T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

KARAPINAR – EREĞLİ (KONYA) ARASINDAKİ KARACADAĞ VOLKANI VE ÇEVRESİNİN VOLKANOSTRATİGRAFİSİ, JEOKİMYASI VE PETROLOJİSİ

Fatma ŞİŞMAN TÜKEL

DANIŞMAN
Prof. Dr. Mehmet KESKİN

II. DANIŞMAN
Prof. Dr. Ercan ALDANMAZ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Jeoloji Mühendisliği Programı

İSTANBUL-2020

Bu çalışma, Tarih girmek için burayı tıklatın. tarihinde aşağıdaki jüri tarafından ....., ...nda ..... olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Unvan Adı SOYADI(Danışman)
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Fakülte

Unvan Adı SOYADI
Üniversite
Fakülte

Unvan Adı SOYADI
Üniversite
Fakülte

Unvan Adı SOYADI
Üniversite
Fakülte

Unvan Adı SOYADI
Üniversite
Fakülte

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa'nın abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Bu tez, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 53371 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

Tanıdığım en güçlü kadın olan annem Hülya ve

güçlü bir kadın olacağına inandığım kızım Zeynep Aybike'ye…

ÖNSÖZ

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında "Karapınar-Ereğli (Konya) Arasındaki Karacadağ Volkanı ve Çevresinin Volkanostraigrafisi, Jeokimyası ve Petrolojisi" konulu doktora tezi olarak hazırlanmıştır.

Doktora çalışmalarım boyunca her türlüğü desteği sağlayan, tüm sorularıma cevap veren, yol gösteren, bilgisini her zaman paylaşmaya hazır olan ve kendisinden çok şey öğrendiğim doktora tez danışmanım Prof. Dr. Mehmet Keskin'e teşekkür ederim. Aynı zamanda lisans ve yüksek lisans danışmanım da olan ve bu mesleği bu kadar sevmemi, benimsememi sağlayan doktora ikinci tez danışmanım Prof. Dr. Ercan Aldanmaz'a teşekkür ederim.

Tez izleme jürimde yer alan değerli hocalarım Prof. Dr. Timur Ustaömer ve Prof. Dr. Can Genç'e de her türlü destekleri ve yönlendirmeleri için teşekkür ederim.

Mineraloji – Petrografi Anabilim Dalı'nın değerli hocalarından Doç. Dr. Namık Aysal'a vermiş olduğu destek, her türlü sorum için bıkmadan verdiği cevaplar, önerileri ve hem yol gösterici abilik hem de yol gösterici hocalık yaptığı için teşekkürü bir borç bilirim.

İUC- Jeokronoloji ve Jeokimya Laboratuvarında birlikte çalıştığım arkadaşlarım, Jeoloji Yüksek Mühendisi Fulya Uzun'a, Dr. Gönenç Göçmengil'e ve Astronom Ersin Kaygısız'a dostlukları ve kardeşlikleri için teşekkür ederim. Doktoramın ilk yılını birlikte geçirdiğim Kocaeli Üniversitesi'nden sevgili arkadaşlarım, Dr. Ayda Doğrul Demiray'a, Jeoloji Yüksek Mühendisi Özlem Yıldız Yüksekol'a, Arş. Gör. Emir Altıntaş'a ve Yüksek Jeoloji Mühendisi Mutlu Özkan'a destekleri, sohbetleri, kahkaları ve çikolataları için teşekkür ederim. Doktora çalışmalarım boyunca sohbetleriyle, destekleriyle varlıklarını her daim hissettiğim arkadaşlarım; Arş. Gör. Dr. Candan Alptekin Bilen'e, Arş Gör. Merve Menteş İşcen'e, Arş. Gör. Elif Apaydın Poşluk'a, Arş. Gör. Dr. Zeynep Cansu'ya teşekkür ederim. Sevgili hocam, Prof. Dr. Gülsüm Yılmaz'a yol göstericiliği, motive etmesi ve ablalığı için teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarımın ilk senesinde köyünden geçtiğim her sabah, bize bahçesinden domates, salatalık ve biber veren Ali Amca'ya, ikinci senemde karşılaştığım, "Ben sana nerelerden gitmen gerektiğini gösteririm kızım" diyen ve aynı yayladan yola çıkarak Karacadağ'ın GB sırtlarını dolaştığım, üç gün boyunca bizi orada bekleyen, akşam yemeklerini bizimle paylaşan Çoban Ahmet Amca'ya çok teşekkür ederim. Ayrıca iki arazi sezonu boyunca yardımlarını esirgemeyen köy muhtarlarına ve sakinlerine de teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca maddi manevi yanımda olan değerli aileme, annem Hülya Şişman'a, babam Mustafa Oktay Şişman'a kardeşlerim Emine Akkaya'ya, Mert Kaan Şişman'a ve Utku Sena Şişman'a ve verdikleri umut ve enerji için canım yeğenlerim Alptekin Akkaya'ya ve Doğa Hülya Şişman'a teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak iyi ki varlar dediğim; doktora çalışmalarım süresince benimle araziye dahi çıkan, her koşulda sevgisini, desteğini hissettiğim çok sevgili eşim Mert'e ve verdiği umut ve enerji için canım kızım Zeynep Aybike'ye şükranlarımı sunarım.

Ekim 2020 Fatma ŞİŞMAN TÜKEL

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ ..... **iv**
İÇİNDEKİLER ..... **v**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **ix**
TABLO LİSTESİ ..... **xxv**
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ ..... **xxvi**
ÖZET ..... **xxvii**
SUMMARY ..... **xxix**
1. GİRİŞ **1**
2. GENEL KISIMLAR **4**
2.1. ÇALIŞMANIN AMACI 4
2.2. ÇALIŞMA ALANININ TANITIMI 5
2.2.1. Çalışma Alanının Konumu 5
2.2.2. Ulaşım 5
2.2.3. Morfoloji 5
2.2.4. Tarım ve Hayvancılık 6
2.2.5. İklim ve Bitki Örtüsü 7
2.2.6. Yerleşim Yerleri 7
2.3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 7
3. MALZEME VE YÖNTEM **10**
3.1. ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ 10
3.1.1. Saha Çalışmaları 10
3.1.2. Laboratuvar Çalışmaları 10
3.1.2.1. Petrografik İnce Kesit Çalışmaları *10*
3.1.2.2. Jeokimyasal analiz çalışmaları *11*
3.1.2.3. İzotop analiz çalışmaları *12*
3.1.3. Büro Çalışmaları 15
4. BULGULAR **16**
4.1. VOLKANOSTRATİGRAFİ 16
4.1.1. Oymalı Volkanitleri 23
4.1.1.1. Oymalı Volkanitleri Lav 1 (OV-L1) *24*

4.1.1.2. Oymalı Volkanitleri Lav 2 (OV-L2) *26*
4.1.1.3. Oymalı Volkanitleri Lav 3 (OV-L3) *28*
4.1.1.4. Oymalı volkanitleri Lav 4 (OV-L4) *29*
4.1.1.5. Oymalı Volkanitleri Lav 5 (OV-L5) *34*
4.1.2. Yeşilyurt Volkanitleri 38
4.1.2.1. Yeşilyurt Volkanitleri Lav 1 (YV-L1) *40*
4.1.2.2. Yeşilyurt Volkanitleri Lav 2 (YV-L2) *42*
4.1.2.3. Yeşilyurt Volkanitleri Lav 3 (YV-L3) *45*
4.1.2.4. Yeşilyurt Volkanitlerinin Piroklastikleri (PY) *48*
4.1.2.5.Yeşilyurt Volkanitleri Lav 4 (YV-L4) *50*
4.1.2.6. Yeşilyurt Volkanitleri Lav 5a (YV-L5a) *52*
4.1.2.7. Yeşilyurt Volkanitleri Lav 5b (YV-L5b) *56*
4.1.2.8. Yeşilyurt Volkanitleri Lav 6 (YV-L6) *57*
4.1.2.9. Yeşilyurt Volkanitleri Riyolitik Dom (YV-RD) *58*
4.1.3. Beyören volkanitleri 59
4.1.3.1. Beyören Volkanitleri Lav 1 (BV-L1) *61*
4.1.3.2. Beyören Volkanitleri Lav 2a (BV-L2a) *63*
4.1.3.3. Beyören Volkanitleri Lav 2b (BV-L2b) *64*
4.1.3.4. Beyören Volkanitleri Lav 3 (BV-L3) *66*
4.1.3.5. Beyören Volkanitleri Lav 4 (BV-L4) *66*
4.1.3.6. Beyören Volkanitleri Lav 5 (BV-L5) *68*
4.1.3.7. Beyören Volkanitleri Lav 6 (BV-L6) *70*
4.1.3.8. Beyören Volkanitleri Lav 7 (BV-L7) *72*
4.1.3.9. Beyören Volkanitleri Lav 8 (BV-L8) *73*
4.1.3.10. Beyören Volkanitleri Lav 9 (BV-L9) *75*
4.1.3.11. Beyören Volkanitleri Lav 10 (BV-L10) *76*
4.1.4. Meke Volkanitleri 76
4.1.4.1. Meke Volkanitleri Piroklastik Yağış Birimleri (MV – PY) *82*
4.1.4.2. Meke Volkanitleri Base-Surge (MV – BS) *84*
4.1.4.3. Meke Volkanitleri Acıgöl Peperiti (MV – AP) *87*
4.1.4.4. Meke Volkanitleri Meke Andeziti (MV – MA) *88*
4.1.4.5. Meke Volkanitleri Meke Bazaltı (MV – MB) *92*
4.1.5. Kutören Volkanitleri 94
4.1.5.1. Kutören Volkanitleri Kutören Bazaltik Skorya Koniler (KV – SK) *95*

4.1.5.2. Kutören Volkanitleri Kutören Bazaltı (KV – KB) *97*
4.1.6. Kesmez Formasyonu 99
4.1.7. Alüvyon (Qa) ve Yamaç Molozu (Qym) 99
4.2. YAPISAL JEOLOJİ 100
4.3. PETROGRAFİ 104
4.3.1. Oymalı Volkanitleri 104
4.3.1.2. Oymalı Volkanitleri Lav Birimlerinde Bulunan Anklavların Petrografisi *119*
4.3.2. Yeşilyurt Volkanitleri 121
4.3.2.1. Yeşilyurt Volkanitleri Lav Birimlerinde Bulunan Anklavların Petrografisi *139*
4.3.2.2. Piroksenitin Petrografik Özellikleri *140*
4.3.3. Beyören Volkanitleri 143
4.3.4. Meke Volkanitleri 156
4.3.5. Kutören Volkanitleri 163
4.4. JEOKİMYA 168
4.4.1. Jeokimyasal Sınıflama 169
4.4.2. Tektonik Ortam Sınıflama Diyagramları 174
4.4.3.Karacadağ Volkanitlerinin Ana Oksit Ayrımlaşma Trendleri 176
4.4.3.1.Karacadağ Lavlarına Ait Bazaltların MgO'ye karşı ana oksit ayrımlaşma trendleri *181*
4.4.4.Karacadağ Volkanitlerinin İz Element Ayrımlaşma Trendleri 183
4.4.4.1. Karacadağ Lavlarına Ait Bazaltların MgO'ye karşı iz element ayrımlaşma trendleri *192*
4.4.5. Karacadağ Volkanitlerinin Çoklu Element Paternleri 194
4.4.6. Karacadağ Volkanitlerinin Nadir Toprak Element Paternleri 195
4.4.7. Piroksenit Jeokimyası 199
4.4.8. Karacadağ Volkanitlerinin Nd – Sr İzotop Jeokimyası 202
4.5. KOMPOZİT JEOKİMYASAL STRATİGRAFİ 206
5. TARTIŞMA VE SONUÇ 214
5.1. KVK LAVLARINI OLUŞTURAN MANTO KAYNAK ALANI 215
5.1.1. Ana Oksitler Kullanılarak Kaynak Alan İncelenmesi 215
5.1.3. Sr-Nd İzotop Sistemleri Kullanılarak Kaynak Alan İncelenmesi 225
5.1.5. Kısmi Ergime 229
5.2. KVK LAVLARININ MAGMA ODASI PROSESLERİ 235

5.2.1. Fraksiyonel Kristallenme (FC) ve magma karışımı (mixing – replenishment) Süreçleri ve Petrolojik Modellenmesi 235
5.2.2. Kabuksal Kirlenme Süreçlerinin Modellenmesi 245
5.3. KVK LAVLARININ MAGMA POMPALAMA SİSTEMLERİ 250
5.4. JEODİNAMİK EVRİM 255
5.5. SONUÇLAR 262
KAYNAKLAR 264
EKLER 271
EK-1 Çalışma alanının jeoloji haritası ve Jeolojik enine kesit. 271
EK-2 Jeolojik enine kesit ve kompozit ölçekli volkanostratigrafik kesit. 271
EK-3 KVK örnek haritası. 272
EK-4 KVK Jeokimyası yapılan örneklerin haritası. 273
EK-5: KVK lavlarına ait volkanik kayaç birimlerinin ana oksit ve CIPW Norm analiz sonuçları. 274
EK.6: KVK lavlarına ait volkanik kayaç birimlerinin iz element ve nadir toprak (NTE) analiz sonuçları. 284
EK.7: KVK lavları içerisinde bulunan piroksenit örneğinin ana oksit ve iz element ve analiz sonuçları. 294
ÖZGEÇMİŞ 295

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Orta Anadolu Volkanik Provensi ve çevresini gösteren jeoloji haritası (Genç ve Yürür (2010)'dan değiştirilerek alınmıştır).(AMM: Akdağmadeni Masifi, KM: Kırşehir Masifi, CAF: Orta Anadolu Fayı, CVP: Kapadokya Volkanik Provensi, DF: Derinkuyu Fayı, NM: Niğde Masifi, SSB: Sultansazlığı Havzası, TGB: Tuz Gölü Havzası, TGF: Tuz Gölü Fayı, UB: Ulukışla Havzası.).....2

Şekil 2.1: Çalışma alanını gösteren yer bulduru haritası (Türkiye haritası b: Konya ili c: Karacadağ' ı gösteren Google Earth görüntüsü; 08 Temmuz 2018 tarihinde alınmıştır). 6

Şekil 3.1: (a) İz element ve NTE analizleri için örneklerin ergitildiği kül fırın, (b) örneklerin 50 ml %5'lik HNO3 çözeltisi içerisinde çözdürüldüğü manyetik ısıtıcılı tabla, (c) analiz için hazırlanan örneklerin çözeltileri. 12

Şekil 4.1: Çalışma alanının tez çalışmaları kapsamında üretilen jeoloji haritası. 17

Şekil 4.2. Çalışma alanında ayırtlanan lavların volkanostratigrafik konumlarını gösteren blok diyagram (Birim açıklamaları, Şekil 4.1'de verilmiştir). 18

Şekil 4.3: Karacadağ Volkanına ait ölçekli kompozit volkano-stratigrafik kesit. 19

Şekil 4.4: (a) Karacadağ Volkanik Kompleksi'nin panaromik görünümü. Bakış yönü: KB'dan GD'ya. (b -1,2,3,4)Karacadağ volkanına ait kısmen aşınmış krater şeklindeki çıkış merkezlerini gösteren Google Earth görüntüleri. 21

Şekil 4.5: Karacadağ Volkanik Kompleksi'ni oluşturan dördüncü ve beşinci volkanik serilerinin çıkış merkezlerini gösteren Google Earth görüntüleri. (a) KVK'nın GB kısmını oluşturan Meke volkanitlerinin çıkış merkezleri; (b) KVK'nın KD kısmını oluşturan Kutören volkanitlerinin çıkış merkezleri. 22

Şekil 4.6: Oymalı volkanitlerine ait lav düzeylerini gösteren ölçekli volkanostratigrafik kesit (OV-L1, OV-L2 ve OV-L4 birimi içerisinde gösterilen daireler, bu birimler içerisinde bulunan granodiyorit bileşiminde anklavları simgelemek için kullanılmıştır. Açıklama metin içerisinde verilmiştir). 23

Şekil 4.7: Oymalı volkanitlerine ait lavları gösteren enine kesit (Kesit Akören KD'den Oymalı Köyü KD'ye doğru alınmıştır). 24

Şekil 4.8: Oymalı Köyü GB'ında yüzeylenen Oymalı volkanitlerine ait OV-L1 seviyesinde gelişen çatlak sistemleri (Bakış Yönü: D'den B'ye; K37º45'27.74" D33º49'2.17"). 25

Şekil 4.9: (a) Oymalı volkanitlerine ait OV-L1 ve OV-L5 arasındaki dokanak, (b) OV-L1, (c) OV-L1 ve OV-L5 arasındaki dokanağın yakından görünümü (Oymalı Köyü KB'si; Bakış Yönü: D'den B'ye; K37º45'43.29" D33º49'38.38"). 25

Şekil 4.10: Kepçe Tepe (Akören KB'si) eteklerinde yüzeylenen Oymalı volkanitlerine ait OV-L1 seviyesi (Bakış Yönü: KB'den KD'ye; K37º41'34.48" D33º46'3.º8"). 26

Şekil 4.11: Kepçe Tepe doğusunda yüzeylenen Oymalı volkanitlerine ait OV-L2 seviyesi (Bakış yönü: Yaklaşık D'den B'ye; K37º42'2.16" D33º48'13.2"). 27

Şekil 4.12: Karacadağ GB eteklerinde yüzeylenen Oymalı volkanitlerine ait OV-L2 ve OV-L4 arasındaki dokanak ilişkisi (Bakış yönü: KD'den GD'ye; K37º41'45.56" D33º42'56.31"). 28

Şekil 4.13: Karacadağ KD eteklerinde yüzeylenen Oymalı volkanitlerine ait OV-L3 andezitik lav akışı (Bakış yönü: GD'den KD'ye; K37º49'45.76" D33º53'39.39")).....29

Şekil 4.14: (a)Oymalı volkanitlerine ait OV-L4 birimi ve altında yer alan moloz akış (debris flow) ürünü kötü boylanmalı bloklu düzeyin arazideki görünümü (b) Söz konusu bloklu düzeyin yakından görünümü (Bakış yönü: KB'den KD'ye; K37º41'24.45" D33º43'55.83"). 30

Şekil 4.15: Dört Sivriler Tepesi zirvesinde gözlenen Oymalı volkanitlerine ait OV- L4 andezitik lavı. (Bakış yönü: KD'den GB'ye; K37º43'46.23" D33º42'56.54"). 31

Şekil 4.16: Oymalı volkanitlerine ait OV-L1 ve OV-L4 arasındaki sınır. (Acıgöl Maarı KD'si; Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º43'42.24" D33º42'29.º3"). 31

Şekil 4.17: (a) Oymalı volkanitlerine ait OV-L4'ü keserek yerleşmiş olan dayk: fotoğrafta kırmızı renkle işaretlenmiş iki karenin arasında kırmızı kesikli çizgi ile çevrelenmiş yerde yer almaktadır. (Eski Akören KB'sı; Bakış yönü: KB'den KD'ye; K37º44'15.74" D33º48"), (b) OV-L4 ile altındaki piroklastik düzey arasındaki sınır, (c) Oymalı andezitleri'ne ait OV-L4 ve Yeşilyurt volkanitleri'ne ait YV-L3 arasındaki dokanak.....32

Şekil 4.18: (a) Oymalı volkanitlerine ait OV-L2 – OV-L4 arasındaki dokanak. Karacadağ GB etekleri. (b) OV-L2'nin yakından görünümü (Bakış yönü: GD'den KD'ye; K37041'38.82" D33042'57.87"). (c) Lav 4'ün arazide yakından görünümü (Bakış yönü: KD'den KB'ye; K37041'54 33

Şekil 4.19: Oymalı volkanitlerine ait Ov-L5 ve altında yer alan piroklastik istif içerisinde yapılan yer altı yerleşimi girişinden bir görüntü (Oymalı KD'si; Bakış yönü: KD'den GB'ye; K37º45'1.49" D33º48'34.39"). 34

Şekil 4.20: Oymalı volkanitlerine ait OV-L5 düzeyi ve altında yer alan piroklastik istifin tabanını oluşturan matriks destekli aglomera (Oymalı KD'si; Bakış yönü: KB'den GB'ye; K37º45'14.6" D33º48'2.91"). 35

Şekil 4.21: (a) Oymalı volkanitlerine ait OV-L5 düzeyi ve altında yer alan ince taneli piroklastik istif. (b) Kırıntılı volkanik malzeme (Bakış yönü: GB'den KB'ye; K37º45'8.61" D33º48'29.27"). 35

Şekil 4.22: Piroklastik istif üzerine gelen andezitik OV-L5 düzeyi (Oymalı D'si; Bakış yönü: GB'den KB'ye; K37º44'51.69" D33º48'2.7"). 36

Şekil 4.23: Oymalı Köyü etrafındaki piroklastik istif üzerine gelen andezitik OV-L5'in sınırı (Bakış yönü: K'den G'ye; K37º44'59.43" D33º48'25.16"). 36

Şekil 4.24: Oymalı Köyü KD'sinde gözlenen OV-L1 – OV-L5'in sınırı (Bakış yönü: GB'den KB'ye; K37º45'35.39" D33º49'28.42"). 37

Şekil 4.25: Oymalı Köyü KB'sinde gözlenen Oymalı volkanitlerine ait OV-L5 ile Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L6'nın dokanağı (Bakış yönü: GB'den KB'ye; K37º45'19.92" D33º48'13.8"). 38

Şekil 4.26: Yeşilyurt volkanitlerine ait lav düzeylerini gösteren ölçeklendirilmiş volkanostratigrafik kesit. 39

Şekil 4.27: Yeşilyurt volkanitlerine ait lav düzeylerini gösteren enine kesit (Kesit Seki Kale Tepe GB' sinden, Öbektaş Köyü KD'sine uzanan bir doğrultuda alınmıştır). 39

Şekil 4.28: Yeşilyurt volkanitlerine ait lav düzeylerini gösteren enine kesit (Kesit 3. krater içerisinde GB'den KD'ye doğru alınmıştır). 40

Şekil 4.29: Seki Kale Tepe K'in de gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait Lav 1 birimi (Bakış yönü: GB'den KB'ye; K37º43'38.64" D33º44'5.46"). 41

Şekil 4.30: Kurşuncu Kale Tepe G'sinde gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait Lav 1 düzeyi (Bakış yönü: KB'den KD'ye; K37º44'6.34" D33º46'18.30"). 41

Şekil 4.31: Oymalı Köyü KB'sinde gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L1 düzeyi ile Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L5a düzeyinin dokanağı (Bakış yönü: 2.kratere doğru yaklaşık D'den B'ye; K37º43'36.44" D33º45'49.76"). 42

Şekil 4.32: Öbektaş Köyü doğusunda gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait andezitik YV-L2 düzeyi (Bakış yönü: KD'den GB'ye; K37º48'55.26" D33º46'2.3"). 43

Şekil 4.33: Öbektaş Köyü doğusunda gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait andezitik YV-L2 içerisinde gözlenen granodiyorit bileşimli anklav. 43

Şekil 4.34: Öbektaş Köyü KD'sinde gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L2 içerisinde gelişen soğuma çatlakları (Bakış yönü: KB'den KD'ye; K37º48'42.14" D33º45'59.76"). 44

Şekil 4.35: Eski bir taş ocağında gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L2 düzeyi (Bakış yönü: yaklaşık K'den G'ye; K37º48'15.89" D33º45'42.19"). Yataya yakın akma makaslama zonları dikkati çekmektedir. 44

Şekil 4.36: Kurşuncukale Tepe'nin GB eteklerinde gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L3 düzeyi (Bakış yönü: KB'den KD'ye; K37º45'15.76" D33º47'56.23"). 45

Şekil 4.37: Yeşilyurt KD'sinde bulunan Kurşuncukale Tepede gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L3 düzeyi (Bakış yönü: KB'den KD'ye; K37º46'48.57" D33º44'37.7"). 46

Şekil 4.38: Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L3, YV-L4 ve YV-L5a lavları arasındaki stratigrafik ilişkiyi gösteren ölçeksiz jeolojik kesit. 46

Şekil 4.39: Hacı Mahmut Yaylası KD'sinde gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L3, YV-L4, YV-L5a ve YV-L5b düzeyleri arasında gözlenen dokanak ilişkileri (Bakış yönü: KB'den KD'ye; K37º46'12.40" D33º45'43.86").....47

Şekil 4.40: Yeşilyurt KD'sinde gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L3 ve YV-L4 düzeyleri arasında gözlenen dokanak ilişkileri (Bakış yönü: yaklaşık D'den B'ye; K37º45'15.76" D33º47'56.23"). 47

Şekil 4.41: Karacadağ içerisinde bulunan 2. Krater içerisinde gözlenen birimler (a) bloklardan oluşan volkanik moloz çığı çökelleri, (b) Piroklastik akma ürünleri, (c) Blok parçalarında gözlenen küresel ayrışma, (d) matriks destekli moloz çığı çökelleri. 48

Şekil 4.42: (a) YV-L5a lav düzeyi ile lahar çökelleri arasındaki dokanak (Bakış yönü: GB'den KB'ye; K37º44º3.45" D35º45'35.68"), (b) Lahar çökelleri içerisinde gözlenen bloklar. 49

Şekil 4.43: YV-L5a lav düzeyi ile piroklastik akma çökelleri arasında gözlenen dokanak (Bakış yönü: GB'den KB'ye; K37º43'57.12" D33º45'47.66"). 49

Şekil 4.44: Kurşuncu Kale batısında gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L4 düzeyi (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º45'2.59" D33º45'55.95"). 50

Şekil 4.45: Ovacık Yayla batısında gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L4 ile YV-L3 arasında gözlenen pişme zonu (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º47'57.97" D33º45'48.57"). 51

Şekil 4.46: Eski Kesmez KD'sinde gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L1 ve YV-L4 arasında gözlenen uyumsuz dokanak ilişkisi (Bakış yönü: Yaklaşık G'den K'ye; K37º43'53.0" D33º44'57.52"). 51

Şekil 4.47: Ovacık Yayla batısında gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L4 ve YV-L5a arasında gözlenen uyumlu dokanak ilişkisi (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º46'0.71" D33º45'39.91"). 52

Şekil 4.48: Yeşilyurt KD'sinde gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait Lav 5a birimi (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º46'39.33" D33º45'38.65").....53

Şekil 4.49: 3. Kratere doğru KB'den GD'ye doğru bir bakış ve kraterin KB'sinde gözlenen istifin konumunu gösteren enine kesit. İstif, kraterin KB yamacını oluşturmaktadır. Enine kesit kraterin sağında A-A' ile gösterilen doğrultu boyunca alınmıştır). 53

Şekil 4.50: Dağ Gölü kuzeyinde gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L5a ve YV-L4 arasındaki dokanak (Bakış yönü: KB'den GD'ye K37º44'49.23" D33º45'45.84"). 54

Şekil 4.51: Eski Kesmez kuzeyinde gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L5a ve piroklastik düzeyler arasındaki dokanak (Bakış yönü: GB'den KD; K37º43'59.74" D33º45'45.71"). 55

Şekil 4.52: Alınkaya Tepe KD'sinde gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait andezitik YV-L5b düzeyi (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º46'40.49" D33º48'49.21"). 56

Şekil 4.53: Keçikale Tepe KB'sinde gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L5b ve YV-L6 düzeyleri (Bakış yönü: GB'den KD'ye; K37º45'21.13" D33º47'35.07"). 56

Şekil 4.54: Girikli Tepe KB'sinde gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait dasit bileşimli YV-L6 düzeyi (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º45'49.73" D33º46'49.71"). 57

Şekil 4.55: Keçi Kale Tepe doğusundan Akören'e bakış (Bakış yönü: B'den D'ye. (a)Yeşilyurt volkanitlerine ait Lav 6 birimi ile Oymalı volkanitleri OV-L5 düzeyi arasındaki dokanak. (b) YV-L6 birimi. 57

Şekil 4.56: 3. Krater içerisinde bulunan altere olmuş riyolitik dom (K37º45'44.97" D33º46'42.17"). 58

Şekil 4.57: Beyören Volkanitlerine ait lav serilerini gösteren enine kesit (Kesit Beyören Köyü G' den, Gölören Köyü K'ine doğru alınmıştır). 59

Şekil 4.58: Beyören Volkanitlerine ait lav serilerini gösteren ölçeklendirilmiş volkanostratigrafik kesit. 60

Şekil 4.59: Işıklar Köyü güneyinde Beyören volkanitlerine ait BV-L1 biriminde gözlenen eksfoliasyon yapıları (Bakış yönü: GB'den KD'ye; K37º50'18.32" D33º45'53.38"). 61

Şekil 4.60: Işıklar Köyü güneyinde Beyören volkanitlerine ait BV-L1 biriminde işletilen taş ocağında gözlenen andezitik lav düzeyinde gelişen eksfoliasyon yapıları (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º50'4.28" D33º45'1.09"). 62

Şekil 4.61: Beyören volkanitlerine ait BV-L1 ile piroklastik malzeme sınırı. Piroklastik malzeme içerisinde andezitik lav parçaları ve kül boyutlu malzemeler bulunmaktadır (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º50'14.55" D33º45'53.38"). 62

Şekil 4.62: Beyören Volkanitlerine ait BV-L1 ile yamaç molozunun sınırı (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º50'23.57" D33º45'21.36"). 63

Şekil 4.63: Beyören Volkanitlerine ait BV-L2a ile aglomera sınırı (Bakış yönü: KD'den GB'ye; K37º50'54.60" D33º51'39.34"). 64

Şekil 4.64: Beyören volkanitlerinin tabanında yer alan üç lav düzeyinin, alt dokanaklarında bulunan epiklastik birim ile ilişkisini gösteren genel kesit. 64

Şekil 4.65: Işıklar köyünde yüzeylenen Beyören Volkanitlerine ait bazaltik andezit bileşimli BV-L2b düzeyi (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º50'15.73" D33º46'16.60"). 65

Şekil 4.66: Beyören Volkanitlerine ait BV-L2b ile kaya – kül akıntısının sınırı (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º50'16.43" D33º46'8.43"). 65

Şekil 4.67: Beyören volkanitlerine ait trakiandezit bileşimli BV-L3 düzeyinde gözlenen soğuma çatlakları (Bakış yönü: GD'den KB'ye; K37º46'28.11" D33º51'46.62"). 66

Şekil 4.68: (a) Beyören volkanitlerine ait BV-L4 düzeyi ile BV-L5 birimi arasındaki uyumlu dokanak (b) BV-L5 birimi (c) BV-L4 ve Bv-L5 arasındaki dokanağın yakından görünümü (Gölören Köyü GB'si; Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º49'23.33" D33º50'50.53"). 67

Şekil 4.69: Beyören volkanitlerine ait bazaltik andezit bileşimli BV-L4 düzeyi (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º49'20.16" D33º50'39.46"). 68

Şekil 4.70: Beyören volkanitlerine ait BV-L4 içerisinde gözlenen dayk ve birimin epiklastik düzey ile sınırı (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º48'59.41" D33º54'40.73"). 68

Şekil 4.71: Beyören volkanitlerine ait andezit bileşimli BV-L5 içerisinde gözlenen KD – GB doğrultulu çatlaklar (Bakış yönü: KD'den, GB'ye; K37º49'10.47" D33º50'55.40"). 69

Şekil 4.72: Karababa Tepe batısında gözlenen Beyören volkanitlerine ait bloklu BV-L5 düzeyi (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º49'11.75" D33º51'16.81"). 69

Şekil 4.73: Deliktaş Tepe batısında gözlenen Beyören Volkanitlerine ait latit bileşimli BV-L6 (Bakış yönü: Yaklaşık D'den B'ye; K37º47'50.58" D33º48'50.58"). 70

Şekil 4.74: (a) Beyören Volkanitlerine ait BV-L6'nın epiklastik birim ile sınırı, (b) tavan seviyesinde kum boyutlu malzeme, (c) sınırın yakından görünümü, (d) taban seviyesinde bulunan iri taneli volkanoklastik birim (Bakış yönü: Yaklaşık D'den B'ye; K37º47'48.59" D33º48'50.97"). 71

Şekil 4.75: Aykaya Tepe KD'sinde gözlenen Beyören volkanitlerine ait bazaltik andezit bileşimli BV-L7 düzeyi (Bakış yönü: K'den G'ye; K37º47'33.12" D33º48'35.10"). 72

Şekil 4.76: Beyören volkanitlerine ait BV-L6 ve BV-L7 arasındaki sınır (Bakış yönü; GB'den KD'ye; K37º47'15.77" D33º48'42.76"). 72

Şekil 4.77: Beyören volkanitlerine ait trakitik BV-L8 düzeyi (Beyören batısı; Bakış Yönü: KB'den GD'ye; K37º47'31.70" D33º48'45.52"). 73

Şekil 4.78: (a)Beyören Volkanitlerine ait BV-L8'in epiklastik birim ile sınırı, (b) yamaç molozu çökelleri (c) kaba taneli epiklastik çökeller, (d) ince taneli epiklastik çökeller (Beyören batısı; Bakış Yönü: KB'den GD'ye; K37º47'18.80" D33º48'44.46"). 74

Şekil 4.79: Beyören Volkanitlerine ait BV-L6 ve BV-L8 birimlerinin tabanında bulunan epiklastik birim ile ilişkisini gösteren genel kesit. 74

Şekil 4.80: Beyören volkanitlerine ait andezit bileşimli BV-L9'un arazideki genel görünümü (Beyören Güneyi; Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º46'50.14" D33º51'38.33"). 75

Şekil 4.81: Karacadağ Volkanına ait 4. Kraterin tabanından KB'ye, kısmen aşınmış krater duvarına bakış. Krater içerisinde yerleşen K60D doğrultulu dayk ve kraterin dış kenarını oluşturan BV-L9 lavı. 75

Şekil 4.82: Bayrak Tepe'de yayılım gösteren, Beyören volkanitlerine ait dasit bileşimli BV-L10 düzeyi (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º48'6.55" D33º51'24.34").....76

Şekil 4.83: Meke volkanitlerine ait lav serilerini gösteren ölçekli volkanostratigrafik kesit.....77

Şekil 4.84: Maar oluşum modeli (Lorenz ve diğ., (1986), Valentine (2011)). 78

Şekil 4.85: Monojenik Volkanizma Sınıflaması (Paez, 2014).....78

Şekil 4.86: Meke Maarı enine kesiti. 79

Şekil 4.87: Acıgöl Maarı enine kesiti.....79

Şekil 4.88: (a) Meke Maarı, (b) Maarın GB'sında bulunan andezitik lav çıkışları, (c) Maar içerisindeki skorya konisinin GB ucunda bulunan bazaltik lavdan oluşan küçük koni, (d) Maarın K bölümünde bulunan base-surge oluşumları, (e) Maar içerisinde bulunan skorya konisinin KD ucunda bulunan bazaltik skorya konisi.....80

Şekil 4.89: (a) Acıgöl Maarı'nın panoramik görünümü, (b) Maarın K'inde bulunan volkanosedimenter istif, (c) Maar B'nda bulunan base surge oluşumları, (d) Maarın içerisindeki iyi boylanmış piroklastik yağış birimleri, (e) Acıgöl peperiti, (f) Kötü boylanmış litik parçalar içeren piroklastik yağış birimleri, (g) Volkanik parçaları içeren aglomera. 81

Şekil 4.90: Meke Maarı içerisinde gözlenen MV-PY birimi içerisindeki blok parçaları ve birim içerisinde gözlenen derecelenme (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º41'32.05" D33º38'26.09").....82

Şekil 4.91: Meke Maarı içerisinde gözlenen MV-PY birimi ile MV-BS birimi arasındaki dokanak (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º41'29.86" D33º38'30.8").....83

Şekil 4.92: Acıgöl Maarı içerisinde gözlenen kötü boylanmalı MV-PY birimi (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º42'57.51" D33º40'15.8").....83

Şekil 4.93: (a) Meke Maarı içerisinde gözlenen MV-BS biriminde laminalı tabakalanma. (b) Laminalar içerisindeki pumis parçaları (Meke Maarı Kuzeyi; Bakış yönü: KB'den GD'ye).....85

Şekil 4.94: Meke Maarı içerisinde gözlenen MV-BS biriminde bulunan çapraz tabakalanma (Meke Maarı Kuzeyi; Bakış yönü: KB'den GD'ye). 85

Şekil 4.95: Meke Maarı içerisinde gözlenen MV-BS birimine saplanmış balistik volkan bombalarından biri (Meke Maarı Kuzeyi; Bakış yönü: KB'den GD'ye). 86

Şekil 4.96: Acıgöl Maarı içerisinde gözlenen MV-BS biriminde bulunan yer yer balistik bombaların görüldüğü ondüleli ve çapraz tabakalanmalı fretomagmatik düzeyler (Acıgöl Maarı Batısı; Bakış yönü: KB'den GD'ye). 86

Şekil 4.97: Acıgöl Maarı etrafında gözlenen su ile altere olmuş Acıgöl peperiti. 87

Şekil 4.98: Meke Maarı GD'sinde, işletilen Skorya Konisi (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º42'57.51" D33º40'15.8"). 88

Şekil 4.99: Ocak olarak işletilen skorya konisinde gözlenen derecelenmeli piroklastik tabakalanması. Fotoğrafta ters derecelenme sunan skorya katmanları görülmektedir (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º4º'18.29" D33º41'46.54"). 89

Şekil 4.100: (a) Meke Maarı GB'sinde gözlenen andezitik lav düzeyi ve bu lavın düzensiz soğuma çatlakları boyunca ayrılıp bir kısmı krater tabanına doğru dökülmüş blokları, (b) MV-MA biriminin yakından görünümü. 90

Şekil 4.101: Küçükmedet Tepe batısında gözlenen Meke Maarında yüzeylenen MV-MA birimi. 91

Şekil 4.102: MV-MA andezitik lavı içerisinde gözlenen bazaltik andezit bileşimli yuvarlağımsı şekilsiz magma kabarcıklarının (blobs) el örneğindeki görünümü. 91

Şekil 4.103: Meke Maarı içerisinde bulunan skorya konisinin zirvesini meydan getiren MV-MB biriminin sıçratma ve skorya ürünleri. Dış zonları alterasyondan etkilenmiştir. 92

Şekil 4.104: Andıklı Tepe GB bölümünde MV-MA ve MV-MB birimleri arasındaki dokanak. 93

Şekil 4.105: Küçük Medet Tepe zirvesini oluşturan MV-MB birimi. (Lav akarken Lav tüneli oluşturmuştur. 93

Şekil 4.106: Kutören Volkanitlerine ait lav serilerini gösteren ölçeklendirilmiş volkanostratigrafik kesit. 94

Şekil 4.107: Kutören Volkanitlerine ait birimleri gösteren enine kesit. 94

Şekil 4.108: (a) Öşekli Tepe Kuzeyinde gözlenen KV-SK birimi, (b) Ocak olarak işletilen koni, (c) küçük bazik skorya parçaları içeren şiddetle ufalanmış çok ince gevşek parçacıklardan oluşan base-surge, (d) koniyi oluşturan ana bazaltik istif. 95

Şekil 4.109: (a) Kutören İlçesi girişinde bulunan maarın yamacının bir kum ocağında yüzeylenmiş kesiti (KV-SK) (b) Maar içerisinde gözlenen base surge türü ince taneli laminalı pirolastik istif ve içerdiği vesiküler olivin bazalt balistik

bombalarının ve farklı boylarda çakıllarının yakından görünümü (c) İstifin tabakalanmasını darbe etkisi ile bükmüş bazalt bileşimli balistik bomba ve izi (ballistic bomb-sag). 96

Şekil 4.110: (a) Kutören İlçesi GD'sinde bulunan KV-SK birimi içerisinde gözlenen maar (b) Maar kenarını oluşturan tabakalar (c) Piroklastik istifin yakından görünümü. 97

Şekil 4.111: Kutören volkanitlerine ait Kutören bazaltının yakından görünümü (Kutören batısı; Bakış yönü: KD'den KB'ye; K37º52'9.90" D33º53'52.25"). 98

Şekil 4.112: Kutören volkanitlerine ait Kutören bazaltı ve skorya konisi arasındaki dokanak. 98

Şekil 4.113: Kesmez Formasyonunun arazide ki görünümü (Karapınar GD'si; Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º42'50.39" D33º34'29.22"). 99

Şekil 4.114: Türkiye diri fay haritası (MTA), (KAF:Kuzey Anadolu Fayı; DAF:Doğu Anadolu Fayı; TGF:Tuz Gölü Fayı; CAF:Orta Anadolu Fayı). 100

Şekil 4.115: KVK üzerinde gelişen normal faylar (Genç ve Yürür, 2010). 101

Şekil 4.116: KVK'nin KB yamacını oluşturan Yeşilyurt volkanitlerini (VS-2), (Yeşil renkler ile gösterilmiştir) oluşturan lavların çıkış yerlerini gösteren jeoloji haritası (Ayrıntılı açıklama, "Volkanostratigrafi" bölümü ve jeoloji haritasında verilmiştir). 102

Şekil 4.117: KVK'nın GB bölümünü oluşturan Meke volkanitlerini (VS-4) ve KD bölümünü oluşturan Kutören volkanitleri (VS-5) çıkış merkezlerini gösteren uydu görüntüsü (a) VS-4, (b) VS-5. (Google Earth görüntüsü yükseklik ayarı 2 olarak alınmıştır). 102

Şekil 4.118: Ayırtmeke Tepe güneydoğusunda bulunan skorya konisinde gözlenen ters derecelenmeli tabakaları gösteren genel enine kesit. 103

Şekil 4.119: Meke Maarı çevresinde gözlenen base surge içersinde meydana gelen yatay ve çapraz tabakaları gösteren genel enine kesit. 103

Şekil 4.120: Oymalı volkanitlerinin petrografik özelliklerini gösteren özet şema. 106

Şekil 4.121: Oymalı volkanitleri lav birimlerinde gözlenen dokuları gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g, ı: ÇN; b, d, f, h, i: TN. olv: Olivin, cpx: Klinopiroksen; plj: Plajiyoklaz; hnb: Hornblend: byt: Biyotit). 108

Şekil 4.122: Oymalı volkanitleri lav birimlerinde gözlenen glomeroporfirik dokuyu gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g, ı: ÇN; b, d, f, h, i: TN. cpx: Klinopiroksen; opx: Ortopiroksen; plj: Plajiyoklaz; hnb: Hornblend; snd: Sanidin) 109

Şekil 4.123: Oymalı volkanitleri lav birimlerinde gözlenen poiklitik dokuyu gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. cpx: Klinopiroksen; plj: Plajiyoklaz; hnb: Hornblend; byt: Biyotit; zrk: Zirkon). 110

Şekil 4.124: OV-L4 lavında bulunan olivin kristallerini gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c: ÇN; b, d: TN. olv: Olivin, cpx: Klinopiroksen; plj: Plajiyoklaz, hnb: Hornblend, byt: Biyotit). 111

Şekil 4.125: Oymalı volkanitleri lav birimlerinde gözlenen piroksen kristallerini gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN. cpx: Klinopiroksen; plj: Plajiyoklaz; hnb: Hornblend; snd: Sanidin). 112

Şekil 4.126: Oymalı volkanitleri lav birimlerinde gözlenen plajiyoklaz kristallerinde gözlenen elek dokusunu gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. cpx: Klinopiroksen; opx: Ortopiroksen; plj: Plajiyoklaz; hnb: Hornblend).....114

Şekil 4.127: Oymalı volkanitleri lav birimlerinde gözlenen zonlu ve albit ikizlenmesi gösteren plajiyoklaz kristallerinin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c: ÇN; b, d: TN. plj: Plajiyoklaz; hnb: Hornblend). 115

Şekil 4.128: Oymalı volkanitleri lav birimlerinde gözlenen sanidin kristallerini gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN. cpx: Klinopiroksen; plj: Plajiyoklaz; hnb: Hornblend; byt: Biyotit; snd: Sanidin; zrk: Zirkon). 115

Şekil 4.129: Oymalı volkanitleri lav birimlerinde gözlenen hornblend kristallerini gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN.. cpx: Klinopiroksen; plj: Plajiyoklaz; hnb: Hornblend; byt: Biyotit).....116

Şekil 4.130: Oymalı volkanitleri lav birimlerinde gözlenen kersütit kristallerini gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN. cpx: Klinopiroksen; plj: Plajiyoklaz; hnb: Hornblend; krst: Kersütit). 117

Şekil 4.131: Oymalı volkanitleri lav birimlerinde gözlenen biyotit kristallerini gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. plj: Plajiyoklaz; hnb: Hornblend; byt: Biyotit). 118

Şekil 4.132: Oymalı volkanitleri lav birimlerinde gözlenen anklavların çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN.). 120

Şekil 4.133: Yeşilyurt Volkanitlerinin petrografik özelliklerini gösteren özet şema.....123

Şekil 4.134: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde gözlenen dokuları gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. plj: Plajiyoklaz; hnb: Hornblend).....125

Şekil 4.135: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde gözlenen dokuları gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN). 126

Şekil 4.136: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde gözlenen glomeroporfirik dokuları gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; opx: Ortopiroksen; hnb: Hornblend). 127

Şekil 4.137: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde gözlenen poiklitik dokuları gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN). 128

Şekil 4.138: Yeşilyurt volkanitleri YV-RD birimine ait olan FS017047 numaralı örneğin XRD analizi (Açıklama metin içerisinde verilmiştir). 128

Şekil 4.139: Yeşilyurt volkanitleri YV-RD birimine ait olan FS017046-a, FS017045 ve FS017046 numaralı örneklerin XRD analizi (Açıklama metin içerisinde verilmiştir). 129

Şekil 4.140: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde gözlenen olivin kristallerinin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a: ÇN; b: TN. a-b: YV-L5b birimine ait; FS017022 numaralı örnek. plj: Plajiyoklaz; olv: Olivin; cpx: Klinopiroksen). 130

Şekil 4.141: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde gözlenen piroksen kristallerinin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; opx: Ortopiroksen; hnb: Hornblend). 131

Şekil 4.142: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde elek dokusu gösteren klinopiroksen kristallerinin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c: ÇN; b, d: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen). 132

Şekil 4.143: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde gözlenen plajiyoklaz kristallerinin genel görüntüsünü gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; hnb: Hornblend). 133

Şekil 4.144: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde gözlenen elek – korozyon dokusu gösteren plajiyoklaz kristallerinin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; hnb: Hornblend). 134

Şekil 4.145: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde gözlenen sanidin kristallerinin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; hnb: Hornblend; byt: Biyotit; snd: Sanidin). 135

Şekil 4.146: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde gözlenen kersütit kristallerinin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c: ÇN; b, d: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; krst: Kersütit; snd: Sanidin). 136

Şekil 4.147: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde gözlenen amfibol kristallerinin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; hnb: Hornblend; snd: Sanidin).....137

Şekil 4.148: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde gözlenen biyotit kristallerinin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; hnb: Hornblend; byt: Biyotit). 138

Şekil 4.149: Yeşilyurt volkanitleri YV-L1 biriminde gözlenen 2 farklı bileşimde olan anklava ait çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c: ÇN; b, d: TN. a-b: YV-L1 birimine ait; FS017002-b numaralı örnek, c-d: Anklavların yakın görüntüsü. plj: Plajiyoklaz; hnb: Hornblend; alk.feld: Alkali Feldispat). 139

Şekil 4.150: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde gözlenen anklavlara ait çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; hnb: Hornblend).....140

Şekil 4.151: Yeşilyurt volkanitlerine ait lav birimi içerisinde bulunan piroksenit örneğine ait çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g, ı: ÇN; b, d, f, h, i: TN. a-b: lav-piroksenit sınırı, c-d: Piroksenitin genel dokusu, e-f: Klinopiroksenler de gelişen poiklitik doku, g-h: Ortopiroksenler de gelişen poiklitik doku, ı-i: Piroksenit içerisinde bulunan plajiyoklaz kristalleri. Plj: Plajiyoklaz; opx: Ortopiroksen; cpx: Klinopiroksen; hnb: Hornblend; phl: Flogopit).....142

Şekil 4.152: Beyören volkanitlerinin petrografik özelliklerini gösteren özet şema.....145

Şekil 4.153: Beyören volkanitleri lav birimlerinde gözlenen dokuları gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; opx: Ortopiroksen).....147

Şekil 4.154: Beyören volkanitleri lav birimlerinde gözlenen dokuları gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; olv: Olivin). 148

Şekil 4.155: Beyören volkanitleri lav birimlerinde gözlenen dokuları gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; opx: Ortopiroksen; amf: Amfibol; byt: Biyotit). 149

Şekil 4.156: Beyören volkanitleri BV-L4 ve BV-L5 birimleri arasındaki sınırı gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c: ÇN; b, d: TN. 149

Şekil 4.157: Beyören volkanitleri lav birimlerinde gözlenen glomeroporfirik dokuları gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; opx: Ortopiroksen).....150

Şekil 4.158: Beyören volkanitleri lav birimlerinde gözlenen poiklitik dokuları gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; opx: Ortopiroksen; olv: Olivin). 150

Şekil 4.159: Beyören volkanitleri lav birimlerinde gözlenen olivin kristallerini gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. plj: Plajiyoklaz; olv: Olivin; cpx: Klinopiroksen; snd: Sanidin). 151

Şekil 4.160: Beyören volkanitleri lav birimlerinde gözlenen piroksen kristallerini gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. plj: Plajiyoklaz; olv: Olivin; cpx: Klinopiroksen; opx: Ortopiroksen; snd: Sanidin). 152

Şekil 4.161: Beyören volkanitleri lav birimlerinde gözlenen piroksen kristallerini gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; opx: Ortopiroksen).....153

Şekil 4.162: Beyören volkanitleri lav birimlerinde gözlenen plajiyoklaz kristallerinin genel görüntüsünü ve iri plajiyoklaz kristallerinde gözlenen korozyon dokularını gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. plj: Plajiyoklaz). 154

Şekil 4.163: Beyören volkanitleri lav birimlerinde gözlenen sanidin kristallerinin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c: ÇN; b, d: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; snd: Sanidin).....155

Şekil 4.164: Beyören volkanitleri lav birimlerinde gözlenen amfibol ve biyotit kristallerini gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a: ÇN; b: TN. a-b: BV-L10 birimine ait; FS017099 numaralı örnek. plj: Plajiyoklaz; amf: Amfibol; byt: Biyotit). 155

Şekil 4.165: Meke Volkanitlerinin petrografik özelliklerini gösteren özet şema. 157

Şekil 4.166: Meke volkanitleri lav birimlerinde gözlenen dokuları gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; olv: Olivin; snd: Sanidin). 158

Şekil 4.167: Meke volkanitleri MV-MA lav birimi içerisinde gözlenen bazaltik andezit bileşimindeki blobları gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN. e-f: FS016022-a numaralı örnek de bulunan blobun yakından görüntüsü. olv: Olivin; snd: Sanidin). 159

Şekil 4.168: Meke volkanitleri lav birimlerinde gözlenen olivin kristallerinin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN. olv: Olivin; snd: Sanidin). 160

Şekil 4.169: Meke volkanitleri lav birimlerinde gözlenen piroksen kristallerinin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c: ÇN; b, d: TN. olv: Olivin; cpx: Klinopiroksen; snd: Sanidin).....161

Şekil 4.170: Meke volkanitleri lav birimlerinde gözlenen feldispat kristallerinin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. plj: Plajiyoklaz; olv: Olivin; snd: Sanidin). 162

Şekil 4.171: Kutören volkanitlerinin petrografik özelliklerini gösteren özet şema. 164

Şekil 4.172: Kutören volkanitleri lav birimlerinde gözlenen dokuları gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. olv: Olivin; opx: Ortopiroksen; cpx: Klinopiroksen; snd: Sanidin).....166

Şekil 4.173: Kutören volkanitleri lav birimlerinde gözlenen minerallerin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. olv: Olivin; opx: Ortopiroksen; cpx: Klinopiroksen; snd: Sanidin).....167

Şekil 4.174: Volkanik kayaçlar için kullanılan Toplam Alkali – Silika (TAS; Le Bas ve diğ., 1986) sınıflama diyagramı (PB: Pikritik Bazalt, B: Bazalt, BA: Bazaltik Andezit, A: Andezit, D: Dasit, TB: Trakibazalt, BTA: Bazaltik Trakiandezit, TA: Trakiandeit, TD: Traki Dasit, T: Trakit. Irvine ve Baragar, Kuno; alkali – sub alkali ayırtlama çizgileri).....170

Şekil 4.175: TAS diyagramında alkali ve sub alkali bazalt sınıflama diyagramı (Bellieni ve diğ., 1983).....170

Şekil 4.176: Karacadağ Volkanitlerine ait K_2O – SiO_2 diyagramı (Peccerillo ve Taylor (1976). 172

Şekil 4.177: Karacadağ Volkanitlerine ait Na_2O – SiO_2 diyagramı (Peccerillo ve Taylor (1976). 172

Şekil 4.178: Karacadağ Volkanitlerine ait K_2O – Na_2O diyagramı. 173

Şekil 4.179: Karacadağ Volkanitlerine ait FeO/MgO – Si_2O diyagramı (Miyashiro,1974). 173

Şekil 4.180: Karacadağ Volkanitlerine ait AFM diyagramı (Irvine ve Baragar (1971), A:Toplam alkali (Na_2O +K_2O), F:FeOT M:MgO). 174

Şekil 4.181: Karacadağ Volkanitlerine ait tektonik ortam sınıflama diyagramları (Schandall and Gorton, 2002; Oceanic Arcs: Okyanusal Yay, ACM: aktif kıta kenarı (Active Continental Margin):, WPBZ: Kıta içi Volkanik Kuşak (Within Plate Volcanic Zone), MORB: Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı (Mid Ocean Ridge Basalt). 175

Şekil 4.182: Karacadağ Volkanitlerine ait tektonik ortam sınıflama diyagramları (Hollocher, 2012; Oceanic Arcs: Okyanusal Yay, Continental Arcs: Kıtasal Yay, Alkaline Arcs: Alkali Yaylar, Oceanic Islands: Okyanusal Adalar, MORB: Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı).....176

Şekil 4.183: Karacadağ Volkanitlerinin ana oksit – SiO_2 Harker değişim diyagramları. 179

Şekil 4.184: Karacadağ Volkanitlerine ait bazaltların ana oksit – MgO Harker değişim diyagramları. 182

Şekil 4.185: Karacadağ Volkanitlerine ait lavların iz element –SiO2 değişim diyagramları. 186

Şekil 4.186: Karacadağ Volkanitlerine ait bazaltların iz element – MgO Harker değişim diyagramları. 193

Şekil 4.187: Karacadağ Volkanitlerine ait çoklu element örümcek diyagramları (N-MORB normalize değerleri; Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır). 197

Şekil 4.188: Karacadağ Volkanitlerine ait nadir toprak element örümcek diyagramları (Kondirit normalize değerleri; Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır). 198

Şekil 4.189: Karacadağ Volkanitlerine ait piroksenit örneğinin Dünya ve Türkiye'den çeşitli piroksenit örnekleri ile karşılaştırmalı ana oksit değişim diyagramları (Literatür veri açıklamaları metin içinde verilmiştir). 201

Şekil 4.190: Doğal yolla oluşan radyoaktif ve radyojenik elementleri gösteren periyodik tablo (W.White Isotope Geochemistry Chapter 2 isimli ders notundan değiştirilerek alınmıştır.). 202

Şekil 4.191: Karacadağ Volkanitlerine ait Nd ve Sr izotop değişim diyagramları. 205

Şekil 4.192: KVK'ya ait kompozit jeokimyasal stratigrafi kesitleri (FC:Fraksiyonel kristallenme, rep:Replenishment-Magma tazelenmesi). 208

Şekil 5.1: Kaynak alanda ergime, ve daha üstteki magma rezervuarlarında gerçekleşen süreçleri gösteren şematik blok diyagram (*Orta Anadolu ortalama kabuk kalınlığı; Ateş ve diğ., 2012, **Orta Anadolu ortalama litosfer kalınlığı; Göğüş ve diğ., 2018). 214

Şekil 5.2: (a) Fe/Mn- MgO,(b) Fe/Mn – MnO kaynak alan diyagramları (Yeşil alan Herzberg,2011'den, piroksenitlere ait düşük ve yüksek F ergiyik alanları ise Dai ve diğ., 2019'dan alınmıştır). 217

Şekil 5.3: Kaynak alan belirleme diyagramları; (a) 10000*Zn/Fe – MgO (Yeşil alan aralığı Le Roux ve diğ., (2010)' dan alınmıştır); (b) FeO/MnO – MgO (Aralık tanımlamaları Herzberg (2011)' den alınmıştır).....218

Şekil 5.4: FC3MS'ye karşılık SiO2, TiO2, FeO ve MgO dağılım grafikleri (Yang ve Zhou, (2013)). 219

Şekil 5.5: Th/Yb-Ta/Yb diyagramı (Pearce ve diğ., 2005), N-MORB: Ortalama okyanus ortası sırt bazalt bileşimi, SZE: Yitim zonu zenginleşme trendi, MM: Manto metasomatizma trendi, UC:Ortalama üst kabuk bileşimi). 221

Şekil 5.6: (a) Nb/Yb- Ba/Nb diyagramı. (b) Sr/Y-Nb/Y diyagramı (Diyagramlarında gösterilen akışkan ve ergiyik trendleri Giuseppe ve diğ., (2018)' den alınmıştır). 222

Şekil 5.7: (a)Dy/Dy*- Dy/Yb diyagramı (Grafik alanları Davidson ve diğ., 2012'den Dy/Dy* formülü Reid ve diğ., (2017)'den alınmıştır), (b) Ba/La-Th/Yb diyagramı, (c) Nb/La- Ba/Rb diyagramı. (d) Zr/Hf-Sm/Nd diyagramı (Değerler Wang ve diğ.,2015'den alınmıştır), (e) La/Nb-SiO_2 diyagramı (Trendler Guo ve diğ., (2016)'dan alınmıştır.), (f) Pb/Ce-Ba/La diyagramı. 224

Şekil 5.8: Sr – Nd izotop diyagramı (Manto alanları Zindler ve Hart (1986) tarafından tanımlanmıştır. DM: Tüketilmiş Manto, PREMA: Yaygın Manto Bileşimi, HIMU: Yüksek U/Pb oranına sahip manto, BE: Toplam Yerküre, EM I: Alt Kıtasal Kabuk, UC: Üst Kıtasal Kabuk; Köksal ve diğ., (2013)'den alınmıştır.). 226

Şekil 5.9: (a) $^{143}Nd/^{144}Nd$ – SiO_2 diyagramı, (b) $^{87}Sr/^{86}Sr$ – SiO_2 diyagramı, (c) $^{87}Sr/^{86}Sr$ – Ce/Pe diyagramı, (d) $^{87}Sr/^{86}Sr$ – Nb/U diyagramı (LCC: Alt Kıtasal Kabuk, DMM: MORB Mantosu, SCLM: Kıta Altı Litosferik Manto), (e) $^{87}Sr/^{86}Sr$ – Th diaygramı, (f) $^{143}Nd/^{144}Nd$ – Ba/Nb diyagramı. 228

Şekil 5.10: KVK'ya ait primitif lavların ergime modellenmesi. 232

Şekil 5.11: KVK'ya ait primitif lavların ergime modellenmesini gösteren Tb/Yb – Rb/Ba değişim diyagramı (Modellemelerde kullanılan kaynak ve ergiyik mineral oranları Tablo 5.1'de verilmiştir). 234

Şekil 5.12: KVK'ya ait lavların fraksiyonel kristallenme modellenmesini gösteren dağılım diyagramları. (a) Ba-Rb dağılım diyagramı, (b) Sr-Rb dağılım diyagramı, (c) Y-Rb dağılım diyagramı (Vektörlere ait açıklamalar metin içinde, bileşimleri Tablo 5.3,4,5, ve kullanılan Kd değerleri Tablo 5.6'da verilmiştir). 242

Şekil 5.13: Fraksiyonel kristallenme ve magma karışım proseslerini gösteren Cr – Th değişim diyagramı. 244

Şekil 5.14: KVK'ya ait volkanik serilerin DePaolo (1981) eşitliklerine göre hazırlanmış AFC modellenmesi. 247

Şekil 5.15: KVK' ya ait lavların Sr-Nd izotop oranları kullanılarak yapılan EC-AFC modellenmesi (Grafikte kullanılan asimilant metin içinde kullanılan veriler Tablo 5.7'de verilmiştir). 249

Şekil 5.16: Oymalı volkanitleri için manto kaynak alanları ve magma odasındaki petrolojik süreçleri gösteren şematik kesit. 250

Şekil 5.17: Yeşilyurt volkanitleri için manto kaynak alanları ve magma odasındaki petrolojik süreçleri gösteren şematik kesit. 251

Şekil 5.18: Beyören volkanitleri için manto kaynak alanları ve magma odasındaki petrolojik süreçleri gösteren şematik kesit. 251

Şekil 5.19: Meke ve Kutören volkanitleri için manto kaynak alanları ve magma odalarındaki petrolojik süreçleri gösteren şematik kesit. 252

Şekil 5.20: Türkiye Neotektonik yapıları (Taymaz ve diğ., 2007'den değiştirilerek alınmıştır). 255

Şekil 5.21: Orta Anadolu CPD haritası (Genç ve Yürür, 2010'dan değiştirilerek alınmıştır. CVP: Kapadokya Volkanik Provensi, DB: Derinkuyu Havzası, HDVZ: Hasandağ Volkanik Zonu, KDVZ: Karacadağ Volkanik Zonu). 257

Şekil 5.22: Orta Anadolu altındaki kabuk ve manto arasındaki ilişki (AUM: Yerleşik üst manto, SMM: Yitim bileşeni içeren manto, IPC: İç Torid Süturu, NAFZ: Kuzey Anadolu Fay Zonu) (Reid ve diğ. (2017)' den alınmıştır). 259

Şekil 5.23: OAVP'nin jeodinamik ortamını ve manto kaynak alanlarını gösteren şematik gösterim (Giuseppe ve diğ. (2018)'den alınmıştır). 260

Şekil 5.24: Orta Anadolu Volkanik Provensi altında gösterilen manto yükselimi (Model Göğüş ve diğ. (2017)'den alınmıştır). 261

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 4.1: Oymalı volkanitlerini oluşturan lav birimlerinin ortalama modal bileşimi ve gözlenen dokular. 105

Tablo 4.2: Yeşilyurt volkanitlerini oluşturan lav birimlerinin ortalama modal bileşimi ve gözlenen dokular.....122

Tablo 4.3: Piroksenit örneğinin modal analizi ve kaya adlaması. 141

Tablo 4.4: Beyören volkanitlerini oluşturan lav birimlerinin ortalama modal bileşimi ve gözlenen dokular. 143

Tablo 4.5: Meke volkanitlerini oluşturan lav birimlerinin ortalama modal bileşimi ve gözlenen dokular 156

Tablo 4.6: Kutören volkanitlerini oluşturan lav birimlerinin ortalama modal bileşimi ve gözlenen dokular. 163

Tablo 4.7: İz elementlerin jeokimyasal sınıflaması 183

Tablo 5.1: Ergime eğrilerinin üretildiği başlangıç manto bileşimleri (Manto peridotitleri için kaynak ve ergiyik modları Thirwall ve diğ. (1994), Workaman ve Hart (2005), Ianaov ve diğ., (2002), ve Barry ve diğ. (2003)'den alınmıştır). 229

Tablo 5.2: Ergime eğrilerini oluşturmada kullanılan elementlerin dağılım katsayıları (Kulllanılan dağılım katsayıları McKenzie ve Onions (1991)(1), Elkins ve diğ. (2008)(2) ve Adam ve Grenn (2006)(3) Green ve diğ. (2000) (4) ve Vilemant ve diğ. (1981)(5)'den alınmıştır). 230

Tablo 5.3: Ba – Rb, FC modellenmesinde kullanılan Rayleigh vektörlerinin mineral oranları.....239

Tablo 5.4: Sr – Rb, FC modellenmesinde kullanılan Rayleigh vektörlerinin mineral oranları.....239

Tablo 5.5: Y – Rb, FC modellenmesinde kullanılan Rayleigh vektörlerinin mineral oranları.....240

Tablo 5.6: Farklı magma bileşimleri için modellemelerde kullanılan Ba,Sr,Y ve Rb'nin mineral – ergiyik ayrımlanma kat sayıları (K_d).K_d değerleri FC-Modeler Programından (Keskin 2002) ve www.earth.ref.com' da yer alan verilerden alınmıştır. 240

Tablo 5.7: KVK lavlarının EC-AFC modellenmesinde kullanılan termal ve bileşimsel parametreler 248

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Kısaltmalar	Açıklama
AFC	: Asimilasyonla birlikte fraksiyonel kristallenme
BEM	: Bazaltik uç üye
FC	: Fraksiyonel Kristallenme
KVK	: Karacadağ Volkanik Kompleksi
HFS	: Yüksek alan şiddetli elementler
HREE	: Ağır nadir toprak elemetler
LILE	: İri iyon yarıçaplı elemetler
LREE	: Hafifi nadir toprak elementler
NTE	: Nadir toprak elemetler
OAVP	: Orta Anadolu Volkanik Provensi
Rep	: Replanishment – magma tazelemesi
UC	: Üst kıtasal kabuk
VS	: Volkanik seri

ÖZET

DOKTORA TEZİ

KARAPINAR – EREĞLİ (KONYA) ARASINDAKİ KARACADAĞ VOLKANI VE ÇEVRESİNİN VOLKANOSTRATİGRAFİSİ, JEOKİMYASI VE PETROLOJİSİ

Fatma ŞİŞMAN TÜKEL

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Mehmet KESKİN

II. Danışman : Prof. Dr. Ercan ALDANMAZ

Orta Anadolu Volkanik Provensi güneyindeki Konya-Ereğli havzası içerisinde KD-GB doğrultusunda uzanan Pliyosen-Kuvaterner yaşlı, boyu 37 km, eni 24 km olan sırt şekilli eliptik bir volkanik kompleks vardır. Karacadağ Volkanik Kompleksi (KVK) olarak adlandırdığımız bu yapı, Orta Anadolu'nun neotektonik dönemde oluşmuş doğrultu atımlı faylarına paralel uzanmaktadır. Eliptik yapının zirveleri boyunca çapları 1-3 km arasında değişen dört krater vardır.

KVK, ilk üçü Pliyosen, son ikisi Kuvaterner yaşlı olup her biri çok sayıda lav ve pirokastik ürünler içeren beş ayrı volkanik seriden meydana gelir. Kompleksin en yaşlı serisi olan Oymalı volkanitleri, bazaltik andezit ve andezitik bileşimli beş lav ve onlarla ara katkılı piroklastik düzeylerden oluşmaktadır. Bu lav seviyeleri porfirik dokuludur, mafik minerallerin hemen tümü piroksen ile temsil edilirken amfibol ise çok düşük oranlardadır. Bu serinin bazı lav seviyeleri, mikrodiyorit ve mikro-granodiyorit bileşimli anklavlar içerir. Oymalı volkanitleri üzerine andezit/dasit bileşimli, volkanik hamurdaki cam oranı çok daha yüksek olan ve önemli oranda amfibol içeren lavlardan oluşan Yeşilyurt volkanitleri gelir. Bu seri, KVK'nın batı yamaçlarında yüzeylenir. Orta seviyesinde aglomeratik bir düzey içeren Yeşilyurt volkanitleri, yedi lav seviyesine ayrılmıştır. Birim ayrıca ortasında riyolitik bir dom olan 700 m çapında bir

krater ile kesilmiştir. KVK'nin KD'sunda Yeşilyurt volkanitleri üzerine porfirik ve trakitik dokulu on bir lav düzeyinden oluşan ve bileşimleri bazaltik andezitten dasite değişen Beyören volkanitleri gelmektedir. Bu üçüncü volkanik seri, diğer birimlerden farklı olarak yüksek oranda volkanik cam içerir, afirik doku yaygındır ve lavlar daha koyu renklidir. Beyören volkanitleri tabanda bir aglomera düzeyi ile başlar, serinin ortasında ise piroklastik döküntü ve surge düzeyleri yer alır. Beyören volkanitlerini oluşturan etkinlik sonrasında volkanizma KVK'nın zirvelerinde sonlanarak KD ve GB eteklerinde odaklanmış ve bazaltik lav ve piroklastik ürünler püskürtmüştür. Bu etkinlik sırasında çok sayıda skorya konisi ve maar oluşmuştur. GB'daki plajioklas+sanidin+olivin içeren bazaltik ürünler Meke volkanitleri, KD'daki plajioklas ve olivin içerip sanidin içermeyen daha afirik dokuda olan volkanik ürünler ise Kutören volkanitleri olarak adlandırılmıştır.

KVK'yı oluşturan volkanik serilere ait lavların SiO_2 oranları % 46-65, toplam alkali değerleri %3.7-7.5, Mg# ise 26-61 arasında değişmektedir. Bu lavların LIL, Sr, K, Rb ve LRE elementleri MORB'a nazaran zenginleşme gösterirken, Ta, Nb, Ti, Y ve Yb elementleri ise MORB'a nazaran fakirleşme göstermektedir. Yine bu lavlara ait $^{87}Sr/^{86}Sr$ izotop oranları 0.704699-0.707285 arasında, ^{143}Nd-^{144}Nd izotop oranları ise 0.512386-0.512770 arasında değişmektedir. $^{143}Nd/^{144}Nd$ ile $^{87}Sr/^{86}Sr$ arasında negatif bir trend bulunmaktadır.

KVK'ya ait lavların FC, AFC trendleri, bu lavların iki farklı kaynaktan türemiş olduklarını göstermektedir. Tüm trendler olasılıkla bu iki farklı kaynak alandan türemiş olduğu varsayılan iki primitif magma arasında meydana gelmiştir. Bu iki primitif uç üyeyi oluşturan Kutören ve Meke volkanitleri bazaltlarından yüksek MgO – düşük SiO_2 içeriği ile Kutören volkanitleri daha primitif bir bazaltik magmayı temsil etmektedir. Lavların kökenine dair yapılan petrolojik modellerden de bu lavların yay bileşeni taşıyan iki farklı litosferik manto kaynağı; metasomatik bir spinel peridotit ve flogopit-spinel peridotitin değişik oranlarda kısmi ergimesi ile oluştuğu görülmektedir.

Ekim 2020, 296 sayfa.

Anahtar kelimeler: Orta Anadolu, volkanizma, petrografi, jeokimya, manto kaynağı

SUMMARY

Ph.D. THESIS

VOLCANOSTRATIGRAPHY, GEOCHEMISTRY AND PETROLOGY OF THE KARACADAĞ VOLCANO AND SURROUNDING AREAS LOCATED BETWEEN KARAPINAR AND EREĞLİ (KONYA)

Fatma ŞİŞMAN TÜKEL

Istanbul University-Cerrahpasa

Institute of Graduate Studies

Department of Geological Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Mehmet KESKİN

Co-Supervisor : Prof. Dr. Ercan ALDANMAZ

There exists a NE-SW extending ridge-shaped elliptical volcanic complex sitting on the Konya-Ereğli basin, located to the South of Central Anatolia Volcanic Province. The complex is composed of Pliocene to Quaternary eruptive products. It has a length of 37 km and width of 24 km. This volcanic edifice, named as the Karacadağ Volcanic Complex (KVK), extend parallel to the strike-slip faults in Central Anatolia, formed during the Neotectonic episode. There are four craters with diameters of 1 to 3 km, aligning along the axis of this volcanic ridge.

KVK is divided into five volcanic series, each containing several lavas and pyroclastic products. The first three series are Pliocene while last two are Quaternary in age. The oldest series, the Oymalı volcanics consist of five porphyritic basaltic-andesitic and andesitic lavas intercalated by pyroclastic layers. Majority of the mafic minerals in these lavas are pyroxenes while amphibole constitutes only a very small volume. Some lavas in this unit contain microdioritic and micro-granodioritic enclaves. Oymalı volcanics are overlain by a series of seven andesitic/dacitic lava flows, named as the Yeşilyurt volcanics, which characteristically show higher percentages of glassy groundmass and amphibole in mafic phase. They are exposed on the western slope of the KVK, divided by an agglomerate layer in the middle. This sequence is cut by a 700 m-wide crater centered by a rhyolitic dome. In the NE of the KVK, the Yeşilyurt

volcanics are overlain by the Beyören volcanics, which consist of ten basaltic andesitic to dacitic lavas, displaying porphyritic and trachytic textures. This volcanic unit differs from the other series with its higher volcanic glass content, typical aphyric texture and relatively darker colors. The Beyören volcanics start with an agglomerate layer at the bottom and contain pyroclastic fall/surge layers in the middle.

After the eruptions that created the Beyören volcanics, the volcanism ceased along the summit zone of the KVK but focused on NE and SW foothills with the eruption of basaltic lavas. During this event, numerous scoria cones and maars were formed. Plagioclase+sanidine+olivine bearing basaltic products in the SW are called as the Meke volcanics. Aphyric-textured volcanic products in the NE containing plagioclase+olivine with no sanidine are called as the Kutören volcanics.

We evaluated geochemistry of lava samples from KVC, showing a clear subduction component. SiO_2 vary between 46 and 65%, total-alkali values between 3.7 and 7.5%, and Mg# between 26 and 61. They display enrichment in LILEs and LREEs, depletion in HFSEs relative to MORB. $^{87}Sr/^{86}Sr$ and ^{143}Nd-^{144}Nd isotope ratios vary between 0.704699 and 0.707285, 0.512386 and 0.512770, respectively. There is a negative trend between ^{143}Nd-^{144}Nd and $^{87}Sr/^{86}Sr$.

Trends on Harker diagrams imply the derivation of KVK-lavas from two different mantle sources. These two sources are represented by the most primitive basalts of Kutören and Meke volcanics. Our non-modal batch partial melting model results indicate the derivation of lavas from two different metasomatic lithospheric mantle sources: (1) a spinel peridotite and (2) a phlogopite+spinel peridotite. These two primitive magmas seem to have mixed into each other in varying ratios then experienced FC and AFC evolution. FC model results indicate that fractionation was dominated by feldspars and amphiboles in the first three volcanic series, in contrast to last two series dominated by olivine and pyroxenes.

October 2020, 296 pages.

Keywords: Central Anatolia, volcanism, petrography, geochemistry, mantle source.

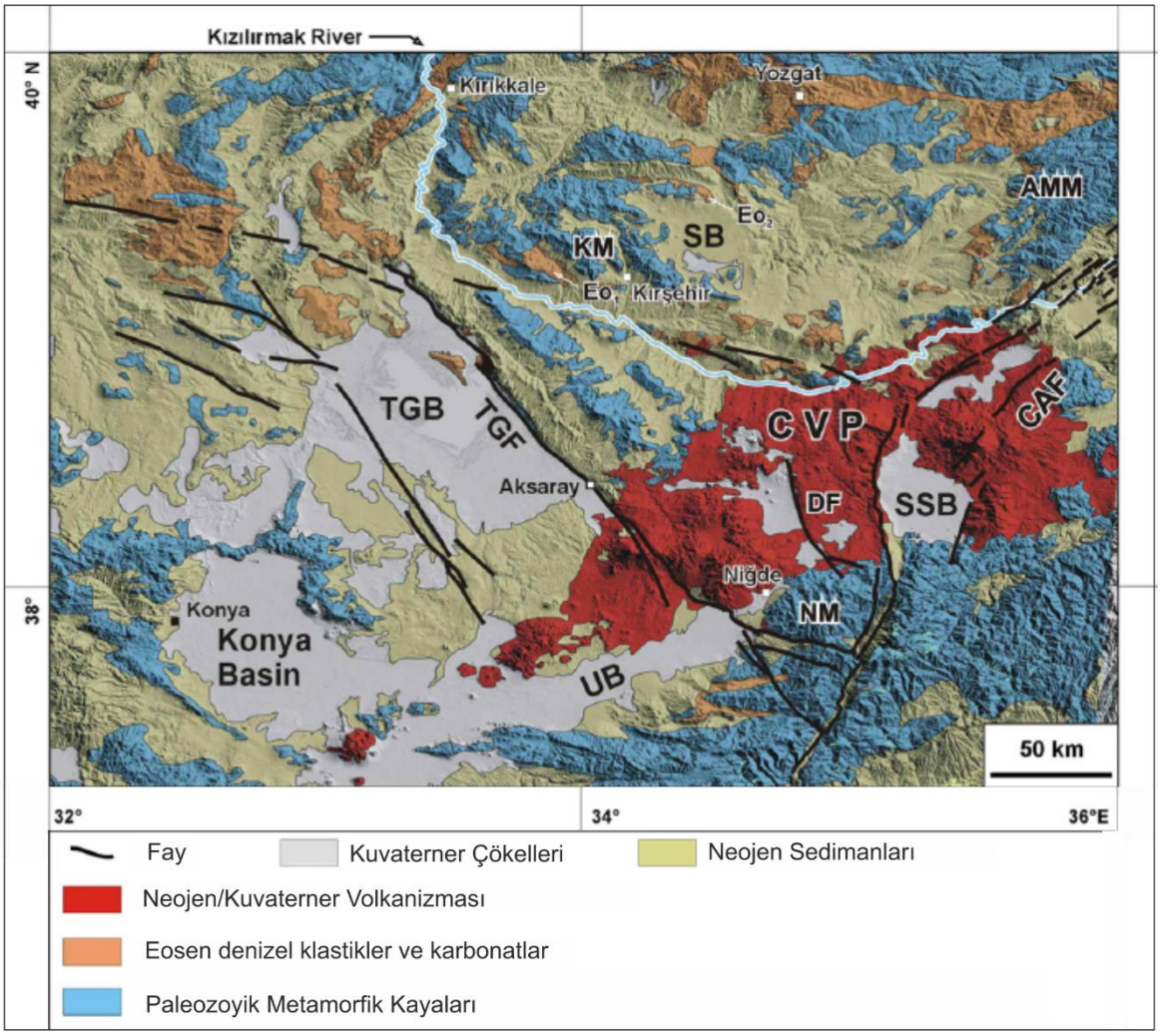
1. GİRİŞ

Avrasya ve Afrika – Arap levhaları arasındaki çarpışma sonucu oluşan Anadolu plakası, Alp-Himalaya orojenik kuşağı içerisinde yer almaktadır. Bu çarpışmayı izleyen dönemde Orta Anadolu'da Neojen – Kuvaterner zamanlı, KD – GB yönü boyunca volkanizma meydana gelmiştir. Bu bölgede meydana gelen volkanizma Orta Anadolu Volkanik Provensi (OAVP) olarak tanımlanmıştır (Toprak ve Göncüoğlu, 1993). OAVP, Orta Anadolu Kristalin Kompleksi içerisinde, Torid Kuşağı'nın kuzeyinde yer almaktadır (Şengör ve Yılmaz,1981). Toroslara, KD – GB yönünde paralel uzanan OAVP, güneyden kuzeye doğru Karadağ, Karapınar, Karacadağ, Hasandağı, Kapadokya ve Erciyes volkanizmalarını kapsamaktadır (Şekil 1.1).

Orta Anadolu volkanizmasını kat eden iki aktif ve büyük fay sistemi bulunmaktadır (Toprak ve Göncüoğlu, 1993). Birinci grubu sol yanal atımlı Ecemiş Fay Zonu ile sağ yanal atımlı Tuz Gölü Fay Zonu oluştururken, ikinci grubu K60-70D gidişli, volkanların dizilim trendlerine paralel ve asıl çıkış merkezlerine uygun normal faylar oluşturmaktadır (Toprak, 1994). Bu iki fay zonuna ek olarak Kapadokya bölgesi içerisinde KD – GB gidişli faylar da (Orta Kızılırmak, Niğde fayları ya da Kapadokya Volkanik Provensi Fay Sistemi) bulunmaktadır. Bu faylar OAVP'nin uzun eksenine paraleldirler (Toprak, 1998). Dolayısıyla Tuz Gölü – Ecemiş Fay Zonları ve kuzeyde bulunan KD – GB gidişli faylar, OAVP içerisinde bulunan volkanik merkezlerin dizilimini belirlemişlerdir. Bölge günümüzde, Orta Miyosen – Erken Pliyosen aralığında D-B yönünde gerilmesine rağmen, Afrika –Arabistan ve Avrasya levhaları arasındaki K-G doğrultulu yakınlaşma nedeni ile K-G sıkışma rejimi altındadır (Şengör ve diğ.,1985; Pasquare ve diğ., 1988; Toprak ve Göncüoğlu, 1993). Dolayısıyla bölgedeki volkanizma, 12 – 14 milyon yıl (my) önce (Falcon, 1974; Şengör ve Yılmaz, 1981) Avrasya – Afrika kıtalarının Bitlis kenet kuşağı boyunca çarpışmaları sonucu, bölgede meydana gelen gerilme tektoniğine bağlı fay hatları ile ilişkilidir.

OAVP'de volkanik aktivite 14 my önce (Orta – Geç Miyosen) başlamaktadır (Innocenti ve diğ, 1982; Pasquare ve diğ, 1988; Aydar ve Gourgaud, 1998). OAVP volkanizması, yüzlerce cüruf (sinder) konisi, lav akışları, maarlar, domlar ve volkanlar ile karakterize edilir. OAVP içerisinde yer alan volkanizma genellikle Kuvaterner öncesi ve Kuvaterner sonrası gelişen volkanizma olarak incelenmektedir. Kuvaterner öncesi gelişen volkanizmayı, Konya – Karaman,

Kapadokya volkanitleri oluştururken, Kuvaterner sonrası volkanizmayı, Karapınar, Kutören, Hasandağı ve Erciyes volkanitleri oluşturmaktadır.



Şekil 1.1. Orta Anadolu Volkanik Provensi ve çevresini gösteren jeoloji haritası (Genç ve Yürür (2010)'dan değiştirilerek alınmıştır).(AMM: Akdağmadeni Masifi, KM: Kırşehir Masifi, CAF: Orta Anadolu Fayı, CVP: Kapadokya Volkanik Provensi, DF: Derinkuyu Fayı, NM: Niğde Masifi, SSB: Sultansazlığı Havzası, TGB: Tuz Gölü Havzası, TGF: Tuz Gölü Fayı, UB: Ulukışla Havzası.)

Konya ve Karaman bölgesindekiler, kalkalkali - alkali özellikler sunmakta olup, bazalttan dasite doğru değişen bileşimde lavlardan oluşmuşlardır (Temel ve diğ., 1998; Çoban ve diğ, 2019). Üst Miyosen – Pliyosen yaşlı, Kapadokya ve çevresinde yer alan volkanizma ise riyolit, yer yer bazaltik trakiandezit, bazaltik andezit, trakiandezit, andezit bileşime sahip lavlardan oluşmaktadır ve kalkalkalen karakterdedirler (Temel, 1992). Kuvaterner yaşlı Erciyes ve Hasandağı volkanları ile Karapınar, Kutören bölgesinde yer alan monojenetik lav akıntıları,

cüruf konileri, maarlar ve dom oluşumları ise genellikle kalkalkalen, yer yer de alkalen karaktere sahiptirler (Ercan 1986; Aydar ve Gourgaud, 1998; Şen ve diğ, 2003; Reid ve diğ, 2017, Uslular ve diğ., 2018).

Karadağ'dan, Erciyes'e kadar uzanan volkanik birimlerin yaşlı olanları, eski bir yitim veya yitimlerin mantoda bıraktığı metasomatik izlere bağlı olarak oluşmuşlardır. Bu nedenle volkanizmanın jeokimyasında yitim bileşeni etkisi görülmektedir. Daha genç yaştaki Hasandağı, Erciyes volkanları ve monojenetik yapılar ise dalan okyanusal litosferin artık bölge üzerindeki etkisini yitirdiği ve yitim zonundan kıta içi volkanik aktiviteye doğru değişimin görüldüğü dönemde oluşmuşlardır (Aydar ve diğ, 1994; Temel ve diğ., 1998).

Son yıllarda yapılan jeofizik çalışmalarında, P dalga tomografisi Orta Anadolu altında aktif yitim varlığının olmadığını göstermiştir (Biryol ve diğ., 2011). Bu nedenle volkanik aktivitenin sadece yitim ile ilişkili olmadığı söylenebilir. OAVP'de meydana gelen volkanizmanın bir diğer olası nedeni kabuk incelmesi ve astenosferin yükselimidir (Genç ve Yürür, 2010). Göğüş ve diğ., (2017)'de önerdikleri modelde, volkanizmanın kalkalkaliden alkaliye geçmesinin nedeni olarak litosferik mantonun damlayarak ayrılması (mantle drip) ve yerine astenosferik mantonun doldurması olarak açıklamışlardır.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. ÇALIŞMANIN AMACI

OAVP olarak tanımlanan alanın GB'sinde, yaklaşık 980 km^2'lik bir bölge oluşturan çalışma alanı içerisinde bulunan Karacadağ, Tuz Gölü ve Ecemiş Fay zonları arasında birbirine paralel olarak uzanan volkanlardan biridir. Çarpışmayı izleyen evrede sıkışmalı tektonik rejimin etkin olduğu bölgede, Miyosen' de neotektonik yapıların da gelişmesiyle sıkışmalı rejim yerini gerilmeli tektonizmaya bırakmıştır. Bu tektonizmaya bağlı olarak da Neojen – Pliyosen arasında kalkalkalen karakterde olan volkanizma, Kuvaterner döneminde alkali ürünler vermiştir.

OAVP'nin Karacadağ volkanı haricinde diğer tüm volkanları ve monojenetik volkanizma ürünleri çeşitli araştırmacılar tarafından çalışılmıştır. Ancak Karacadağ volkanı ve çevresinin volkanizması ile ilgili yayın sayısı çok azdır ve olan yayınlarda volkanizmanın kökeni ve magma odası prosesleri gibi konularda yeterli bilgi vermemektedir.

Bu çalışma ile hem OAVP içerisinde neredeyse hiç çalışılmayan bu volkanın volkanojeolojik haritasının yapılarak stratigrafinin ortaya konması, hem de KVK'yı oluşturan lavların petrografik ve jeokimyasal özellikleri temel alınarak magma pompalama sisteminin oluşumunu açıklamayı hedeflemiştir. Ayrıca volkanizmayı oluşturan kaynak alanı belirleme çalışmaları da OAVP'yi oluşturan manto kaynak alanının özelliklerini ortaya koymak adına önemli bir katkı sağlamaktadır.

Dolayısıyla OAVP'nin GB ucunda bulunan Karacadağ ve çevresinin volkanizması ve petrolojik evriminin çalışılması ile literatürde eksik olan boşluk doldurulacaktır. Ayrıca son yıllarda çeşitli araştırmacılar tarafından önerilen (Reid ve diğ, 2017, Giuseppe ve diğ., 2018) jeodinamik evrim ile ilişkili olarak önerilen manto kaynak alanının doğasını anlamak adına da bu çalışma bir yol gösterici olacaktır.

2.2. ÇALIŞMA ALANININ TANITIMI

2.2.1. Çalışma Alanının Konumu

Çalışma alanı, Konya iline bağlı Karapınar, Kutören ve Emirgazi ilçeleri arasında, Kesmez, Oymalı, Akören, Taşbudak, Kutören, Gölören, Meşeli, Ekizli, Işıklar, Öbektaş köyleri ve Yeşilyurt Beldesini içerisine alan; M31 - a3, M31 - b3, M31 – b4, M31 – c1, M31 – c2, M31 – d1, M31 – d2, M31 – d3, M31 – d4 paftalarını kapsayan yaklaşık 980 km^2' lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 2.1).

