D: N-MORB; Cabanis ve Lecolle, 1989; Karacadağ Siverek Evresi, Lustrino vd., 2010 ve 2012)



Şekil 4.82. İncelenen volkanitlere ait Th/Yb'a karşı Ta/Yb değişim diyagramı. (Diyagram Pierce 1982; Karacadağ Siverek evresi, Lustrino vd., 2010 ve 2012; **MORB**: Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı, **TH**: Toleyitik seriler, **TR**: Geçişli seriler, **ALK**: Alkalın seriler, **WBP**: Plaka içi bazaltlar, **IAT**: Ada yayı toleyitleri, **ICA**: Ada yayı kalk-alkalen bazaltları, **SHO**: Ada yayı şoşonitleri)



Şekil 4.83 İncelenen volkanitlere ait Hf/3-Th-Ta diyagramı (YZ: Yitim zonu, ÜK: Üst kabuk, AK: Alt kabuk, MK: N-MORB; Tektonik ayırtman diyagramları Wood vd., 1979 ve petrojenetik vektörler Pearce, 1996'dan alınmıştır, A-B-C-D alanları Şekil 4.80'deki gibidir; Karacadağ Siverek evresi, Lustrino vd., 2010 ve 2012)

4.4.6. Kabuksal kirlenme

Magma kontaminasyonu veya asimilasyon, önceden var olan magmanın, magma gövdesini çevreleyen kayalardan elde edilen materyalin eklenmesiyle bileşimsel olarak değiştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (White vd., 2018). Yükselen mantodan türetilmiş magmalar, kaynak yüzeyinden çıkış yollarındaki herhangi bir aşamada duvar kayalarının asimilasyonu ile kirlenebilmektedir (crustal contamination). İkinci kabuksal kirlenme tarzı, görünüşte kabuğun tabanında veya üst mantoda derin magma odalarının geliştiği provenslerde ortaya çıkmaktadır (source contamination). Genel olarak, radyojenik ve duraylı izotop çalışmaları ile iz element jeokimyasal çalışmaları; kabuksal kontaminasyonun volkanik takımların (süitlerin) petrojenezindeki rolünü belirlemede paha biçilmezdir. Ancak, kirlenme sürecinin doğası ile ilgili her zaman kesin kanıt sağlayamadıkları da bir gerçektir (Wilson, 2007).

Manto kaynaklı magmaların kıtasal kabuk tarafından kontaminasyonunu tespit edebilmenin en iyi yolu, izotopik olarak değerlendirmektir. Kıtasal kabuk $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ bakımından zamanla aşamalı olarak zenginleşmekte ve $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ bakımından da tüketilmektedir. Alışılmadık derecede yüksek $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ değerlerine ve düşük $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ değerlerine sahip pirimitif magmaların eski kıtasal malzeme ile kirlendiği varsayılmaktadır. (Winter, 2013)

0.706'nın altındaki $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ değerleri, nispeten değiştirilmemiş (modifiye olmamış) manto eriyikleri için uygun olurken, bu değerlerin üzerindeki oranların muhtemelen eski kıta bileşenleri tarafından kontamine olduğu düşünülmektedir. Kıtasal kabuk, manto ve okyanus kabuğuna göre U, Pb ve Th bakımından zenginleşmiştir. Zaman içinde kıtasal kabuğun, kabuktaki U parçalanmasıyla ^{207}Pb ve ^{206}Pb bakımından zenginleştiği görülmektedir. ^{204}Pb radyojenik olmadığı için, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ve $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ oranlarının eski kıtasal kabukta manto veya mantodan türeyen eriyiklerden çok daha yüksek olması beklenmektedir. (Bu durumun nedeni ergime sırasında hiçbir izotopik fraksiyonlaşma oluşmamasıdır). Kabuksal kontaminasyonun derecesini belirlemek amacıyla, ilksel $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ve $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ oranları veya $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ve $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ oranları, Harker tipi değişim diyagramlarında bazı farklılaşma indekslerine karşı çizilebilmektedir. Bu diyagramlardaki artan farklılaşma ile beraber izotopik oranlardaki doğrusal zenginleşme eğilimleri, sürekli özümseme veya manto ve kabuksal magmaların karışımını önermektedir. Bu noktada ayrıca kabuksal magmaların karışımının daha yaygın olduğu düşünülmektedir. (Winter, 2013)

Yukarıda ifade edilen veriler kapsamında, Kıra Dağı Volkanitleri değerlendirilmiştir. Bu çerçevede farklı nitelikte diyagramlar hazırlanarak olası kabuksal kirlenme etkileri tartışılmıştır. Buna göre Şekil 4.77'de incelenen volkaniklerin çizilen diyagramlarına göre muhtemel asimilasyon, fraksiyonel kristalizasyon, bölümsel ergime ve fraksiyonelleşme yönsemeleri irdelenmiştir. Söz konusu değerler kullanılarak, magma meydana gelirken cereyan eden asimilasyon ve fraksiyonel kristalizasyon etkileri incelenmiştir. Buna göre

diyagramlarda oluşan trendler ve verilerin işaret ettiği genel yönelimler, sürece olan AFC tesirini teyit etmektedir.

Multi-element diyagramlarında gözlenen Nb-Ta negatif anomalileri (Şekil 4.64.) ve örneklerin Nb-Hf-Ta diyagramında yitim ilişkili bazalt alanına düşmeleri, büyük bir olasılıkla litosferik kontaminasyondan kaynaklanmaktadır. Nb/La değerleri, astenosferik ve litosferik magmaların karışımını işaretlemektedir. Tüm bu veriler, Kıra Dağı Volkanitleri'nin heterojen bir manto kaynağından türediklerini göstermektedir. Şekil 4.66'da incelenen volkaniklerin diyagramlarına dayanarak Kıra Dağı magmasının OIB ile uyumlu olduğu anlaşılmaktadır. Nb'daki tüketilmenin subalkalin yay bazaltları ile benzerlik gösterdiği, E-MORB ve N-MORB'a göre de zenginleştiği de ayrıca fark edilmektedir. E-MORB ve N-MORB'a kıyaslandığında mantodan türeyen ergiyiklerdeki Nb ile Ta'daki tüketilmenin nedeni, magmanın yükselimi sırasındaki kabuk kirlenmesi ile açıklanmaktadır.

Nb/La-La/Yb manto kökenine göre hazırlanan diyagramda, magmanın karışık litosfer-astenosfer kökenli manto alanına düştüğü litosfer-astenosfer çizgisine çok yakın bir iz düşümü ile volkanitler litosfer-astenosfer etkileşimini ispat etmektedir. Şekil 4.75b.'de Sun ve McDonough (1989) ve Gill (1981)'e göre Nb/La-Ba/La diyagramında magma ürünleri litosfer çizgisine yakınsamakta, zenginleşmiş okyanus ortası bazaltları bölgesinde yoğunlaşmaktadır. Şekil 4.75c.'de ise $Th*100/Zr-Nb*100/Zr$ değişim diyagramında da Kıra Dağı Volkanitleri'nin anorojenik magma alanına düştükleri ancak orojenik magma alanına doğru geçiş yapmakta olduğu izlenmektedir. Majör element kimyası bölümünde de ifade edildiği gibi SiO_2 'ye karşı P_2O_5 diyagramındaki pozitif korelasyon, elementin magma karışımı ve/veya kirlenme ile zenginleştiğinin ifadesi olarak yorumlanmaktadır (Şekil 4.57). Tektonik ortam başlığında verilerek incelenen volkanitlere ait tektonik sınıflama diyagramlarındaki sapma da kabuksal kirlenme ile ilişkilidir. Bu bağlamda Wood (1980)'a göre çizilen üçlü diyagramlar olan (Şekil 4.80.) $Hf/3-Th-Ta$; $Hf/3-Th-Nb/16$ ve $Zr/117-Th-Nb/16$ 'da volkanitler kabuksal kirlenmenin tesiri ile Volkanik Yay Bazaltı bölgesine düşmektedir.

Yukarıda ifade edilen bilgiler neticesinde; asimilasyon ve fraksiyonel kristalizasyon diyagramlarındaki yönsemeler, çoklu element diyagramlarında izlenen Nb ve Ta'daki tüketilme, iz element diyagramlarında tespit edilen litosfer-astenosfer etkileşimi ve tektonik sınıflama diyagramlarındaki sapma, Kıra Dağı Volkanitleri'nin kabuksal kirlenme tesiri altında kalmış olduğunu göstermektedir.

4.5. Kıra Dağı Volkanitleri'nin Oluşumu ile İlgili Tartışma

Alpin orojenik sisteminin en aktif ve en genç bölümünü oluşturan Türkiye'de, Tetis Okyanusu yaklaşık 11-12 My önce Orta Miyosen'de kapanmıştır (Şengör vd., 1981; Okay vd., 1994 ve Okay, 2008). Bu kapanma Türkiye'deki Neo-Tektonik evreyi başlatmış, bunu takiben Avrasya plakasının altına Arap plakasının dalmasıyla başlayan Anadolu'daki sıkıştırma ve deformasyon etkisi, bugün de aktif bir şekilde etkinliğini devam ettirmektedir. Şekil 4.84.'den takip edileceği üzere, Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı'nın (BZK) kuzeyinde bu çarpışma sonucu, Erzurum-Kars Platosu içinde Ağrı Dağı, Nemrut Dağı, Süphan Dağı ve Tendürek Dağı gibi volkanik birimler gelişmiştir. BZK'nın güneyinde ise Karacadağ ve Kıra Dağı gibi volkanik birimler meydana gelmiştir. Karacadağ Volkanitleri'ne göre sınırlı bir dağılıma sahip olan ve Karacadağ'ın doğusunda oluşan, yaklaşık 75km mesafedeki Erken Miyosen-Pliyosen yaşlı Kıra Dağı, uzun bir yay şeklindedir (Polat vd., 2019).

Türkiye'deki levha sınırları ve Paleo-tektonik bölgeler sınıflamasına göre, Pontidler, Anatolidler ve Toridlerle birlikte BZK'nın güneyinde kalan bölge 'Kenar Kıvrımları' olarak adlandırılmaktadır. Bu adlamaya göre de Arap Levhası'nın kuzeyinde kalan bu bölge, pasif kıta kenarını temsil etmekte, hafif kıvrımlanmış ve deforme olmuş kayalar içermektedir. Kıra Dağı Volkanitleri'nin oluşumu ile ilgili yorumda bulunurken, bölgesel anlamda BZK'nın etrafında gelişen volkanik aktiviteler ile bunlarla alakalı yapılan yorumlar ve önerilen modeller de önem taşımaktadır. Bu bağlamda, kronolojik olarak aşağıdaki çalışmalara değinmek faydalı olacaktır.



Şekil 4.84. Alpin-Himalaya orojenik kuşağının Türkiye kesiminin tektonik çerçevesi ve konum haritası (Koçbulut vd., 2013 ve Piper vd., 2006'dan değiştirilerek). Büyük oklar, mevcut göreceli levha hareketlerinin yönünü, daha küçük yarım oklar, doğrultu atımlı faylardaki hareketin yönlerinin ifade etmektedir. Haritada kullanılan kısaltma açılımları şu şekildedir; **BAVP**: Batı Anadolu Volkanik Provensi, **GVP**: Galatya Volkanik Provensi, **KVP**: Kapadokya Volkanik Provensi, **DAVP**: Doğu Anadolu Volkanik Provensi, **KAFZ**: Kuzey Anadolu Fay Zonu, **DAFZ**: Doğu Anadolu Fay Zonu, **BSZ**: Bitlis Sütur Zonu, **TGF**: Tuz Gölü Fay Zonu, **KF**: Laçın-Kızılırmak Fay Zonu, **KEFZ**: Kırıkkale-Erbaa Fay Zonu, **AFZ**: Almus Fay Zonu, **EFZ (MAFZ)**: Ecemiş Fay Zonu (Merkez Anadolu Fay Zonu), **CATB**: Merkez Anadolu Bindirme Kuşağı, **ÖDFZ**: Ölü Deniz Fay Zonu

Lustrino vd., (2010) çalışmalarında 0,01 My ile 11 My aralığında yaşlandırdığı Karacadağ Volkanizması'nın (BZK güneyi) polibarik derinliklerde ve %2 ile %10 arasında değişen derecelerde kısmi ergime ile geliştiğini, heterojen manto kaynaklarından beslendiğini belirtmiştir. Anorojenik magma bileşimindeki volkanitlerin, karışık garnet-spinel fasiyes peridotitlerinden türetildiğini ifade etmektedir. Ayrıca yazara göre Sr-Nd izotopik oranları, heterojen manto kaynaklarının varlığını doğrulamaktadır. Nadir manto ksenolitlerinin varlığına dayanarak magmanın sığ kabuk derinliklerinde fazla kalmayarak, yüzeye hızlı bir yükselim yaptığını ileri sürmektedir. Karacadağ Volkanitleri'ni meydana getiren litosferik magmanın zenginleşmiş $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ bileşimleri (0,7055'e kadar)

ve tüketilmiş $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ bileşimlerinin (0,7030'a kadar) birlikte bulunmasıyla karakterize olduğunu, bunun da BZK'ya yakın heterojen manto bölgelerinin varlığına kanıt olduğu değerlendirilmektedir (Lustrino vd., 2010).