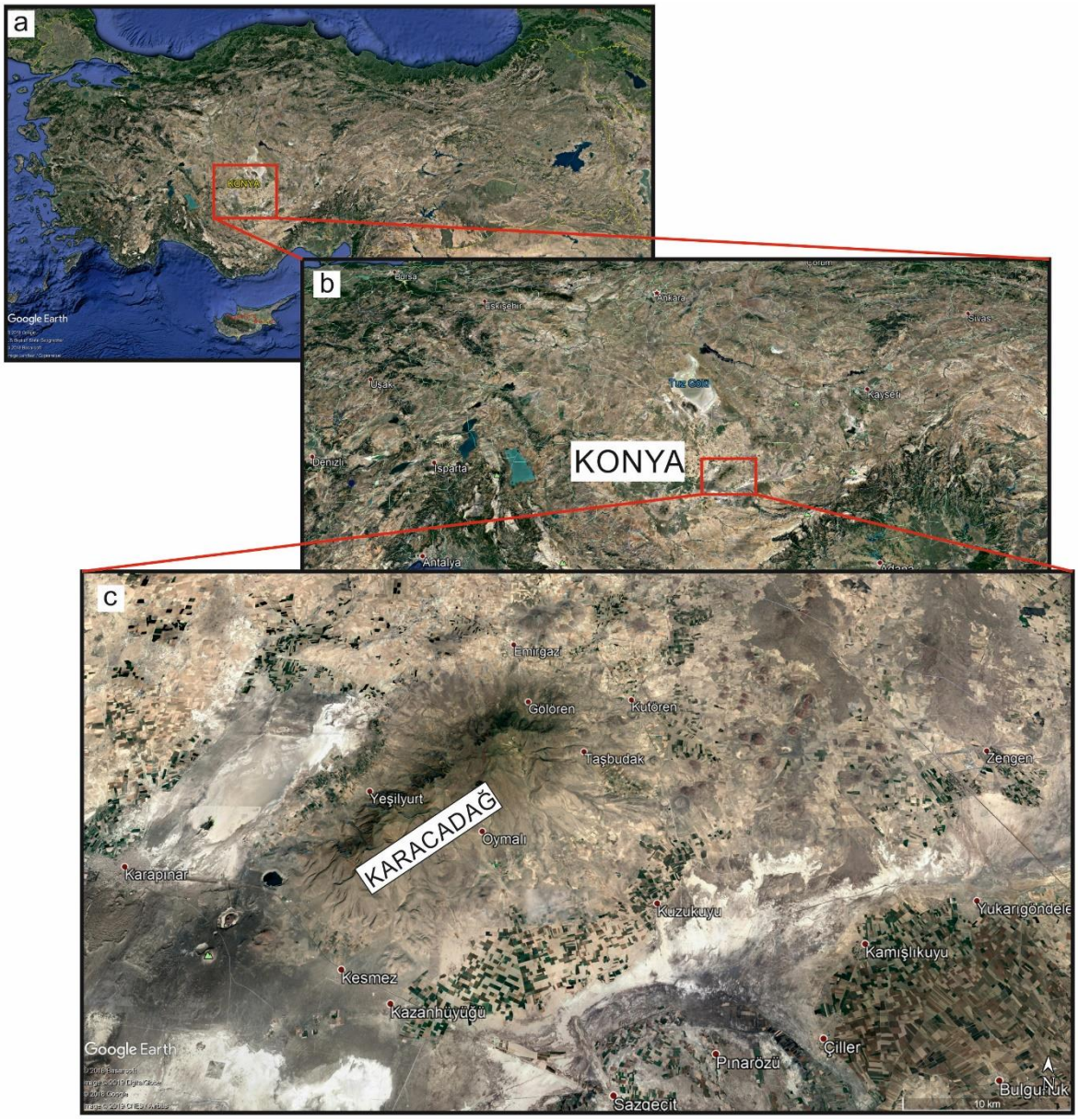
2.2.2. Ulaşım

Çalışma alanına ulaşım Emirgazi – Karapınar kara yolundan ve köyler arasında bulunan asfalt ve stabil yollardan sağlanmaktadır.

2.2.3. Morfoloji

Çalışma alanı içerisindeki tek yükselti çalışma alanının konusu olan Karacadağ volkanıdır. Karacadağ'ın en yüksek noktası 2007 m yüksekliğe sahip Kurşuncukale Tepe'dir. Karacadağ'ın başlıca yükseltileri; GB'den KD'ye sırasıyla, Kabaş Tepe (1976 m), Giritli Tepe (1801 m), Dört Sivriler (1685 m), Sekikale Tepe (1934 m), Keçikale Tepe (1929 m), Menekkalesi Tepe (1992 m)'dir. Çalışma alanının GB ve KD eteklerinde son evrede yüzeylenen skorya konilerilerinin yükseklikleri sırasıyla; Ayırtmeke Tepe (1260 m), Küçükmedet Tepe (1302 m), Meke Marı Skorya Konisi (1092 m), Andıklı Tepe (1241 m), Öşekli Tepe (1272 m), Kızıl Tepe (1409 m).

Karapınar Bölgesinde çok sayıda obruk ve maar bulunmaktadır. Çalışma alanının GB'sinde bulunan iki önemli krater gölü olan; Meke Tuzlası Gölü ve Acıgöl'de bölgenin önemli morfolojik yapılarındandır.



Şekil 2.1: Çalışma alanını gösteren yer bulduru haritası (Türkiye haritası b: Konya ili c: Karacadağ' ı gösteren Google Earth görüntüsü; 08 Temmuz 2018 tarihinde alınmıştır).

2.2.4. Tarım ve Hayvancılık

Konya, Türkiye'nin tarım açısından en nemli illerinden biridir. Ancak sulanabilen alan çok azdır. Çalışma alanı sınırları arasında kalan Karapınar'da başlıca arpa, buğday ve şeker pancarı olmak üzere, mısır, ayçiçeği, yonca üretimi yapılmaktadır. Karapınar ve çevresinde küçükbaş hayvancılık gelişmiştir.

2.2.5. İklim ve Bitki Örtüsü

Çalışma alanını içerisinde bulunduran Karapınar ilçesi her ne kadar adını, Karasu adı verilen nehirden alsa da bugün bu su kaynağı kurumuştur. Bölgede tipik olarak karasal iklim hâkimdir. Yazları çok sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlıdır. Hâkim bitki örtüsü tek yıllık kısa otlardan oluşan step denilen bozkırlardır.

2.2.6. Yerleşim Yerleri

Karapınar ilçesine bağlı 4 adet belde ve 14 adet köy bulunmaktadır. Çalışma alanı içerisinde, Karapınar ilçesine bağlı Kesmez, Oymalı, Akören, Taşbudak, Kutören, Gölören, Meşeli, Ekizli ve Yeşilyurt Beldesi (Bağdaylı, Güzelkışla, Salur ve Sırçalı köylerinden oluşmaktadır) başlıca yerleşim yerleridir.

2.3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Orta Anadolu'da Konya – Karaman – Kapadokya bölgesini içerisine alan bölgede meydana gelen volkanizmaya ait ürünler Orta Anadolu Volkanik Kompleksi'ni (OAVP) oluşturmaktadır. Bu volkanik kompleks Miyosen – Kuvaterner yaşlıdır. OAVP'yi oluşturan volkanitler ile ilgili olarak çok sayıda çalışma yapılmıştır. Pasquare ve diğ. (1968), Keller (1974), Baş ve diğ. (1986), Ercan (1986), Ercan ve diğ. (1990), Aydar ve Gourgaud (1993, 1998, 2002), Aydar ve diğ. (1994), Aydar (1997), Deniel ve diğ. (1998), Temel ve diğ. (1998), Şen ve diğ. (2002, 2003, 2004), Türkecan ve diğ. (2003), Kurt ve diğ. (2006), Güçtekin ve Köprübaşı (2009), Kürkçüoğlu (2010), Üstünışık ve diğ. (2011), Uslular ve diğ. (2018), Doğan – Külahçı ve diğ., (2018), Çoban ve diğ. (2019) bu çalışmalardan sadece birkaçıdır. Ancak çalışma alanı olarak belirlediğimiz ve OAVP' nin güney bölümünü oluşturan ve Karacadağ Volkanik Kompleksi (KVP) olarak tanımladığımız alan ile ilgili yapılan çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Yukarıda bahsi edilen çoğu çalışma OAVP'nin diğer bölümlerinde meydana gelmiş volkanizma (Hasandağı, Erciyes vb.) ile ilgilidir. Bu nedenle çalışma alanını da kapsayan çalışmaların hemen hepsi incelenmiş olup, bu bölümde sadece çalışma alanı ile ilgili incelemelere yer verilecektir.

Keller (1974), Karapınar'ı Orta Anadolu'nun son Kuvaterner bazaltik alanı olarak tanımlamıştır. Karapınar volkanlarını doğudan batıya doğru 4 bölümde incelemiştir; 1) Karacadağ, 2) Cüruf (sinder) konileri, 3) Lav alanları ve 4) Maar kraterleri. Karacadağ

lavlarından 6 adet örnekleme yapılmış ve lavlar bazaltik andezit, trakiandezit ve dasit olarak tanımlanmış olup volkanizmanın karakteri kalkalkalen olarak belirtilmiştir. Ayrıca yine bu çalışmada bu lavların yüksek K_2O/Na_2O, düşük K/Rb oranına sahip olduklarına işaret edilmiştir. Lav alanlarında alınan 15 örnekte kimyasal analiz yapılmış ve lavların bileşimi bazalt, trakibazalt, bazaltik andezit, trakiandezit ve andezit olarak tanımlanmış, lavların kalkalken – alkalen karakter gösterdiklerine değinilmiştir. Bu çalışmada, Karapınar lavları olara incelenen bu lavların kimyasal özelliklerine bakıldığında bu volkanitlerin, Karacadağ volkanitlerine kıyasla biraz daha bazik karakterde oldukları sonucu ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla bölgede Pliyosen'de yüksek potasyumlu kalkalaken nitelikli olarak başlayan volkanizma, zamanla potasyumca ve silisyumca fakirleşmiş ve Kuvaterner'de kalkalkalen ve yer yer alkalen karakter sunan bir volkanizmaya dönüştüğü belirtilmiştir. Mekedağı'nın bazaltik bileşimde, izole edilmiş bir sinder konisi olarak tanımlanan çalışmada, KD – GB boyunca dizilen Meke Obruk, Yılan Obruk, Meke Gölü ve Acıgöl maarları incelenmiş ve bu maarlarda, tüf halkalarının geliştiği ve volkan bombalarına rastlanıldığına değinilmiştir.

Ercan (1986), Orta Anadolu'da Miyosen- Kuvaterner yaşlı volkanizmanın, yitim etkisi gösterdiğini ve kıtasal kabuk kökenli kalkalkalen karakterli olduğundan bahsetmiş ve inceleme alanındaki volkanitleri Karapınar ve Karacadağ volkanitleri olarak incelemiştir. Karapınar çevresinde Kuvaterner yaşlı bazalt ve andezit bileşimli volkanik birimleri Karapınar volkanitleri olarak tanımlayan yazar, Pliyosen yaşlı, andezit – dasit bileşiminde olan ve Karacadağ konisi üzerindeki kraterden çevreye yayılan volkanik ürünleri Karacadağ volkanitleri olarak adlandırmıştır.

Ercan ve diğ. (1990), Orta Anadolu'da meydana gelmiş volkanizmayı üç dönem altında incelemişlerdir; Miyosen, Pliyosen ve Kuvaterner volkanizmaları. Miyosen volkanizması, Afyon, Kırka, Konya, Nevşehir, Kayseri ve Ankara çevresinde; Pliyosen volkanizması, Isparta, Konya, Karaman, Nevşehir ve Kayseri çevresinde; Kuvaterner volkanizması ise Ceyhan, Hasandağ, Acıgöl ve Erciyes Dağı çevresini kapsamaktadır. Yine bu çalışmada da çalışma alanını oluşturan volkanitler Karapınar ve Karacadağ volkanitleri olarak tanımlanmıştır.

Notsu ve diğ. (1995), OAVP'nin çarpışma ile ilişkili olduğunu ve Neojen – Kuvaterner arasında hakim olduğunu belirtmişlerdir. Kuvaterner volkanizmasının, Orta Anadolu'da iki geniş stratovolkan (Erciyes ve Hasandağı) ile temsil edildiğini söyleyen araştırmacılar bu çalışmalarında daha çok bu iki volkanın yayılım gösterdiği bölgeyi örneklemişlerdir. Karacadağ

Volkanik Kompleksi (KVK) olarak tanımladığımız alanın sadece GB'sını oluşturan Karapınar bölgesinden alınan 4 örneğe bu çalışmada yer verilmiştir. Bu örnekler, olivinli bazalt olarak tanımlanmış olup $^{87}Sr/^{86}Sr$ izotop oranları 0,70536 – 0,70581 arasında değişmektedir. Karapınar bazaltları olarak adlandırılan bu volkanitlerin Hasandağı bazaltları ile hem petrografik hem de jeokimyasal olarak benzerlik gösterdikleri belirtilmiş olup, bu durum Hasandağı oluşturan magma odasının aynı zamanda Karapınar lavlarını da oluşturduğu şeklinde yorumlanmıştır. Karapınar bölgesinden alınan örneklerde yapılan K – Ar yaşlandırmasına göre bu örneklerin yaşları; 0.25±0.05, 0.34±0.02, 0.36±0.02 ve 0.16±0.01 my olarak saptanmıştır.

Hem Ulu (2009)'nun, M-30 ve M-31 Karaman Paftalarını içeren jeoloji raporunda, hem de Türkecan (2015)'ın, Türkiye'nin Senozoyik Volkanitleri adlı kitabında KVK'yı oluşuran volkanitleri; Pliyosen yaşlı, Karacadağ ve Gölören volkanitleri ve Kuvaterner yaşlı, İğredağı bazaltı ve Karapınar volkanitleri olarak tanımlamışlardır.

Reid ve diğ. (2017), yaptıkları çalışmada OAVP içerisinde yer alan önemli bir tektonik unsur olan Tuz Gölü Fayı'nın GB bölümün de yer alan bazaltları inceleyerek, manto kaynak alanını belirlemeye çalışmışlardır. KVK'nın KD bölümünü oluşturan Kutören bölgesinde bulunan bazaltlar ile KVK'nın GB bölümünü oluşturan Karapınar bazaltlarını da inceleyen araştırmacılar, Orta Anadolu bazaltlarını oluşturan magmanın E-MORB karakter gösterdiğini belirtmişlerdir. Ar-Ar yaşlandırma yöntemi kullanılarak yapılan yaşlandırma sonucunda Karapınar bölgesinden alınan bazaltların yaşları; 0.29±0.01, 0.50±0.02, 0.36±0.01 my'dır.

Giuseppe ve diğ. (2018), OAVP'yi Karapınar, Hasandağ, Acıgöl- Nevşehir, Kızılırmak ve Erciyes bölgesi olarak incelemişlerdir. Bu 5 bölgeden genellikle bazalt, bazaltik andezit bileşiminde lavlar üzerinde yaptıkları incelemeler sonucunda, Pliyosen boyunca etkin olan yitim bileşenin (LILE/HFSE oranında zenginleşme, yüksek $^{87}Sr/^{86}Sr$, düşük $^{143}Nd/^{144}Nd$ oranı), zamanla kaybolduğunu, ancak yine de yitim bileşenine ait izlerin mantoda meydana gelen metasomatizma sonucunda lavlarda görüldüğünü belirtmişlerdir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

Doktora tezi kapsamında çalışmalara, saha çalışmaları ile başlanılmıştır. Doktora sahası olarak belirlenen alanda yapılan haritalama işlemleri ve sistemli örnekleme ile arazi çalışmaları tamamlanmıştır. Örnekler petrografik olarak incelenmiş ve bu örnekler arasından volkanik serileri en iyi temsil eden örnekler seçilerek jeokimyasal analizler için hazırlanmıştır. Laboratuvar çalışmaları tamamlandıktan sonra büro çalışmalarına geçilmiş olup, saha ve jeokimyasal veriler derlenip, değerlendirilerek bölgenin jeolojik evrimi ve volkanizmanın kaynağı ile ilgili modeller ortaya konulmuştur.

3.1. ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ

3.1.1. Saha Çalışmaları

Doktoranın saha çalışmaları, 2016 ve 2017 yılı yaz aylarında yapılmıştır. Saha çalışmaları kapsamında çalışma alanının 1/25000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmıştır. Jeoloji haritası hazırlanırken, lav seviyeleri litolojik ve volkanolojik farklılıklarına göre belirlenmiş ve birbirleriyle olan dokanak ilişkileri temel alınarak topografya haritası üzerine işlenmiştir. Volkanostratigrafiyi oluşturmak amacıyla her bir gözlem noktası ayrıntılı olarak saha defterine işlenmiş, gerekli olan yerlerde enine kesitler çizilmiş ve her bir gözlem noktasında fotoğraflama yapılmıştır. Saha çalışmaları kapsamında, jeolog pusulası, GPS, jeolog çekici, murç ve 5 kilogramlık balyoz kullanılmıştır.

Saha çalışmaları kapsamında yaklaşık 980 km^2'lik alan haritalanmış, toplam 277 lokasyondan örnekleme yapılmıştır.

3.1.2. Laboratuvar Çalışmaları

3.1.2.1. Petrografik İnce Kesit Çalışmaları

Saha çalışmalarında alınan 277 örnek hem petrografik hem de jeokimyasal olarak incelenmek üzere elmas uçlu taş kesme testeresi ile kesilerek hazırlanmıştır. Bu örneklerden 256 tanesi petrografik olarak incelenmek üzere taş kesici ile uygun boyuta getirilerek hazırlanmıştır. Petrografik çalışmalar için hazırlanan örneklerin 67 adedi İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa

Mühendisik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji – Petrografi Anabilim Dalı'na ait ince kesit makinesinde yapılmış, 69 adedi Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Atölyesinde, 120 adedi ise İstanbul Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Atölyesinde yaptırılmıştır.

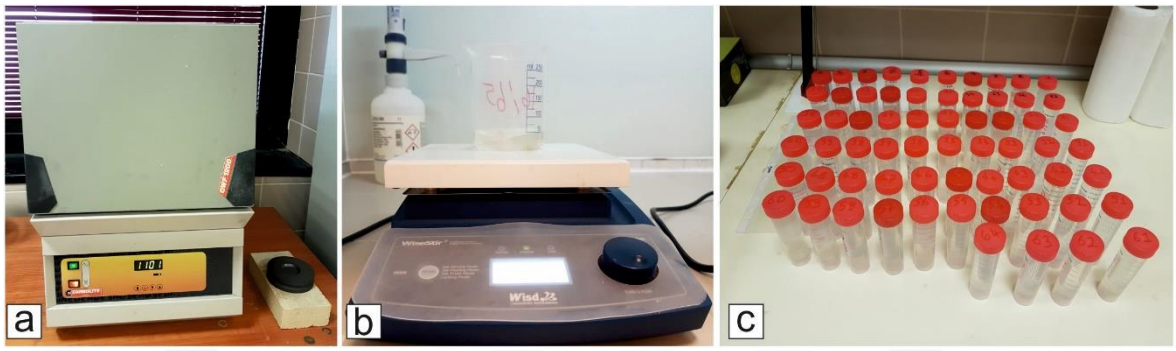
Hazırlanan ince kesitler polarizan mikroskop ile incelenmiştir. Sahadaki ilişkilerine göre volkanostratigrafik olarak serilere ayrılan örnekler, petrografik çalışmalar ile de mineralojik bileşimlerine ve dokularına göre ayrıntılı olarak sınıflandırılmıştır.

3.1.2.2. Jeokimyasal analiz çalışmaları

Petrografisi ayrıntılı olarak çalışılan örnekler arasından, Karacadağ Volkanına ait volkanik serileri en iyi temsil eden 67 adet örnek ve 1 adet ksenolit örneği ana oksit, iz element ve nadir toprak element (NTE) analizleri için seçilmiştir. Yine aynı şekilde volkanik serileri en iyi temsil eden 10 adet örnek de izotop analizleri için seçilmiştir. Seçilen örnekler, İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji – Petrografi Anabilim Dalına ait örnek hazırlama laboratuvarında, önce çeneli kırıcıdan geçirilerek ufalanmış, sonrasında agat havanda pudra boyutuna getirilerek jeokimya analizleri için hazırlanmıştır. Örnek hazırlama çalışmaları boyunca, her bir örnek arasında kullanılan öğütücü teçhizat titizlikle temizlenmiş ve kontaminasyonun olmaması sağlanmıştır.

Hazırlanan numuneler ana oksit jeokimyası için Kanada'da bulunan ACME Laboratuvarına gönderilmiştir. Ana oksit analizleri ICP-AES cihazı kullanılarak yapılmıştır. İz element ve NTE analizleri için ise Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Jeokimya Laboratuvarında bulunan ICP-MS cihazı kullanılmıştır. İz elementler ve NTE analizleri için numunelerden 0.2 gr alınarak 1 gr ultra saf (%99.9999) lityum iyodürlü tetra borat ile platin krozede karıştırılarak, 1100 ^{0}C' de bulunan kül fırında 15 dakika boyunca ergime işlemi yapılmış olup, akkor ergiyik halindeki numune 50 ml, %5'lik nitrik asit (HNO_3) çözelti içerisinde, manyetik ısıtıcılı tabla üzerinde çözdürülmüştür. Örnekler sırasında kullanılan platin kroze her bir örnekten sonra, ultrasonik banyo içerisinde bulunan %12'lik sitrik asit çözelti bulunan cam beher içerisinde 10 dakika, sitrik asitten sonra da ultra saf su bulunan cam beher içerisinde 5 dakika boyunca bekletilerek temizlenmiştir. Kullanılan numune kapları %10'luk HNO_3 çözelti içerisinde 1 gün bekletilmiş, saf su ile yıkanmış ve 50 $^{\circ}$C etüvde kurutularak steril

hale getirilmiştir. Her bir örnek için uygulanan bu işlemlerden sonra örnekler iz element ve NTE analizleri için hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.1). Jeokimya analizlerinde STD SO – 19, W-2a ve NCSDC-71301 standartları kullanılmıştır.



Şekil 3.1: (a) İz element ve NTE analizleri için örneklerin ergitildiği kül fırın, (b) örneklerin 50 ml %5'lik HNO3 çözeltisi içerisinde çözdürüldüğü manyetik ısıtıcılı tabla, (c) analiz için hazırlanan örneklerin çözeltileri.

3.1.2.3. İzotop analiz çalışmaları

İzotop örnekleri için hazırlanan örnekler ise, ODTÜ Merkez Laboratuvarına gönderilmiştir. Örneklerin analizleri Köksal ve diğ. (2017)'de detaylarıyla anlatılan metotlardan uyarlanmış olan TLM-ARG-RİL-OI (Sr İzotop Oranı Analiz Deney Talimatı) ve TLM-ARG-RİL-O2 (Nd İzotop Oranı Analiz Deney Talimatı) talimatları uygulanarak yapılmıştır.

Magmatik kayaçlarda yaygın kullanılan izotop yöntemlerinden ikisi Rb –Sr ve Sm –Nd'dir. Rb ve Sm'nin radyoaktif bozunma şeması Tablo 4.8' de verilmiştir. Rb'nin doğal olarak oluşan iki izotopu vardır. Bunlardan ^{85}Rb duraylı izotop iken, ^{87}Rb radyojenik izotoptur. ^{87}Rb beta bozunması ile ^{87}Sr'ye dönüşür ve oluşan ^{87}Sr duraylı bir izotoptur.

$$^{87}Rb \xrightarrow{\beta} {}^{87}Sr$$

Bu nedenle yüksek Rb/Sr oranı daha fazla ^{87}Sr izotop oranı verirken, düşük Rb/Sr oranı daha az ^{87}Sr izotop oranı vermektedir.

Sm'nin 7 adet izotopu vardır. Bunlardan ^{147}Sm alfa bozunması ile ^{143}Nd'ye dönüşür ve oluşan ^{143}Nd duraylı bir izotoptur.

$$^{147}Sm \xrightarrow{\alpha} {}^{143}Nd$$

Bu denkleme bakıldığında, yüksek Sm/Nd oranı daha fazla ^{143}Nd izotop oranı verirken, düşük Sm/Nd oranı daha az ^{143}Nd izotop oranı vermektedir.

Tablo 3.1: Rb ve Sm'nin radyoaktif bozunma şeması.

Radyoaktif element	Bozunma Türü	λ	Yarı ömrü	Radyojenik Element	Oran	Bozunma Türü
^{87}Rb	β^-	1.42 x 10^{-10} y^{-1}	48.8 x 10^9 y	^{87}Sr	^{87}Sr/^{86}Sr	β^-
^{147}Sm	α	6.54 x 10^{-12} y^{-1}	106x 10^9 y	^{143}Nd	^{143}Nd/^{144}Nd	α

Tablo 4.9'da Karacadağ Volkanitlerine ait Sr ve Nd izotop oranları ile bu oranlardan matematiksel olarak hesaplanan başlangıç izotop değerleri, ƐNd ve ƐSr değerleri verilmiştir.

Bu tabloda verilen; ^{87}Rb/^{86}Sr, $(^{87}Sr/^{86}Sr)_i$, ^{147}Sm/^{144}Nd, $(^{143}Nd/^{144}Nd)_i$, ƐNd, ƐSr ve T_{DM} değerleri, jeokimyasal analizlerle ölçülen Rb, Sr, Sm, Nd, ^{87}Sr/^{86}Sr ve ^{143}Nd/^{144}Nd değerleri kullanılarak hesaplanmıştır.

Bahsi geçen hesaplanan değerler aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\frac{^{87}Rb}{^{86}Sr} = \left(\frac{Rb}{Sr}\right)\left[2.6939 + 0.2832\left(\frac{^{87}Sr}{^{86}Sr}\right)_m\right] \ (Faure, 1986)$$

$$\frac{^{147}Sm}{^{144}Nd} = \left(\frac{Sm}{Nd}\right)\left[0.53151 + 0.14252\left(\frac{^{143}Nd}{^{144}Nd}\right)_m\right] \ (Faure, 1986)$$

$$\left(\frac{^{87}Sr}{^{86}Sr}\right)_m = \left(\frac{^{87}Sr}{^{86}Sr}\right)_i + \frac{^{87}Rb}{^{86}Sr} \times \left(e^{\lambda t} - 1\right)$$

$$\left(\frac{^{143}Nd}{^{144}Nd}\right)_m = \left(\frac{^{143}Nd}{^{144}Nd}\right)_i + \frac{^{147}Sm}{^{144}Nd} \times \left(e^{\lambda t} - 1\right)$$

$$\varepsilon Nd = \left[\frac{\left(\frac{^{143}Nd}{^{144}Nd}\right)_m}{\left(\frac{^{143}Nd}{^{144}Nd}\right)_i} - 1\right] \times 10^4 \ (DePaolo, 1988)$$

$$\varepsilon Sr = \left[\frac{\left(\frac{^{87}Sr}{^{86}Sr}\right)_m}{\left(\frac{^{87}Sr}{^{86}Sr}\right)_i} - 1\right] \times 10^4 \ (DePaolo, 1988)$$

$$T = \frac{1}{\lambda}\, ln\left[\frac{\left(\frac{^{143}Nd}{^{144}Nd}\right)_m - \left(e^{\lambda t} - 1\right)\left(\frac{^{147}Sm}{^{144}Nd} - \left(\frac{^{147}Sm}{^{144}Nd}\right)_{CC} - \left(\frac{^{143}Nd}{^{144}Nd}\right)_{DM}\right)}{\left(\left(\frac{^{147}Sm}{^{144}Nd}\right)_{CC} - \left(\frac{^{147}Sm}{^{144}Nd}\right)_{DM}\right)}\right]$$

$$\left(\frac{^{147}Sm}{^{144}Nd}\right)_{CC} = 0.12 \quad \left(\frac{^{143}Nd}{^{144}Nd}\right)_{DM} = 0.513151 \quad \left(\frac{^{147}Sm}{^{144}Nd}\right)_{DM} = 0.2119$$

Liew ve Hofmam,1988

m:Ölçülen izotop değeri

i:başlangıçta bulunan izotop değeri

CC: kıtasal kabuk değeri

DM: tüketilmiş manto değeri

T: Nd izotop model yaşı

ƐNd ve ƐSr: Başlangıçtaki Nd ve Sr izotop oranlarının günümüze kadar ne kadar değiştiğini gösteren matematiksel değer.

3.1.3. Büro Çalışmaları

Çalışma sahası ve çevresi ile ilgili önceki çalışmalar, hem saha çalışmaları başlamadan önce hem de doktora çalışmaları boyunca derlenmiştir. Yapılan saha ve laboratuvar çalışmaları ile elde edilen veriler; değerlendirilip, literatürde bulunan çalışmalar ile karşılaştırılıp, jeokimyasal ve petrojenetik modeller yapılarak doktora tezi haline getirilmiştir.

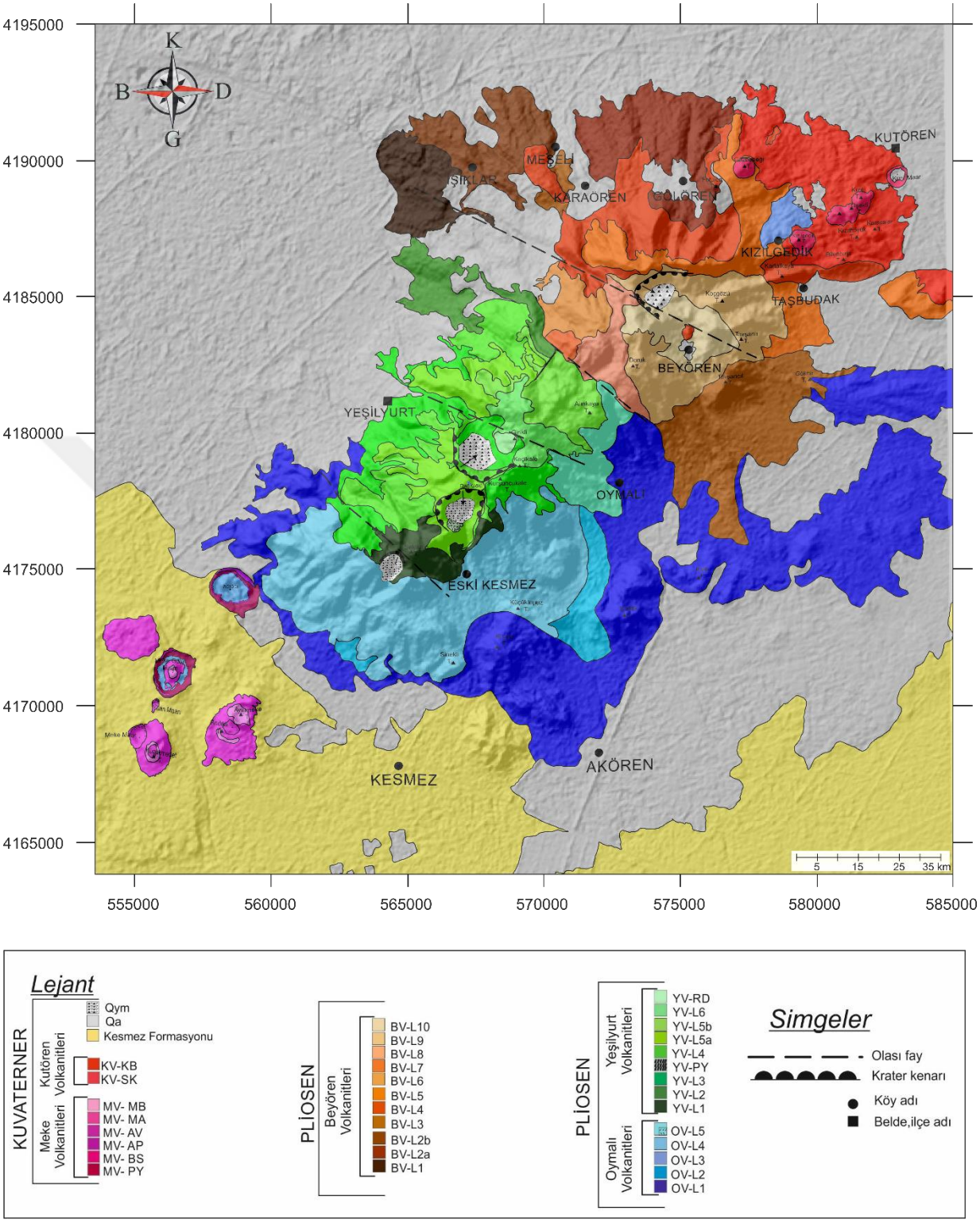
4. BULGULAR

4.1. VOLKANOSTRATİGRAFİ

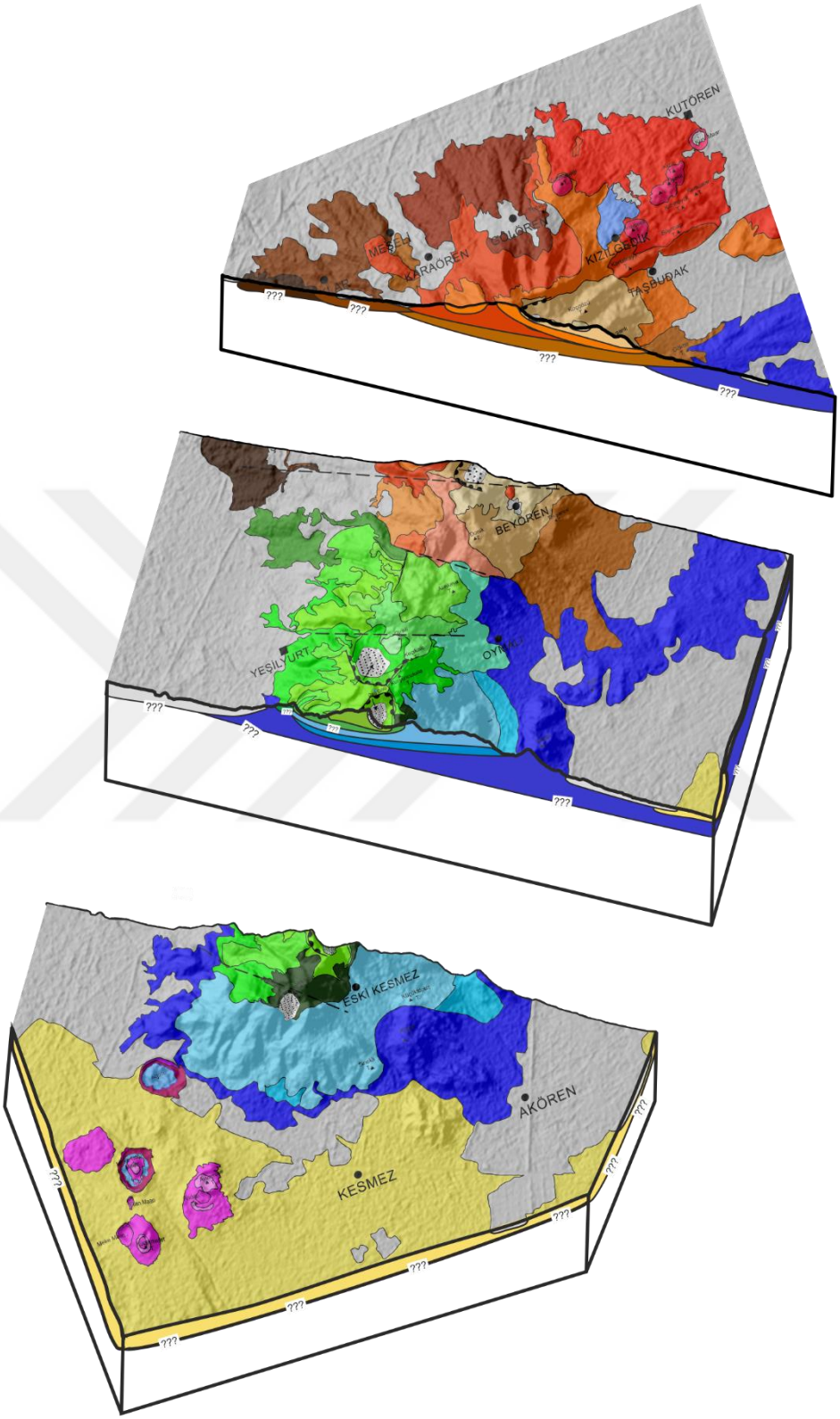
Çalışma alanı içerisinde bölgedeki temel kayalar yüzeylenmemektedir. Genç volkanizma kendisinden önce oluşmuş ve ayrıca temel kayaları da örten sedimenter birimleri kesip, geniş alanlarda üzerlerini örterek gelişmiştir. Orta Anadolu Volkanik Provensi (OAVP) içerisinde yer alan volkanlar, genel olarak GB – KD gidişli sırtlar şeklinde düzgün bir dağılım göstermektedir.

Konya – Ereğli havzası içerisinde yer alan ve tez konusunu da oluşturan Karacadağ volkanına ait volkanik kayaçlar literatürde gençten yaşlıya sıralı olarak, Mekegölü Bazaltı, Maar Piroklastikleri, Karacadağ Volkanitleri, Gölören Volkanitleri ve İğredağı Bazaltları olarak adlandırılmışlardır (Ulu, 2009 M – 30, M-31 Karaman Paftaları, Jeoloji Raporu).

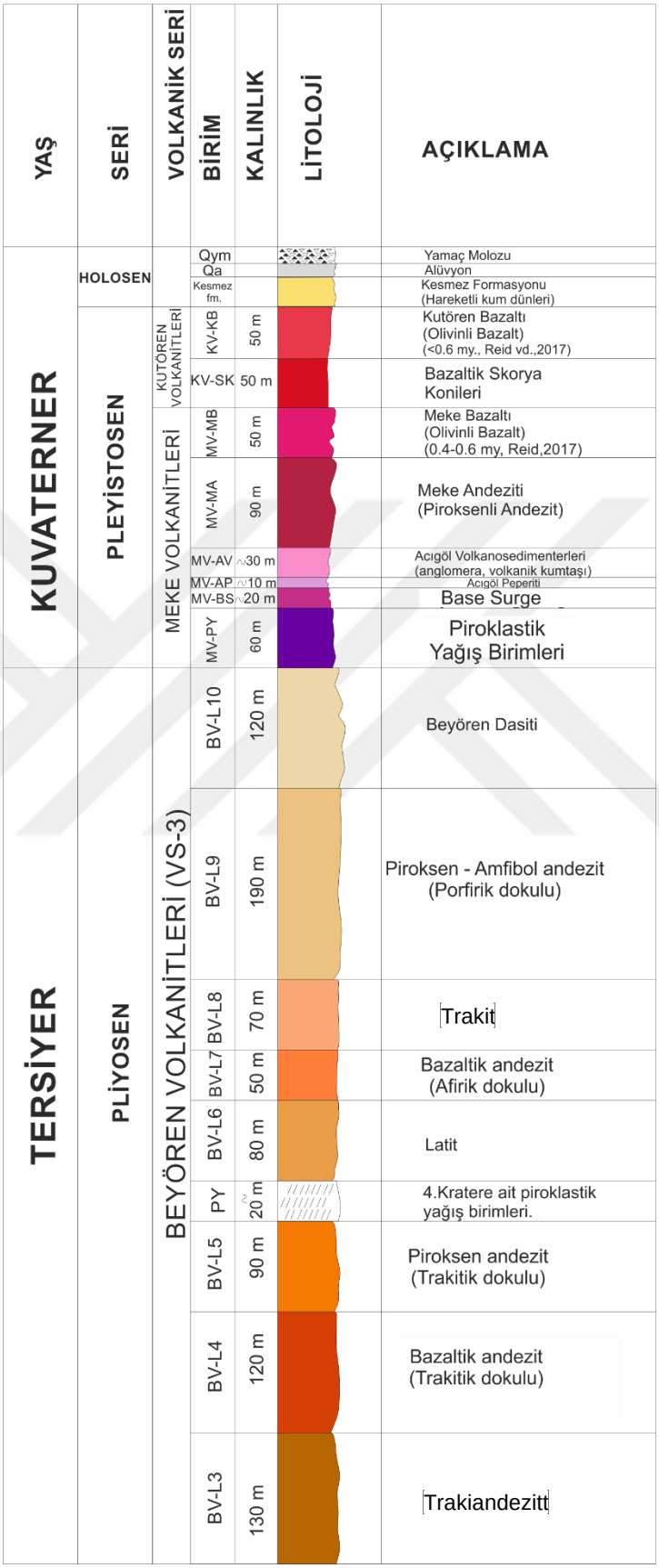
Tez alanında iki arazi sezonu süresince sürdürülen saha çalışmaları sonucunda elde edilen bilgilere göre, GB – KD gidişli Karacadağ (Şekil 4.1) ve çevresindeki volkanizmanın beş farklı evrede oluştuğu belirlenmiştir. En yaşlı volkanik seri Oymalı volkanitleri olarak adlandırılmıştır, bu seri volkanın en altta yer alan ürünlerini oluşturan birinci volkanik seridir. Oymalı volkanitleri bazaltik andezit ve andezitten oluşmaktadır. Oymalı volkanitleri üzerine andezitten dasite doğru değişen daha ortaç bir bileşime sahip olan ikinci volkanik seri gelmektedir ve bu seri Yeşilyurt volkanitleri olarak adlandırılmıştır. Karacadağ Volkanı'nın KD'sini oluşturan ve bileşimi bazalttan dasite doğru değişen lavlardan oluşan seri üçüncü volkanik seriyi oluşturmaktadır. Bu volkanik seri Beyören volkanitleri olarak adlandırılmıştır. Karacadağ Volkanı'nın güneyinde etkin olan maar volkanizması dördüncü volkanik seriyi oluşturmaktadır ve Meke volkanitleri olarak adlandırılmıştır. Son olarak volkanın kuzey bölümünü oluşturan olivinli bazaltlardan oluşan seri beşinci volkanik seridir ve Kutören volkaniti olarak adlandırılmıştır (Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3).



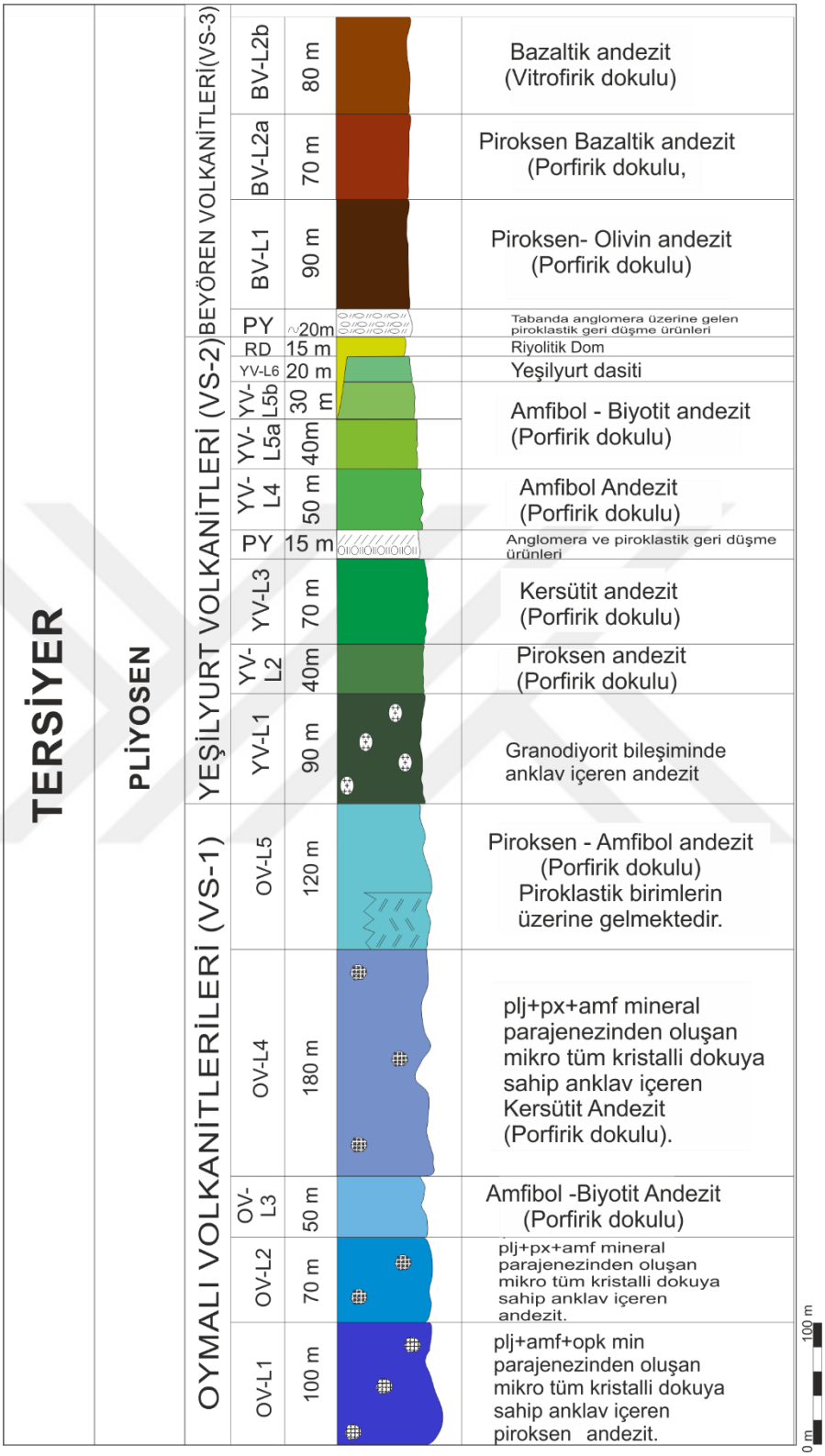
Şekil 4.1: Çalışma alanının tez çalışmaları kapsamında üretilen jeoloji haritası.



Şekil 4.2. Çalışma alanında ayırtlanan lavların volkanostratigrafik konumlarını gösteren blok diyagram (Birim açıklamaları, Şekil 4.1'de verilmiştir).

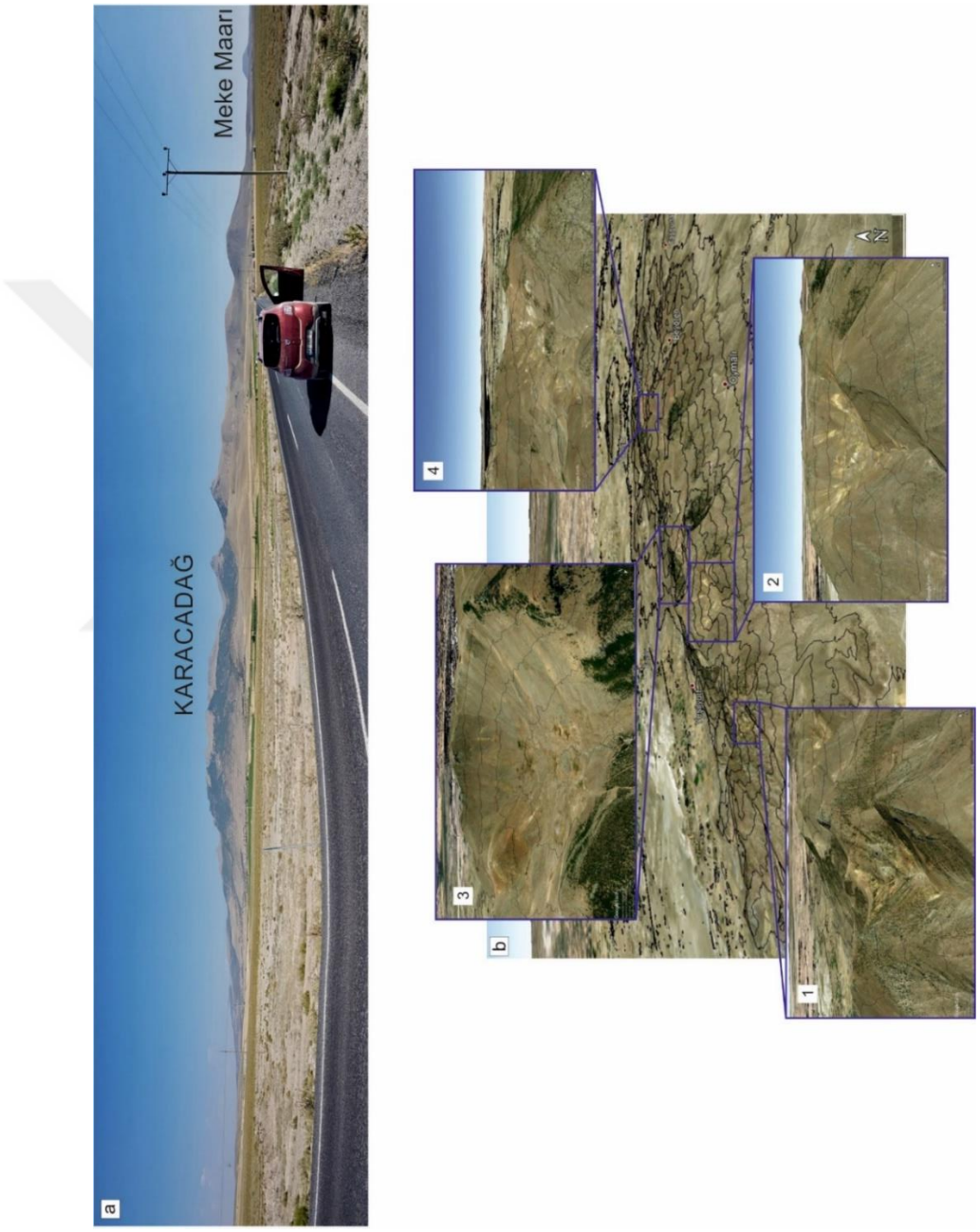


Şekil 4.3: Karacadağ Volkanına ait ölçekli kompozit volkano-stratigrafik kesit.



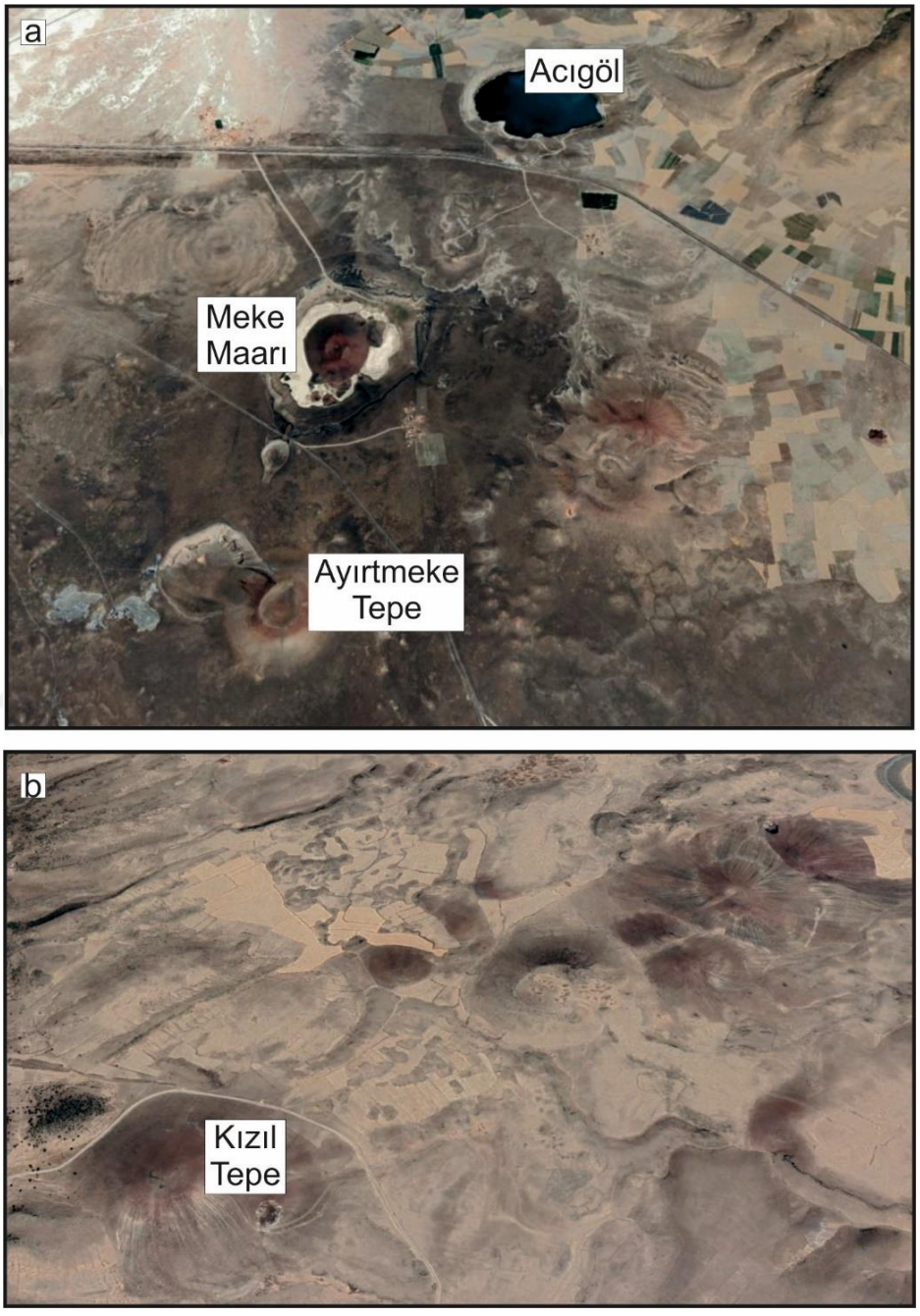
Şekil 4.3 (devam): Karacadağ Volkanına ait ölçekli kompozit volkano-stratigrafik kesit.

Karacadağ Volkanik Kompleksi'nin (KVK) ilk üç evresine ait volkanik ürünlerin bazılarının püskürdükleri, 4 adet çıkış merkezi vardır (Şekil 4.4). Bunlar kısmen aşınmışlardır. 1.çıkış merkezi volkanın güneybatısında, 2.ve 3. çıkış merkezleri volkanın merkezinde, 4. çıkış merkezi ise volkanın kuzeydoğusunda yer almaktadır.



Şekil 4.4: (a) Karacadağ Volkanik Kompleksi'nin panaromik görünümü. Bakış yönü: KB'dan GD'ya. (b -1,2,3,4)Karacadağ volkanına ait kısmen aşınmış krater şeklindeki çıkış merkezlerini gösteren Google Earth görüntüleri.

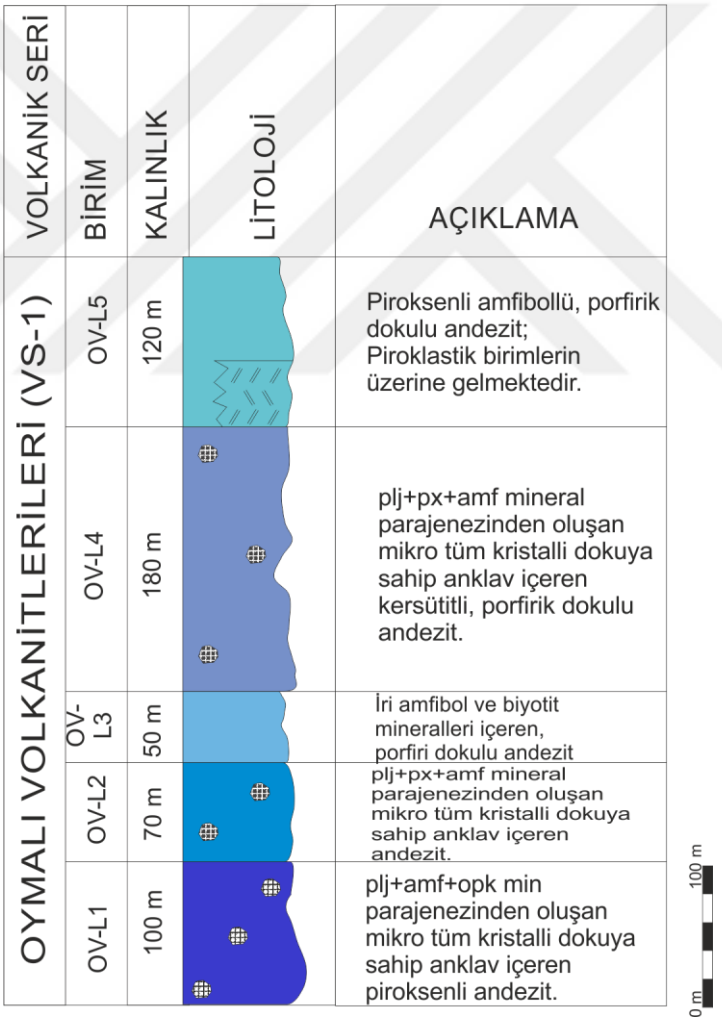
KVK'nın son evrelerini oluşturan Meke ve Kutören volkanitlerinin ise çok sayıda çıkış merkezi bulunmaktadır. Maarlar, skorya konileri ve lav alanları, son iki evrenin monojenetik çıkış merkezlerini oluşturmaktadırlar (Şekil 4.5).



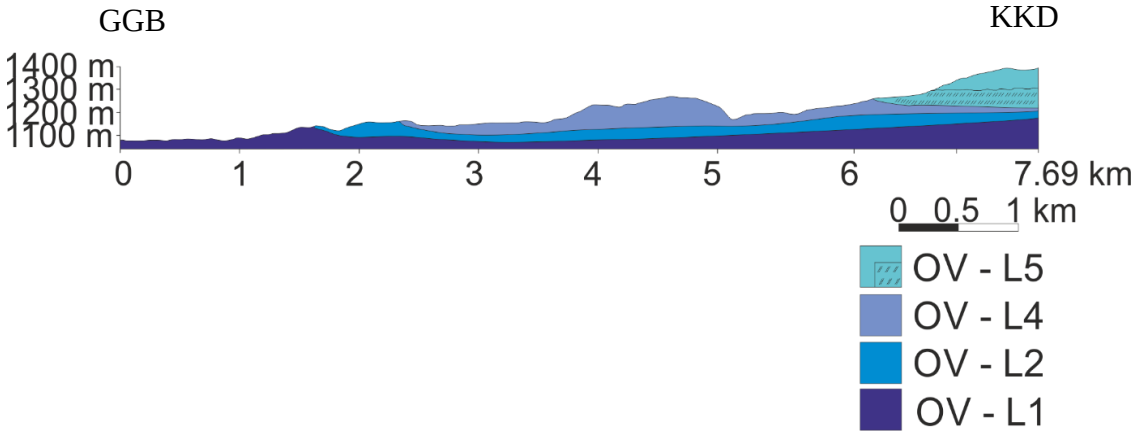
Şekil 4.5: Karacadağ Volkanik Kompleksi'ni oluşturan dördüncü ve beşinci volkanik serilerinin çıkış merkezlerini gösteren Google Earth görüntüleri. (a) KVK'nın GB kısmını oluşturan Meke volkanitlerinin çıkış merkezleri; (b) KVK'nın KD kısmını oluşturan Kutören volkanitlerinin çıkış merkezleri.

4.1.1. Oymalı Volkanitleri

Oymalı volkanitleri, KVK içerisinde yer alan Karacadağ Volkanı'nın taban birimini oluşturmaktadır ve yaklaşık 177.5 km^2'lik bir alanı kaplarlar. Oymalı volkanitleri üzerine Karacadağ'ın KB yamaçlarını oluşturan Yeşilyurt volkanitleri gelmektedir. Oymalı volkanitleri Karacadağ Volkanı'nın GB eteklerinde, Oymalı Köyü ve çevresinde, volkanın KD'sinde Taşbudak çevresinde küçük bir alanda yüzeylenmektedir. Oymalı volkanitleri bazaltik andezit ve andezit türü lavlardan oluşmaktadır. Birinci volkanik seriyi oluşturan Oymalı volkanitleri beş ayrı lav seviyesinden meydana gelmektedir. Lav seviyeleri stratigrafik olarak ve petrografik olarak birbirlerinden ayrılmışlardır (Şekil 4.6, Şekil 4.7)



Şekil 4.6: Oymalı volkanitlerine ait lav düzeylerini gösteren ölçekli volkanostratigrafik kesit (OV-L1, OV-L2 ve OV-L4 birimi içerisinde gösterilen daireler, bu birimler içerisinde bulunan granodiyorit bileşiminde anklavları simgelemek için kullanılmıştır. Açıklama metin içerisinde verilmiştir).

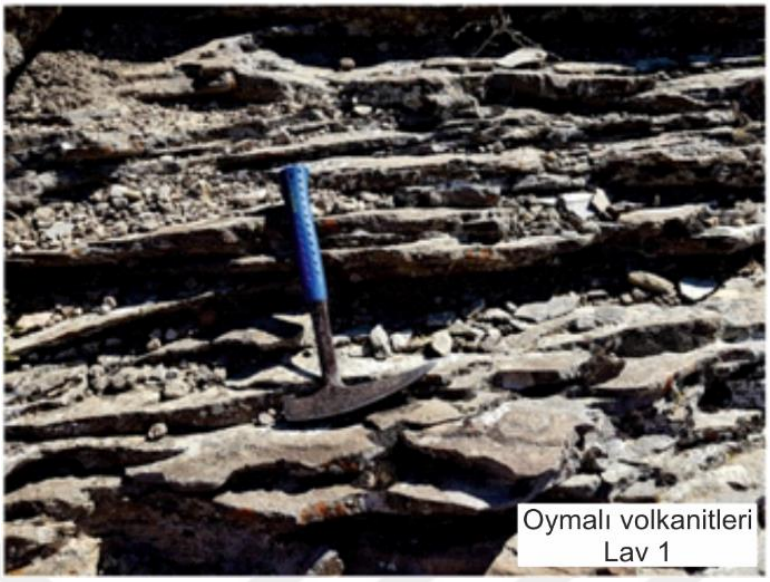


Şekil 4.7: Oymalı volkanitlerine ait lavları gösteren enine kesit (Kesit Akören KD'den Oymalı Köyü KD'ye doğru alınmıştır).

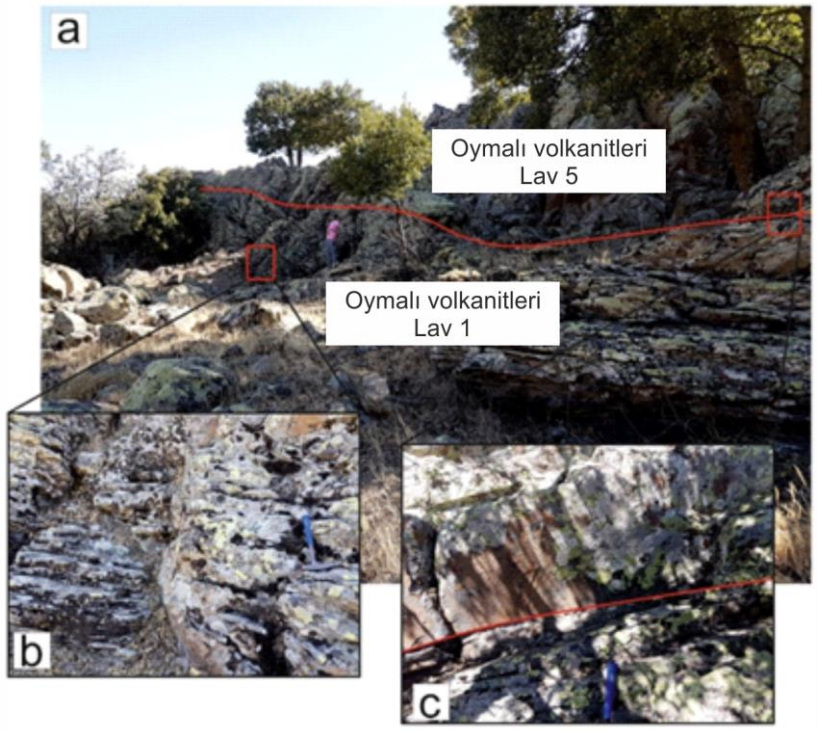
4.1.1.1. Oymalı Volkanitleri Lav 1 (OV-L1)

Tabanda bulunan Lav 1, Oymalı Köyü GB ve doğusunda, Karacadağ'ın GB eteklerinde yüzeylenmektedir. Yaklaşık olarak 121 km^2'lik bir alan kaplamaktadır. Gri matriksli, küçük kristalli, afirik dokuya sahip andezitik lav seviyesinin kalınlığı ortalama 100 m'dir. Ayrıca bazı mostralarda, basamak şeklinde görünmesini sağlayan GB-KD doğrultulu yataya yakın çatlaklar gelişmiştir (Şekil 4.8). Lav 1 seviyesi üzerine Oymalı Köyü KB'sinde Lav 5 seviyesi uyumsuzlukla gelmektedir (Şekil 4.9). Akören KB'sinde yüzeylenen Lav 1 seviyesinde GB-KD gidişli çatlaklar gelişmemiştir (Şekil 4.10).

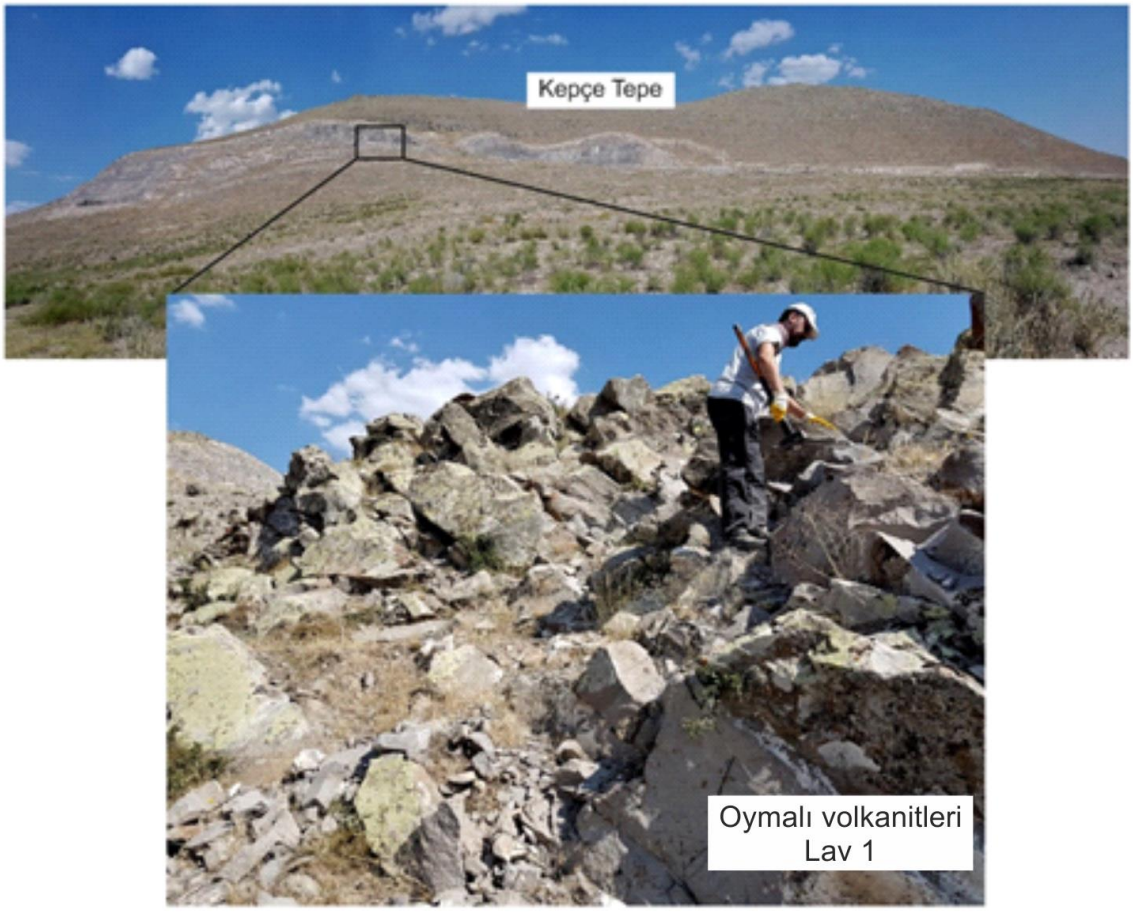
Birim içerisinde mikro-tüm kristalli dokuya sahip, amfibol ve plajiyoklaz kristallerinin belirgin olduğu granodiyorit bileşiminde anklavlar bulunmaktadır.



Şekil 4.8: Oymalı Köyü GB'ında yüzeylenen Oymalı volkanitlerine ait OV-L1 seviyesinde gelişen çatlak sistemleri (Bakış Yönü: D'den B'ye; K37º45'27.74" D33º49'2.17").



Şekil 4.9: (a) Oymalı volkanitlerine ait OV-L1 ve OV-L5 arasındaki dokanak, (b) OV-L1, (c) OV-L1 ve OV-L5 arasındaki dokanağın yakından görünümü (Oymalı Köyü KB'si; Bakış Yönü: D'den B'ye; K37º45'43.29" D33º49'38.38").



Şekil 4.10: Kepçe Tepe (Akören KB'si) eteklerinde yüzeylenen Oymalı volkanitlerine ait OV-L1 seviyesi (Bakış Yönü: KB'den KD'ye; K37º41'34.48" D33º46'3.º8").

4.1.1.2. Oymalı Volkanitleri Lav 2 (OV-L2)

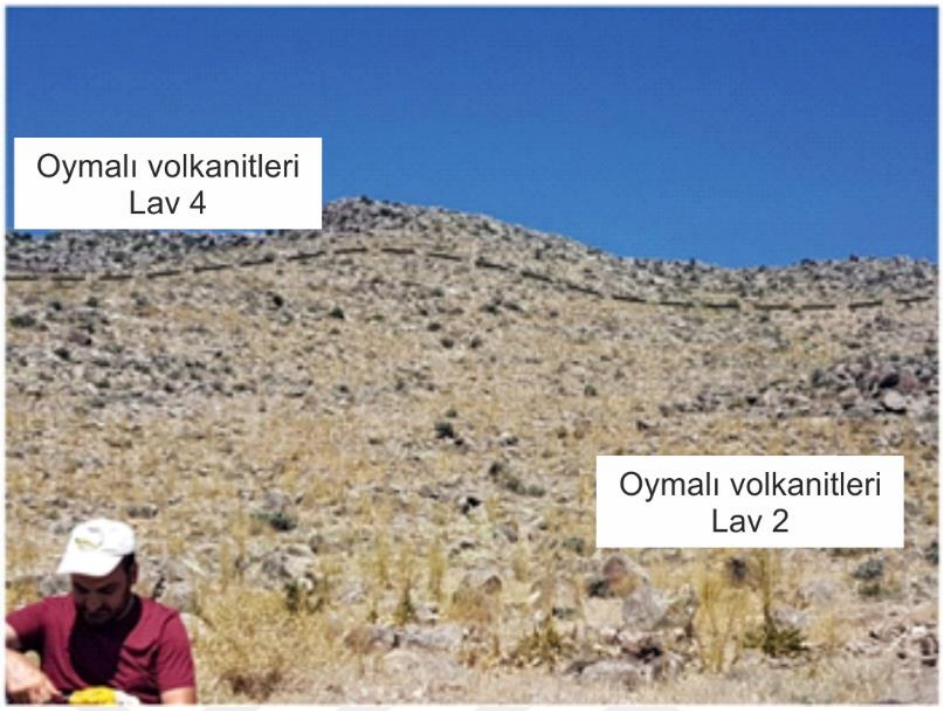
Oymalı volkanitlerine ait Lav 2 seviyesi 5.4 km^2'lik bir alan kaplamaktadır ve en geniş olarak Oymalı Köyü KD'si ve Akören GD'si arasında kalan alanda yüzeylenmektedir. Lav akış yönü KB'den GD'ye olan birimin ortalama kalınlığı 70 m'dir. Lav 2 seviyesinin altta Lav 1 ile uyumlu, üstte Lav 4 ile uyumsuz dokanağı vardır. Uyumsuz dokanağın olası nedeni OV-L4 biriminin arada OV-L3 birimi olmaksızın OV-L2 biriminin üzerini kaplamasıdır. Lavların yanal yönde topografya ile sınırlanmaları ve yamaç aşağıya sınırlı alanlar kaplayarak akmış olmaları nedeniyle bu gibi ilişkiler volkanostratigrafik istifler içerisinde oldukça fazla karşılaşılan bir durumdur. Bu nedenle volkanostratigrafik istifler, sedimenter istifler gibi düşünülmemelidir. OV-L2 seviyesi, açık gri bir matriks içinde başlıca plajiyoklaz, amfibol ve biyotit fenokristallerinin yer aldığı porfirik dokulu andezitten oluşmaktadır. Fenokristaller, Lav 1'dekilere göre daha iri boyutludur. Bu nedenle içerdiği amfibol ve biyotit kristalleri el

örneğinde kolayca tanınabilir. Lav 2, alterasyondan fazla etkilenmemiş taze bir görünüm sergilemektedir (Şekil 4.11, Şekil 4.12).

OV-L2 içerisinde mikro tüm kristalli dokuya sahip, piroksen, amfibol ve plajiyoklaz kristallerinin belirgin olduğu diyorit - granodiyorit bileşiminde anklavlar bulunmaktadır.



Şekil 4.11: Kepçe Tepe doğusunda yüzeylenen Oymalı volkanitlerine ait OV-L2 seviyesi (Bakış yönü: Yaklaşık D'den B'ye; K37º42'2.16" D33º48'13.2").



Şekil 4.12: Karacadağ GB eteklerinde yüzeylenen Oymalı volkanitlerine ait OV-L2 ve OV-L4 arasındaki dokanak ilişkisi (Bakış yönü: KD'den GD'ye; K37º41'45.56" D33º42'56.31").

4.1.1.3. Oymalı Volkanitleri Lav 3 (OV-L3)

Karacadağ Volkanının KD eteklerinde çok küçük bir alanda yüzeylenmektedir. Yaklaşık 4.8 km^2'lik bir alanı kaplamakta ve kalınlığı ortalama 50 m'dir. OV-L2 seviyesi ile büyük benzerlik göstermekle birlikte, içerisinde hiç anklav içermemesi ve nispeten biraz daha küçük kristalli porfirik dokusuyla OV-L2 biriminden ayırtlanmıştır. El örneklerinde amfibol ve biyotitleri oldukça belirgindir (Şekil 4.13). Bu birimin Beyören volkanitleri ile birlikte gruplanmamasının sebebi, OV-L3 lav biriminin petrografik ve jeokimyasal özellikleri ile Beyören volkanitlerinden kesin olarak ayrılmasıdır. Ayrıca Oymalı volkanitlerini oluşturan lavlar ile benzerliği nedeniyle de bu birimin, Karacadağ volkanının KD eteklerinde doğru yayılım göstermiş ve KVK'nın KD taban birimini oluşturduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.13: Karacadağ KD eteklerinde yüzeylenen Oymalı volkanitlerine ait OV-L3 andezitik lav akışı (Bakış yönü: GD'den KD'ye; K37º49'45.76" D33º53'39.39").

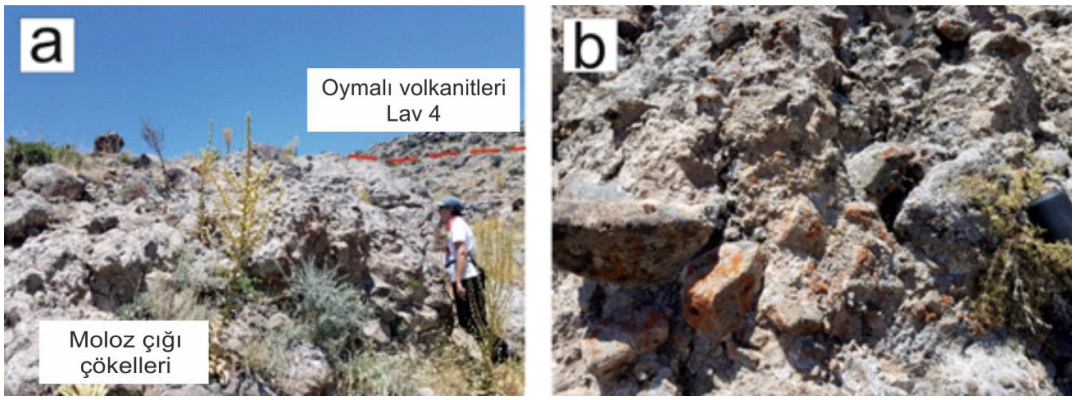
4.1.1.4. Oymalı volkanitleri Lav 4 (OV-L4)

Oymalı volkanitleri serisine ait OV-L4 seviyesi Eski Kesmez ve çevresinde yüzeylenen birimin ortalama kalınlığı 180 m'dir. Yaklaşık olarak 42 km^2'lik alanı kaplamaktadır. Bu lav seviyesinin en önemli özelliği bol anklav içermesidir (Petrografi bölümünde ayrıntılı olarak anlatılmıştır). Ayrıca OV-L4 seviyesi ve OV-L2 seviyesi arasında kaotik bloklu aglomeratik birimlere rastlanılmıştır. Çok kötü boylanmış köşeli ve yarı köşeli çakıl ve bloklardan oluşan bu birim, genel olarak bir moloz akış birimine (debris flow deposit) veya kitle hareketi ile oluşmuş kaotik bir kaya çökeline (rock avalance) benzemektedir (Şekil 4.14). Kaya çığı birimleri, genel olarak volkan konilerinin ve volkanik istiflerin ani çökmesi sonucunda oluşan büyük hacimli ve geniş yayılımlı birimlerdir. Bu birimin kalınlığı, hacmi ve yayılımının büyük olmaması, bir kaya çığından ziyade yamaçta biriken iri kırıntılı malzemenin yerçekimi ve olasılıkla suyun etkisi ile paleo-vadiler ve çeşitli boyutta akarsu yatakları boyunca aniden akmasına bağlı bir moloz akışı ve belki de lahar oluşumu sonucunda yerleşmiş olabileceği fikrine ağırlık kazandırmaktadır. Ancak matrikste blok – çakıl ve kum dışında büyük miktarlarda çamurlaşmış tüf olmaması lahar olamayacağını göstermektedir. KD'de bulunan OV-L3 seviyesinin moloz akış birimi ile dokanağı saha çalışmaları sırasında bulunamamıştır.

Ancak OV-L2 ve OV-L3 seviyelerinin birbirini takiben oluştuğu düşünüldüğü için GSK'da piroklastik akış birimlerine, bu birimlerden sonra yer verilmiştir. Moloz görüntüsü veren piroklastik blok akması ile oluşmuş düzeyler içerisinde Oymalı volkanitlerinden bloklar bulunmaktadır. Bunların boyları birkaç metreden 10 cm'ye kadar değişir.

OV-L4 düzeyini oluşturan andezitik lav akışı özellikle Karacadağ volkanının GB doruklarını oluşturmaktadır (Şekil 4.15). Bu düzey, Acıgöl maarı KD'sinde aynı serinin taban birimi olan OV-L1'in üzerinde uyumsuz oturmaktadır (Şekil 4.16). Eski Akören köyü KB'sinde ise, üst dokanağında Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L3 birimi uyumsuz olarak gelmektedir. Ayrıca bu bölgedeki mostrasında birimi yaklaşık K – G doğrultusunda kesmiş dayklar görülmektedir (Şekil 4.17).

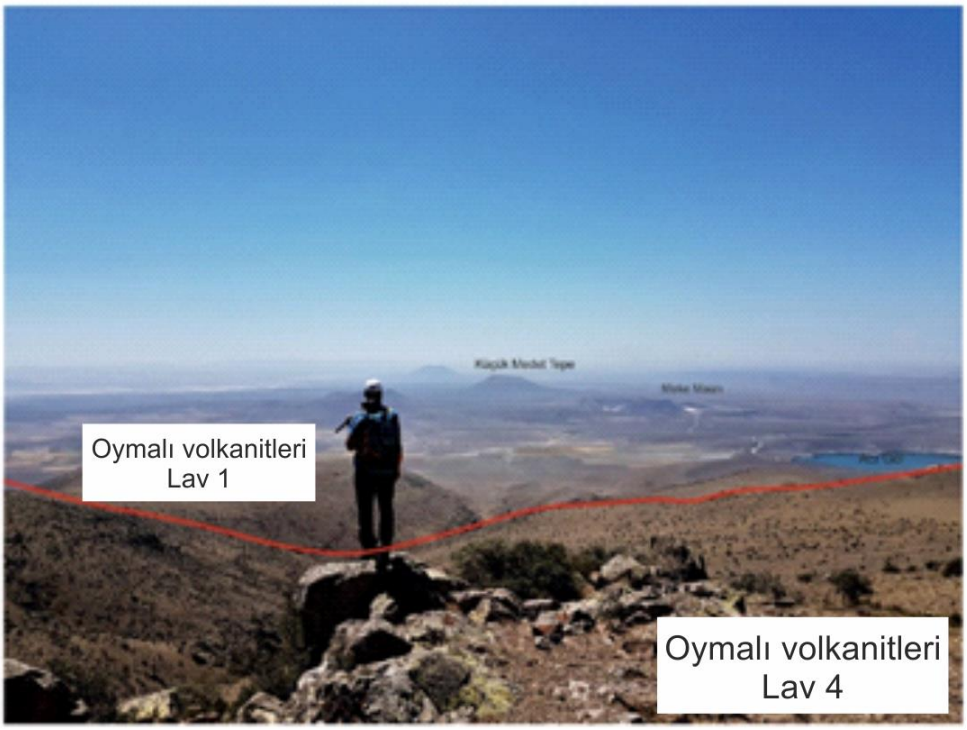
OV-L4 lav düzeyi, Karacadağ Volkanının GB eteklerinde OV-L2 düzeyi üzerine gelmiştir. Burada iki lav arasında bloklu moloz akış ürünü veya piroklastik düzeyler gözlenmemektedir. Bu da bu bloklu düzeylerin sadece paleo-topoğrafyanın uygun olduğu çukur yerlerde (örneğin dere yataklarının oluşturduğu küçük vadiler) alttaki lav seviyesi üzerinde sınırlı alanlarda çökeldiğini ve daha sonra üstteki lav akışı ile örtüldüğünü göstermektedir (Şekil 4.18).



Şekil 4.14: (a)Oymalı volkanitlerine ait OV-L4 birimi ve altında yer alan moloz akış (debris flow) ürünü kötü boylanmalı bloklu düzeyin arazideki görünümü (b) Söz konusu bloklu düzeyin yakından görünümü (Bakış yönü: KB'den KD'ye; K37º41'24.45" D33º43'55.83").



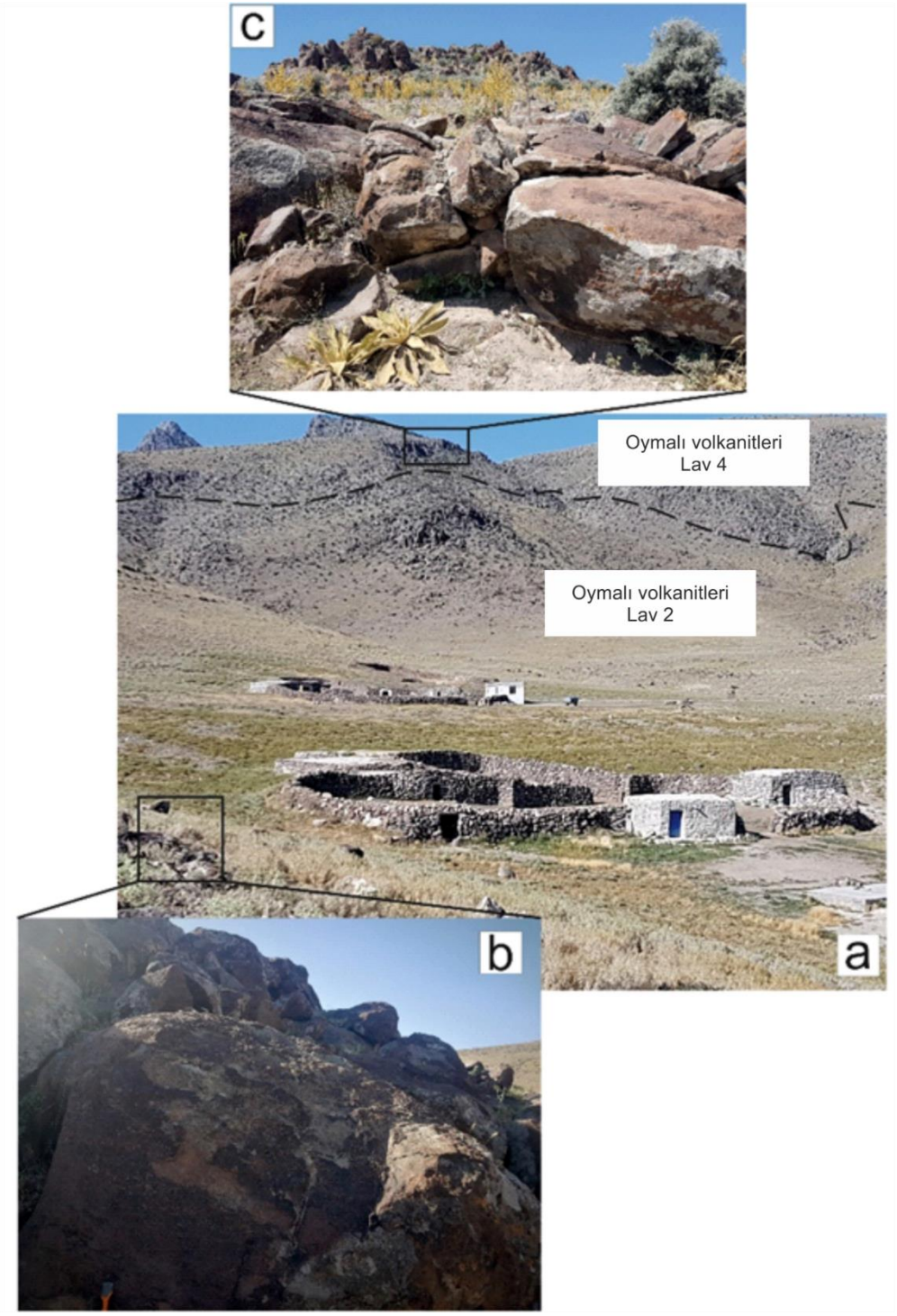
Şekil 4.15: Dört Sivriler Tepesi zirvesinde gözlenen Oymalı volkanitlerine ait OV- L4 andezitik lavı. (Bakış yönü: KD'den GB'ye; K37º43'46.23" D33º42'56.54").



Şekil 4.16: Oymalı volkanitlerine ait OV-L1 ve OV-L4 arasındaki sınır. (Acıgöl Maarı KD'si; Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º43'42.24" D33º42'29.º3").



Şekil 4.17: (a) Oymalı volkanitlerine ait OV-L4'ü keserek yerleşmiş olan dayk: fotoğrafta kırmızı renkle işaretlenmiş iki karenin arasında kırmızı kesikli çizgi ile çevrelenmiş yerde yer almaktadır. (Eski Akören KB'sı; Bakış yönü: KB'den KD'ye; K37º44'15.74" D33º48"), (b) OV-L4 ile altındaki piroklastik düzey arasındaki sınır, (c) Oymalı andezitleri'ne ait OV-L4 ve Yeşilyurt volkanitleri'ne ait YV-L3 arasındaki dokanak.



Şekil 4.18: (a) Oymalı volkanitlerine ait OV-L2 – OV-L4 arasındaki dokanak. Karacadağ GB etekleri. (b) OV-L2'nin yakından görünümü (Bakış yönü: GD'den KD'ye; K37041'38.82" D33042'57.87"). (c) Lav 4'ün arazide yakından görünümü (Bakış yönü: KD'den KB'ye; K37041'54

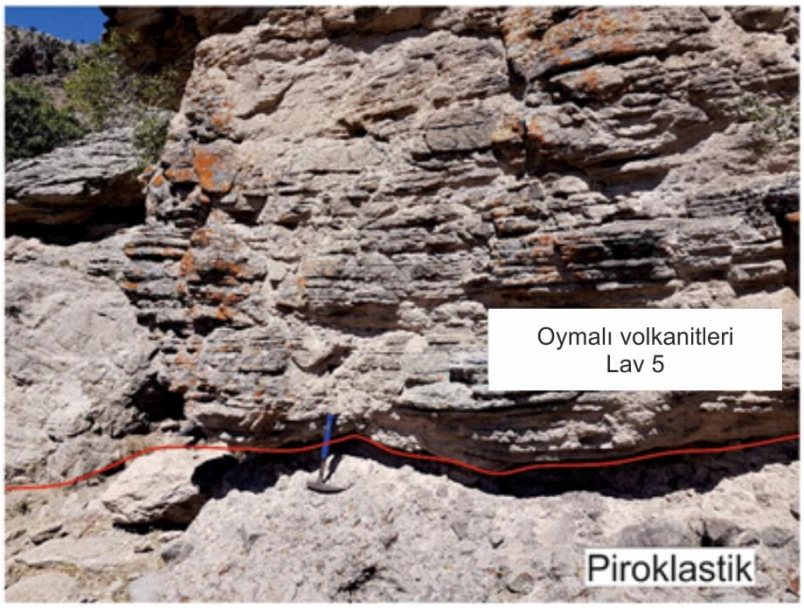
4.1.1.5. Oymalı Volkanitleri Lav 5 (OV-L5)

Oymalı volkanitlerine ait OV-L5, Oymalı Köyü çevresinde yüzeylenmektedir. Yaklaşık olarak 6.8 km^2'lik bir alan kaplamaktadır. Bu lavın diğerlerinden farkı, piroklastik bir istifin üzerine gelmesidir. Piroklastik istif, Oymalı Köyü ve Eski Akören Köyü arasında bir alan kaplamaktadır. Orta Anadolu Volkanik Provensi piroklastikleri içerisinde yapılan ve birkaç yerde görülen eski yerleşim yerlerinin benzerleri burada da inşa edilmiştir (Şekil 4.19). Oymalı Köy adı da bu istif içine oyulan yerleşim yerinden gelmektedir. İstif; moloz blokları (Şekil 4.20) ve ince taneli düzgün derecelenmeli piroklastik çökellerden meydana gelmektedir (Şekil 4.21, Şekil 4.22, Şekil 4.23).

OV-L5, açık gri renkli camsı / mikro kristalli volkanik hamur içinde amfibol ve biyotit fenokristalleri içeren, kısmen altere olmuş iri kristalli andezitik lav seviyesidir. Oymalı Köyü KD'sinde aynı seriye ait OV-L1 biriminin üzerine gelmektedir (Şekil 4.24). Yine Oymalı Köyü KB'sinde Yeşilyurt volkaniklerine ait YV-L6 ile dokanağı bulunmaktadır (Şekil 4.25).



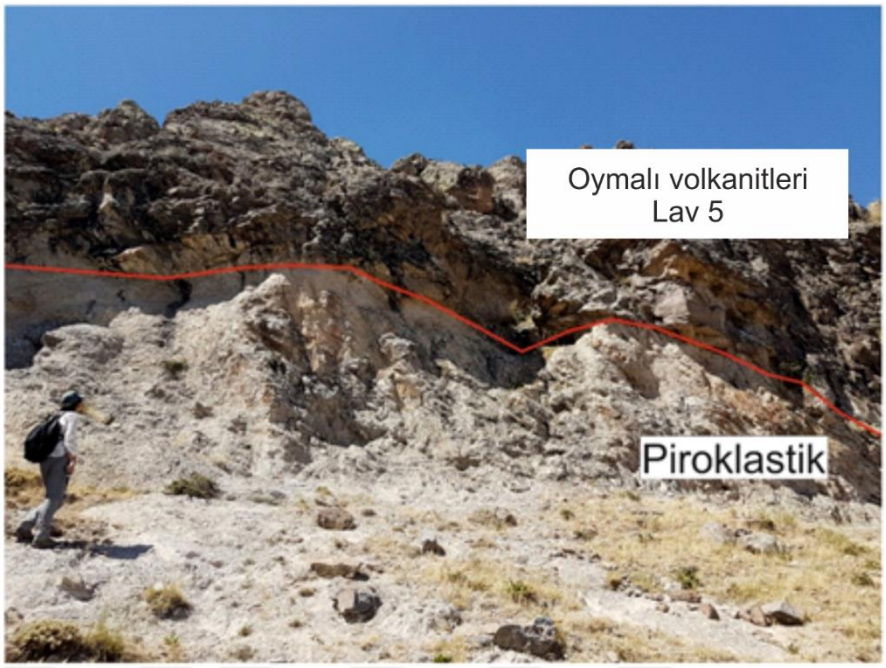
Şekil 4.19: Oymalı volkanitlerine ait Ov-L5 ve altında yer alan piroklastik istif içerisinde yapılan yer altı yerleşimi girişinden bir görüntü (Oymalı KD'si; Bakış yönü: KD'den GB'ye; K37º45'1.49" D33º48'34.39").



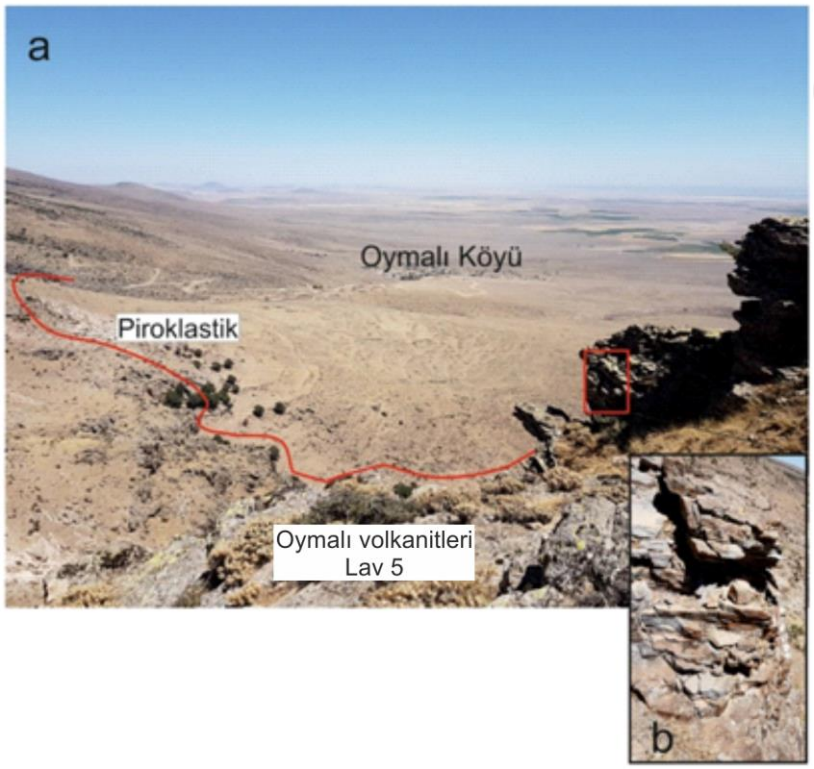
Şekil 4.20: Oymalı volkanitlerine ait OV-L5 düzeyi ve altında yer alan piroklastik istifin tabanını oluşturan matriks destekli aglomera (Oymalı KD'si; Bakış yönü: KB'den GB'ye; K37º45'14.6" D33º48'2.91").



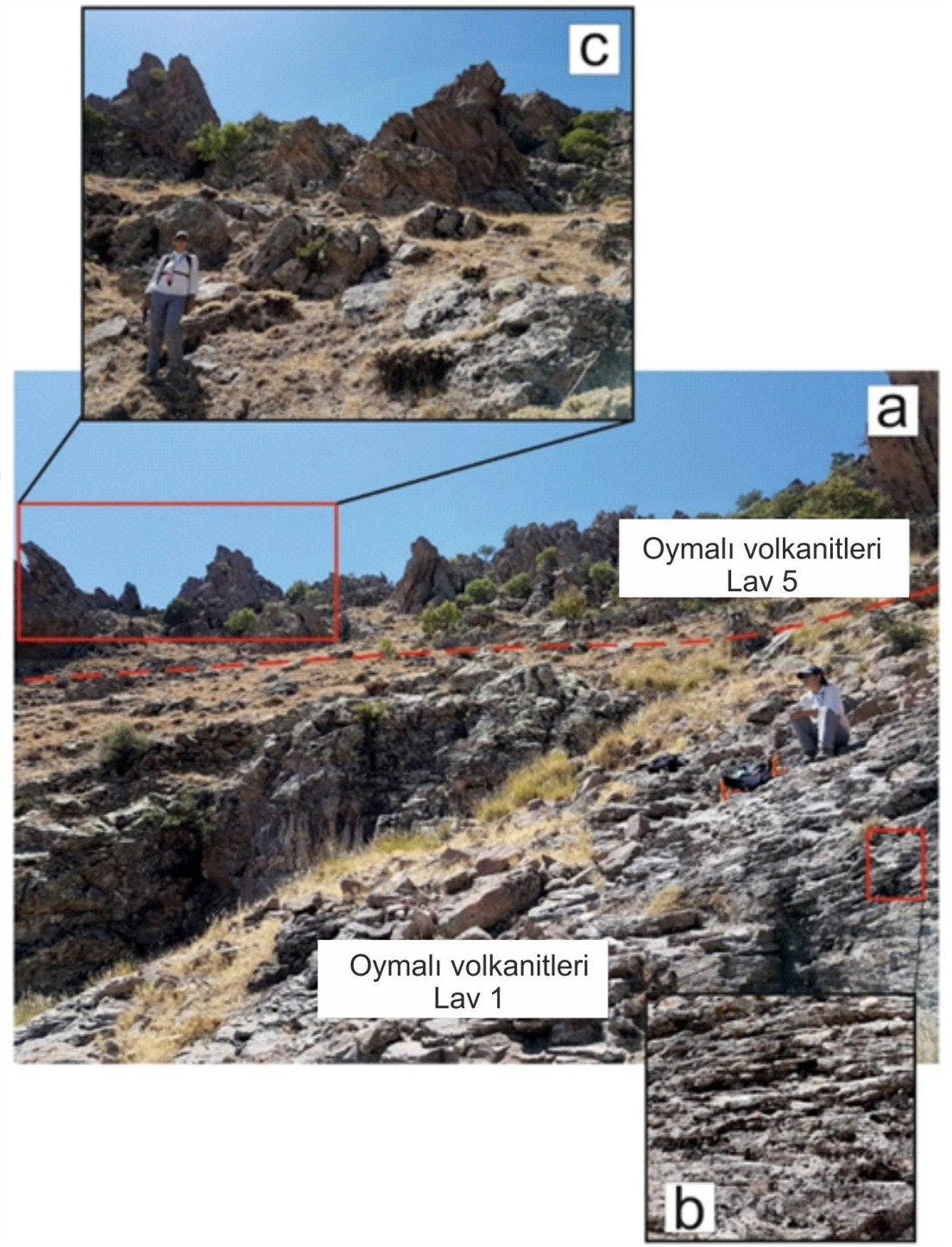
Şekil 4.21: (a) Oymalı volkanitlerine ait OV-L5 düzeyi ve altında yer alan ince taneli piroklastik istif. (b) Kırıntılı volkanik malzeme (Bakış yönü: GB'den KB'ye; K37º45'8.61" D33º48'29.27").



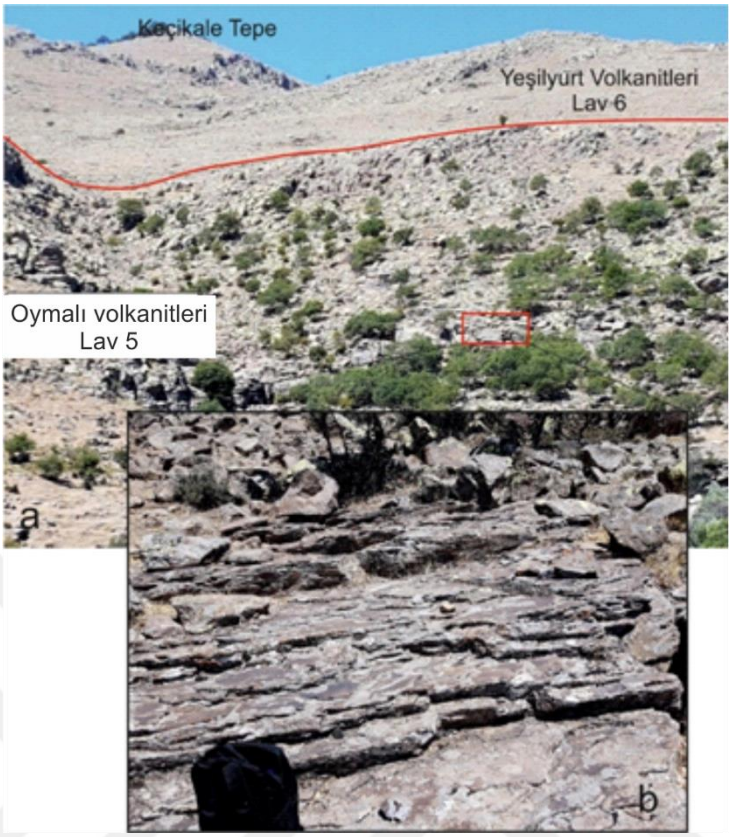
Şekil 4.22: Piroklastik istif üzerine gelen andezitik OV-L5 düzeyi (Oymalı D'si; Bakış yönü: GB'den KB'ye; K37º44'51.69" D33º48'2.7").



Şekil 4.23: Oymalı Köyü etrafındaki piroklastik istif üzerine gelen andezitik OV-L5'in sınırı (Bakış yönü: K'den G'ye; K37º44'59.43" D33º48'25.16").



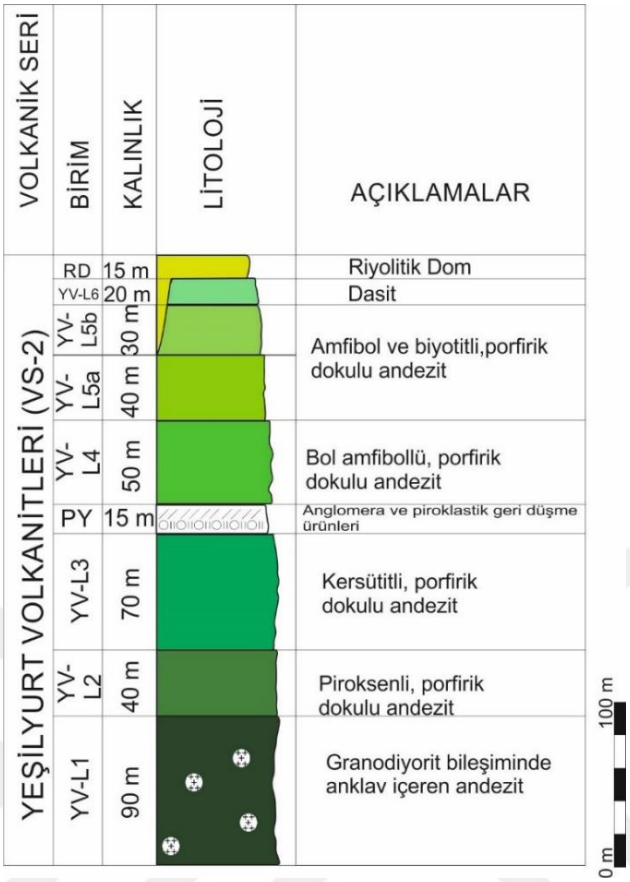
Şekil 4.24: Oymalı Köyü KD'sinde gözlenen OV-L1 – OV-L5'in sınırı (Bakış yönü: GB'den KB'ye; K37º45'35.39" D33º49'28.42").



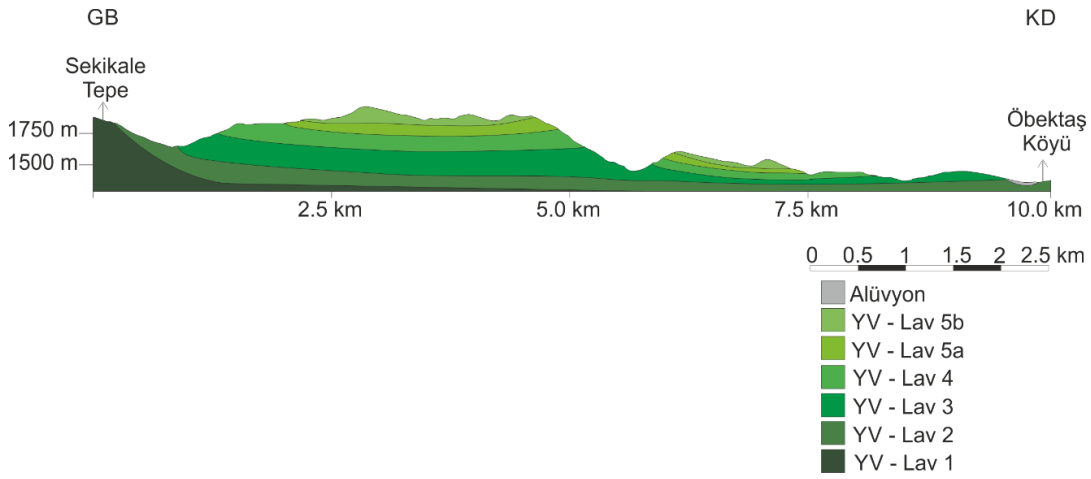
Şekil 4.25: Oymalı Köyü KB'sinde gözlenen Oymalı volkanitlerine ait OV-L5 ile Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L6'nın dokanağı (Bakış yönü: GB'den KB'ye; K37º45'19.92" D33º48'13.8").

4.1.2. Yeşilyurt Volkanitleri

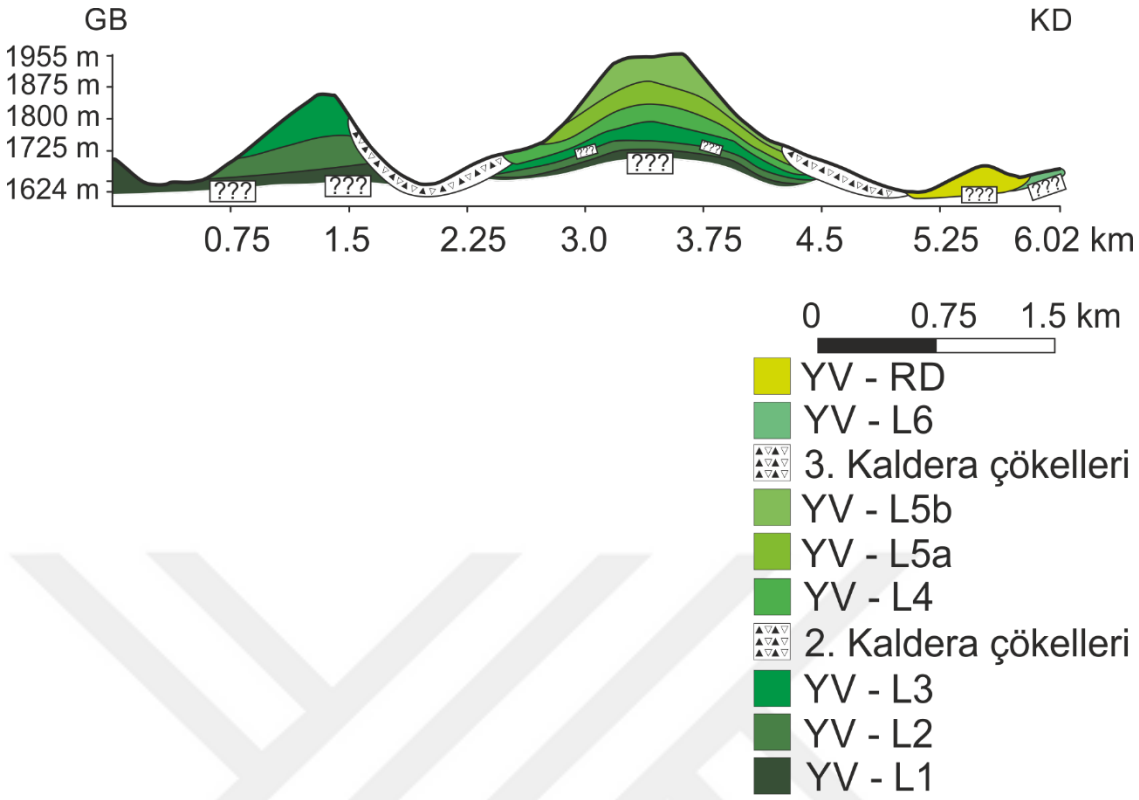
Çalışma alanındaki ikinci volkanik seriyi oluşturan Yeşilyurt volkanitleri, Oymalı andezitleri üzerine gelmektedir, serinin üst sınırını ise Karacadağ'ın KD bölümünde gözlenen Beyören volkanitleri oluşturmaktadır. Bu seriye ait lavlar, Karacadağ volkanının KB yamaçlarını kaplamaktadır ve 6 lav birimi ile bir riyolitik domdan oluşmaktadır. Bu birimlerin ayırtlanması hem stratigrafik hem de petrografik olarak yapılmıştır (Şekil 4.26, Şekil 4.27, Şekil 4.28). Yeşilyurt volkanitlerine ait lavlar, alttan üste doğru gidildikçe ortaç bileşimden asit (felsik) bileşime doğru geçiş göstermektedir. Söz konusu lavlar, KB-GD doğrultulu faylarla ilişkili açılma çatlaklarından püskürerek batıya, ovaya doğru yayılmışlardır (Şekil 4.1). Ancak bu seriye ait son oluşan 3 lav birimi ile en son oluşan riyolitik bileşimli dom, krater oluştuktan sonra yüzeye çıkmış olmalıdır.



Şekil 4.26: Yeşilyurt volkanitlerine ait lav düzeylerini gösteren ölçeklendirilmiş volkanostratigrafik kesit.



Şekil 4.27: Yeşilyurt volkanitlerine ait lav düzeylerini gösteren enine kesit (Kesit Seki Kale Tepe GB' sinden, Öbektaş Köyü KD'sine uzanan bir doğrultuda alınmıştır).



Şekil 4.28: Yeşilyurt volkanitlerine ait lav düzeylerini gösteren enine kesit (Kesit 3. krater içerisinde GB'den KD'ye doğru alınmıştır).

4.1.2.1. Yeşilyurt Volkanitleri Lav 1 (YV-L1)

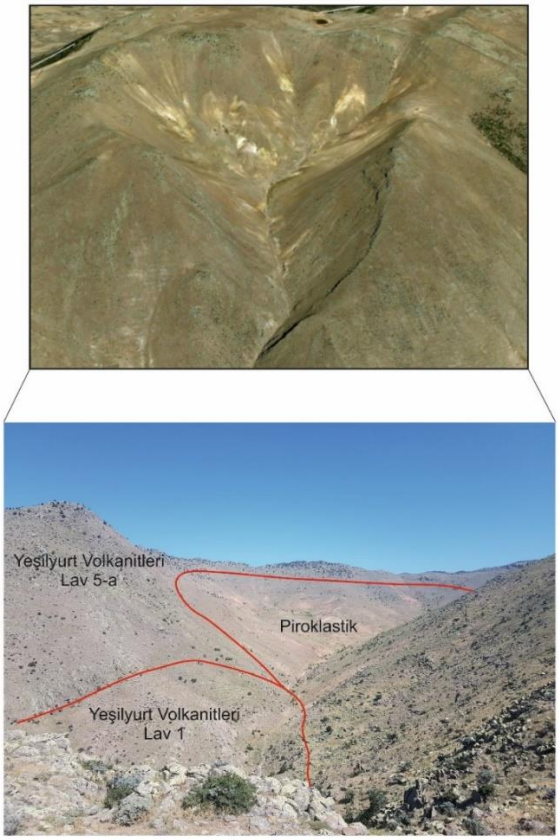
Yeşilyurt volkanitleri Lav 1, Eski Kesmez köyü batısında Seki Kale tepesi ve etrafında yüzeylenmektedir (Şekil 4.29). Yaklaşık olarak 6 km^2'lik bir alan kaplamaktadır. Açık gri matriksli, bol amfibol kristalli andezitik lav birimi OV-L4'ün üzerine gelmektedir. Birim, bloklu lav karakterindedir ve sahada büyük bloklar şeklinde mostra vermektedir (Şekil 4.30). Alterasyondan yoğun olarak etkilenmemiş olsa da özellikle Kurşuncu Kale civarında gözlenen mostralar oldukça alteredir. Bu birimin üzerine uyumsuz olarak aynı seriye ait YV-L5a birimi gelmektedir (Şekil 4.31). Yine aynı birimin uyumsuz olarak YV-L4 birimi ile de dokanağı bulunmaktadır.



Şekil 4.29: Seki Kale Tepe K'in de gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait Lav 1 birimi (Bakış yönü: GB'den KB'ye; K37º43'38.64" D33º44'5.46").



Şekil 4.30: Kurşuncu Kale Tepe G'sinde gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait Lav 1 düzeyi (Bakış yönü: KB'den KD'ye; K37º44'6.34" D33º46'18.30").



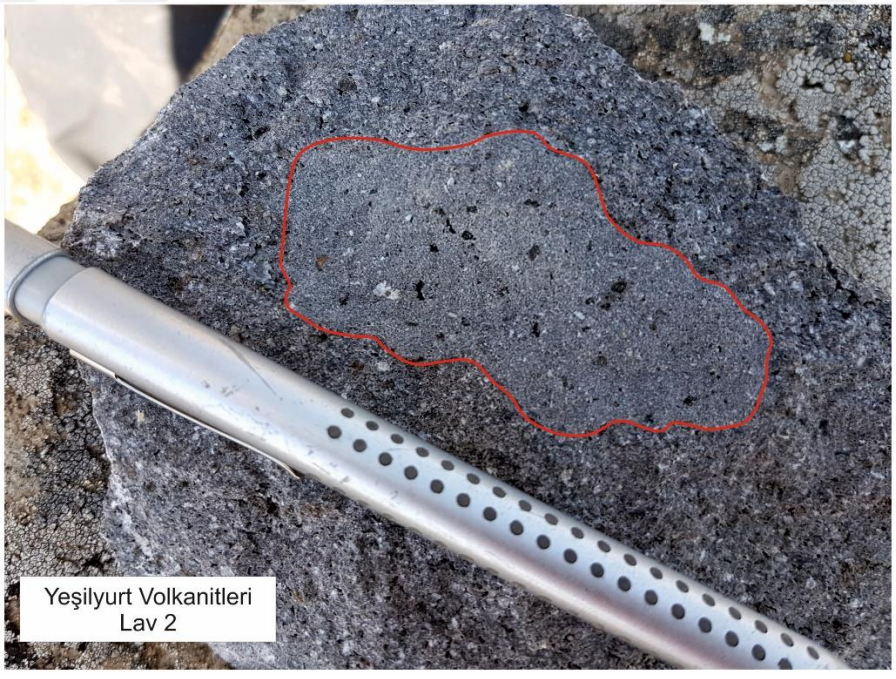
Şekil 4.31: Oymalı Köyü KB'sinde gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L1 düzeyi ile Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L5a düzeyinin dokanağı (Bakış yönü: 2.kratere doğru yaklaşık D'den B'ye; K37º43'36.44" D33º45'49.76").

4.1.2.2. Yeşilyurt Volkanitleri Lav 2 (YV-L2)

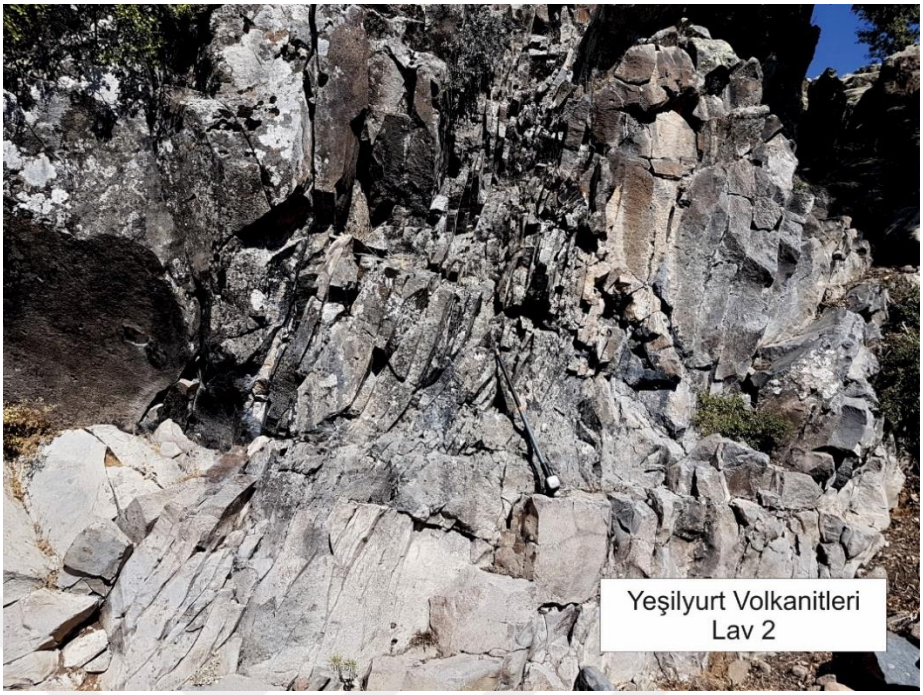
Yeşilyurt volkanitleri YV-L2 düzeyi, Öbektaş Köyü ve çevresinde yüzeylenmektedir. Yaklaşık olarak 7 km^2'lik bir alan kaplamaktadır. Birim, andezitik bileşimli masif bir lav akıntısıdır (Şekil 4.32). Koyu gri matriksli lav içerisinde bulunan amfibol mineralleri gözle seçilebilse de YV-L1 biriminde olduğu kadar iri değillerdir. Bu lav düzeyi porfirik- afanitik doku göstermektedir. Ayrıca bu birim içerisinde anklavlar bulunmaktadır (Şekil 4.33). Anklavlar, granodiyorit bileşimli, mikro-granüler dokulu, tüm kristallidirler. Birim içerisinde GB-KD doğrultulu soğuma çatlakları gelişmiştir (Şekil 4.34). Bu birime ait en taze mostra, Öbektaş köyü civarında bulunan eski bir taş ocağında yüzeylenmiştir (Şekil 4.35). YV-L2 biriminin YL – L1 birimi ile dokanağına arazide rastlanmamıştır ancak YL-L4 ve YL-L5-a birimleri ile uyumsuz dokanağı vardır.



Şekil 4.32: Öbektaş Köyü doğusunda gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait andezitik YV-L2 düzeyi (Bakış yönü: KD'den GB'ye; K37º48'55.26" D33º46'2.3").



Şekil 4.33: Öbektaş Köyü doğusunda gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait andezitik YV-L2 içerisinde gözlenen granodiyorit bileşimli anklav.



Şekil 4.34: Öbektaş Köyü KD'sinde gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L2 içerisinde gelişen soğuma çatlakları (Bakış yönü: KB'den KD'ye; K37º48'42.14" D33º45'59.76").



Şekil 4.35: Eski bir taş ocağında gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L2 düzeyi (Bakış yönü: yaklaşık K'den G'ye; K37º48'15.89" D33º45'42.19"). Yataya yakın akma makaslama zonları dikkati çekmektedir.

4.1.2.3. Yeşilyurt Volkanitleri Lav 3 (YV-L3)

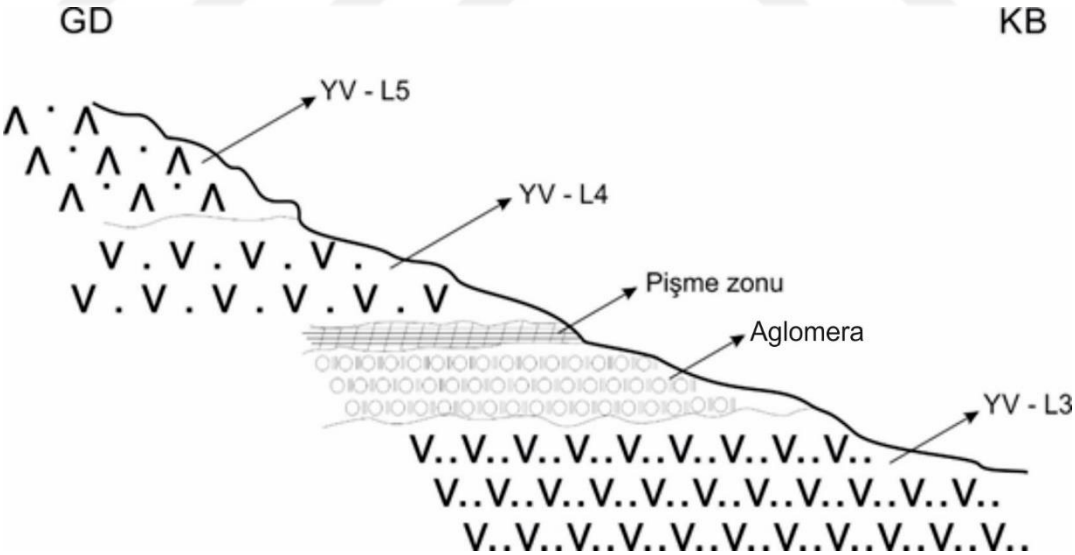
Yeşilyurt volkanitlerine ait Lav 3 birimi, Oymalı Köyü batısında bulunan Kurşuncu Kale Tepe ve çevresinde yüzeylenmiştir. Yaklaşık 14 km^2'lik bir alanı kaplamaktadır. Koyu gri matriksli küçük kristalli, el örneğinde tanınabilecek boyutlarda amfibol kristalleri içeren andezitik bir lav seviyesidir (Şekil 4.36). Birim içerisinde gelişen çatlaklar KD-GB doğrultuludur (Şekil 4.37). Olasılıkla bu lav seviyesinin oluşumundan sonra 2. Krater açılmıştır, zira lav krater duvarı tarafından kesilmektedir. Ayrıca bu birimin üzerine gelen piroklastik ürünler içerisinde bu birime ait çakıllara rastlanmıştır. Bu serinin daha genç lavlarıyla örtülen söz konusu aglomera seviyesi, volkanın bu lav çıkışından sonra aşınmanın, taşınıp çökelmenin egemen olduğu bir suskunluk evresi geçirdiğinin göstergesi olabilir (Şekil 4.38). Birimin bazı lokasyonlarda içerisinde kendi çakıllarının olduğu aglomera ile üst dokanağı bulunduğu gibi, üzerine gelen YL-L4 ve YL-5a birimleri ile belirli bir uyumsuzluk içermeyen dokanakları da vardır (Şekil 4.39, Şekil 4.40).



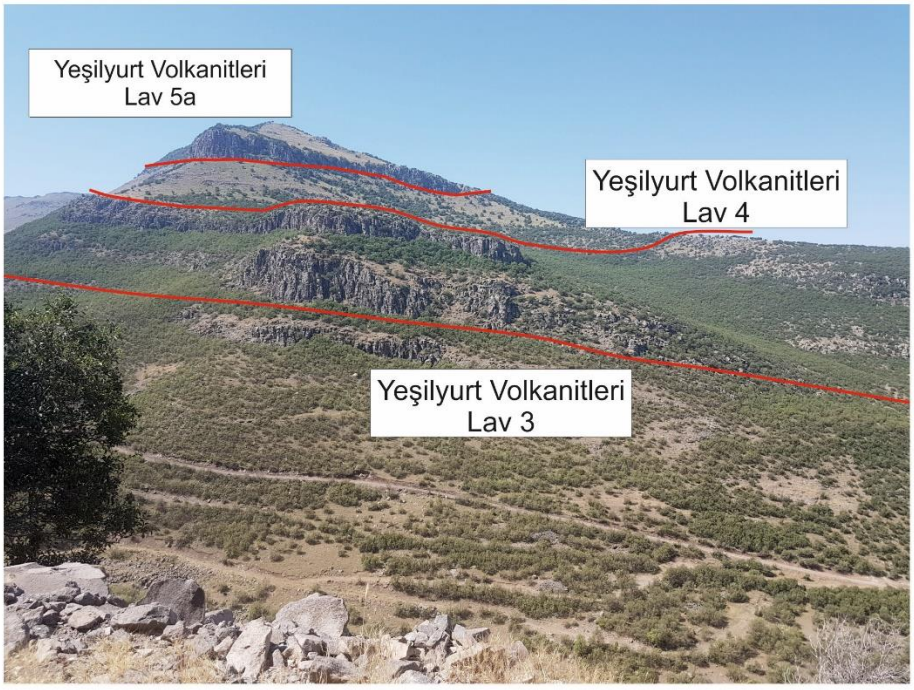
Şekil 4.36: Kurşuncukale Tepe'nin GB eteklerinde gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L3 düzeyi (Bakış yönü: KB'den KD'ye; K37º45'15.76" D33º47'56.23").



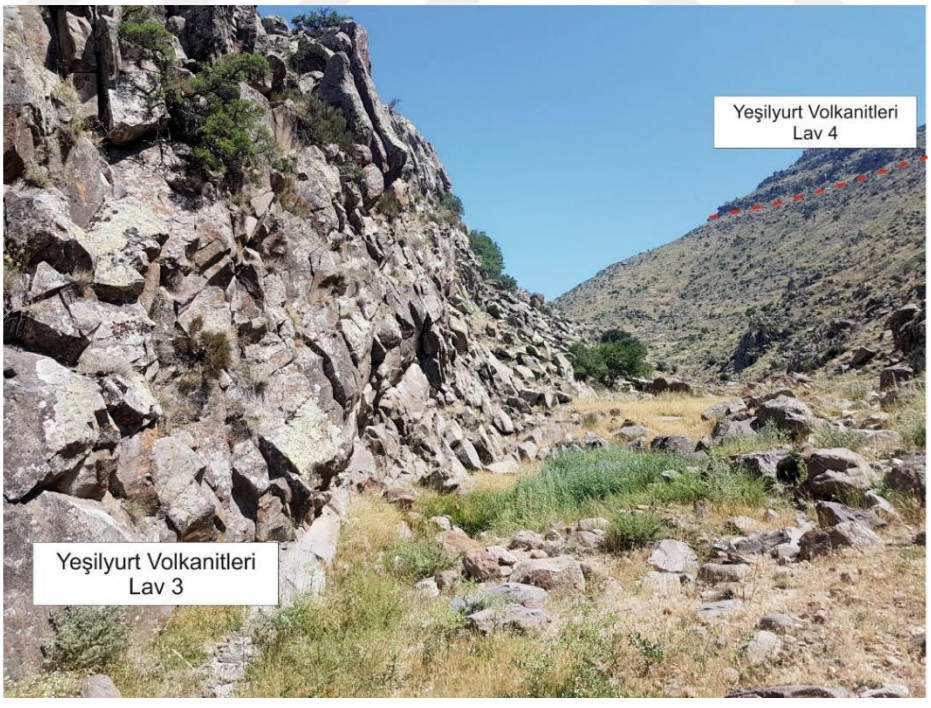
Şekil 4.37: Yeşilyurt KD'sinde bulunan Kurşuncukale Tepede gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L3 düzeyi (Bakış yönü: KB'den KD'ye; K37º46'48.57" D33º44'37.7").



Şekil 4.38: Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L3, YV-L4 ve YV-L5a lavları arasındaki stratigrafik ilişkiyi gösteren ölçeksiz jeolojik kesit.



Şekil 4.39: Hacı Mahmut Yaylası KD'sinde gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L3, YV-L4, YV-L5a ve YV-L5b düzeyleri arasında gözlenen dokanak ilişkileri (Bakış yönü: KB'den KD'ye; K37º46'12.40" D33º45'43.86").



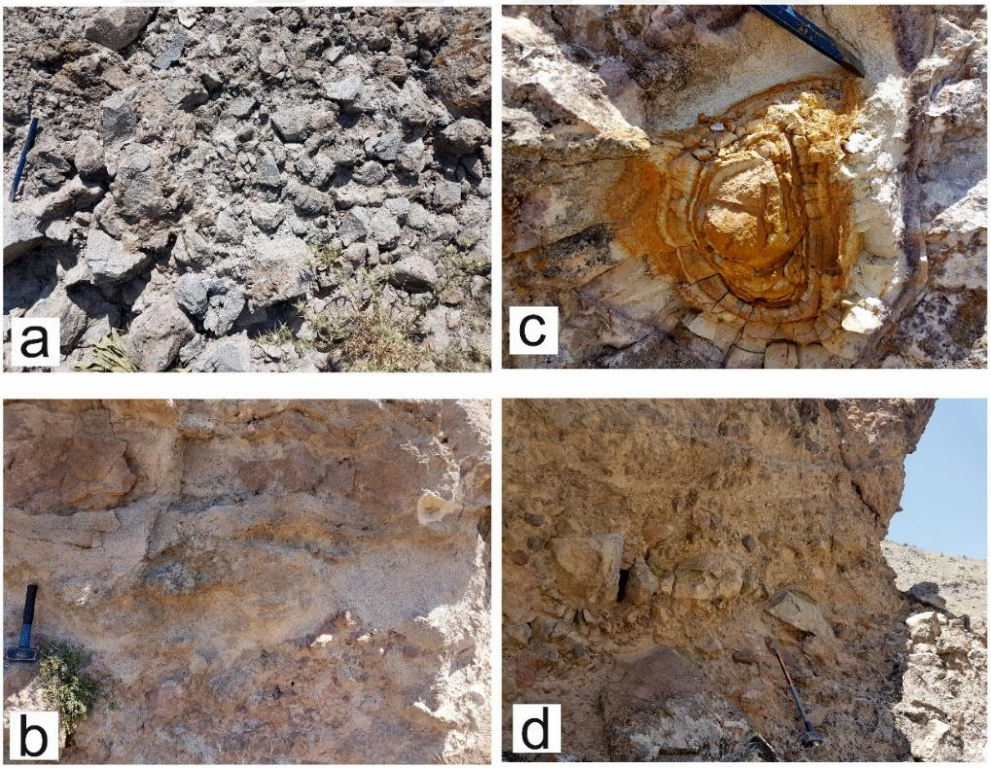
Şekil 4.40: Yeşilyurt KD'sinde gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L3 ve YV-L4 düzeyleri arasında gözlenen dokanak ilişkileri (Bakış yönü: yaklaşık D'den B'ye; K37º45'15.76" D33º47'56.23").

4.1.2.4. Yeşilyurt Volkanitlerinin Piroklastikleri (PY)

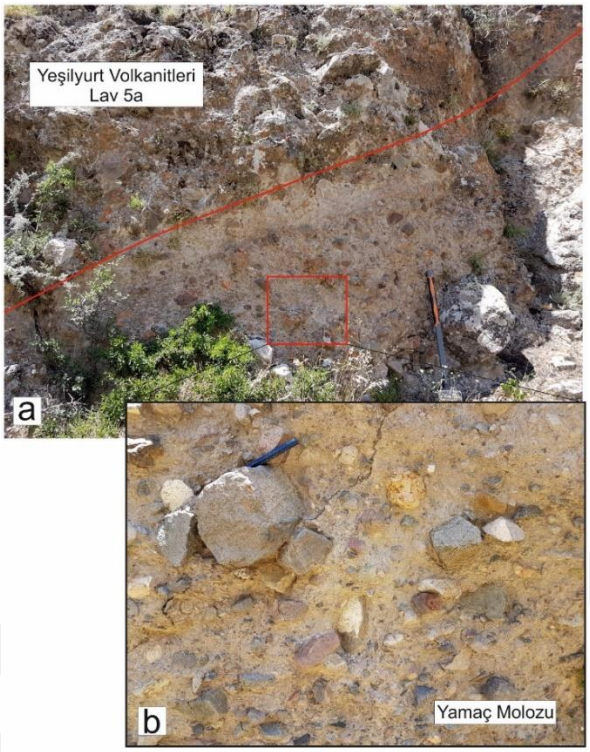
Birim Karacadağ Volkanına ait 2. kraterin çökmesi ile oluşmuştur (Şekil 4.4). Krater içerisinde sınırlı bir alan kaplamaktadır. Yeşilyurt volkanitleri piroklastikleri birimi, volkanik moloz çığı çökelleri ve piroklastik blok ve kül akması (rock and ash flow) ürünlerinden oluşmaktadır (Şekil 4.41).

Volkanik moloz çığı (rock avalanche) çökelleri, Ui (1989)'nin tanımına uygun olarak blok ve matriks olmak üzere iki ayrı fasiyesten meydana gelmektedir. Karacadağ Volkanı içerisinde Yeşilyurt volkanitleri içerisinde gözlenen bu birimde ise blok kısmını yine aynı seriye ait VS-L1 ve VS-L3 birimlerinden türemiş parçalardan oluşmaktadır (Şekil 4.42). Bloklar köşeli ve boyları 20 cm'den- 1-2 m'ye çıkmaktadır. Birim içerisinde yer alan piroklastik akma çökelleri ise, kötü boylanmalı piroklastik birimler olarak gözlenmektedir (Şekil 4.43).

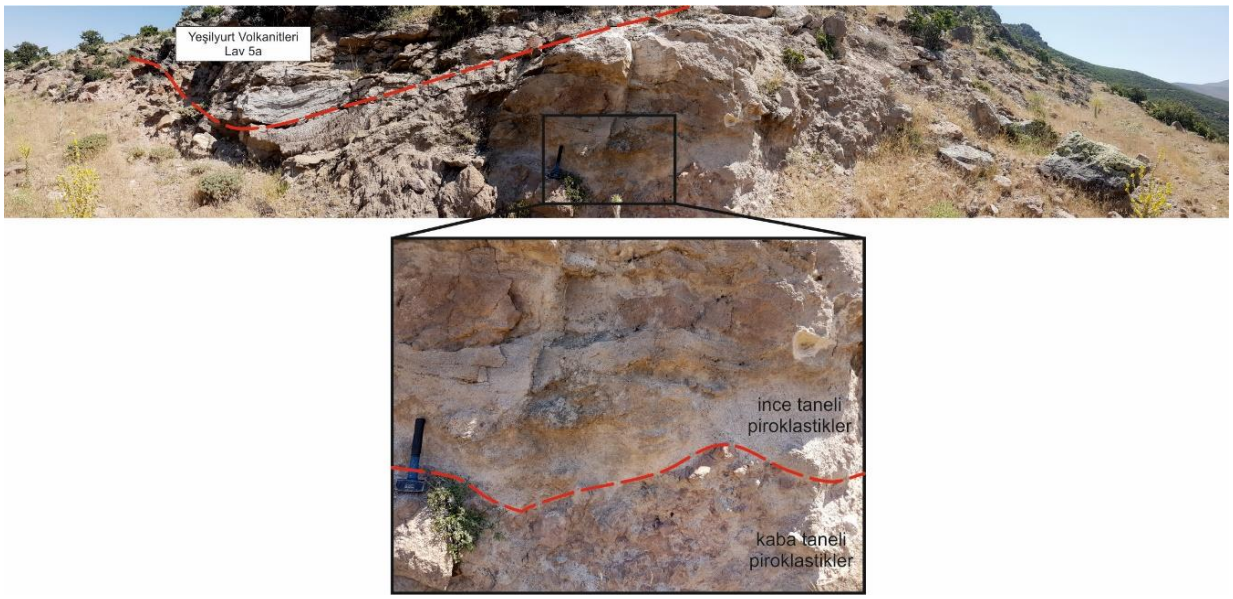
Birim içerisinde gözlenen piroklastik akma çökellerini göz önüne aldığımızda, kraterin olasılıkla patlamayla beraber ve / veya sonrasında çöktüğü söylenebilinir.



Şekil 4.41: Karacadağ içerisinde bulunan 2. Krater içerisinde gözlenen birimler (a) bloklardan oluşan volkanik moloz çığı çökelleri, (b) Piroklastik akma ürünleri, (c) Blok parçalarında gözlenen küresel ayrışma, (d) matriks destekli moloz çığı çökelleri.



Şekil 4.42: (a) YV-L5a lav düzeyi ile lahar çökelleri arasındaki dokanak (Bakış yönü: GB'den KB'ye; K37º44'º3.45" D35º45'35.68"), (b) Lahar çökelleri içerisinde gözlenen bloklar.



Şekil 4.43: YV-L5a lav düzeyi ile piroklastik akma çökelleri arasında gözlenen dokanak (Bakış yönü: GB'den KB'ye; K37º43'57.12" D33º45'47.66").

4.1.2.5. Yeşilyurt Volkanitleri Lav 4 (YV-L4)

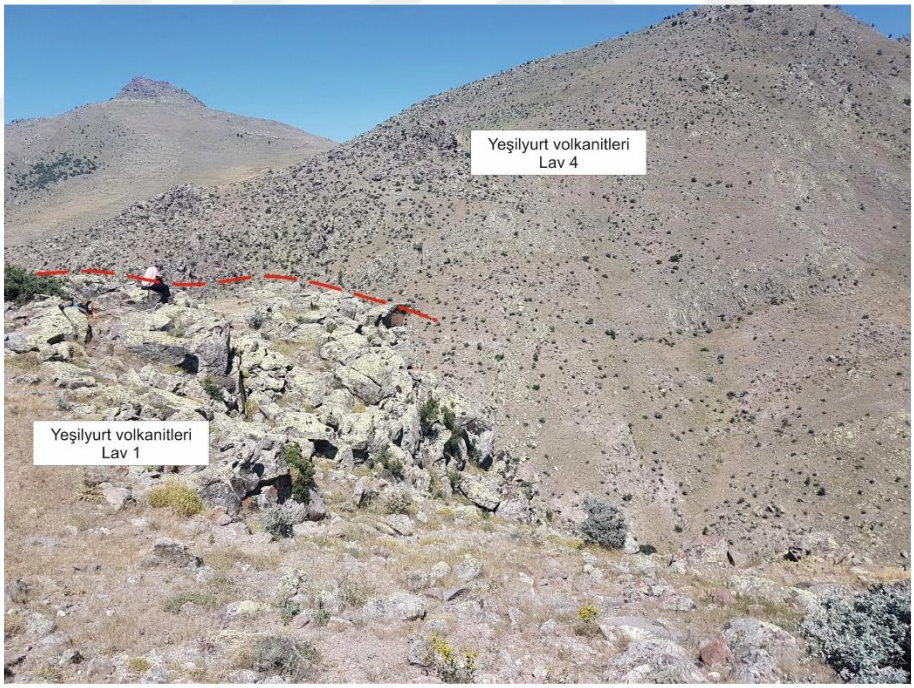
Yeşilyurt volkanitleri Lav 4 birimi Gözkaya ve çevresinde yüzeylenmektedir. Yaklaşık olarak 9 km^2'lik bir alan kaplamaktadır. Koyu gri matriksli andezitik lav seviyesini, diğer birimlerden ayıran en önemli özelliği koyu renkli minerallerinin gözle seçilememesidir. Buna karşın plajiyoklaz kristalleri gözle seçilebilmektedir. Koyu gri renkli camsı hamura sahip lav düzeyi vitrofirik dokuya sahiptir (Şekil 4.44). Birim, YV-L3 birimi üzerinde oluşmuş bir pişme zonundan sonra gelmektedir (Şekil 4.45). Birimin alttaki YV-L1 birimi ile uyumsuz, üzerindeki YV-L5a birimi ile uyumlu dokanağı vardır (Şekil 4.46, Şekil 4.47).



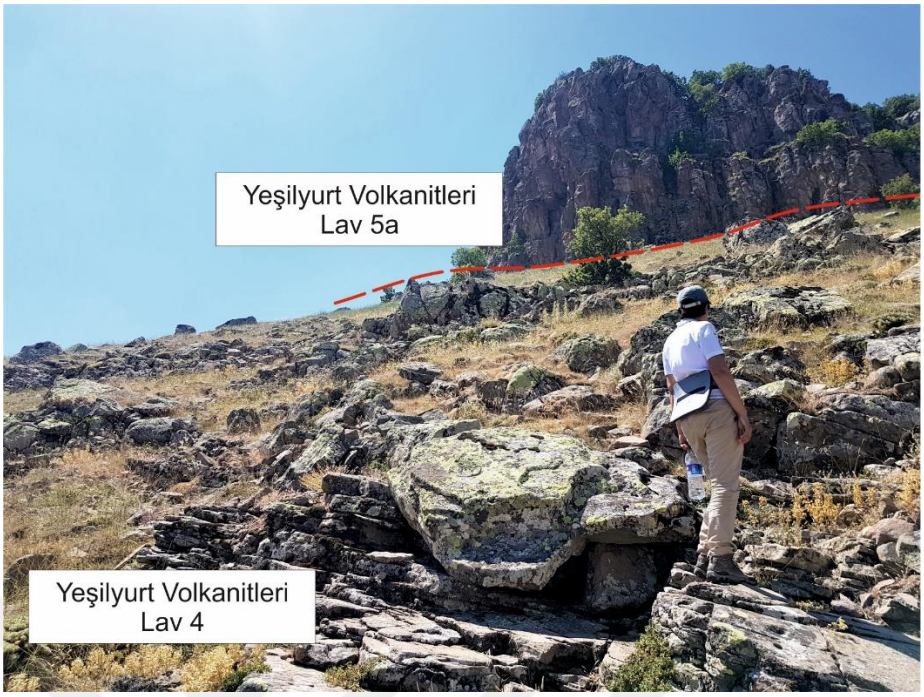
Şekil 4.44: Kurşuncu Kale batısında gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L4 düzeyi (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º45'2.59" D33º45'55.95").



Şekil 4.45: Ovacık Yayla batısında gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L4 ile YV-L3 arasında gözlenen pişme zonu (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º47'57.97" D33º45'48.57").



Şekil 4.46: Eski Kesmez KD'sinde gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L1 ve YV-L4 arasında gözlenen uyumsuz dokanak ilişkisi (Bakış yönü: Yaklaşık G'den K'ye; K37º43'53.0" D33º44'57.52").



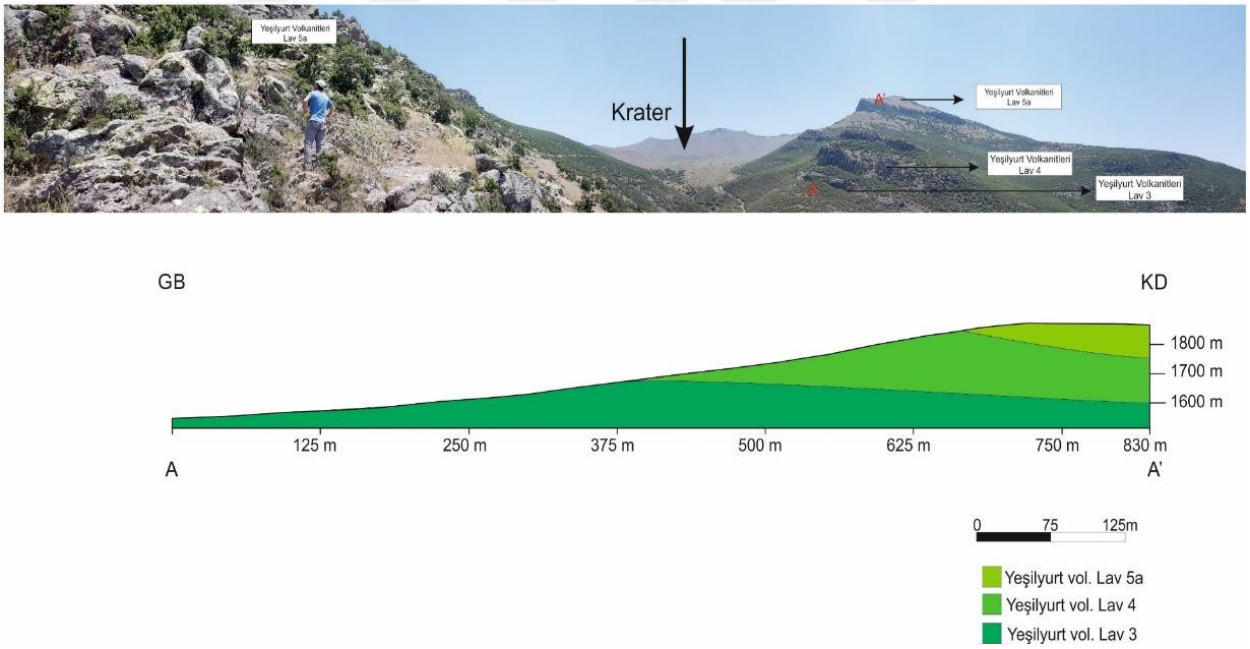
Şekil 4.47: Ovacık Yayla batısında gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L4 ve YV-L5a arasında gözlenen uyumlu dokanak ilişkisi (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º46'0.71" D33º45'39.91").

4.1.2.6. Yeşilyurt Volkanitleri Lav 5a (YV-L5a)

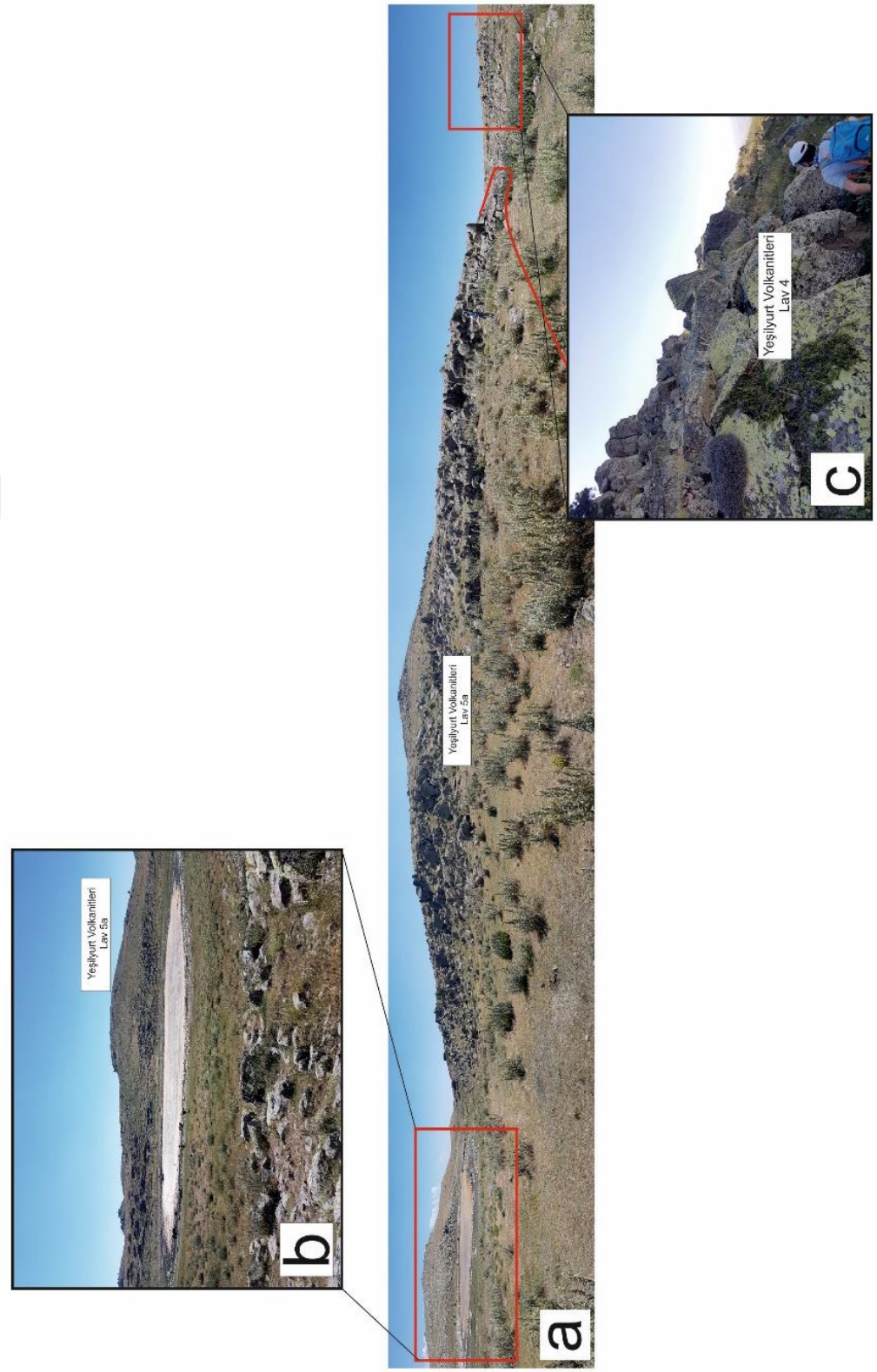
Yeşilyurt volkanitleri Lav 5a birimi Dağ Gölü ve çevresinde yüzeylenmektedir. Yaklaşık 8 km^2'lik bir alan kaplamaktadır. Açık gri renkte mikrokristalli matrikse sahip andezit bileşimli bu birim porfirik dokuludur (Şekil 4.48). Plajiyoklaz, amfibol ve biyotit kristalleri el örneklerinde, gözle seçilebilmektedir. Birim, YV-L3, YV-L4 birimleri üzerine uyumlu bir dokanakla gelmektedir (Şekil 4.49, Şekil 4.50). Ayrıca birim Eski Kesmez kuzeyinde bulunan piroklastik düzeylerin üzerine gelmiştir (Şekil 4.51).



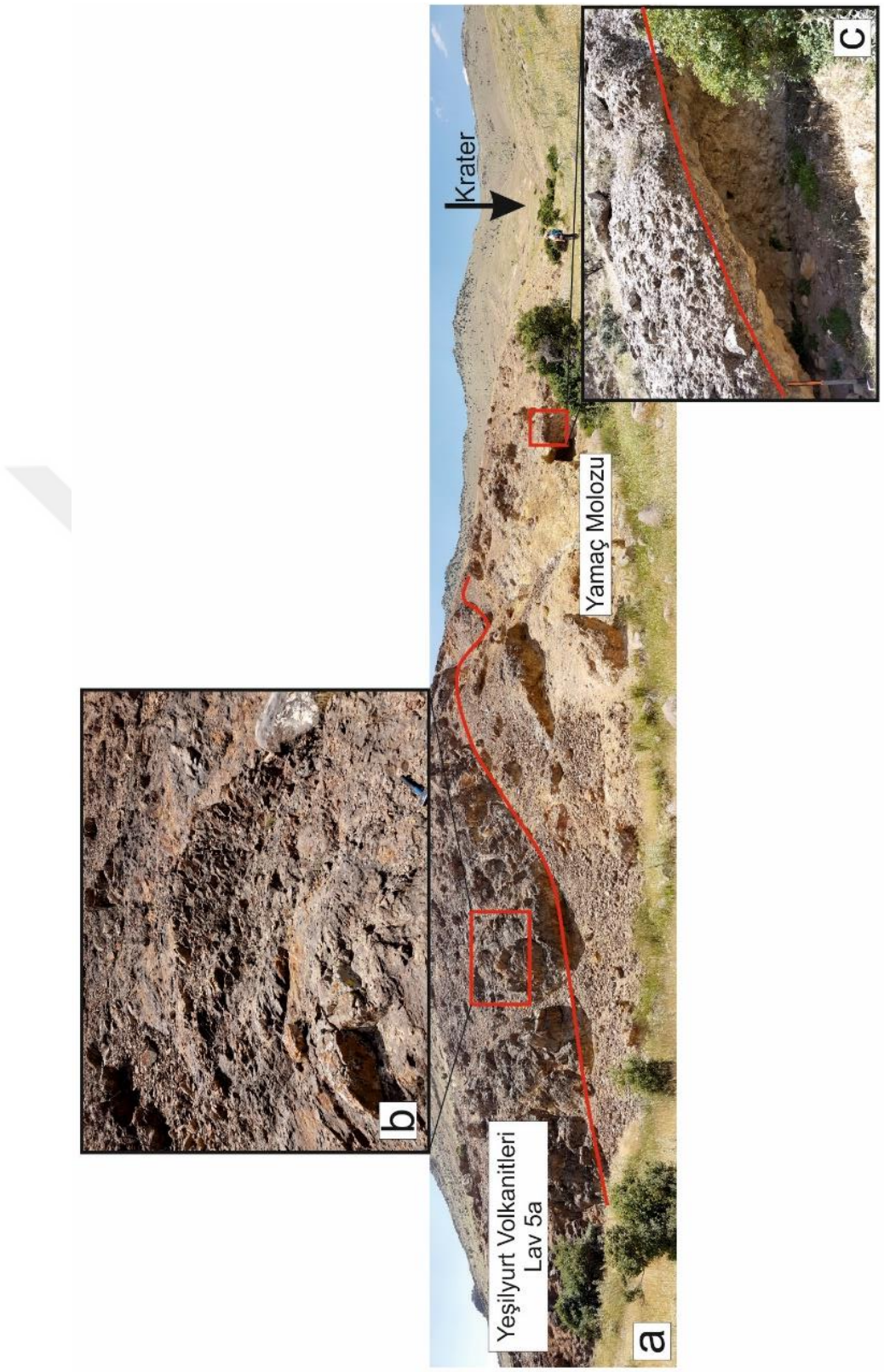
Şekil 4.48: Yeşilyurt KD'sinde gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait Lav 5a birimi (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º46'39.33" D33º45'38.65").



Şekil 4.49: 3. Kratere doğru KB'den GD'ye doğru bir bakış ve kraterin KB'sinde gözlenen istifin konumunu gösteren enine kesit. İstif, kraterin KB yamacını oluşturmaktadır. Enine kesit kraterin sağında A-A' ile gösterilen doğrultu boyunca alınmıştır).



Şekil 4.50: Dağ Gölü kuzeyinde gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L5a ve YV-L4 arasındaki dokanak (Bakış yönü: KB'den GD'ye K37º44'49.23" D33º45'45.84").



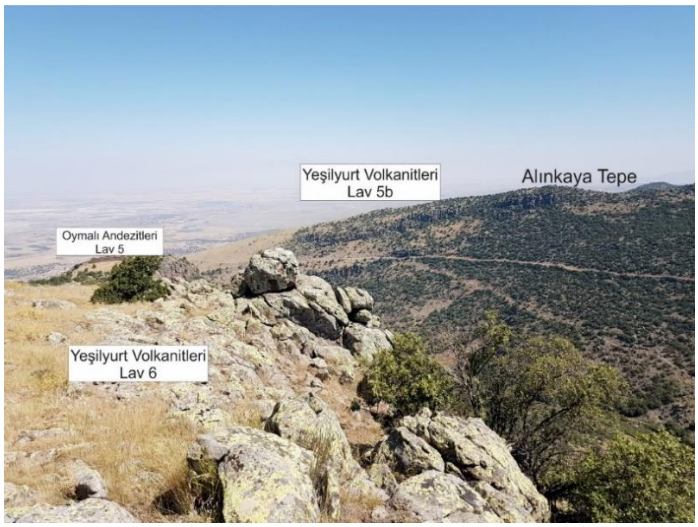
Şekil 4.51: Eski Kesmez kuzeyinde gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L5a ve piroklastik düzeyler arasındaki dokanak (Bakış yönü: GB'den KD; K37º43'59.74" D33º45'45.71").

4.1.2.7. Yeşilyurt Volkanitleri Lav 5b (YV-L5b)

Yeşilyurt volkanitlerine ait Lav 5b, Keçikale Tepe ve çevresinde yüzeylenmektedir. Yaklaşık 6 km^2'lik bir alan kaplamaktadır. Birim kendisinden önce gelen YV-L5a ile aynı petrografik özelliklere sahip olmasına karşın, bu lavın tersine iri bloklu bir lav akışı olması nedeniyle YV-L5b olarak adlandırılmıştır. Bu lav düzeyi de açık gri renkte mikrokristalli bir matrikse sahiptir, andezit bileşimli ve porfirik dokuludur (Şekil 4.52). Birimin altta YV-L5a, üstte ise YV-L6 lavı ile uyumlu dokanağı vardır (Şekil 4.53).



Şekil 4.52: Alınkaya Tepe KD'sinde gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait andezitik YV-L5b düzeyi (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º46'40.49" D33º48'49.21").



Şekil 4.53: Keçikale Tepe KB'sinde gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait YV-L5b ve YV-L6 düzeyleri (Bakış yönü: GB'den KD'ye; K37º45'21.13" D33º47'35.07").

4.1.2.8. Yeşilyurt Volkanitleri Lav 6 (YV-L6)

Yeşilyurt volkanitleri Lav 6 düzeyi, Keçi Kale Tepe ve çevresinde YV-L5b lavı üzerinde uyumlu dokanakla gelmektedir. Birim yaklaşık 4,5 km^2'lik bir alan kaplamaktadır. Dasit bileşiminde olan bu lav, açık gri matriksli ve porfirik dokuludur (Şekil 4.54). El örneğinde plajiyoklaz kristalleri görülebilen lavın matriksi mikro kristallidir. Birimin YV-L5b ile uyumlu, OV-L5 birimi ile uyumsuz dokanağı vardır (Şekil 4.55).



Şekil 4.54: Girikli Tepe KB'sinde gözlenen Yeşilyurt volkanitlerine ait dasit bileşimli YV-L6 düzeyi (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º45'49.73" D33º46'49.71").



Şekil 4.55: Keçi Kale Tepe doğusundan Akören'e bakış (Bakış yönü: B'den D'ye. (a)Yeşilyurt volkanitlerine ait Lav 6 birimi ile Oymalı volkanitleri OV-L5 düzeyi arasındaki dokanak. (b) YV-L6 birimi.

4.1.2.9. Yeşilyurt Volkanitleri Riyolitik Dom (YV-RD)

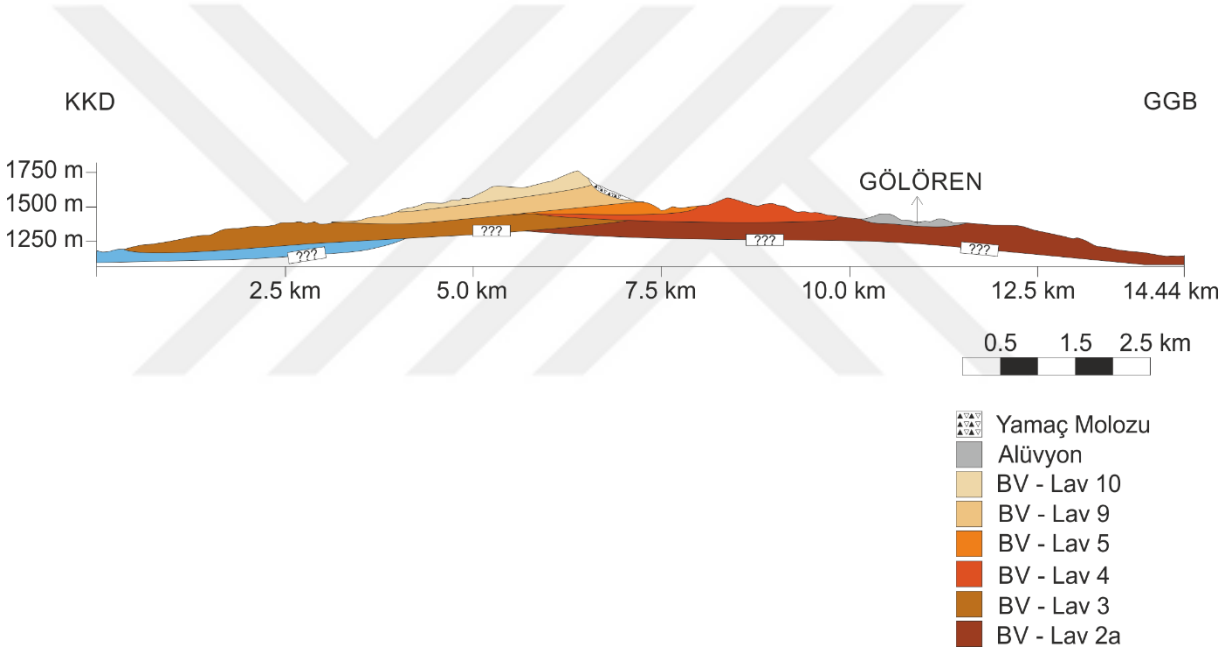
Yeşilyurt volkanitlerinin volkano-stratigrafik açıdan en üstte yer alan birimi olan riyolitik dom, 3. Krater içerisinde en son evrede oluşmuştur. Bilindiği gibi volkanolojik açıdan domlar, yüksek viskoziteye sahip silisik magma ergiyiklerinin çıkış merkezinden fazla uzaklaşamadan kubbe şeklini alacak şekilde aynı yere yakın birikmesi, bu yüzden şişip yükselme ile oluşurlar. Dasit bileşimdeki YV-L6 birimini temsil eden magma, kabuk içinde ayrımsal kristallenmenin ilerleyen evresinde silisce daha fazla zenginleşmiş ve riyolitik bileşime ulaşmış olmalıdır. Bu değişimin bir sonucu olarak polimerleşmenin de yükselmesi ile viskozitesi artan bu magma, son evrede yüzeye çok yavaş bir hızla ulaşan felsik lav domunu oluşturmuştur. Birim afanitik dokulu sarımsı bej renklidir ve çoğu kesimi alteredir (Şekil 4.56). Birim açısal bir ilişki göstermeksizin YV-L6 lavı üzerine gelmiştir.



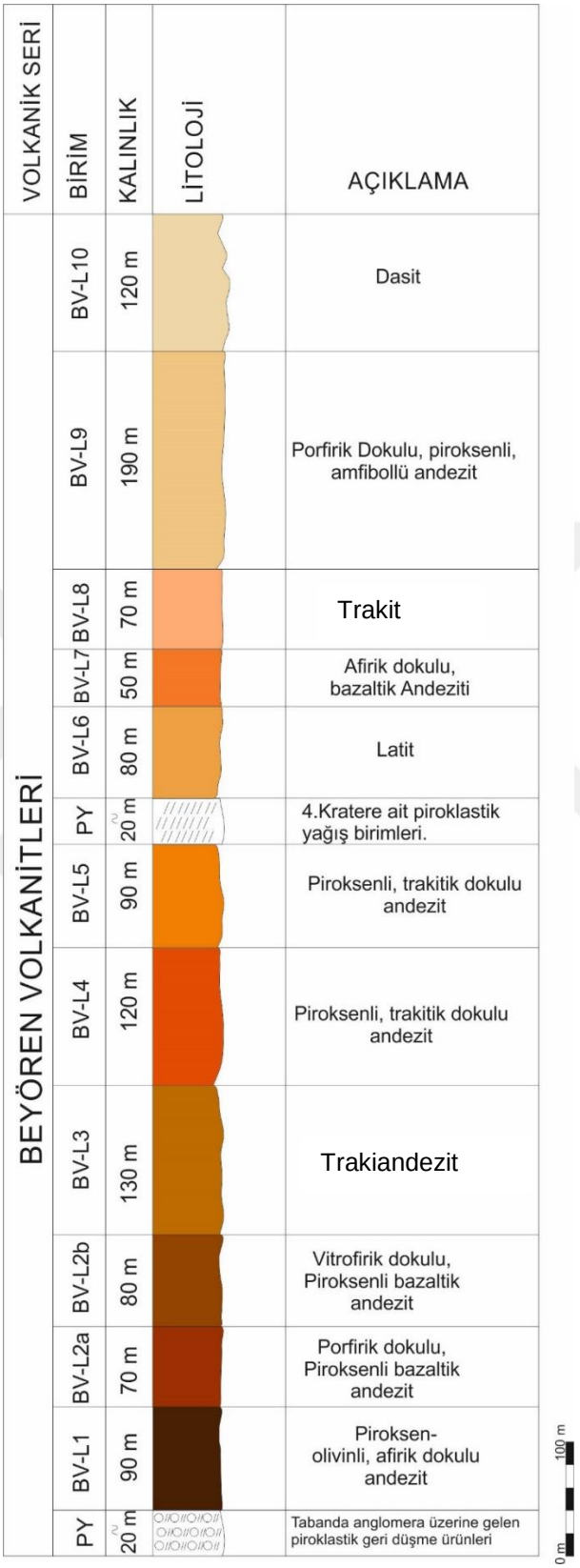
Şekil 4.56: 3. Krater içerisinde bulunan altere olmuş riyolitik dom (K37º45'44.97" D33º46'42.17").

4.1.3. Beyören volkanitleri

Beyören volkanitleri, Yeşilyurt volkanitlerinin üzerine gelmektedir ve Karacadağ volkanının KD bölümünde, yaklaşık 170 km^2'lik bir alan kaplamaktadır. Beyören volkanitleri Işıklar, Meşeli, Karaören, Gölören, Kızılgedik, Taşbudak, Beyören köyleri dolayı ile Oymalı Köyü batısında yüzeylenmektedir. Karacadağ Volkanına ait volkanik serilerinden üçüncüsünü oluşturan Beyören volkanitleri, bazaltik andezit, andezit, trakiandezit, trakit, latit ve dasit türü lavlardan oluşmaktadır. Beyören volkanitleri on ayrı lav seviyesinden meydana gelmektedir. Lav seviyeleri stratigrafik ve petrografik olarak birbirlerinden ayrılmış ve haritalanmışlardır (Şekil 4.57, Şekil 4.58).



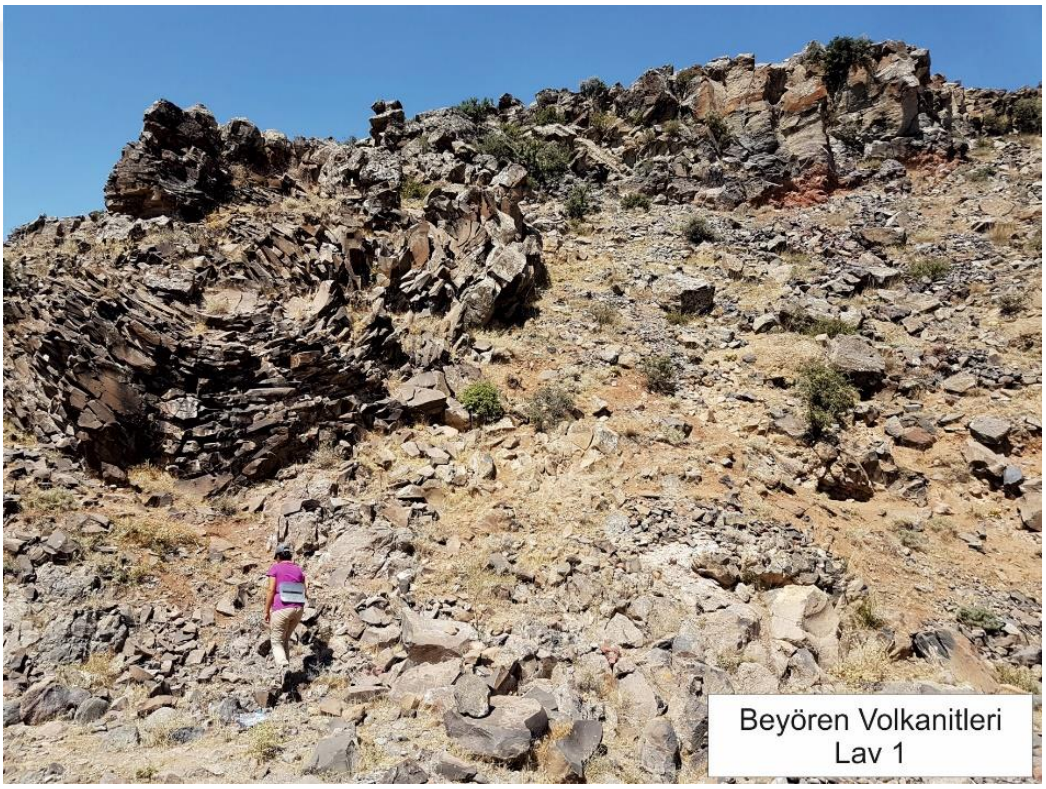
Şekil 4.57: Beyören Volkanitlerine ait lav serilerini gösteren enine kesit (Kesit Beyören Köyü G' den, Gölören Köyü K'ine doğru alınmıştır).



Şekil 4.58: Beyören Volkanitlerine ait lav serilerini gösteren ölçeklendirilmiş volkanostratigrafik kesit.

4.1.3.1. Beyören Volkanitleri Lav 1 (BV-L1)

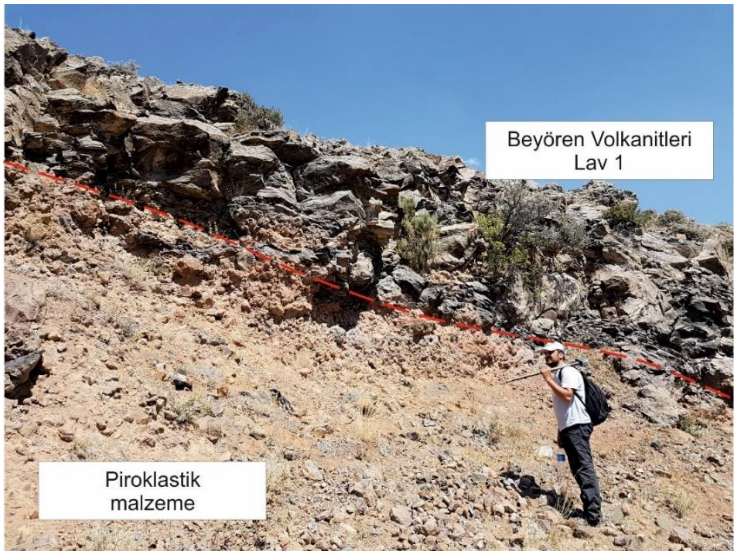
Beyören volkanitlerinin taban seviyesini oluşturan BV-L1 birimi, Işıklar Köyü batısında yüzeylenmektedir ve yaklaşık 11 km^2'lik alan kaplamaktadır. Koyu gri, siyahımsı ve afirik dokulu andezit bileşiminde lavlardır. Birimin alt dokanağı, piroklastik moloz akıntıları ve piroklastik yağış ürünleri ile olan sınırıdır. Üst dokanağını ise aynı seriye ait BV-L2 birimi ile olan uyumlu sınırı oluşturmaktadır. Birimin altındaki piroklastik malzemenin çıkış noktası, 3. Krater olarak düşünülmektedir. Bunun en iyi kanıtı, piroklastik malzeme içerisinde Yeşilyurt volkanitlerine ait birimlerin litik parçalarının bulunmasıdır (Şekil 4.59, Şekil 4.60, Şekil 4.61, Şekil 4.62).



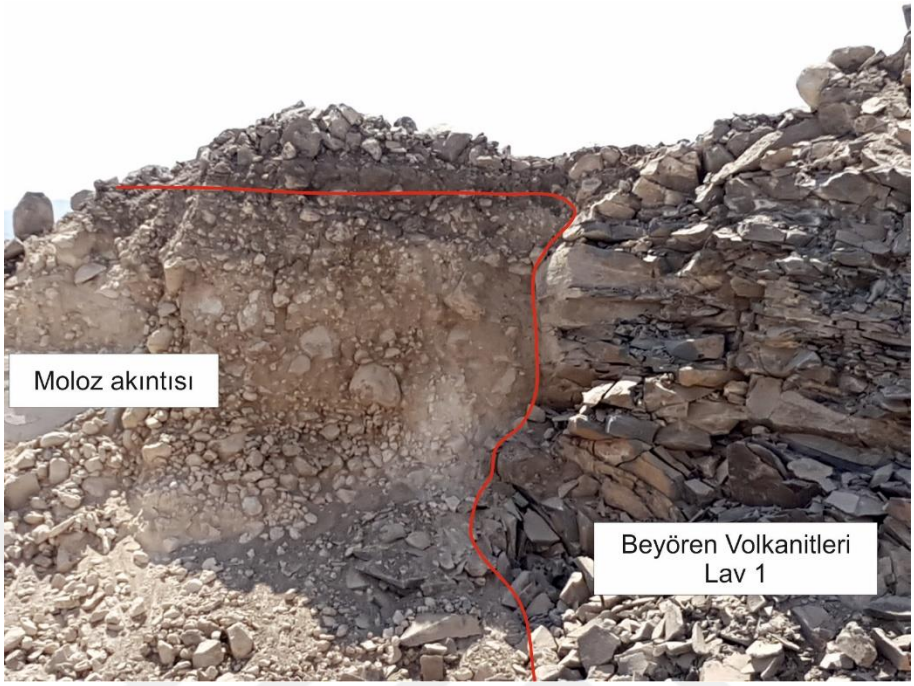
Şekil 4.59: Işıklar Köyü güneyinde Beyören volkanitlerine ait BV-L1 biriminde gözlenen eksfoliasyon yapıları (Bakış yönü: GB'den KD'ye; K37º50'18.32" D33º45'53.38").



Şekil 4.60: Işıklar Köyü güneyinde Beyören volkanitlerine ait BV-L1 biriminde işletilen taş ocağında gözlenen andezitik lav düzeyinde gelişen eksfoliasyon yapıları (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º50'4.28" D33º45'1.09").



Şekil 4.61: Beyören volkanitlerine ait BV-L1 ile piroklastik malzeme sınırı. Piroklastik malzeme içerisinde andezitik lav parçaları ve kül boyutlu malzemeler bulunmaktadır (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º50'14.55" D33º45'53.38").

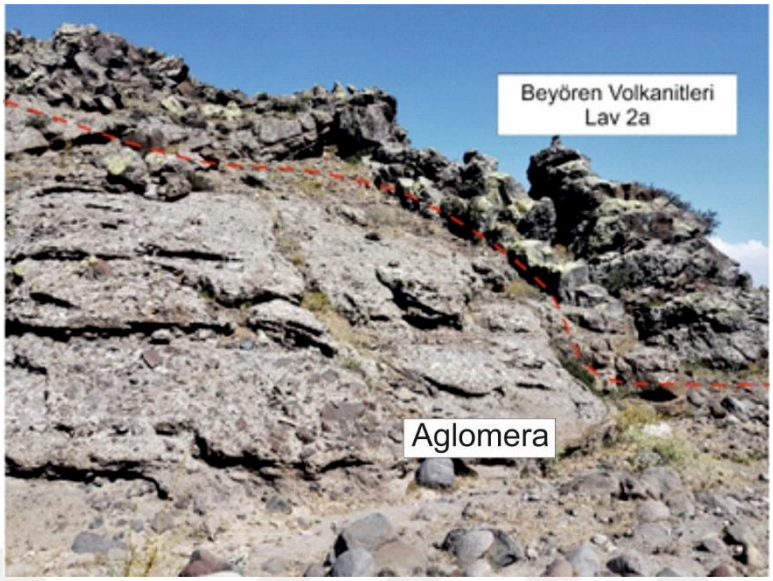


Şekil 4.62: Beyören Volkanitlerine ait BV-L1 ile yamaç molozunun sınırı (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º50'23.57" D33º45'21.36").

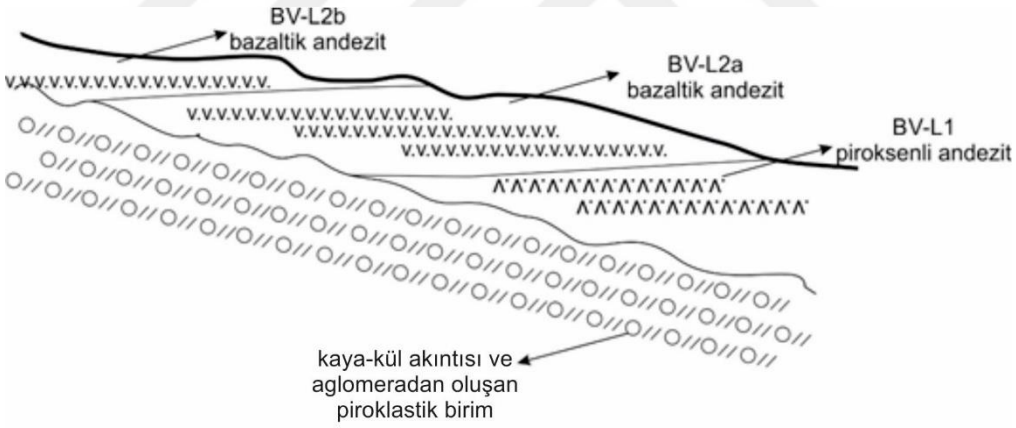
4.1.3.2. Beyören Volkanitleri Lav 2a (BV-L2a)

Beyören volkanitleri Lav 2a birimi Karacadağ volkanının kuzey eteklerinde Gölören ve çevresinde yüzeylenmektedir ve yaklaşık 23 km^2'lik bir alanı kaplamaktadır. Gri renkli, camsı matriksli, afirik lavlarda seyrek plajiyoklaz ve piroksen kristalleri gözle ayırt edilebilmektedir. Bu lav akışı bazaltik andezit bileşimindedir. Birimin BV-L1 birimi ile alt dokanağı görülmez ancak BV- L2b birimi ile aynı bileşime sahip olduğundan ve BV-L2b biriminin, BV-L1 birimi sınırı bulunduğundan stratigrafik olarak ikisinin arasında yer alması gerektiği anlaşılmaktadır; dolayısıyla BV-L2a olarak adlandırılmıştır. Birimin üstte BV-L4 birimi tarafından uyumsuz olarak örtülür, altta ise bir aglomera düzeyi üzerine gelir (Şekil 4.63).