Lustrino vd., (2012) heterojen manto kaynaklarının Karacadağ'daki volkanik aktiviteyi beslediğini öne sürdükleri çalışmalarında, volkanizmayı Siverek (11-2,7 My), Karacadağ (1,9-1,0 My) ve Ovabağ (0,4-0,001 My) olmak üzere üç ana aşamaya ayırmışlardır. Görülen jeokimyasal varyasyonları, mineralojik ve kimyasal olarak heterojen bir manto kaynağının kısmi ergime sürecinin tesiri olarak yorumlamışlardır. Akdeniz bölgesi etrafında yaygın olan ortalama anorojenik hafif alkali-sodik kayalara benzetildiği KV (Karacadağ Volkanitleri) bileşiminin HIMU-OIB tipi kompozisyonlara yakınlığını belirtirken, Sr izotopik oranlarının BSE değerlerinin ve Nd izotopik oranlarının da CHUR değerlerinin altında olduğu verilerle ortaya koyulmaktadır. Karacadağ manto ergiyiklerinin üst kabuk litolojileri ile belirgin bir etkileşimi reddedilirken, son derece sınırlı bir etkileşim değerlendirilmekte ve Arap litosferik mantosundaki heterojenliğe dikkat çekilmektedir (Lustrino vd., 2012).

KV'nin plato bazaltı karakterindeki Siverek Evresi'nin incelendiği çalışmada (Ekici vd., 2012), uyumsuz element konsantrasyonlarını baz alarak evre magmasını iki gruba ayrılmış ve bu ayırma neden olarak ta izotopik olarak benzer kaynaklardan türemelerine rağmen farklı derecelerdeki kısmi ergimeleri gösterilmiştir. Evre bazaltlarının litosferik mantodaki mafik damarlardan katkı almadan, sadece peridotitik mantodan türediğini vurgulanırken; derin ve sık kaynaklar arasındaki izotopik heterojenlik veya litosferik mantodaki mafik zenginleşmelerin ergimesine dair kanıtlar bulunamadığının altını çizilmiştir. Çalışmaya göre Siverek lavları ile Afar Üçlü Kavşağı'ndan (Afar Triple Junction) türetilen mantonun ilgisi yoktur. Önerilen modele göre; Neojen boyunca hareket eden incelmış veya zayıflatılmış Arap Plakası altında kalan manto, plakanın kuzeye göçü sırasında yükselerek evre bazaltlarını meydana getirmiştir (Ekici vd., 2012).

Arap Plakası'nın ön kısmında yer alan Karacadağ neovulkanik bölgesi için yürütülen jeokimyasal ve izotop jeokimyasal çalışmada (Keskin vd., 2012) edinilen verilere ve ilgili petrolojik modellemelere göre, bölgedeki ebeveyn magmaların petrojenezi iki farklı kompozisyonundaki magma kaynağını işaret etmektedir. Bunlardan biri astenosferik mantonun garnet taşıyan peridotitleri, diğeri ise zenginleştirilmiş litosferik mantonun spinel taşıyan peridotitleridir. İki farklı manto derinliğinde bulunan magmaların ergimesi polibarik karakterde olup, ulaşılan sonuçlar Lustrino vd. (2010)'nin Karacadağ magmatik sistemi için önerdiği metasomatize olmuş tek bir üst manto modeli ile uyumlu değildir. Bölgedeki volkanik aktivitenin evrimi sırasında, magma odalarının primitif magmalar ile periyodik olarak yenilenmesi, genç efüzif kayaçların bileşimindeki yüksek dereceli homojenliğe yol açmıştır. Önerilen modele göre; magmatik sistem evriminin erken evrelerinde derin yerleşimli astenosferik magmalar yüzeye yükselirken, üst manto derinliklerinde üretilen ergiyikler ile yoğun bir etkileşime girmiştir. Bu etkileşimin azalmasıyla birlikte, daha sonra meydana gelen kayaçların çoğu, primitif astenosferik magmalarinkine benzer kompozisyonlara sahip olmuştur (Keskin vd., 2012).

Karacadağ Volkanik Kompleksi'nin paleomanyetik çalışmasının yapıldığı araştırmada (Koçbulut vd., 2013), Arap Plakası'nın Neojen'de saat yönünün tersine yaptığı dönme izlenmiş, lav yerleşiminin üç ana evrede gerçekleştiği teyit edilmiştir. Sonuçlar, Arap Plakası'nın yaklaşık 11 My'dan sonra saat yönünün tersine döndüğünü ve bu rotasyonun büyüklüğünün yaklaşık 2 My önce 5-10 derecede sabit olduğunu doğrulamaktadır. Arap Plakası'nın aksine, Anatolidler'de KAFZ ve DAFZ (Şekil 4.84) arasındaki tektonik rotasyonlar sistematik bir şekilde dağılmakta ve değişkenlik göstermektedir (Koçbulut vd., 2013).

Avrasya-Arabistan levhalarının çarpışması sırasındaki ön ülke magmatizmasının tartışıldığı (Ekici vd., 2014) ve bu bağlamda Karacadağ Volkanik Kompleksi'nin Pliyo-Kuvaterner aktivitesini temsil eden Karacadağ ve Ovabağ evrelerinin ele alındığı diğer bir yaklaşıma göre; Kuzey Arap Levhası'ndaki farklı birçok plaka içi lokasyonda olduğu gibi Karacadağ

Volkanizması; sıg, izotopik olarak zenginleştirilmiş mantodan elde edilen eriyik karışımlarını temsil etmekle birlikte, daha derinlerde daha fazla tüketilmiş manto ile karşılaşmaktadır. Karacadağ'daki manto yukarıda ifade edilen Arap Levhası'ndaki kaynak alanlarından flogopit içermesi bakımından ayrılmaktadır ve Afar manto sorgucu katkısı ihtiva etmemektedir. Önerilen modele göre; magmatizmanın Siverek Evresi (Miyosen fazı) ürünleri, ergimenin bir sonucu olarak Arap Plakası'nın kuzeye ve doğuya göçü sırasında mantonun litosferik zayıf bir noktadan yükselmesiyle meydana gelmiştir. Karacadağ ve Ovabağ evreleri ise bu süreçte yenilenen ergimeyi temsil etmektedir. Bu iki evreye ait magma kümelerinin çoğu 5 Mpa'lık bir basınç altında FC ile üst-alt kabuk sınırında bir farklılaşma göstermekte iken; garnet-lerzolit ergiyiklerinin baskın olduğu magma kümeleri ise 22,5 Mpa'lık bir basıncın tesiriyle litosferik manto tabanındaki farklılaşmaya dair kanıt sunmaktadır (Ekici vd., 2014).

Bitlis Masifi'ndeki kaynak magma bölgesinden örneklenen lavların (Van Gölü güneyi, BZK kuzeyi, Çatak) bileşimi, basıncı ve sıcaklığının araştırıldığı makalede (Özdemir vd., 2019); Çatak magmasının düşük SiO₂ –yüksek MgO içeriği (sırasıyla ~%40-41 ve %8-9) ve Arap Plakası volkaniklerine benzer Sr/Nd izotopik bileşimleriyle karakteristik oldukları belirtilmektedir. Söz konusu nefelin bazanitlerin garnet stabilitesi alanında metasomatize litosferik manto içeren amfibol veya flogopit ürünleri olduğu, Arap litosferik mantosunun tabanından kaynaklanan ergimeye işaret ettiği anlaşılmaktadır. Çalışmada Karacadağ Volkanı oluşumu ile ilgili yer verilen iki görüşten ilkinde göre, DAFZ'nun başlangıcının doğu-batı gerilimine yol açtığı ve Arabistan Levhası'nın kuzey ucunda Karacadağ'ı meydana getiren volkanizmaya neden olduğu ileri sürülmektedir. Diğer görüşe göre ise; Arabistan'ın ön ülkesindeki Karacadağ Volkanı'nı oluşturan volkanizma, dalma-batma etkisinden yoksun olup, litosferik mantonun garnet stabilize alanından kaynaklanan sınırlı litosferik genişlemenin ürünüdür (Özdemir vd., 2019).

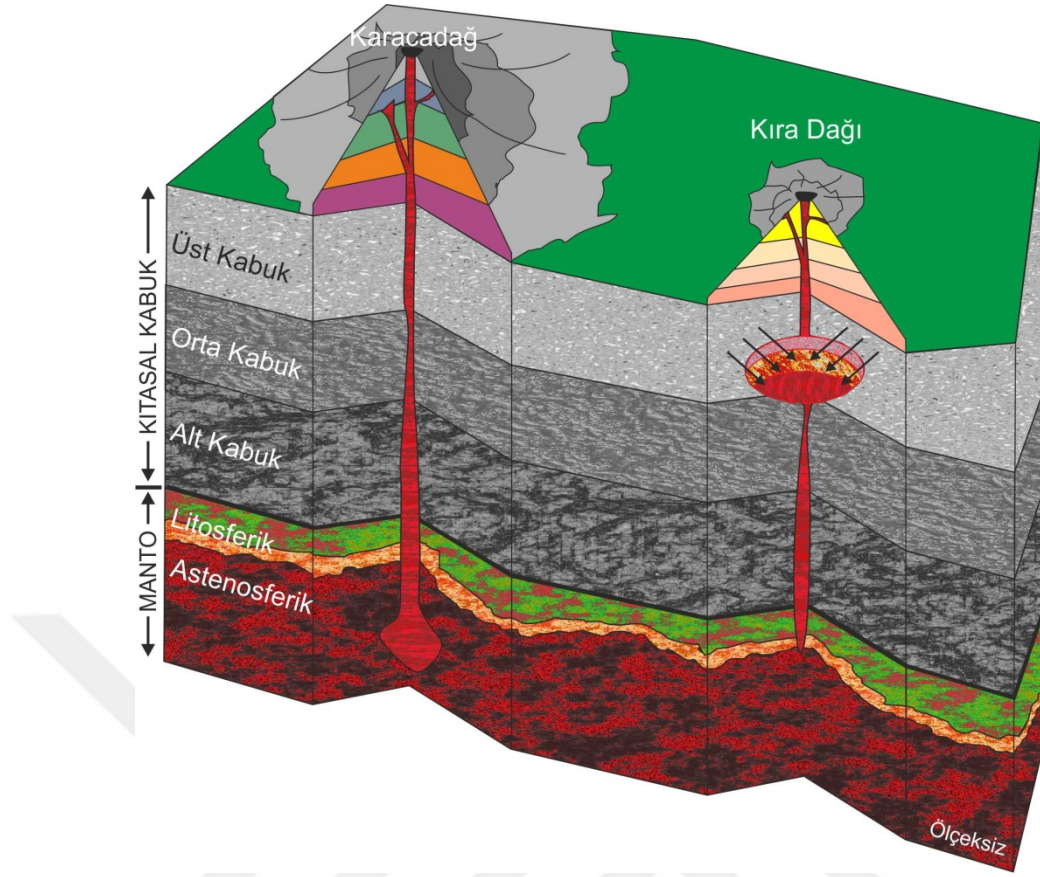
Arabistan ön ülke magmatizmasından örnek olarak KV'den jeokronolojik kanıtların irdelendiği güncel bir diğer çalışmada (Ekici ve Macpherson, 2019); Siverek Evresi plato bazaltları 17 My olarak yaşlandırılmaktadır. Karacadağ'ın

oluşumu ile 100km güneyindeki doğu-batı atımlı Abd-El Aziz ve Sincar sıkışmalı antiformlarının gelişiminin eş zamanlı olduğu ve aynı yönlü yükseldikleri ifade edilmektedir. KV'nin tarihi boyunca meydana gelen magmalar, litosferik türevli bileşenler içermektedir ve astenosferik manto ergiyiği katkısı tüm evreler süresince zaman sınırlaması olmaksızın devamlılık göstermektedir. Önerilen modele göre; Karacadağ'daki litosferin, Arabistan-Anadolu levhalarının çarpışmasıyla bağlantılı olarak kuvvetli kuzey-güney sıkışması yaşadığı, bu sıkışmanın neticesi olarak ta litosferik-astenosferik mantolarda meydana gelen ergimelerin tekrar tekrar taşınmasının sağlandığı düşünülmektedir. Bu yorum ışığında Karacadağ Volkanizması'nın oluşumunun bir sıkıştırma gerilmesi alanının (compressional stress field) sonucu olduğu düşüncesi ağırlık kazanmaktadır (Ekici ve Macpherson, 2019).

Arabistan ve Anadolu levhalarının Orta Miyosen (Langhiyen-Serravaliyen)'de çarpışması, Türkiye'nin neotektoniğini kontrol eden iki ana olaydan birisidir ve bu durum bölge dinamiği açısından belirleyici rol oynamıştır. Bu hareket Üst Miyosen'de başlayıp Kuvaterner'e kadar süren levha-içi karakterli bir volkanizmayı biçimlendirmiş ve dolayısıyla Karacadağ ve Kıradağı'nı meydana getirmiştir. Açılma çatlaklarından çıkarak KB-GD doğrultusunda yüzeye ulaşan Karacadağ lavları, Kıradağı lavlarıyla eş doğrultuludur.

Karacadağ ürünleri bu çıkışlara ek olarak, K-G doğrultusunda da oluşumlar göstermektedir. Kıradağı Volkanitleri tefrit, fonotefrit ve bazanit aralığına düşmekteyken, Karacadağ magması da bazalttan traki-andezite kadar geniş bir dağılım sunmaktadır. Karacadağ ürünleri OIB'ye benzer ve ağırlıklı olarak astenosferik manto kökenlidir. Buna karşılık Kıradağı'nı oluşturan magma, karma-litosferik-astenosferik manto kompozisyonu göstermektedir (Şekil 4.85.).