Beyören volkanitlerinin tabanında bulunan lavları oluşturan BV-L1, BV-L2a ve BV-L2b birimlerinin kendilerinden önce oluşmuş kaya kül akıntıları ve aglomeradan oluşmuş piroklastik birimle sınırı bulunmaktadır (Şekil 4.64).



Şekil 4.63: Beyören Volkanitlerine ait BV-L2a ile aglomera sınırı (Bakış yönü: KD'den GB'ye; K37º50'54.60" D33º51'39.34").



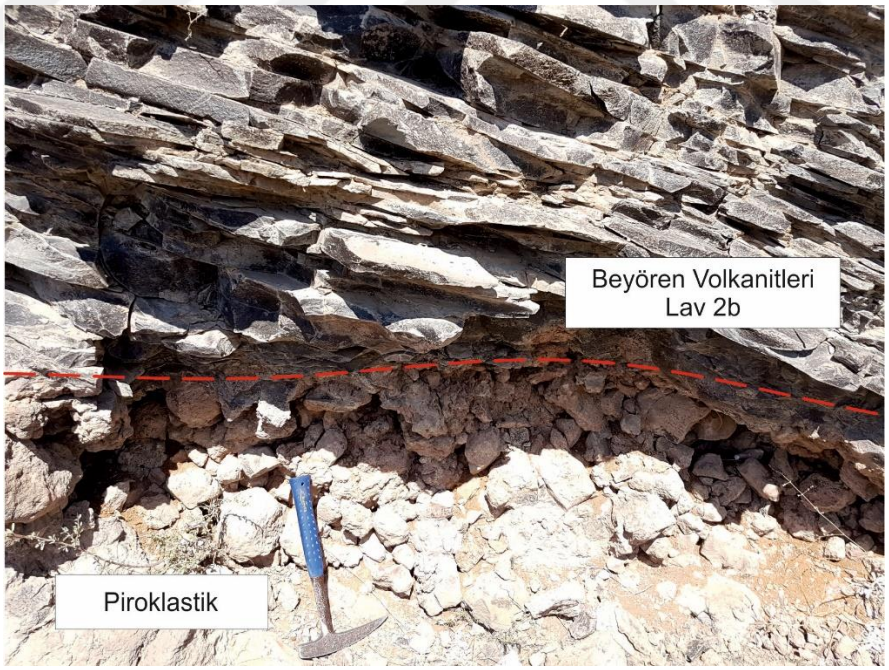
Şekil 4.64: Beyören volkanitlerinin tabanında yer alan üç lav düzeyinin, alt dokanaklarında bulunan epiklastik birim ile ilişkisini gösteren genel kesit.

4.1.3.3. Beyören Volkanitleri Lav 2b (BV-L2b)

Bu birim Karacadağ kuzeyinde Işıklar köyü ve çevresinde yüzeylenmektedir ve yaklaşık 17 km^2'lik bir alan kaplamaktadır. Koyu gri renkli camsı matrikse sahip afirik lavlar bazaltik andezit bileşimindedir. Birimi oluşturan lavların basamak şeklinde görünmesini sağlayan yaklaşık olarak D – B doğrultulu çatlaklar oluşmuştur (Şekil 4.65). Birimin altta bir piroklastik malzeme olan kül-kaya piroklastik akıntısı ile dokanağı bulunmaktadır (Şekil 4.66).



Şekil 4.65: Işıklar köyünde yüzeylenen Beyören Volkanitlerine ait bazaltik andezit bileşimli BV-L2b düzeyi (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º50'15.73" D33º46'16.60").



Şekil 4.66: Beyören Volkanitlerine ait BV-L2b ile kaya – kül akıntısının sınırı (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º50'16.43" D33º46'8.43").

4.1.3.4. Beyören Volkanitleri Lav 3 (BV-L3)

Beyören volkanitleri Lav 3 birimi Meşeli Köyü ve çevresinde ve Oymalı Köyü doğusu ile Beyören Köyü güneyinde yüzeylenmektedir ve yaklaşık 28 km^2'lik bir alan kaplamaktadır. Afirik dokulu, gri camsı matrikse sahip lav trakiandezit bileşimdedir. Birim içerisinde KD – GB doğrultulu soğuma çatlakları gelişmiştir (Şekil 4.67). Birimin üstüne gelen BV-L4 ile uyumlu, OV-L1 ve BV-L9 ile uyumsuz dokanağı bulunmaktadır.

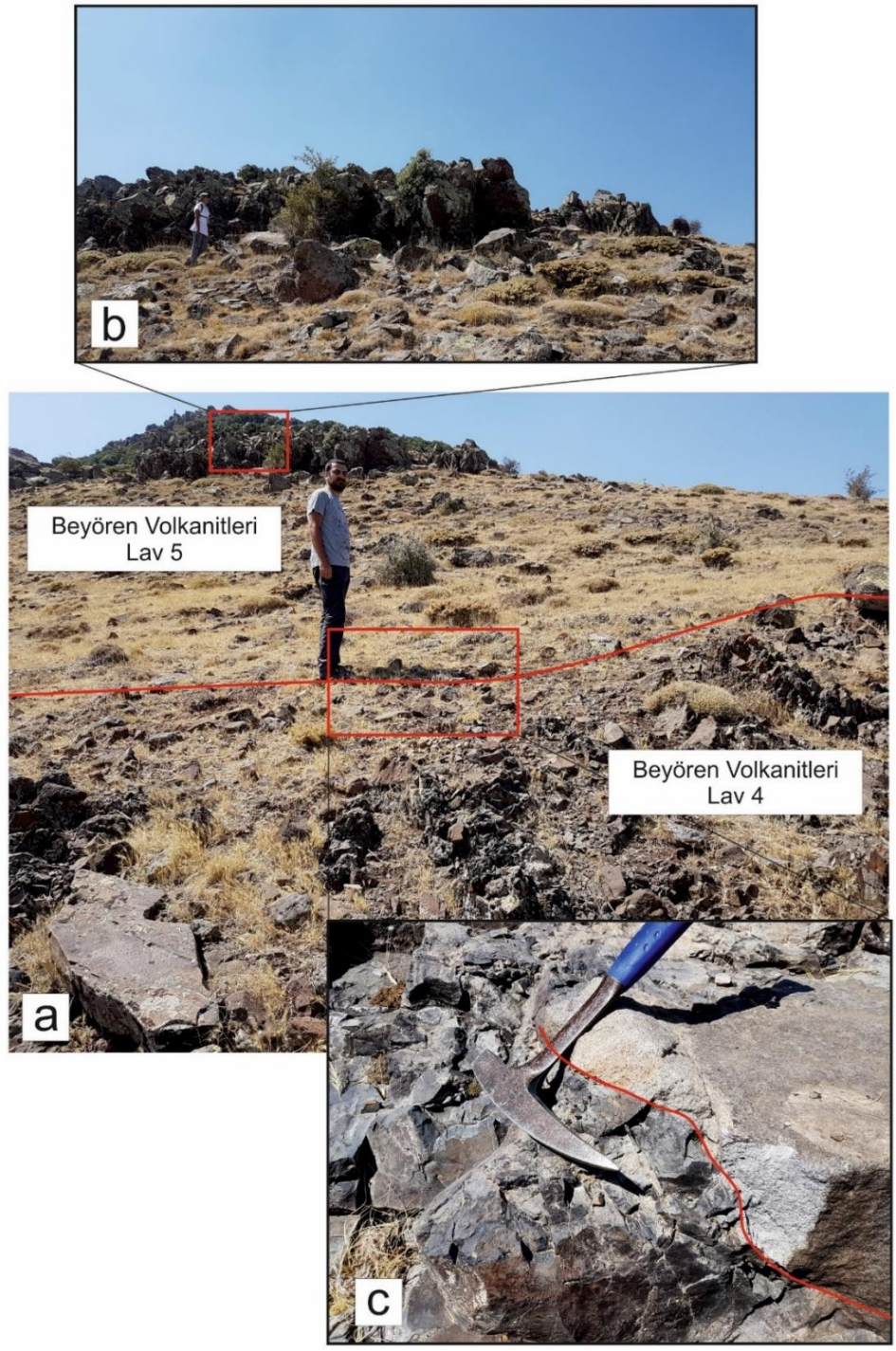


Şekil 4.67: Beyören volkanitlerine ait trakiandezit bileşimli BV-L3 düzeyinde gözlenen soğuma çatlakları (Bakış yönü: GD'den KB'ye; K37º46'28.11" D33º51'46.62").

4.1.3.5. Beyören Volkanitleri Lav 4 (BV-L4)

Birim Taşbudak, Kızılgedik köyleri çevresinde ve Karaören güneyinde yüzeylenmektedir. Yaklaşık olarak 25 km^2'lik bir alan kaplamaktadır. Koyu renkli matrikse sahip afirik lav, bazaltik andezit bileşimindedir. Birim arazide ince levhamsı ayrılmış katmanımsı yapıda görünmektedir (Şekil 4.69). Birim Taşbudak köyü KD'sinde ovaya doğru akarak ulaştığı yerde epiklastik birim üzerine gelmiştir. Piroklastik malzeme, BV-L1, BV-L2a, BV-L2b birimlerinin altındaki piroklastik birim ile aynı litolojik özelliklere sahiptir. Epiklastik birimin tabanında, 10cm'den 1m'ye kadar boyutlar olan volkanik kaya parçaları bulunmaktadır. Bu birimi ve altındaki volkanoklastik birimi kesen yaklaşık D – B doğrultulu bir dayk bulunmaktadır (Şekil

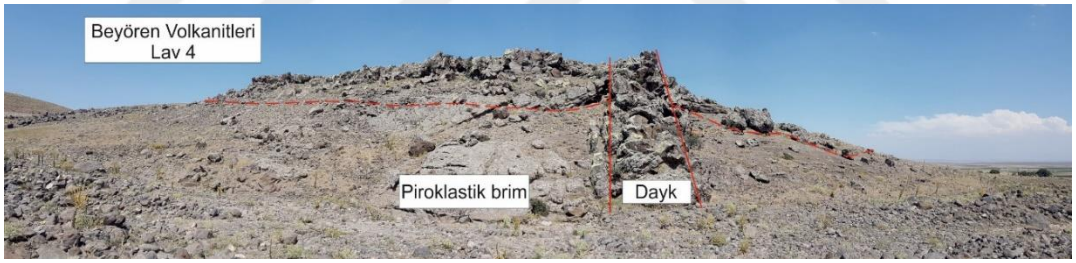
4.70). BV-L4 biriminin üstündeki BV-L5 birimi ile uyumlu dokanağı bulunmaktadır (Şekil 4.68).



Şekil 4.68: (a) Beyören volkanitlerine ait BV-L4 düzeyi ile BV-L5 birimi arasındaki uyumlu dokanak (b) BV-L5 birimi (c) BV-L4 ve Bv-L5 arasındaki dokanağın yakından görünümü (Gölören Köyü GB'si; Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º49'23.33" D33º50'50.53").



Şekil 4.69: Beyören volkanitlerine ait bazaltik andezit bileşimli BV-L4 düzeyi (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º49'20.16" D33º50'39.46").



Şekil 4.70: Beyören volkanitlerine ait BV-L4 içerisinde gözlenen dayk ve birimin epiklastik düzey ile sınırı (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º48'59.41" D33º54'40.73").

4.1.3.6. Beyören Volkanitleri Lav 5 (BV-L5)

Beyören volkanitleri Lav 5 birimi Kızılgedik köyü ve çevresinde yüzeylenmektedir ve yaklaşık 19 km^2'lik bir alan kaplamaktadır. Gri renkli mikrokristalli matrikse sahip porfirik dokulu birim, andezit bileşimindedir. El örneklerinde piroksen ve plajiyoklaz kristalleri gözle görülmektedir. Birim masif lav akıntıları şeklinde Karacadağ kuzeybatı yamaçlarından ovaya doğru akmıştır. Bu lav düzeyi içerisinde KD – GB doğrultulu çatlaklar gelişmiştir (Şekil 4.71, Şekil 4.72). Birim alt dokanağında bulunan BV – L4 birimi üzerine uyumlu gelmektedir (Şekil 4.68).



Şekil 4.71: Beyören volkanitlerine ait andezit bileşimli BV-L5 içerisinde gözlenen KD – GB doğrultulu çatlaklar (Bakış yönü: KD'den, GB'ye; K37º49'10.47" D33º50'55.40").



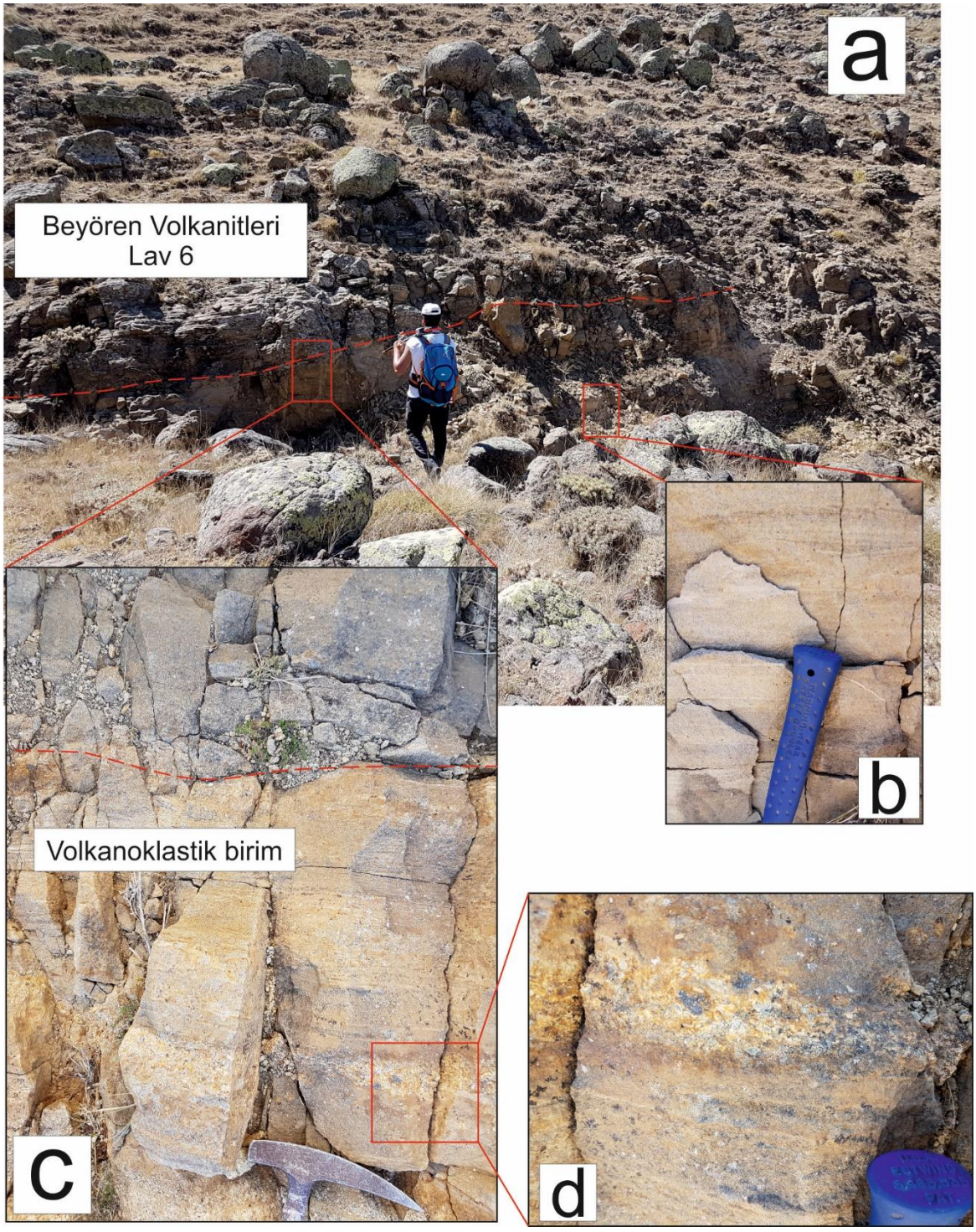
Şekil 4.72: Karababa Tepe batısında gözlenen Beyören volkanitlerine ait bloklu BV-L5 düzeyi (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º49'11.75" D33º51'16.81").

4.1.3.7. Beyören Volkanitleri Lav 6 (BV-L6)

BV – L6, Adalı yaylası ve çevresinde yüzeylenmektedir ve yaklaşık 6 km^2'lik bir alan kaplamaktadır. Koyu gri renk mikrokristalli / camsı matrikse sahip olan bu lav, latit bileşimine sahiptir. El örneklerinde piroksen ve plajiyoklaz mikro kristalleri gözle görülmektedir. Birim içerisinde yaklaşık K – G doğrultulu çatlaklar gelişmiştir (Şekil 4.73). BV – L6 lavlarının alt sınırını epiklastik istif oluşturmaktadır. Bu istifin, Karacadağ volkanına ait 4. Kraterden şiddetli püskürmeler sırasında çıkan piroklastik malzemeler ile oluştuğu düşünülmektedir. Volkanoklastik istif normal derecelenme göstermektedir. Tabanını kaba taneli volkanoklastlar oluştururken, istif üste doğru kum boyutlu taneli volkanoklastiklere geçmektedir (Şekil 4.74). İstif içerisinde gözlenen volkanoklastlar BV – L5 ve BV – L4 birimlerinden aktarılmış parçalardır. İstif genel olarak alterasyondan oldukça etkilendiği için arazide daha ayrıntılı bir litoloji tanımlaması yapılamamıştır.



Şekil 4.73: Deliktaş Tepe batısında gözlenen Beyören Volkanitlerine ait latit bileşimli BV-L6 (Bakış yönü: Yaklaşık D'den B'ye; K37º47'50.58" D33º48'50.58").



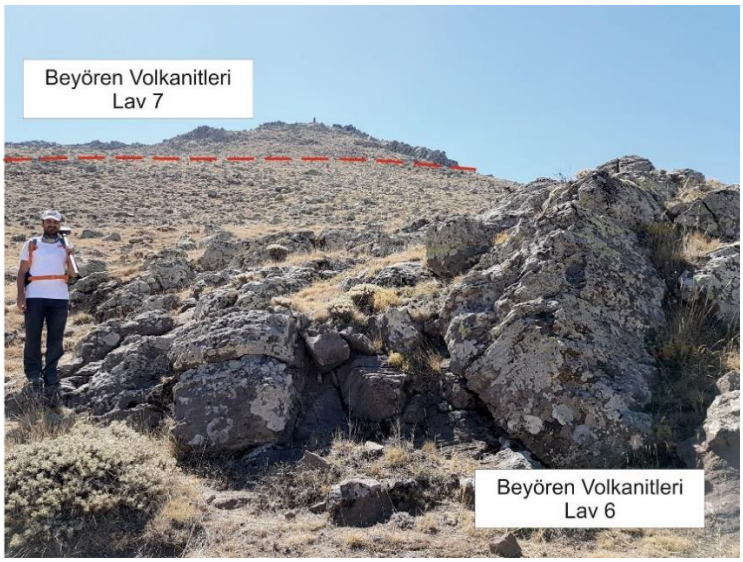
Şekil 4.74: (a) Beyören Volkanitlerine ait BV-L6'nın epiklastik birim ile sınırı, (b) tavan seviyesinde kum boyutlu malzeme, (c) sınırın yakından görünümü, (d) taban seviyesinde bulunan iri taneli volkanoklastik birim (Bakış yönü: Yaklaşık D'den B'ye; K37º47'48.59" D33º48'50.97").

4.1.3.8. Beyören Volkanitleri Lav 7 (BV-L7)

Birim Aykaya yaylası çevresinde küçük bir alanda yüzeylenmektedir, yaklaşık olarak 2 km^2'lik bir alan kaplamaktadır. İri plajiyoklaz fenokristalli, koyu gri renk matrikse sahip birim, bazaltik andezit bileşimindedir. Birim içerisinde D - B doğrultulu çatlaklar gelişmiştir (Şekil 4.76). BV – L7 alt dokanağında yine aynı volkanik seriye ait BV – L6 birimi üzerine gelir, üst dokanağında ise BV – L8 birimi tarafından uyumlu olarak örtülür (Şekil 4.77).



Şekil 4.75: Aykaya Tepe KD'sinde gözlenen Beyören volkanitlerine ait bazaltik andezit bileşimli BV-L7 düzeyi (Bakış yönü: K'den G'ye; K37º47'33.12" D33º48'35.10").



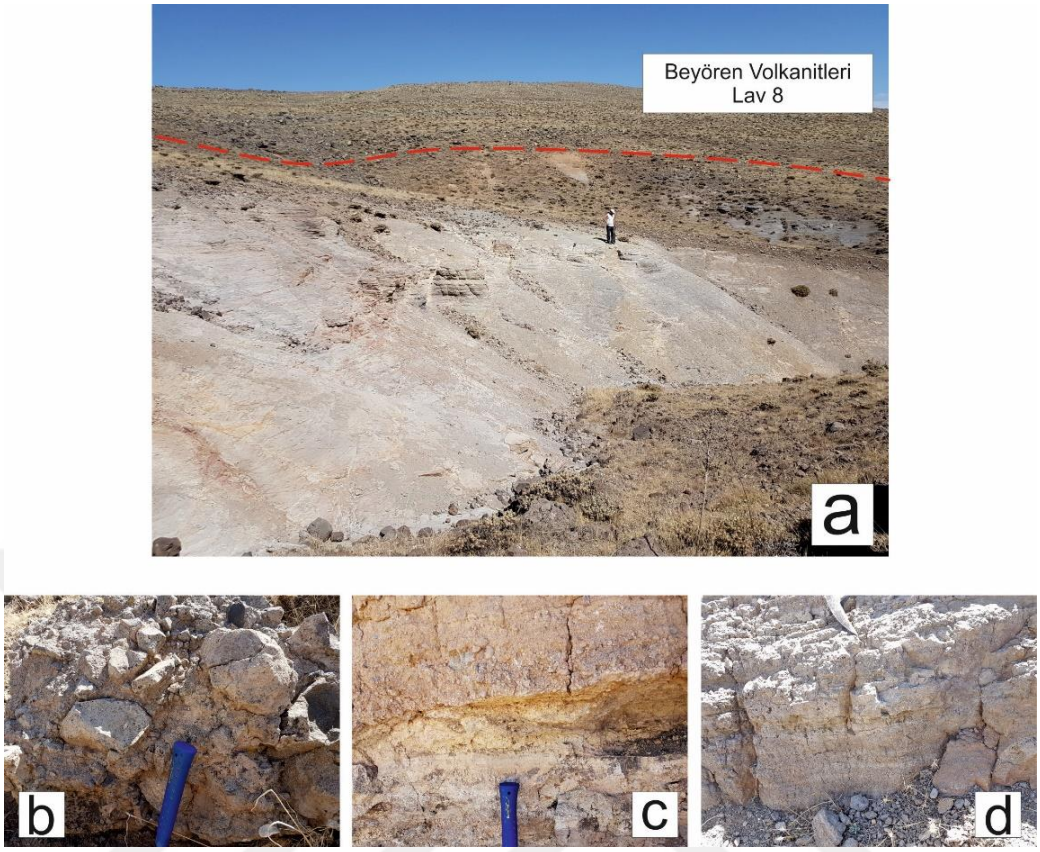
Şekil 4.76: Beyören volkanitlerine ait BV-L6 ve BV-L7 arasındaki sınır (Bakış yönü; GB'den KD'ye; K37º47'15.77" D33º48'42.76").

4.1.3.9. Beyören Volkanitleri Lav 8 (BV-L8)

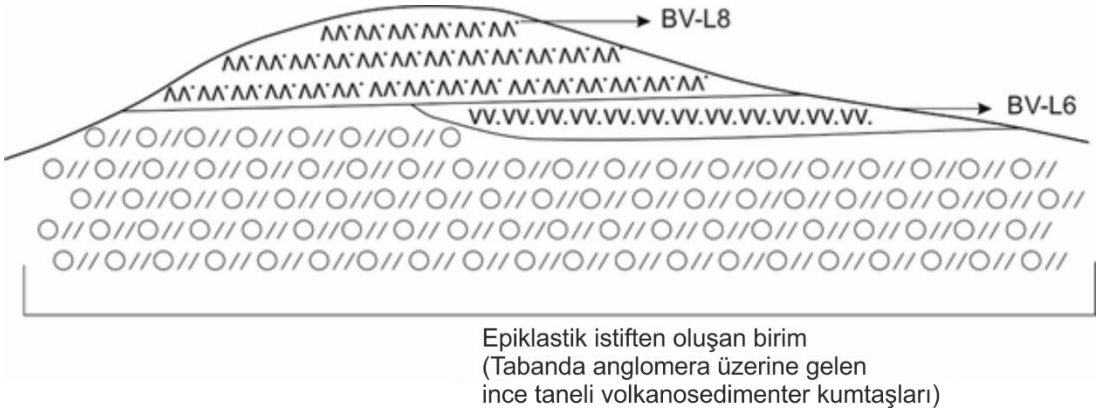
Bu lav düzeyi, Doruk Tepe batısında yüzeylenmektedir ve yaklaşık 7 km^2'lik alan kaplamaktadır. Yapraksı şekilde ince akma makaslama çatlakları ve eksfoliasyonlar içeren lav, afirik dokulu ve trakit bileşimlidir (Şekil 4.78). Birimin altta epiklastik bir düzeyle dokanağı bulunmaktadır. Epiklastik istif yamaç molozu çökellerinden ve volkanosedimenter birimlerinden oluşmaktadır (Şekil 4.79). Yamaç molozu içerisinde BV–L3, BV-L4 ve BV–L5 birimlerinden boyutları 10 cm ile 1m arasında değişen bloklar bulunmaktadır. Dolayısıyla bu istifin BV-L5 birimi oluştuktan sonra 4.kraterin patlamasından sonra oluştuğu düşünülmektedir (Şekil 4.80).



Şekil 4.77: Beyören volkanitlerine ait trakitik BV-L8 düzeyi (Beyören batısı; Bakış Yönü: KB'den GD'ye; K37º47'31.70" D33º48'45.52").



Şekil 4.78: (a)Beyören Volkanitlerine ait BV-L8'in epiklastik birim ile sınırı, (b) yamaç molozu çökelleri (c) kaba taneli epiklastik çökeller, (d) ince taneli epiklastik çökeller (Beyören batısı; Bakış Yönü: KB'den GD'ye; K37º47'18.80" D33º48'44.46").



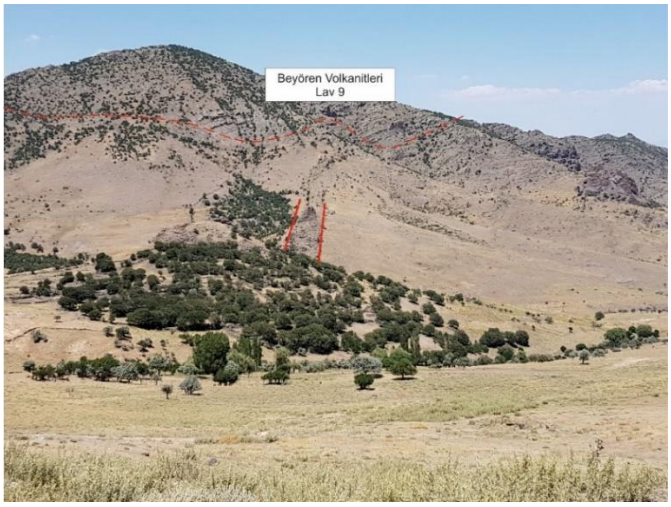
Şekil 4.79: Beyören Volkanitlerine ait BV-L6 ve BV-L8 birimlerinin tabanında bulunan epiklastik birim ile ilişkisini gösteren genel kesit.

4.1.3.10. Beyören Volkanitleri Lav 9 (BV-L9)

BV-L9 lavı Beyören köyü ve çevresinde yüzeylenmektedir ve yaklaşık olarak 23 km^2'lik bir alan kaplamaktadır. Açık gri renkli matriksli porfirik dokuya sahip birim andezitik bileşimlidir (Şekil 4.81). El örneklerinde piroksen, plajiyoklaz kristalleri ile birlikte hamur içerisinde bulunan amfibol mikro kristalleri gözle seçilebilmektedir. Birimin üstündeki BV-L10 ile uyumlu diğer birimlerle uyumsuz dokanağı bulunmaktadır. Birim, 4. kraterin dış kenarını (kanadını) oluşturmaktadır (Şekil 4.82).



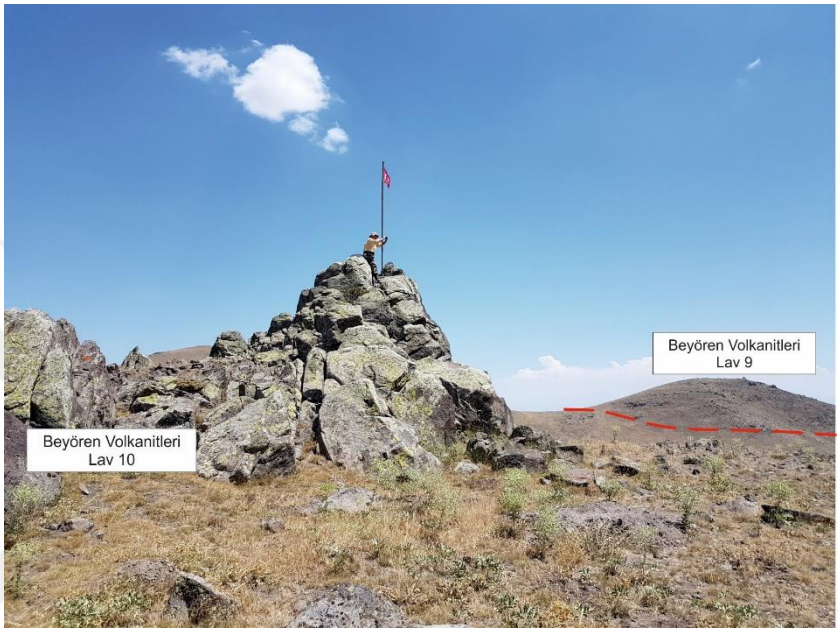
Şekil 4.80: Beyören volkanitlerine ait andezit bileşimli BV-L9'un arazideki genel görünümü (Beyören Güneyi; Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º46'50.14" D33º51'38.33").



Şekil 4.81: Karacadağ Volkanına ait 4. Kraterin tabanından KB'ye, kısmen aşınmış krater duvarına bakış. Krater içerisinde yerleşen K60D doğrultulu dayk ve kraterin dış kenarını oluşturan BV-L9 lavı.

4.1.3.11. Beyören Volkanitleri Lav 10 (BV-L10)

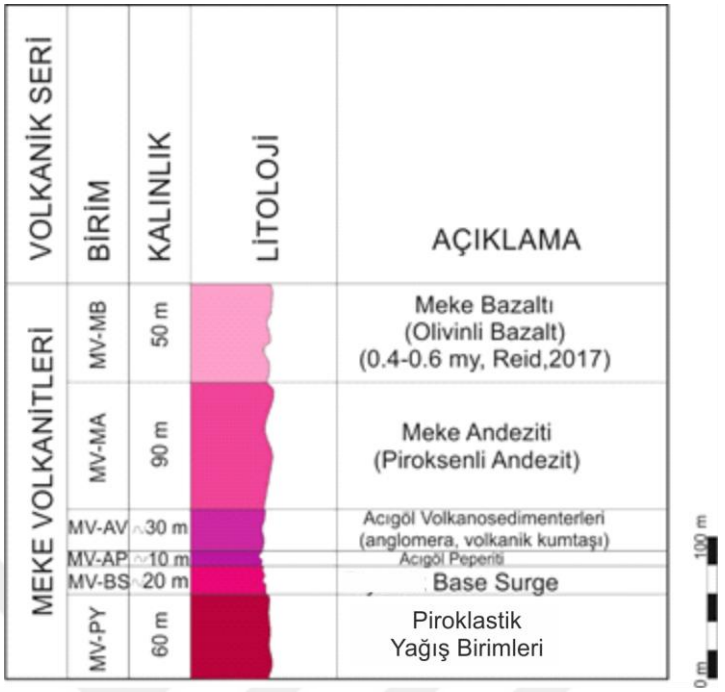
Bu lav düzeyi, Beyören köyü çevresinde yüzeylenen BV-L9'un üzerinde yüzeylenmektedir ve yaklaşık 8 km^2'lik alan kaplamaktadır. Koyu siyah renkli camsı parlaklığa sahip afirik lav dasit bileşimdedir. Birim Karacadağ Volkanını oluşturan üçüncü volkanik serinin en üst birimini oluşturmaktadır (Şekil 4.83).



Şekil 4.82: Bayrak Tepe'de yayılım gösteren, Beyören volkanitlerine ait dasit bileşimli BV-L10 düzeyi (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º48'6.55" D33º51'24.34").

4.1.4. Meke Volkanitleri

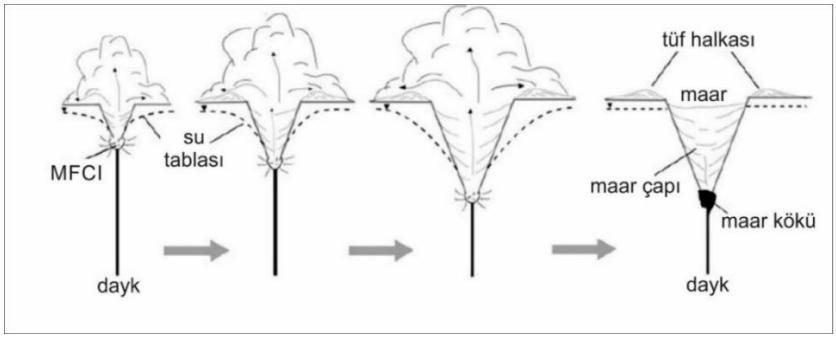
Meke volkanitleri Karacadağ'ın GB'sinde 42 km^2'lik bir alan kaplamaktadır. Maar ve skorya koni oluşturan hidrovolkanik ve piroklastik püskürmelerin hâkim olduğu bu evrede volkanizma riyolitik bileşimden bazik bileşime kadar geniş bir bileşim aralığında ürünler vermiştir. Meke volkanitleri, piroklastik (örneğin base-surge oluşumları, skorya gibi piroklastik geri düşme birimleri ve volkan bombaları) ve volkano-klastik (aglomera, epiklastik kırıntılı istifler) ürünler ile andezit, bazaltik andezit ve bazalt bileşiminde lavlardan oluşmaktadır (Şekil 4.83).



Şekil 4.83: Meke volkanitlerine ait lav serilerini gösteren ölçekli volkanostratigrafik kesit.

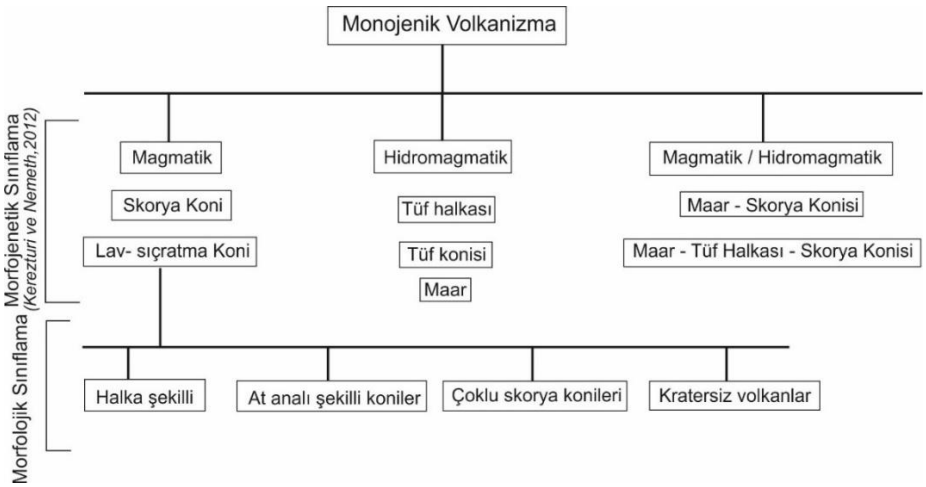
Maarlar etrafı piroklastik istiflerle çevrelenmiş olan, kraterlerinin tabanı topografyadan daha derin olan yayvan volkanik yapılardır. Bir maarın oluşumu için magmanın püskürme sırasında yeraltı suyu ile etkileşime geçmesi gerekmektedir. Maarlar genellikle magma çatlaklarından yükselirken yeraltı su tablası ile etkileşime geçerler.

Maar oluşumunda magma-su etkileşiminin türü, şiddeti, etkileşen magmanın hacmi ve aktivitenin süresi, maarın çapını ve derinliğini belirlemektedir. İlk evrede dayk ile yüzeye ulaşmaya çalışan magma su ile karşılaşınca patlar ve küçük bir krater oluşturur. Krater etrafına ve içerisine çevre kayalardan parçalar ve tefra birikmeye başlar. Su ve magma arasındaki MFCI (magma ve soğutucu su arasındaki etkileşim) faktörünün giderek artması ile şiddetli patlamalar meydana gelir ve maar çapı giderek genişler (Lorenz ve diğ., 1986, 2007) (Şekil 4.84).



Şekil 4.84: Maar oluşum modeli (Lorenz ve diğ., (1986), Valentine (2011)).

Maarlar ve skorya konileri monojenik volkanizma sonucu oluşmuş yapılardır. Monojenik volkanizmanın oluşum türleri Şekil 4.85'de gösterilmiştir. Magma yüzeye yükselirken yer altı suyu ile ilişkisi kesilse dahi magma yükselmeye devam eder ve patlamayla birlikte etrafa volkanik tüfler, bombalar saçılır. Bazı maaarlarda krater oluşumunun ilerleyen evrelerinde veya belirli bir süre sonrasında, biriken lavların suyu bloke etmesi ile magma ile yeraltı suyu arasındaki iletişim kesilebilir. Bu durumda şiddetli patlamalar yerini bazalt lavının kendi gaz içeriği ile daha sakin püskürmesi ve dolayısıyla skorya geri düşme ürünlerinden oluşan bir koni oluşturmasına bırakabilir. Bu durumda, maar yapısı içinde oturan bir veya daha fazla skorya konisi belirebilir. Maarların oluşumları sonrasında her zaman skorya konileri oluşmaz. Eğer oluşursa da oluşan yeni koni (skorya konisi) patlama öncesi oluşan kayalardan, önceki satırlarda açıklandığı gibi, genel olarak farklıdır.

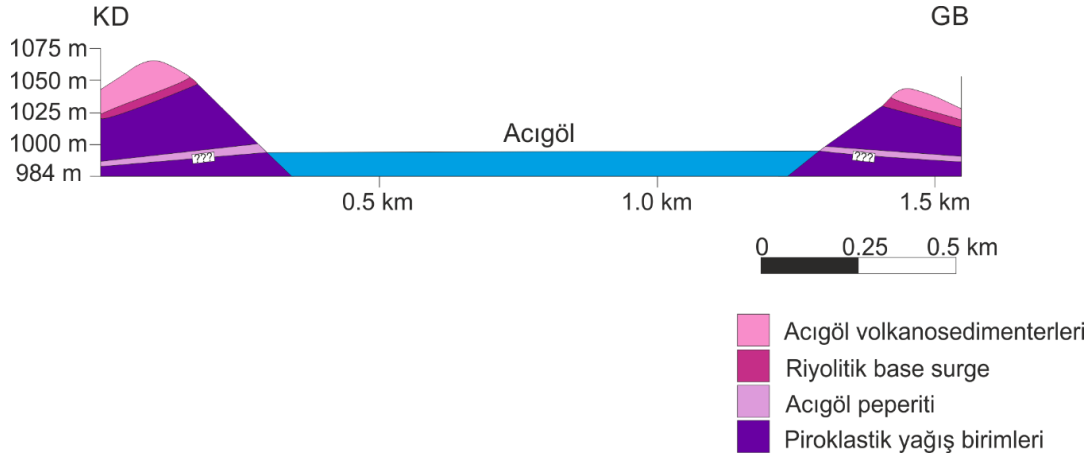


Şekil 4.85: Monojenik Volkanizma Sınıflaması (Paez, 2014).

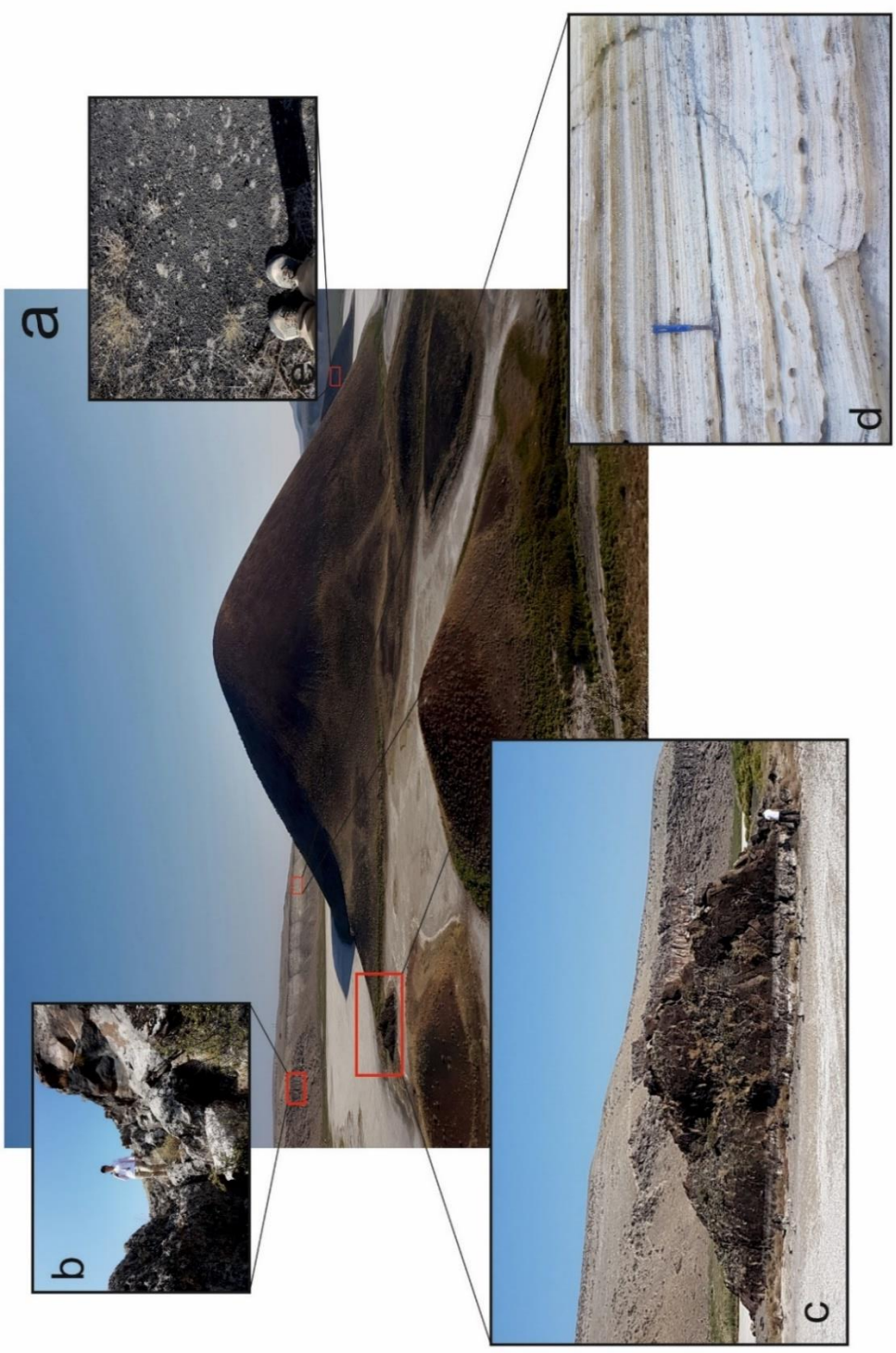
Meke volkanitleri içerisinde hem magmatik, hem hidromagmatik hem de her ikisinin de etkin olduğu monojenetik volkanizmanın ürünleri vardır. Meke Maarı ortasındaki skorya konileri ile magmatik / hidromagmatik volkanizmanın birlikte gelişmiş olduğu ülkemizdeki sayılı örneklerdendir (Şekil 4.86). Yine aynı şekilde Karacadağ KB'sinde buluna Acıgöl Maarı da etrafında geliştirdiği piroklastik istif ile hidromagmatik volkanizmaya güzel bir örnektir (Şekil 4.87). Her iki maarda da magma – su etkileşimine bağlı püskürme ürünlerini görmek mümkündür (Şekil 4.88 ve Şekil 4.89).



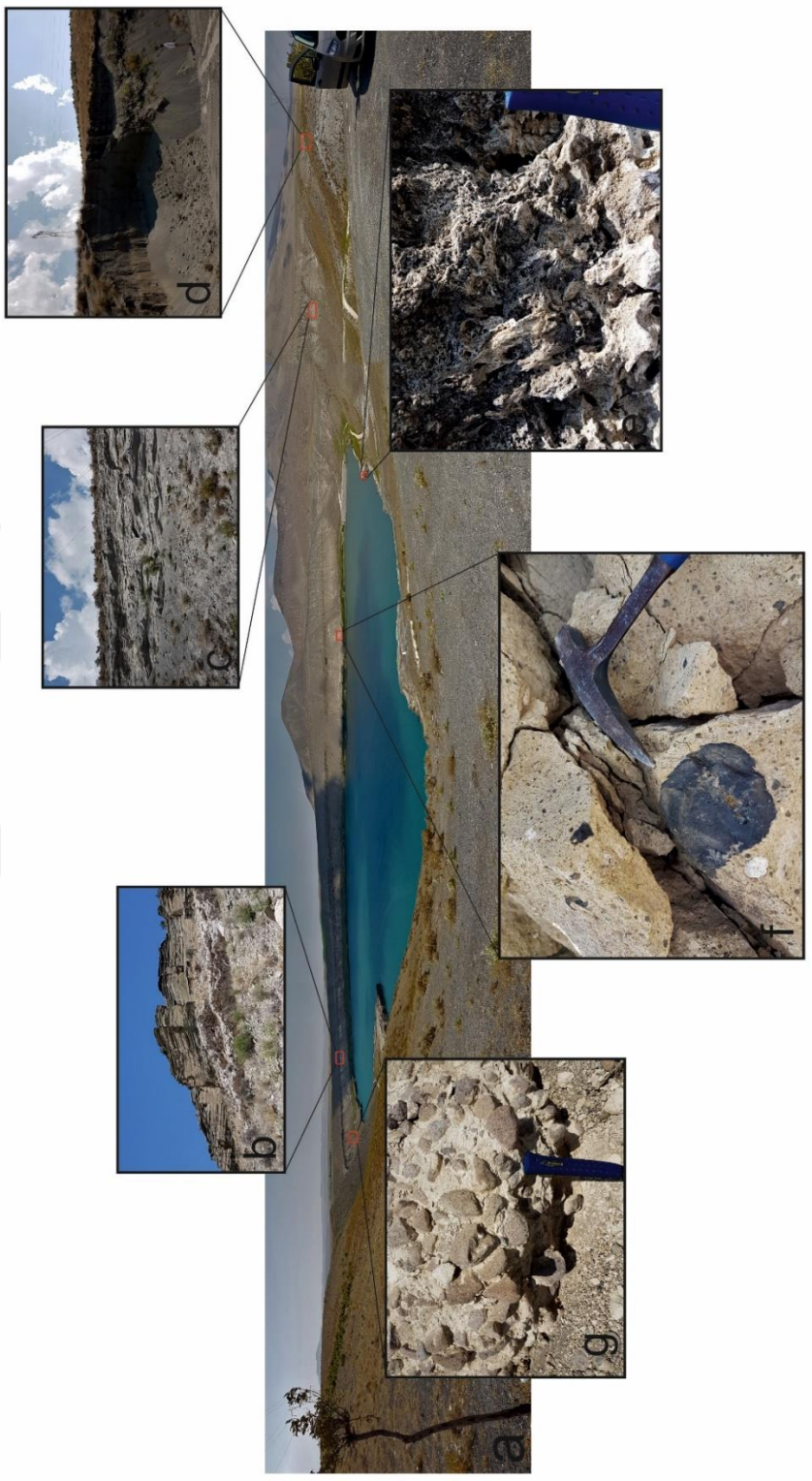
Şekil 4.86: Meke Maarı enine kesiti.



Şekil 4.87: Acıgöl Maarı enine kesiti.



Şekil 4.88: (a) Meke Maarı, (b) Maarın GB'sında bulunan andezitik lav çıkışları, (c) Maar içerisindeki skorya konisinin GB ucunda bulunan bazaltik lavdan oluşan küçük koni, (d) Maarın K bölümünde bulunan base-surge oluşumları, (e) Maar içerisinde bulunan skorya konisinin KD ucunda bulunan bazaltik skorya konisi.



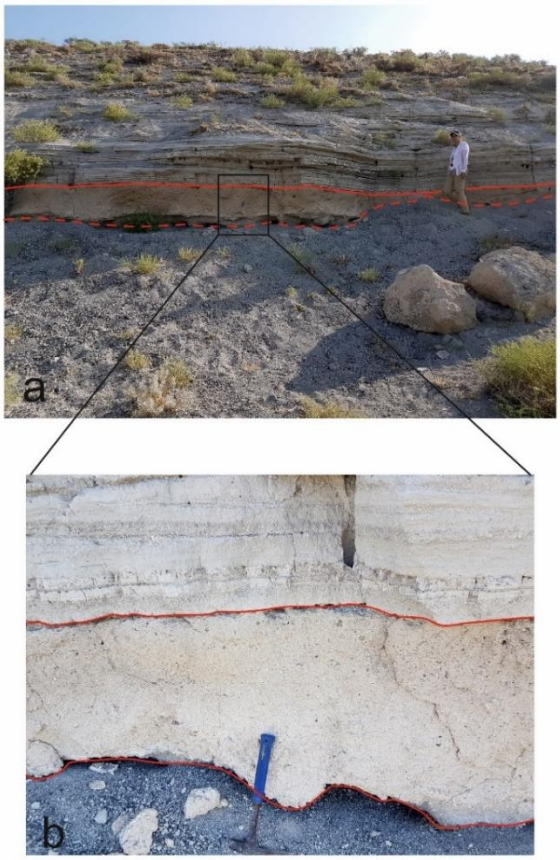
Şekil 4.89: (a) Acıgöl Maarı'nın panoramik görünümü, (b) Maarın K'inde bulunan volkanosedimenter istif, (c) Maar B'nda bulunan base surge oluşumları, (d) Maarın içerisindeki iyi boylanmış piroklastik yağış birimleri, (e) Acıgöl peperiti, (f) Kötü boylanmış litik parçalar içeren piroklastik yağış birimleri, (g) Volkanik parçaları içeren aglomera.

4.1.4.1. Meke Volkanitleri Piroklastik Yağış Birimleri (MV – PY)

Maarları oluşturan ilk patlamayla beraber oluşan birimlerdir. İçerisinde iyi boylanma görüldüğü gibi kötü boylanma da gelişebilmektedir. İçerisinde patlama esnasında kopan temel kaya blokları gözlenmektedir. Özellikle Meke Maarı etrafında görülen yağış birimleri içerisinde büyük andezit blokları bulunmaktadır ve boyutları 20 cm'den 1.5 m'ye kadar değişmektedir (Şekil 4.90). Meke Maarı içerisinde gözlenen MV-PY birimi genellikle iyi boylanmalı piroklastik geri düşme ürünlerinden oluşmaktadır. Meke Maarı'nda bulunan MV-PY birim üzerine Meke volkanitleri base-surge birimi gelmektedir (Şekil 4.91). Acıgöl Maarı etrafında gözlenen MV-PY birimi ise iki ayrı şekilde gözlenmektedir. Maarın büyük bir bölümünü kaplayan kötü boylanmalı piroklastik akış ürünlerinden oluşan birim ile (Şekil.4.92) iyi boylanma gösteren piroklastik geri düşme ürünlerini içeren birim (Şekil 4.89d) gösterilmektedir.



Şekil 4.90: Meke Maarı içerisinde gözlenen MV-PY birimi içerisindeki blok parçaları ve birim içerisinde gözlenen derecelenme (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º41'32.05" D33º38'26.09").



Şekil 4.91: Meke Maarı içerisinde gözlenen MV-PY birimi ile MV-BS birimi arasındaki dokanak (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º41'29.86" D33º38'30.8").



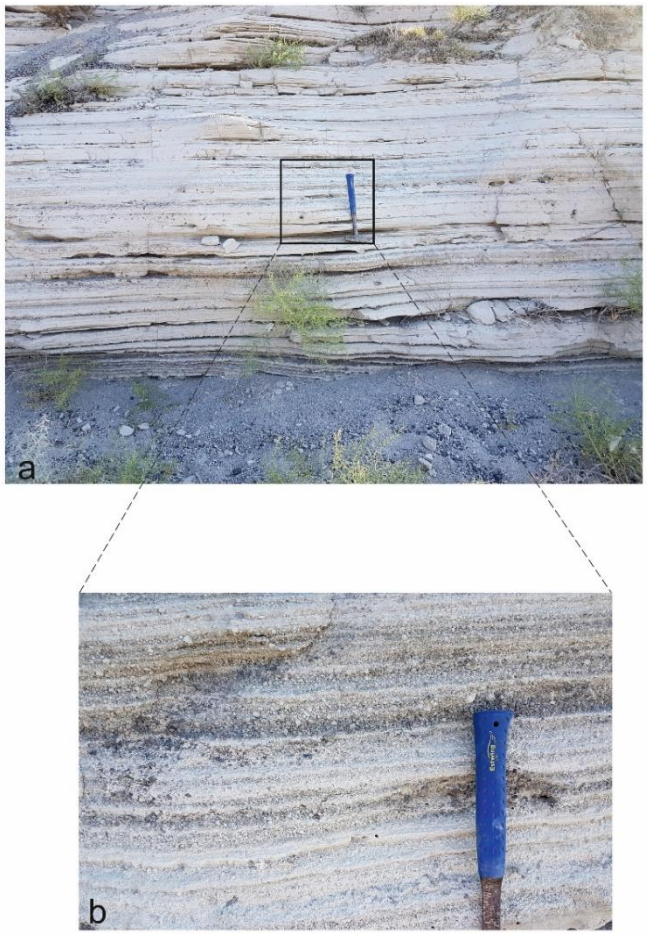
Şekil 4.92: Acıgöl Maarı içerisinde gözlenen kötü boylanmalı MV-PY birimi (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º42'57.51" D33º40'15.8").

4.1.4.2. Meke Volkanitleri Base-Surge (MV – BS)

Base-surge çökelleri maar oluşumlarının karakteristik ürünleridir. Base-Surge terimi ilk defa Jim Moore (1967) tarafından Taal Volkanı'nda bulunan piroklastik çökeller için kullanılmıştır. Piroklastik surge çökelleri, piroklastik akıntı çökellerine benzerler ancak en temel farkları surgeler genellikle kristal ve litik parçalarca daha zengindirler ve dalgalı, düşük açılı veya çapraz benzeri yatay tabakalanma gösterirler, kalınlıkları ise çok değişkendir; çok inceden, kalına kadar değişir (Fisher ve Schmincke, 1984). Magma – su arasındaki etkileşimin neden olduğu şiddetli patlamalar ile parçalanmanın ileri düzeyde gerçekleştiği bir püskürme ile oluştuklarından, bunlar sık olarak aşınma yüzeyleri ile birbirlerinden ayrılan ondüleli ve çapraz benzeri katmanlı piroklastik tabakalardan oluşurlar. Ayrıca piroklastik akışlar çoğunlukla asit – ortaç magmaların kendi içerdikleri gazların genleşmesi ve magmayı parçalamasıyla oluştuğu halde, base surge birimleri bazalt dâhil her tür magmanın yer altı suyuyla etkileşimin sonucunda da oluşabilirler. Magma – su etkileşimi sonucu oluşan ince taneli materyalin rengi, bazaltın rengine nazaran çok açık hale dönüşür.

Meke Maarı içerisinde gözlenen MV-BS birimi aslında tüm maar duvar bölümünü oluşturmasına karşın üzeri Kesmez formasyonu kırıntılıları ile örtülü olduğu için sadece, maarın kuzey bölümünde yaklaşık 250m^2'lik bir alanda görülebilmektedir. Açık sarı- krem renkli olan birim çok iyi boylanmış ve çok ince tabakalanmıştır. İçerisinde bol miktarda pomza litikleri bulundurmaktadır (Şekil 4.93). Maar çevresinde yatay olarak tabakalanan birim içerisinde çapraz benzeri tabakalanma da gözlenmektedir (Şekil 4.94). Ayrıca yine birim içerisinde patlama esnasında ortaya saçılan bloklar ve balistik bombalar da gözlenmektedir ve bu kaya parçaları tabakalanmayı, saplanarak bozmuşlardır (Şekil 4.95). Bu da bize base- surge oluşumundan sonra patlamalı püskürmelerin periyodik olarak devam ettiğini göstermektedir.

Acıgöl Maarı içerisinde gözlenen MV-BS birimi Meke Maarında gözlenen birimin aksine çok çok az bir alanda yüzeylenmektedir. Teorik olarak maarın ana gövdesinin krater iç duvarlarının büyük bölümünü oluşturduğu düşünülen bu birim, maarın batısında yaklaşık 70 m^2'lik bir alanda mostra vermektedir. Bu birim de ince tabakalardan oluşmakta ve birim içerisinde yer yer üstten kısmen aşındırılmış çapraz tabakalanma yapıları gözlenmektedir (Şekil 4.96).



Şekil 4.93: (a) Meke Maarı içerisinde gözlenen MV-BS biriminde laminalı tabakalanma. (b) Laminalar içerisindeki pumis parçaları (Meke Maarı Kuzeyi; Bakış yönü: KB'den GD'ye).



Şekil 4.94: Meke Maarı içerisinde gözlenen MV-BS biriminde bulunan çapraz tabakalanma (Meke Maarı Kuzeyi; Bakış yönü: KB'den GD'ye).



Şekil 4.95: Meke Maarı içerisinde gözlenen MV-BS birimine saplanmış balistik volkan bombalarından biri (Meke Maarı Kuzeyi; Bakış yönü: KB'den GD'ye).



Şekil 4.96: Acıgöl Maarı içerisinde gözlenen MV-BS biriminde bulunan yer yer balistik bombaların görüldüğü ondüleli ve çapraz tabakalanmalı fretomagmatik düzeyler (Acıgöl Maarı Batısı; Bakış yönü: KB'den GD'ye).

4.1.4.3. Meke Volkanitleri Acıgöl Peperiti (MV – AP)

Peperit, çökelmekte olan suya doygun yumuşak sedimentler ile etkileşerek hızla soğumuş ve soğuma sırasında uzunlamasına garip şekiller almış lav parçaları içeren kayalara verilen isimdir. Kaya paçaları bloklar, taneler şeklinde olabilirler (Bubsy-Spera ve White,1987). Peperitin oluşması için sıcak lav veya piroklastik malzemeden oluşan volkanik bir örtünün sedimentlerin üzerini örtmesi gerekmektedir.

MV-AP birimi, Meke volkanitleri içerisinde sadece Acıgöl Maarı çevresinde gözlenmektedir. Ayrıca maardaki lavların suya doygun ince taneli yumuşak çökellere temas ettiği yerlerde de sedimenter kayalar içinde oluşmuştur. Bunlar, Acıgöl peperiti olarak adlandırılmıştır. Su ile temas, sedimentler içinde peperit yapısı oluşturan lavlarda alterasyona neden olmuş ve bozulma yapıları ortaya çıkmıştır (Şekil 4.97). Birimin taze olan yüzeylerinde ince kırıntılı sedimentler (kil-kum boyutlu çökeller) içindeki şekilsiz lav parçaları net olarak seçilebilmektedir.



Şekil 4.97: Acıgöl Maarı etrafında gözlenen su ile altere olmuş Acıgöl peperiti.

4.1.4.4. Meke Volkanitleri Meke Andeziti (MV – MA)

Bu birim sadece andezitik birleşimdeki lavları değil aynı zamanda andezitik bileşime sahip skorya konilerini de kapsamaktadır. Skorya konileri kızıl kahverengi renkli olup başlıca bol vesiküllü skorya piroklastik malzemesinden oluşmaktadır (Şekil 4.98). MV-MA birimine ait skorya konileri tipik skorya konisi tabakalı piroklastik malzeme birikimini göstermektedir. Tabaka eğimi 30°'dir. Skorya konisinin içyapısının görüldüğü yüzleklerde bazı katmanlarda normal derecelenme (her bir katman içinde altta kaba taneli skorya üste doğru incelmekte), diğer bazı katmanlarda ise ters derecelenme (altta ince üste doğru giderek irileşen skorya taneleri) görülmektedir (Şekil 4.99). Aynı birime ait andezit lavlar ise maarın krater duvarlarında bir lav düzeyi şeklinde ve eşdeğerleri de Karacadağ GB'sinde yüzeylenmiştir (Şekil 4.100, Şekil 4.101). Koyu renk camsı matriksli porfirik dokulu andezitik bu lavlar içerisinde kızgın yerleştiği dokusu ve dokanak ilişkilerinden anlaşılan boyları 2 – 10 cm arasında değişen bazaltik andezit bileşiminde yuvarlağımsı ancak şekilsiz magma kabarcıkları (bloblar) bulunmaktadır (Şekil 4.102).



Şekil 4.98: Meke Maarı GD'sinde, işletilen Skorya Konisi (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º42'57.51" D33º40'15.8").



Şekil 4.99: Ocak olarak işletilen skorya konisinde gözlenen derecelenmeli piroklastik tabakalanması. Fotoğrafta ters derecelenme sunan skorya katmanları görülmektedir (Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º4º"18.29" D33º41'46.54").



Şekil 4.100: (a) Meke Maarı GB'sinde gözlenen andezitik lav düzeyi ve bu lavın düzensiz soğuma çatlakları boyunca ayrılıp bir kısmı krater tabanına doğru dökülmüş blokları, (b) MV-MA biriminin yakından görünümü.



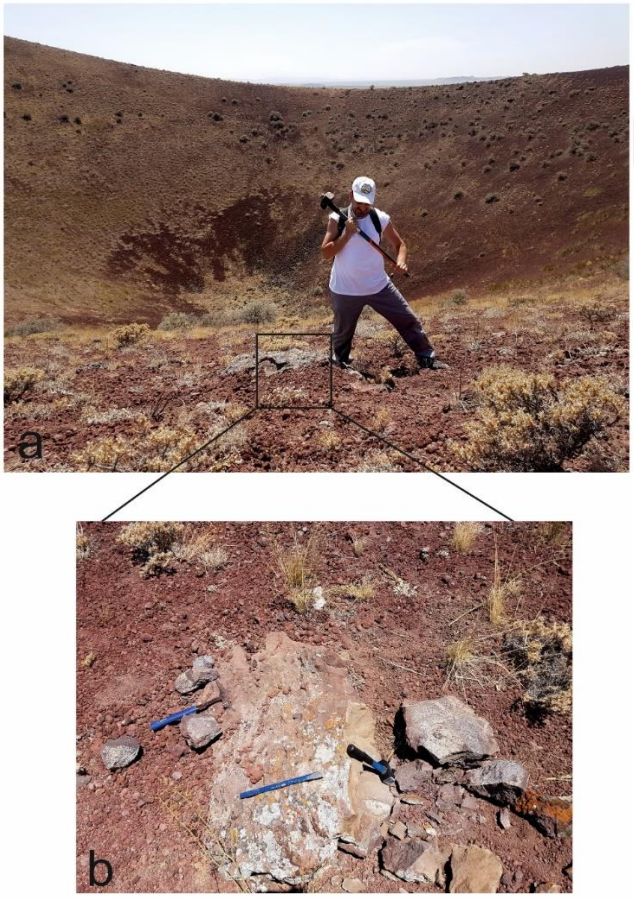
Şekil 4.101: Küçükmedet Tepe batısında gözlenen Meke Maarında yüzeylenen MV-MA birimi.



Şekil 4.102: MV-MA andezitik lavı içerisinde gözlenen bazaltik andezit bileşimli yuvarlağımsı şekilsiz magma kabarcıklarının (blobs) el örneğindeki görünümü.

4.1.4.5. Meke Volkanitleri Meke Bazaltı (MV – MB)

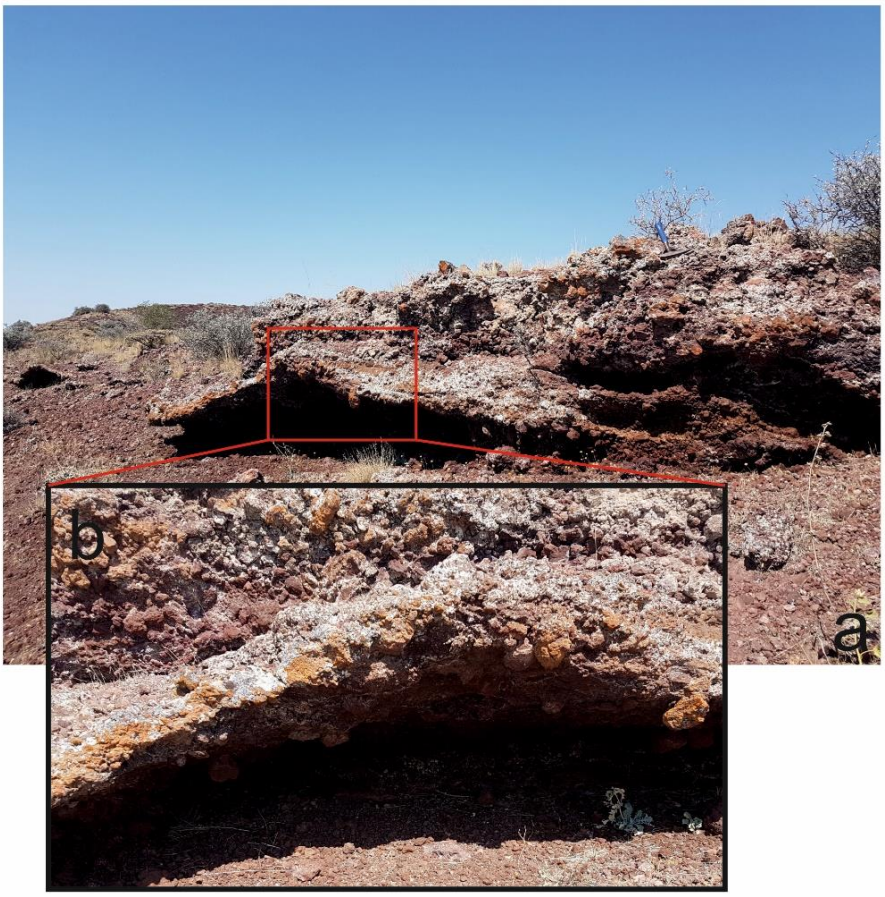
MV-MB sadece skorya konilerinin üst kısmında ve Meke Maarı'nın GB kısmında iki küçük alanda yüzeylenmiştir. Bu birim, hem bazik skorya hem de bazalt bileşimde lavdan oluşmaktadır. Siyah renkli, dış zonları altere olmuş birimin sahada masif yapıda olduğu gözlenmektedir. Lav ürünleri Meke Maarı içerisinde (Şekil 4.88-c) ve Andıklı Tepe GB kısmında (Şekil 4.104) lav akışı şeklinde gözlenirken, Meke Maarı skorya konisinin krater kenarında aynı magmadan türemiş birbirine yapışmış lav parçalarının oluşturduğu sıçratma türünde (aggluginated spatter) ürünler görülür (Şekil 4.103). Bol vesiküllü bağımsız piroklastik parçaların birikmesi ile oluşmuş skorya ürünleri ise Küçük Medet Tepe zirvesinde (Şekil 4.105) ve Meke Maarı içerisindeki küçük skorya konisinde (Şekil 86-e) yüzeylenmiştir. Bu mevkide, skorya parçalarının bir bölümünün henüz plastik özelliklerini koruyacak sıcakta düşmeleri ve önceki piroklastiklere kaynamaları nedeniyle yer yer sıçratma ürünü katmanlara da rastlanır.



Şekil 4.103: Meke Maarı içerisinde bulunan skorya konisinin zirvesini meydan getiren MV-MB biriminin sıçratma ve skorya ürünleri. Dış zonları alterasyondan etkilenmiştir.



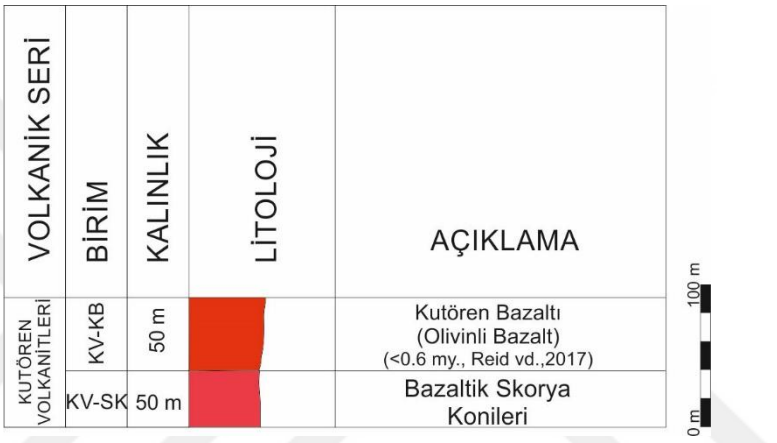
Şekil 4.104: Andıklı Tepe GB bölümünde MV-MA ve MV-MB birimleri arasındaki dokanak.



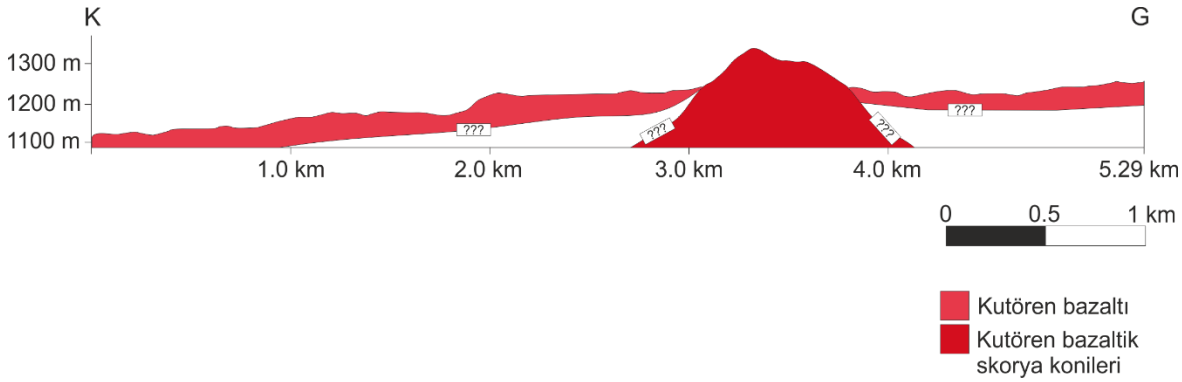
Şekil 4.105: Küçük Medet Tepe zirvesini oluşturan MV-MB birimi. (Lav akarken Lav tüneli oluşturmuştur.

4.1.5. Kutören Volkanitleri

Karacadağ KD'sinde Kutören ilçesi ve çevresinde yüzeylenen Kutören volkanitleri yaklaşık 40 km^2'lik bir alan kaplamaktadır. İçerisinde bir maar, beş skorya konisi bulunduran birim, aynı zamanda geniş alanlar kaplayan olivinli bazaltik lavlardan oluşmaktadır. İki ayrı alt birime ayrılan Kutören volkanitleri bazaltik bileşimdeki magmadan oluşmaktadır (Şekil 4.106, Şekil 4.107).



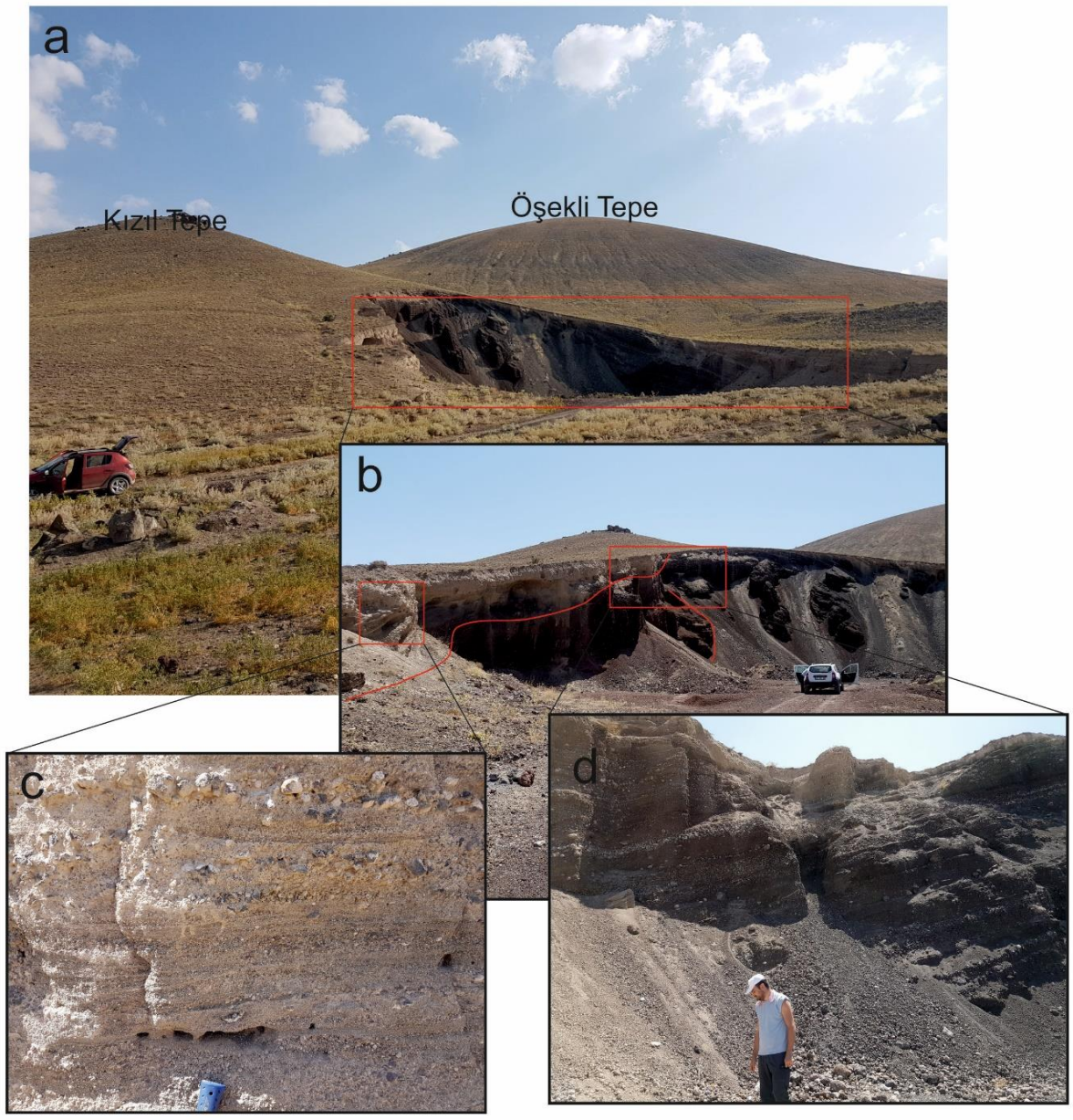
Şekil 4.106: Kutören Volkanitlerine ait lav serilerini gösteren ölçeklendirilmiş volkanostratigrafik kesit.



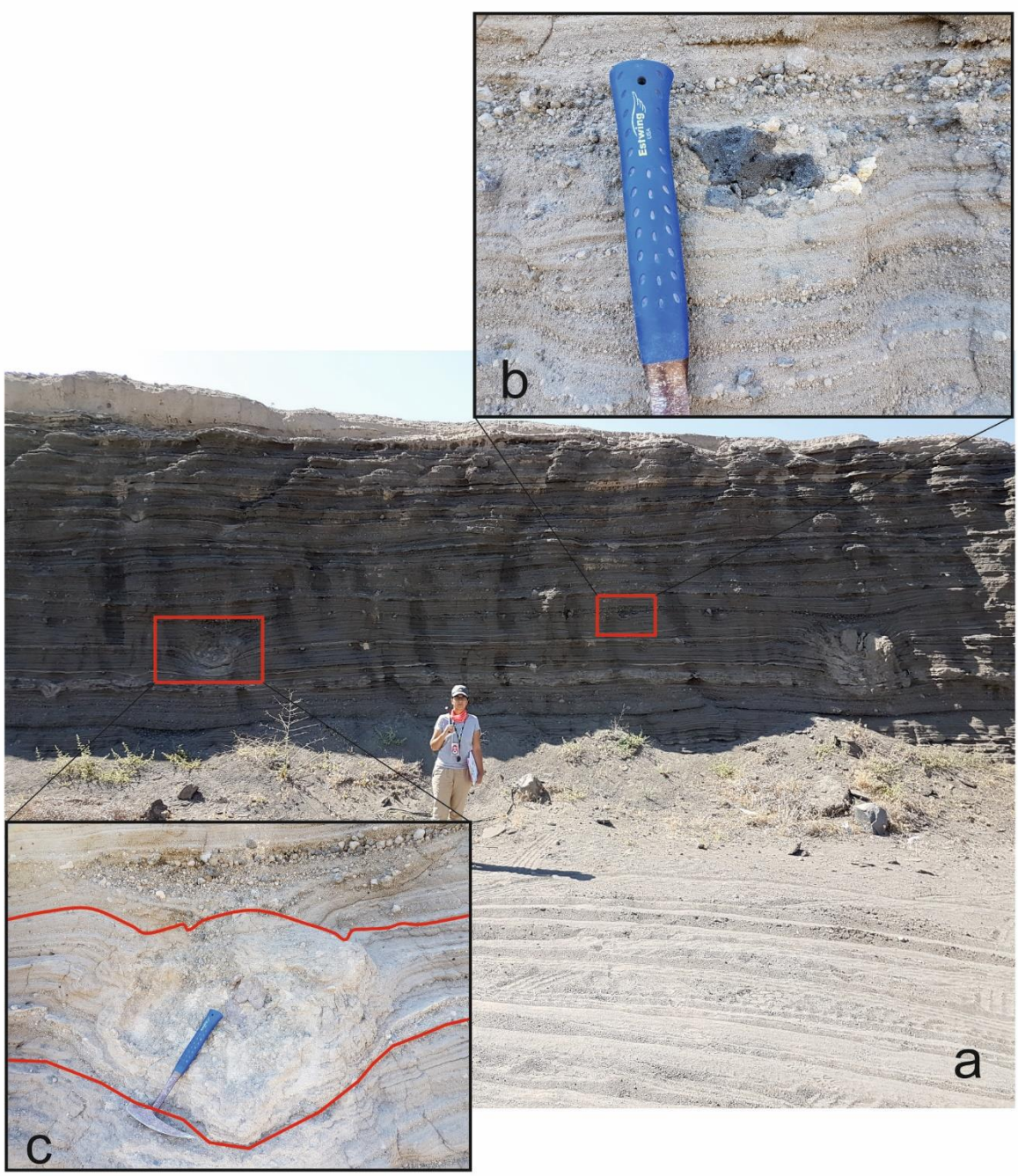
Şekil 4.107: Kutören Volkanitlerine ait birimleri gösteren enine kesit.

4.1.5.1. Kutören Volkanitleri Kutören Bazaltik Skorya Koniler (KV – SK)

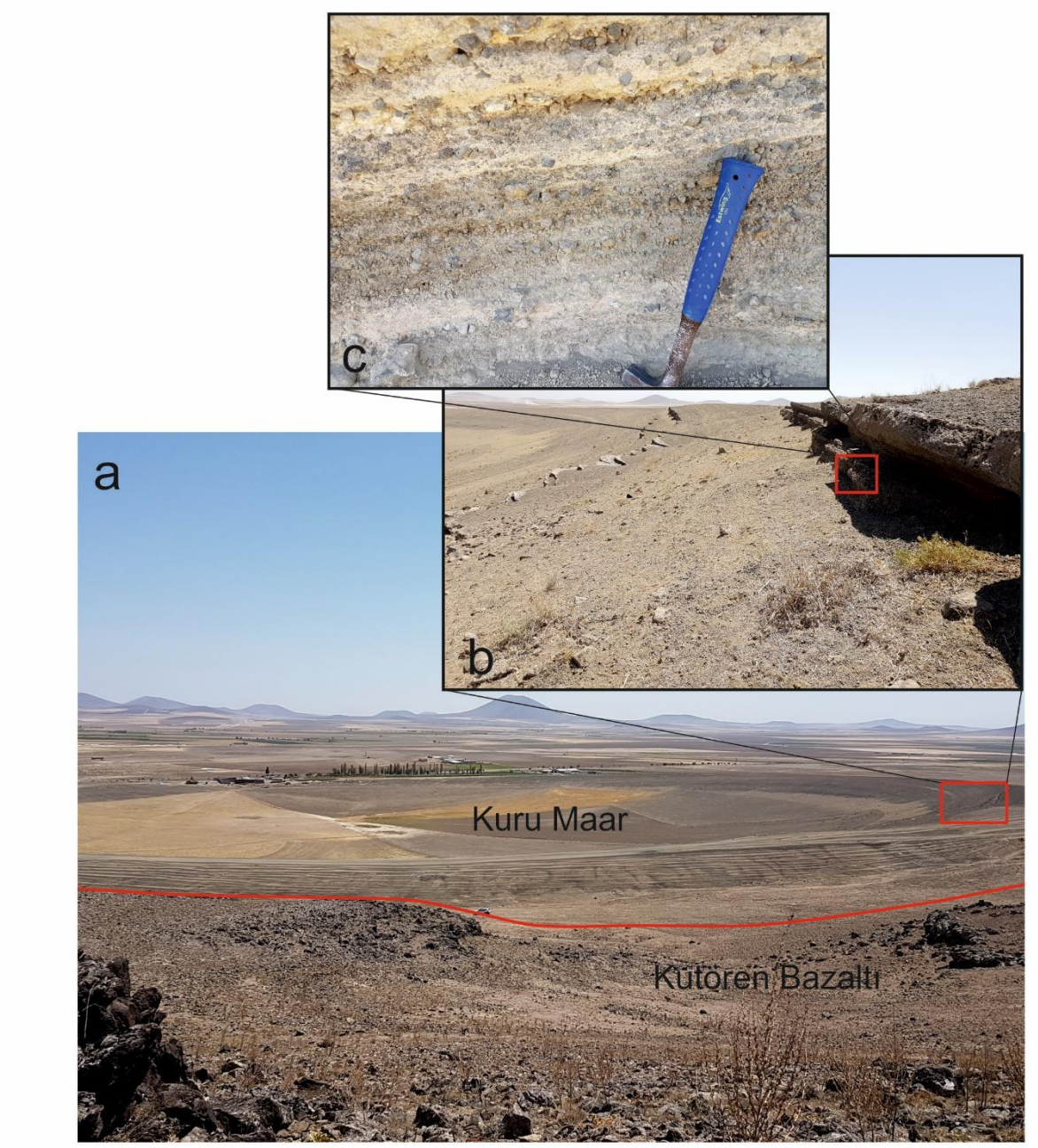
KV-SK birimi bazaltik skorya konilerinden ve maarları oluşturan istiften oluşmaktadır. Bölgede bulunan skorya konilerin yaşı 2.5 My'dır (Reid ve diğ., 2017). Skorya konilerini ve maarları oluşturan base surge yapıları içeren hidrovolkanik püskürme ürünü istiflerde, normal derecelenme gözlenmektedir. (Şekil 4.108,Şekil 4.109 ve Şekil 4.110).



Şekil 4.108: (a) Öşekli Tepe Kuzeyinde gözlenen KV-SK birimi, (b) Ocak olarak işletilen koni, (c) küçük bazik skorya parçaları içeren şiddetle ufalanmış çok ince gevşek parçacıklardan oluşan base-surge, (d) koniyi oluşturan ana bazaltik istif.



Şekil 4.109: (a) Kutören İlçesi girişinde bulunan maarın yamacının bir kum ocağında yüzeylenmiş kesiti (KV-SK) (b) Maar içerisinde gözlenen base surge türü ince taneli laminalı pirolastik istif ve içerdiği vesiküler olivin bazalt balistik bombalarının ve farklı boylarda çakıllarının yakından görünümü (c) İstifin tabakalanmasını darbe etkisi ile bükmüş bazalt bileşimli balistik bomba ve izi (ballistic bomb-sag).



Şekil 4.110: (a) Kutören İlçesi GD'sinde bulunan KV-SK birimi içerisinde gözlenen maar (b) Maar kenarını oluşturan tabakalar (c) Piroklastik istifin yakından görünümü.

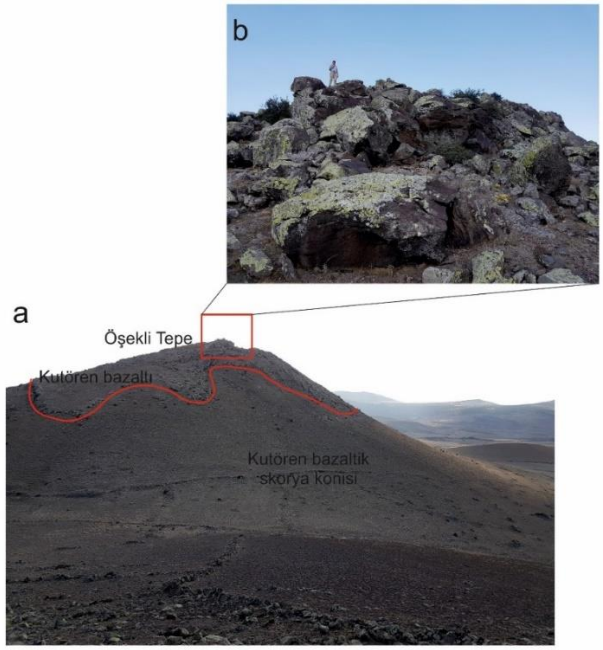
4.1.5.2. Kutören Volkanitleri Kutören Bazaltı (KV – KB)

Kutören bazaltı Karacadağ KD'sinde, volkanın yamaçlarındaki, eteklerindeki ve kuzeyde yer alan ova düzlüklerindeki skorya konileri ve çatlaklardan çıkarak ovaya doğru yayılmış yaklaşık 32 km^2'lik bir alan kaplayan lavları içerir. Birim çalışma alanının en genç birimidir. Lavların önceki çalışmalarda saptanmış yaşları < 0.6 my'dır (Reid ve diğ., 2017). Kutören bazaltı

olivinli bazalttır. Siyah rengi ve afirik dokusu ile karakteristiktir (Şekil 4.111). 2-3 mm'ye ulaşan olivin kristalleri ve yer yer plajiyoklaz mikrolitleri içerir. Söz konusu bazaltik lavlar, aynı bölgede yüzeylenen skorya konilerinin üzerine gelmektedir. Bu nedenle konilerden daha gençtirler (Şekil 4.112).



Şekil 4.111: Kutören volkanitlerine ait Kutören bazaltının yakından görünümü (Kutören batısı; Bakış yönü: KD'den KB'ye; K37º52'9.90" D33º53'52.25").



Şekil 4.112: Kutören volkanitlerine ait Kutören bazaltı ve skorya konisi arasındaki dokanak.