Kıradağı lavları, benzer mineral parajenezi sergilemesine karşın arazi incelemelerinde bol kırıklı ve yaygın süreksizliklerinin yanında, dokusal özellikleri ve farklı tonlarda gözlenen özgün renk dağılımlarıyla da Karacadağ Volkanitleri'nden ayırt edilebilmektedir. Üst Miyosen-Erken Pliyosen yaşlı olan



Şekil 4.85. Kıradağı ve Karacadağ lavları için magma odalarındaki petrolojik süreçleri özetleyen ve manto kaynak alanını şematik olarak gösteren ölçeksiz kesit. (Şekilsel olarak Oyan, 2011'den faydalanılmıştır)

Kıradağı Volkanitleri'nin, Karacadağ Volkanitleri'nin Siverek Evresi'ne dönemsel olarak karşılık geldiği, analiz verileri göz önünde tutulduğunda farklı jeokimyasal karakterler sergilediği ve köken olarak farklı magma tiplerinden türedikleri görülmektedir.

Güncel jeolojik veriler ışığında, bölgedeki neotektonik deformasyona bağlı olarak gelişen gerilme rejiminin etkisiyle manto yükselimi gerçekleşmiş, hem Diyarbakır yöresinde hem de Batman yöresinde yayılım sunan plato bazaltı şeklinde bazaltik ürünler yüzeylemiştir. Kıradağı Volkanitleri'nde ergimeye neden olan itici kuvvetin Arap Plakası üzerindeki riftleşmeyle ilişkili olduğu, ayrıca astenosferik manto akımlarının ergime için ekstansiyonla birlikte tetikleyici rol oynadığı düşünülmektedir.

5. SONUÇLAR

Kıra Dağı (Batman İli) Çevresi'nin Jeolojisi, Volkanik Kayaçların Petrografisi ve Petrolojisini konu alan bu tez çalışması kapsamında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Çalışma alanına ait, Kıra Dağı Volkanitleri ve çevresindeki jeolojik unsurlar odaklı 1/25 000 ölçekli jeoloji haritası denestirilerek hazırlanmıştır.

Kıra Dağı'nı çevrelemekte olan birimler yaşlıdan gence doğru Eosen yaşlı Gercüş Formasyonu (konglomera, kumtaşı ve kıltaşı) ile başlamakta ve üzerine uyumsuz olarak gelen Eosen yaşlı Hoya Formasyonu (kireçtaşı, dolomit ve dolomitik kireçtaşı) ile devam etmektedir. Hoya Formasyonu'na uyumlu bir geçiş sunan Oligosen yaşlı Germik Formasyonu (şeyl, dolomit ve jips) ile istif devam etmektedir. Miyosen yaşlı Şelmo Formasyonu (konglomera, kumtaşı, şeyl ve silttaşı), Germik Formasyonu'nu diskordans bir dokanakla üzerler. Kıra Dağı Volkanikleri de bu birimlerin üzerinde ekstansiyon ilişkili lav çıkışları şeklinde akarak yerleşmiştir.

Jeokronolojik yaşlandırmaya göre, Kıra Dağı Volkanitleri'ne ait farklı lokasyonlardan alınan iki örnek üzerinde K-Ar, ve dört örnek üzerinde de Ar-Ar analizleri yapılmıştır. Buna göre volkanitlerin yaşının 4.89 ± 0.028 My ile 5.58 ± 0.21 My arasında değiştiği belirlenmiştir. Söz konusu analizler, daha önce yapılan araştırmalara nazaran daha yaşlı bir döneme işaret etmekte olup, Üst Miyosen-Erken Pliyosen yaşını vermektedir.

Petrografik gözlemlere dayalı olarak Kıra Dağ Volkanitleri'nde feldispat (plajiyoklas, anortoklaz), piroksen (klinopiroksen) ve olivin mineralleri saptanmıştır. Genel olarak volkanitlerin fenokristal fazlarının mineral bileşimlerini olivin ($\text{Fo}_{36}\text{-Fo}_{63}$), anortoklaz ($\text{An}_{4,3-12,8}$ $\text{Ab}_{62,3-70,3}$ $\text{Or}_{16,9-33,3}$), plajiyoklas ($\text{An}_{36,0-77,0}$ $\text{Ab}_{20,2-61,2}$ $\text{Or}_{0,7-3,8}$), klinopiroksen ($\text{Wo}_{42,77-44,65}$ $\text{En}_{35,23-59,88}$ $\text{Fs}_{16,5-63,7}$) ve opak mineraller oluştururken, hamur fazını ise mikrolitik feldispatlar oluşturmaktadır. Plajiyoklasların bileşimleri genelde andezin,

bitovnit, labradorit türüdür. Klinopiroksenler Wo-En-Fs sınıflamasına göre diyopsit ve ojit olarak isimlendirilmiştir.

Jeokimyasal analizlere dayalı olarak, Kıra Dağ volkanik örneklerinin SiO₂ miktarları 44.93-48.90 (% ağırlık) aralığında, Na₂O+K₂O (toplam alkali) miktarı ise 15-7,25 (% ağırlık) aralığında değişmektedir. Yüksek Al₂O₃ (%13,43-18,85 % ağırlık) ve TiO₂ (2,59-3,92, % ağırlık), ve düşük MgO (1,58-3,46, % ağırlık) içerikleri ile karakterize olurlar. Diğer ana element içerikleri olarak; Fe₂O₃ 11,55 ile 16,15 (% ağırlık), CaO 7,79 ile 10,20 (% ağırlık), Na₂O (3,71-5,37, % ağırlık), P₂O₅ (0,70-2,27, % ağırlık), K₂O (1,44-1,88, % ağırlık) ve MnO (0,19-0,24, % ağırlık) aralığında değişim göstermektedir.

Toplam alkali-silis (TAS) diyagramına göre Kıra Dağı Volkanitleri başlıca tefrit, fonotefrit ve bazanit olarak sınıflanmış olup; alkali-subalkali ayırım çizgisinin üzerinde sodik alkalın (K₂O/Na₂O=~0.4) karakter göstermektedir. Yüksek plajiyoklaz (yüksek Al) içeriklerinden dolayı, yüksek alümina bazaltlar ile, yine yüksek Ti içeriklerinden dolayı da yüksek-Ti'lu bazaltlarla korele edilebilirler.

Volkanitlerin ana element ve iz element verilerinden elde edilen diyagramlar fraksiyonel kristalleşme (FC) sürecinin, bu kayaçların oluşumunda fazla etken olmadığını göstermektedir. Eşdeğer silise karşı magnezyum oranlarındaki düşüklük, ilksel bazaltik bir magmadan başlayarak FC ile oluşmadıklarını; buna karşın heterojen bir mantonun kaynaklığında bölümsel ergimeyle meydana gelmiş magma kökenli bir türeme ile uyumlu olduklarını işaretlemektedir. Gerek mineral kimyası verileri ve gerekse çoklu element içeriği verileri de FC'yi desteklememektedir. Bununla ilgili olarak, iz element verilerinin, çoklu element dağılımlarına bakıldığında, LIL (Rb, Ba, Sr vb) elementlerindeki zenginleşmeye karşılık bazı HFS elementlerinde belirgin bir tüketilmişlik görülmemektedir. Kıtasal kabukta LIL elementlerin konsantre olması, litosferik kontaminasyonu yansıtmaktadır. Yine LIL elementlerindeki pozitif anomali, Kıra Dağı volkanik kayaçlarına kaynaklık eden magmanın kıtasal kabuktan etkilenmiş olabileceğini düşündürmektedir. İlksel manto verilerine göre uyumsuz elementlerde (Sr, Ba vb.) zenginleşme izlenirken, Nb negatif trend vermekte; La, Ce ve Th

zenginleşerek pozitif trend göstermektedir. Nb ve Ta negatif anomalileri, magma gelişiminde litosferik kontaminasyonla açıklanabilir.

Nadir toprak element verilerinin jeokimyasal olarak değerlendirilmelerine göre; Hafif Nadir Toprak Elementlerinin (La, Ce, Pr, Nd); Orta Nadir Toprak Elementleri (Sm, Eu, Gd) ve Ağır Nadir Toprak Elementlerine (Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) göre daha fazla zenginleştiği görülmektedir.

Sr-Nd-Pb izotopik analizlere göre volkaniklerin $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ değerleri 0,704401 ile 0,705396 arasında; $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ değerleri 0,512676 ile 0,512812 arasında değişmektedir. $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ değerleri 15,678 ile 15,684 arasında; $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ değerleri 18,937 ile 18,966 arasında ve $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ değerleri de 39,009 ile 39,038 arasında değişmekte olup EMII ile uyumludur.

İzotop değerlerine göre Kıra Dağı Volkanitleri dünya genelindeki belli başlı volkaniklerle kıyaslandığında, manto aralığına düşmekte ve manto kökenli okyanus adası bazaltları (OIB) ile benzeşmektedir. Volkanitler benzer diyagramlarda OIB benzeri manto kaynağı bölgesine düşmektedir. Bu da söz konusu magmaları üreten manto kaynağının zenginleşmiş olduğunu ifade eder. Ülkemizdeki eş yaşlı (alkali Tersiyer volkanitler) bazı volkaniklerle birlikte değerlendirildiğinde ise; Karacadağ (Diyarbakır) Volkanitleri ile benzer izotopik oranlara sahip oldukları görülmektedir.

Magma kökeni hakkında elde edilen veriler irdelendiğinde, Nb/La-Ba/La değişim diyagramında litosfer-astenosfer çizgisine çok yakın bir jeokimyasal bir iz düşümü ile volkanitler litosfer-astenosfer etkileşimini göstermektedir. İlgili diyagramlarda da Kıra Dağı Volkanitleri orojenik-anorojenik magma alanları sınırına yakın geçiş yapmakta oldukları izlenmektedir. Orojenik karakterleri, büyük olasılıkla ya litosferik kontaminasyon veya heterojen manto kaynağı ile açıklanabilir. Litosferik ve astenosferik etkileşimin izleri ise açıktır. İz elementlere dayalı ergime modellemesinde de, Kıra Dağı son ürünlerinin Flogopit-Granat ve Amfibol içeren lerzolitik karakterli bir mantodan türedikleri anlaşılmaktadır. Kıra Dağı Volkanitleri'nin tektonik ortamları ile ilgili

diyagramlarda levha içi bazaltları alanına düşmektedir. Yapılan diğer ilgili tektonik ortam sınıflama diyagramlarına göre ise kabuksal kirlenme etkisiyle volkanitler ortak bir biçimde volkanik yay bazaltı (yıkıcı levha sınırı bazaltları) bölgesini işaret etmektedir. La/10-Y/15-Nb/8 diyagramındaki dağılımlarına bakıldığında, baskın olarak kıtasal bazalt karakterindeki bölgeye düştükleri görülmektedir. Petrojenetik olarak ta volkanitler, heterojen bir mantodan kısmi ergimeyle türeyen bazaltik magmaların ilerleyen evrimleşmede kabuk asimilasyonunun etkisini işaretlemektedir.

BZK'nın hemen güneyindeki Kıra Dağı volkanizması, genç ekstansiyonel tektonik ile farklı açılma çatlaklarından çıkarak lav akıntısı şeklinde oluşmuşlardır. Ergimeye neden olan itici kuvvetin Arap Plakası üzerindeki riftleşmeyle ilişkili olduğu, çarpışma-ilişkili astenosferik manto akımlarının ergime için yükselim ve ekstansiyonla birlikte tetikleyici rol oynadığı yorumuna gidilmiştir.

KAYNAKLAR

- Açıkbaş, D., Baştuğ, C., 1975. V. Bölge Cacas-Hani Yöresi Kuzey Sahalarının Jeoloji Raporu ve Petrol Olanakları: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 917, 45 s.
- Açıkbaş, D., Sungurlu O., Akgül, A., Erdoğan, T., 1979. Geology and Petroleum Possibilities of SE Turkey. TPAO Arama Grubu Rapor No 1410, 31 s.
- Açıkbaş, D., Akgül, A., Erdoğan, L. T., 1981. Güneydoğu Anadolu'nun Hidrokarbon Olanakları ve Baykan-Şirvan-Pervari Yöresinin Jeolojisi; TPAO Arama Grubu Rapor No. 1543, 387 s.
- Akdeniz, A., 2003. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Depremselliği, Kabuk ve Üst Manto Yapısı Ve Deprem Riskinin İncelenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 256s, Ankara.
- Alıcı, P., Temel, A., Gourgaud, A., 2002. Pb-Nd-Sr Isotope and Trace Element Geochemistry of Quaternary Extension-Related Alkaline Volcanism: A Case of Study of Kula Region (western Anatolia, Turkey), Journal of Volcanology and Geothermal Research, 115, 487-510.
- Alıcı Ş. P., Temel, A., Gourgaud, A., 2004. Petrogenetic Modelling of Quaternary Post-Collisional Volcanism: A Case Study of Central and Eastern Anatolia. Geol. Mag., 141, 81-98.
- Altınlı, İ. E., 1966. Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun Jeolojisi, M.T.A. Derg.no.66, 16-22, Ankara.
- Amaco, 1985. Turkey ESRI Report No. ET 85/1 Geological Studies in SE TURKEY (Pervari-Beytüşşebap, Hazro, Mardin): TPAO Arama Grubu, Rapor no. 215, 214 s.
- Anıt, Y., 2013. Batman İli'nin Uygun Yerleşim Alanlarının Belirlenmesi. Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Müh. A.B.D. Yüksek Lisans Tezi, Aksaray.
- Arculus, R.J., Powell, R., 1986. Source Component Mixing in The Regions of are Magma Generation, Journal of Geophysical Research, 91, 5913-5926.
- Ardel, A., 1961. Güneydoğu Anadolu'da Coğrafi Müşahedeler, Türk Coğrafya Dergisi, 21: 140-148.
- Bağırsakçı, S., Ekber, A., Polat, C., Kum, M., 1995. Diyarbakır-Ergani Çınar Alanının Jeolojisi; Maden Tetkik ve Arama, Jeoloji Etütleri Dairesi Raporu, 82 s.

- Baker, D.R., Eggler, D.H., 1983. Fractionation Paths of Atka (Aleutians) High-Alumina Basalts: Constraints From Phase Relations, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 18, 387-404.
- Barragan, R., Dennis, G., Hall, M., Larson, P., Kurz, M., 1998. Subduction Controls on the Compositions of Lavas from the Ecuadorian Andes, *Earth Planetary Science Letters*, 154, 153-166.
- Beccaluva L, Macciotta G, Piccardo GB, Zeda O., 1989. Clinopyroxene Composition of Ophiolite Basalts as Petrogenetic Indicator. *Chemical Geology* 77:165-182
- Bolat, A., 2012. Adıyaman İli Kuzeyinin Jeolojisi ve Petrol Potansiyeli. Çukurova Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmış). Adana.
- Bolgi, T., 1960. İspandika Germav Formasyonları Tip Seksiyonu. TPAO Arama Grubu. Arşiv No 1482, Ankara.
- Bolgi, T., Sezgin, M., 1960. İspandika-Kidil ve Kentalan-Garzan Arasındaki Sahaların Strüktürel Etüdü: TPAO Arama Grubu, Rapor No. 136, 52 s.
- Bolgi, T., 1961. V. Petrol Bölgesi Seksiyon Ölçümleri AR/TPO/261 Nolu Saha ile Reşan Dodan Arası Batısındaki Sahanın Strüktürel Etütleri. TPAO Araştırma Grubu Rapor No 162, 52 s.
- Bolgi, T., Kırathıoğlu, E., 1962. AR/TPO/674 Nolu Sahanın Jeolojik Raporu. TPAO Arama Grubu Rapor No 324, 13s.
- Cabanis, B., Lecolle, M., 1989. Le Diagramme La/10, Y/15, Nb/8: un Pour la Discrimination des Series Volcaniques et la Mise en Evidence des Procussus de Melanges Etou de Contamination Crustale, *C.R. Acad. Sci.*, 309, 2023-2029.
- Cohen, R. S., O'Nions, R. K., 1982. The Lead, Neodymium, and Strontium Isotopic Structure of Ocean Ridge Basalts. *J. Petrol.*, 23: 299-324.
- Cox, K. G., Hawkesworth, C. J., 1985. Geochemical Stratigraphy of the Deccan Traps, at Mahabaleshwar, Western Ghats, India, with Implications for Open System Magmatic Processes, *J. Petrol.*, 26, 77-355.
- Çelebi, D., 2011. Kuzeybatı Anadolu Granitik Plütonlarının İz Element ve Radyojenik İzotop Karakteristikleri. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 155s, Kocaeli.
- Çemen, İ., 1990. Araban Tektonik Bloğu Doğu Kısımının Yapısal Jeolojisi ve Petrol Potansiyeli, TPAO Arşivi, Rapor No: 2727, 97s.

- Demirtaş, R., Yılmaz, R., 1996. Türkiye'nin Sismotektoniği. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 91 s, Ankara.
- Dilek, Y., Pavlides, S., 2006. Postcollisional Tectonics and Magmatism in the Mediterranean Region and Asia, Geological Society of America Special Paper 409, 644 pp., ISBN-13 978-0-8137-2409-6.
- Dobosi, G., Fodor, FV., 1992. Magma Fractionation, Replenishment, and Mixing as Inferred From Green Core Clinopyroxenes in Pliocene Basanite, Southern Slovakia, Lithos, 28, 133-150.
- Doğan, U., 2005. Holocene Fluvial Development of the Upper Tigris Valley (Southeastern Turkey) as Documented by Archaeological Data. Quaternary International, Volume 129, Issue 1, Pages 75-86
- Dosso, L., Murthy, V. R., 1980. A Nd Isotopic Study of the Kerguelen Island: Inferences on Enriched Oceanic Mantle Sources. Earth Planetary Science Letters, 48:268-276.
- Duran, O., Şemşir, D., Sezgin, İ., Kavukçu, E., Ertürk, O., Kaynak, G., Aras, M., 1987. X-XI-XII. Bölgelerde Gercüş, Hoya, Gaziantep, Germik ve Fırat Formasyonlarının Stratigrafisi ve Sedimentolojisi (I.Kısım): TPAO Arama Grubu, Rapor No. 2280, 67 s.
- Duran, O., Şemşir, D., Sezgin, İ., Perinçek, D., 1988. Güneydoğu Anadolu'da Midyat ve Silvan Gruplarının Stratigrafisi, Sedimentolojisi ve Petrol Potansiyeli. TPDJ Bülteni Cilt 1 / 2 s.99-126. Ankara.
- Duran, O., Şemşir, D., Sezgin, İ., Perinçek, D., 1989. Güneydoğu Anadolu'da Midyat ve Silvan Gruplarının Stratigrafisi, Sedimentolojisi ve Paleocoğrafyası, Paleontolojisi, Jeoloji Tarihi, Rezervuar ve Diyajenez Özellikleri ve Olası Petrol Potansiyeli. TPAO Arama Grubu Rapor No. 2563, 78 s.
- Efe, H., 2014. Batman Çayı'nın Taşkın Analizinin Hec-Ras Programıyla Yapılması. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2014, Diyarbakır.
- Eggler, D.H., 1972. Water-Saturated and Undersaturated Melting Relations in a Paricutin Andesite and an Estimate of Water Contents in the Natural Magma, Contribution to Mineralogy and Petrology, 34, 261-271.
- Ekici, T., Macpherson, C.G., Otlu, N., 2012. Polybaric Melting of a Single Mantle Source During the Neogene Siverek Phase of the Karacadağ Volcanic Complex, SE Turkey. Lithos 146-147: 152-163.

- Ekici, T., Macpherson, C. G., Otlu, N., Fontignie, D., 2014. Foreland Magmatism during the Arabia Eurasia Collision Pliocene Quaternary Activity of the Karacadağ Volcanic Complex SW Turkey. *Journal of Petrology*, 55-9, 1753-1777p.
- Ekici, T., MacPherson, C., 2019. Convergence-Aligned, Foreland Magmatism in the Arabia. *Anatolia Collision: Geochronological Evidence from the Karacadağ Volcanic Complex, Southeast Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences*, 28; 719-733p. DOI: 10.3906/yer-1902-25
- Emre, Ö., Duman.T.Y., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun, Ş., Şaroğlu, F., 2013. Türkiye Diri Fay Haritası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayın Serisi-30. Ankara, Türkiye.
- Eren, A., Sarı, R., 1984. Güneydoğu Anadolu'da X. Bölgenin Jeolojik Evrimi ve Petrol Potansiyeli I: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 1867, 52 s.
- Eren, Y., Nalbantçılar, M. T., Beyaz, T., Dinç, S., Ünal, M., Arslan, Ş., Polat, S., 2012. Esentepe (Gültepe/Batman) Çukurunun Oluşum Mekanizması. *Batman Üniversitesi Uluslar Arası Katılımlı Bilim Kültür Sempozyumu*. 18-20 Nisan Batman.
- Ercan, T., Şaroğlu, F., Turhan, N., Matsuda, J.-I., Ui, T., Fujitani, T., Notsu, K., Bağirsakçı, N., Aktimur, S., Can, B., Emre, Ö., Akçay, A.E., Manav, E., Gürler, H., 1991. The Geology and Petrology of Karacadağ Volcanites. *Proc. 5th Petrol. Congr. Turkey. Bull. Geol. Congr. Turkey*, 6, 118-133.
- Ericson, D. B., 1939. Diyarbakır-Siirt Mıntıkasının Jeolojisi Hakkında Rapor, MTA Yayın No: 875, 95s.
- Erkan, Y., 1997. Magmatik Petrografi. Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yayın No: 40, 183 s. Ankara.
- Erol, O., 1979. Türkiye'de Neojen ve Kuvaterner Aşınım Dönemleri, Bu Dönemlerin Aşınım Yüzeyleri ile Yaşıt (Korelan) Tortullara Göre Belirlenmesi. *Jeomorfoloji Dergisi*, No: 8, Sayfa: 1-40
- Erol, O., 1983. Türkiye'nin Genç Tektonik ve Jeomorfolojik Gelişimi. *Jeomorfoloji Dergisi*, No: 11, Sayfa: 1-23
- Faure, G., 2001. *Origin of Igneous Rocks: The Isotopic Evidence*, Springer-Verlag, Heidelberg, Germany, 496p.
- Faure, G., Mensing, T.M., 2005. *Isotopes: Principles and Applications*, 3rd ed. 897p., John Wiley and Sons, USA.

- Fengmei, C., Zhaochong, Z., Jingwen, M., Abudukadir, P., Lijin, W., Lianhui, D., Huishou, Ye, Li, C., Rongfen, Z., 2006. Lamprophyre or Lamproite Dyke in the SW Tarimblock? Discussion on the Petrogenesis of These Rocks and Their Source Region. *Journal of China University of Geosciences* 17, 13–24.
- 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.
- Garner, E.L., Machlan, L.A., 1981. Standard Reference Material U-010: National Bureau of Standards. Erişim Tarihi: 24.26.2018. <https://www-s.nist.gov/srmors/certificates/archive/U-010.pdf>.
- Gill, J.B., 1981. *Orogenic Andesites and Plate Tectonics*, Springer, 390p., Berlin.
- Goldstein, S.L., O'Nions, R.K., Hamilton, P.J., 1984. A Sm-Nd Isotopic Study of Atmospheric Dusts and Particulates from Major River Systems, *Earth and Planetary Science Letters* 70, 221-236.
- Görür, N., Akkök, R., Yöndem, F., Bayram, S., 1981. Sabunsuyu-II Ölçölmüş Kesiti: TPAO Arama Grubu, Arşiv no. 9244, 182s.
- Görür, N., Akkök, R., 1982. Adıyaman Bölgesi'nde Mardin Formasyonu'nun Fasiyes Analizi, Diyajenezi ve Hazne Kaya Niteliği: TPAO Arama Grubu, Rapor No. 1633, 83s.
- Görür, N., Akkök, R., 1984. Facies Analysis of the Midyat Group (Lower Eocene to Lower Miocene) of the Southeast Turkey: TPAO Arama Grubu, Rapor No. 2187, 57s.
- Gregoire, M., Bell, D.R., Le Roex AP, 2003. Garnet Lherzolites from the Kaapvaal Craton (South Africa): Trace Element Evidence for a Metasomatic History. *J Petrol* 44:629–657
- Gust, D.A., Perfit, M.R., 1987. Phase Relations of a High-Mg Basalt from the Aleution Island Arc: Implications for Primary Island Arc Basalt and High-Al Basalts, *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 97, 7-18.
- Güleç, N., 2001. Magmatik Kayaçların İzotop Jeokimyası, Boztug, D. ve Otlu, N. (editörler), *Magmatik Petrojenez*, TÜBİTAK Lisans Üstü Yaz Okulu, 7-12 Haziran 2001, Akçakoca-Düzce, 332-365.
- Günay, Y., 1984. Amonos Dağları'nın Jeolojisi ve Karasu-Hatay Grabeninin Petrol Olanakları: TPAO Arama Grubu, Rapor No. 1954, 98 s.
- Günay, Y., 1998. Güneydoğu Anadolu'nun Jeolojisi, TPAO Arşivi, Rapor No: 3939, 195s.