4.1.6. Kesmez Formasyonu

Karacadağ GB'sinde yer alan Kesmez Köyü ve çevresinde yer alan birim gri renkli hareketli kum dünlerinden oluşmaktadır (Şekil 4.113). Bu birimi oluşturan kumlar, ince – orta taneli ve karbonat katkılıdırlar. Hareketli kum dünlerinin iç kesiminde bulunan kumlar ince tanelidirler ve tabaka yapısı oluşturanlarda, tabaka eğimi 20º'dir. Bu birimin üzeri doğal bitki örtüsü ile örtülmüştür.



Şekil 4.113: Kesmez Formasyonunun arazide ki görünümü (Karapınar GD'si; Bakış yönü: KB'den GD'ye; K37º42'50.39" D33º34'29.22").

4.1.7. Alüvyon (Qa) ve Yamaç Molozu (Qym)

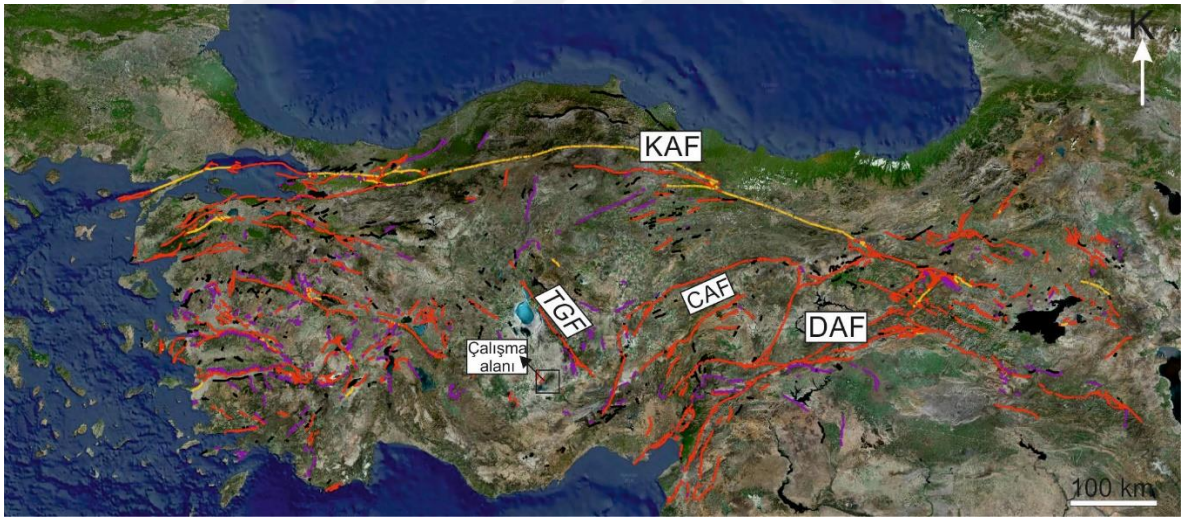
Çalışma alanındaki alüvyonlar, volkanik kaya parçalarından, göl ve akarsu çökellerinden oluşmaktadır.

Yamaç molozları köşeli, volkanik kaya parçalarından oluşmuştur. Özellikle krater içlerinde yoğun olarak gözlenmektedir. Oluşumu günümüzde de devam etmektedir.

4.2. YAPISAL JEOLOJİ

Bu bölüm de çalışma alanında bulunan volkanik birimler içerisinde gözlenen çatlak sistemlerinin ve lav çıkış merkezlerinin OAVP içerisinde bulunan neotektonik yapılar ile ilişkisi irdelenecektir.

OAVP içerisinde iki ana fay sistemi vardır: Tuz Gölü-Ecemiş fayları ve Orta Anadolu Fay sistemi. Tuz Gölü – Ecemiş fay sistemleri oblik atımlı faylardan oluşmaktadır. Batıda Tuz Gölü, doğuda Ecemiş Fayı arasında oblik atımlı bir bir fay sistemi oluşmuştur. Tuz Gölü fayı 150 km'den uzundur ve Tuz Gölü havzasının batı kenarını oluşturmaktadır, Ecemiş Fayı ise yaklaşık 600 km uzunluğunda ve OAVP'nin doğusunu kesmektedir. Orta Anadolu Fayı ise KD – GB doğrultuludur ve OAVP'nin uzun eksenine paralel konumda bulunmaktadır (Şekil 4.114). Bu iki fay sistemi volkanik merkezlerin çıkış yerlerini belirlemişlerdir (Toprak ve diğ., 1998).



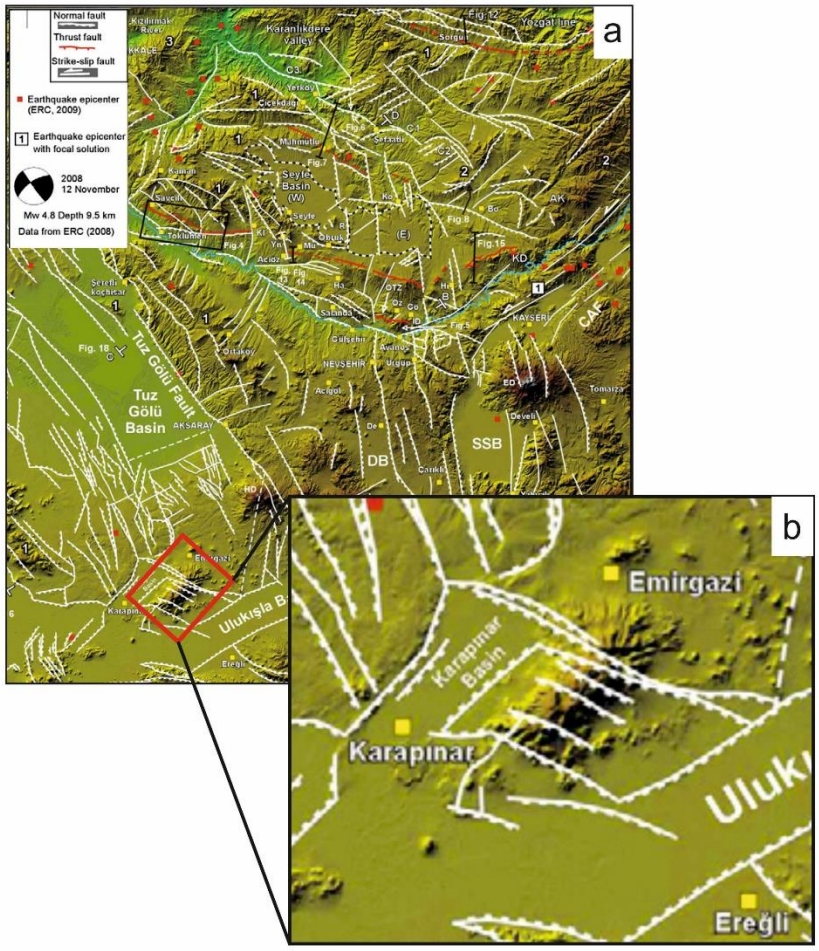
Şekil 4.114: Türkiye diri fay haritası (MTA), (KAF:Kuzey Anadolu Fayı; DAF:Doğu Anadolu Fayı; TGF:Tuz Gölü Fayı; CAF:Orta Anadolu Fayı).

Genç ve Yürür (2010) yaptıkları çalışmada Orta Anadolu'da gelişen volkanizmanın püskürme yerlerinin denetleyicisi olarak normal faylar ile ilişkili gerilmeli tektonizmayı göstermişlerdir. Çalışma alanında KVK'yı oluşturan lav çıkış yerlerinin de Tuz Gölü fayı ile aynı doğrultuda (KB-GD) gelişen faylarla ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Şekil 4.115). Ancak bu faylara

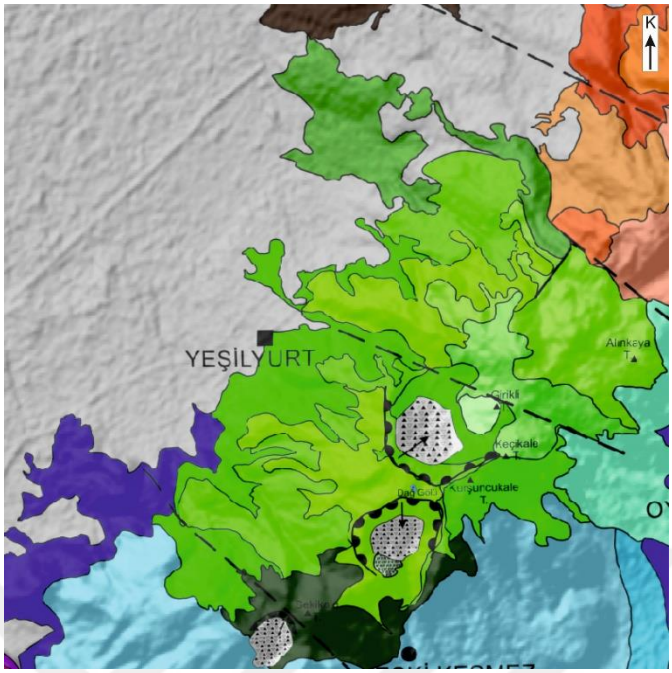
ait belirteçlere arazi çalışmaları sırasında rastlanmamıştır. Faylar ancak uydu fotoğrafları ve DEM görüntülerinde görülebilmektedir.

Lavlarda gelişen soğuma çatlak sistemleri, normal fay doğrultularının aksine KD-GB doğrultulu olarak gelişmiştir (Şekil 4.31). VS-2 serisini oluşturan lav birimleri KVK'nın KB yamacını oluşturmaktadır. Lavların çıkış merkezi olan fay KD-GB doğrultuludur (Şekil 4.116).

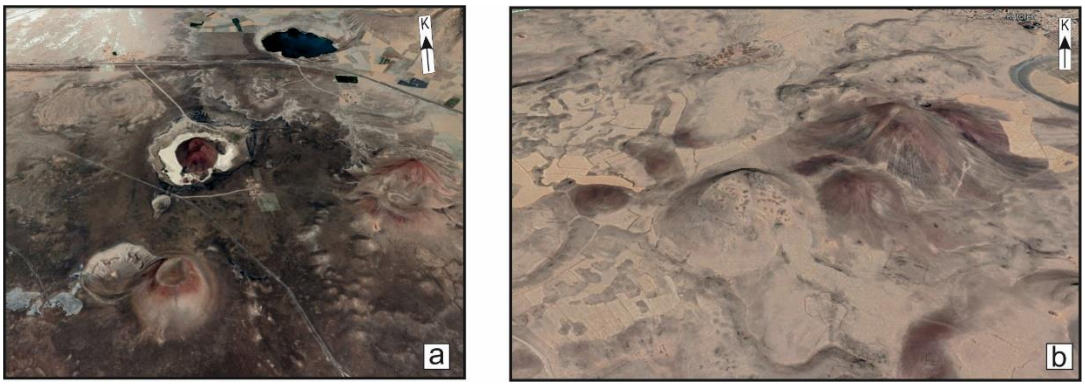
VS-4 ve VS-5 volkanik serilerini oluşturan lavları yüzeye getiren sistem ise iki ana fay sistemi olan Tuz Gölü Fay sistemi ve Orta Anadolu Fayı arasında gelişen KD – GB doğrultulu gelişen açılma çatlaklarıdır. Özellikle bu son iki seri, çok sayıda küçük ve birçok yere dağılmış çıkış merkezi içermektedir (Şekil 4.117).



Şekil 4.115: KVK üzerinde gelişen normal faylar (Genç ve Yürür, 2010).



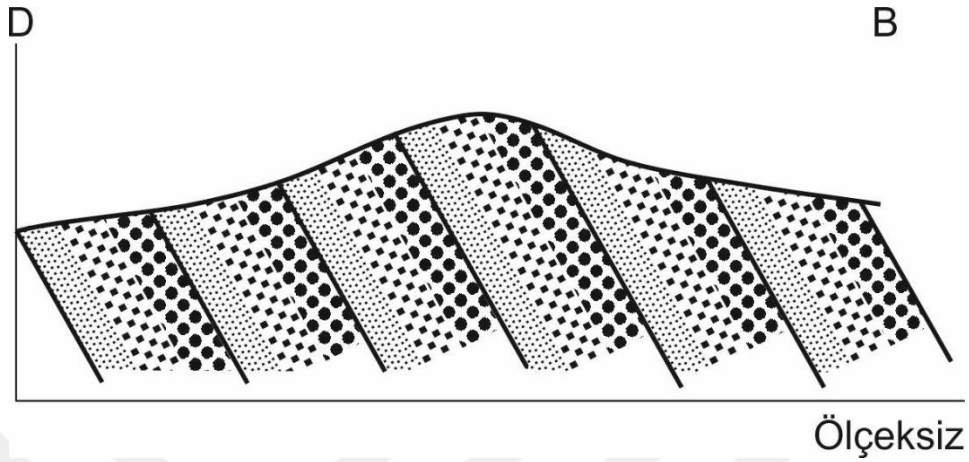
Şekil 4.116: KVK'nin KB yamacını oluşturan Yeşilyurt volkanitlerini (VS-2), (Yeşil renkler ile gösterilmiştir) oluşturan lavların çıkış yerlerini gösteren jeoloji haritası (Ayrıntılı açıklama, "Volkanostratigrafi" bölümü ve jeoloji haritasında verilmiştir).



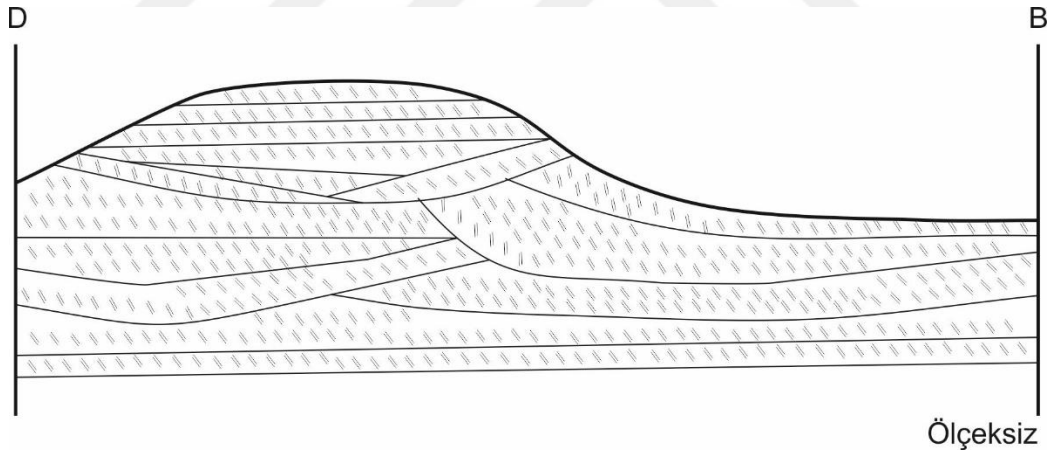
Şekil 4.117: KVK'nın GB bölümünü oluşturan Meke volkanitlerini (VS-4) ve KD bölümünü oluşturan Kutören volkanitleri (VS-5) çıkış merkezlerini gösteren uydu görüntüsü (a) VS-4, (b) VS-5. (Google Earth görüntüsü yükseklik ayarı 2 olarak alınmıştır).

Tabaka yapıları sadece skorya konilerinde ve maarların çevresinde bulunan base-surge oluşumlarında gözlenmektedir. Skorya konilerinde gözlenen tabakalar genellikle KB – GD doğrultuya sahiptirler (Şekil 4.118). Maar çevresinde gözlenen base surge çökelleri genellikle

yatay tabakalar olup bazı bölümlerinde base –surge'lere özgü ondüleli akma kırışıklıkları görülmektedir (Şekil 4.119).



Şekil 4.118: Ayırtmeke Tepe güneydoğusunda bulunan skorya konisinde gözlenen ters derecelenmeli tabakaları gösteren genel enine kesit.



Şekil 4.119: Meke Maarı çevresinde gözlenen base surge içersinde meydana gelen yatay ve çapraz tabakaları gösteren genel enine kesit.

4.3. PETROGRAFİ

Bu bölümde volkanostratigrafik istifte tanımlanan her bir lav biriminin petrografik özellikleri irdelenecektir.

Karacadağ Volkanik Kompleksi'ni (KVK) temsilen farklı lav birimlerinden toplamda 256 adet örnek seçilmiş ve hazırlanan ince kesitler ile petrografik incelemeler yapılmıştır. Tanımlamaları yapılan örneklerin petrografik özellikleri KVK'yı oluşturan volkanik serilerin (Oymalı, Yeşilyurt, Beyören, Meke ve Kutören volkanitleri) başlıkları altında derlenmiştir. Bunlara ek olarak, Yeşilyurt volkanitleri içerisinde bulunan piroksenit bileşimli ksenolitin ve Oymalı ve Yeşilyurt volkanitleri içerisinde gözlenen anklavların tanımlamasına da yine bu bölümde yer verilmiştir. Ayrıca her bir lav birimine ait; Michel-Levy yöntemine göre bulunan plajiyoklaz kristallerinin türleri ve sönme açıları, klinopiroksen ve amfibol kristallerinin 2V açılarını gösteren tablolar da EK-3'de verilmiştir.

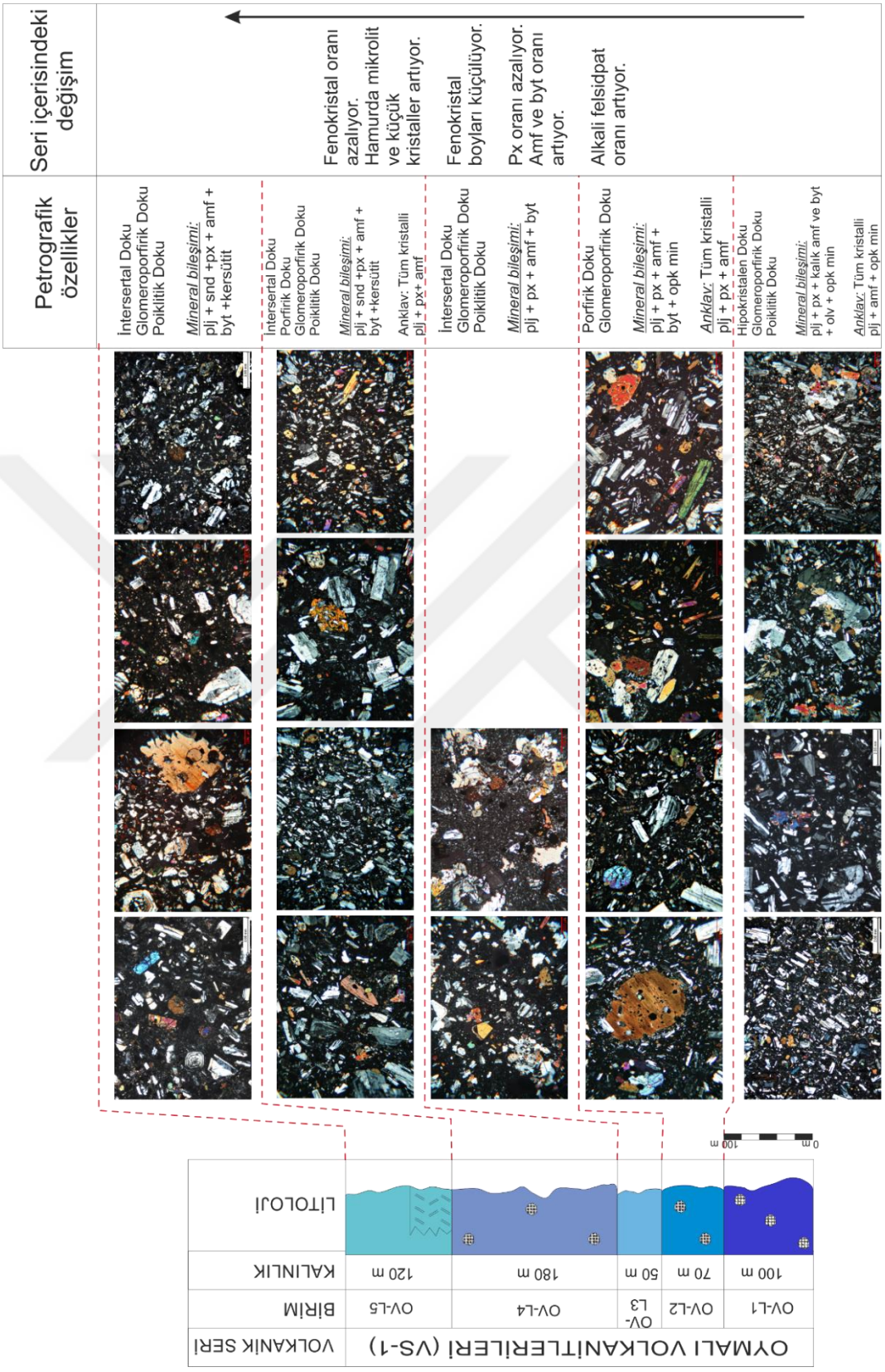
4.3.1. Oymalı Volkanitleri

KVK'nın en alt stratigrafik düzeyini oluşturan lavlar, bazaltik andezitten andezite kadar değişen bir bileşim aralığına sahiptir. Söz konusu lavların ana mineral fazını plajiyoklaz ve piroksen ve amfibol ± biyotit oluşturmaktadır. Ayrıca, bu minerallere ek olarak OV-L1 ve OV-L4 lav serileri için ana mineral fazında olivin kristalleri de bulunmaktadır. Sulu mineral içeriği (amfibol + biyotit) volkanik istifte yukarı doğru gidildikçe artmaktadır. Seriyi oluşturan beş lav biriminden üçünde (OV-L1, OV-L2 ve OV-L3), granodiyorit bileşimli, tüm kristalli anklavlar bulunmaktadır.

Oymalı volkanitlerini oluşturan volkanik istiftin, altından üstüne doğru gidildikçe petrografik olarak meydana gelen değişimler Şekil 4.120'de, seriyi oluşturan lav düzeylerinin ana ve ikincil mineral fazlarını oluşturan mineraller ile birimlerde gözlenen dokular Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1: Oymalı volkanitlerini oluşturan lav birimlerinin ortalama modal bileşimi ve gözlenen dokular.

Birim Adı	**Ana mineral fazı**	**Aksesuar mineral fazı**	**İkincil mineral fazı**	**Hamur**	**Doku**
OV - L1	%65 %32 plj + %1 olv + %8 opx + %23 cpx + %1 amf	Manyetit	Kil min.	%35 plj + px + opk.min.+ cam	Hipokristalen – Glomeroporfirik – Poiklitik
OV - L2	%50 %19 plj + %1 opx + %8 cpx + %16amf + %6 byt	Zirkon, Manyetit	Kil min.	%50 plj + px + amf + opk.min. + cam	Porfirik – Glomeroporfirik
OV - L3	%35 %17 plj + %3 snd + %1 opx + %3 cpx + %7 amf + %4 byt	Manyetit	Kil min.	%65 plj + px + amf + opk.min. + cam	İntersertal - Glomeroporfirik
OV - L4	%60 %27 plj + %6 snd + %1 olv + %1 opx + %3 cpx + %19 amf + %3 byt	Manyetit	Kil min.	%40 plj + snd + px + amf + opk.min. + cam	İntersertal – Porfirik – Glomeroporfirik - Poiklitik
OV - L5	%70 %28 plj + %12 snd + %3 opx + %13 cpx + %9 amf + %5 byt	Zirkon, Manyetit	Kil min.	%30 plj + snd + px + amf + opk.min. + cam	Vitrofirik – Hyalopilitik – Porfirik - Glomeroporfirik



Şekil 4.120: Oymalı volkanitlerinin petrografik özelliklerini gösteren özet şema.

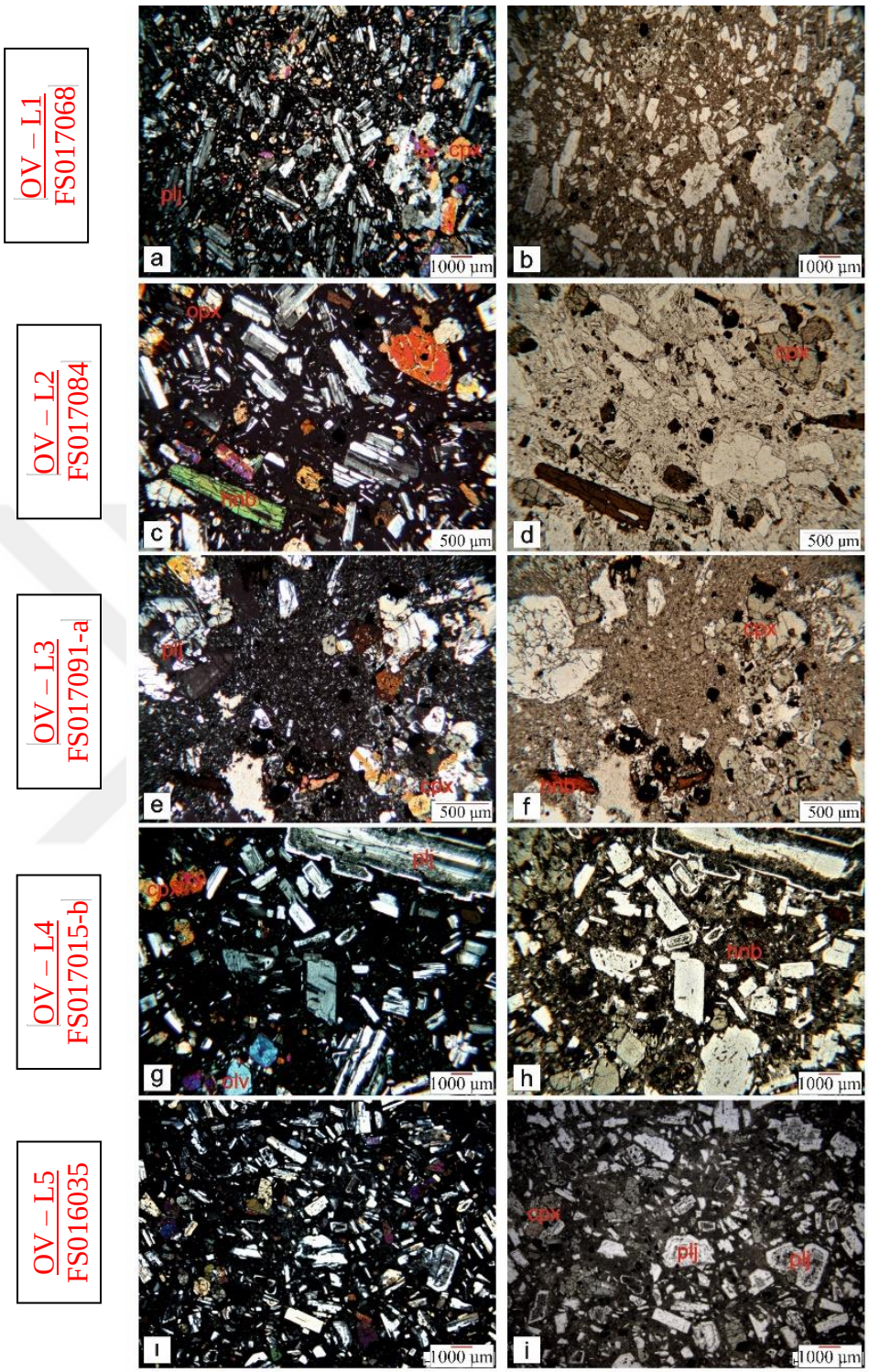
OV – L1 birimine ait lavlarda hipokristalen doku ve glomeroporfirik doku gözlenmektedir. Bu lavlarda glomeroporfirik dokuyu piroksen (çoğunlukla klinopiroksen fenokristalleri) ve plajiyoklaz fenokristalleri oluşturmaktadır. Ayrıca yine bu birime ait lavlarda bir mineralin kendinden küçük mineralleri kapantı olarak içermesi ile oluşmuş poiklitik doku da gözlenmektedir. Bu lavlardaki poiklitik doku, biyotit içerisinde bulunan plajiyoklaz ve klinopiroksen içerisindeki daha küçük plajiyoklaz kristal kapantılarından oluşmaktadır (Şekil 4.121 a-b, Şekil 4.122 a-b, Şekil 4.123 a-b).

OV – L2 birimine ait lavlarda genel olarak porfirik doku gözlenmektedir. Ayrıca bu lavlarda porfirik doku ile birlikte glomeroporfirik doku da vardır. Glomeroporfirik dokuyu piroksen ve plajiyoklaz mineralleri oluşturmaktadır (Şekil 4.121 c-d, Şekil 4.122 c-d, Şekil 4.123 c-d).

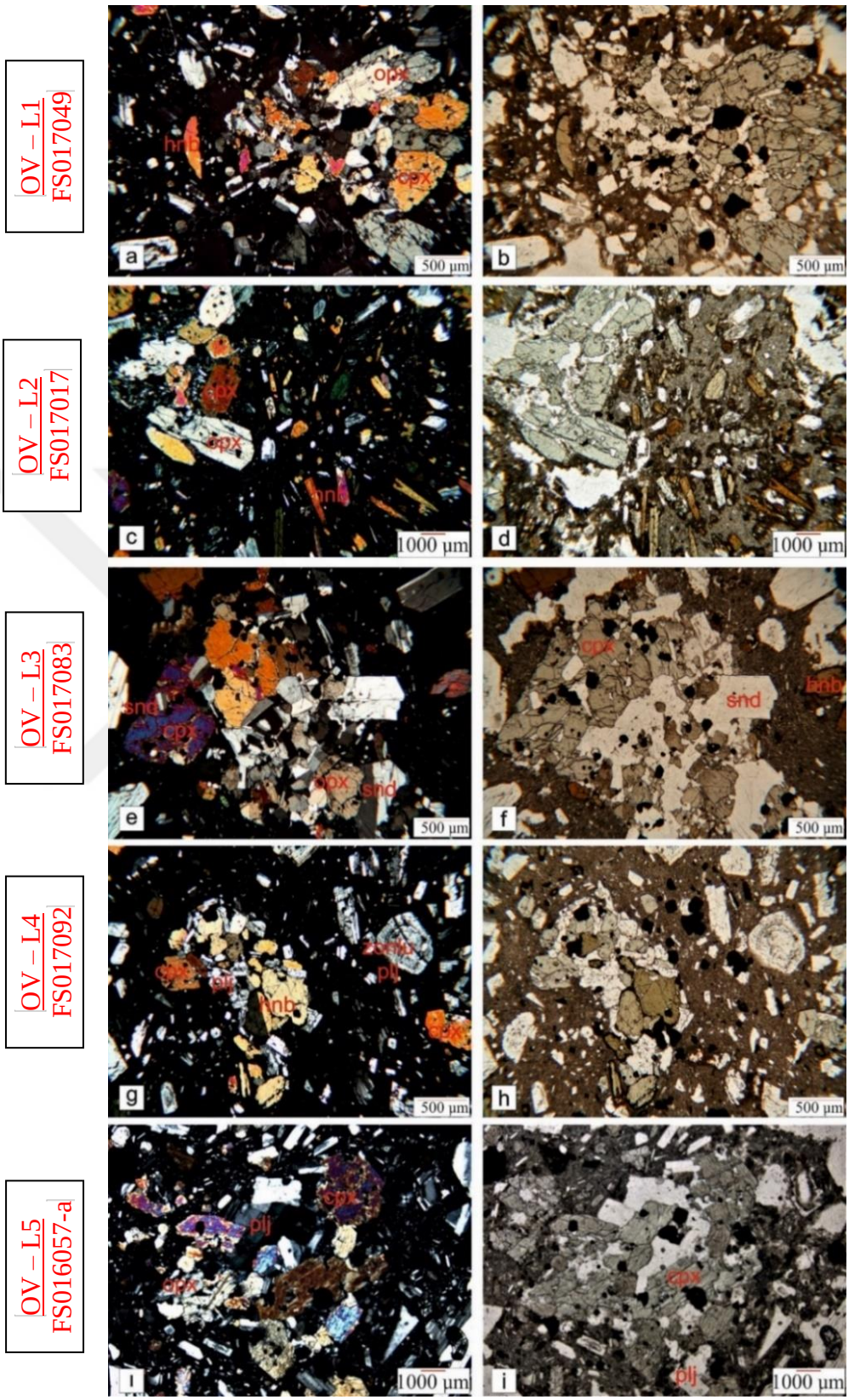
OV – L3 birimine ait lavlarda, mikrolitlerin ve kristallerin arasının volkan camı ile dolduğu ve cam/mikrolit hacimsel oranının yaklaşık eşit olduğu intersertal doku gözlenmektedir. Bu lavlarda intersertal doku ile birlikte glomeroporfirik doku da gözlenmektedir. Glomeroporfirik dokuyu piroksen ve sanidin mineralleri oluşturmaktadır (Şekil 4.121 e-f, Şekil 4.122 e-f).

OV – L4 birimden alınan ince kesitlerde genel olarak intersertal doku ve porfirik doku gözlenmektedir. OV-L4’ de intersertal dokunun dışında, farklı boylardaki fenokristallerin birbirleri ile küme halinde bulunduğu bir doku olan glomeroporfirik dokuda gözlenmektedir. Bu lavlarda glomeroporfirik dokuyu piroksen ve plajiyoklaz fenokristalleri ile amfibol, piroksen, plajiyoklaz kristalleri oluşturmaktadır. Ayrıca yine bu birime ait lavlarda bir kristalin kendinden küçük kristalleri kapantı olarak içermesi ile oluşan poiklitik doku da gözlenmektedir. Bu lavlarda oluşan poiklitik dokuyu amfibol içerisinde ki plajiyoklaz kristal ve klinopiroksen içerisindeki plajiyoklaz kristal kapantıları oluşturmaktadır (Şekil 4.121 g-h, Şekil 4.122 g-h, Şekil 4.123 e-f).

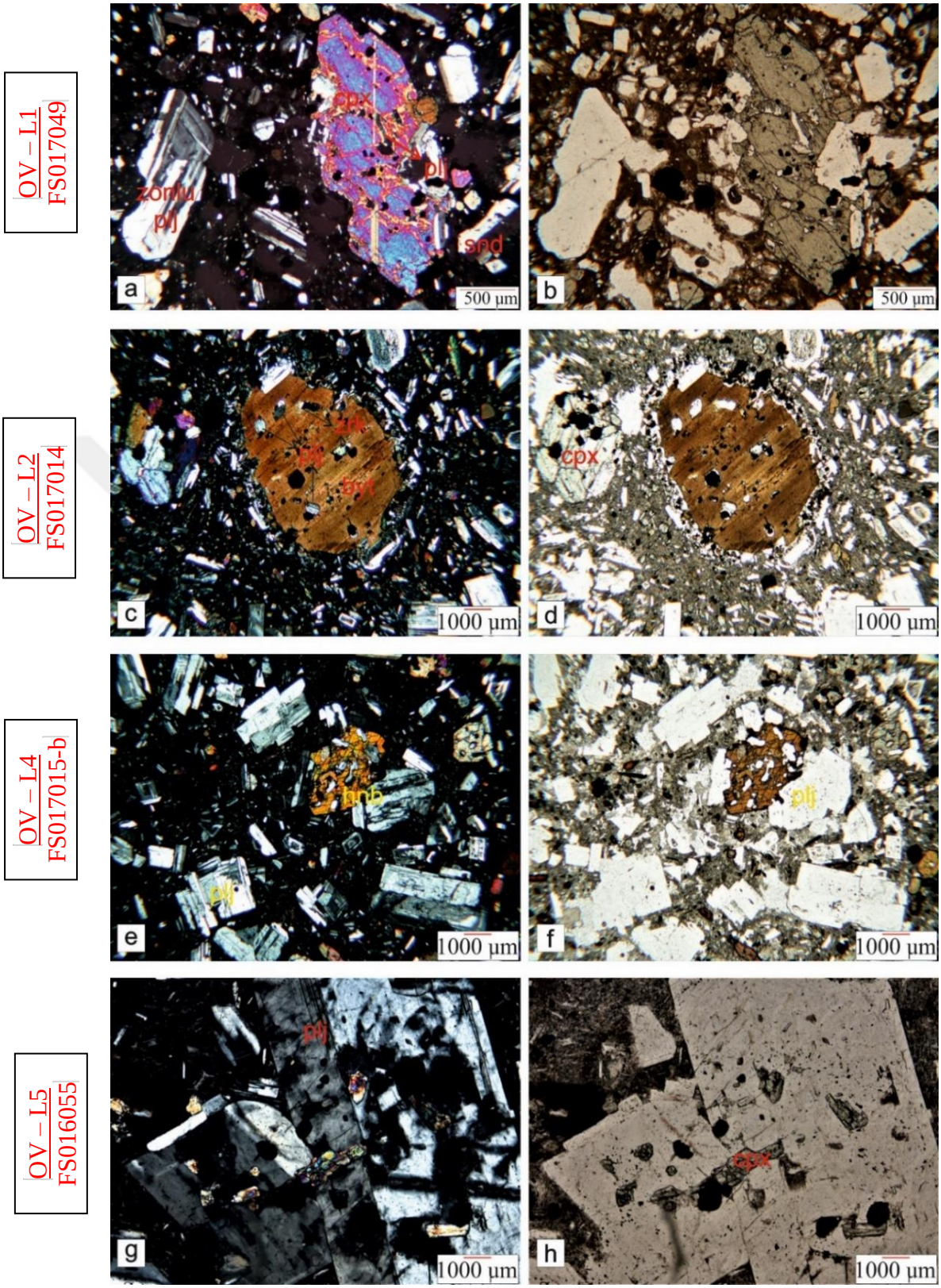
OV – L5 biriminde vitrofirik-hyaloplitik-porfirik doku ile birlikte, bu birimde glomeroporfirik doku da gözlenmektedir. Glomeroporfirik dokuyu plajiyoklaz ve piroksen fenokristalleri oluşturmaktadır (Şekil 4.121 ı-i, Şekil 4.122 ı-i, Şekil 4.123 g-h).



Şekil 4.121: Oymalı volkanitleri lav birimlerinde gözlenen dokuları gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g, ı: ÇN; b, d, f, h, i: TN. olv: Olivin, cpx: Klinopiroksen; plj: Plajiyoklaz; hnb: Hornblend: byt: Biyotit).



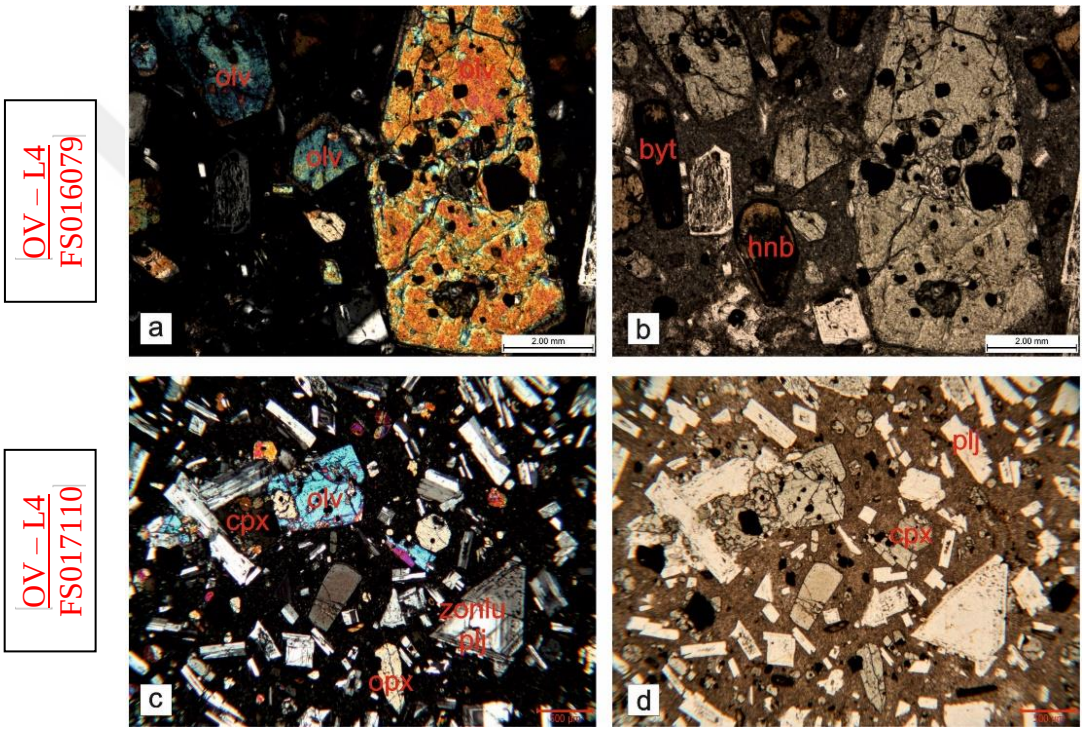
Şekil 4.122: Oymalı volkanitleri lav birimlerinde gözlenen glomeroporfirik dokuyu gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g, ı: ÇN; b, d, f, h, i: TN. cpx: Klinopiroksen; opx: Ortopiroksen; plj: Plajiyoklaz; hnb: Hornblend; snd: Sanidin).



Şekil 4.123: Oymalı volkanitleri lav birimlerinde gözlenen poiklitik dokuyu gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. cpx: Klinopiroksen; plj: Plajiyoklaz; hnb: Hornblend; byt: Biyotit; zrk: Zirkon).

Olivin

Olivin, bu seriyi oluşturan lav birimleri içerisinde en az bulunan mineraldir. Modal bileşim olarak lavın içerdiği olivin oranı %1-2 arasında değişmektedir. OV – L1 birimi içerisinde bulunan olivin kristalleri hamur içerisinde mikro kristaller olarak bulunurken, OV – L4 birimi içerisinde bulunanalar fenokristaller halindedir. Olivin kristalleri genellikle çatlaklı, canlı girişim renklerine sahip olup, içlerinde volkan camı inklüzyonları bulundurmaktadır (Şekil 4.124).



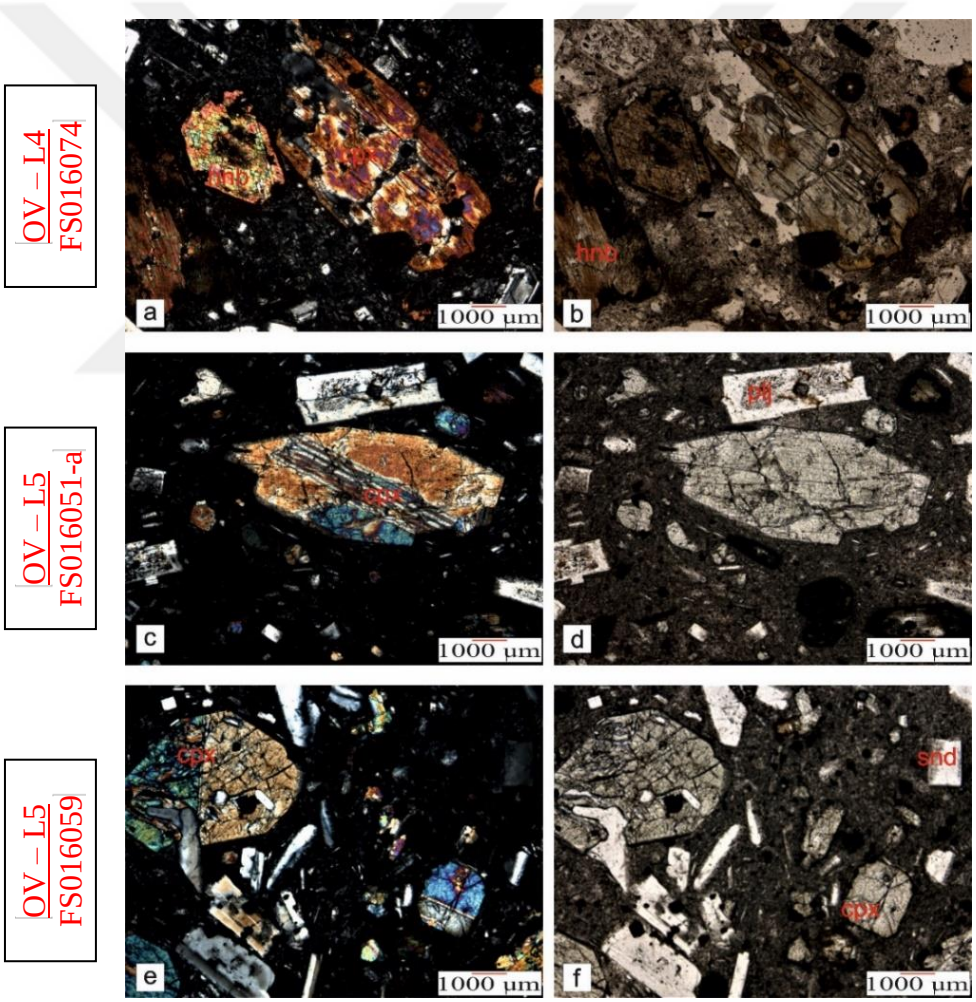
Şekil 4.124: OV-L4 lavında bulunan olivin kristallerini gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c: ÇN; b, d: TN. olv: Olivin, cpx: Klinopiroksen; plj: Plajiyoklaz, hnb: Hornblend, byt: Biyotit).

Piroksen

Oymalı volkanitlerini oluşturan lav birimleri içerisinde bulunan piroksen kristalleri ortopiroksenler ve klinopiroksenlerdir. Ortopiroksenler, paralel sönme ve 1.sıranın soluk renklerini gösterirken, klinopiroksenler eğik sönme ve 2. ve 3. sıranın canlı girişim renklerini gösterirler. Lav birimleri içerisinde bulunan ortopiroksen kristalleri klinopiroksen kristallerinden daha az gözlenmektedir. Modal bileşim olarak %1-12 arasında bulunmaktadır.

Ortopiroksenler, glomeroporfirik doku içerisinde bulunan fenokristaller halinde ya da hamur içerisinde mikro kristaller halinde bulunmaktadır. Genellikle yarı öz şekilli kristaller halinde bulunurlar.

Klinopiroksen kristalleri öz şekilli (c eksenine dik kesilen piroksenlerde tipik sekizgen şekilli) ve yarı öz şekilli olarak bulunmaktadırlar (Şekil 4.125 c-e). Birimlere ait klinopiroksen kristallerinin sönme açıları her birimde farklılık göstermek ile birlikte ortalama 38 - 42° arasında değişmektedir. İkizlenme gösteren klinopiroksen kristallerinde basit ve çoklu ikizlenme görülmektedir. Magmanın kristaller üzerindeki korozyonundan etkilenen ve elek dokusu gösteren klinopiroksen mineralleri de bulunmaktadır. (Şekil 4.125 a-b).



Şekil 4.125: Oymalı volkanitleri lav birimlerinde gözlenen piroksen kristallerini gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN. cpx: Klinopiroksen; plj: Plajiyoklaz; hnb: Hornblend; snd: Sanidin).

Feldispat

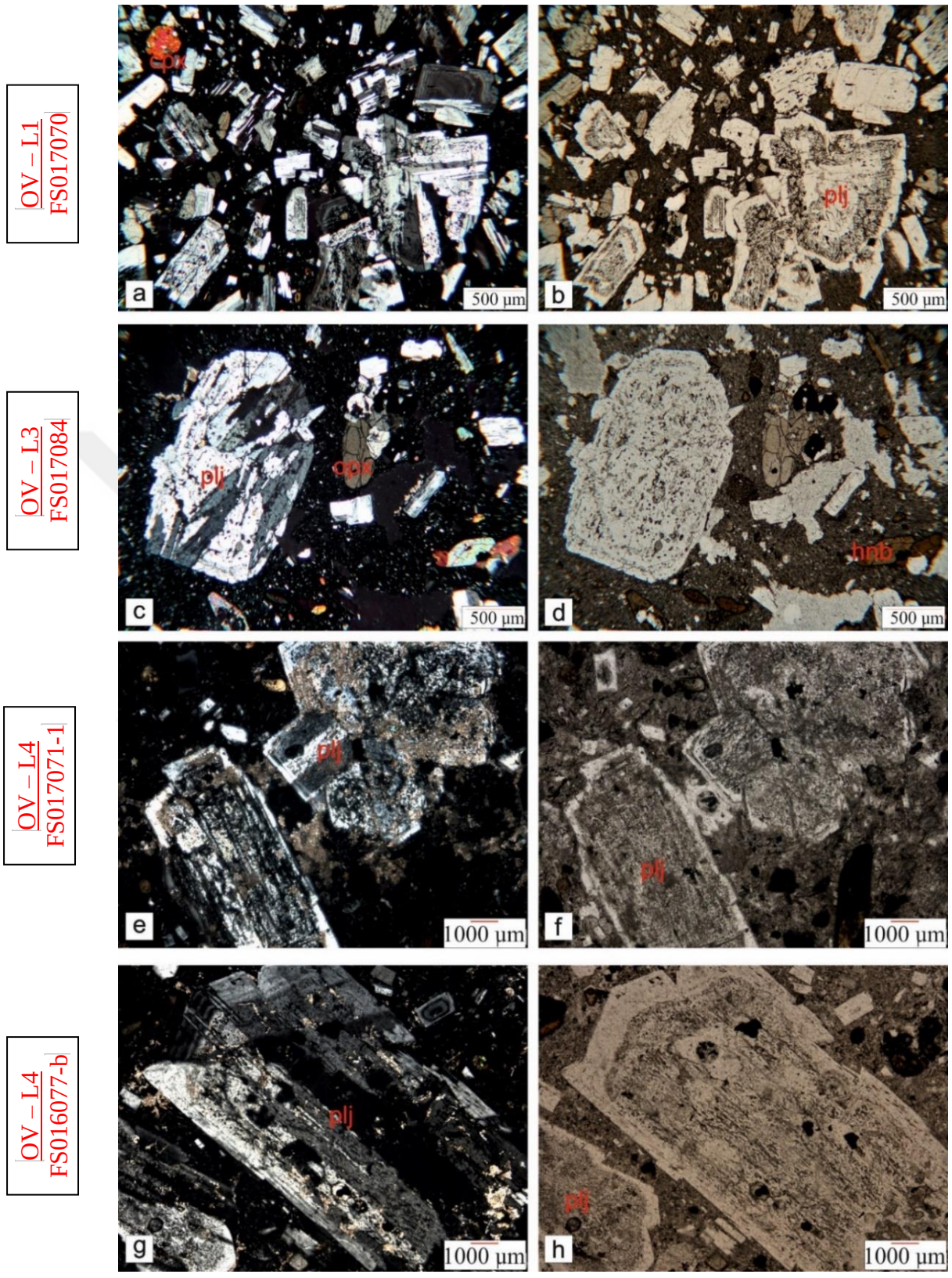
Oymalı volkanitlerini oluşturan lav birimleri içerisindeki feldispat kristalleri plajiyoklaz ve sanidin kristalleridir. Bunlardan plajiyoklaz kristalleri tüm seri içerisinde modal bileşim olarak en fazla bulunan kristal grubudur, oranı % 38- 49 arasında değişmektedir. Sanidin kristalleri ise, OV – L3, OV – L4 ve OV – L5 birimlerini oluşturan lavlarda % 6 – 15 arasında bulunmaktadır.

Seri içerisinde bulunan plajiyoklaz kristallerinin sönme açıları 19 - 32º arasında değişmektedir. Buna göre, tüm seriyi oluşturan plajiyoklaz kristalleri genel olarak andezin ve labrador olmak üzere iki türde bulunmaktadır.

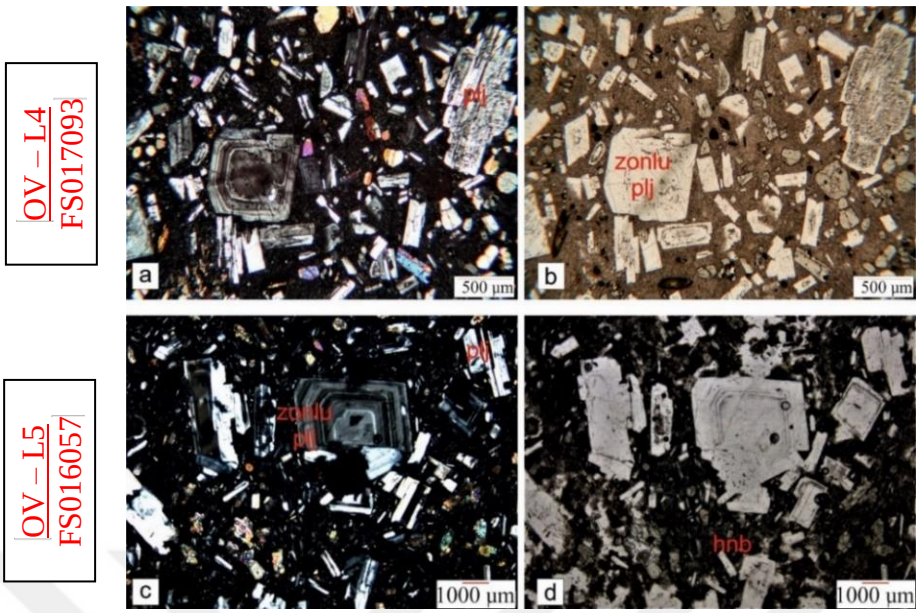
Plajiyoklaz mineralleri genel olarak 3 grupta toplanmaktadır: (1) ortak özellikleri magma karışım sürecine bağlı olduğu düşünülen ve korozyon dokularını gösteren erken evrede oluşmuş kristaller ve (2) ikinci evrede oluştuğu düşünülen, ilkinden farklı olarak magma karışımı işlemlerinden etkilenmemiş olan kristaller. Birinci grubu oluşturan magma korozyonu işlemlerinden etkilenen plajiyoklaz kristalleri elek dokusu göstermektedir. Özellikle OV – L1, OV – L3 ve OV – L4 birimleri içerisinde bu tür plajiyoklaz kristallerinden bol miktarda bulunmaktadır (Şekil 4.126). (3) grup ise akma esnasında oluşan hamur içinde gelişigüzel yönlenmiş mikrolitlerdir.

İkinci grubu oluşturan plajiyoklaz kristalleri düzenli albit ikizlenmesi (bazı birimlerde az oranda düzensiz albit ikizlenmesi de görülmektedir), karlspad ikizlenmesi ve zonlanma göstermekte olup, düzgün bir geometrik şekle sahiptirler, öhedraldirler (Şekil 4.127). Plajiyoklaz kristalleri içerisinde volkan camı ve klinopiroksen kristal kapantıları da gözlenmektedir (Şekil 4.122 g-h).

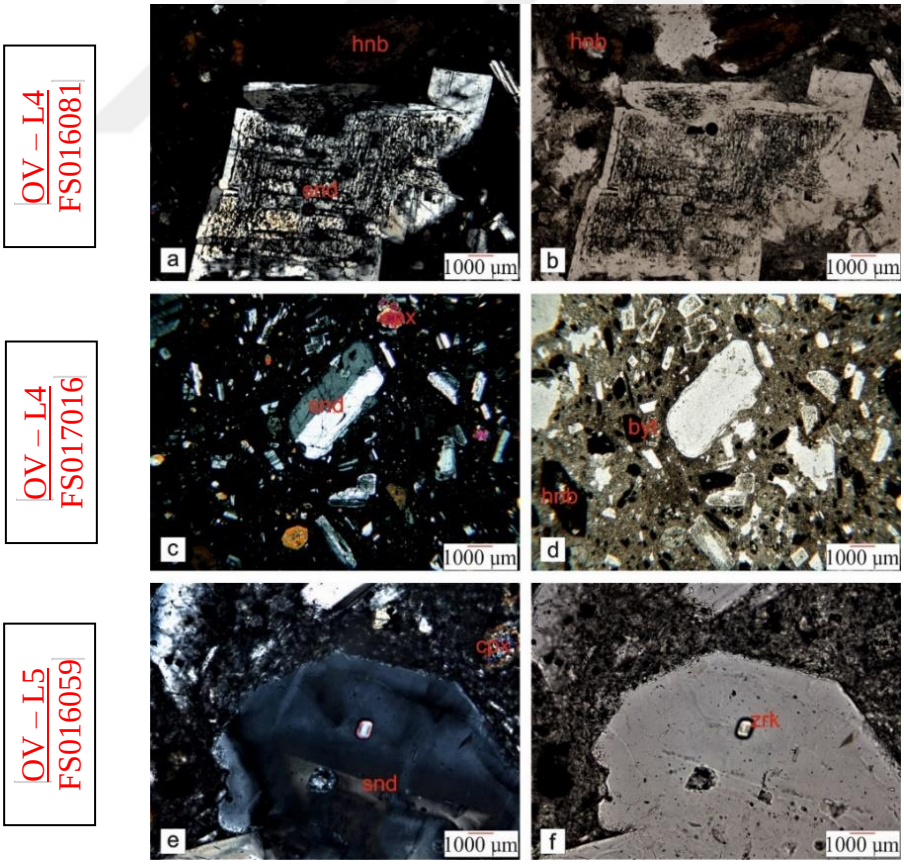
Oymalı andezitleri içerisinde bulunan lav birimlerinden OV – L3, OV – L4 ve OV – L5 birimleri içerisinde sanidin kristalleri bulunmaktadır. Fenokristaller halinde bulunan sanidin kristalleri Karlspad ikizlenmesi göstermektedir. Elek dokusu göstermemeleri, onların en son oluşmuş olduklarını ve bu yüzden magma karışımı işlemlerinden etkilenmediklerini düşündürmektedir (Şekil 4.128).



Şekil 4.126: Oymalı volkanitleri lav birimlerinde gözlenen plajiyoklaz kristallerinde gözlenen elek dokusunu gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. cpx: Klinopiroksen; opx: Ortopiroksen; plj: Plajiyoklaz; hnb: Hornblend).



Şekil 4.127: Oymalı volkanitleri lav birimlerinde gözlenen zonlu ve albit ikizlenmesi gösteren plajiyoklaz kristallerinin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c: ÇN; b, d: TN. plj: Plajiyoklaz; hnb: Hornblend).

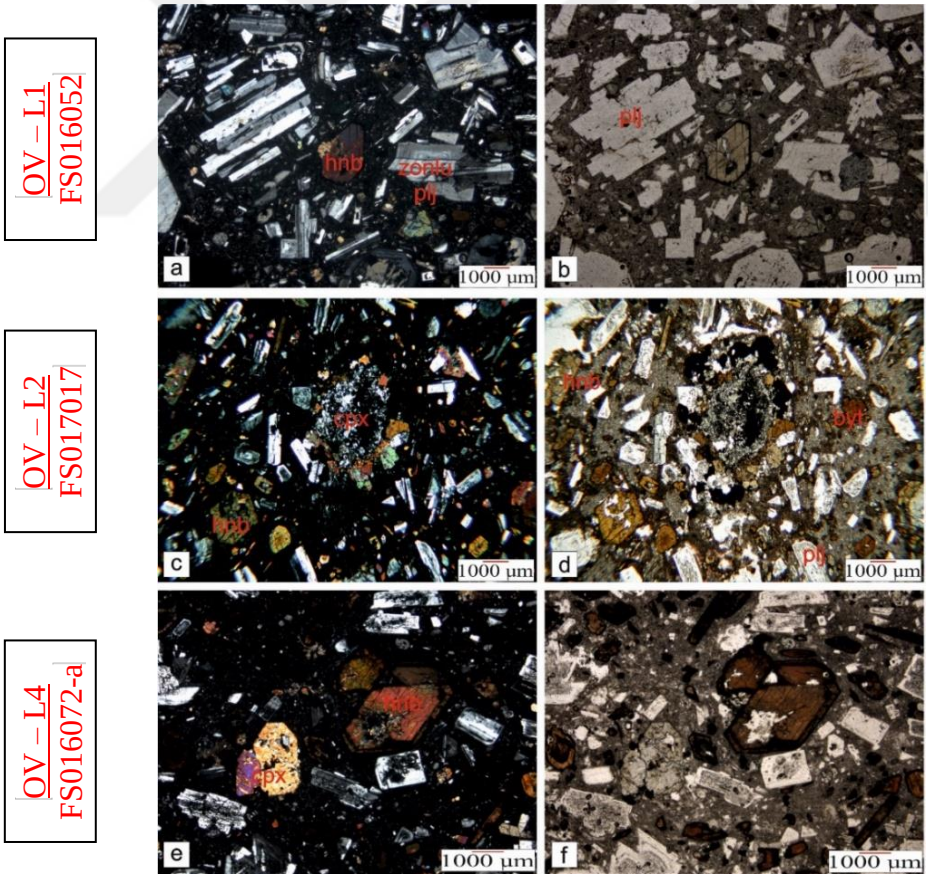


Şekil 4.128: Oymalı volkanitleri lav birimlerinde gözlenen sanidin kristallerini gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN. cpx: Klinopiroksen; plj: Plajiyoklaz; hnb: Hornblend; byt: Biyotit; snd: Sanidin; zrk: Zirkon).

Amfibol

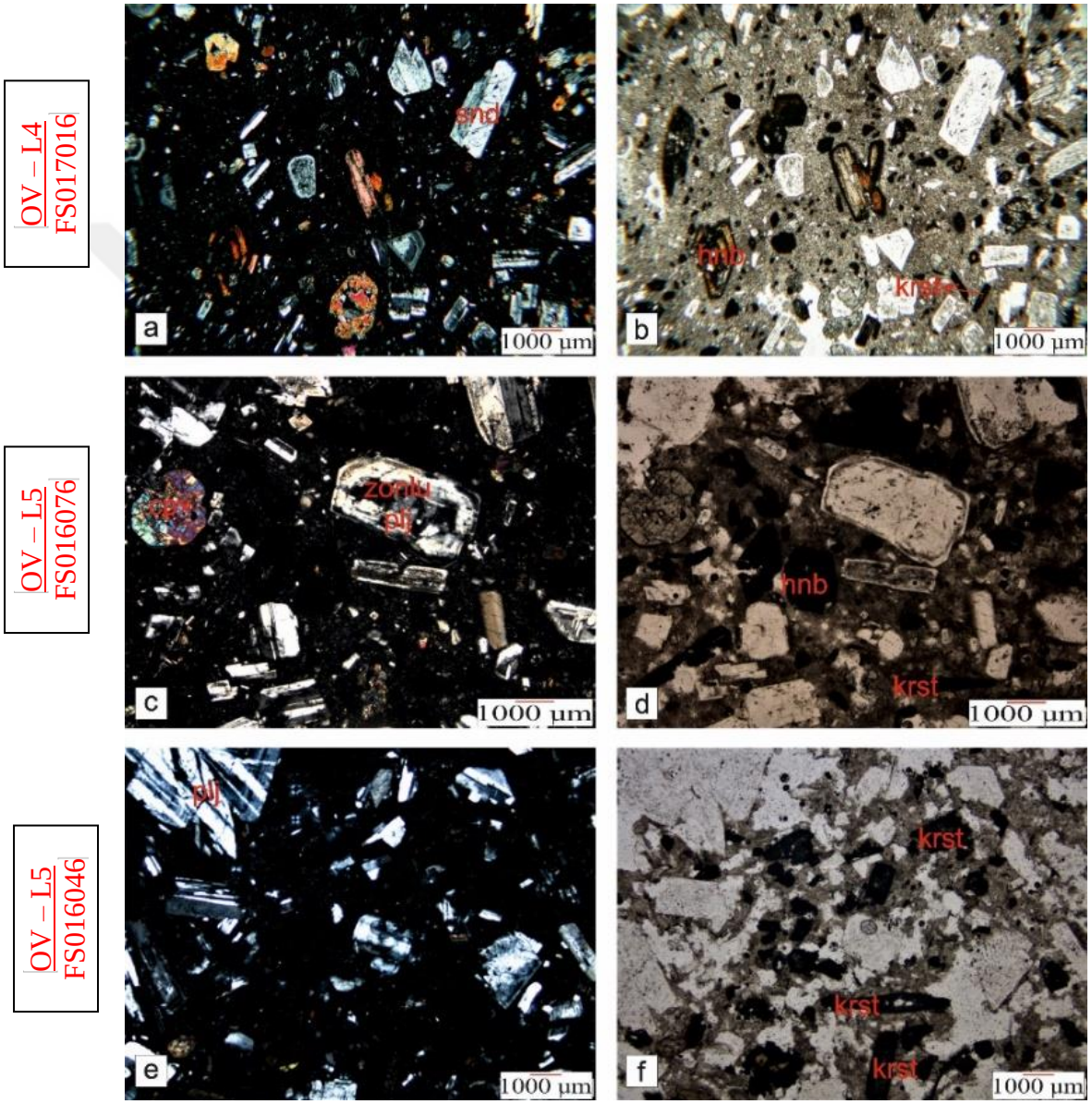
Oymalı volkanitleri lav birimleri içerisinde iki tür amfibol bulunmaktadır. Hornblend türü amfiboller tüm birimler içerisinde gözlenirken, kersütit türü amfiboller OV – L1 ve OV– L5 birimleri içerisinde bulunmaktadır.

Hornblend kristalleri genellikle öz şekilli c eksenlerine dik olarak kesilmiş kesitlerinde basık altıgen formundadır. Prizmatik çubuk şekilli hornblend kristallerine ince kesitlerde sıkça rastlanmaktadır. Lavlar, kenar zonlarından itibaren opasitleşme gösteren hornblend kristalleri içerdiği gibi taze hornblend kristalleri de kapsar. Özellikle OV – L4 birimi içerisinde bulunan hornblend kristallerinin bir kısmı merkezlerinden itibaren korozyona uğramışlardır. Hornblend kristalleri açık – koyu yeşil renkten kahverengiye değişen pleokrizma göstermektedirler (Şekil 4.129). Hornblend kristallerinin 2V açıları 44 - 62º arasında değişmektedir.



Şekil 4.129: Oymalı volkanitleri lav birimlerinde gözlenen hornblend kristallerini gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN.. cpx: Klinopiroksen; plj: Plajiyoklaz; hnb: Hornblend; byt: Biyotit).

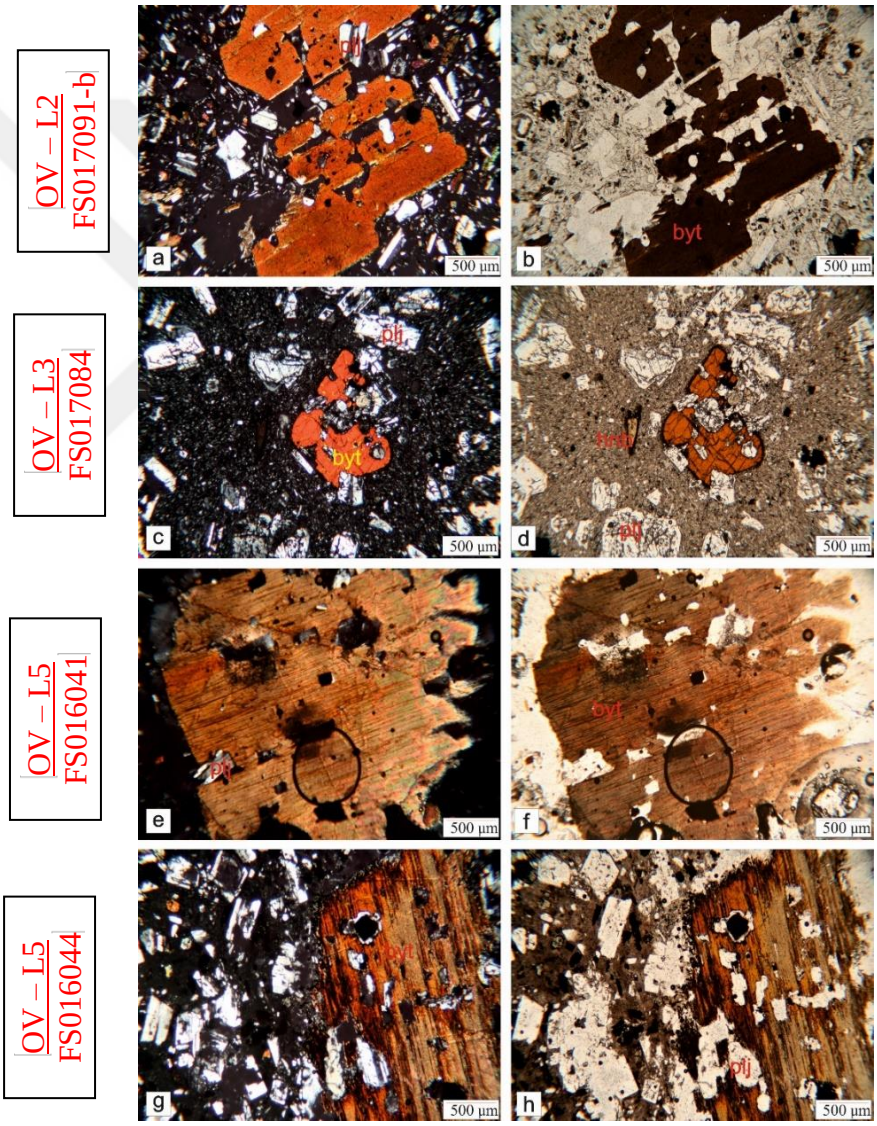
Kersütit, alkali volkanik kayalarda bulunan TiO_2' ce zengin bir amfibol mineralidir. OV – L4 ve OV – L5 birimleri içerisinde bulunan kersütit kristalleri koyu kahverengi renk pleokrizması ile karakteristiktir. Prizmatik lameller şeklinde bulunan kersütit kristalleri, biyotitlerden eğik sönme göstermeleri ile ayrılmaktadır (Şekil 4.130). Kersütit kristallerinin 2V açıları 74 – 80º arasında değişmektedir.



Şekil 4.130: Oymalı volkanitleri lav birimlerinde gözlenen kersütit kristallerini gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN. cpx: Klinopiroksen; plj: Plajiyoklaz; hnb: Hornblend; krst: Kersütit).

Biyotit

Biyotit, Oymalı volkanitlerini oluşturan lav birimleri içerisinde en az modal % bileşime sahip mineraldir. OV – L1 biriminde hiç gözlenmezken, diğer birimler de modal olarak %5 – 20 arasında bulunmaktadır. Bu birimler içerisinde bulunan biyotit kristalleri hamurda mikro kristaller ve fenokristaller olarak gözlenmektedir. İri biyotit fenokristalleri ya opasitleşmişler ya da içlerinde ki plajiyoklaz ve zirkon kapantıları ile poiklitik doku göstermektedirler. Koyu kahverengi renk pleokrizma ve paralel sönmeleri ile karakteristiktirler (Şekil 4.131).



Şekil 4.131: Oymalı volkanitleri lav birimlerinde gözlenen biyotit kristallerini gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. plj: Plajiyoklaz; hnb: Hornblend; byt: Biyotit).

4.3.1.2. Oymalı Volkanitleri Lav Birimlerinde Bulunan Anklavların Petrografisi

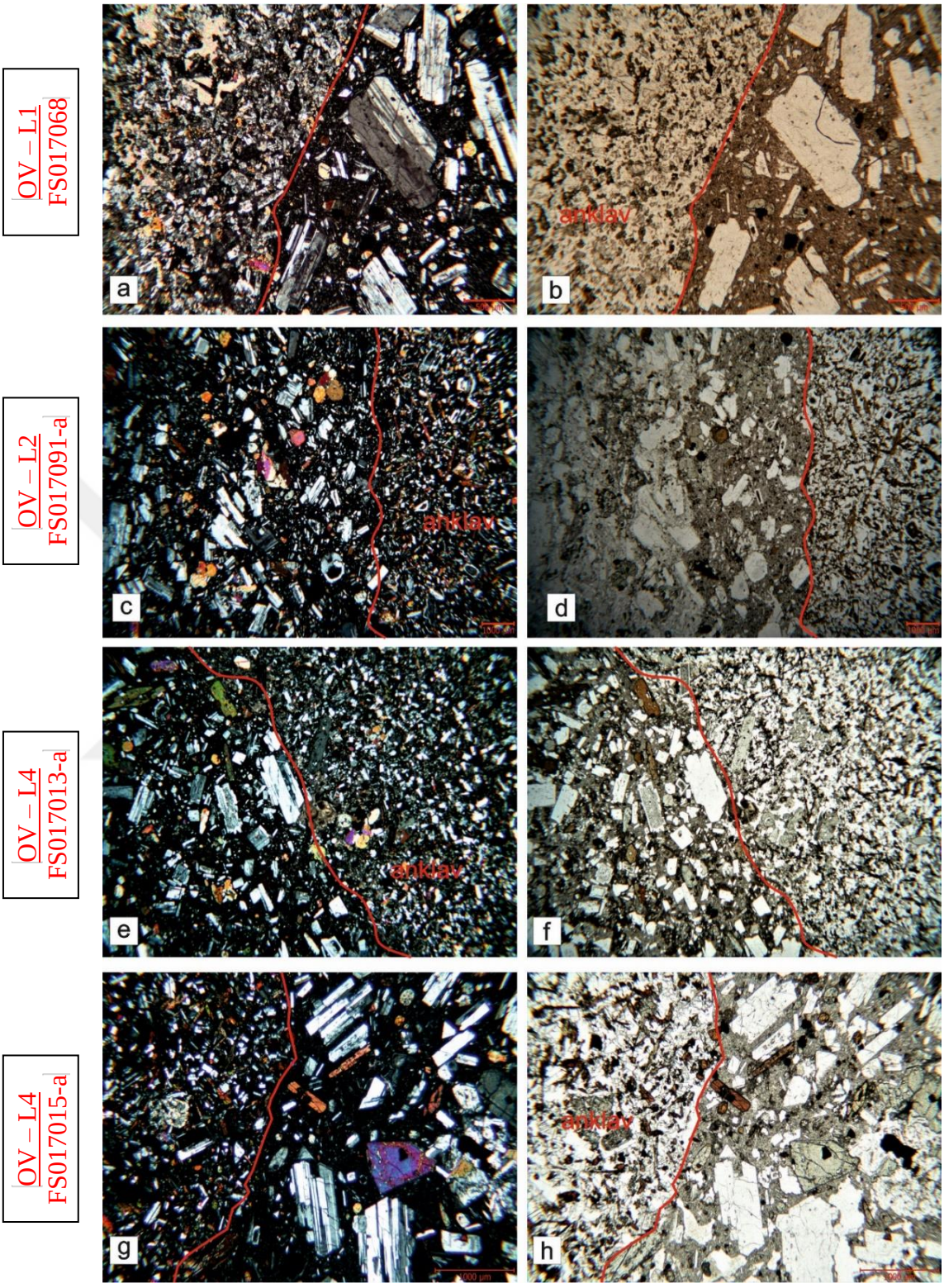
Anklavlar, bir magmatik içerisinde bulunan, magmaya yabancı kaya parçalarıdır. Oymalı volkanitleri andezitik lav birimleri içerisinde de granodiyorit – diyorit bileşiminde anklavlar bulunmaktadır. Bu anklavlar, OV – L1, OV – L2 ve OV – L4 birimleri içerisinde gözlenmektedir. Buna göre;

OV – L1 içerisinde gözlenen anklavlar, mikrokristalen dokuda ve granodiyoritik bileşimdedir. Mineral bileşimleri plajiyoklaz, amfibol ve opak minerallerden oluşmaktadır. Anklavlar mikro tüm kristalli dokularıyla tipik yarı derinlik kayaçların dokularını göstermektedirler (Şekil 4.132 a-b).

OV –L2 de bulunanlar, diyorit ve granodiyorit bileşimindedirler. Mineral bileşimleri plajiyoklaz, piroksen ve amfibolden oluşmaktadır. Anklavlar mikro kristalen doku göstermektedirler (Şekil 4.132 c-d).

OV – L4 biriminde bulunan anklavlar, OV-L2 birimi içerisinde bulunan anklavlar ile petrografik açıdan aynıdırlar. Anklavlar üzerinde yapılan modal analizler ile anklavların diyorit, granodiyorit bileşimde oldukları saptanmıştır. Anklavlar oluşturan mineraller; plajiyoklaz, piroksen, amfibol ve opak mineralleridir. Amfiboller hem taze, opasitleşmeden etkilenmemiş olarak hem de kenar zonlarından itibaren opasitleşmiş olarak bulunmaktadırlar. Anklavlar mikro tüm kristalli doku göstermektedir (Şekil 4.132 e-h).

Anklavların dokusal ve petrografik özellikleri gözetildiğinde söz konusu anklavların olasılıkla magma odasının duvarlarından – kıta kabuğundan kopan parçalar oldukları fikri ağırlık kazanmaktadır.



Şekil 4.132: Oymalı volkanitleri lav birimlerinde gözlenen anklavların çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN.).

4.3.2. Yeşilyurt Volkanitleri

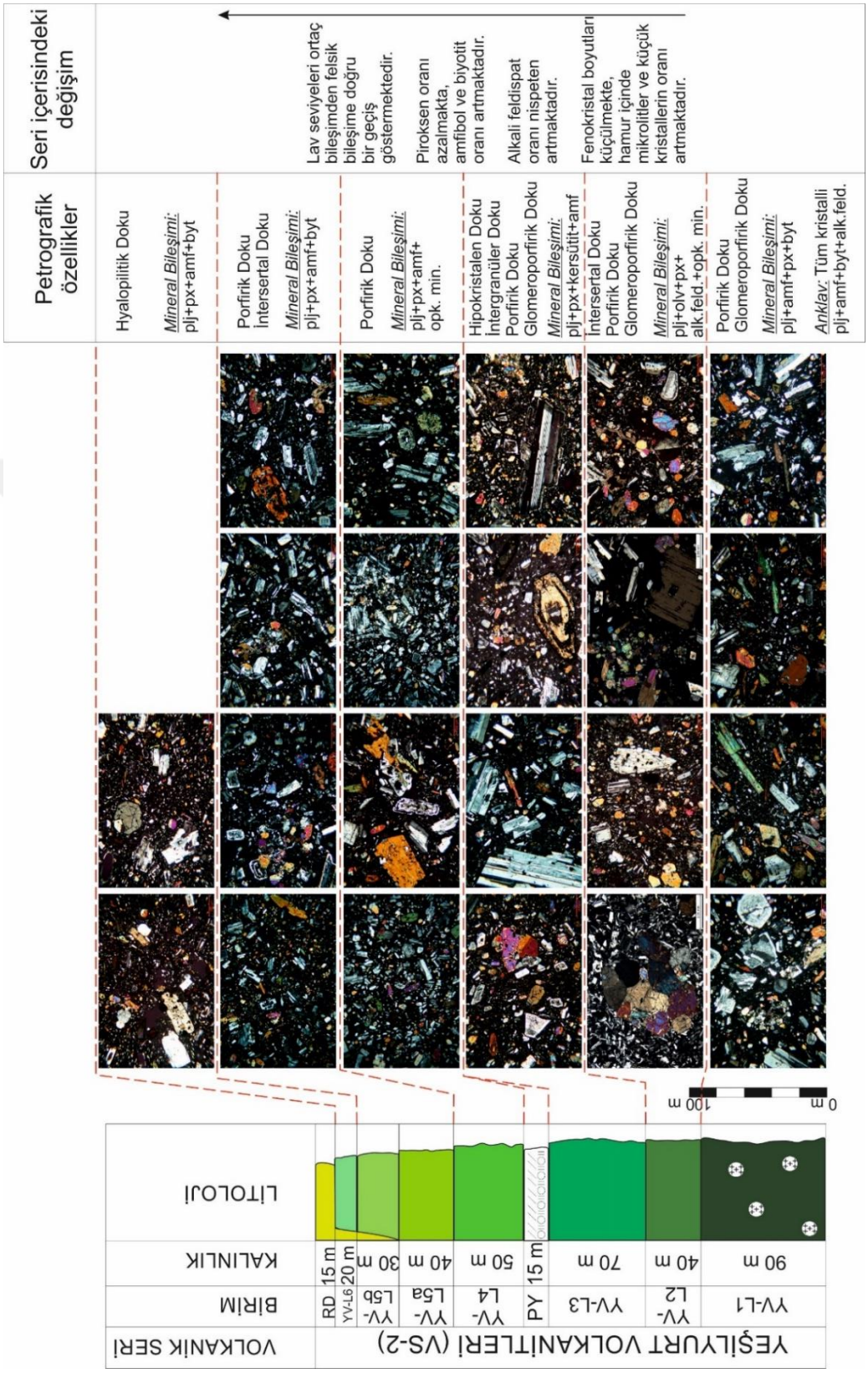
Yeşilyurt volkanitleri, KVK'nın KB bölümünü oluşturan, andezit ve dasit türü lavlardan, ikinci kraterin oluşması ile ilişkili meydana gelmiş piroklastik birimlerden ve son evrede üç numaralı krater içerisinde gözlenen riyolitik domdan oluşan volkanik seridir. Bu seri, Oymalı volkanitlerinin oluşturduğu istif üzerine uyumlu bir şekilde gelmektedir. Yeşilyurt volkanitlerinin ana litolojilerini oluşturan yüksek Mg'lu andezit lavlarının esas mineral fazını piroksen ve plajiyoklaz oluştururken bu durum son evrelere doğru piroksenlerin yerini amfibol, biyotit ve kersütit minerallerinin almasıyla devam eder. Yeşilyurt volkanik serisini oluşturan farklı lav düzeylerinde porifirik, hipokristalen, intersertal, intergranüler, glomeroporfirik, hyalopilitik dokular gözlenmektedir. (Tablo 4.2, Şekil 4.133).

Bu seriye ait YV-L1 lav düzeyi içerisinde granodiyorit ve hornblend-gabro bileşimli kıtasal kabuğu temsil eden anklavlar bulunmaktadır. Yine bu seriye ait lav birimleri içerisinde piroksenit bileşimli ksenolite rastlanmıştır.

Yeşilyurt volkanitleri, Oymalı volkanitleri ile karşılaştırıldığında, seri içerisinde ki en belirgin özelliklerinden biri lavların karakterinin istifte üste doğru asit bileşime doğru değişmesidir. Ayrıca lavların içerdikleri piroksen modal bileşim oranları, Oymalı volkanitleri lavlarına nazaran daha düşüktür (Şekil. 4.133).

Tablo 4.2: Yeşilyurt volkanitlerini oluşturan lav birimlerinin ortalama modal bileşimi ve gözlenen dokular.

Birim Adı	**Ana mineral fazı**	**Aksesuar mineral fazı**	**İkincil mineral fazı**	**Hamur**	**Doku**
YV - L1	%55 %23 plj + %7 px + %20 amf + %10 byt	–	Kil min.	%45 plj + px + cam	Porfirik- Glomeroporfirik - Poiklitik
YV - L2	%55 %23 plj + %7 snd + %3 olv + %6 opx + %14 cpx + %2 byt	–	Kil min.	%45 plj + px + cam	İntersertal – Glomeroporfirik - Poiklitik
YV - L3	%50 %18 plj + %8 snd + %1 opx + %5 cpx + %16 amf	Manyetit	Kil min.	%50 plj + px + opk.min. + cam	Hipokristalen – İntersertal – Porfirik - Glomeroporfirik
YV - L4	%60 %28 plj + %6 snd + %10 cpx + %15 amf + %3 byt	Manyetit	Kil min.	%40 plj + snd + px + amf + opk.min. + cam	Porfirik – Glomeroporfirik - Poiklitik
YV - L5 a-b	%55 %20 plj +%4 snd + %1olv + %5 opx + %12 cpx + %10 amf + %3 byt	–	Kil min., kalsit	%45 plj + px + cam	Porfirik – İntersertal - Poiklitik
YV - L6	%40 %22 plj + 2 %3 px + %10 amf + %5 byt	–	Kil min., kalsit	%60 plj + px + amf + cam	Hyalopilitik
YV – RD	%40 %30 feldispat + %10 q	–	Alunit, notraalunit	%60 cam	Holohyalin - Hyalopilitik



Şekil 4.133: Yeşilyurt Volkanitlerinin petrografik özelliklerini gösteren özet şema.

YV – L1 biriminde gözlenen ana doku tanelerin aynı büyüklükte olmadığı porfirik dokudur. Porfirik dokuya ek olarak, fenokristallerin birbiri ile yapışarak ya da yaklaşarak bir küme oluşturdukları glomeroporfirik doku ve iri bir kristal içerisinde küçük kristal kapantılarının oluşturduğu porfirik doku gözlenmektedir (Şekil 4.134 a-b, Şekil 4.136 a-b, Şekil 4.137.a-b). Glomeroporfirik dokuyu plajiyoklaz ve piroksen mineralleri, poiklitik dokuyu ise hornblend kristali içerisindeki plajiyoklaz mineralleri oluşturmaktadır.

YV-L2 lav biriminde mikrolitlerin gelişigüzel bir şekilde yönlendiği ve kristaller ile mikrolitlerin arasındaki hamurun volkan camı olduğu doku olan intersertal doku ile glomeroporfirik ve poiklitik doku bulunmaktadır (Şekil 4.134 c-d, Şekil 4.136 c-d). Piroksen kristalleri kümelenerek glomeroporfirik dokuyu, biyotit ve hornblend kristalleri içerisindeki plajiyoklaz kapantıları da poiklitik dokuyu oluşturmaktadır.

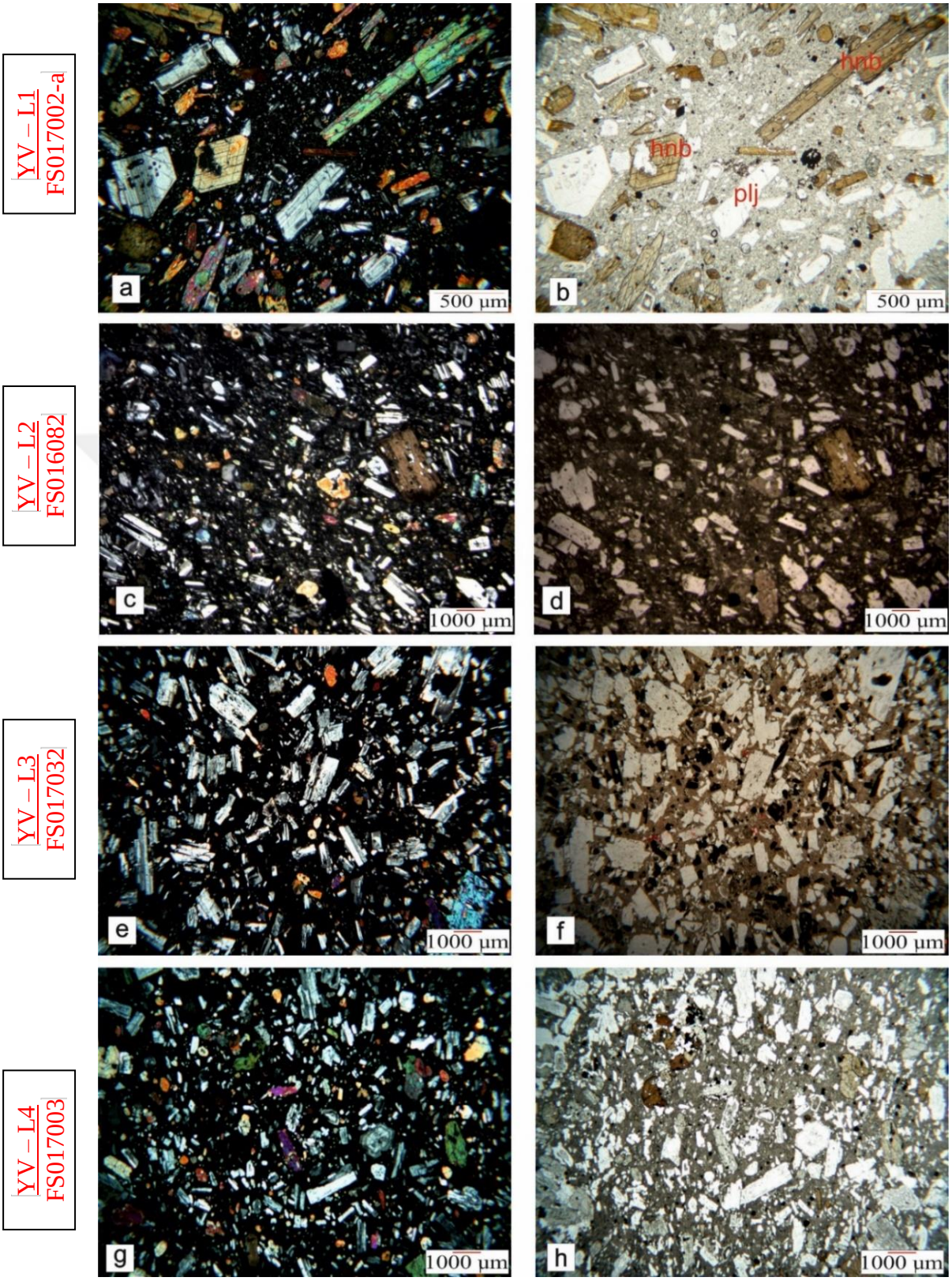
YV – L3' de hipokristalen, intersertal, porfirik, glomeroporfirik doku gözlenmektedir (Şekil 4.134 e-f, Şekil 4.136 e-f). Lav birimleri içerisinde gözlenen glomeroporfirik dokuları genellikle klinopiroksen, ortopiroksen ve plajiyoklaz mineral kümeleri oluşturmaktadır.