- Güven, A., Dinçer, A., Tuna, M.E., Tezcan Ü.Ş., Çoruh T., 1988. Güneydoğu Anadolu'da Mardin ve Midyat Grupları Arasında Yer Alan Birimlerin Stratigrafisi; TPAO Arama Grubu Rapor No. 2414, 154s.
- Güven, A., Dinçer, A., Tuna, M.E., Çoruh, T., 1991. Güneydoğu Anadolu Kampaniyen-Paleosen Otokton İstifinin Stratigrafisi. TPAO Arama Grubu Rapor No 2828, 133s.
- Hamilton, P.J., Evenson, N.M., O'Nions, R.K., Tarney, J., 1979. Sm-Nd Systematics of Lewisian Gneisses: Implications For The Origin of Granulites. *Nature*, 277, 25-28.
- Hart, S.R., Erlank, A.J., Kable, E.J.D., 1974. Sea Floor Basalt Alteration: Some Chemical and Sr Isotopic Effect, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 44, 219-230.
- Hart, SR., Hauri, E., Oschmann, L., Whitehead, J., 1992. Mantle Plumes and Entrainment: Isotopic Evidence. *Science*, 256, 517-520.
- Haspolat, K., 2013. Tüm Yönleriyle Diyarbakır Dicle İlçesi ve Turizm. 1. Baskı. ISBN: 978-975-7635-51-2. Diyarbakır Valiliği, Diyarbakır.
- Hawkesworth, C.J., O'Nions, R.K., Pankhurst, R.J., Hamilton, P.J., Evensen, N.M., 1977. A Geochemical study of Island Arc and Back Arc Tholeiites from the Scotia Sea. *Earth Planetary Science Letters*. 36, 253-262.
- Hawkesworth, C.J., O'Nions, R.K., Arculus, R.J., 1979a. Nd and Sr-Isotope Geochemistry of Island Arc Volcanics, Grenada, Lesser Antilles. *Earth Planetary Science Letters*. 42, 237-248.
- Hawkesworth, C.J. Norry, M.J., Roddick, J.C., Baker, P.E., Francis, P.W., Thorpe, R.S., 1979b. $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ and Incompatible Element Variations in Calc Alkaline Andesites and Plateau Lavas from South America. *Earth Planetary Science Letters*. 42, 45-57.
- Hawkesworth, C.J., Hammill, M., Gledhill, A.R., Van Calsteren, P., Rogers, G., 1982. Isotope and Trace Element Evidence for Late-Stage Intra-Crustal Melting in the High Andes. *Earth Planetary Science Letters*. 58, 240-254.
- Hofmann, A. W., White, W. M., 1982. Mantle Plumes from Ancient Oceanic Crust. *Earth Planetary Science Letters*. 27:421-436.
- Hofmann, AW., 1997. Mantle Geochemistry: The Message from Oceanic Volcanism. *Nature*, 385, 219-229.
- Humphris, C.C., Jr., 1978. Salt Movement on Continental Slope, Northern Gulf of Mexico. In: A. i. Bourn, G. T. Moore ve L M. Coleman, (eds.), *Framework, Facies, and Oil-Trapping Characteristics of the Upper Continental Margin*, American Associations of Petroleum Geology Studies in Geol., 7, 69-85.

- Işık, Ü., Damla, N., Akkoca, D.B., Çevik, U., 2014. Mineralogical, Geochemical and Radiological Characterisation of Şelmo Formation in Batman Area, Turkey, *Isotopes in Environmental and Health Studies*, 48 (2), S 302-312
- Irvine, T. N., Baragar, W. R. A., 1971. A Guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences* 8, 523-548.
- İlker, S., 1972. VI. Bölge Adıyaman Kuzey ve Kuzeydoğusundaki Sahalar Hakkında Jeolojik Rapor. TPAO Arama Grubu, Rapor no. 981, 27 s.
- Jones R. H. 1990. Petrology and Mineralogy of Type II, FeO-Rich Chondrules in Semarkona (LL3.0): Origin by Closed-System Fractional Crystallization with Evidence for Supercooling. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 54:1785-1802
- Jung, S., Vieten, K., Romer, RL., Mezger, K., Hoernes, S., Satır, M., 2012. Petrogenesis of Tertiary Alkaline Magmas in the Siebengebirge, Germany, *Journal of Petrology*, 1-29.
- Kalkan, Ö., 2014. Kıradağı (Batman) Bazaltlarının Petrojenezi. Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), 125s, Batman.
- Kan, E., 2013. Gölbaşı-Adıyaman-Kahta Devlet Yolu Üzerinde Yapılacak Olan Köprülerin Mühendislik Jeolojisi Açısından Değerlendirilmesi. Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), 245s, Niğde.
- Kersting, A.B., Arculus R. J., 1994. Klyuchevskoy Volcano, Kamchatka, Russia: The Role of High-Flux Recharged, Tapped and Fractionated Magma Chamber(s) in the Genesis of High-Al₂O₃ from High-MgO Basalt. *Journal of Petrology*, 35, 1-41.
- Keskin, M., Chugaev A.V., Lebedev V.A., Sharkov, E.V., Oyan V., Kavak, O., 2012. The Geochronology and Origin of Mantle Sources for Late Cenozoic Intraplate Volcanism in the Frontal Part of the Arabian Plate in the Karacadağ Neovolcanic Area of Turkey. Part 2. The Results of Geochemical and Isotope (Sr-Nd-Pb) Studies. *Journal of Volcanology Seismology* 6: 361-382.
- Koçbulut, F., Akpınar Z., Tatar O., Piper J., Roberts A., 2013. Palaeomagnetic Study of the Karacadağ Volcanic Complex SE Turkey Monitoring Neogene Anticlockwise Rotation of the Arabian Plate SE Turkey. *Tectonophysics*, 608, pp, 1007-1024.
- Krienitz, M.S., Haase, K.M., Mezger, K., Eckardt, V., Shaikh-Mashail, M.A., 2006. Magma Genesis and Crustal Contamination of Continental Intraplate Lavas in Northwestern Syria. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 151, 698-716. <https://doi.org/10.1007/s00410-006-0088-1>.

- Kurt, B., 2013. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki Petrol Kuyularında Yapılan Çimentolama Operasyonları. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 254s, Diyarbakır.
- Kushiro, I., 1996. Partial Melting of a Fertile Mantle Peridotite at High Pressures: an Experimental Study Using Aggregates of Diamond. In: Basu, A. & Hart, S. R. (eds) *Earth Processes: Reading the Isotopic Code*. Geophysical Monograph, American Geophysical Union, 95, 109-122.
- Le Bas, M.J., Le Maitre, R.W., Streckeisen, A., Zanettin, B., 1986. A Chemical Classification of Volcanic Rocks Based on the Total Alkali-Silica Diagram. *Journal of Petrology* 27, 745-750.
- Le Maitre, R.W. 1989. *A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms*. Blackwell Sciences Publication, 193s, Oxford.
- Le Roex, A.P., Bell, D.R., Davis, P., 2003. Petrogenesis of Group I Kimberlites from Kimberley, South Africa: Evidence from Bulkrock Geochemistry. *J Petrol* 44:2261-2286.
- Leterrier J, Maury RC, Thonon P, Girard D, Marchal M., 1982. Clinopyroxene Composition as a Method of Identification of the Magmatic Affinities of Paleo-Volcanic Series. *Earth Planetary Science Letters*. 59:139-154.
- L'Heureux, I., Flower, AD., 1994. A non Linear Dynamical Model of Oscillatory Zonning in Plagioclase, *American Mineralogist*, 79, 885-891.
- Lipin, B.R., McKay, G.A., 1989. Geochemistry and Mineralogy of Rare-Earth Elements, *Reviews in Mineralogy*. The Mineralogical Society of America, Washington D.C., 66.
- Lustrino, M., Wilson, M., 2007. The Circum-Mediterranean Anorogenic Cenozoic Igneous Province. *Earth-Science Reviews* 81, 1-65. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2006.09.002>.
- Lustrino, M., Keskin, M., Mattioli, M., Lebedev, V.A., Chugaev, A., Sharkov, E., Kavak, O., 2010. Early Activity of the Largest Cenozoic Shield Volcano in the circum-Mediterranean Area: Mt. Karacadağ, SE Turkey. *European Journal of Mineralogy* 22, 343-362.
- Lustrino, M., Keskin, M., Mattioli, M., Kavak, O., 2012. Heterogeneous Mantle Sources Feeding the Volcanic Activity of Mt. Karacadağ (SE Turkey), *Journal of Asian Earth Sciences*, 1367.
- Mason, B., Moore, C. B., 1982. *Principles of Geochemistry*, Fourth Edition, J. Wiley & Sons, 344s, New York.

- May, W.E., Watters, R.L., 2004. Certificate of Analysis: Standard Reference Material 997, Isotopic Standard for Thallium: National Institute of Standards and Technology.
- Maxson, J. H., 1936. Geology and Petroleum Possibilities of the Hermis Dome. MTA Derleme No 255. 25s. Ankara.
- McCulloch, M. T., Gamble, J. A., 1991. Geochemical and Geodynamical Constrains on Subduction Zone Magmatism. Earth Planetary Science Letters. 102: 358-374.
- McCulloch, M.T., Kyser, T.K., Woodhead, J.D., Kinsley, L., 1994. Pb-Sr-Nd-O Isotopic Constraints on the Origin of Rhyolites from the Taupo Volcanic Zone of New Zealand: Evidence for Assimilation Followed by Fractionation of Basalt, Contributions to Mineralogy and Petrology, 115, 303-312.
- Mc Donough, W. F., 1991. Partial Melting of Subducted Oceanic Crust and Isolation of its Residual Eclogitic Lithology, Phill. Trans. R. Soc. London., 335 A, 407-418.
- Meriç, E., Oktay, F. Y., Toker, V., Tanseli, İ., Duru, M., 1987. Adıyaman Yöresi Üst Kretase-Eosen İstifinin Sedimanter Jeolojisi ve Biyostratigrafisi (Foraminifer, Nanoplankton, Ostracod): Türkiye Joloji Kurumu bülteni, C. 30, no. 2, 19-32 s., Ankara.
- Meschede, M., 1986. A Method of Discriminating Between Different Types of Mid-Ocean Ridge Basalts and Continental Tholeiites with the Nb-Zr-Y Diagram, Chemical Geology, 56, 207-218.
- Miyamoto, M., Mikouchi, T., Kaiden, H., 1998. An Analysis of Iron-Magnesium Zoning of Olivine in a Semarkona (LL3.0) Porphyritic Olivine Chondrule: Diffusional Modification of Primary Zoning (Abstract). Meteoritics & Planetary Science 33:A111-A112.
- Morimoto, N., Fabries, J., Ferguson, A.K., Ginzburg, IV., Ross, M., Seifert, F.A., Zussman, J., Aoki, K., Gottardi, G., 1988. Nomenclature of Pyroxenes. Mineral Mag, 52, 535-550.
- MTA, 2007. 1/100 000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Mustafa Şenel, Mardin M-46 Paftası, No:69, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara
- MTA, 2009. İl İl Türkiye'nin Yeraltı Kaynakları. MTA Yayınları Yerbilimleri ve Kültür Serisi. Fersa Matbaacılık Lti. Şti., 694s. Ankara.
- MTA, 2011. Batman (Esentepe) Çöküntü Alanı Araştırma Raporu, MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, 89s.

- Mullen, E.D., 1983. MnO-TiO₂-P₂O₅; A Minor Element Discriminant for Basaltic Rocks of Oceanic Environments and its Implications of Petrogenesis. *Earth and Planetary Science Letters*, 62, 53-62.
- Nixon, G.T., 1988. Petrology of the Younger Andesites and Dacites of Iztaccihuatl Volcano, Mexico: Disequilibrium Phenocryst Assemblages as Indicators of Magma Chamber Processes. *Journal of Petrology*, 29, 213-264.
- Okay, A. I., Şengör, A. M. C., Görür, N., 1994. Kinematic History of the Opening of the Black Sea and its Effects on Surrounding Regions. *Geology*, 22, pp. 267-270.
- Okay, A.I., 2008. Geology of Turkey: A Synopsis. *Anschnitt, Zeitschrift für Kunst und Kultur im Bergbau, Beiheft 21*, 19-42. *Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum*, Nr. 157.
- O'Nions, R. K., Hamilton, P., Evensen, N., 1977. Variations in ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd and ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr Ratios in Oceanic Basalts. *Earth and Planetary Science Letters*, 34:13-22.
- Ortoleva, P., 1990. The Role of Attachment Kinetic in Oscillatory Zoning Crystals Growth from Melt. *Earth Science Review*, 29, 3-8.
- Oyan, V., 2011. Etrüsk Volkanı ve Çevresinin (Van Gölü Kuzeyi) Volkanostratigrafisi, Petrolojisi ve Magmatik Evrimi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mineraloji-Petrografi A.B.D., Doktora Tezi*, 375s, Van.
- Özdemir, Y., Mercan, C., 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*, Volumes: 328 – 329, Pages: 115 - 129. Erişim Tarihi: 03.04.2019 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0024493719300404>.
- Pasin, C., 1989. Siirt-Eruh ve Şırnak Arasındaki Bölgenin Jeolojisi: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 2632, 24 s.
- Pearce, J.A., Cann, J.R., 1973. Tectonic Setting of Basic Volcanic Rocks Determined Using Trace Element Analyses, *Earth and Planetary Science Letters*, 19, 290-300.
- Pearce, J. A., Norry, M.J., 1979. Petrogenetic Implications of Ti, Zr, Y, and Nb Variations in Volcanic Rocks, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 69, 33-47.

- Pearce, J. A., 1982. Trace Element Characteristics of Lavas from Destructive Plate Boundaries. In: Thorpe, J. S (ed.), *Andesites*, John Wiley, New York: 525-548.
- Pearce, J. A., 1983. Role of the Subcontinental Lithosphere in Magma Genesis at Active Continental Margins. In: C.J. Hawkesworth And M.J. Norry (eds.), *Continental Basalts and Mantle Xenoliths*, Shiva Publishing, Cheshire, 230-249.
- Pearce, J. A., Bender, J. F., De Long, S. E., Kidd, W.S.F., Low, P. J., Güner, Y., Saroğlu, F., Yılmaz, Y., Moor bath, S., Mitchell, J.J., 1990. Genesis of Collision Volcanism in Eastern Anatolia, Turkey, *J. Volcanol. Geother. Res.*, 44, 189-229.
- Pearce, J. A., Peate, D. W., 1995. Tectonic Implications of the Composition of Volcanic Arc Magmas, *Ann. Rev. Earth Planet Sci.*, 23, 251-285.
- Pearce, J. A., 1996. A Users Guide to Basalt Discrimination Diagrams. In: Wyman, D. A. (ed) *Trace Element Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulphide Exploration*. Geological Association of Canada, Short Course Notes, 12, 79-113.
- Peccerillo, A., Taylor, S.R., 1976. Geochemistry of Eocene Calc-Alkaline Volcanic Rocks from the Kastamonu Area. Northern Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 58: 63-81.
- Perinçek, D., 1978. Çelikhan-Sincik-Koçali (Adıyaman İli) Alanının Jeolojik İncelenmesi ve Petrol Olanaklarının Araştırılması (İÜFF Tatbiki Jeoloji Kürsüsü, Doktora tezi): TPAO Arama Grubu, Rapor no. 1250, 212 s.
- Perinçek, D., 1979a. Geological Investigation of the Çelikhan-Sincik-Koçali Area (Adıyaman province): İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası, B-44, s. 127-147., İstanbul.
- Perinçek, D., 1979b. Çelikhan-Sincik-Koçali (Adıyaman ili) Alanının Jeolojik İncelemesi: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 1394, 30 s., Ankara.
- Perinçek, D., 1979c. Hazro, Korudağ-Çüngüş, Maden, Hazar, Elazığ, Malatya Dolayının Jeolojisi: TPAO Arama Grubu Rapor no. 1395, 62 s.
- Perinçek, D., 1980a. IX. Bölge Hakkâri, Yüksekova, Çukurca, Beytüşşebap, Uludere, Pervari Dolayının Jeolojisi: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 1481, 80 s.
- Perinçek, D., 1980b. Arabistan Kıtası Kuzeyindeki tektonik Evrimin Kıta Üzerinde Çökelen İstife Etkileri:. Türkiye 5. Petrol Kongresi, Nisan Ankara, s77-93.

- Perinçek, D., 1981. Güneydoğu Anadolu'da Jeokimya Çalışması Yapılacak Mesozoyik ve Tersiyer Yaşlı Anakaya Olasılı Birimlerin Stratigrafisi: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 1591, 18 s.
- Perinçek, D., 1989. Hakkari İli ve Dolayının Stratigrafisi, Yapısal Özellikleri, Petrol İmkanları: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 2545, 127 s.
- Perinçek, D., 1990. Hakkari ili Dolayının Stratigrafisi, GDA Türkiye: TPJD Bülteni, Cilt. 2/1, 21-68. s., Ankara.
- Perinçek, D., Duran, O., Bozdoğan, N., Çoruh, T., 1991. Güneydoğu Türkiye'de Otokton Sedimanter Kayaların Stratigrafik ve Paleocoğrafik Evrimi, Ozan Sungurlu Symposium Proceedings, p.274-375.
- Piper, J.D.A., Tatar, O., Gürsoy, H., Koçbulut, F., Mesci, B.L., 2006. Palaeomagnetic Analysis of Neotectonic Deformation in the Anatolian Accretionary Collage, Turkey. In: Dilek, Y., Pavlides, S. (Eds.), Post-Collisional Tectonics and Magmatism in the Eastern Mediterranean Region. Geol. Soc. Amer., pp. 417-440 (Spec. Paper 409).
- Polat, C., 1994. Ergani-Çermik-Çüngüş (Diyarbakır) Arasındaki Bölgenin Jeolojik Özellikleri, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 256s, Elazığ.
- Polat, S., Çoban, H., Caran, Ş., 2019. A Geological and Petrological Overview of The History of Kırâ Mountain: An Approach To The Similarity And Difference of Karacadag. European Journal of Technique (EJT), Volume 9, No 1.
- Presnall, D.C., Dixon, S.A., Dixon, J.R., O'Donnell, T.H., Drennes, N.L., Schrick, R.L., Dycus, D.W., 1978. Liquidus Phase Relations on the Join Diopside-Forsterite Anorthite from 1 atm to 20 kb: Their Bearing on the Generation and Crystallization of Basaltic Magma, Contribution to Mineralogy and Petrology, 66, 203-220.
- Ramos, F.C., Heizler, M.T., Buettner, J., Gill, J.B., Wei, H.Q., Dimond, C., Scott, S.R., 2016. Constraining the Ages of Extremely Young Volcanic Rocks Using $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ and U-series Isotopes, Changbaishan Volcano, China/N. Korea. Geology 44, 511-514.
- Rapp, R.P., Watson, E.B., Miller, C.F., 1991. Partial Melting of Amphibolite/Eclogite and the Origin of Archean trondhjemites and Tonalites, Precambrian Research, 51, 1-25.
- Righi, M., Cortesini, A., 1964. Gravity Tectonics in Foothill Structure Belt of Southeast Turkey, Am. Ass. Petrol. Geol., Bull., vol. 48, no12, 1911-1937.
- Rollinson, H. R., 1993. Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation. Longman Scientific and Technical, 352p, Essex.

- Rutherford, M.J., Hill, P.M., 1993. Magma Ascent Rates from Amphibole Breakdown: an Experimental Study Applied to the 1980–1986 Mount St. Helens Eruptions, *Journal of Geophysical Research*, 98, 19667–19685.
- Saltık, O., 1970. Cizre-Silopi-Rubai Sahasına Ait Rekonesans Jeoloji Raporu: TPAO Arama Grubu, Rapor No. 488, 9 s.
- Sarıdaş, B., 1991. Cendere Sahası ve Nemrut Dağı Dolayının Jeolojisi (Rezarvuar Çalışması): TPAO Arama Grubu, Rapor no. 2826, 20 s.
- Saunders, A.D., Tarney, J., Weaver, S.D., 1980. Transverse Geochemical Variations Across the Antarctic Peninsula: Implications for the Genesis Calcalkaline Magmas, *Earth Planetary Science Letters*. 46, 344-360.
- Saunders, A.D., Norry, M.J., Tarney, J., 1991. Fluid Influence on the Trace Element Compositions of Subduction Zone Magmas, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 335, 377-392.
- Savcı, H., Dülger, S., 1980. Cacas-Sason-Kozluk Dolayının Jeoloji İncelemesi ve Petrol Olanaklarının Araştırılması: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 1442, 41 s.
- Schwennesen, A. T., 1949. Report On Oil Possibilities Of Turkey: MTA Derleme Rapor No. 1809, 107 s.
- Simonetti, A., Shore, M., Bell, K., 1996. Diopside Phenocrysts from Nephelinite Lavas, Napak Volcano, Eastern Uganda: Evidence for Magma Mixing. *Can Mineral* 34, 411–42.
- Sims, K.W.W., De Paolo, D.J., 1997. Inferences about Mantle Magma Sources from Incompatible Element Concentration Ratios in Oceanic Basalts. *Geochim Cosmochim Acta* 61:765–784.
- Sinanoğlu, Ş., D., 2016. Batman Güneydoğusu'nda Üst Kretase-Paleojen Yaşlı Birimlerin Mikropaleontolojisi ve Paleoekolojisi. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Doktora Tezi, 345s, Sivas.
- Sun, S.S., McDonough, W.F., 1989. Chemical and Isotopic Systematics of Oceanic Basalts: Implications for Mantle Composition and Processes. In: Saunders, A.D., Norry, M.J. (Eds.), *Magmatism in Ocean Basins*. *Geol. Soc. Lond. Spec. Publ.*, 42: 313-345.
- Sungurlu, O., 1973. VI. Bölge Gölbaşı-Gerger Arasındaki Sahanın Jeolojisi, TPAO Araştırma Merkezi Grup Başkanlığı, Rapor No: 802, 87s.
- Sungurlu, O., 1974. VI. Bölge Kuzey Sahalarının Jeolojisi: TPAO Arama Grubu, Rapor No. 871, 32s.

- Sunkar, M., Tonbul, S., 2012. İluh Deresi (Batman) Havzası'nın Jeomorfolojisi. İstanbul Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi. Sayı 24, 38-60 s., İstanbul.
- Şenel, M., 2007. Türkiye 1/100.000 Ölçekli Jeoloji Haritaları, Mardin M-46 Paftası, No:69, MTA Jeoloji Etüdleri Dairesi, Ankara.
- Şengör, A. M. C., Yılmaz, Y., 1981. Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach. Tectonophysics, 75, pp. 181-241.
- Telsiz, S., 2011. Eskişehir Yöresindeki Volkanik Kayaçların Petrolojisi ve Jeokimyası. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi, 362s, Eskişehir.
- Temizel, İ., 2008. Ulubey (Ordu-KD Türkiye) Yöresi Tersiyer Volkanitlerinin Petrografisi, Petrokimyası, ⁴⁰Ar-³⁹Ar Jeokronolojisi, Sr-Nd İzotop Jeokimyası ve Petrojenezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi, 365s, Trabzon.
- Temizel, İ., Arslan, M., 2008. Petrology and Geochemistry of Tertiary Volcanic Rocks from the İkizce (Ordu) Area, NE Turkey: Implications for the Evolution of the Eastern Pontide Paleo-Magmatic Arc. Journal of Asian Earth Sciences, 31(4-6), 439-463.
- Temple, P.G., Perry, L.J., 1962. Geology and Oil Occurrence, Southeast Turkey, *Am. Ass. Petrol. Geol., Bull.*, vol. 46, no 9, 1596-1612.
- Tetiker, S., Baran, H. A., Dinç, S., 2015. Alt Miyosen Yaşlı Kapıkaya Formasyonu'nun (Siirt-Kapıkaya) Mineralojik Özellikleri. Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi; Cilt 5 Sayı 2
- Thompson, R. N., 1982. British Tertiary Volcanic Province: Scottish Journal of Geology, v. 18, p. 49-117.
- Thirlwall, M. F., Smith, T. E., Graham, A. M., Theodoru, N., Hollings, P., Davidson, J. P., Arculus, R. D., 1994. High Field Strength Element Anomalies in arc Lavas: Source of Processes. J. Petrol., 35, 819-838.
- Tolun, N., 1954. Güneydoğu Anadolu'nun Stratigrafisi ve Tektoniği: MTA Derleme Rapor No. 2147, 95s.
- Tonbul, S., Sunkar, M., 2008. Batman Şehrinde Yer Seçiminin Jeomorfolojik Özellikler ve Doğal Risk Açısından Değerlendirilmesi. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu, 20-23 Ekim, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, 103-114.
- Tuna, D., 1973. VI. Bölge Litostratigrafi Birimleri Adlamasının Açıklayıcı Raporu: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 813, 131 s.

- Wang, Y., Zhang, C., Xiu, S., 2001. Th/Hf-Ta/Hf Discrimination Diagram of Geotectonic Settings of Formation of Basalts. *Acta Petrologica Sinica* 17, 413–421.
- Wang, K., Plank, T., Walker, J.D., Smith, E.I., 2002. A Mantle Melting Profile Across the Basin and Range, SWUSA. *Journal of Geophysical Research-Solid Earth* 107.
- White, W.M., Dupré, B., Vidal, P., 1985. Isotope and Trace Element Geochemistry of Sediments from the Barbados Ridge-Demerara plain Region, Atlantic Ocean, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 49, 1875–1886.
- White, M. W., Casey, H. W., Marty, B., Yurimoto, H., 2018. *Encyclopedia of Geochemistry A Comprehensive Reference Source on the Chemistry of the Earth*. Springer, 1574p, Switzerland.
- Wilson, M., 1989. *Igneous Petrogenesis*. Unwin Hyman, pp446, 465, London.
- Wilson, M., Bianchini, G., 1999. Tertiary–Quaternary Magmatism within the Mediterranean and Surrounding Regions. *Geological Society of London, Special Publications* 156, 141–168.
- Wilson, M., 2007. *Igneous Petrogenesis*. Springer, 476p, Netherlands.
- Winchester, J.A., Floyd, P.A., 1977. Geochemical Discrimination of Different Magma Series and Their Differentiation Products Using Immobile Elements. *Chemical Geology*, vol: 20, pp.325–343.
- Winter, J. D., 2013. *Principles of Igneous and Metamorphic Petrology Second Edition*. Pearson Education Limited, 745p, USA.
- Wolff, J.A., Ramos, F.C., 2003. Pb Isotope Variations Among Bandelier Tuff Feldspars: No Evidence for a Long-Lived Silicic Magma Chamber. *Geology* 31, 533–536.
- Wood, D. A., Tarney, J., Varet, J., Saunders, A. D., Bougault, H., Joron, J. L., Treuil, M., Cann, J. R., 1979. Geochemistry of Basalts Drilled in the North Atlantic by IPOD Leg 49: Implications for Mantle Heterogeneity: *Earth and Planetary Science Letters*, v. 42 p. 77-97.
- Wood, DA., 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.
- Yalçın, N., 1978. Kahramanmaraş-Gaziantep Arasındaki Allohton Birimlerin Ayırtlanması ve İlişkileri. TPAO Arama Grubu Rapor No 1249, 68s.