YV – L4 biriminde ise porfirik, glomeroporfirik ve poiklitik doku gözlenmektedir (Şekil 4.134 g-h, Şekil 4.136 g-h, Şekil 4.137 c-d). Glomeroporfirik dokuyu piroksen ve plajiyoklaz mineralleri, poiklitik dokuyu ise hornblend ve biyotit kristalleri içerisinde bulunan plajiyoklaz mineralleri oluşturmaktadır.

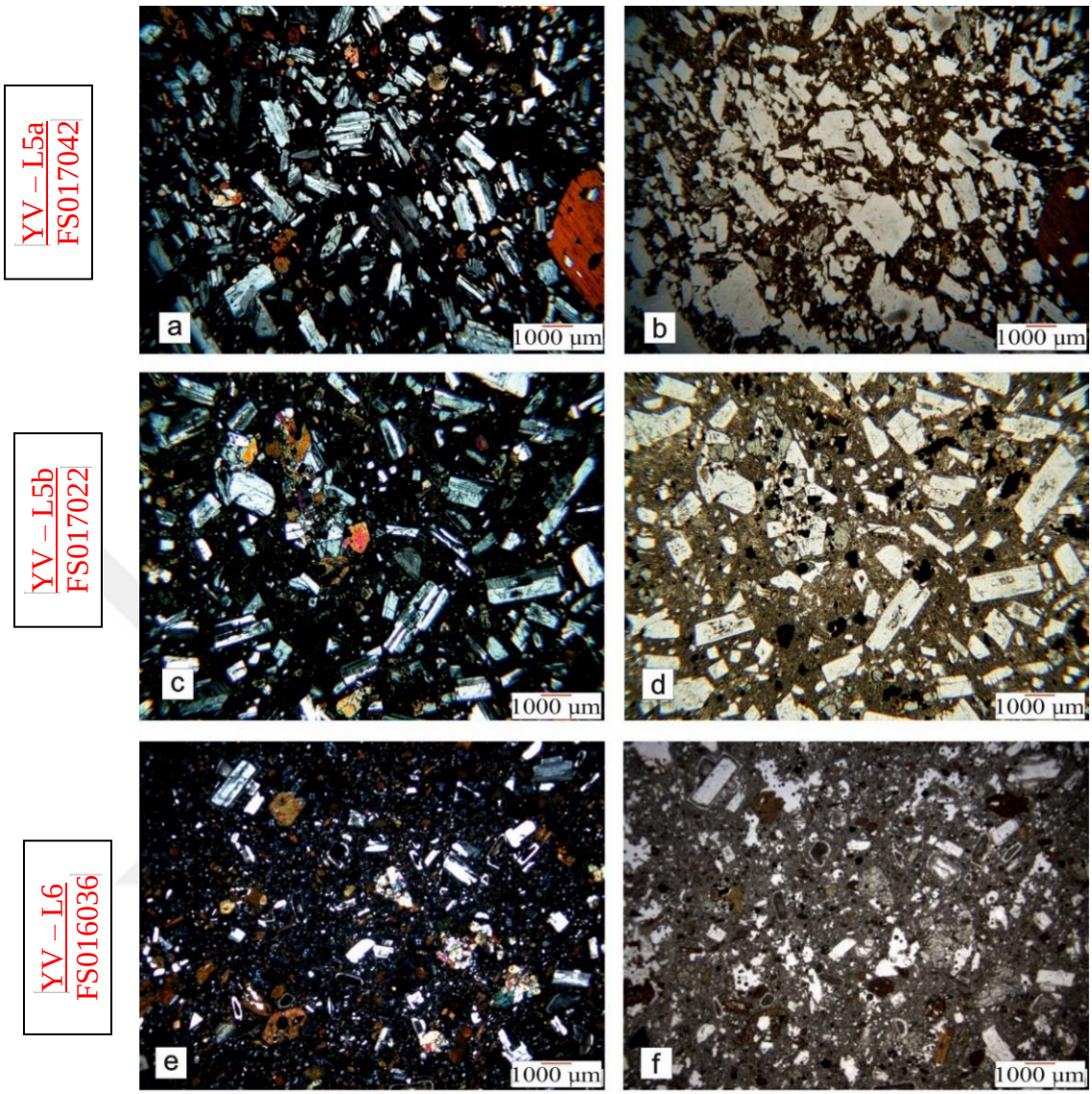
YV – L5 a ve b birimleri içerisinde gözlenen dokular; porfirik, intersertal ve poiklitik dokulardır (Şekil 4.135 a-d, Şekil 4.136 e-f). İri amfibol fenokristalleri içerisinde gözlenen küçük plajiyoklaz kristalleri poiklitik dokuyu oluşturmaktadır.

YV – L6 biriminde ise camsı hamurun fenokristal ve mikrolit toplamından fazla olduğu hyalopilitik doku gözlenmektedir (Şekil 4.135 e-f).

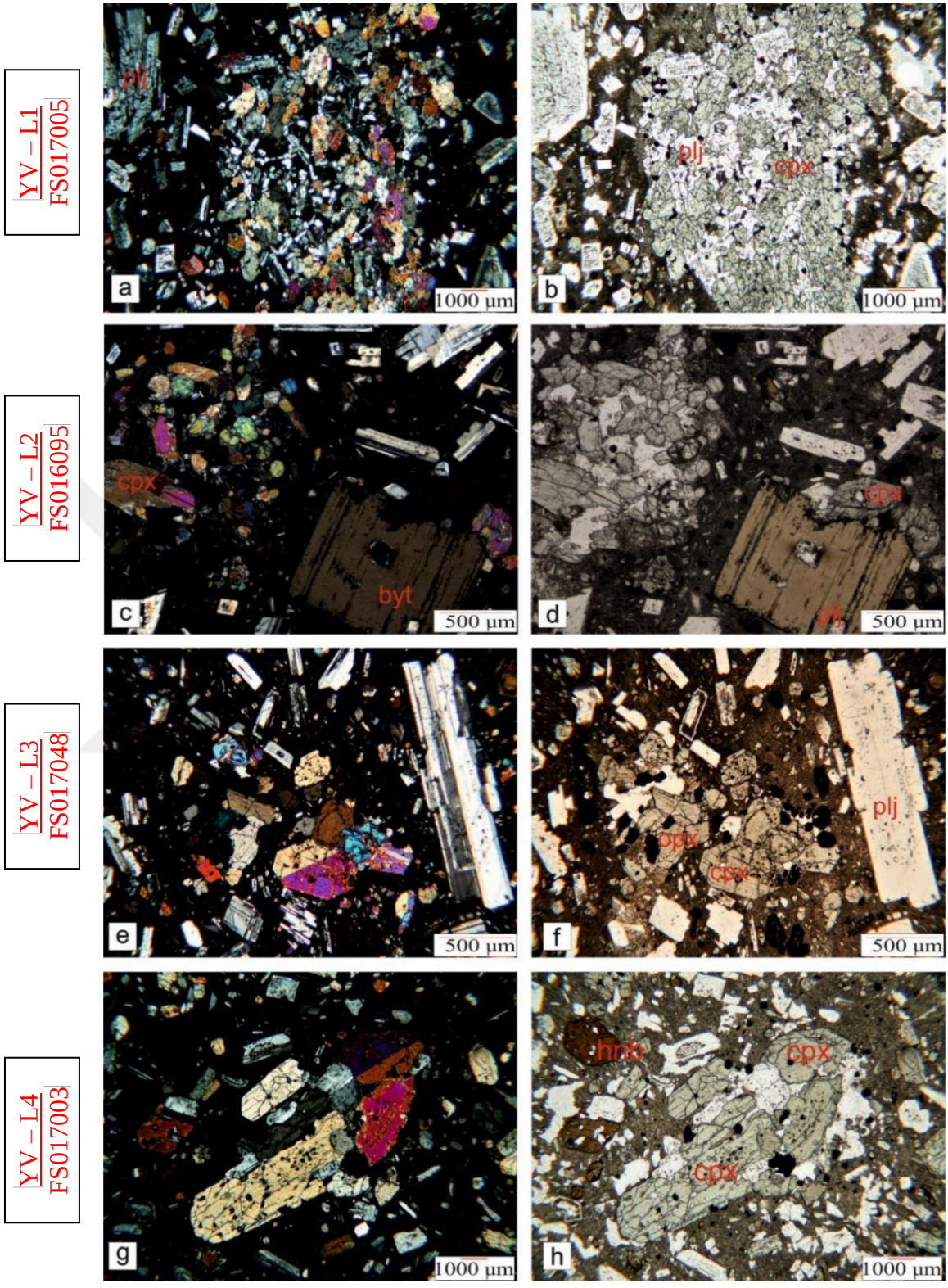
Yeşilyurt volkanitleri serisinin son ürünü olan riyolitik dom ise alterasyondan oldukça etkilenmiştir. Feldispat kristalleri oldukça bozunmuşlardır. İnce kesitlerinde mineraller çok fazla ayırt edilememektedir. Bu nedenle bu domdan alınan örneklerin mineral bileşimleri XRD analizleri ile saptanmıştır (Şekil 4.138, 4.139). XRD analizlerinden de görüldüğü üzere riyolitik domun, ana mineral fazını kuvars ikincil mineral fazını kil mineralleri olan alunit ve notraalunit oluşturmaktadır. Feldispat mineralleri ve volkan camı alunitleşmişlerdir.



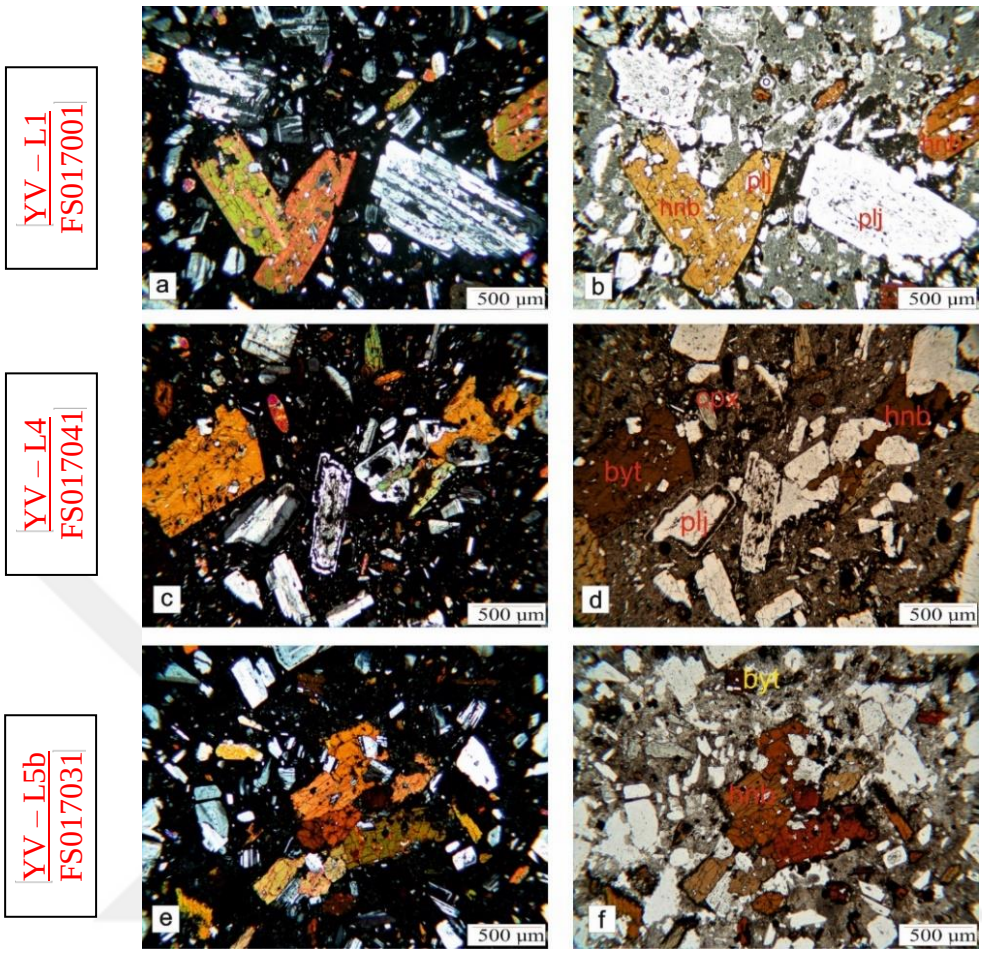
Şekil 4.134: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde gözlenen dokuları gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. plj: Plajiyoklaz; hnb: Hornblend).



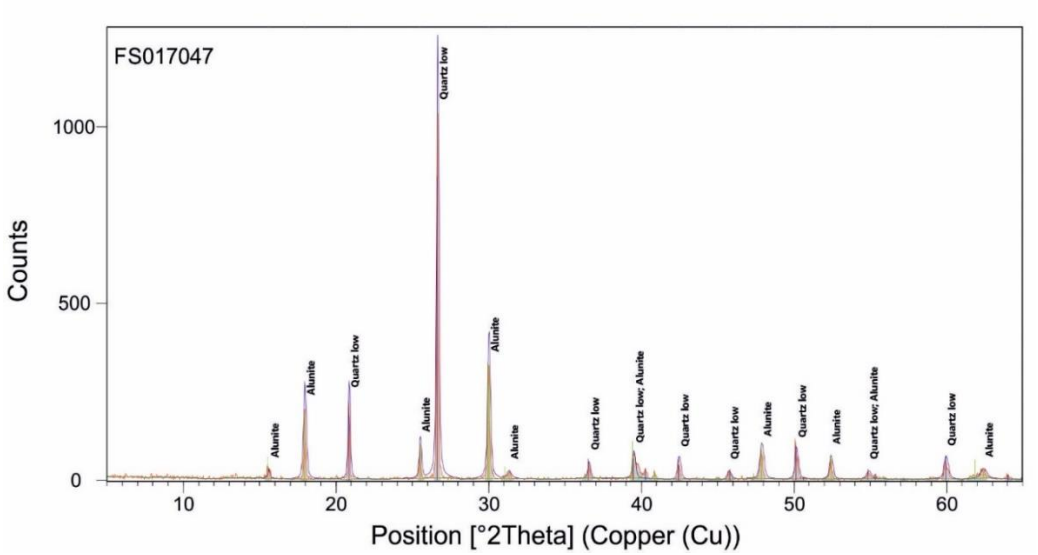
Şekil 4.135: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde gözlenen dokuları gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN).



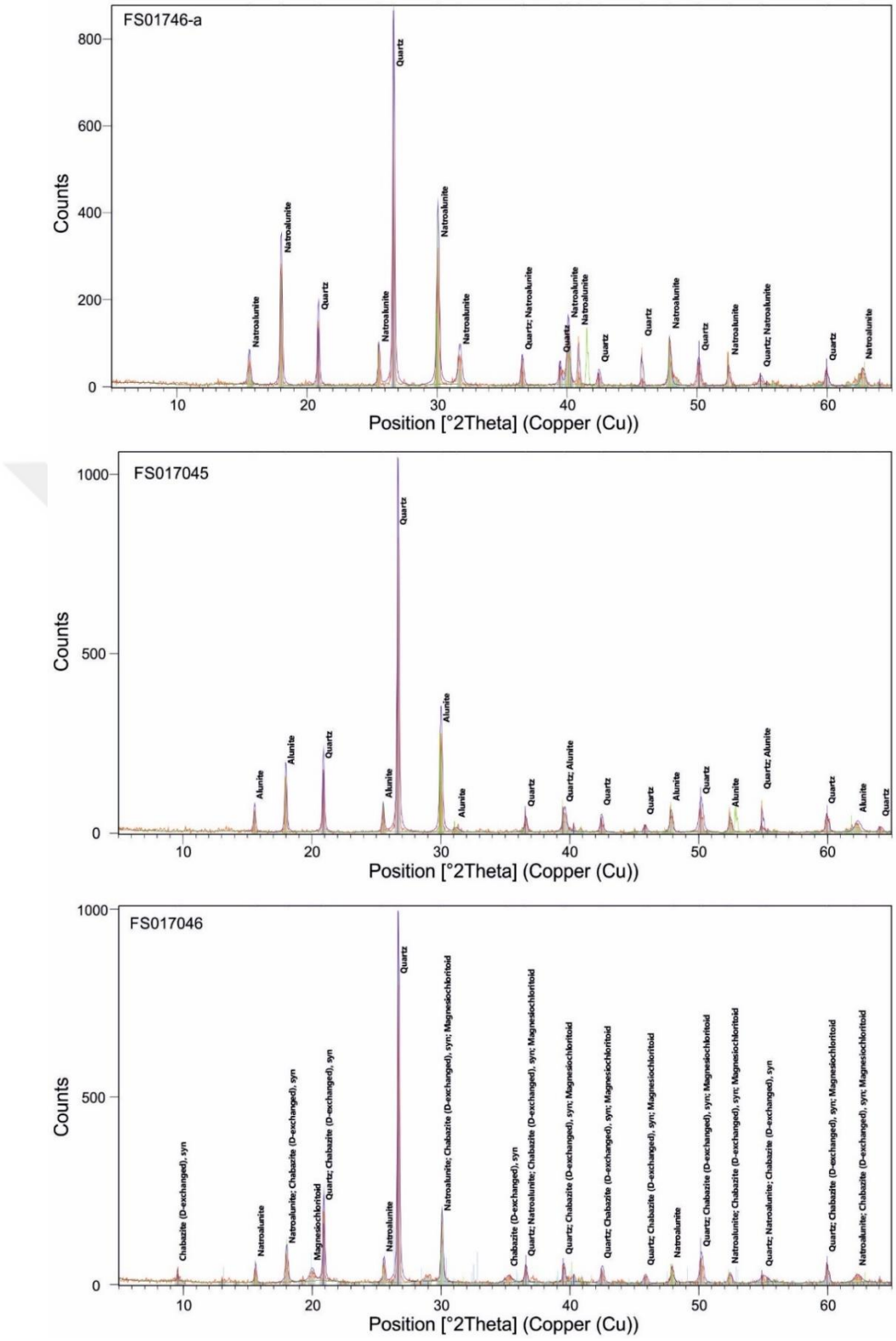
Şekil 4.136: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde gözlenen glomeroporfirik dokuları gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; opx: Ortopiroksen; hnb: Hornblend).



Şekil 4.137: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde gözlenen poiklitik dokuları gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN).



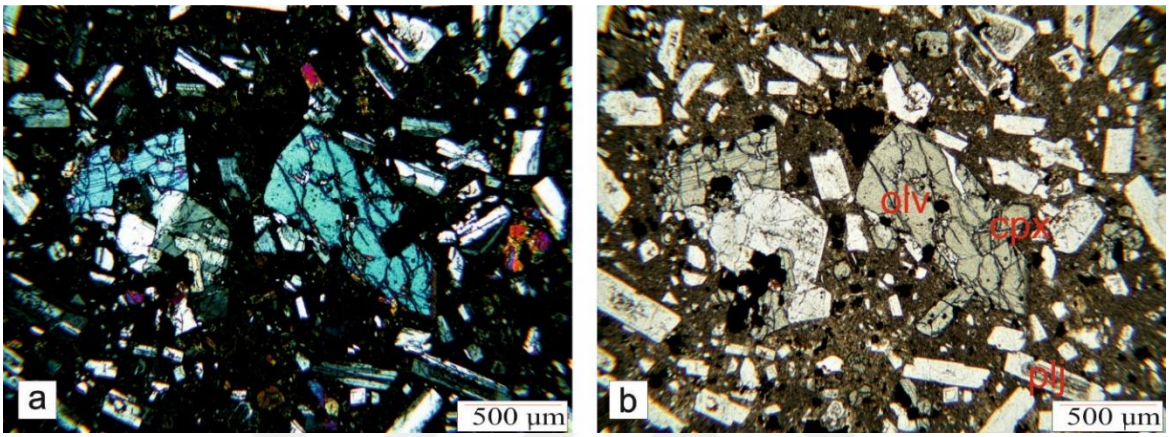
Şekil 4.138: Yeşilyurt volkanitleri YV-RD birimine ait olan FS017047 numaralı örneğin XRD analizi (Açıklama metin içerisinde verilmiştir).



Şekil 4.139: Yeşilyurt volkanitleri YV-RD birimine ait olan FS017046-a, FS017045 ve FS017046 numaralı örneklerin XRD analizi (Açıklama metin içerisinde verilmiştir).

Olivin

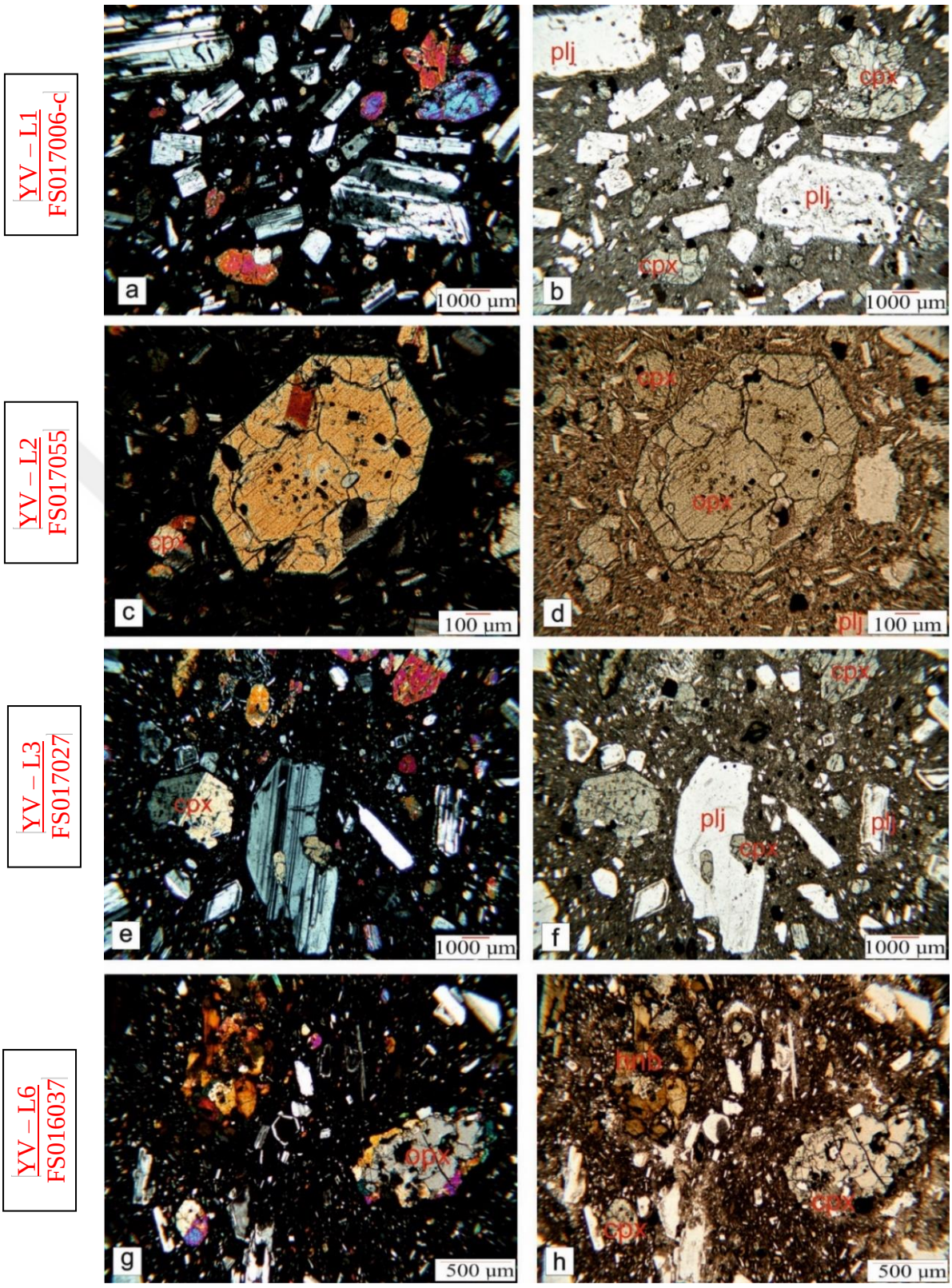
Olivin kristalleri Yeşilyurt volkanitleri serisini oluşturan lavlar içerisinde en az gözlenen mineral grubudur. Olivin kristali içeren YV – L2 ile YV -5a-b birimleri içerisinde %1-3 arasında bulunmaktadır. Canlı girişim renklerine sahip olivin kristalleri çatlaklı olup, alterasyondan etkilenmemiş taze minerallerdir (Şekil 4.140).



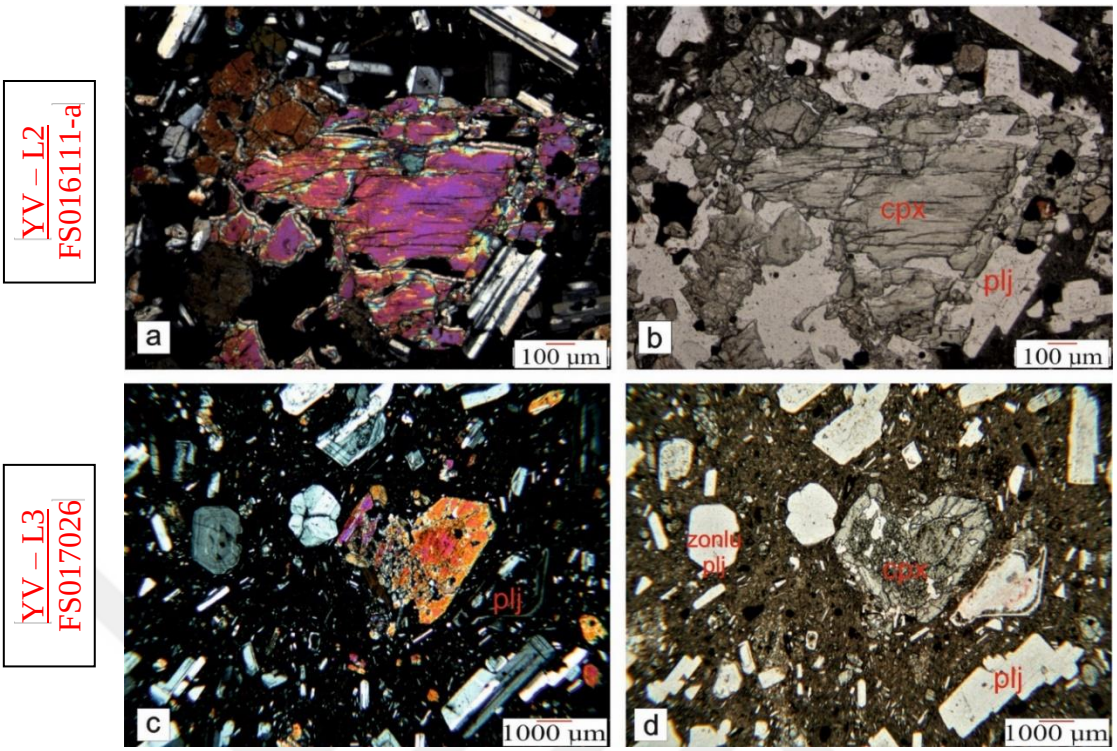
Şekil 4.140: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde gözlenen olivin kristallerinin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a: ÇN; b: TN. a-b: YV-L5b birimine ait; FS017022 numaralı örnek. plj: Plajiyoklaz; olv: Olivin; cpx: Klinopiroksen).

Piroksen

Piroksen kristalleri bu seri içerisindeki tüm lav birimleri içerisinde bulunmaktadır. Bu nedenle bu birimleri oluşturan lavlar petrografik olarak piroksenli andezitler olarak tanımlanmışlardır. Lavların amfibol ve biyotit içeriği arttıkça piroksen fenokristal oranı azalmakta, daha çok hamur içerisinde mikro kristaller şeklinde bulunmaktadırlar. Lavlarda bulunan piroksen mineralleri genellikle klinopiroksenlerdir ve modal bileşim oranları %3-14 arasındadır. Ortopiroksen mineralleri ise daha az bulunmakta olup modal bileşimi %1-6 arasında değişmektedir. Hem klinopiroksenler hem de ortopiroksenler genellikle öz şekillidirler. Basit veya çoklu ikizlenme göstermektedirler (Şekil 4.141). Bazı ortopiroksen mineralleri klinopiroksen mineralleri tarafından çevrelenmişlerdir (Şekil 4.135 g-h). YV – L2 ve YV – L3 birimlerini oluşturan lavlarda bulunan iri klinopiroksen kristallerinde elek dokusu yaygın olarak gözlenmektedir (Şekil 4.142). Klinopiroksen minerallerinde ölçülen 2V açıları 28 - 58º arasında değişmektedir.



Şekil 4.141: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde gözlenen piroksen kristallerinin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; opx: Ortopiroksen; hnb: Hornblend).



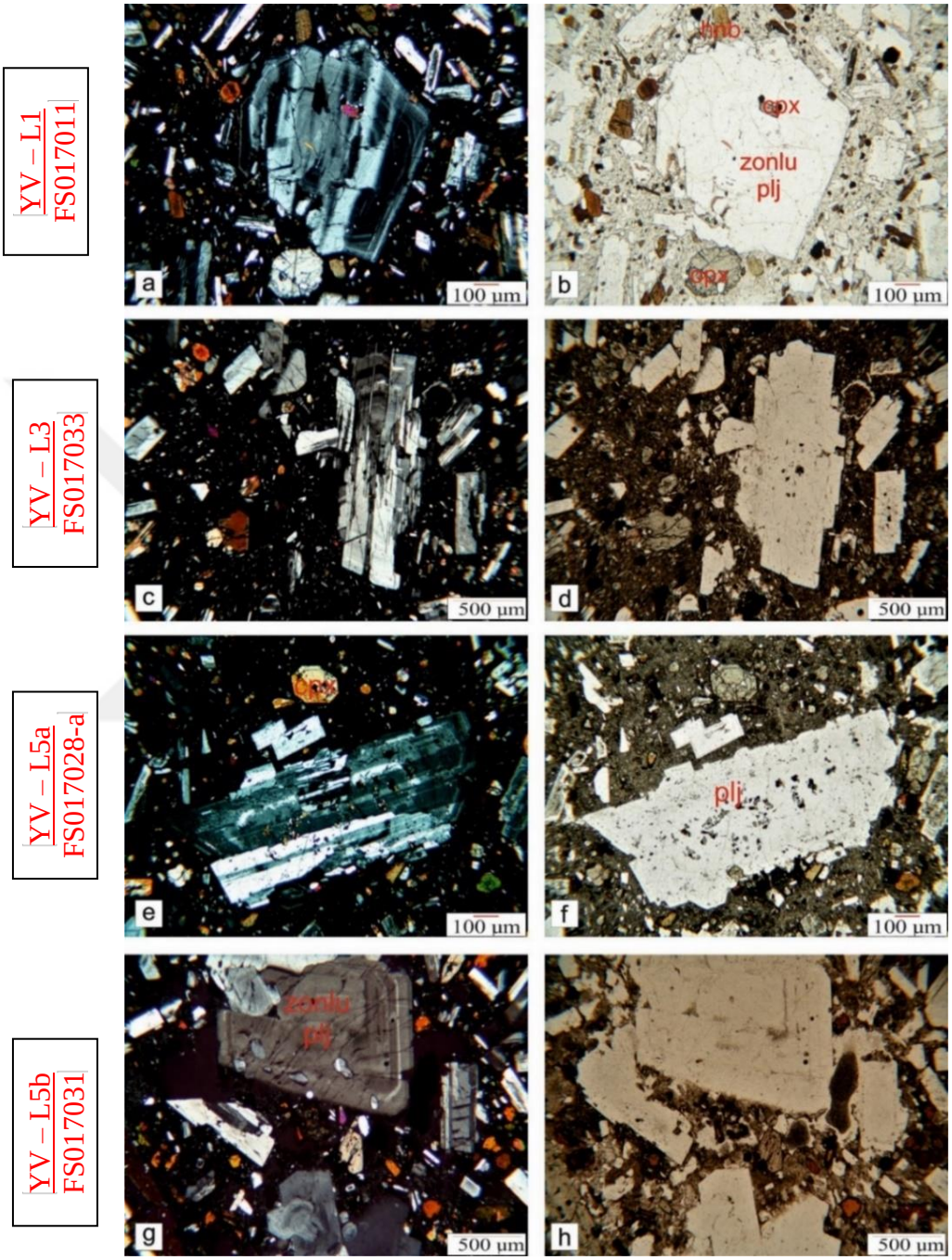
Şekil 4.142: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde elek dokusu gösteren klinopiroksen kristallerinin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c: ÇN; b, d: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen).

Feldispat

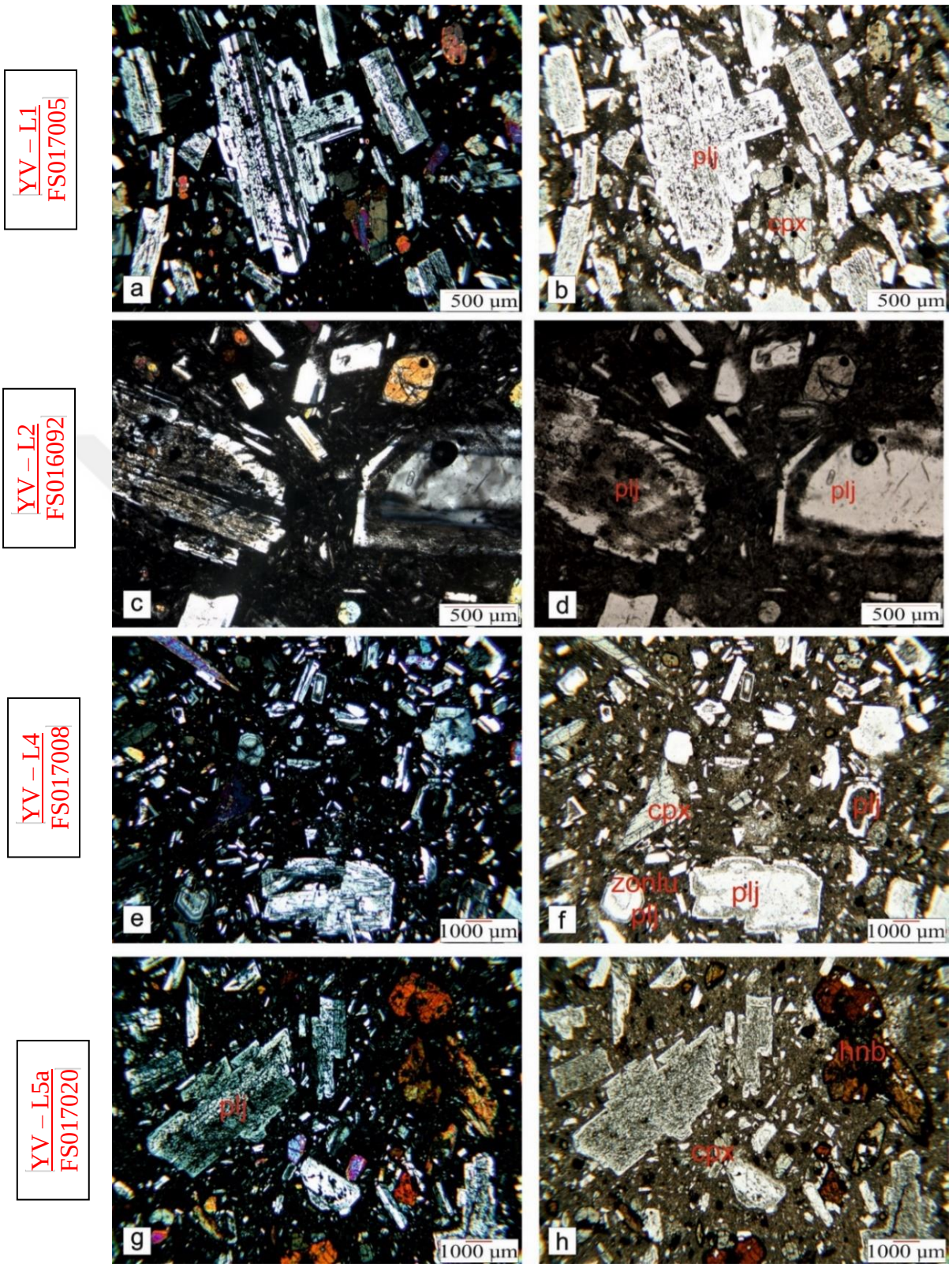
Feldispat kristalleri bu seri içerisinde de modal bileşim olarak en fazla olan mineral grubudur (Tablo 4.2). Her birimde hem fenokristal olarak hem de hamur içerisinde mikro kristaller ve/veya mikrolitler şeklinde bulunmaktadır. Plajiyoklaz kristalleri % 18- 28 arasında, YV – L2, YV – L3, YV –L4 ve YV – L5a-b birimleri içerisinde bulunan sanidin kristalleri ise % 4 -8 arasında bileşime sahiptir. Sönme açıları 18 - 40º arasında değişen plajiyoklaz kristallerinin türleri andezin ve labradordur.

Seri içerisinde bulunan lavlar da plajiyoklaz kristalleri 2 gruba ayrılmaktadır. Birinci grubu düzenli / düzensiz albit ikizlenmesi gösteren ve zonlu yapı sunan plajiyoklaz kristalleri oluşturmaktadır (Şekil 4.143). Özellikle iri fenokristaller halinde bulunan plajiyoklaz kristalleri içerisinde mineral ve cam kapantıları gözlenmektedir (Şekil 4.143 a-b, e-f). Korozyona uğramış ikinci grubu oluşturan plajiyoklaz kristalleri ise YV – L1, YV – L4, YV – L5a-b birimlerinde oldukça fazladır (Şekil 4.144). Hemen hemen her bir lav düzeyinde bulunan

korozyon dokusu plajiyoklazlar, bu seriyi oluşturan lavların da magma karışım (mixing) işlemlerinden etkilendiğini göstermektedir.



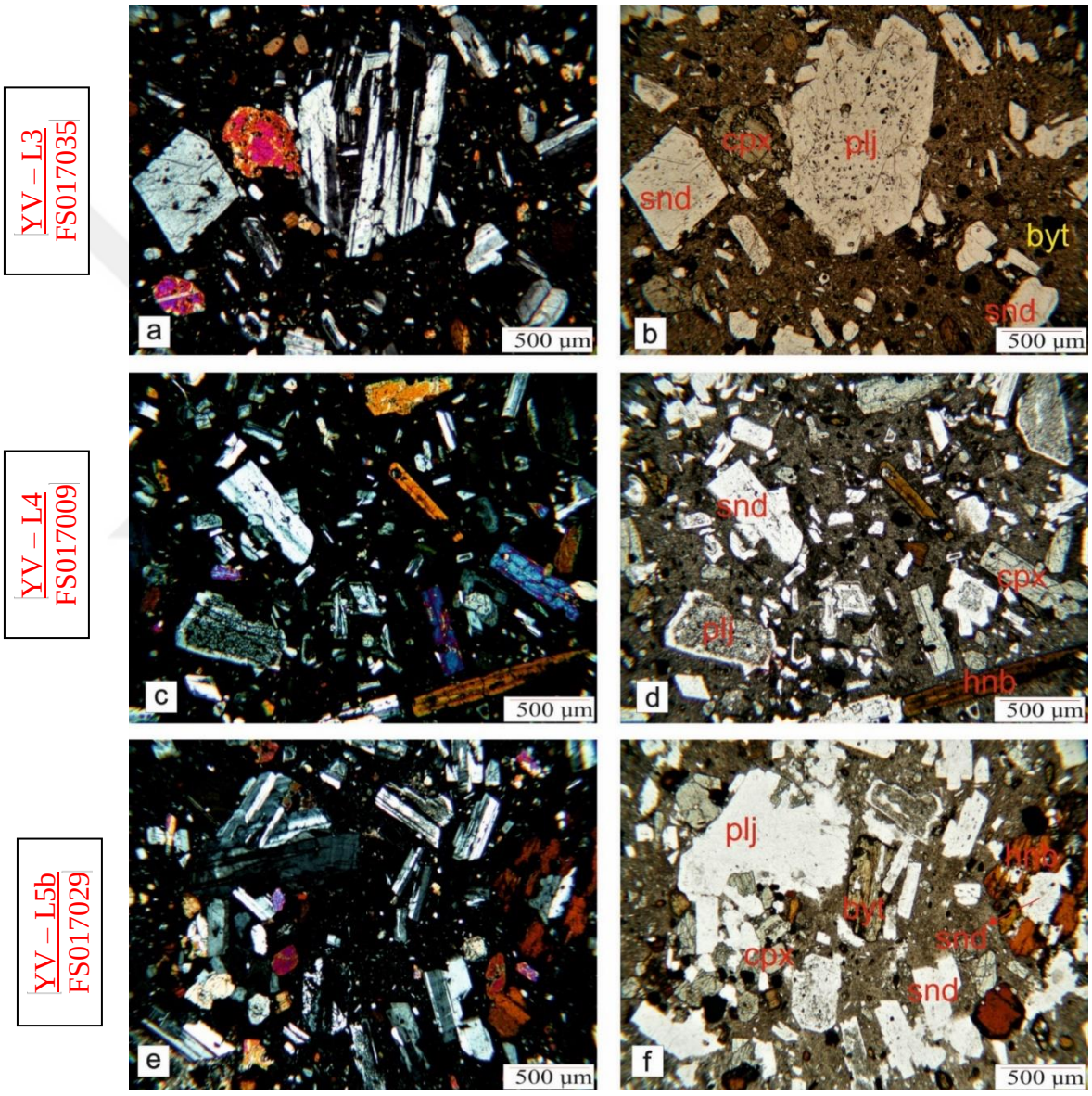
Şekil 4.143: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde gözlenen plajiyoklaz kristallerinin genel görüntüsünü gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; hnb: Hornblend).



Şekil 4.144: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde gözlenen elek – korozyon dokusu gösteren plajiyoklaz kristallerinin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; hnb: Hornblend).

Sanidin kristalleri ise YV – L1 ve YV – L6 birimleri haricinde diğer tüm birimlerde bulunmaktadır. Alterasyondan etkilenmemiş, düzgün ikizlenme göstermektedirler (Şekil 4.145).

Bu seride ki son birim olan YV –RD içerisinde bulunan feldispat minerallerinin büyük bir çoğunluğu ise altere olmuşlar, alunitleşmişlerdir.



Şekil 4.145: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde gözlenen sanidin kristallerinin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; hnb: Hornblend; byt: Biyotit; snd: Sanidin).

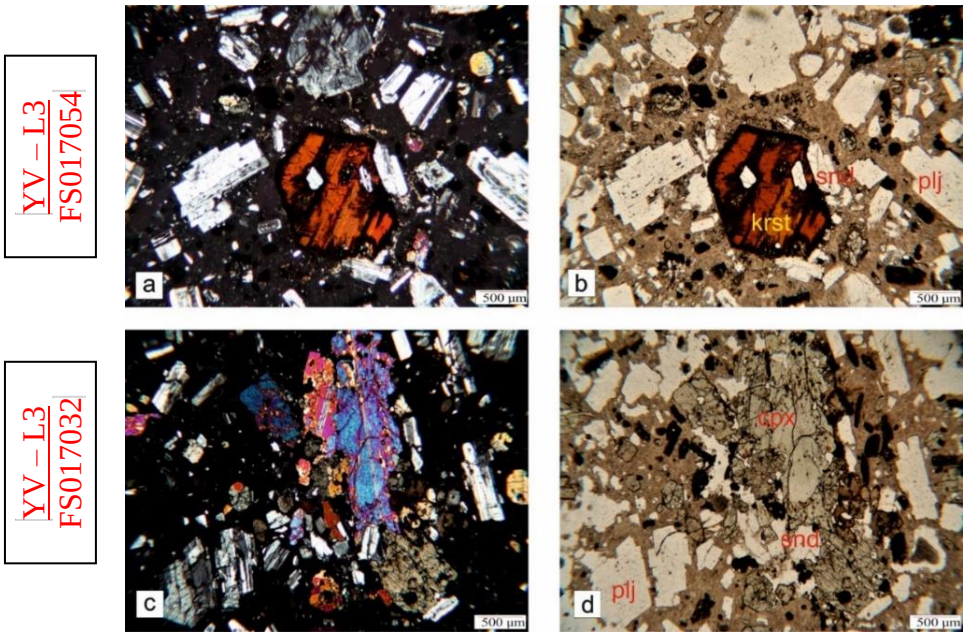
Amfibol

Bu seriyi oluşturan YV-L2 haricindeki andezit bileşimli lavlarının tümünde amfibol kristali bulunmaktadır. Hornblend türü olan amfiboller tüm seri içerisinde gözlenirken, kersütit türü amfiboller sadece YV- L3 biriminde gözlenmektedir.

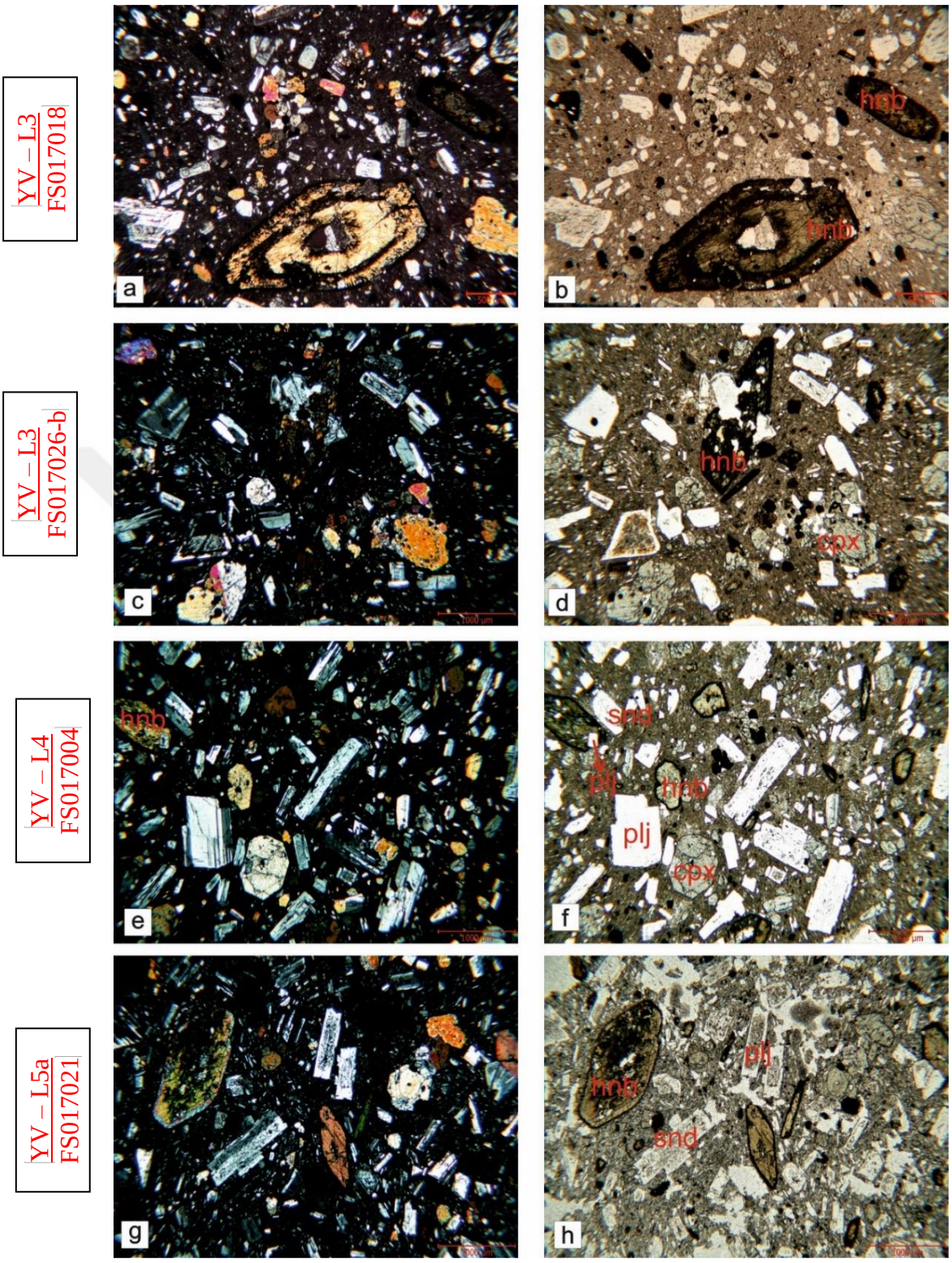
Hornblend kristalleri genellikle öz şekilli – yarı öz şekilli kristaller şeklinde bulunmaktadır (Şekil 4.147). Kenar zonlarından itibaren opasitleşme gösteren hornblend kristallerinin yanı sıra (Şekil 4.147 e-h), tamamen opasitleşmiş ve korozyon dokuları gösteren (Şekil 4.147 a-b) hornblend kristalleri de yine bu lav birimleri içerisinde gözlenmektedir.

Yeşil renkten kahverengiye değişen renk pleokrizması sunan hornblend kristallerinin 2V açıları 28 - 74º arasında değişmektedir.

YV – L3 birimini oluşturan lavlarda gözlenen kersütit minerali koyu kahverengi renk pleokrizması göstermektedir. C eksenine göre kesilmiş kesitlerinde altıgen şeklinde bulunan kersütitlerin (Şekil 4.146 a-b) yanı sıra prizmatik çubuksu kristaller şeklinde de gözlenmektedir (Şekil 4.146 c-d). Kersütit minerallerinin 2V açıları 74-78º arasında değişmektedir.



Şekil 4.146: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde gözlenen kersütit kristallerinin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c: ÇN; b, d: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; krst: Kersütit; snd: Sanidin).

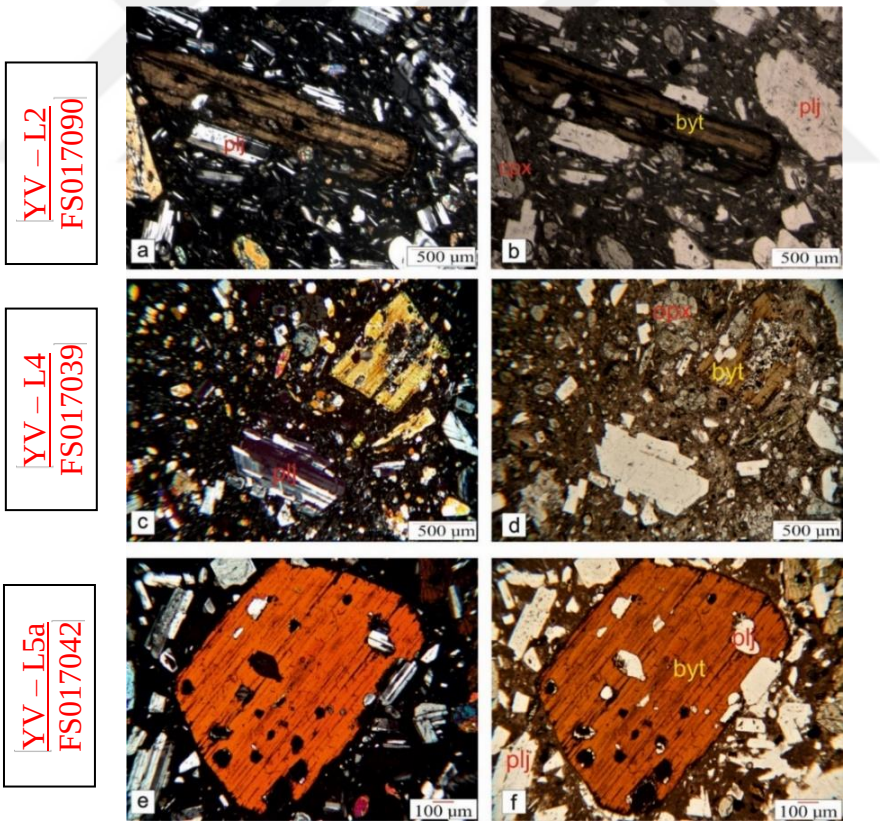


Şekil 4.147: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde gözlenen amfibol kristallerinin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; hnb: Hornblend; snd: Sanidin).

Biyotit

Oymalı volkanitleri serisini oluşturan andezitlerin aksine bu seriyi oluşturan tüm lav birimlerinde az da olsa biyotit minerali gözlenmektedir. Modal bileşim oranları %2-10 arasında değişmektedir. Sadece YV-L3 birimini oluşturan lavlardan alınan örneklerin bir kısmında gözlenmezken, biyotit kristalinin gözlendiği örneklerde modal oranı %1-2 arasındadır.

Biyotit mineralleri uzun prizmatik ve dikdörtgen şeklinde öz şekilli olarak bulunmaktadır (Şekil 4.148). Lav birimleri içerisinde temiz biyotit kristalleri neredeyse hiç yoktur. Genellikle kenar zonlarından itibaren opasitleşme göstermektedirler (Şekil 4.148 a-b). Korozyon dokusu gösteren biyotit fenokristalleri de (Şekil 4.148 c-d) yine bu seri içerisindeki lavlarda oldukça sık gözlenmektedir. Ayrıca iri biyotit fenokristalleri içerisinde plajiyoklaz mineralleri de bulunmaktadır (Şekil 4.148 e-f). Açık kahverengiden koyu kahverengine değişen renk pleokrizması sunan biyotit kristalleri paralel sönme göstermektedirler.



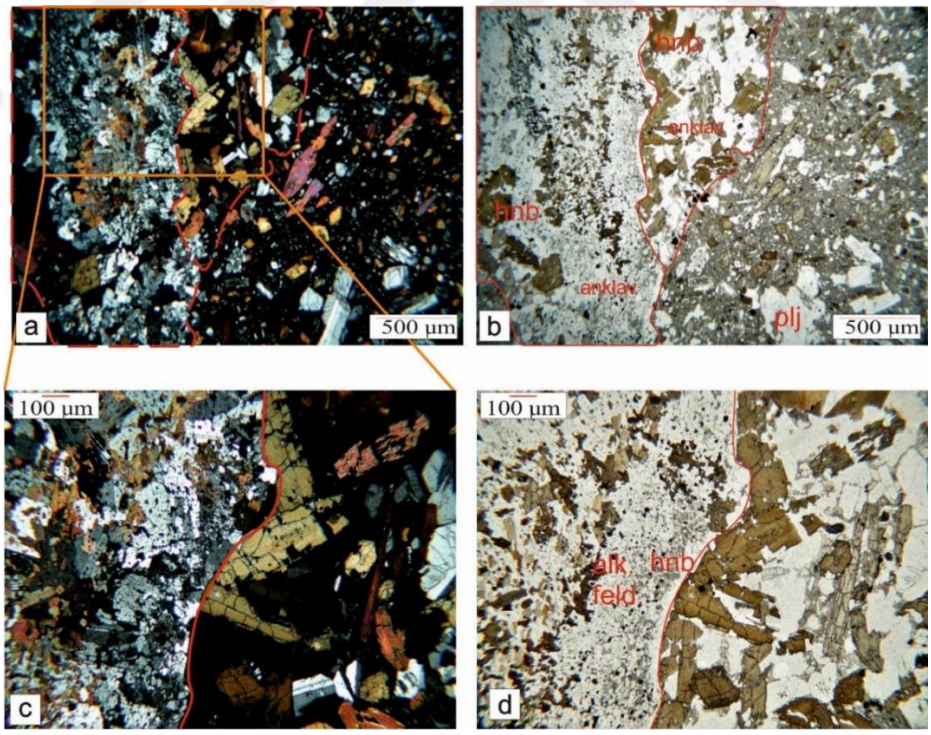
Şekil 4.148: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde gözlenen biyotit kristallerinin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; hnb: Hornblend; byt: Biyotit).

4.3.2.1. Yeşilyurt Volkanitleri Lav Birimlerinde Bulunan Anklavların Petrografisi

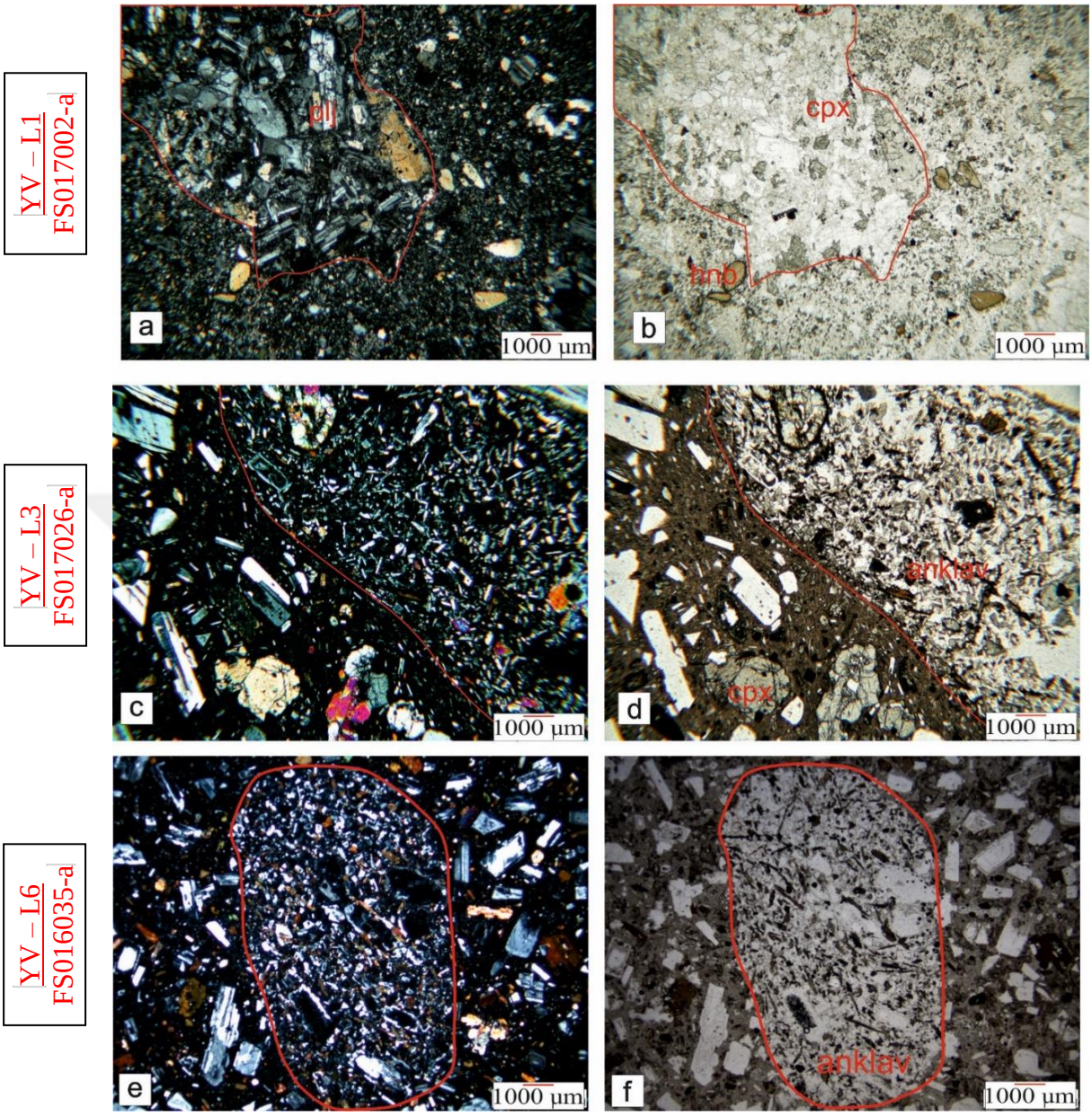
Yeşilyurt volkanitleri lav birimleri içerinde bulunan anklavlar YV – L1 birimi içerisinde bulunmaktadır. YV – L3 ve YV – L6 birimlerinde bulunan anklavlar sadece bu birimlerden alınan bir örnek içerisinde gözlenmiş olup, birimlerden alınan diğer lav örneklerinde gözlenmemiştir (Şekil 4.149 ve 4.150). Anklavlar gabro, granodiyorit ve diyorit bileşimindedir.

YV – L1 birimini oluşturan lavlarda bulunan anklavlar iki türdür. Granodiyorit ve hornblend-gabro bileşimindedir. Anklavlarda holokristalen doku gözlenmektedir. Granodiyorit bileşimindeki anklavlar hornblend + feldispat + piroksen minerallerinden oluşurken; hornblend-gabro türü anklavlar, piroksen + plajiyoklaz + hornblend minerallerinden oluşmaktadır (Şekil 4.149, Şekil 4.150 a-b).

YV – L3 ve YV – L4 birimlerinde gözlenen anklavlar ise diyorit ve granodiyorit bileşimindedirler. Mikrokristalli doku gösteren bu anklavlar; feldispat + piroksen + hornblend kristallerden oluşmaktadırlar (Şekil 4.150 c-f).



Şekil 4.149: Yeşilyurt volkanitleri YV-L1 biriminde gözlenen 2 farklı bileşimde olan anklava ait çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c: ÇN; b, d: TN. a-b: YV-L1 birimine ait; FS017002-b numaralı örnek, c-d: Anklavların yakın görüntüsü. plj: Plajiyoklaz; hnb: Hornblend; alk.feld: Alkali Feldispat).



Şekil 4.150: Yeşilyurt volkanitleri lav birimlerinde gözlenen anklavlara ait çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; hnb: Hornblend).

4.3.2.2. Piroksenitin Petrografik Özellikleri

Yeşilyurt volkanik serisi içerisinde bulunan ksenolit örneği piroksenit bileşimde bir ksenolittir (Şekil 4.151 a-b). Piroksenit örneğinin ana mineral fazını piroksen, flogopit, hornblend ve plajiyoklaz kristalleri oluşturmaktadır. Piroksenit örneğinin ayrıntılı mineral bileşimi ve kaya adlaması Tablo 4.3'de gösterilmektedir.

Tablo 4.3: Piroksenit örneğinin modal analizi ve kaya adlaması.

Örnek Adı	% Mineral Bileşimi	Kaya Adlaması
Piroksenit	%34 cpx + %22 opx + %28 phl + %12 hnb + %4 plj	Hnb – Phl Vebsterit

Yukarıda verilen mineral bileşimine göre piroksenit örneği; hornblend – flogopit vebsterit olarak tanımlanmıştır.

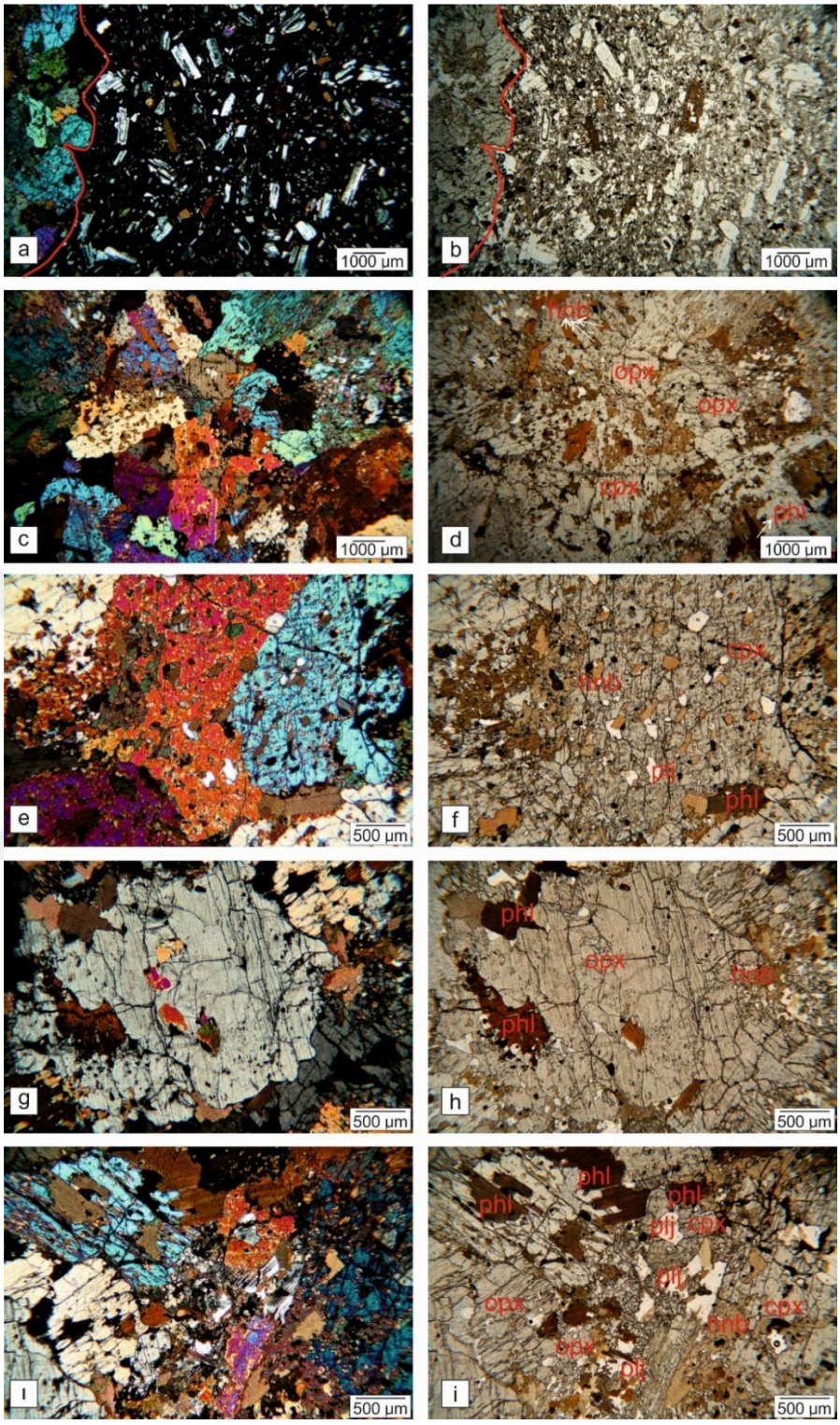
Hnb - Phl Vebsterit örneği, holokristalen - granüler dokuya sahiptir (Şekil 4.151 a-d). Ayrıca piroksenler içerisinde gözlenen mineral kapantıları da poiklitik dokuyu oluşturmaktadır (Şekil 4.151 e-h) Poiklitik dokuyu, klinopiroksen içerisinde bulunan plajiyoklaz ve hornblend kristalleri (Şekil 4.151 e-f) ve ortopiroksen içerisindeki flogopit ve hornblend kristalleri oluşturmaktadır (Şekil 4.151 g-h).

İki tür piroksen minerali bulunmaktadır, ortopiroksenler ve kilinopiroksenler. İri fenokristaller şeklinde bulunan piroksen kristalleri genellikle yarı öz şekillidirler. Klinopiroksen kristalleri canlı girişim renkleri ve eğik sönmeleri ile ortopiroksenlerden ayrılmaktadır. Klinopiroksenler de ölçülen 2V açıları 48 - 52º arasında değişmektedir. Ortopiroksen kristalleri ise soluk girişim renkleri ve paralel sönmeleri ile karakteristiktir (Şekil 4.151 g-h)

Plajiyoklaz kristalleri örnek içerisinde en az bulunan (%4) mineraldir. Yarı öz şekilli olup, albit ikizlenmesi göstermektedir. Sönme açılarına göre türü anortit – bitovnit olarak belirlenmiştir (Şekil 4.151 ı-i).

Hornblend kristalleri açık kahverengi renk pleokrizması ve eğik sönme göstermektedirler. 2V açıları 56-58º arasında değişmektedir.

Flogopit bir mika mineralidir ($K_2Mg_6[Al_2Si_6O_{20}](OH)_4$). Biyotit mineralinden farkı Mg'ca zengin olmasıdır. Koyu kahverengi renk pleokrizması ve paralel sönme gösteren flogopit kristalleri, yarı öz şekillidirler (Şekil 4.151).



Şekil 4.151: Yeşilyurt volkanitlerine ait lav birimi içerisinde bulunan piroksenit örneğine ait çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g, ı: ÇN; b, d, f, h, i: TN. a-b: lav-piroksenit sınırı, c-d: Piroksenitin genel dokusu, e-f: Klinopiroksenler de gelişen poiklitik doku, g-h: Ortopiroksenler de gelişen poiklitik doku, ı-i: Piroksenit içerisinde bulunan plajiyoklaz kristalleri. Plj: Plajiyoklaz; opx: Ortopiroksen; cpx: Klinopiroksen; hnb: Hornblend; phl: Flogopit)

4.3.3. Beyören Volkanitleri

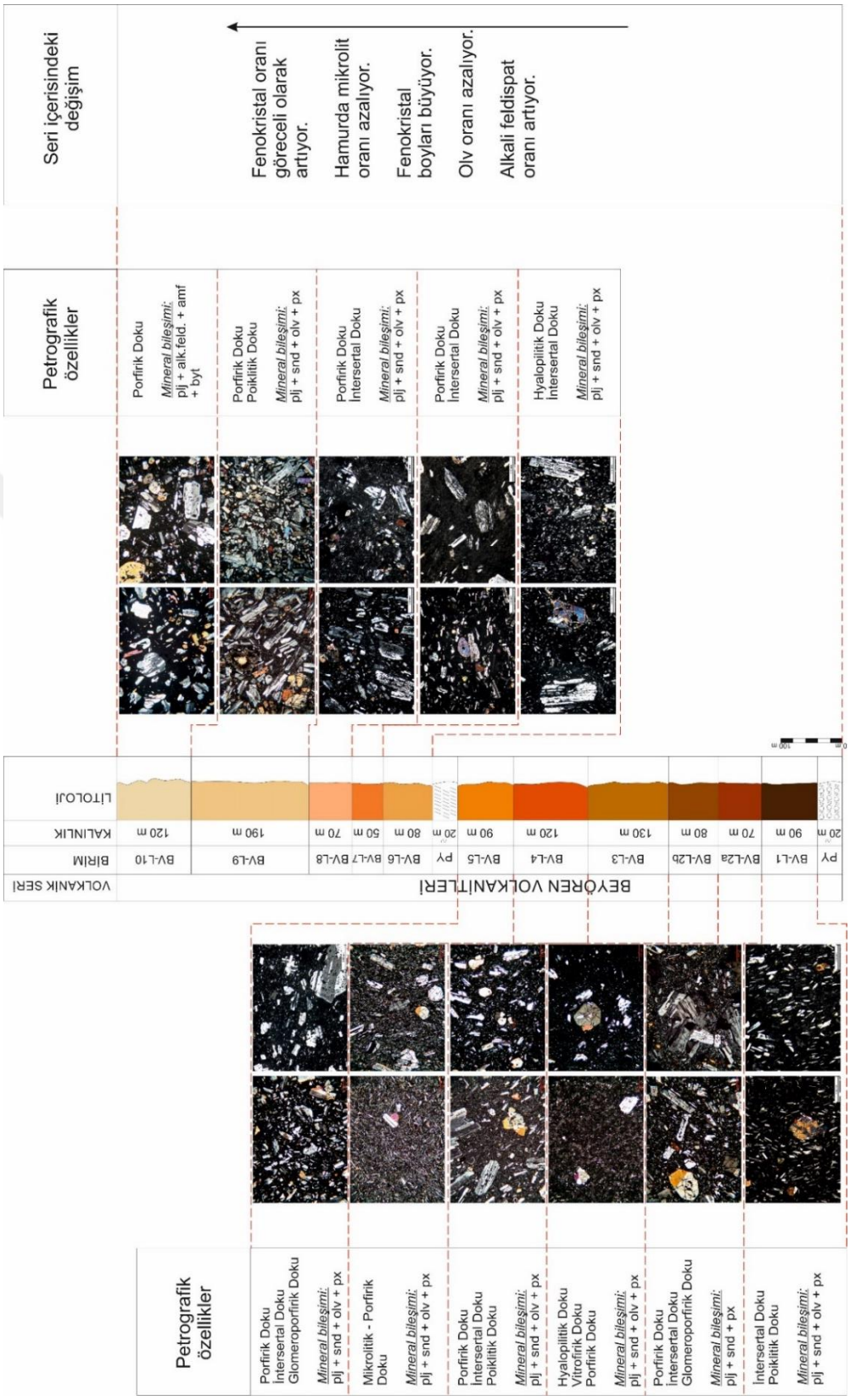
Beyören volkanitleri Karacadağ volkanının KD bölümünü oluşturmaktadır. Yeşilyurt volkanitleri üzerine gelen seri 11 ayrı lav düzeyinden oluşmaktadır. Beyören volkanitlerini oluşturan lavlar bazaltik andezitten dasite doğru değişen bir bileşim sunmaktadır. Stratigrafik ve petrografik olarak birbirinden ayrılan lav birimlerinin ana mineral fazı feldispat + piroksen + olivindir. Lav birimlerinin bileşimleri felsiğe doğru geçtikçe olivin ve piroksenler yerini amfibol ve biyotit kristallerine bırakır. (Tablo 4.4). Beyören volkanitlerini oluşturan farklı lav düzeylerinde çok değişik doku türlerine rastlanmakla birlikte bunlardan en yaygın gözlenenleri intersertal, porfirik, glomeroporfirik, poiklitik, hyalopilitik, mikrolitik – porifirik ve trakitik dokudur (Şekil 4.152).

Bu seriyi diğer volkanik serilerden ayıran önemli bir fark da bu seri içerisinde bulunan lavların neredeyse hiçbirinde anklav bulunmamasıdır.

Tablo 4.4: Beyören volkanitlerini oluşturan lav birimlerinin ortalama modal bileşimi ve gözlenen dokular.

Birim Adı	Ana mineral fazı	Aksesuar mineral fazı	İkincil mineral fazı	Hamur	Doku
BV - L1	%55 %38 (snd + plj) + %5 olv + %12 px	–	–	%45 feldispat mikrolitleri + cam	İntersertal - Poiklitik
BV - L2 a	%45 %35 (snd + plj) + %10 px	–	Kil min.	%55 feldispat mikrolitleri + cam	Porfirik – İntersertal – Glomeroporfirik
BV - L2 b	%20 %15 plj + %5 px	–	–	%80 feldispat mikrolitleri + cam	Hyalopilitik – Vitrofirik - Porfirik

BV - L3	%35 %27 (snd + plj) + %2 olv + %6 px	–	–	%65 feldispat mikrolitleri + px + cam	Porfirik – İntersertal – Poiklitik
BV - L4	%25 %20 (snd + plj) + %1 olv + %4 px	–	–	%75 feldispat mikrolitleri + px + cam	Mikrolitik Porfirik - Trakitik
BV - L5	%55 %38 (snd + plj) + %2 olv + %15 px	–	Kil min.	%45 feldispat mikrolitleri + px + cam	Porfirik – İntersertal – Glomeroporfirik
BV - L6	%40 %27 (snd + plj) + %1 olv + %12 px	–	Kil min.	% 60 feldispat mikrolitleri + px + cam	Hyalopilitik – İntersertal
BV - L7	%25 %18 (snd + plj) + %2 olv + %5 px	–	Kil min.	%75 feldispat mikrolitleri + px + cam	Porfirik – İntersertal
BV - L8	%55 %40 (snd + plj) + %3 olv + %12 px	–	Kil min.	%45 plj + snd + px + cam	Porfirik – İntersertal
BV - L9	65% %40 (snd + plj) + %3 olv + %22 px	–	–	%35 plj + snd + px + cam	Porfirik – Poiklitik
BV - L10	%50 %35 feld. + %10 amf + %5 byt	–	–	%40 alk.feld. + plj + cam	Porfirik



Şekil 4.152: Beyören volkanitlerinin petrografik özelliklerini gösteren özet şema.

BV – L1 lav biriminde intersertal ve poiklitik doku gözlenmektedir (Şekil 4.153 a-b, Şekil 4.158 a-b). Poiklitik dokuyu klinopiroksen içerisinde bulunan plajiyoklaz kristalleri oluşturmaktadır.

BV – L2a biriminin lav örneklerinde bulunan dokular; porfirik, intersertal ve glomeroporfirik dokudur (Şekil 4.153 c-d, Şekil 4.157 a-b). Glomeroporfirik dokuyu piroksen ve feldispat kristal kümeleri oluşturmaktadır.

BV – 2b biriminde camsı hamurun fenokristal ve mikrolit oranından fazla olduğu hyalopilitik doku, cam oranının fenokristal oranından fazla olduğu vitrofirik doku ve porfirik doku gözlenmektedir (Şekil 4.153 e-f).

BV – L3 biriminde ise porfirik, intersertal ve poiklitik doku bulunmaktadır (Şekil 4.153 g-h, Şekil 4.158 c-d). Ortopiroksen içerisinde bulunan plajiyoklaz kapantıları poiklitik dokuyu oluşturmaktadır.

BV – L4’ de mikrolit, fenokristal ve camdan oluşan mikrolitik porfirik doku ve mikrolitlerin paralel olarak yönlenmesiyle oluşan trakitik doku gözlenmektedir (Şekil 4.154 a-b).

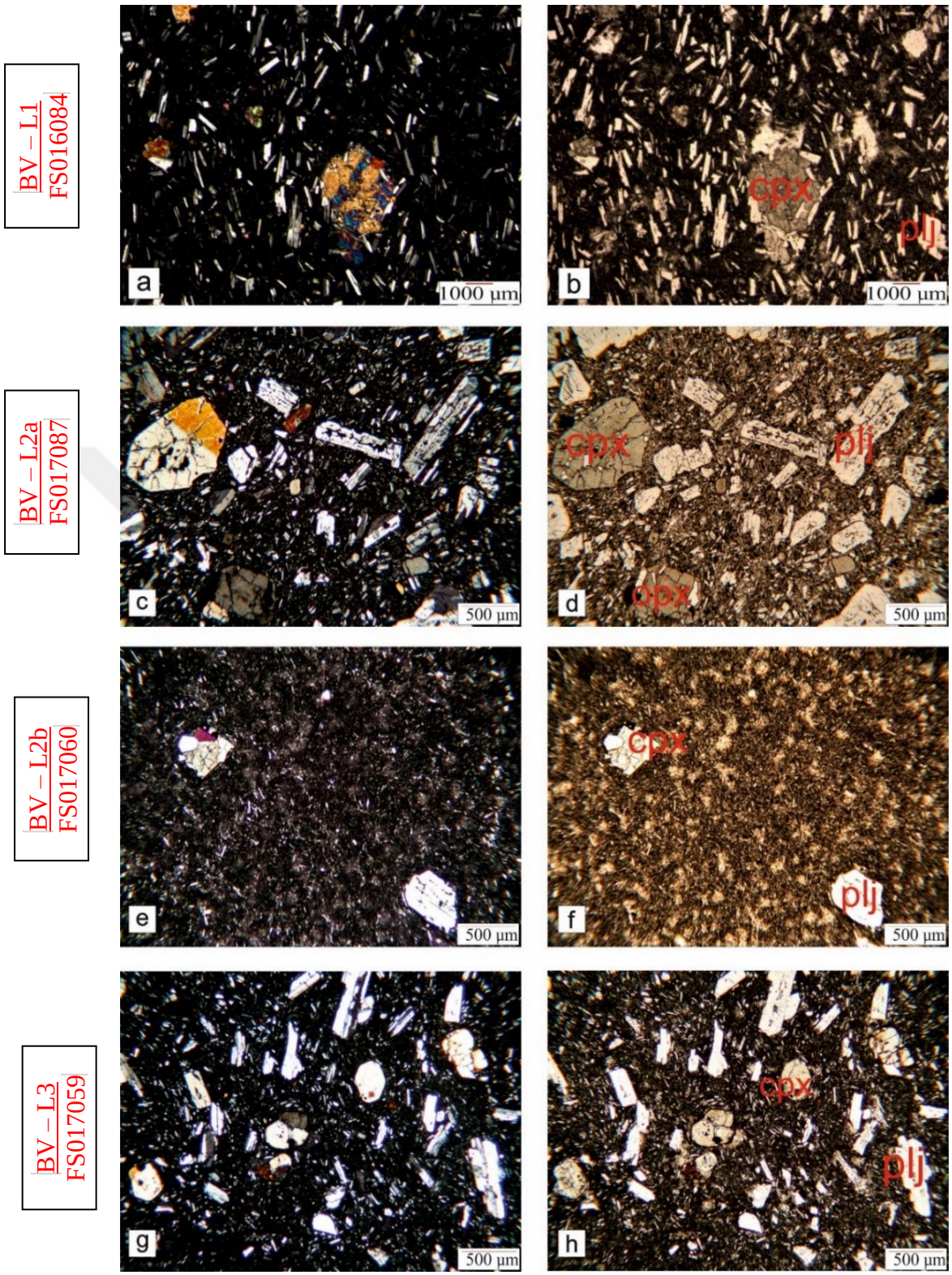
Beyören volkanitleri BV – L5 biriminde porfirik, intersertal ve glomeroporfirik doku gözlenmektedir (Şekil 4.154 c-d, Şekil 4.157 e-f). Glomeroporfirik dokuyu piroksen ve plajiyoklaz kristalleri oluşturmaktadır. BV – L4 ve BV –L5 birimlerinin sınırından alınan lav örneklerinde de iki seriye ait doku farklılıkları net bir şekilde gözlenmektedir (Şekil 4.156).

BV – L6 biriminde hyalopilitik ve intersertal doku gözlenmektedir (Şekil 4.154 e-f).

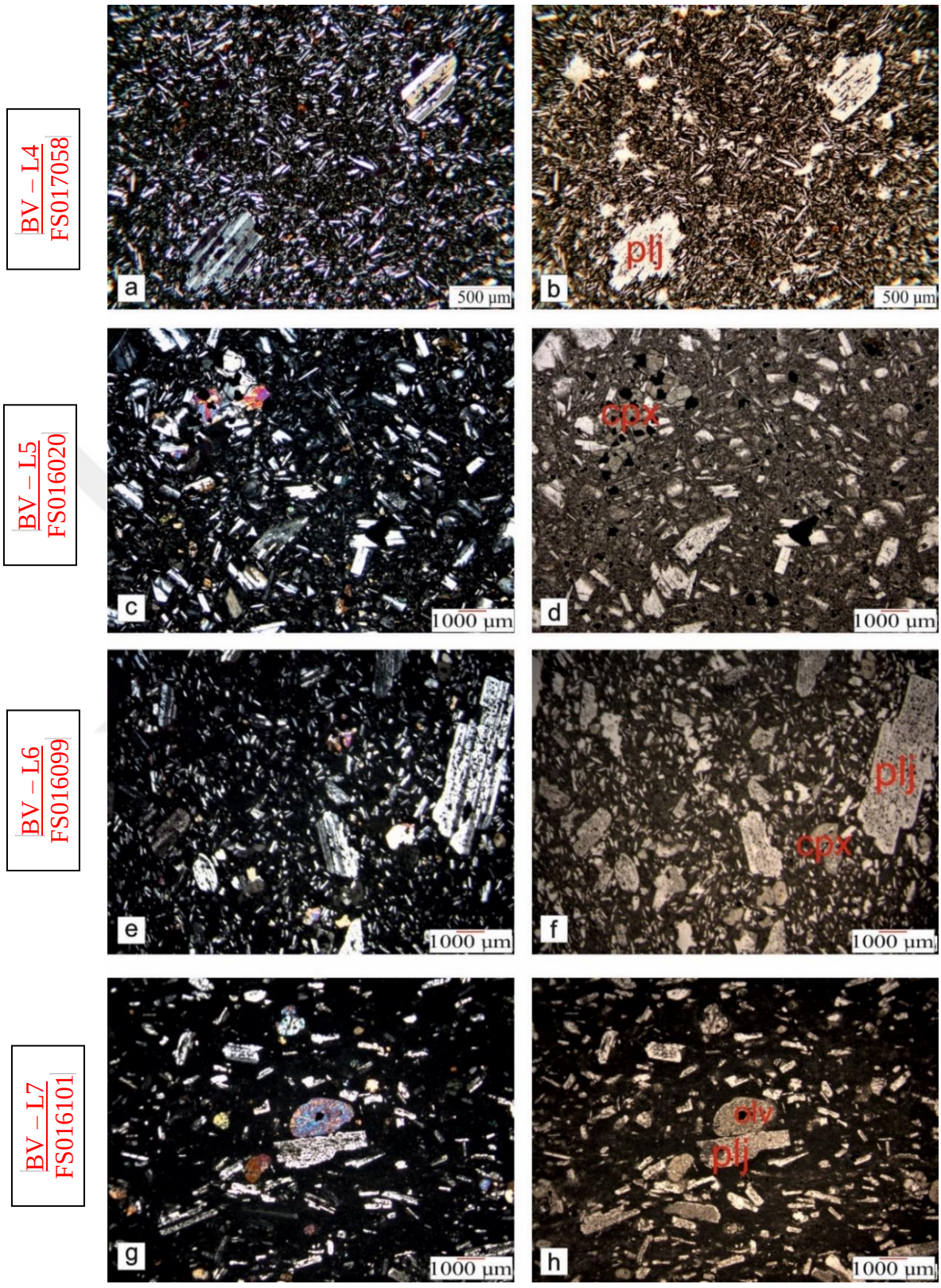
BV – L7, BV – L8 birimlerinde ise porfirik ve intersertal doku gözlenmektedir. BV – L7 biriminden sonra bu birim ve üzerine gelen lav birimlerinde kristal oranı artmaktadır (Şekil 4.154 g-h, Şekil 4.155 a-b).

BV – L9 birimini oluşturan lav örneklerinde porfirik ve poiklitik doku gözlenmektedir (Şekil 4.155 c-d).

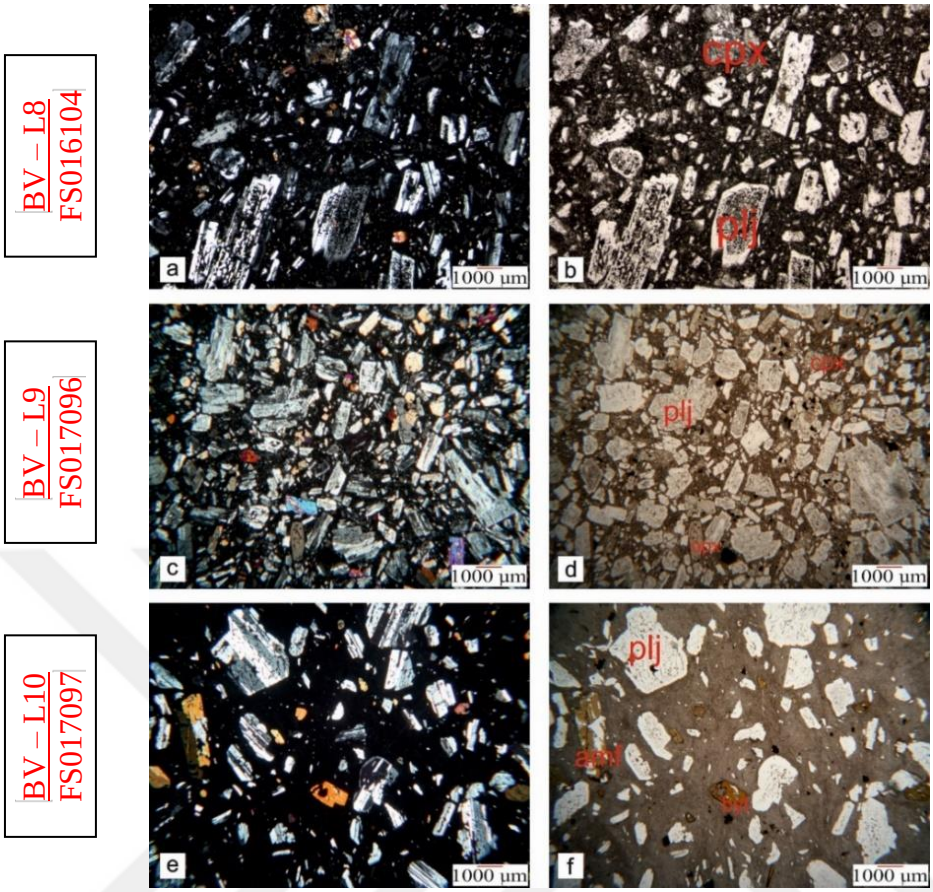
Beyören volkanitleri serisinin son lav birimi olan BV- L10 lav biriminde porfirik doku gözlenmektedir (Şekil 4.155 e-f).



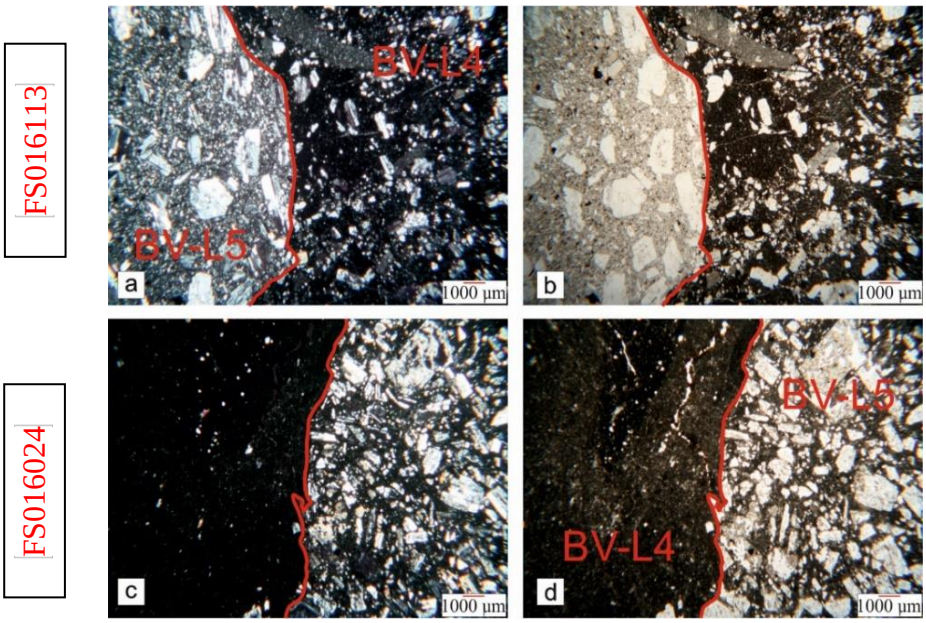
Şekil 4.153: Beyören volkanitleri lav birimlerinde gözlenen dokuları gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; opx: Ortopiroksen).



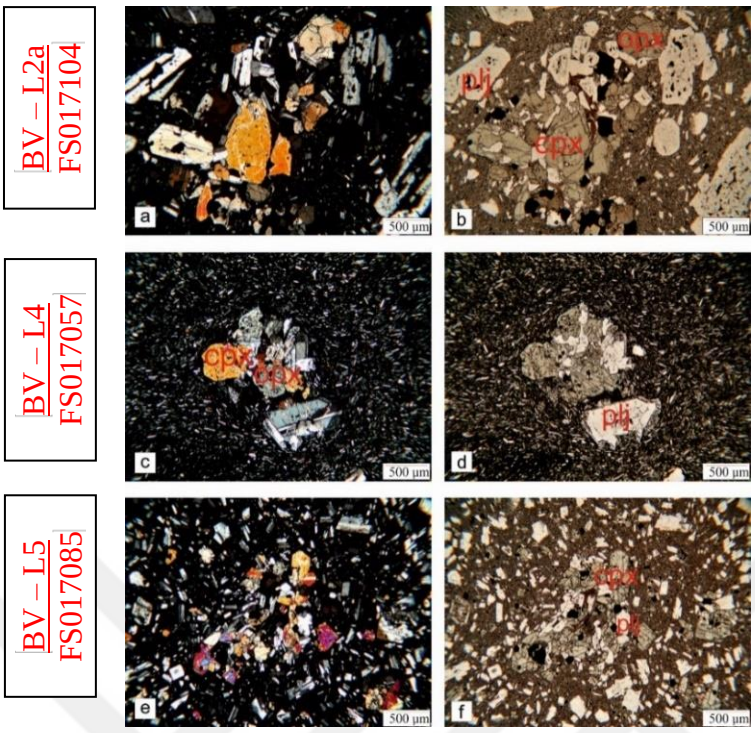
Şekil 4.154: Beyören volkanitleri lav birimlerinde gözlenen dokuları gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; olv: Olivin).



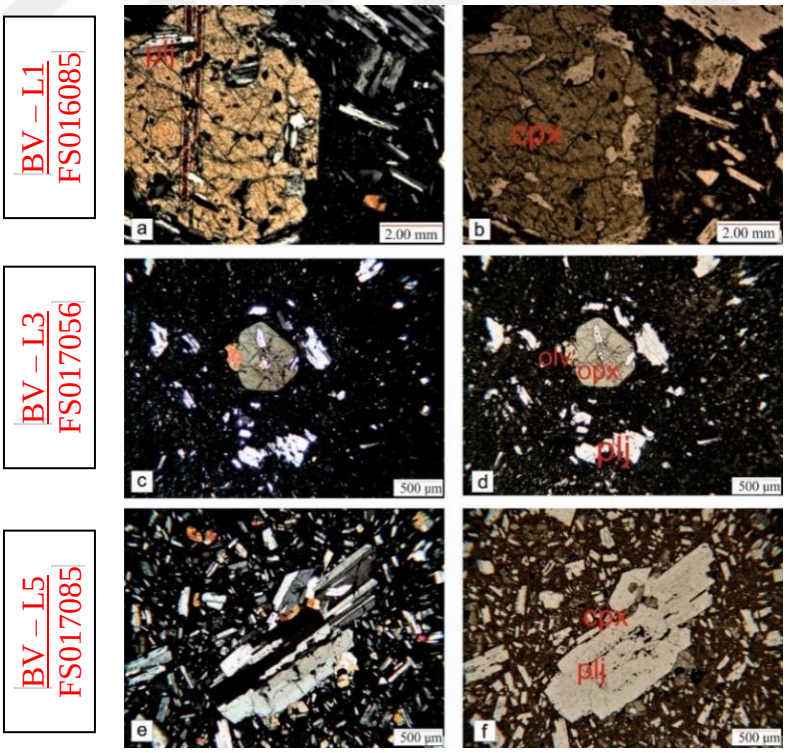
Şekil 4.155: Beyören volkanitleri lav birimlerinde gözlenen dokuları gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; opx: Ortopiroksen; amf: Amfibol; byt: Biyotit).



Şekil 4.156: Beyören volkanitleri BV-L4 ve BV-L5 birimleri arasındaki sınırı gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c: ÇN; b, d: TN.



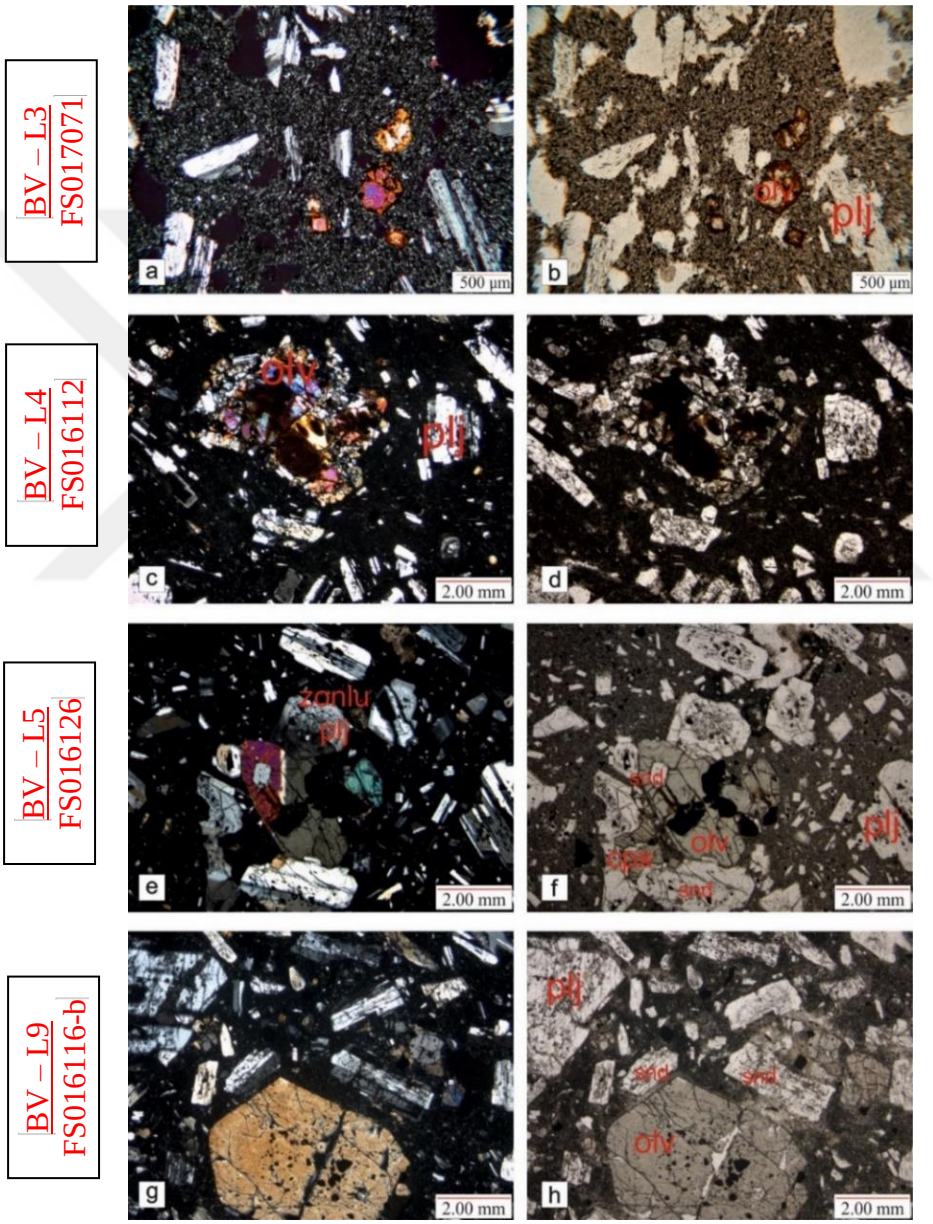
Şekil 4.157: Beyören volkanitleri lav birimlerinde gözlenen glomeroporfirik dokuları gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; opx: Ortopiroksen).



Şekil 4.158: Beyören volkanitleri lav birimlerinde gözlenen poiklitik dokuları gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; opx: Ortopiroksen; olv: Olivin).

Olivin

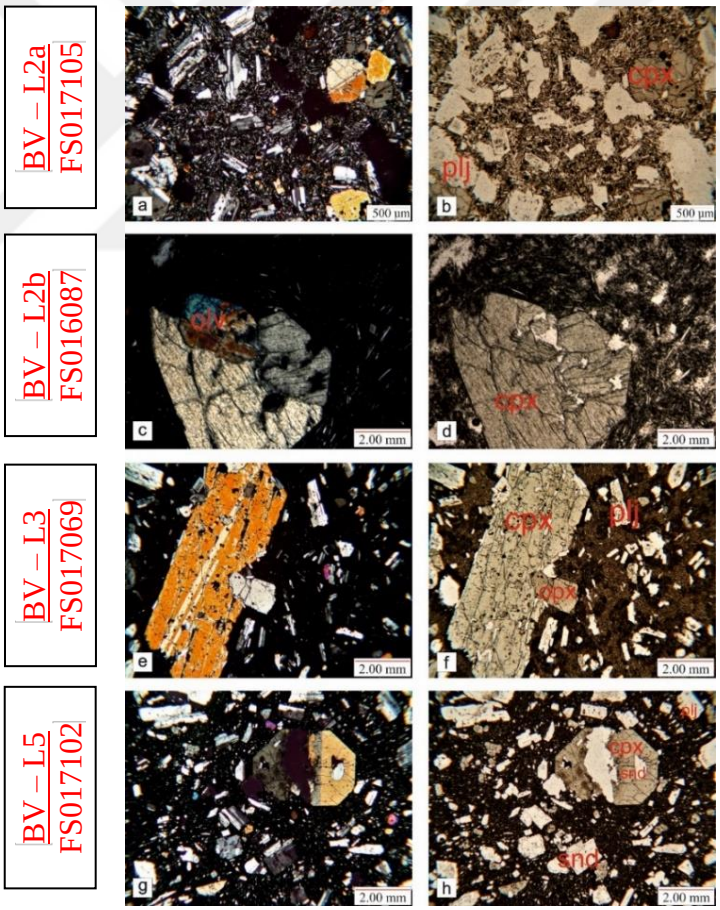
Bu seriyi oluşturan olivin kristalleri; 3 seri haricinde (BV – L2a, BV – L2b ve BV – L10), diğer tüm lav birimlerinde modal oran olarak %1 – 5 arasında bulunmaktadır. Genellikle bol çatlaklı fenokristaller halinde bulunan olivin kristallerinde (Şekil 4.159 e-h) yaygın olarak indigsitleşme gözlenmektedir (Şekil 4.159 a-d).



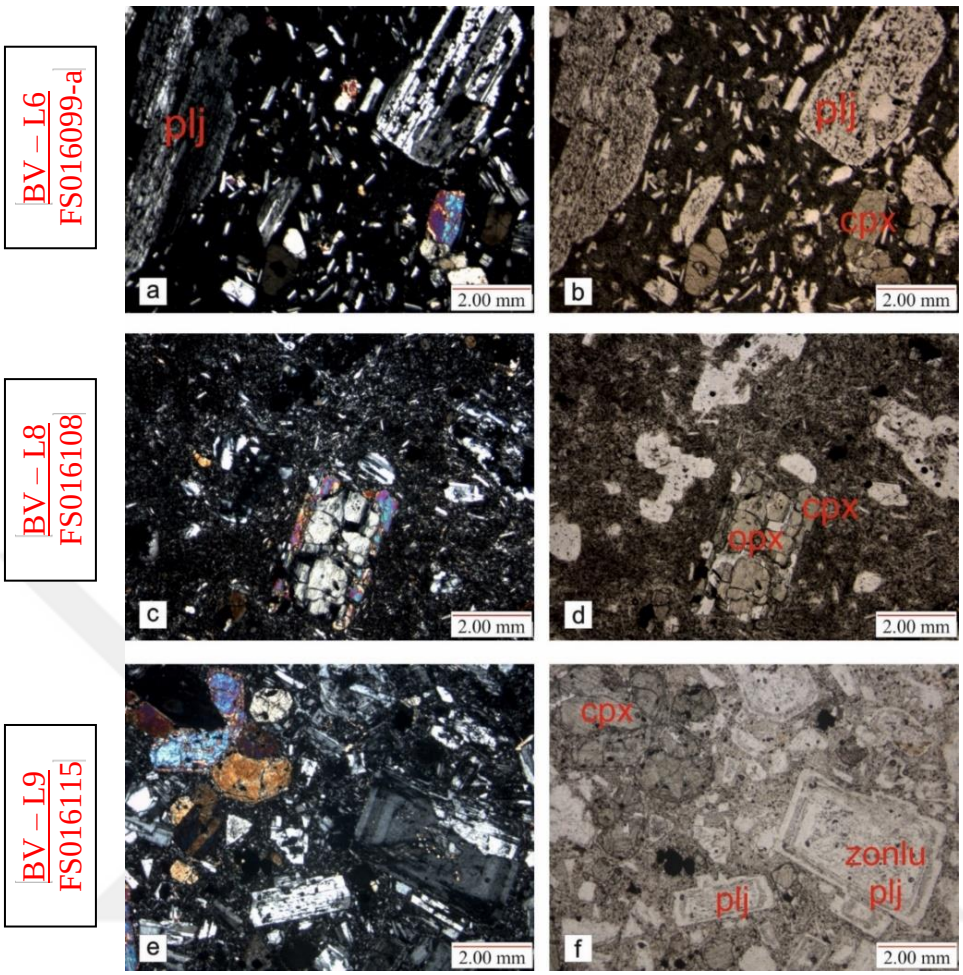
Şekil 4.159: Beyören volkanitleri lav birimlerinde gözlenen olivin kristallerini gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. plj: Plajiyoklaz; olv: Olivin; cpx: Klinopiroksen; snd: Sanidin).

Piroksen

Beyören volkanitleri serisini oluşturan birimler içerinde bulunan piroksen kristalleri klinopiroksenler ile ortopiroksenlerdir. BV – L10 birimi haricinde diğer tüm birimlerde %4 – 22 arasında değişen oranlarda bulunmaktadır. Klinopiroksenler, ortopiroksenlere oranla daha fazla bulunmaktadır. Piroksen kristalleri genel olarak düzgün şekilli (sekizgen ve prizmatik çubuksu) olup, basit ikizlenme göstermektedirler (Şekil 4.160 a-b, g-h; Şekil 4.161 a-b). İri klinopiroksen kristalleri içerisinde eksolüsyon lamelleri gelişmiştir (Şekil 4.160 e-f). Klinopiroksenlerin bir araya gelmesiyle kümülat dokular (Şekil 4.161 e-f), klinopiroksenler içerisinde gözlenen feldispat (Şekil 4.160 g-h), ve ortopiroksen kristali (Şekil 4.161 c-d) ile poiklitik dokular, yine piroksen minerallerinin oluşturduğu dokulardır. Klinopiroksenler 30 - 62º derecede değişen 2V açılarına sahiptirler.



Şekil 4.160: Beyören volkanitleri lav birimlerinde gözlenen piroksen kristallerini gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. plj: Plajiyoklaz; olv: Olivin; cpx: Klinopiroksen; opx: Ortopiroksen; snd: Sanidin).

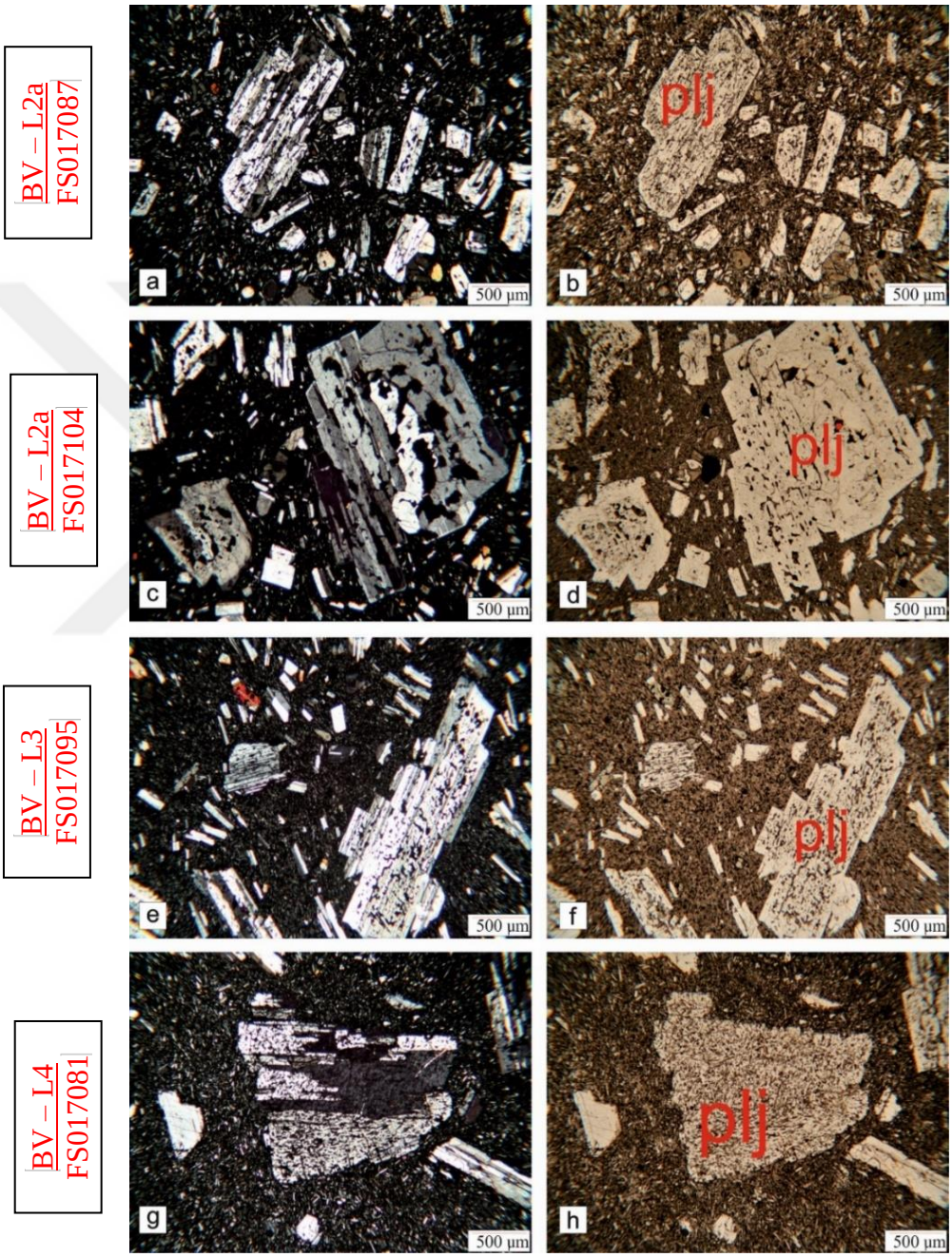


Şekil 4.161: Beyören volkanitleri lav birimlerinde gözlenen piroksen kristallerini gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; opx: Ortopiroksen).

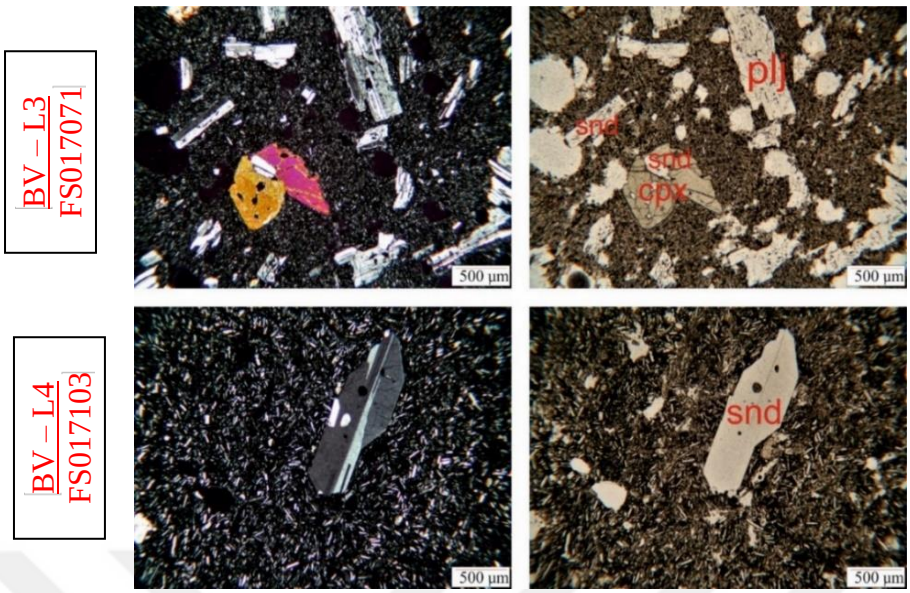
Feldispat

Feldispat kristalleri, Beyören volkanik serisini oluşturan lavlarda esas kayaç yapıcı minerallerdendir. Lav birimleri içerisinde %15 – 40 arasında fenokristaller halinde ve hamur içerisinde mikro kristaller ve/veya mikrolitler şeklinde bulunmaktadır. Plajiyoklaz kristalleri genellikle korozyon dokuları göstermektedirler (Şekil 4.162). Korozyondan etkilenmemiş, düzgün albit ikizlenmeli plajiyoklaz kristallerinde yapılan, sönme açısına göre plajiyoklaz türünü saptama işlemleri sonucunda bu seriyi oluşturan lavlarda labrador - andezin – oligoklaz türü plajiyoklaz kristallerinin sönme açıları 8 - 40º arasında değişmektedir.

Sanidin kristalleri hemen hemen tüm lav birimlerinde bulunmaktadır. Özellikle trakitik doku gösteren lav birimlerinde hem hamur içerisinde mikrolitler şeklinde, hem de fenokristaller halinde gözlenmektedir. Sanidin kristalleri düzenli karlspad ikizlenmesi göstermektedir (Şekil 4.163).



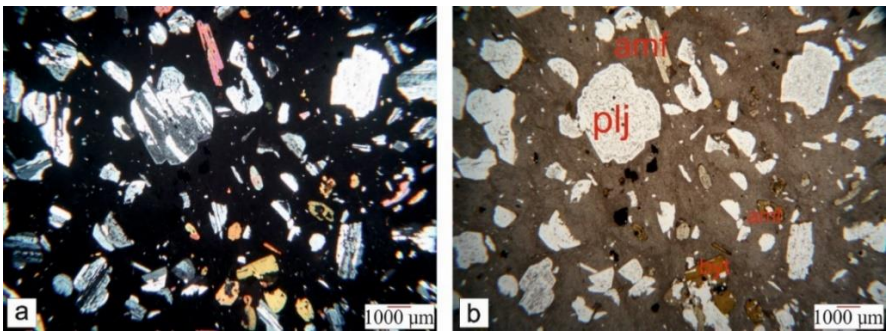
Şekil 4.162: Beyören volkanitleri lav birimlerinde gözlenen plajiyoklaz kristallerinin genel görüntüsünü ve iri plajiyoklaz kristallerinde gözlenen korozyon dokularını gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. plj: Plajiyoklaz).



Şekil 4.163: Beyören volkanitleri lav birimlerinde gözlenen sanidin kristallerinin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c: ÇN; b, d: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; snd: Sanidin).

Amfibol – Biyotit

Amfibol ve biyotit kristalleri sadece BV – L10 birimini oluşturan dasit bileşimli lavlarda bulunmaktadır. Her iki mineral de öz şekilli – yarı öz şekilli mikro kristaller olarak camsı hamur içerisinde bulunmaktadır (Şekil 4.164). Biyotitler koyu kahverengi renk pleokrizması gösterirken, amfiboller yeşil – kahverengi renk pleokrizması göstermektedir. Amfibol kristallerinin 2V açısı 56 - 58º' dir.



Şekil 4.164: Beyören volkanitleri lav birimlerinde gözlenen amfibol ve biyotit kristallerini gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a: ÇN; b: TN. a-b: BV-L10 birimine ait; FS017099 numaralı örnek. plj: Plajiyoklaz; amf: Amfibol; byt: Biyotit).

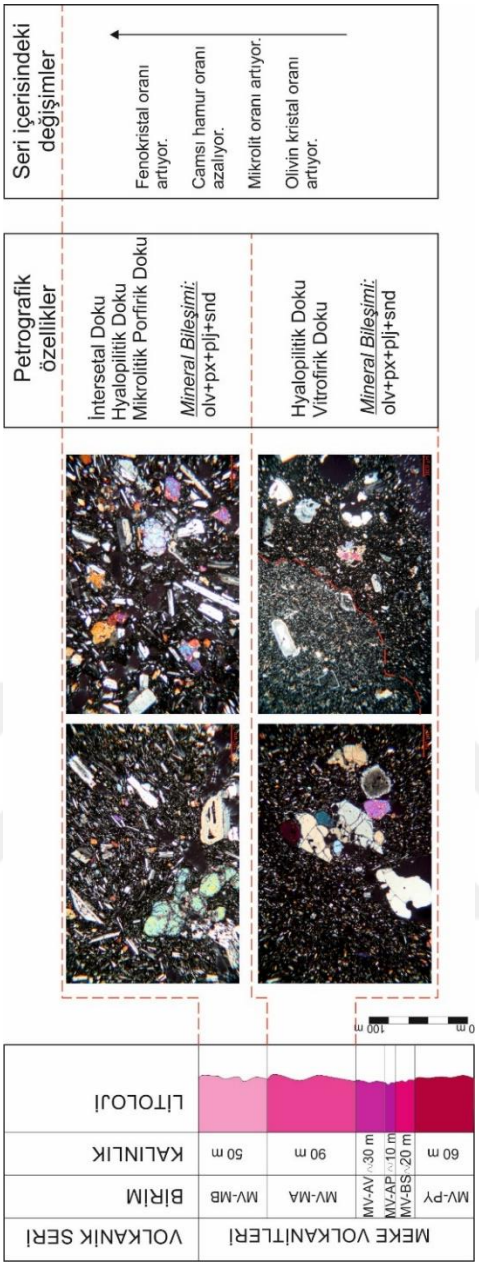
4.3.4. Meke Volkanitleri

Meke volkanitleri, KVK'yı oluşturan seriler içerisinde bulunan dördüncü seridir ve KVK'nın GB'sın da bulunan maarlar ve skorya konilerinden oluşur. Meke volkanitleri maarları oluşturan piroklastik birimlerden ve yine maarlar ile ilişkili volkanosedimeterlerden ile bu birimlerin üzerine gelen andezit bazalt bileşimli lavlardan oluşmaktadır. Bu bölümde andezit ve bazalt bileşimde olan lavların petrografik özellikleri verilecektir. Her iki lav biriminin de ana mineral fazı feldispat kristalleridir. Aynı zamanda her iki lav biriminde olivin ve piroksen kristalleri de bulunmaktadır (Tablo 4.5). Seriyi oluşturan andezit ve bazalt bileşimli lav düzeylerinde intersertal, hyalopilitik, mikrolitik porfirik ve vitrofirik dokular gözlenmektedir. (Şekil 4.165).

Bu serinin lav birimleri, andezitik bileşimli lav birimleri içerisinde bazaltik andezit bileşimli kabarcık şekilli (blob) birkaç cm boyunda kitlelerin varlığı (Şekil 4.167), bazalt bileşimli lavların fenokristal içeriğinin %50'den fazla olması ile karakteristiktir.

Tablo 4.5: Meke volkanitlerini oluşturan lav birimlerinin ortalama modal bileşimi ve gözlenen dokular

Birim Adı	**Ana mineral fazı**	**Aksesuar mineral fazı**	**İkincil mineral fazı**	**Hamur**	**Doku**
MV-MA	35% %15 (snd + plj) + %7 olv + %13 px	–	Kalsit	%65 mikrokristaller + cam	Hyalopilitik - Vitrofirik
MV-MB	55% %25 (snd + plj) + %17 olv + %13 px	–	–	45% feldispat mikrolitleri + cam	İntersertal – Hyalopilitik – Mikrolitik Porfirik

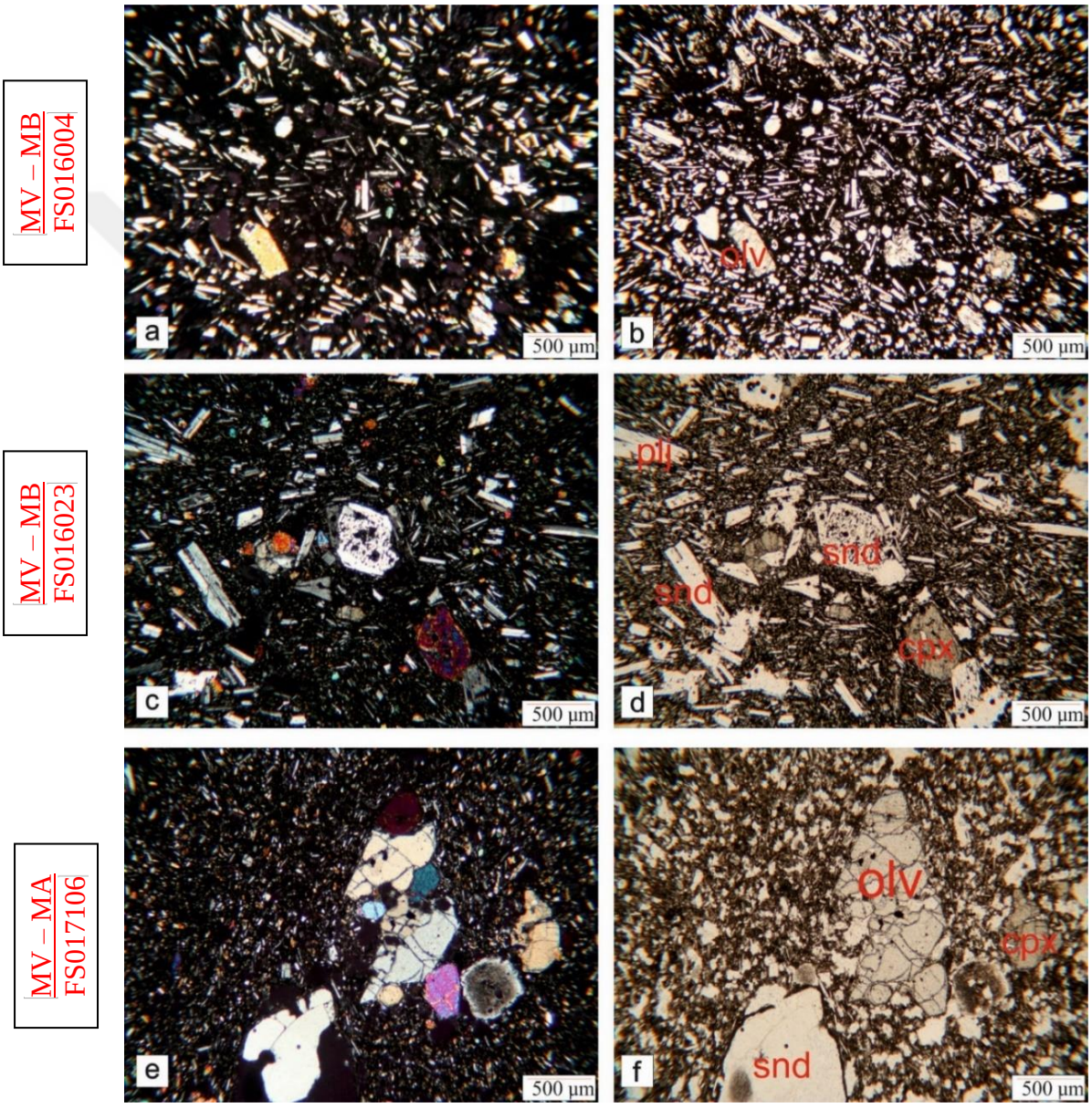


Şekil 4.165: Meke Volkanitlerinin petrografik özelliklerini gösteren özet şema.

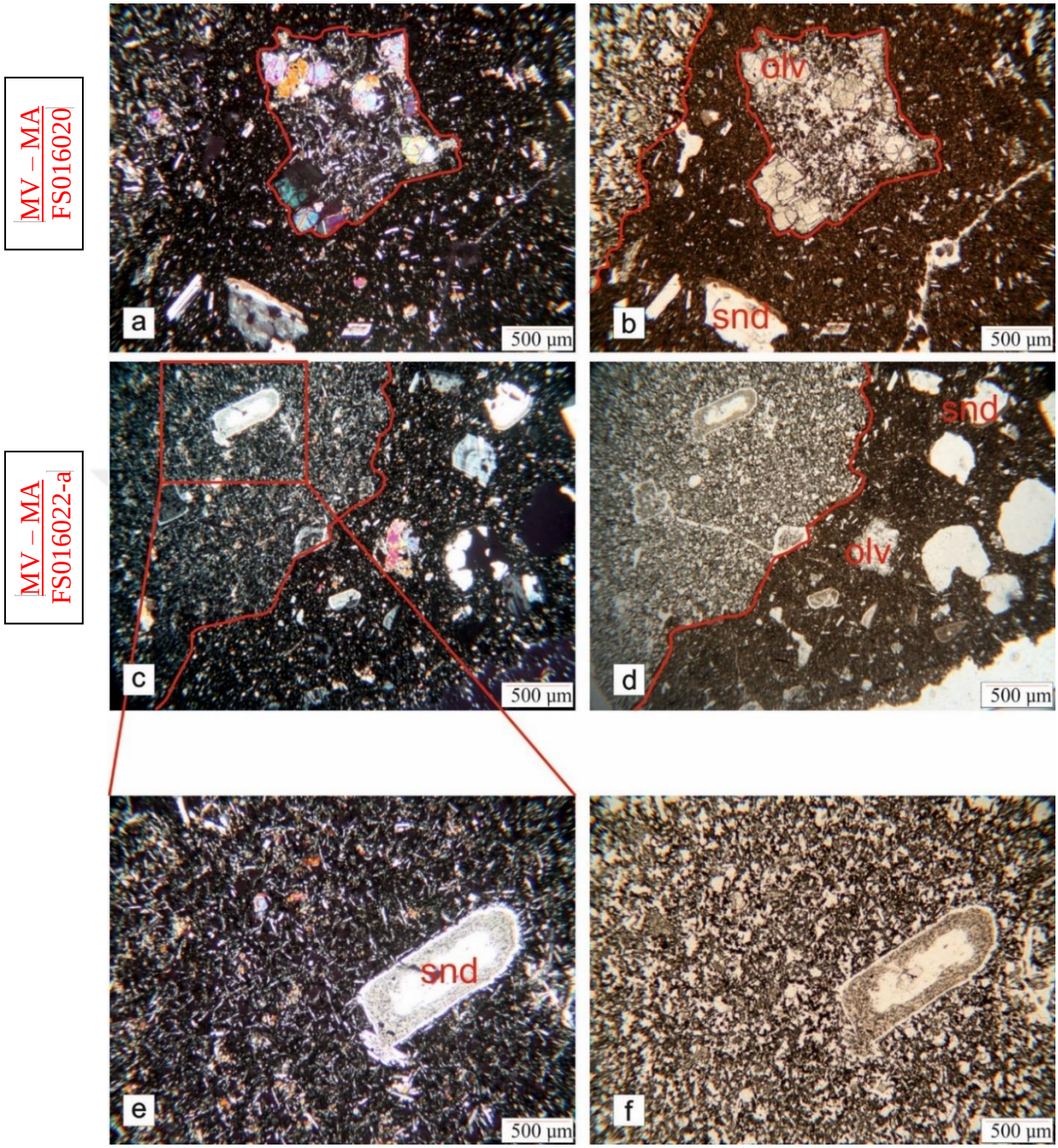
MV-MA lav biriminde camsı hamurun fenokristal ve mikrolit oranının toplamından fazla olduğu hyalopilitik doku ile cam oranının fenokristal oranından fazla olduğu vitrofirik doku (Şekil 4.166e – f) gözlenmektedir.

MV-MA birimi içerinde gözlenen bazaltik andezit bileşimli bloblar da ise mikrolitlerin gelişigüzel yönlendiği ve aralarını volkan camının doldurduğu intersertal doku gözlenmektedir (Şekil 4.166).

MV-MB lav biriminde intersertal, hyalopilitik ve mikrolit, fenokristal ve camdan oluşan mikrolitik porfirik doku gözlenmektedir (Şekil 4.166 a-d).



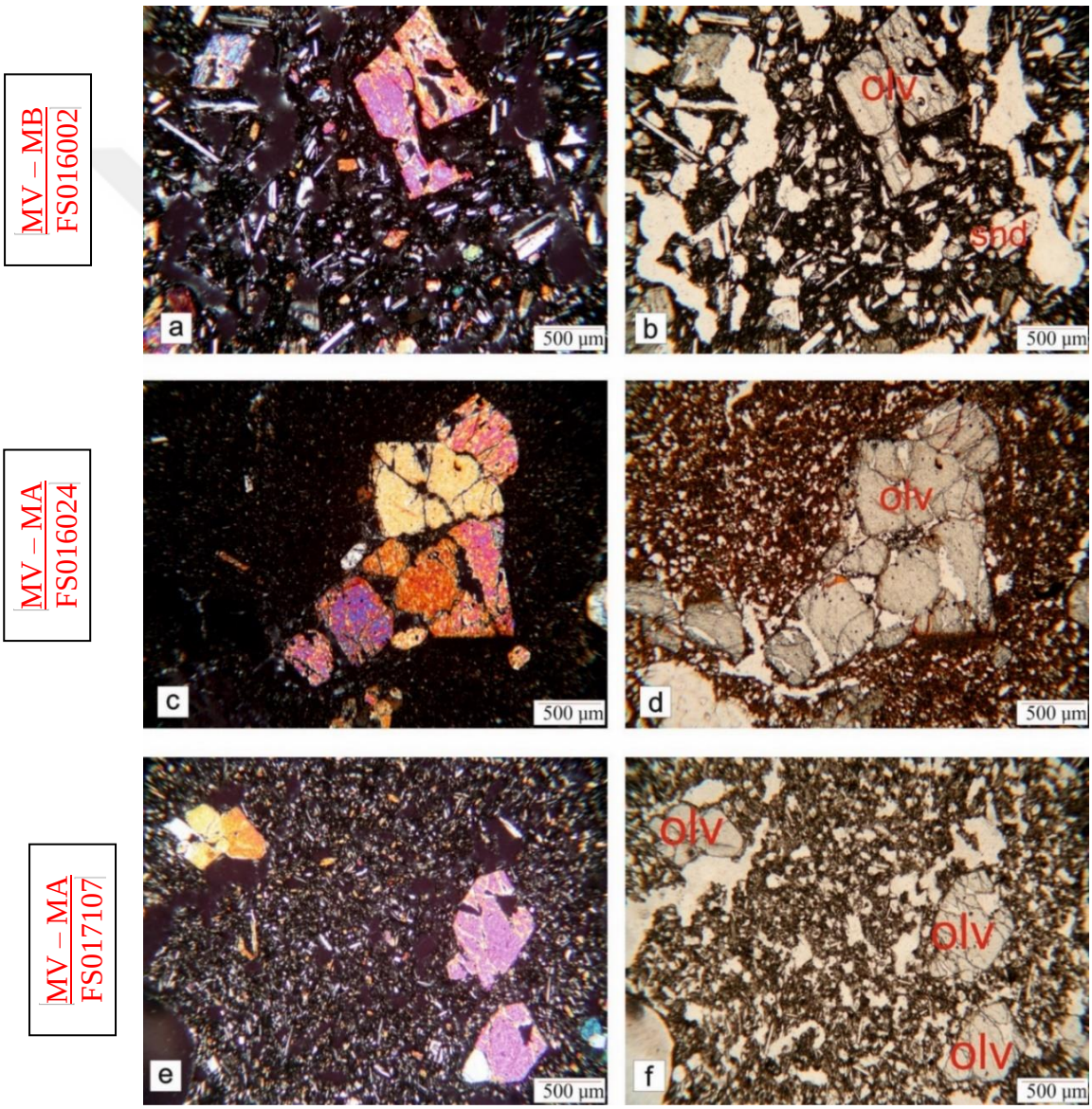
Şekil 4.166: Meke volkanitleri lav birimlerinde gözlenen dokuları gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN. plj: Plajiyoklaz; cpx: Klinopiroksen; olv: Olivin; snd: Sanidin).



Şekil 4.167: Meke volkanitleri MV-MA lav birimi içerisinde gözlenen bazaltik andezit bileşimindeki blobları gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN. e-f: FS016022-a numaralı örnek de bulunan blobun yakından görüntüsü. olv: Olivin; snd: Sanidin).

Olivin

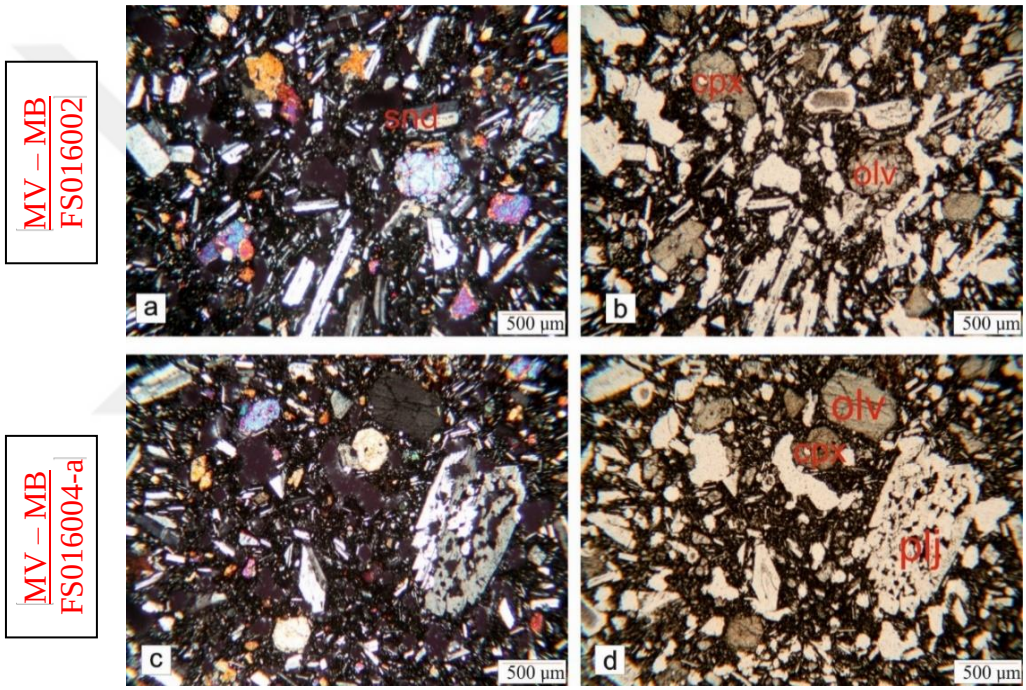
Olivin kristalleri tüm lav birimleri içerinde modal olarak %7-17 arasında değişen bir oranda bulunmaktadır. 3.sıranın canlı renklerini gösteren olivin kristalleri genellikle alterasyondan etkilenmemiş fenokristaller halinde bulunmaktadır (Şekil 4.168). İri olivin kristalleri genellikle çatlaklı bir yapı sunmaktadırlar (Şekil 4.168a-d). Olivin kristalleri, dilinimsiz olması ve yüksek rölyefi ile piroksen kristallerinden ayırt edilebilmektedir.



Şekil 4.168: Meke volkanitleri lav birimlerinde gözlenen olivin kristallerinin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e: ÇN; b, d, f: TN. olv: Olivin; snd: Sanidin).

Piroksen

Piroksen kristalleri genellikle klinopiroksen türündedir. Ortopiroksen kristaline çoğu örnekte neredeyse hiç rastlanmamıştır. Klinopiroksen kristalleri özellikle MV-MA lav biriminde hamur içerisinde mikro kristaller şeklinde bulunurken MV-MB lav biriminde fenokristaller şeklinde bulunmaktadır. Genellikle yarı öz şekilli bulunan klinopiroksen kristalleri, canlı girişim renkleri ve eğik sönme göstermeleri ile karakteristiktir (Şekil 4.169). Bazı klinopiroksen kristallerinde basit ikizlenme gözlenmektedir. Klinopiroksen kristallerinin 2V açıları 32 - 48º arasında değişmektedir.



Şekil 4.169: Meke volkanitleri lav birimlerinde gözlenen piroksen kristallerinin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c: ÇN; b, d: TN. olv: Olivin; cpx: Klinopiroksen; snd: Sanidin).

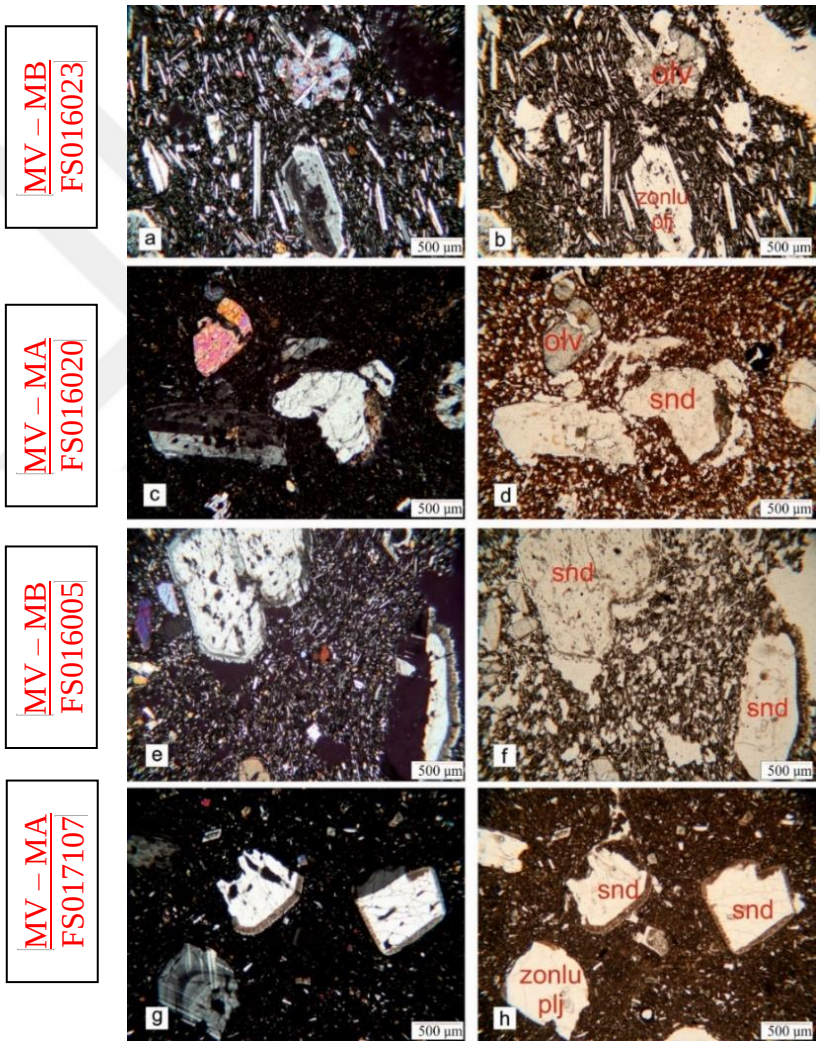
Feldispat

MV-MA ve MV- MB lav birimlerinin ana mineral fazı feldispatlardır. Feldispat kristalleri hem fenokristaller şeklinde hem de hamur içerisinde mikrolitler şeklinde bulunmaktadır. Modal bileşim oranları %15 - %25 arasında değişmektedir.

Hem plajiyoklaz hem de sanidin kristallerinde korozyon dokuları bulunmaktadır (Şekil 4.170 e-f).

Plajiyoklaz kristalleri zonlu yapı veya albit ikizlenmesi göstermektedirler (Şekil 4.170). Düzgün albit ikizlenmesi gösteren plajiyoklaz kristallerinde yapılan sönme açısına göre plajiyoklaz türü tayininde, bu seriyi oluşturan plajiyoklaz kristallerinin andezin, labrador, bitovnit türü olduğu belirlenmiştir.

Karlspad ikizlenmesi gösteren sanidin kristalleri seri içerisinde bulunan her iki lav biriminde de hem iri fenokristaller şeklinde hem de mikrolitler şeklinde bulunmaktadır (Şekil 4.170 a-b, e-f).



Şekil 4.170: Meke volkanitleri lav birimlerinde gözlenen feldispat kristallerinin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. plj: Plajiyoklaz; olv: Olivin; snd: Sanidin).

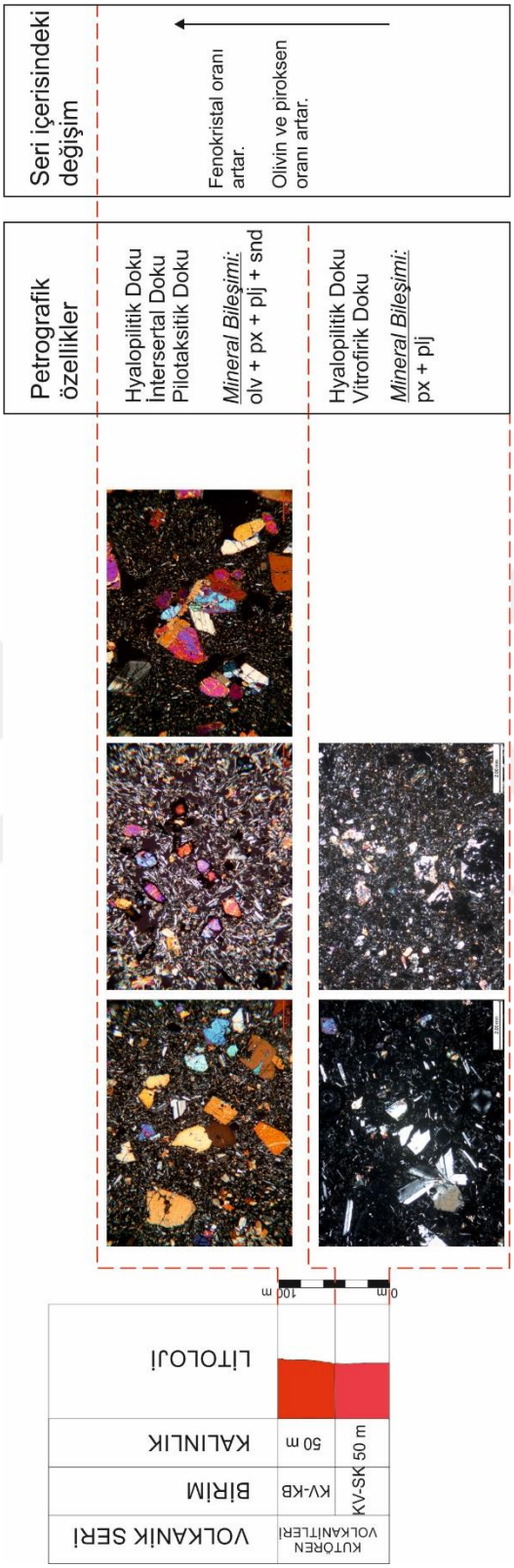
4.3.5. Kutören Volkanitleri

Kutören volkanitleri KVK'nın KD 'sunu oluşturmaktadır. Skorya konilerini oluşturan bazaltik lavlar ile geniş alanlar kaplayan bazaltik lav akışlarından meydana gelen seriyi oluşturan lavların en belirgin özelliği afirik dokulu olmalarıdır. Ayrıca her iki lav birimi de bazaltik bileşime sahip olmasına karşın içerdiği mineraller ve bu minerallerin oranları ile birbirinden ayrılmaktadır. Feldispat kristalleri diğer tüm serilerde olduğu gibi bu seride de ana kayaç yapıcı mineraldir. Feldispat kristallerinin yanı sıra olivin ve piroksen de diğer fenokristalleri oluşturmaktadır (Tablo 4.6). Kutören volkanitleri serisini oluşturan lavlarda, hyalopilitik, intersertal, pilotaksitik ve vitrofirik dokular gözlenmektedir (Şekil 4.171).

Kutören volkanitlerini oluşturan bazaltik lav birimlerini, KVK'nın GB'sını oluşturan bazaltik lavlardan ayıran en temel özellik, bu lavların daha küçük taneli olmaları ve içerdikleri piroksen kristallerinin büyük oranda ortopiroksen minerallerinden oluşmasıdır.

Tablo 4.6: Kutören volkanitlerini oluşturan lav birimlerinin ortalama modal bileşimi ve gözlenen dokular.

Birim Adı	Ana mineral fazı	Aksesuar mineral fazı	İkincil mineral fazı	Hamur	Doku
KV-SK	35% %20 (snd + plj) + %5 olv + %10 px	–	Kil min.	%65 mikrokristaller + mikrolitler + cam	Hyalopilitik - Vitrofirik
KV-KB	55% %25 (snd + plj) + %20 olv + %10 px	–	–	45% feldispat mikrolitleri + cam	İntersertal – Hyalopilitik – Pilotaksitik



Şekil 4.171: Kutören volkanitlerinin petrografik özelliklerini gösteren özet şema.

KV-SK birimini oluşturan lavlarda hyalopilitik ve vitrofirik doku gözlenirken, KV-KB birimini oluşturan lavlarda hyalopilitik dokunun yanı sıra intersertal ve pilotaksitik doku gözlenmektedir (Şekil 4.172).

Olivin

Kutören volkanitlerini oluşturan KV-SK ve KV-KB birimlerini oluşturan lavlar içerisindeki olivin kristallerinin oranı %5-20 arasında değişmektedir. Olivin kristalleri bir araya gelerek kümülüs dokuları oluşturdukları gibi (Şekil 4.173), hamur içerisinde küçük ve/veya fenokristaller halinde de bulunmaktadır (Şekil 4.172 ve 4.173). Genellikle alterasyondan etkilenmemiş taze olivin kristallerinin yanı sıra az da olsa bazı örneklerde, özellikle KV-SK birimine ait lav örneklerinde, olivin kristallerinde kenar zonlarından itibaren indigsitleşme gözlenmektedir (Şekil 4.172 g-h). Çatlaklı bir yapı gösteren olivin kristalleri yarı öz şekillidirler.

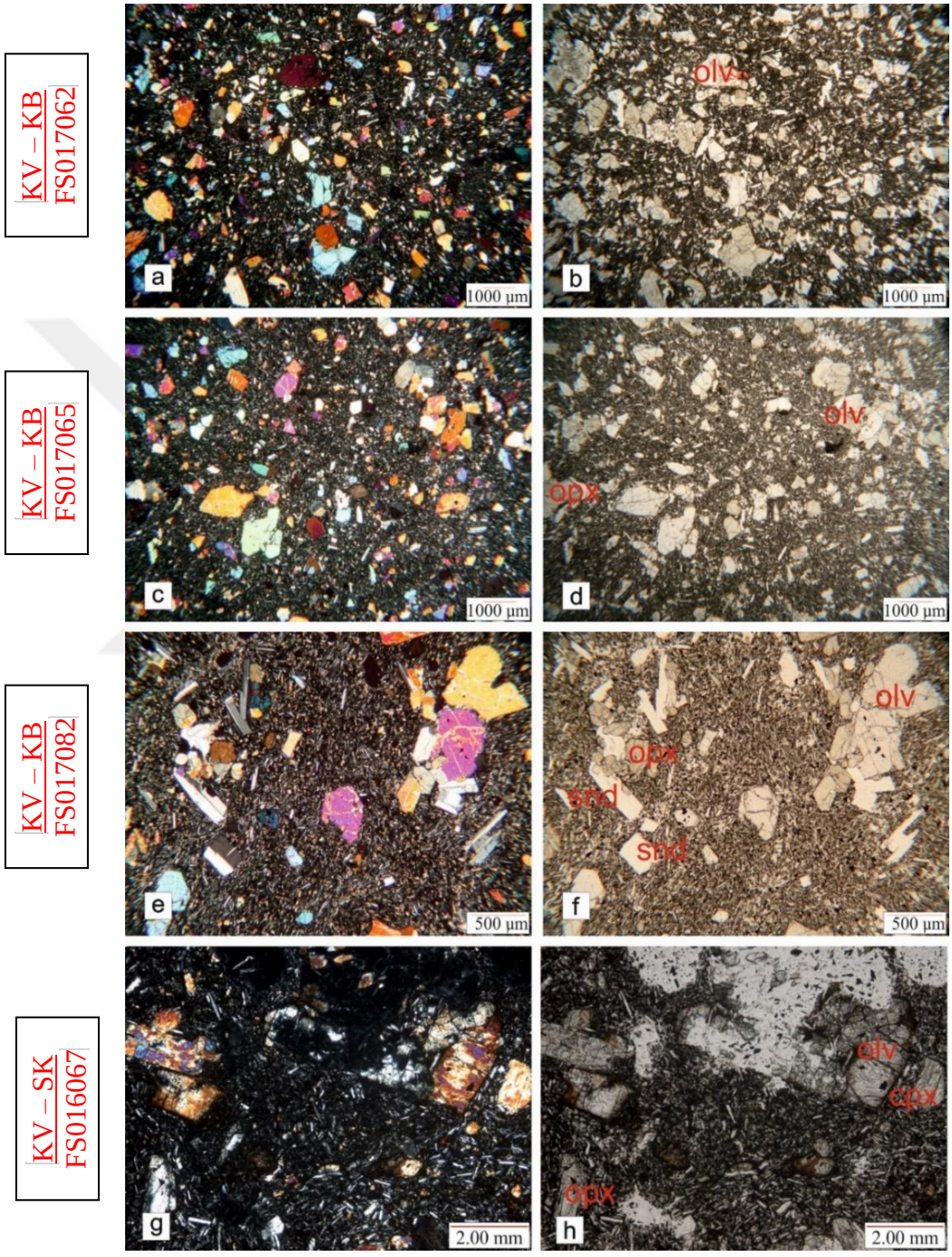
Piroksen

Seriyi oluşturan lav birimleri içerisindeki piroksen kristalleri hem klinopiroksenler hem de ortopiroksenlerden oluşmaktadır (Şekil 4.172). Özellikle KVK'nın KD' sunu oluşturan geniş yayılım gösteren KV-KB lav birimine ait bazaltik lavlar içerisinde ortopiroksen kristalleri gözlenmektedir. Ortopiroksen kristalleri soluk girişim renkleri ve paralel sönmeleri ile klinopiroksen kristallerinden ayırt edilmektedir. Ortopiroksen ve klinopiroksen kristallerinde basit ikizlenme görülmektedir. Klinopiroksen kristallerinin 2V açıları 32 - 48º arasında değişmektedir.

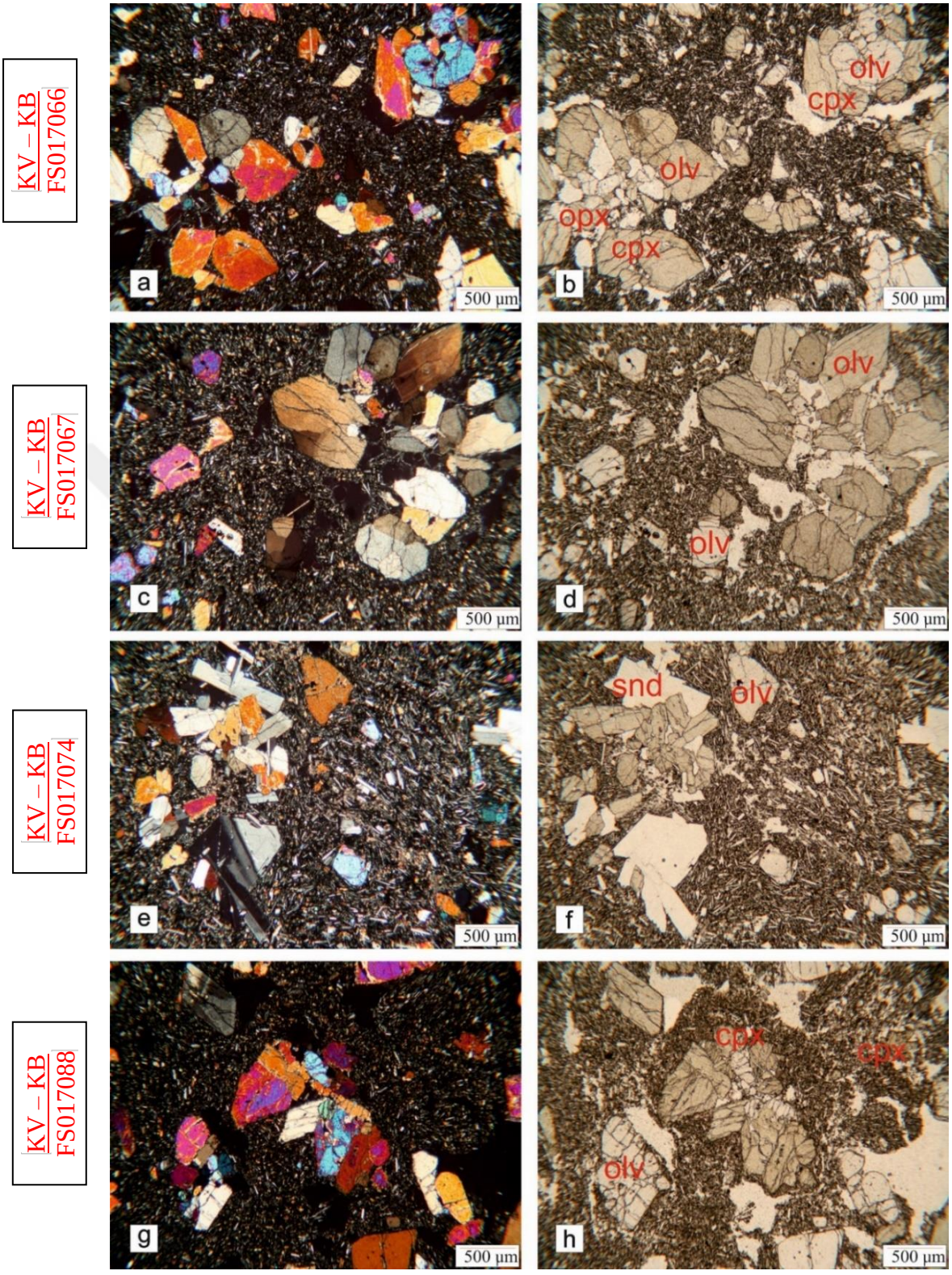
Feldispat

Plajiyoklaz ve sanidin kristallerinin oluşturduğu feldispat kristalleri hem fenokristaller halinde hem de hamur içerisinde mikrolitler şeklinde bulunmaktadır. Genellikle mikrolitler şeklinde bulunan plajiyoklaz mineralleri düzgün albit ikizlenme göstermekte olup, diğer volkanik serilerde yaygın olan gözlenen korozyon dokularını göstermemektedir. Bu da bize bu seriyi oluşturan lavların magma karışım olaylarından etkilenmediğini göstermektedir. Plajiyoklaz türleri (her iki seri için de); Labrador – bitovnit olup sönme açıları 28-44º arasında değişmektedir.

Sanidin kristalleri ise plajiyoklaz kristallerinin aksine genellikle iri fenokristaller halinde bulunmaktadır. Karlspad ikizlenmesi gösteren sanidinler genellikle öz şekillidirler (Şekil 4.173 e-f).



Şekil 4.172: Kutören volkanitleri lav birimlerinde gözlenen dokuları gösteren çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. olv: Olivin; opx: Ortopiroksen; cpx: Klinopiroksen; snd: Sanidin).



Şekil 4.173: Kutören volkanitleri lav birimlerinde gözlenen minerallerin çift nikol ve tek nikol ince kesit fotoğrafları (a, c, e, g: ÇN; b, d, f, h: TN. olv: Olivin; opx: Ortopiroksen; cpx: Klinopiroksen; snd: Sanidin).

4.4. JEOKİMYA

Bu bölümde çalışma alanı içerisindeki volkanik kayaçların jeokimyasal sınıflaması ve özellikleri ele alınacaktır. Jeokimyasal analiz sonuçlarının nasıl ve hangi yöntemler ile elde edildiği tezin malzeme yöntem kısmında ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

Çalışma alanında bulunan volkanik kaya birimlerinden alınan ve petrografik çalışmaları yapılan toplam 327 adet lav örneğinden 65 adedi, jeokimyasal analiz için seçilmiştir. Seçilen bu örnekler belirlenirken örneklerin, Karacadağ ve çevresinde yer alan volkanik kaya birimlerini en iyi şekilde temsil etmesine ve alterasyondan en az etkilenmiş mümkün olduğunca taze lav örnekleri olmasına dikkat edilmiştir.

Lavların jeokimyasal bileşimlerindeki zaman ve mekân içindeki değişimleri doğru bir şekilde değerlendirmek ve sağlıklı petrolojik yorumlara temel oluşturmak amacıyla, tezin önceki bölümlerinden volkanostratigrafi ve petrografi bölümlerinde olduğu gibi, Karacadağ Volkanitlerine ait birimler bu bölümde de beş volkanik seri şeklinde ayrılarak değerlendirilmiştir. Örneklerin jeokimyasal analiz için seçilmesi sırasında da bu ayırıma dikkat edilmiştir. Yaşlıdan gence doğru sıralandıklarında söz konusu beş volkanik seri ve bu serilerden jeokimyasal analizi yapılan örnek sayıları şöyledir; Oymalı volkanitlerinden (VS-1) 14 örnek, Yeşilyurt volkanitlerinden (VS-2) 15 örnek, Beyören volkanitlerinden (VS-3) 18 örnek, Meke volkanitlerinden (VS-4) 9 ve son olarak Kutören volkanitlerinden (VS-5) 8 adet temsilci lav örneği. Bu örneklerin harita üzerindeki yerleri Ek-4’ de, seçilen örneklere ait ana oksit, iz element ve nadir toprak element (NTE) jeokimyasal analiz sonuçları Ek 5 ve Ek 6’da verilmiştir.

Bu bölümde sadece jeokimyasal analiz sonuçlarının genel bir değerlendirmesi, elde edilen diyagramlar üzerindeki verilerin dağılımının / trendlerin köken ve petrolojik neden konularına özellikle girilmeksizin genel bir tanımlaması verilmiştir. Söz konusu diyagramlarda gözlemlenen trendlerin oluşum nedenlerinin petrolojik yorumları ise, petrolojik modelleme sonuçları ile birlikte tezin tartışma ve sonuç bölümünde ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

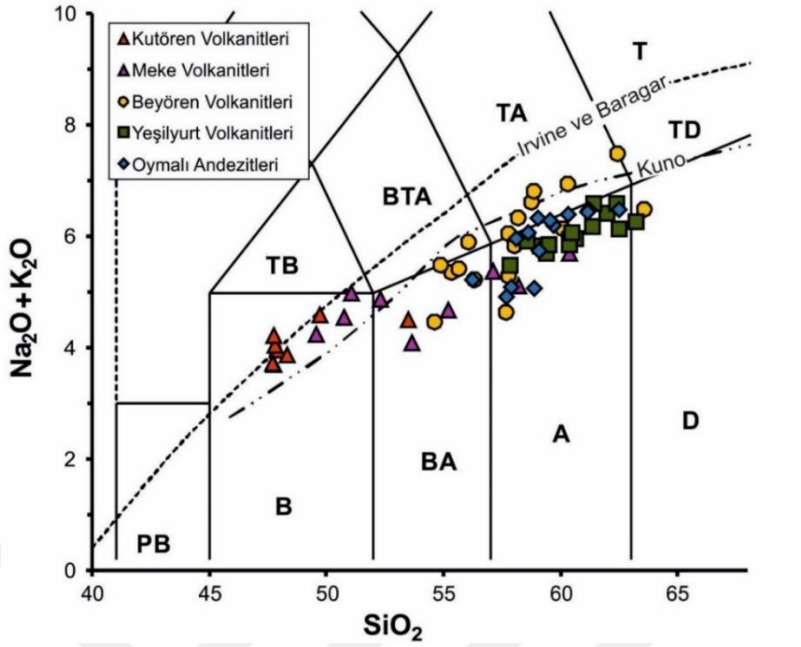
4.4.1. Jeokimyasal Sınıflama

Karacadağ Volkanitlerine ait analiz edilen örneklerin jeokimyasal sonuçları susuz bazda yeniden hesaplanmıştır. Yani örneklerin her birinden elde edilmiş ateşte su kaybı (LOI) değerleri, ana oksit analiz değerlerine matematiksel yöntemle orantılı olarak şekilde dağıtılarak eklenmiştir. Jeokimyasal sınıflamalar da, hesaplanan bu susuz bileşim değerleri kullanılamıştır.

Karacadağ Volkanitlerinin sınıflamasında Toplama Alkali – Silika (TAS; LeBas ve diğ., 1986) sınıflama diyagramı kullanılmıştır. Bu sınıflamaya göre Karacadağ Volkanitlerine ait lav örneklerinin bazalttan dasite kadar değişen geniş bir jeokimyasal bileşime sahip oldukları görülmektedir (Şekil 4.174).

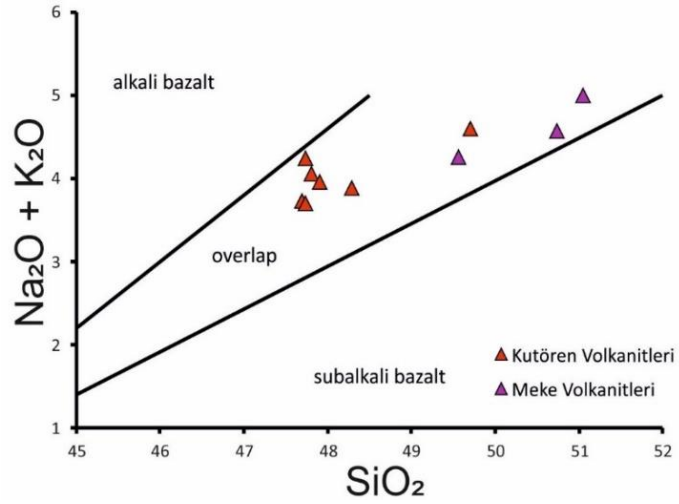
Oymalı volkanitleri, bazaltik andezitten (sadece tek örnek) andezite doğru değişen bir bileşim gösterirken, Yeşilyurt volkanitleri, andezitten dasite (tek örnek) doğru değişen bir bileşim göstermektedir. Beyören volkanitleri, diğer birimlerden daha geniş bir bileşim aralığında bazaltik andezit, andezit, trakiandezit ve dasit bileşiminde lavlardan oluşmaktadır. Meke volkanitleri, bazalttan andezite doğru değişen bir bileşime sahiptirler. Kutören volkanitleri ise, bazaltik andezit bileşime sahip tek bir skorya konisi örneği haricinde bazalt bileşimine sahiptir.

Karacadağ volkanitleri'ne ait lav örneklerinin alkali – sub alkali özelliklerini belirlemek için TAS diyagramı üzerine Irvine ve Baragar (1971) ve Kuno (1968) alkali – sub alkali ayırtlama çizgileri iz düşülmüştür. Irvine ve Baragar (1971) alkali – sub alkali ayırtlama çizgisine göre, Kutören volkanitlerine ait bazalt bileşimine sahip iki lav örneği haricinde diğer tüm lav örnekleri sub alkali alana iz düşmektedir. Kuno (1968) alkali – sub alkali ayırtlama çizgisine göre ise, Meke ve Kutören volkanitlerine ait bazalt örnekleri ve Beyören volkanitlerine ait 4 lav örneği alkali alana iz düşerken geriye kalan tüm örnekler sub alkali alana iz düşmektedir



Şekil 4.174: Volkanik kayaçlar için kullanılan Toplam Alkali – Silika (TAS; Le Bas ve diğ., 1986) sınıflama diyagramı (PB: Pikritik Bazalt, B: Bazalt, BA: Bazaltik Andezit, A: Andezit, D: Dasit, TB: Trakibazalt, BTA: Bazaltik Trakiandezit, TA: Trakiandeit, TD: Traki Dasit, T: Trakit. Irvine ve Baragar, Kuno; alkali – sub alkali ayırtlama çizgileri).

Karacadağ Volkanitlerine ait bazaltları Bellieni ve diğ., (1983)'nin alkali bazalt – sub alkali bazalt sınıflama diyagramına iz düştüğümüzde örneklerin, alkali ve subalkali alanların ortak kesişme (overlap) alanına düştüğü gözlenmektedir (Şekil 4.175).



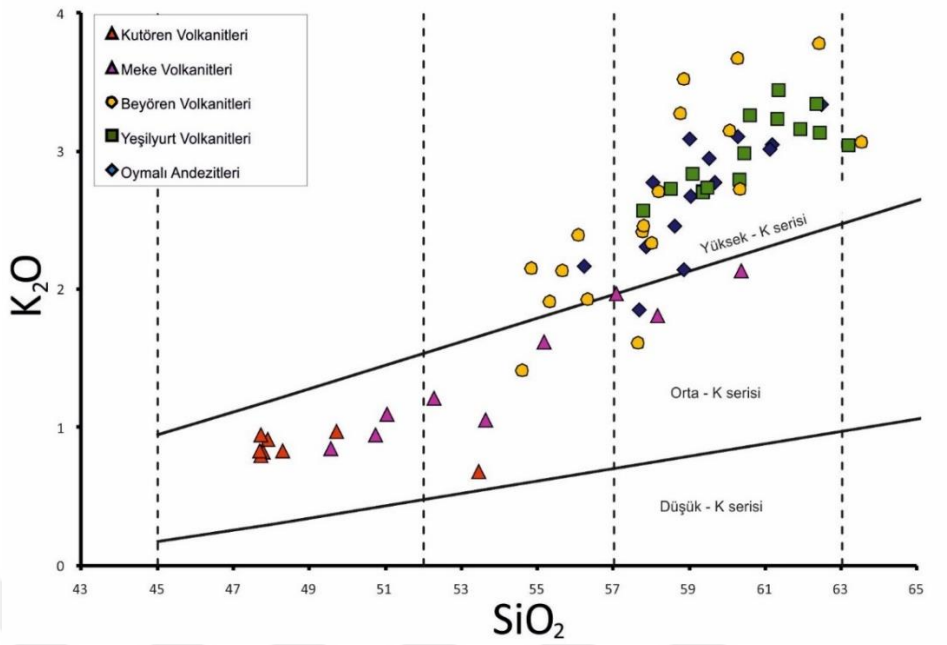
Şekil 4.175: TAS diyagramında alkali ve sub alkali bazalt sınıflama diyagramı (Bellieni ve diğ., 1983).

Karacadağ Volkanitlerine ait lavları oluşturan örnekler, Peccerillo ve Taylor (1976) K_2O –SiO_2 diyagramında Yüksek – K serisi ve Orta – K serisi alanlarına iz düşmektedir (Şekil 4.176). Bu diyagramda dikkati çeken önemli bir nokta, Meke ve Kutören volkanitlerinin tümünün Orta – K serisi karakteri taşıyor olmalarıdır.

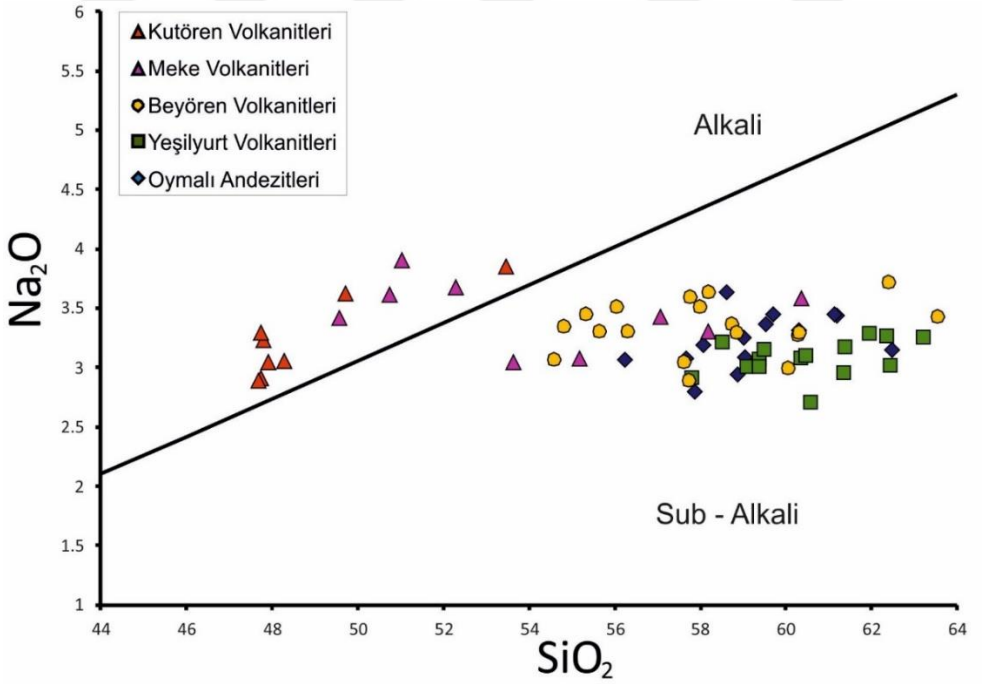
Na_2O – SiO_2 değişim diyagramında ise Meke volkanitleri'ni oluşturan bazalt örnekleri ve Kutören volkanitleri'ni oluşturan bazaltlar alkali alana düşerken, diğer volkanik serileri oluşturan lavlar sub alkali alana iz düşmektedir (Şekil 4.177).

K_2O – SiO_2 değişim diyagramında da örneklerin büyük çoğunluğu K – serisi alanına iz düşerken, Meke volkanitlerinin bir kısmı ve Kutören volkanitlerinin tamamı Na – serisini oluşturmaktadır (Şekil 4.178). Bir örnek hariç ilk üç lav serisinin tümü ise K-Serisi alanında yer almaktadır. Dolayısıyla ilk üç lav serisi ile son iki lav serisi, jeokimyasal açıdan farklı karakterler sergilemektedir.

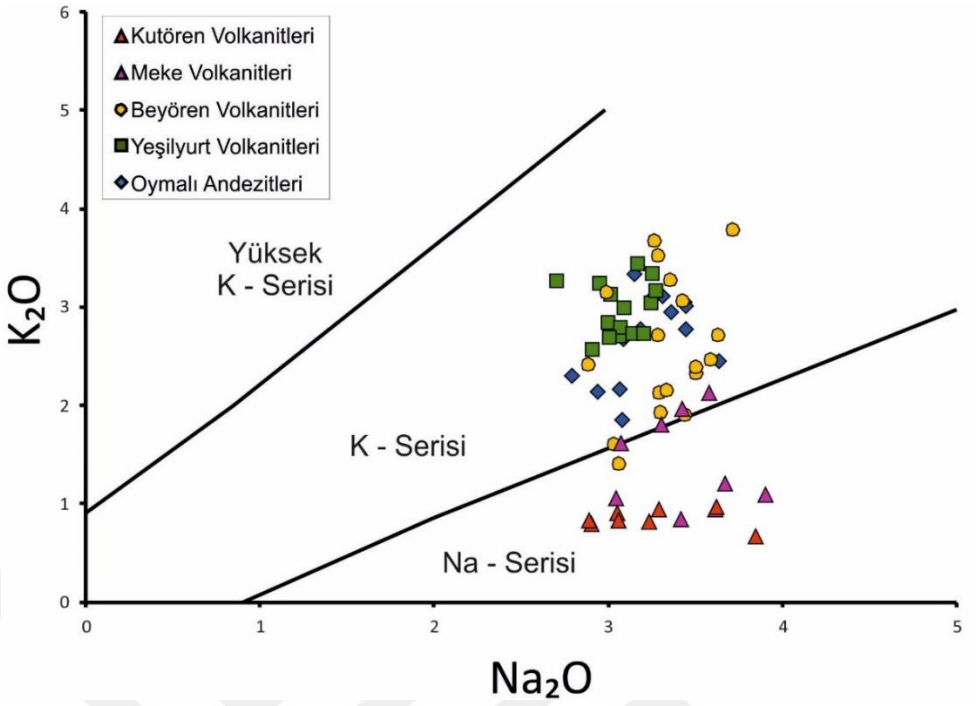
Karacadağ volkanitlerine ait örnekleri Miyashiro (1974)'nun toleyitik – kalk alkali seri ayırtlama diyagramına iz düştüğümüzde, örneklerin hem toleyitik hem de kalkalkali seri alanına iz düştüğü gözlenmektedir (Şekil 4.179). Ancak aynı örnekleri Irvine ve Baragar (1971)'ın AFM diyagramına iz düştüğümüzde tüm örneklerin kalk-alkalin alanda yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.180). Yine aynı diyagramda Kuno (1968)'nun toleyitik – kalk alkali seri ayırtlama çizgisi iz düşüldüğünde, Karacadağ volkanitleri'ne ait lav örneklerinin toleyitik alanda yoğunlaştığı gözlenmektedir. Meke volkanitlerinden dört, Kutören'den bir, Yeşilyurt volkanitleri'ne ait lav örneklerinin yarısından fazlası kalkalkali olarak sınıflanmaktadır.



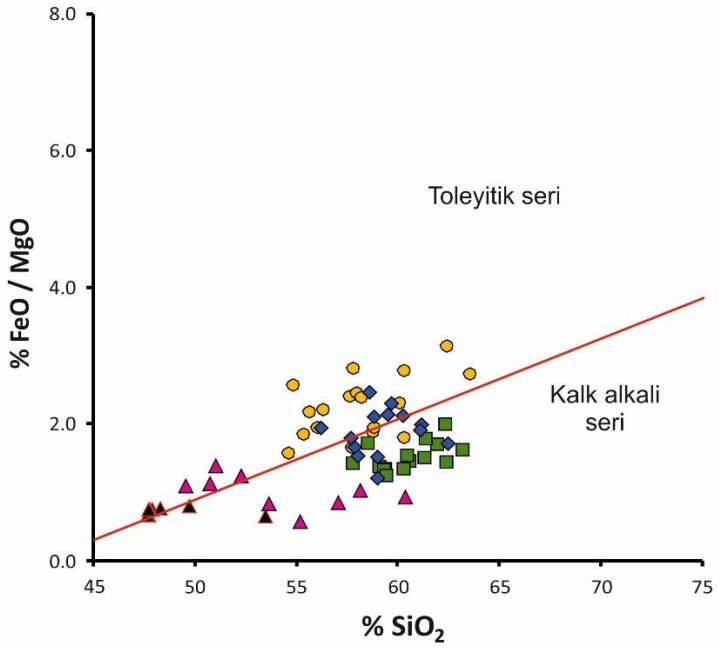
Şekil 4.176: Karacadağ Volkanitlerine ait K_2O – SiO_2 diyagramı (Peccerillo ve Taylor (1976).



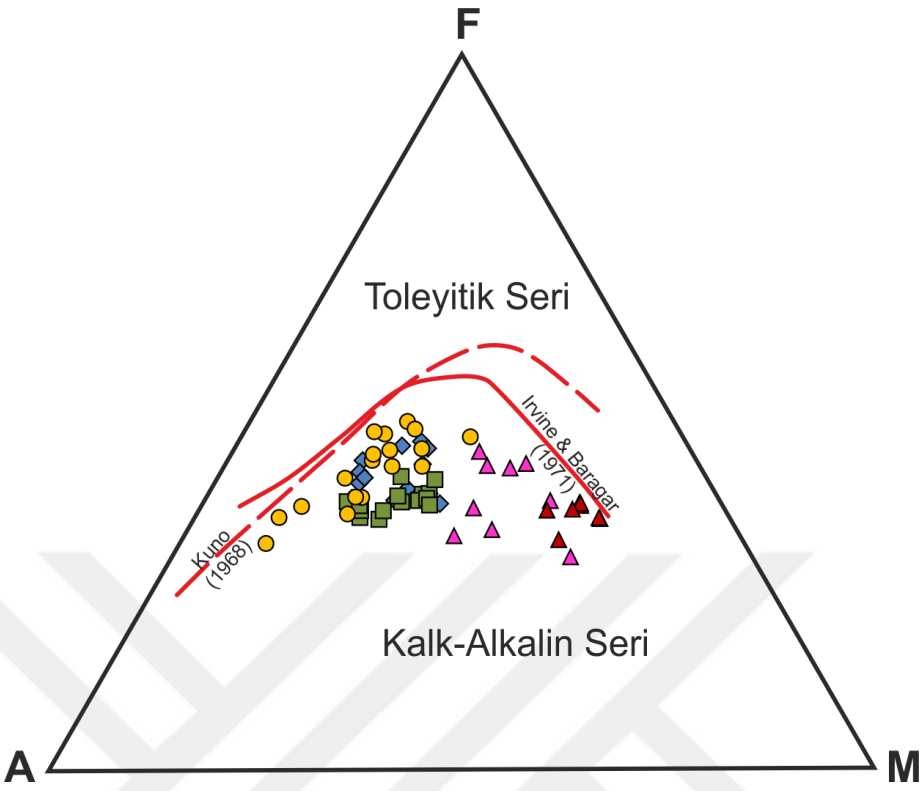
Şekil 4.177: Karacadağ Volkanitlerine ait Na_2O – SiO_2 diyagramı (Peccerillo ve Taylor (1976).



Şekil 4.178: Karacadağ Volkanitlerine ait K_2O – Na_2O diyagramı.