- Yeşilova, Ç., Helvacı, C., 2012. Batman-Siirt Kuzeyi Stratigrafisi ve Sedimentolojisi. TPDJ Bülteni, Cilt 23, Sayı 2, Sayfa 7-49, Ankara.
- Yeşilova, G. P., Helvacı, C., 2013. Germik Formasyonu Oligosen Evaporitleri'nin (Kurtalan, GB Siirt) Diyajenezi ve Paleocoğrafik Gelişimi, Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, 34 (1), 1-22, Ankara.
- Yıldırım, A., Karadoğan, S., 2005. Raman-Gercüş Antiklinalleri Arasında Dicle Vadisinin Jeomorfolojisi, Ulusal Coğrafya Kongresi (Prof. Dr. İsmail Yalçınlar Anısına) Bildiri Kitabı, İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü ve Türk Coğrafya Kurumu, 29-30 Eylül 2005, İstanbul. s:421-433.
- Yıldırım, A., Karadoğan, S., 2011. Raman Dağları Güneyinde (Dicle Vadisi) Morfometrik ve Morfotektonik Analizler. Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi. Sayı 16. Sayfa 154-156.
- Yılmaz, K., 2010. Origin of Anorogenic 'Lamproite-Like' Potassic Lavas from the Denizli Region in Western Anatolia Extensional Province, Turkey. Mineralogy and Petrology, 99: 219-239.
- Yılmaz, Y., 1982. Amanos Dağlarının Tektoniği: TPAO Arama Grubu, Rapor No. 1653, 91 s., Ankara.
- Yılmaz, E., Duran, O., 1997. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Otokton ve Allohton Birimler Stratigrafi Adlama Sözlüğü, (Lexicon), Türkiye petroleri Anonim Ortaklığı, Araştırma Gurubu Başkanlığı Eğitim Yayınları No: 1.
- Yoldemir, O., 1985. Suvarlı (Adıyaman) Yakın Dolayının Jeolojisi, Yapısal Durumu ve Petrol Olanakları: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 2113, 9s., Ankara.
- Yoldemir, O., 1987. Suvarlı-Haydarlı-Narlı-Gaziantep Arasında Kalan Alanın Jeolojisi, Yapısal Durumu ve Petrol Olanakları: TPAO Arama Grubu, Rapor No. 275, 60 s.
- Yücel, C., 2013. Trabzon-Giresun Arasındaki Tersiyer Volkanitlerinin Petrografisi, ^{40}Ar - ^{39}Ar Jeokronolojisi, Petrokimyası, Sr-Nd-Pb İzotop Jeokimyası ve Petrolojisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 465s, Trabzon.
- Yüzer, E., 1965. Batman Çayı Üzerinde Malabadi-Hüseyinkan Barajı Rezervuar Sahasının Jeolojik Etüdü, Doktora Tezi, s. 10-28. İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi, İstanbul.

Zindler, A., Hart, S., 1986. Chemical Geodynamics. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 14, 493–571.

Batman İli Yağış Verileri Endeksi Bilgisi. Erişim Tarihi: 21.10.2016
<http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=BATMAN>

Batman İli ve Bölgesel Deprem İstatistikleri Verileri. Erişim Tarihi: 27.02.2017
<http://www.deprem.gov.tr/tr/depremkatalogu>



EKLER

EK A. Literatürden derlenen analizler

EK B. Özgeçmiş



EK A. Analizler

Ek 1 Literatürden elde edilen (Kalkan, 2014) örneklere ait ana oksit (wt%), nadir toprak (ppm), iz element (ppm) ve CIPW (wt%) değerleri (kısaltmalar için bkz. simgeler ve kısaltmalar dizini)

Örnek No	OCN52	OCN53	OCN2	OCN3	OCN6	OCN16	OCN13	OCN20	OCN22
SiO ₂	48,90	45,76	48,90	46,37	46,94	48,55	48,18	48,14	47,08
TiO ₂	2,64	3,66	2,80	3,68	3,32	2,88	3,04	2,73	3,09
Al ₂ O ₃	17,49	15,21	16,83	14,62	15,45	16,20	16,29	16,44	17,07
Fe ₂ O ₃	11,55	14,48	11,82	13,31	13,11	11,94	12,33	11,73	13,02
FeO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MnO	0,19	0,24	0,20	0,20	0,22	0,20	0,20	0,19	0,21
MgO	1,66	2,50	1,80	3,46	2,28	1,86	1,94	1,93	1,58
CaO	7,79	9,15	7,99	8,57	8,91	8,47	8,27	9,06	8,13
Na ₂ O	5,08	4,17	5,33	4,26	5,18	5,29	5,34	5,20	4,33
K ₂ O	1,84	1,44	1,81	1,72	1,57	1,81	1,74	1,76	1,70
P ₂ O ₅	2,22	1,96	2,19	1,98	2,12	2,20	2,24	2,25	2,07
CIPW									
kuvars	0,14	0,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,24
ortoklas	10,95	8,64	10,74	10,36	9,37	10,77	10,34	10,47	10,23
albit	43,21	35,75	43,44	36,68	39,47	42,37	41,75	40,66	37,24
anortit	19,57	18,77	16,67	15,95	14,37	15,17	15,37	16,38	22,47
nefelin	0,00	0,00	0,95	0,00	2,55	1,41	1,94	1,92	0,00
Di wo	2,60	6,52	4,26	6,48	6,67	5,43	5,28	5,63	2,60
Di en	2,24	5,62	3,68	5,59	5,75	4,68	4,55	4,85	2,24
Hy en	1,94	0,72	0,00	2,56	0,00	0,00	0,00	0,00	1,78
Ol fo	0,00	0,00	0,59	0,46	0,00	0,00	0,23	0,00	0,00
magnetit	0,62	0,80	0,66	0,67	0,73	0,66	0,66	0,62	0,70
hematit	11,19	14,14	11,41	13,10	12,73	11,56	11,93	11,37	12,77
ilmenit	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
apatit	4,88	4,34	4,80	4,40	4,67	4,83	4,91	4,94	4,60
TOTAL	97,35	96,29	97,19	96,25	96,31	96,88	96,95	96,84	96,86
V	124	151	130	146	149	134	141	123	126
Co	26	36	27	39	30	29	29	25	26
Ni	280	270	260	240	250	220	280	230	250
Sr	395	678	403	377	412	419	412	417	363
Rb	31	21	33	28	31	31	31	30	27
Ba	431	370	468	351	321	437	400	404	559
Th	5	4	4	4	4	4	5	5	5
Ta	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Nb	18	20	18	19	17	17	18	18	20
Zr	260	265	262	266	248	250	258	251	265
Y	39,62	39,44	43,32	44,73	42,44	43,07	42,61	41,68	42,66
Hf	*	*	*	*	*	*	*	*	*
U	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Pb	7	13	7	8	7	7	8	7	8
Cr	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Sc	23	23	23	25	26	24	26	22	25
Ga	25	23	24	23	23	23	24	24	25
Cs	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Cu	29	28	32	25	27	27	28	31	28
Zn	98	118	97	119	100	95	99	95	106
As	4	10	3	5	9	4	7	5	5
Mo	1	3	1	*	2	2	2	2	1
Li	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Se	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Ek 1 Çizelge devam ediyor

Örnek No	OCN49	OCN23	OCN45	OCN47	OCN11	OCN56	OCN55	OCN40
SiO ₂	47,30	48,67	47,32	48,58	46,84	47,30	44,93	47,89
TiO ₂	3,08	2,93	3,38	2,77	3,62	3,46	2,59	3,17
Al ₂ O ₃	16,59	16,65	18,85	16,81	14,89	15,17	18,06	15,82
Fe ₂ O ₃	12,69	12,18	13,21	11,72	13,61	13,22	13,98	13,13
FeO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MnO	0,21	0,20	0,22	0,20	0,21	0,22	0,20	0,22
MgO	2,17	1,89	2,27	1,99	2,45	2,61	3,32	2,27
CaO	8,54	8,06	8,14	8,28	8,73	8,81	9,17	8,32
Na ₂ O	5,23	5,11	5,21	5,25	4,37	5,01	4,06	4,90
K ₂ O	1,56	1,76	1,59	1,72	1,67	1,63	1,68	1,61
P ₂ O ₅	2,07	2,25	2,05	2,28	2,22	2,30	0,70	2,17
CIPW								
kuvars	0,00	0,00	0,00	0,00	1,41	0,00	0,00	0,17
ortoklas	9,28	10,44	9,20	10,21	10,02	9,67	10,07	9,57
albit	39,38	43,32	37,89	42,77	37,45	39,63	26,39	41,62
anortit	17,25	17,31	22,80	17,26	16,28	14,10	26,40	16,47
nefelin	2,75	0,00	2,80	0,96	0,00	1,53	4,54	0,00
Di wo	5,49	3,99	2,06	4,41	6,03	6,76	6,50	5,10
Di en	4,73	3,44	1,78	3,80	5,20	5,83	5,60	4,40
Hy en	0,00	1,01	0,00	0,00	1,01	0,00	0,00	1,30
Ol fo	0,51	0,20	2,64	0,84	0,00	0,50	1,97	0,00
magnetit	0,69	0,66	0,70	0,66	0,70	0,72	0,66	0,72
hematit	12,29	11,76	12,44	11,31	13,32	12,76	13,71	12,70
ilmenit	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
apatit	4,54	4,93	4,38	5,00	4,91	5,03	1,55	4,76
TOTAL	96,91	97,06	96,70	97,22	96,33	96,53	97,38	96,82
Cl	*	*	*	*	*	*	*	*
S	*	*	*	*	*	*	*	*
V	149	130	167	131	145	158	108	142
Co	29	30	37	34	37	36	49	28
Ni	280	270	300	300	250	280	400	240
Sr	403	405	423	427	476	418	562	408
Rb	26	30	31	31	27	26	27	27
Ba	389	403	369	374	332	322	380	419
Th	3	5	4	5	*	4	5	3
Ta	*	*	*	*	*	*	*	*
Nb	18	18	19	18	19	19	19	17
Zr	262	259	260	257	264	251	310	259
Y	41,01	41,48	42,92	44,38	43,16	41,51	28,63	41,97
Hf	*	*	*	*	*	*	*	*
U	*	*	*	*	*	*	*	*
Pb	7	7	6	8	*	7	7	5
Cr	*	*	*	*	*	*	*	*
Sc	26	24	27	24	22	26	11	25
Ga	24	24	25	25	23	23	23	23
Cs	*	*	*	*	*	*	*	*
Cu	28	27	28	29	29	31	35	30
Zn	105	98	109	99	113	102	124	104
As	2	8	9	28	8	5	5	5
Mo	1	1	2	1	*	1	2	1
Li	*	*	*	*	*	*	*	*
Be	*	*	*	*	*	*	*	*
Se	*	*	*	*	*	*	*	*

Ek 1 Çizelge devam ediyor

Örnek No	OCN52	OCN53	OCN2	OCN3	OCN6	OCN16	OCN13	OCN20	OCN22
Ag	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Cd	*	*	*	*	*	*	*	*	*
In	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Tl	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Au	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ir	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Pd	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Pt	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Rh	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ru	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Sb	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Sn	*	*	*	*	*	*	*	*	*
La	28	28	24	27	23	28	34	21	26
Ce	58,27	58,09	64,05	64,51	62,37	63,63	61,92	60,89	62,93
Pr	8,42	8,35	9,85	10,19	9,62	9,77	9,68	9,31	9,43
Nd	37,44	36,48	44,2	45,65	42,98	43,84	43,27	41,57	42,28
Sm	8,86	8,78	10,49	10,51	9,86	10,17	9,92	9,73	9,88
Eu	3,54	3,53	4,15	4,20	4	4,08	3,99	3,92	3,99
Gd	10,44	10,54	11,93	12,12	11,41	11,66	11,4	11,37	11,37
Tb	1,45	1,48	1,66	1,69	1,60	1,62	1,60	1,57	1,59
Dy	8,30	8,37	9,21	9,31	8,88	9,02	8,78	8,91	9,04
Ho	1,60	1,66	1,74	1,83	1,74	1,75	1,70	1,74	1,73
Er	4,33	4,38	4,8	4,88	4,62	4,77	4,62	4,60	4,67
Tm	0,56	0,057	0,62	0,65	0,61	0,63	0,61	0,61	0,62
Yb	3,46	3,66	3,84	3,93	3,61	3,71	3,69	3,71	3,79
Lu	0,52	0,53	0,57	0,59	0,53	0,56	0,56	0,56	0,57

Örnek No	OCN49	OCN23	OCN45	OCN47	OCN11	OCN56	OCN55	OCN40
Ag	*	*	*	*	*	*	*	*
Cd	*	*	*	*	*	*	*	*
In	*	*	*	*	*	*	*	*
Tl	*	*	*	*	*	*	*	*
Au	*	*	*	*	*	*	*	*
Pd	*	*	*	*	*	*	*	*
Pt	*	*	*	*	*	*	*	*
Rh	*	*	*	*	*	*	*	*
Ru	*	*	*	*	*	*	*	*
Sb	*	*	*	*	*	*	*	*
Sn	*	*	*	*	*	*	*	*
La	28	28	31	29	25	28	21	28
Ce	59,31	62,19	61,26	65,16	63,60	61,29	51,21	61,23
Pr	8,75	9,32	9,28	9,75	9,88	8,88	6,69	9,21
Nd	39,09	41,57	41,35	43,36	44,12	39,85	26,52	40,95
Sm	9,13	9,74	9,64	10,10	10,31	9,40	5,75	9,50
Eu	3,68	3,94	3,83	4,02	4,06	3,72	1,76	3,84
Gd	10,93	11,29	11,28	11,77	11,86	11,24	6,44	11,05
Tb	1,54	1,56	1,59	1,65	1,67	1,57	0,92	1,53
Dy	8,59	8,80	9	9,22	9,15	8,91	5,46	8,69
Ho	1,66	1,69	1,77	1,81	1,76	1,72	1,10	1,67
Er	4,49	4,62	4,70	4,81	4,82	4,60	3,23	4,51
Tm	0,61	0,60	0,63	0,66	0,63	0,60	0,47	0,61
Yb	3,69	3,65	3,79	3,96	3,86	3,73	3,06	3,65
Lu	0,55	0,54	0,57	0,57	0,58	0,54	0,49	0,54

Ek 1 devamı literatür örnekleri alınan lokasyon koordinatları

	Örnek No	Enlem	Boylam		Örnek No	Enlem	Boylam
1	OCN52	697867	4199457	11	OCN23	700991	4196732
2	OCN53	697857	4199630	12	OCN45	704676	4192735
3	OCN2	695860	4201658	13	OCN47	704361	4193011
4	OCN3	693610	4204749	14	OCN11	695405	4202807
5	OCN6	694421	4203231	15	OCN56	714287	4184896
6	OCN16	699951	4196148	16	OCN55	695836	4200474
7	OCN13	699594	4196340	17	OCN40	704840	4192296
8	OCN20	702397	4195037	18			
9	OCN22	700695	4196133	19			
10	OCN49	705507	4192544	20			

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Süleyman POLAT

Doğum Yeri ve Yılı : Bursa, 1982

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : polat69@gmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Orhangazi Çok Programlı Lisesi, 2000

Lisans : SDÜ, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği

Yüksek Lisans : SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği

Mesleki Deneyim

Batman Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi 2010-...(halen)

Yayınları

Bilgin, A., Yüçetürk, G., Arslan, S., Bilgin, N., Polat, S., 2012, The Effects of Mineralogical and Petrographical Features of the Lake District Rocks (Isparta, Turkey) on the Quality of Artificial Marbles. IC-CMPT 2nd International Conference on Competitive Materials and Technology Processes, 08-12 October, 2012, Hungary.

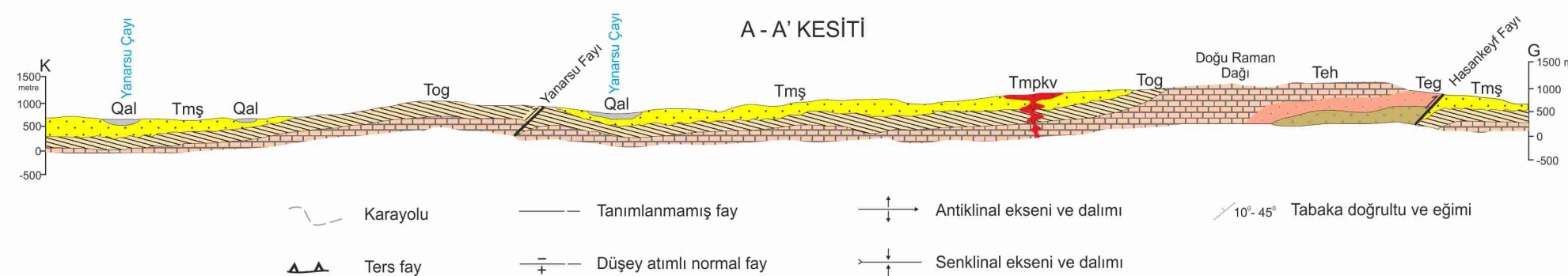
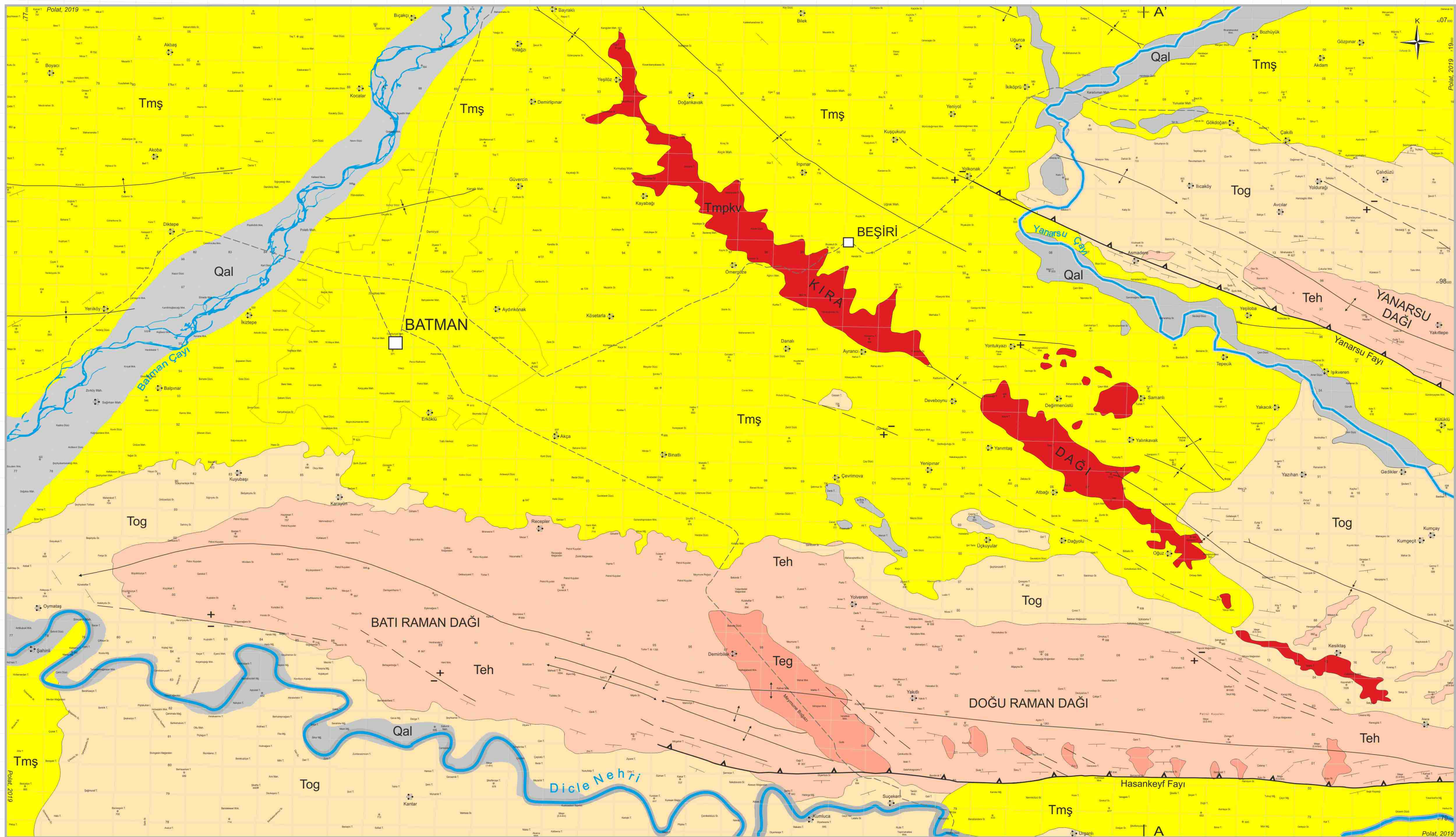
Polat, S., Fidan, Ş., Oktay, O., 2017. Prediction of the Thermal Conductivity of Lightweight Building Materials Utilizing Back-Propagation Neural Network Method. International Conference on Advances and Innovations in Engineering (ICAIE) Page 994-998. Firat University Engineering Faculty / Elazığ 10-12th May 2017

Çoban, H., Polat, S., Kumral, M., Kadioğlu, Y. K., 2017. Geochemistry of Plio-Quaternary Alkali Basalts from Kozdağ (Muş) District, Bitlis Zagros Suture (BZS) Zone, SE Anatolia, Turkey. Insights in Analytical Electrochemistry, 3:2 DOI: 10.21767/2470-9867-C1-003 August 28-30, 2017 Brussels, Belgium

- Polat, S., Çoban, H., Caran, Ş., 2018. Güneydoğu Anadolu'nun Volkanik Geçmişinin Neojen Yaşlı İki Tanığının Jeolojik ve Petrolojik Özellikleri: Kırda Dağı ve Karacadağ, S. 1067-1070. 1st International Engineering And Technology Symposium (1st IETS) 03-05 May, 2018, Batman University/Turkey
- Çoban, H., Kumral, M., Baran, H. A., Polat, S., Kalkan, Ö. A., 2018. Doğu Anadolu, Bitlis Masifinde Yüzeylenen Kızılağaç (Muş) Metagranitinin Jeokimyası, S. 1071-1074. 1st International Engineering And Technology Symposium (1st IETS) 03-05 May, 2018, Batman University/Turkey
- Çoban, H., Kalkan, Ö. A., Polat, S., Dedeoğlu, D., Kumral, M., Kadioğlu, Y. K., Sağdıç, C., 2018. Söke (Aydın) Yöresinde (Batı Anadolu, Türkiye), Ekstansiyon ilişkili Orta-Üst Miyosen Hisartepe Andezitlerinin Jenezinde Karışmış Magmalar ve Kabuksal Asimilantlar için Dokusal Kanıtlar S. 1067-1070. 1st International Engineering And Technology Symposium (1st IETS) 03-05 May, 2018, Batman University/Turkey
- Polat, S., Çoban, H., 2012. Trace Element and Isotopic Evidence for Subduction Recycling of Sediments in the Genesis of Western Anatolia Orogenic Potassic Magmas: A Case Study from Isparta Angle. IESCA-2012, 1-5 October, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Fidan, Ş., Polat, S., Oktay, O., 2016. Artificial Neural Network Approach for the Prediction of Thermal Insulation Properties of Lightweight Building Materials for Energy Efficient Buildings. International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP'16) P. 334-337.
- Sevim, D., Fidan, Ş., Polat, S., Oktay, O., 2017. Experimental and Artificial Neural Network Based Studies on Thermal Conductivity of Lightweight Building Materials. European Journal of Technic (EJT) Vol 7, Number 1, 2017, Page 33-41
- Fidan, Ş., Polat, S., Oktay, O., 2015. Enerji Verimli Binalar İçin Mekanik Özellikleri Belli Olan Hafif Yapı Malzemelerinin Isıl Yalıtım Özelliklerinin Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Belirlenmesi. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi 3. Anadolu Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı S. 352-36, 11-3 Ekim 2015, Muğla.
- Polat, S., Öztürk, S., Çoban, H. 2015. Alternatif Enerji Kaynaklarına Jeolojik Bir Yaklaşım: Şeyl Gazı Üretim Potansiyeli Batman Örneği. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Doğu Anadolu Jeoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 7-11 Eylül 2015, Van.
- Eren, Y., Nalbantçılar, M.T., Beyaz, T., Dinç, S., Ünal, M., Arslan, Ş., Polat, S. 2012. Esentepe (Gültepe/Batman) Çukurunun Oluşum Mekanizması. Batman Üniversitesi Uluslararası Katılımlı Bilim ve Kültür Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 18-20 Nisan 2012, Batman

- Bilgin, A., Arslan, S., Şenay, Y., Polat, S. 2012. Hasankeyf ve Yöresindeki Kayaçlardaki Ayrışma ve Bu Ayrışmanın Yerleşim Alanına Olan Etkisi. Batman Üniversitesi Uluslararası Katılımlı Bilim ve Kültür Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 18-20 Nisan 2012, Batman.
- Bilgin,A., Polat, S., Bilgin, N., Arslan, S. 2012. Erciş Obsidyenleri'nin Mineralojik-Petrografik, Jeokimyasal Özellikleri Ve Süs Taşı Olarak Değerlendirilmesi Üzerinde Ön Çalışma. Iğdır Üniversitesi I. Uluslararası Iğdır Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 19-20 Nisan 2012, Iğdır.
- Bilgin, A., Arslan, S., Şenay, Y., Polat, S., 2012, Türkiye'de Nasıl Bir Mühendislik Eğitimi Uygulanmalı? Eğitim Odağında Artvin Sempozyumu, 31 Mayıs-2 Haziran, 2012, Artvin.
- Polat, S., Çoban, H., 2012. Isparta Dereboğazı Yöresindeki Ofiyolitlere Ait Mesozoyik Sedimanları İle Tersiyer Sedimanlarının İz Element Jeokimyalarının İncelenmesi. Uluslararası katılımlı 5. Jeokimya Sempozyumu, Pamukkale Üniversitesi,23-25 Mayıs 2012, Denizli.
- Bilgin, A., Suçin, H., Polat, S., 2012, Türkiye’de Nasıl Bir Üniversite Öğretimi Olmalı, Geleceğin Mühendislik Eğitiminde Endüstri ile İşbirliği Sempozyumu, Süleyman Demirel Üniversitesi, MEEIS 1-2 Kasım 2012, Isparta.

KIRA DAĞI (BATMAN) YÖRESİ JEOLojİ HARİTASI VE JEOLojİK EN KESİTİ



AÇIKLAMALAR

Ölçek: 1/25 000

1cm = 250m.

Qal		Alüvyon (Kuvaterner) Tutturulmamış akarsu kıvrımları	Teh		Hoya Formasyonu (Eosen) Kireçtaşı, dolomit, dolomitik kireçtaşı
Tmpkv		Kıra Dağı Volkanikleri (Üst Miyosen-Erken Pliyosen) Tefrit, fonofrit ve bazalt	Teg		Gercüş Formasyonu (Eosen) Marn, kumtaşı, kilitaşı ve konglomera
Tmş		Şelmo Formasyonu (Miyosen) Konglomera, kumtaşı, şeyl, silttaşı, kilitaşı	Pg		Germav Formasyonu (Paleosen) Marn, şeyl, kumtaşı ve kilitaşı
Tog		Germik Formasyonu (Oligosen) Jips, şeyl, kireçtaşı, evaporitli sedimanter kayalar	Bölgeyi kapsayan 1/25 000 ölçekli topografik haritalar ve MTA 2007 Mardin M46 Paftası 1/100 000 ölçekli jeoloji haritası verilerinden faydalanılarak hazırlanmıştır.		