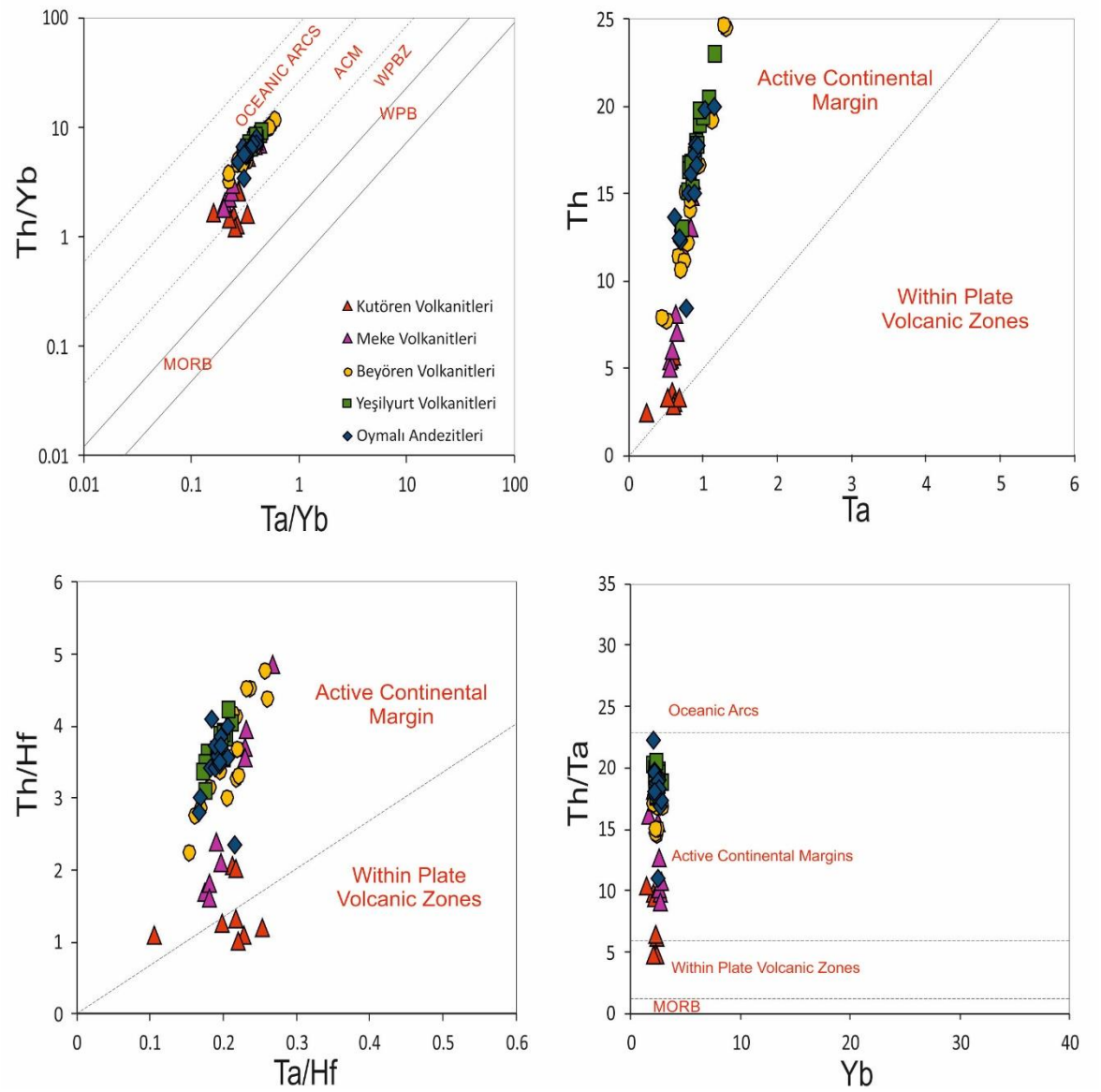
Şekil 4.179: Karacadağ Volkanitlerine ait FeO/MgO – Si_2O diyagramı (Miyashiro,1974).



Şekil 4.180: Karacadağ Volkanitlerine ait AFM diyagramı (Irvine ve Baragar (1971), A:Toplam alkali ($Na_2O + K_2O$), F:FeOT M:MgO).

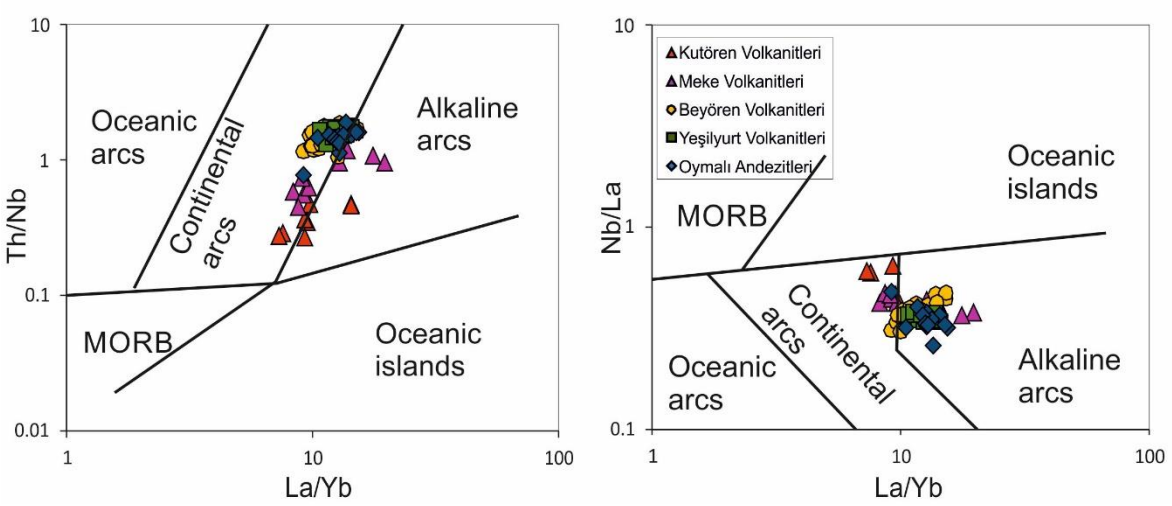
4.4.2. Tektonik Ortam Sınıflama Diyagramları

Karacadağ Volkanına ait lav örnekleri, Schandall ve Gorton (2002) tektonik ayırtlama diyagramlarına iz düşüldüğünde örneklerin büyük bir kısmının aktif kıta kenarı alanına ve Kutören volkanitlerine ait birkaç örneğinde kıta içi volkanizma alanına düştüğü görülmektedir (Şekil 4.181).



Şekil 4.181: Karacadağ Volkanitlerine ait tektonik ortam sınıflama diyagramları (Schandall and Gorton, 2002; Oceanic Arcs: Okyanusal Yay, ACM: aktif kıta kenarı (Active Continental Margin):, WPBZ: Kıta içi Volkanik Kuşak (Within Plate Volcanic Zone), MORB: Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı (Mid Ocean Ridge Basalt).

Yine Karacadağ Volkanına ait lav örnekleri, Hollocher (2012) tektonik ayırtlama diyagramlarına iz düşüldüğünde örneklerin büyük bir kısmının kıtasal yay alanına, Meke ile Kutören volkanitleri'ne ait birkaç örneğin ise alkaken yay volkanizma alanına izdüştüğü görülmektedir (Şekil 4.182).



Şekil 4.182: Karacadağ Volkanitlerine ait tektonik ortam sınıflama diyagramları (Hollocher, 2012; Oceanic Arcs: Okyanusal Yay, Continental Arcs: Kıtasal Yay, Alkaline Arcs: Alkali Yaylar, Oceanic Islands: Okyanusal Adalar, MORB: Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı).

4.4.3.Karacadağ Volkanitlerinin Ana Oksit Ayrımlaşma Trendleri

Karacadağ volkanitlerine ait beş volkanik serinin lavlarına ait ana element oksit – SiO_2 Harker değişim diyagramları Şekil 4.183' de verilmiştir.

Tüm kaya ana oksit ayrımlaşma trendlerini ve bu trendlerin bazik uçtaki olası başlangıç bileşimlerini incelediğimizde, bu trendlerin olasılıkla iki farklı kaynaktan türemiş iki farklı bazik uç üyeden başlıyor olabilecekleri görülmektedir. Tezin tartışma ve sonuçlar kısmında ayrıntılı olarak ele alınacak olan bu bazaltik uç üyeler, terimin İngilizce kısaltmasına (Basaltic End-Member) sadık kalınarak, BEM 1 ve BEM 2 kısaltmaları ile tanımlanmıştır. BEM 1 başlangıç bileşimi FS017065, ve FS017062 numaralı örnekler, BEM 2 ise FS016069 nolu örnekle temsil edilmektedir. Bu iki bazaltik uç üye bileşimi, bu bölümdeki tüm grafiklere iz düşülerek gösterilmiştir.

Karacadağ Volkanitlerine ait ana element oksit – SiO_2 Harker diyagramlarında ayrımlaşma trendlerini ayrıntılı olarak göstermek ve daha sağlıklı bir karşılaştırmaya olanak sağlamak adına, Şekil 4.183'deki her bir element oksidine ait Harker diyagramları, VS 1 ve VS 2 serilerine (Oymalı volkanitleri ve Yeşilyurt volkanitleri) ait veri noktaları solda, VS 3, VS 4 ve VS 5 serilerine (Beyören, Meke ve Kutören volkanitleri) ait veri noktaları ise sağda olacak

şekilde ikişerli takım diyagram şeklinde düzenlenerek gösterilmiştir. Bu diyagramlar üzerine ise BEM bileşimleri ve olası ayrımlaşma trendleri eklenmiştir.

Grafiklerde gösterilen olası ayrımlaşma trendleri FC-1, FC-2a, FC-2b, FC-3 ve FC-4 olarak isimlendirilmiştir. FC-1; VS 1 ve VS 2 serilerine ait lavlara ait ayrımlaşma trendini, FC-2a; VS 3 serisine ait Beyören ve çevresinde yayılım gösteren lavlara ait ayrımlaşma trendini, FC-2b; yine VS 3 serisine ait Karacadağ kuzey doğusunda yayılım gösteren lavlara ait ayrımlaşma trendini, FC-3; VS 4 serisine ait ayrımlaşma trendini ve FC – 4 ise VS 5 serisine ait lavlara ait ayrımlaşma trendini göstermektedir. Ayrıca BEM 1 ve BEM 2 arasında dizilen analiz noktalarının oluşturduğu trend ise, olasılıkla iki farklı kaynak alandan türemiş olduğu varsayılan iki primitif magma arasında meydana geldiği veya kaynak heterojenitesini yansıttığı için PMM (Primitive Magma Mixing) kısaltması ile gösterilmektedir. Bahsi geçen bu trendlerin ayrıntılı olarak açıklaması ve oluşum nedenleri tezin tartışma kısmında verilecektir.

Karacadağ volkanitlerine ait ana oksit Harker değişim diyagramlarında, tüm ana oksitler artan SiO_2 konsantrasyonu ile iyi bir korelasyon göstermektedir. BEM 1 ve BEM 2 arasında olduğu düşünülen magma karışım (mixing) trendi (PMM), MnO, CaO, Na_2O ve P_2O_5 – değişim diyagramlarında oldukça belirgin olarak gözlenirken, Al_2O_3, TiO_2, Fe_2O_3, MgO ve K_2O –SiO_2 değişim diyagramlarında net olarak gözlenememektedir.

Al_2O_3 – SiO_2 Harker değişim diyagramına baktığımızda, bazalt, bazaltik andezit bileşimli lavlardan oluşan Kutören ve Meke volkanitlerinin çoğunluğunu oluşturan örneklerde SiO_2 konsantrasyonu yaklaşık %52'ye ulaşana kadar Al_2O_3 ile SiO_2 arasında pozitif korelasyon gözlenmektedir. Magma daha fazla evrimleşip SiO_2 bu değeri aştığında ise Al_2O_3 konsantrasyonu hızla azalarak negatif bir trend oluşturmaktadır. Beyören Volkanitlerine ait 3 örnekte (FS017087, FS017104, FS017089) plajiyoklas kristallenmesi, bu seriye ait diğer lavlardan daha az olduğu için (petrografi bölümünde ayrıntılı olarak anlatılmışır) bu örnekler için artan SiO_2 konsantrasyonuna karşılık Al_2O_3'de gradyanı daha düşük doğrusal bir trend gözlenmiştir (Şekil 4.183 b). VS-1 ve VS-2 serilerini oluşturan lavlarda ise artan SiO_2 içeriğine karşılık Al_2O_3 konsantrasyonu azalmaktadır (Şekil 4.183 a).

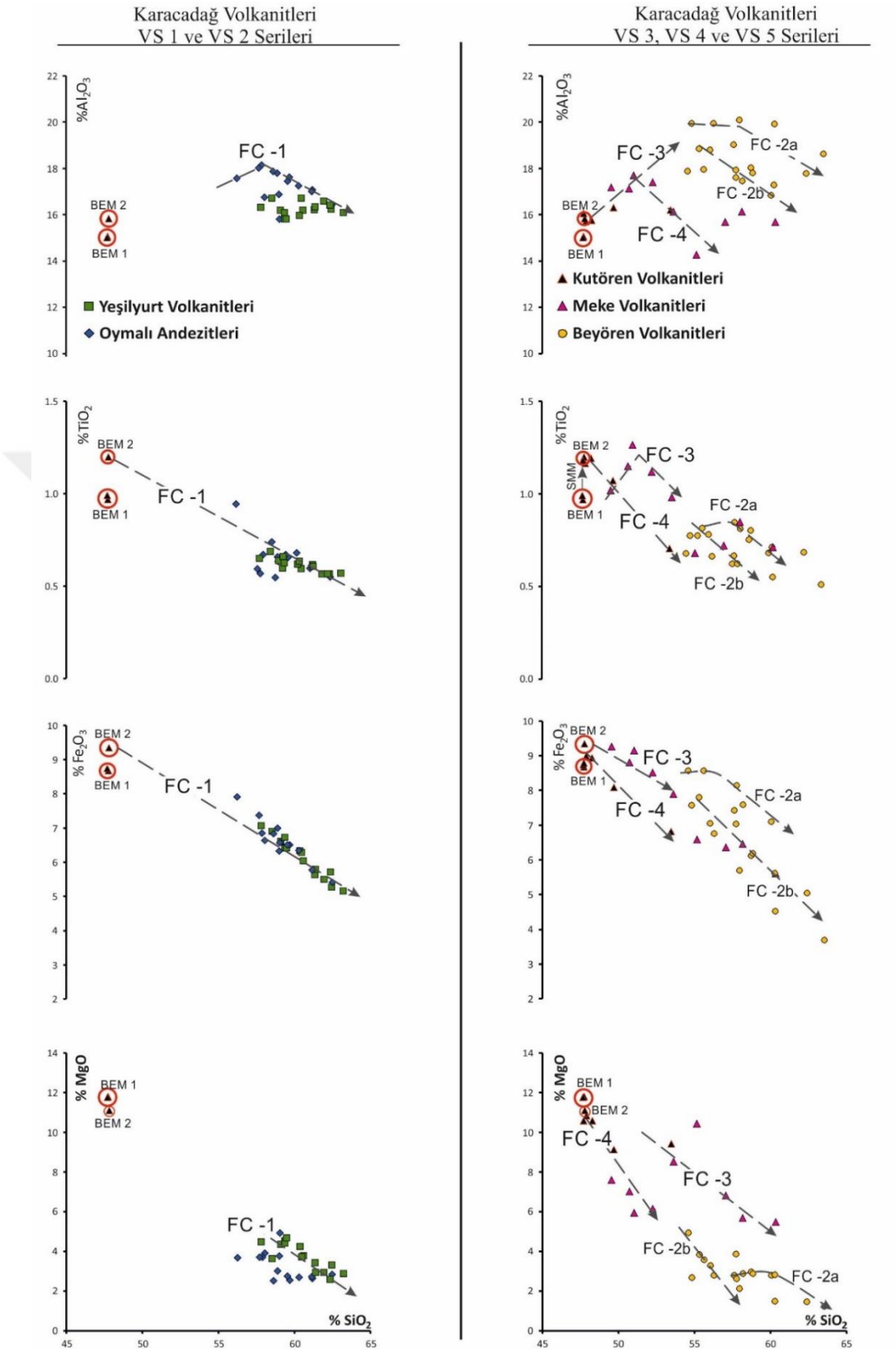
TiO_2 konsantrasyonu artan SiO_2 içeriği ile birlikte beş volkanik serinin tümünde negatif korelasyon gözlenmektedir. Sadece FC-3 ayrımlaşma trendini oluşturan lavlara ait örneklerde

SiO_2 konsantrasyonu yaklaşık %52'ye ulaşana kadar SiO_2 ile pozitif korelasyon gösterirken, bu değerden sonra düşmeye başlar ve diğer ayrımlaşma trendleri gibi negatif korelasyon oluşturur.

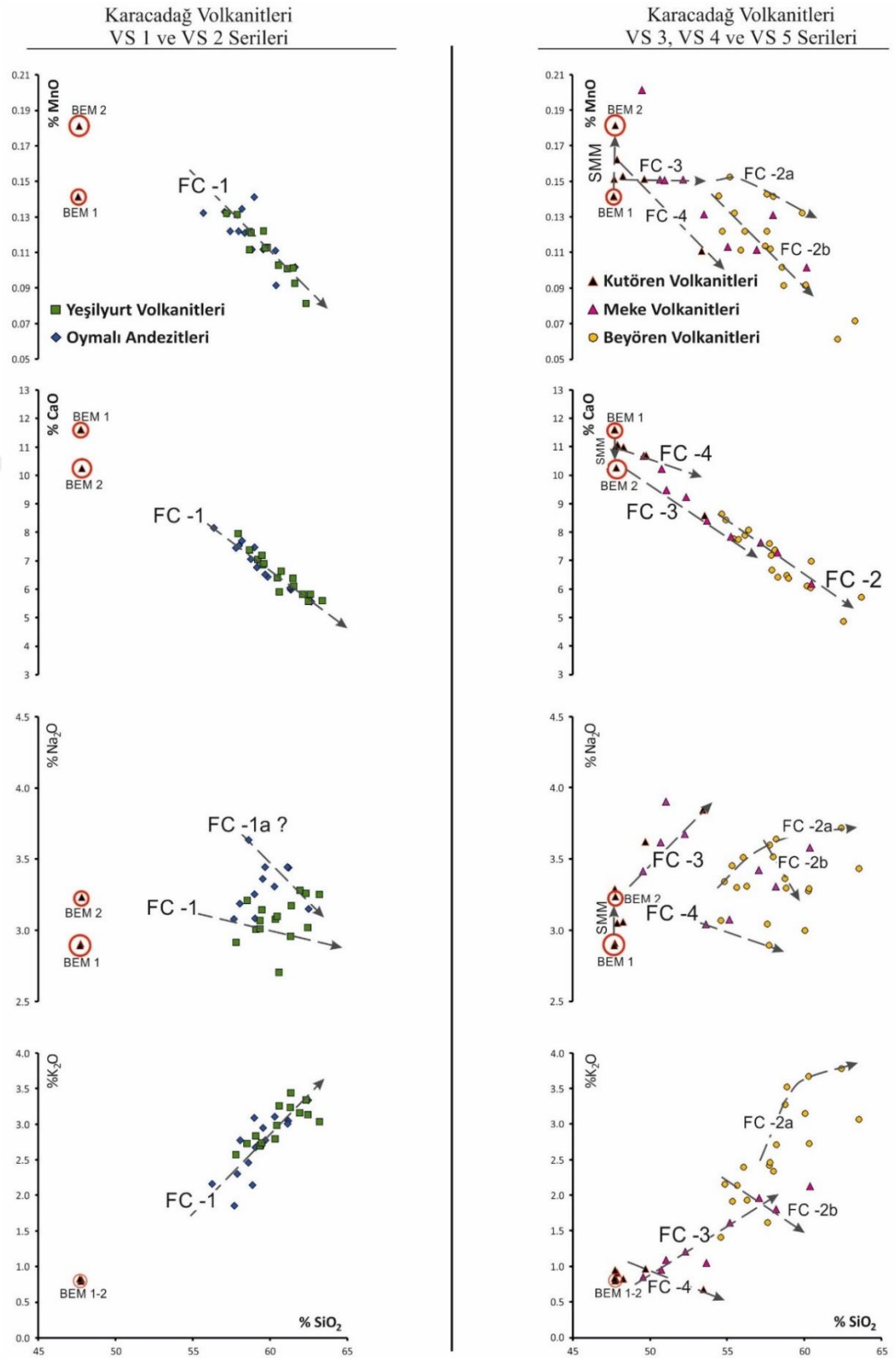
Fe_2O_3, MgO, MnO, CaO, TiO_2 ve P_2O_5 konsantrasyonları artan SiO_2 ile birlikte negatif korelasyon göstermektedir. Ancak bu element oksitleri için Beyören ve Meke volkanik serilerine ait lavların veri noktalarının her iki birim için de ikişer olası negatif trende ayrıldıkları (Beyören vollanitleri için FC-2a ve FC-2b; Meke volkanitleri için FC-3 ve FC-4) görülmektedir. Sözü geçen ana element oksitleri için olası ayrımsal kristallenme trendleri, şekiller üzerinde yoruma dayalı yaklaşık çizilmiştir.

Na_2O – SiO_2 değişim diyagramında VS-2 ve VS-3'ün veri noktalarında saçılma vardır. Bu diyagramda veri noktalarındaki saçılma büyük oranda kristal birikimine (crystal accumulation) atfedilebilse de alterasyonun da katkısı olabilir. VS-2'ye ait veri noktaları, SiO_2 %60'a ulaşana kadar pozitif, daha sonra ani bir yön değiştirme (inflection) ile negatif olan, SiO2 açısından dar bir aralıkta trend gösterirler. VS-4 avlarının veri noktaları ise biri pozitif (FC-3), diğeri negatif (FC-4) gradyana sahip iki ayrı trend boyunca dizilmektedirler. FC-2a ve FC-3 ayrımlaşma trendlerini oluşturan lavlara ait örneklerde ise, artan SiO2 konsantrasyonuna karşılık pozitif korelasyon gözlenirken, FC-1, FC-2b ve FC-4 ayrımlaşma trendlerini oluşturan örneklerde negatif korelasyon gözlenmektedir. VS-3 ve VS-4 volkanik serileri hem negatif hem de pozitif trendler sunar.

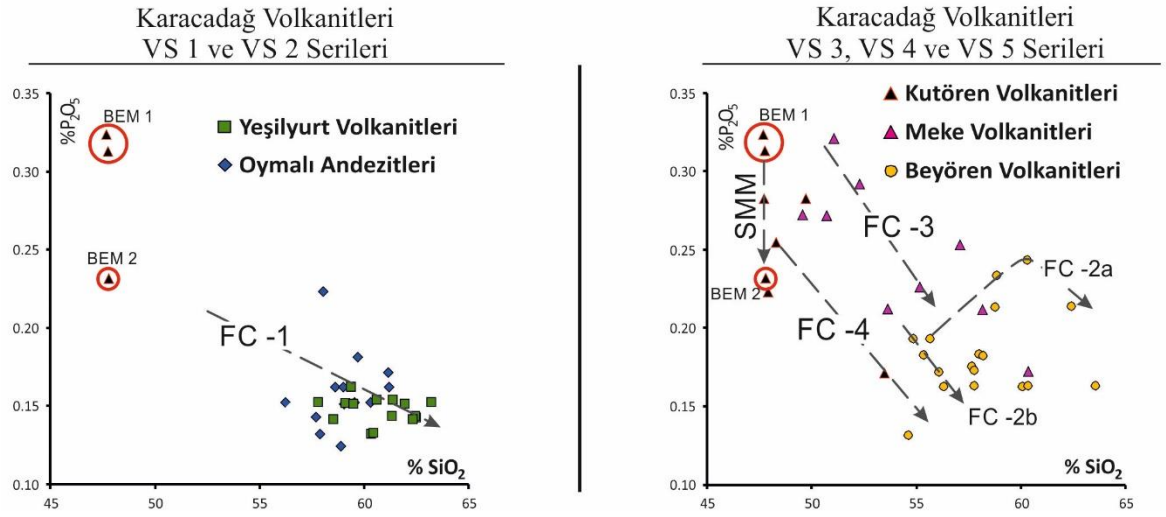
Na_2O'ya karşı SiO_2 diyagramında olduğu gibi K_2O – SiO_2 değişim diyagramında da VS-3, VS-4 ve VS-5 volkanik serilerinde hem pozitif hem de negatif trendler gözlenmektedir. FC-1, FC-2a ve FC-3 ayrımlaşma trendlerini oluşturan lavlarda artan SiO_2 konsantrasyonuna karşılık pozitif korelasyon, FC-2b ve FC-4 ayrımlaşma trendini oluşturan lavlara ait örnekler ise negatif korelasyon gözlenmektedir.



Şekil 4.183: Karacadağ Volkanitlerinin ana oksit – SiO_2 Harker değişim diyagramları.



Şekil 4.183 (devam): Karacadağ Volkanitlerinin ana oksit – SiO_2 Harker değişim diyagramları.



Şekil 4.183 (devam): Karacadağ Volkanitlerinin ana oksit – SiO_2 Harker değişim diyagramları.

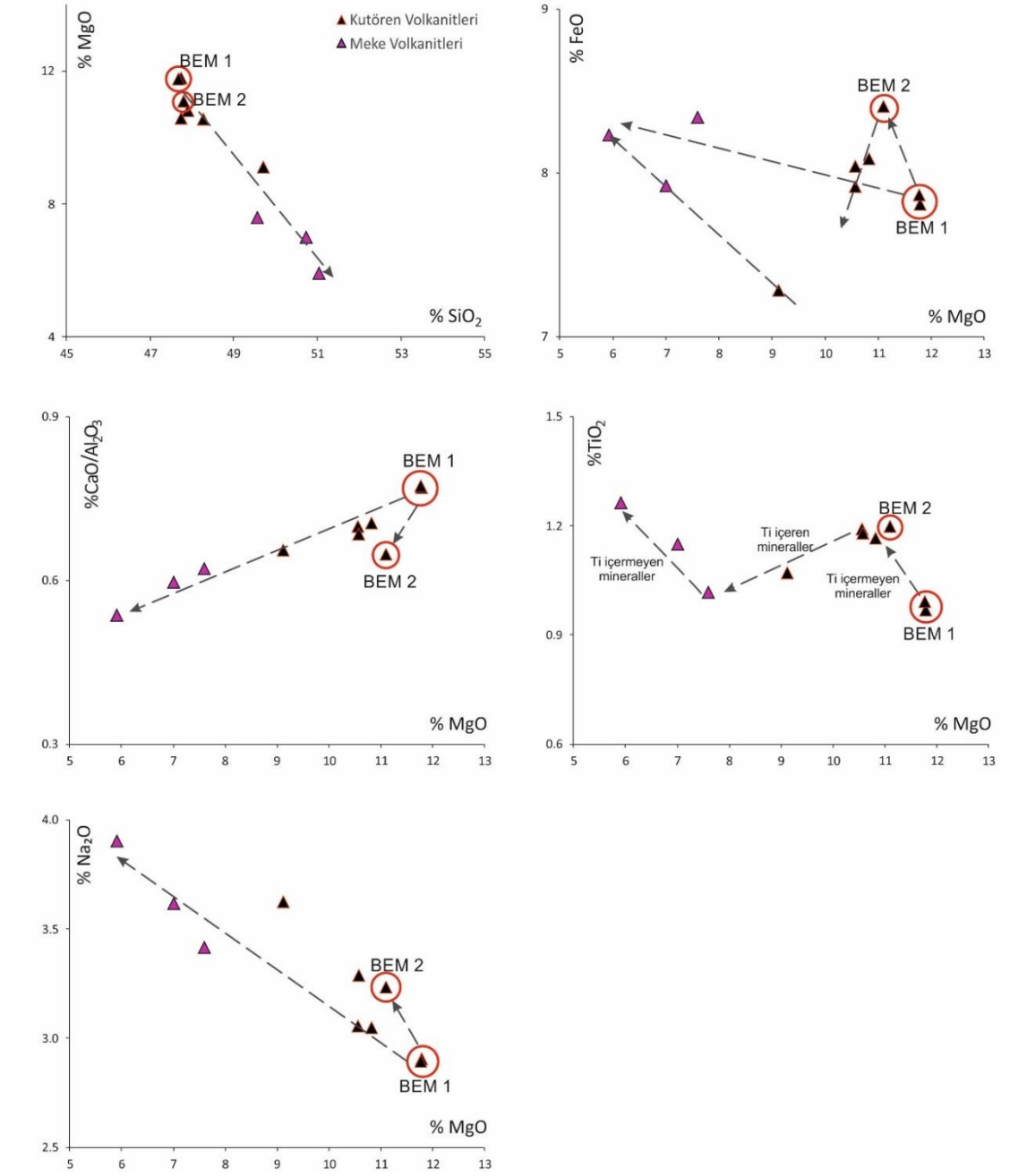
4.4.3.1.Karacadağ Lavlarına Ait Bazaltların MgO'ye karşı ana oksit ayrımlaşma trendleri

MgO ultramafik ve mafik kayalar için ergiyik evrimleşmesinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Parkinson ve Pearce 1998). Bu tür kayaçlarda MgO konsantrasyonu, olivin, ortopiroksen ve klinopiroksen gibi ferromagnezyen minerallerin kristallenmesiye ilişkilidir. Dolayısıyla ferromagnezyen minerallerin kristallenmesi arttıkça, magmadaki MgO konsantrasyonu azalır. Bu nedenle, magmanın MgO konsantrasyonunun yüksek olması, onun primitif magma bileşimine daha yakın bileşimde olduğunu gösterir.

Karacadağ Volkanitlerine ait bazik bileşimli lavların ana element oksit – MgO Harker değişim diyagramları Şekil 4.184' de verilmiştir.

Karacadağ volkanitlerine ait bazalt bileşimli lavların ana oksit konsantrasyonları MgO ile iyi bir korelasyon göstermektedir. Kutören volkanitleri, ~%9 ile ~%11.5 arasında MgO içeriğine sahipken, Meke volkanitlerinde bu konsantrasyon %8'in altında olup %5.7'ye kadar düşer. Bu değerler, sözkonusu iki birimdeki lavların SiO_2 içerikleri ile orantılıdır: Kutören volkanitleri ~%48 altında SiO_2 içeriğine sahipken, Meke volkanitleri ~%49.5 üzerinde SiO_2 içerirler. Dolayısıyla Kutören volkanitleri, daha primitif bir bazaltik magmayı temsil ederler. Volkanik birimlerde SiO_2 arttıkça MgO'nun azalması fraksiyonel kristalenmenin bir sonucudur. FeO, CaO/Al_2O_3 konsantrasyonları da MgO ile pozitif bir korelasyon göstermektedir. Na_2O ise MgO ile negatif korelasyon gösterir, yani MgO miktarı düştükçe ergiyikte ki Na_2O konsantrasyonu

artmaktadır. TiO_2 – MgO Harker değişim diyagramında Kutören volkanitleri'nin TiO_2 değerleri MgO %10.5'a varana kadar artar, sonra aniden düşer. Meke volkanitlerinde ise TiO_2 ve MgO arasında negatif bir korelasyon görülmektedir.



Şekil 4.184: Karacadağ Volkanitlerine ait bazaltların ana oksit – MgO Harker değişim diyagramları.

4.4.4.Karacadağ Volkanitlerinin İz Element Ayrımlaşma Trendleri

Karacadağ'ın farklı lav birimlerine ait örneklerin SiO_2'ye karşı iz element log – normal diyagramları Şekil 4.185' da verilmiştir.

Bu bölümden itibaren elementlerin jeokimyasal davranışları ayrıntılı olarak irdeleneceği için, kullanılan elementlerin jeokimyasal özelliklerinin genel bir sınıflaması Tablo 4.7' de verilmiştir.

Tablo 4.7: İz elementlerin jeokimyasal sınıflaması

Geçiş Metalleri	Sc-Ti-V-Cr-Mn-Fe-Co-Ni-Cu-Zn-Sn	
Nadir Toprak Elementleri (NTE)	La-Ce-Pr-Nd-Pm-Sm-Eu-Gd-Tb-Dy-Ho-Er-Tm-Yb-Lu	
LREE*	***HREE *****	
La-Ce-Pr-Nd-Pm-Sm	Eu-Gd-Tb-Dy-Ho-Er-Tm-Yb-Lu	
İz Elementler	Rb-Sr-Ba-Nb-Zr-Y-Ni-Co-Cr-Sc-Cs-U-Th-Pb-Hf-Ta-La-Ce-Pr-Nd-Pm-Sm-Eu-Gd-Tb-Dy-Ho-Er-Tm-Yb-Lu	
LIL Elementler*	***HFS Elementler*****	
Cs-Rb-K-Ba-Sr-Pb-Eu	Sc-Y-Th-U-Pb-Zr-Hf-Ti-Nb-Ta-NTE	

* LREE: Hafif NTE'ler olarak bilinmektedirler. Küçük atom numarasına ve büyük iyon yarıçapına sahiptirler.

** HREE: Ağır NTE'ler olarak bilinmektedirler. Büyük atom numarasına ve küçük iyon yarıçapına sahiptirler.

*** LIL Elementler: İri katyonlu litofil elementler. Bu elementlerin iyon yarıçapları büyük, iyon yükleri küçüktür.

****HFS Elementler: Yüksek değerlikli katyonlu elementler. İyon yarıçapları küçük, iyon yükleri büyüktür.

İz element – SiO_2 log – normal değişim diyagramlarında belirlenen ayrımlanma trendleri, ana oksit Harker değişim diyagramlarında gözlendiği gibi iki farklı bazaltik uç üyeden başlamaktadır. Farklı kaynak bileşimini temsil ettiği düşünülen primitif bazalt örnekleri, bu grafiklerde de BEM 1 ve BEM 2 olarak belirtilmiştir. Nadir toprak element (NTE) – SiO_2 değişim diyagramlarında BEM 1 ve BEM 2 ayrımlanması daha iyi gözlenirken, diğer iz element değişim diyagramlarında bu ayrım gözlenememektedir. İz element – SiO_2 değişim diyagramlarında ayrımlaşma trendlerini ayrıntılı olarak göstermek adına, ana oksit – SiO_2

değişim diyagramlarında olduğu gibi, seriler birbirinden ayrılarak gösterilmiştir; bu grafikler de sol tarafta Karacadağ Volkanitlerine ait VS 1 ve VS 2 serilerini oluşturan Oymalı volkanitleri ve Yeşilyurt volkanitleri gösterilirken, sağ tarafta ise, VS 3, VS 4, VS 5 serilerini oluşturan Beyören, Meke ve Kutören volkanitlerine ait lav örneklerinin ayrımlanma trendleri gösterilmektedir.

Diyagramları incelediğimiz de farklı bileşimdeki lavlara ait iz element konsantrasyon değerlerinin oluşturdukları ayrımlaşma trendleri ya bazaltik uç üye olarak belirlenen (BEM 1 ve BEM 2; ayrıntılı bilgi ilerleyen bölümlerde verilecek ve tartışılacaktır.) bileşimden başlamaktadır ya da bu trendlerin geriye doğru iz düşümü bu noktadan geçmektedir.

Ana oksit – SiO_2 değişim grafiklerinde olduğu gibi bu grafiklerde de gösterilen ayrımlaşma trendleri FC-1, FC-2a, FC-2b, FC-3 FC-4 olarak isimlendirilmiştir. FC-1; VS 1 ve VS 2 serilerine ait lavlara ait ayrımlaşma trendini, FC-2a; VS 3 serisine ait Beyören ve çevresinde yayılım gösteren lavlara ait ayrımlaşma trendini, FC-2b; yine VS 3 serisine ait Karacadağ kuzey doğusunda yayılım gösteren lavlara ait ayrımlaşma trendini, FC-3; VS 4 serisine ait ayrımlaşma trendini ve FC – 4 ise VS 5 serisine ait lavlara ait ayrımlaşma trendini göstermektedir. Ayrıca BEM 1 ve BEM 2 arasında olduğu düşünülen ayrımlaşma trendi, kaynak alanda meydana geldiği için SMM (Source Magma Mixing) olarak gösterilmektedir. Bahsi geçen bu trendlerin ayrıntılı olarak açıklaması ve oluşum nedenleri tezin tartışma kısmında verilecektir.

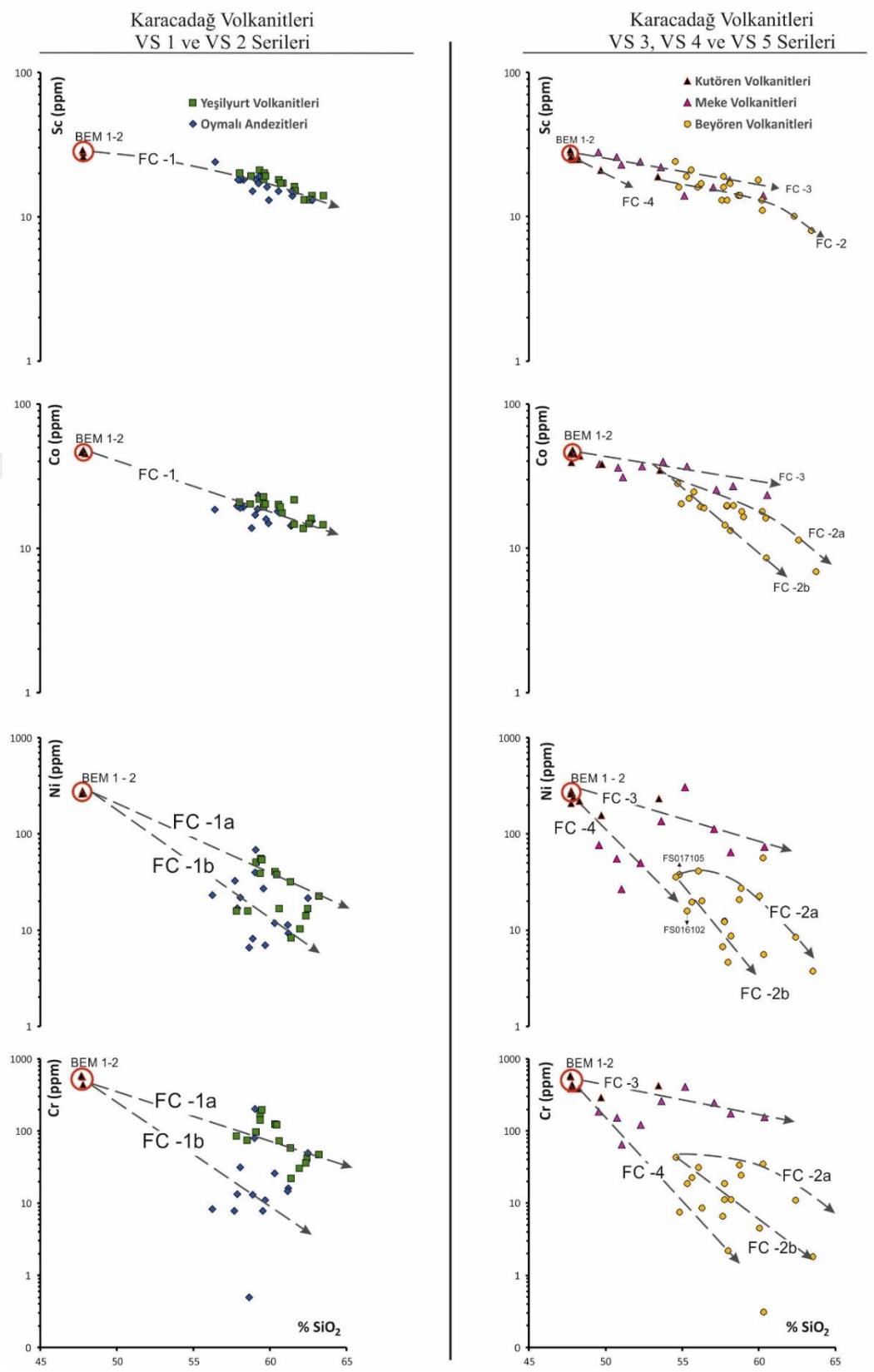
Geçiş metallerinden Sc, Co, Ni, Cr, V ve Sn'de artan SiO_2'ye karşılık bu elementlerin konsantrasyonlarında azalma meydana gelmiş ve tüm ayrımlaşma trendlerinde negatif korelasyon gözlenmektedir.

LIL elementlerden Rb ve Ba'da pozitif korelasyon, Sr' de ise negatif korelasyon gözlenmektedir. Rb ve Ba uyumsuz elementler oldukları için oluşan trendler beklenen trendlerdir. Ba – SiO_2 değişim diyagramında sadece FC-4 olarak adlandırılan ayrımlaşma trendi negatif korelasyon sunmaktadır.

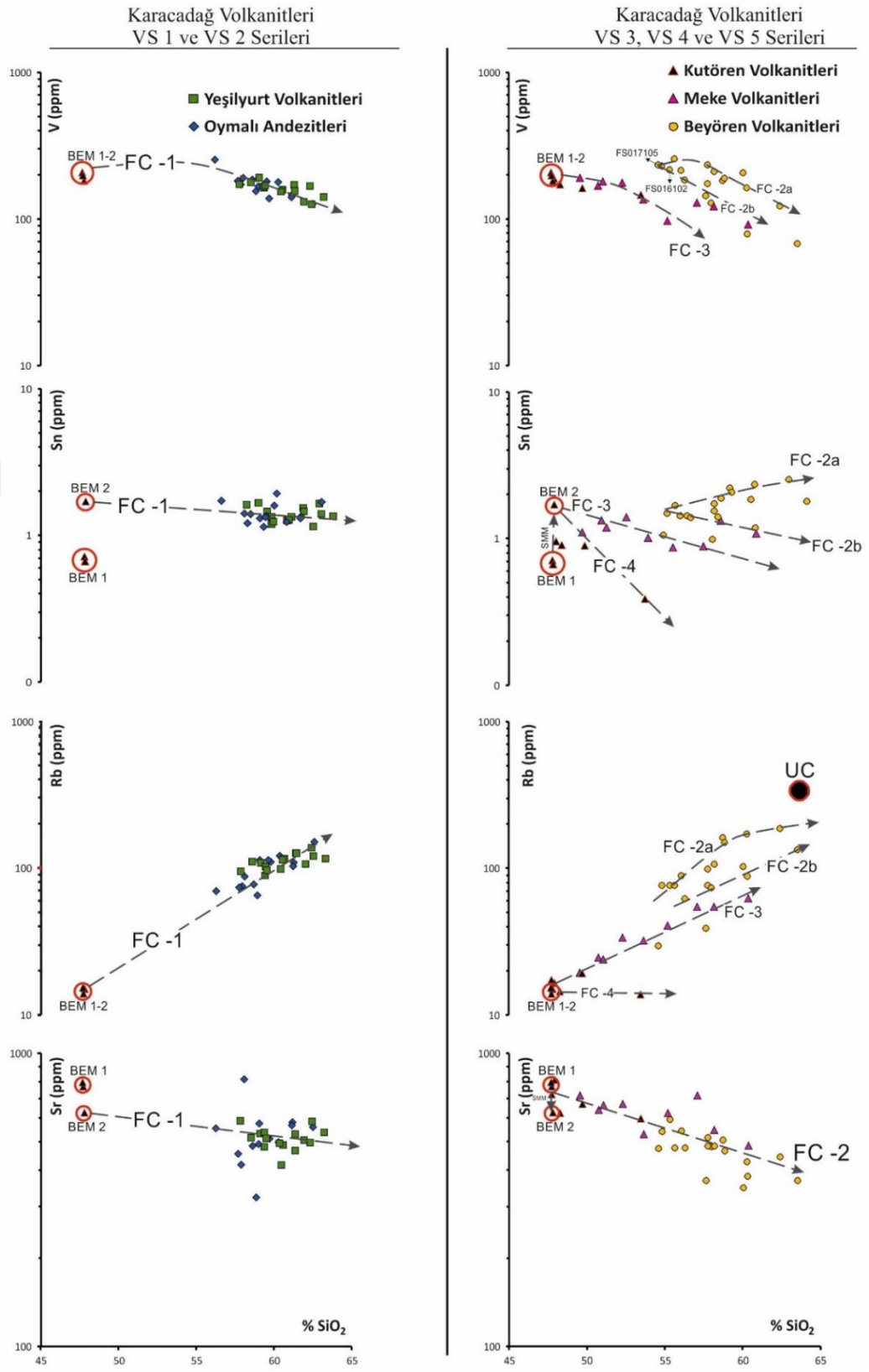
HFS elementlerden U,Th, ve Zr' de artan SiO_2 içeriğine bağlı olarak, FC-4 ayrımlaşma trendi hariç diğer tüm trendlerde pozitif korelasyon gözlenmektedir, Ayrıca bu grafiklerde gözlenen FC-2a serisine ait ayrımlaşma trendinin Orta Anadolu için belirlenen ve modellemelerde kullanılan üst kabuk bileşimine (UC) doğru yönlendiği görülmektedir (Tezin ilerleyen bölümlerinde ayrıntılı bilgi verilecektir). Nb' da FC-4 ve FC-2b hariç pozitif bir trend gözlenmektedir. Y'de ise artan SiO_2 içeriğine bağlı olarak oluşan ayrımlaşma trendlerinden FC-1 ve FC-3 hariç, diğer trendlerde negatif korelasyon gözlenmektedir.

Hafif NTE' lerden; La, Ce, Pr ve Nd'de artan SiO_2 içeriği ile birlikte bu elementlerin de konsantrasyonun arttığını gösteren pozitif korelasyon gözlenmektedir. Sadece FC-2b ve FC-4 ayrımlaşma trendlerini oluşturan lavlara ait örneklerde negatif bir korelasyon görülmektedir.

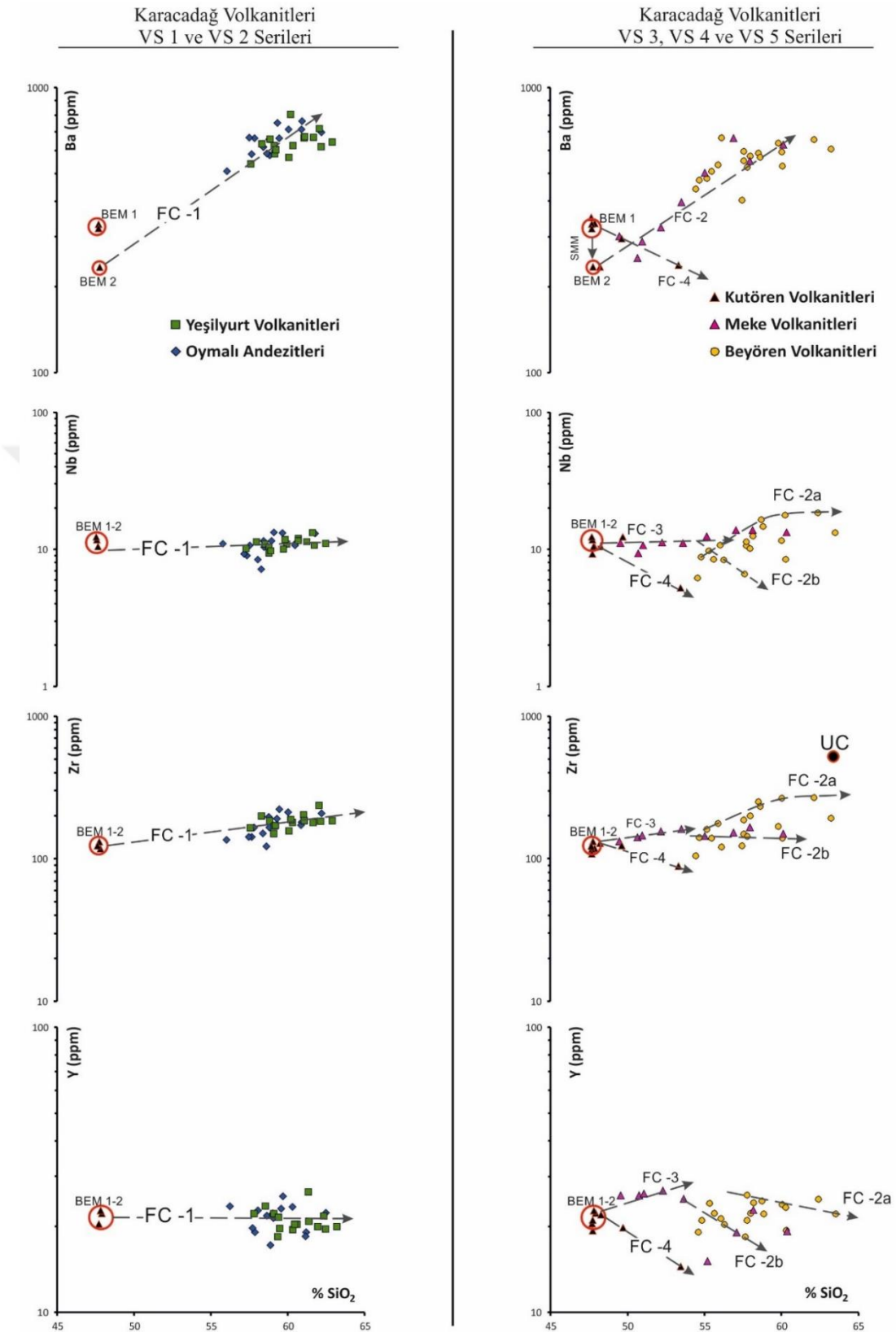
Ağır NTE'lerden; Gd, Tb, Dy, Er ve Lu artan SiO_2 içeriğine karşılık, FC-4 ve FC-2b ayrımlaşma trendleri hariç diğer trendlerde bir artış göstermektedir. Beyören volkanitleri lavlarına ait FC-2a ayrımlaşma serisi ise SiO_2 %60'a varana kadar artmakta, daha sonra azalmaktadır.



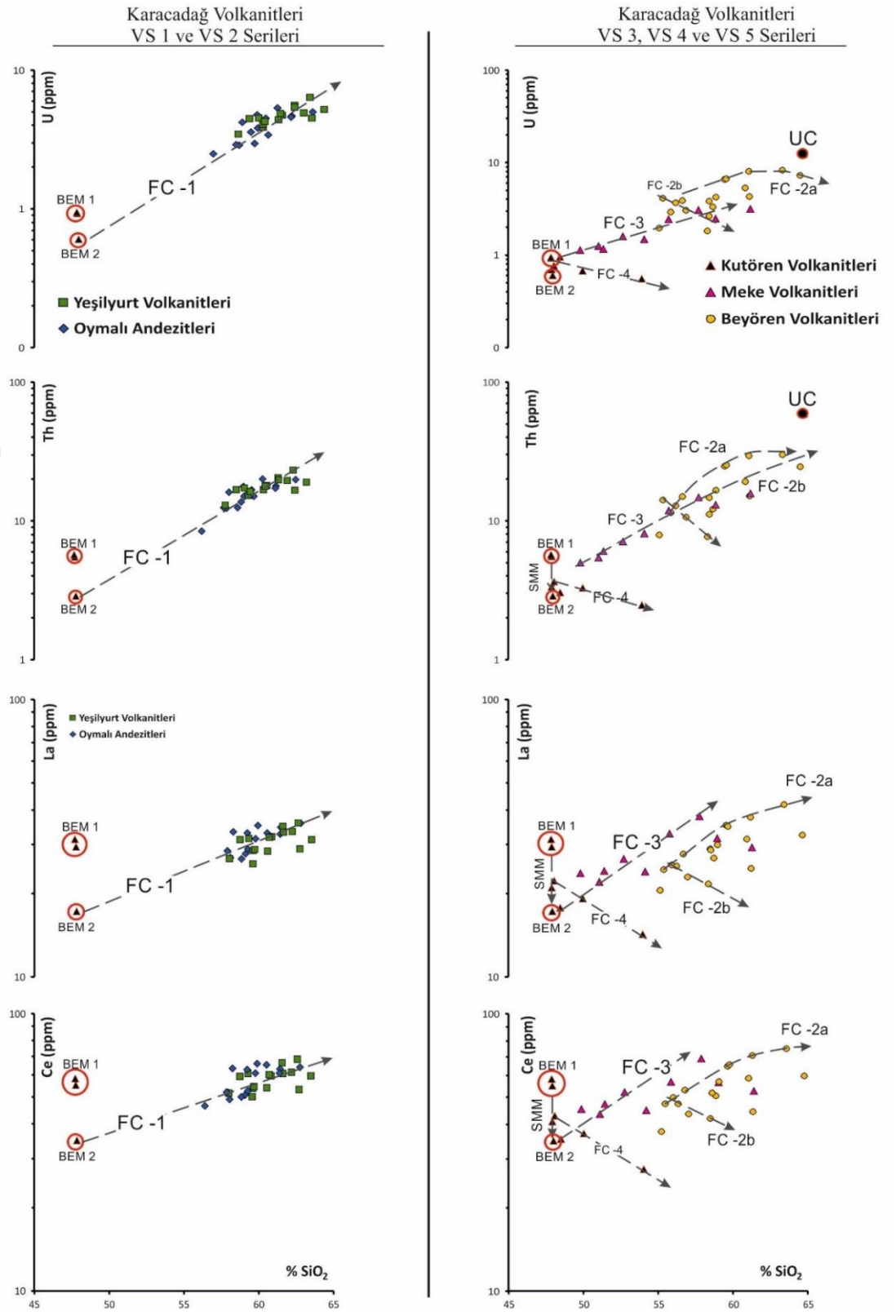
Şekil 4.185: Karacadağ Volkanitlerine ait lavların iz element –SiO2 değişim diyagramları.



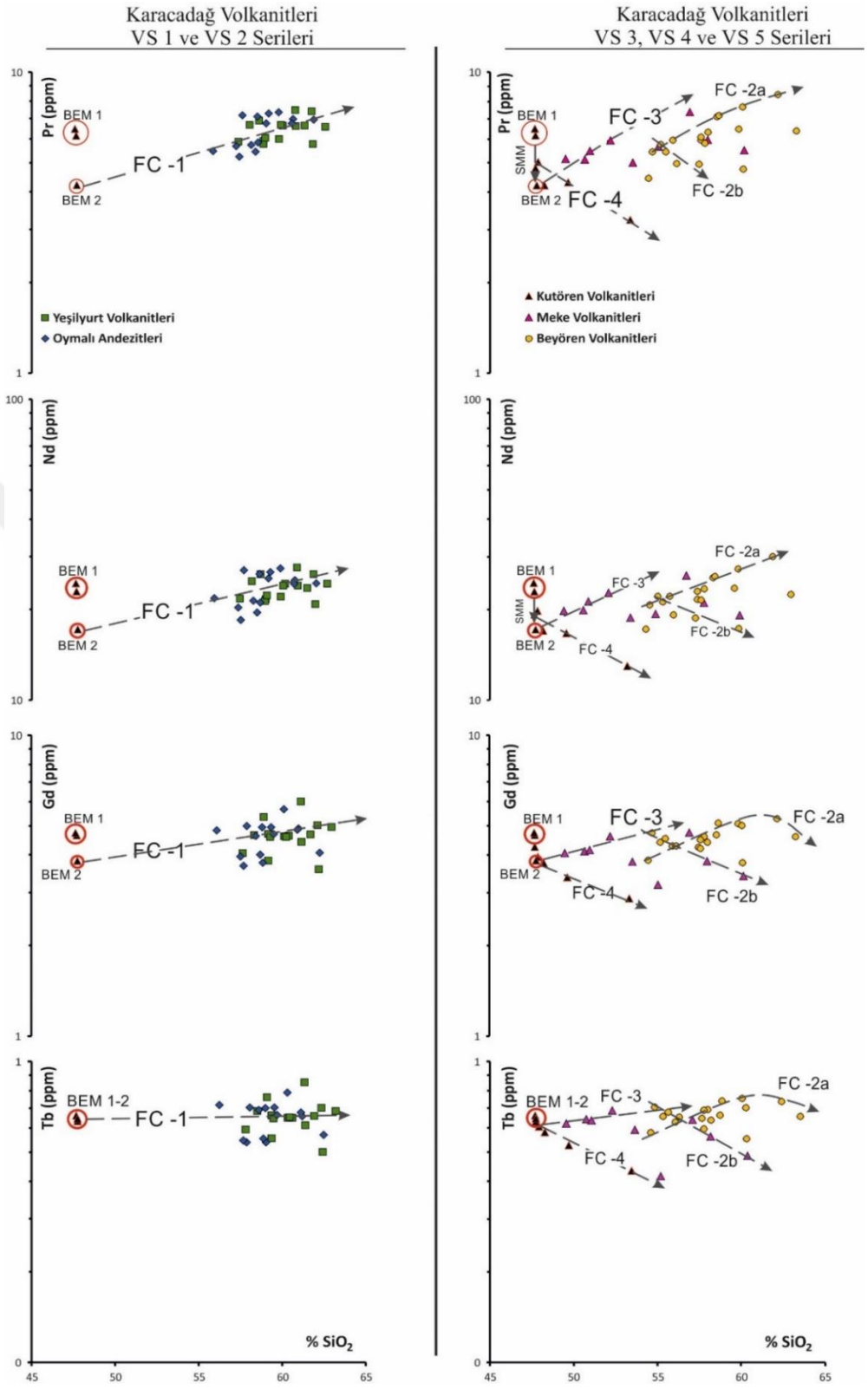
Şekil 4.185 (devam): Karacadağ Volkanitlerine ait lavların iz element –SiO_2 değişim diyagramları.



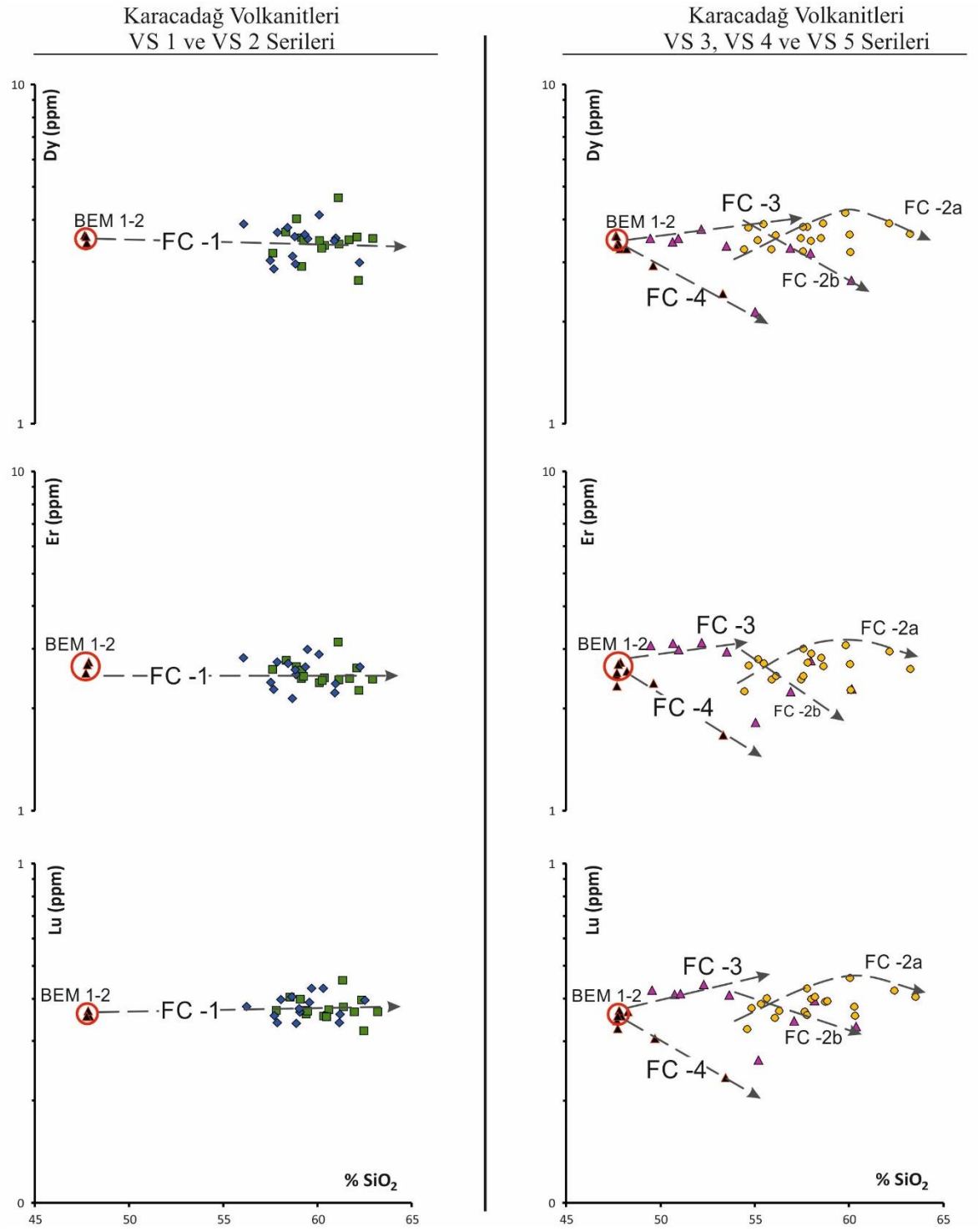
Şekil 4.185 (devam): Karacadağ Volkanitlerine ait lavların iz element –SiO_2 değişim diyagramları.



Şekil 4.185 (devam): Karacadağ Volkanitlerine ait lavların iz element –SiO_2 değişim diyagramları.



Şekil 4.185 (devam): Karacadağ Volkanitlerine ait lavların iz element –SiO_2 değişim diyagramları.



Şekil 4.185 (devam): Karacadağ Volkanitlerine ait lavların iz element –SiO_2 değişim diyagramları.

4.4.4.1. Karacadağ Lavlarına Ait Bazaltların MgO'ye karşı iz element ayrımlaşma trendleri

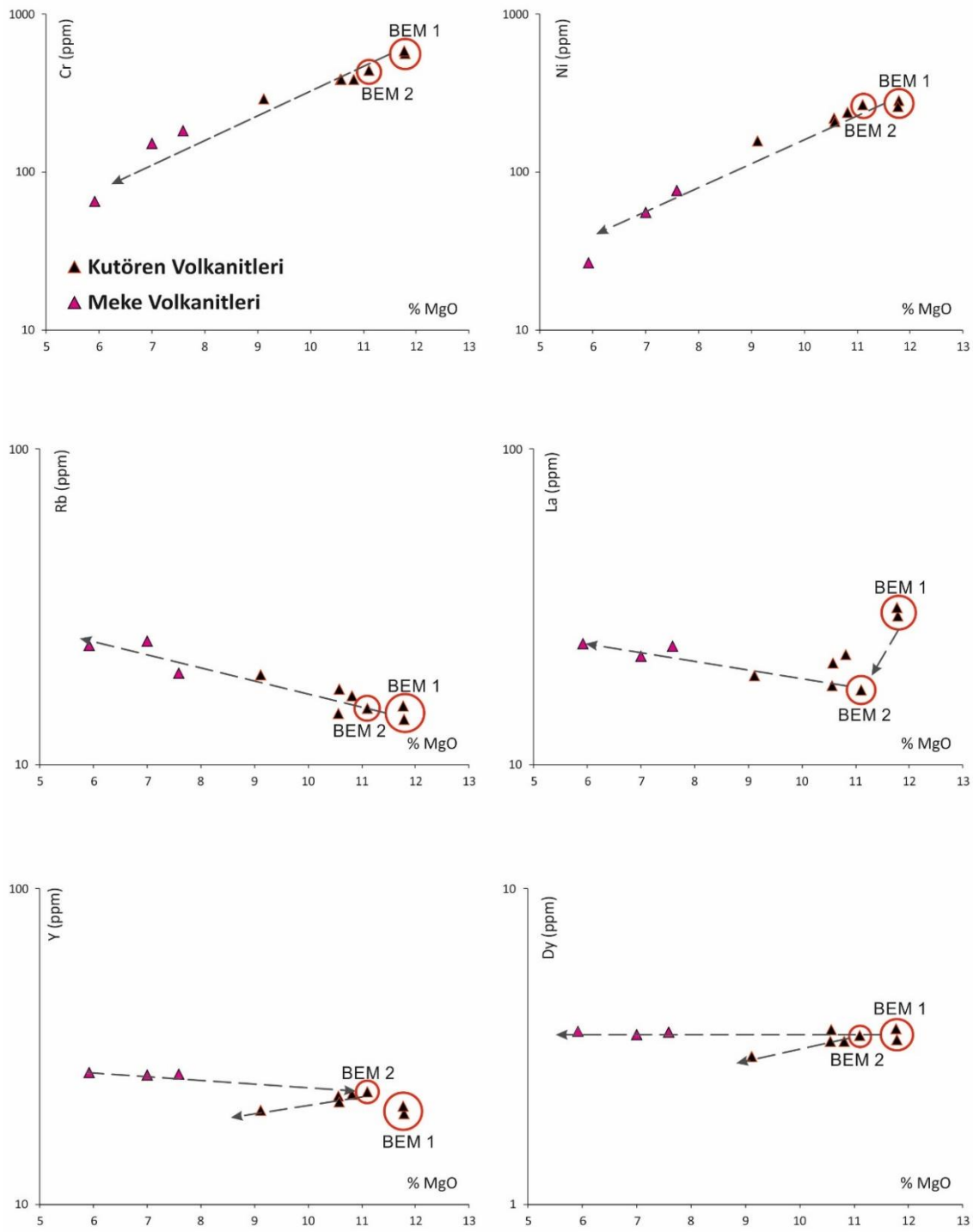
Karacadağ Volkanitlerine ait bazaltların iz elementlerinin magmatik süreçlerden ne kadar etkilendiklerini belirlemek adına iz elementlerin bir kısmı MgO'ye karşı iz düşülmüş ve oluşan trendler incelenmiştir (Şekil 4.186). Trendler, BEM 1' i oluşturan lav örneklerinin BEM 2'yi oluşturan lav örneğinden ve hatta Karacadağ Volkanitlerine ait diğer bazalt bileşimlerinden daha fazla ilksel özelliklerini koruduğunu göstermektedir.

Geçiş metallerinden Cr ve Ni konsantrasyonları, azalan MgO içeriği ile birlikte azalmış ve negatif bir trend oluşturmuştur. Bu trend bazaltik bileşimdeki kayalar için beklenen bir trendtir.

Rb, uyumsuz bir element olduğu için azalan MgO konsantrasyonu ile birlikte ergiyikte artmıştır ve poizitif ayrımlanma trendi oluşturmuştur.

Hafif NTE'lerden La'nın da azalan MgO'e karşılık pozitif korelasyonu beklenen bir ayrımlanma trendidir. Ancak, BEM 1'den BEM 2'ye doğru gelişen bir negatif trend görülmektedir.

HFS elementlerden Y ve Dy'nin davranışına göre genel olarak pozitif bir ayrımlanma trendi gözlenmektedir. Ancak, yine BEM 2' den başlayan negatif gradyana sahip ikinci bir trend de vardır. Y' deki negatif bu trend, amfibol kristallenmesiyle açıklanabilinir. Dy'nin ise granat ile uyumlu olduğu bilinmektedir ve oluşan negatif trendin kaynağı magma odasındaki olası bir granat kristallenmesi ve/veya kaynakta erimeyip magma oluşumuna katılmamış kalık granatın varlığı olabilir.



Şekil 4.186: Karacadağ Volkanitlerine ait bazaltların iz element – MgO Harker değişim diyagramları.

4.4.5. Karacadağ Volkanitlerinin Çoklu Element Paternleri

Karacadağ lavlarına ait çoklu element örümcek diyagramları Şekil 4.187'de gösterilmiştir. Bu diyagramları oluşturmada amaç: çalışma alanındaki volkanitlerin manto kaynak alanına ve magma odası işlemlerine (FC, AFC vb.) ilişkin yorumlamalarda bulunmaktır.

Diyagramlarda kullanılan iz element sıralaması, Pearce (1983)'ün önerdiği ve daha sonra Pearce ve diğ. (1990)'nın yeniden düzenlediği sıralama baz alınarak yapılmıştır. Bahsi geçen iz elementlerin sıralamasında hareketli (mobil) ve hareketsiz (inmobil) elementler bir arada verilmiştir. Hareketli elementlerin uyumsuzlukları Sr'den Ba'ya doğru artarken, hareketsiz elementlerin uyumsuzlukları Yb'den Th'ye doğru artmaktadır (Pearce, 1983; Pearce ve diğ., 1990).

Çoklu element örümcek diyagramlarında dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli nokta ise bu diyagramlara SiO_2 konsantrasyonu %60'dan daha küçük konsantrasyona sahip örneklerin iz düşülmesi gerekliliğidir. Bunun temel sebebi lavlar magma odası süreçleri ile evrimleştikçe SiO_2 ilksel bileşimlerine göre artar, diğer elementlerin de uyumluluk derecelerine (yani K_d) göre konsantrasyonları büyük oranda değişir. Magmanın evrimleşmesinde etkili olan magma odası süreçleri arasında ayrımsal kristallenme ve asimilasyon sayılabilir. Dolayısıyla SiO_2 konsantrasyonu %69 değeri üzerinde olan lavların kimyasal bileşimleri, primitif magma bileşimine nazaran çok değiştiği için manto kaynak alanının tanımlanmasında kesin bir bilgi sağlamazlar. Buna karşın magma evrim sürecinin tümünü yorumlayabilmek adına daha çok evrimleştiği düşünülen birkaç ortaç bileşimde (SiO_2= %60-64.5) lav örneği de diyagramda gösterilmiştir.

Diyagramlarda farklı magma serileri arasında karşılaştırma yapmayı kolaylaştırmak için iki adet referans paterni kullanılmıştır. Bunlardan ilki, primitif referans desenini gösteren, son evrede oluştuğu düşünülen Kutören volkanitlerine ait FS017062 numaralı (SiO_2: %47.74, MgO:%11.79) bazalt örneğidir ve SiO_2 konsantrasyonu %52'den büyük olan Oymalı volkanitleri, Yeşilyurt volkanitleri ve Beyören volkanitlerine ait örneklerin gösterildiği diyagramlarda referans desen olarak kullanılmıştır. İkinci referans deseni ise; Beyören volkanitlerine ait FS017099 numaralı (SiO_2: % 63.06, MgO:%1.21) dasit örneğidir ve daha çok bazalt ve bazaltik andezit bileşiminde lavlardan oluşan Meke volkanitleri ve Kutören volkanitlerinin gösterildiği diyagramlara iz düşülmüştür.

Oymalı volkanitleri, Yeşilyurt volkanitleri ve Beyören volkanitlerini temsil eden lavların çoklu element paternlerine bakıldığında, LIL Sr, K ve Rb'nin, bunların MORB'daki konsantrasyonlarına göre belirgin bir oranda zenginleştiği, LREE'lerden La, Ce ve Nd'nin; HFS elementlerden de Hf, Zr, Sm'nin de MORB'daki göre azda olsa bir zenginleşme gösterdiği görülmektedir. Ayrıca yine bu serilerin çoklu element paternlerinde; Ba (Beyören volkanitleri, FS017105 numaralı örnek hariç), Ta, Nb ve Ti'de negatif bir desen gözlenirken, HFS elementlerden Ti, Y ve Yb'de MORB'daki kaonsantrasyonlarına nazaran göre fakirleşme görülür.

Meke volkanitleri ve Kutören volkanitlerine ait çoklu element paternlerine baktığımızda ise LIL elementlerin MORB'a göre zenginleştiği (sadece Meke volkanitlerine ait FS016001 ve FS016022-b numaralı örneklerde Ba' da negatif anomali gözlenmektedir), Ta, Nb, P ve Ti'de negatif anomalilerin olduğu, HFS elementlerden Ti, Y ve Yb'nin de MORB'a göre fakirleştiği görülmektedir.

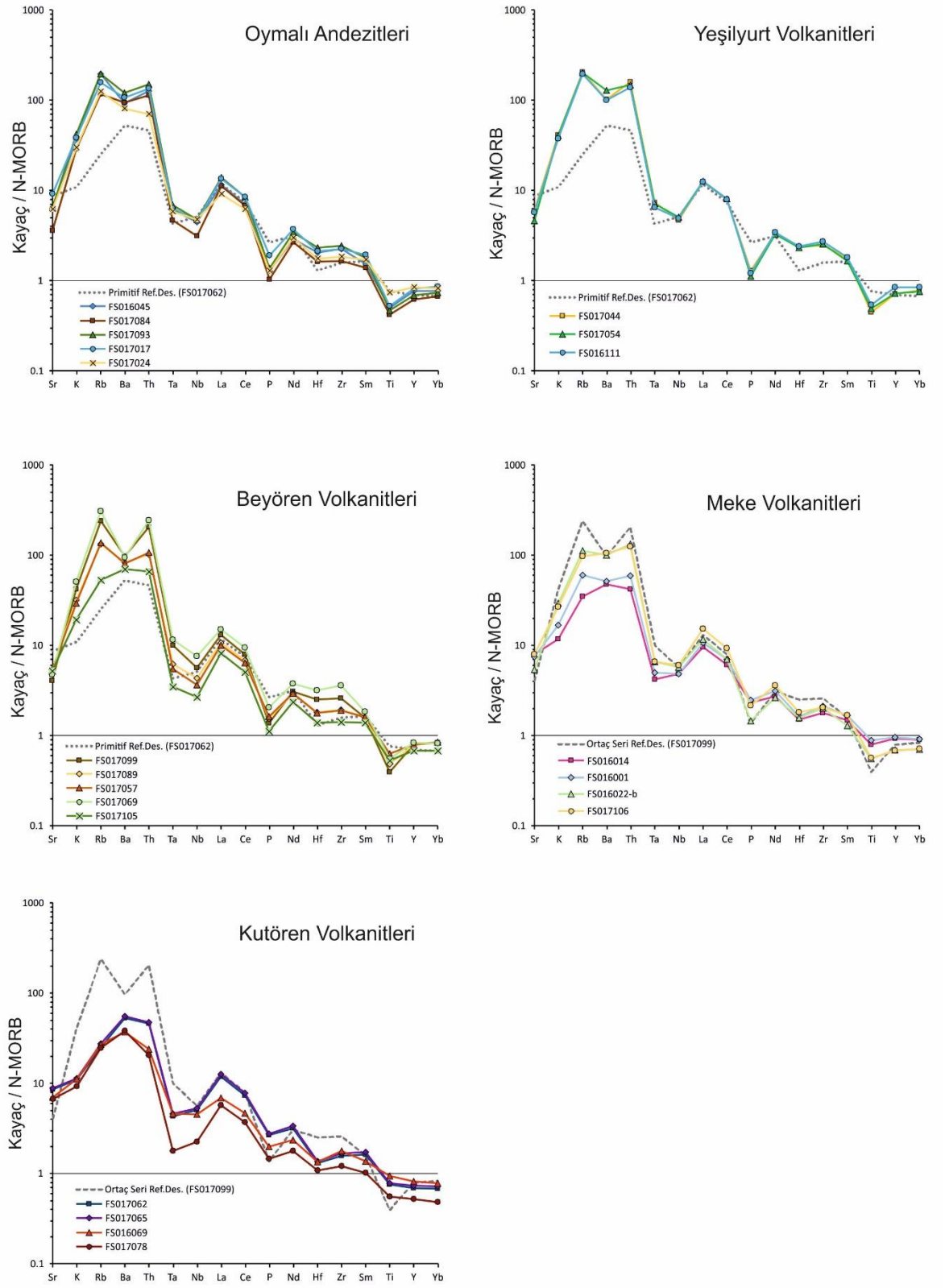
Çoklu element paternlerinde görülen trendlerin nedenleri, tezin tartışma ve sonuçlar kısmında açıklanacaktır.

4.4.6. Karacadağ Volkanitlerinin Nadir Toprak Element Paternleri

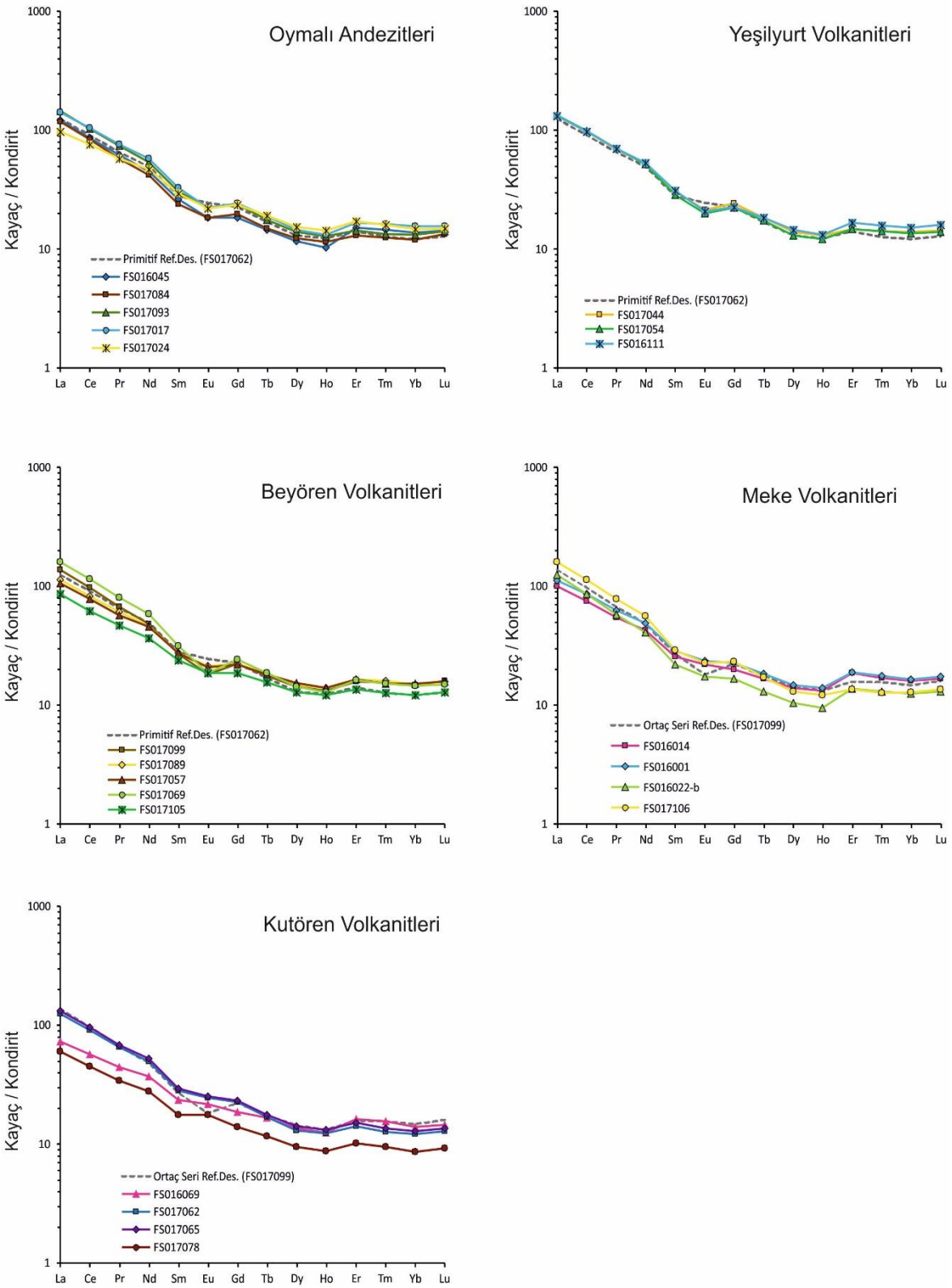
Karacadağ lavlarına ait Nadir Toprak Element (NTE) örümcek diyagramları Şekil 4.188'de gösterilmiştir. Diyagramlarda, normalizasyon bileşimi olarak Sun ve McDonough (1989) tarafından önerilen Kondirit değerleri kullanılmıştır. NTE örümcek diyagramlarında da, yine volkanik seriler ve örnekler arasındaki desen farklarını gösterebilmek için çoklu element örümcek diyagramlarında (Şekil 4.187) kullanılan iki adet referans paterni kullanılmıştır (Primitif referans deseni: FS017062 numaralı bazalt örneği ve ortaç seri referans deseni: FS017099 numaralı dasit örneği).

Bütün volkanik serilerde hafif nadir toprak elementler (LREE), ağır nadir toprak elementlere (HREE) göre belirgin bir zenginleşme göstermektedir. Oymalı volkanitleri, Yeşilyurt volkanitleri, Beyören volkanitlerine ait tüm lavlarda belirgin bir Eu anomalisi gözlenmektedir. Yine bu serilerde orta nadir toprak elementlerde (MREE) (Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho) belirgin bir azalma gözlenmektedir. Meke volkanitleri ve Kutören volkanitlerine baktığımızda ise, diğer

volkanik serilerde gözlenenen Eu anomalisi bu volkanik serilerde gözlenmemektedir. Ayrıca bu iki seride MREE ve HREE'lerde belirgin bir tüketim gözlenmektedir. Tüm volkanik serilerde, karakteristik olarak yukarı konkav bir desen görülmektedir.



Şekil 4.187: Karacadağ Volkanitlerine ait çoklu element örümcek diyagramları (N-MORB normalize değerleri; Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır).



Şekil 4.188: Karacadağ Volkanitlerine ait nadir toprak element örümcek diyagramları (Kondirit normalize değerleri; Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır).

4.4.7. Piroksenit Jeokimyası

Karacadağ volkanitlerine ait andezitik lav seviyeleri içerisinde bulunan bir adet manto ksenolitinin petrografik tanımlaması daha önce ki bölümlerde yapılmış ve ksenolitin piroksenit bileşimde olduğu belirtilmiştir. Bu bölümde Dünya'dan ve Türkiye'den çeşitli piroksenit örnekleri ile Karacadağ Volkanitlerine ait piroksenitik ksenolitin ana oksit jeokimyası karşılaştırılmıştır. Piroksenit örneğinin ana oksit ve iz element jeokimya sonuçları Ek-7'de verilmiştir.

Manto ksenolitleri, üst mantonun kalıntısı olarak tanımlanırlar ve bu kayaların yüksek basınç türleri spinel ve granat içermektedirler (McDonough ve Sun, 1989). Bazı düşük basınç manto ksenolitleri düşük fazlarda plajiyoklas, amfibol, mika ve çeşitli aksesuar mineraller içermektedirler (Varne ve Graham,1971; Ionov ve diğ., 1994, 1995a).

Piroksenit ksenolitler, Whilshire ve Shervais (1975) tarafından 3 gruba ayrılırlar:

- Al – ojit piroksenitler; bu grup spinel içerebilir veya içermez (Al – piroksenitler).
- Cr – diyopsit spinel piroksenitler.
- Granat piroksenitler.

Shervais (1979) düşük Al'li piroksenitleri (Al_2O_3 < %10), Cr – diyopsit piroksenit grubu içine dahil ederken; Frey ve Prinz (1978) bu grup Ib tipi piroksenitleri olarak tanımlanır ve bu grup klinopiroksenit, vebsterit, ortopiroksenitlerden oluşmaktadır. Bu grup plajiyoklas minerali içerebilmektedir.

Orejana ve Vilkseca (2003) ise mafik ve ultramafik ksenolitleri, petrografi ve ana element mineral kimyalarına göre 4 gruba ayırmışlardır:

Çok fazla altere olmuş ksenolitler, bu tür ksenolitlerde neredeyse hiç taze olivin bulunmaz.

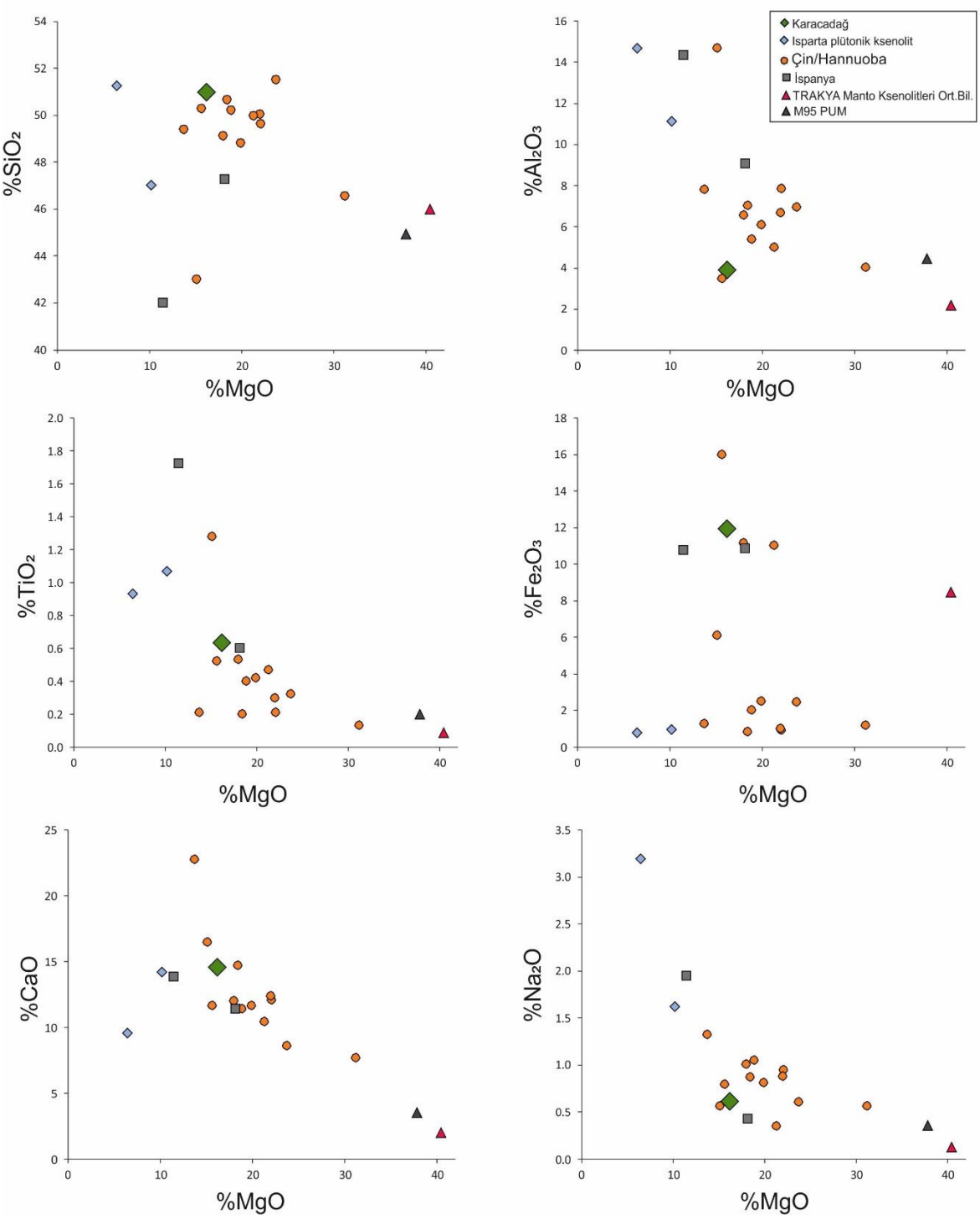
Piroksenit ksenolitler; sulu mineral içermeyen (amfibol ve mika), Al'ce zengin, Cr'ce fakir ojit klinopiroksenler ve Al'ce zengin ortopiroksen içeren klinopiroksenitler ve vebsteritler bu gruba dâhildir.

Sulu mineralli piroksenit ksenolitleri; Cr'ce zengin klinopiroksen, pargasit amfibol ve Ti'ce zengin flogopit içeren klinopiroksenitler. Bu ksenolitlerde spinel bulunmaz.

Hornblenditik ksenolitler; gabroik hornblenditik ksenolitler ve hornblend klinopiroksenit ksenolitler.

Karacadağ volkanitlerine ait piroksenitik ksenolitlerin jeokimyası ve petrografisi incelendiğinde, pirosenit ksenolitin düşük Al_2O_3 konsantrasyonuna sahip, sulu minerallerce zengin olan ksenolit sınıflamasında yer aldığı görülmektedir.

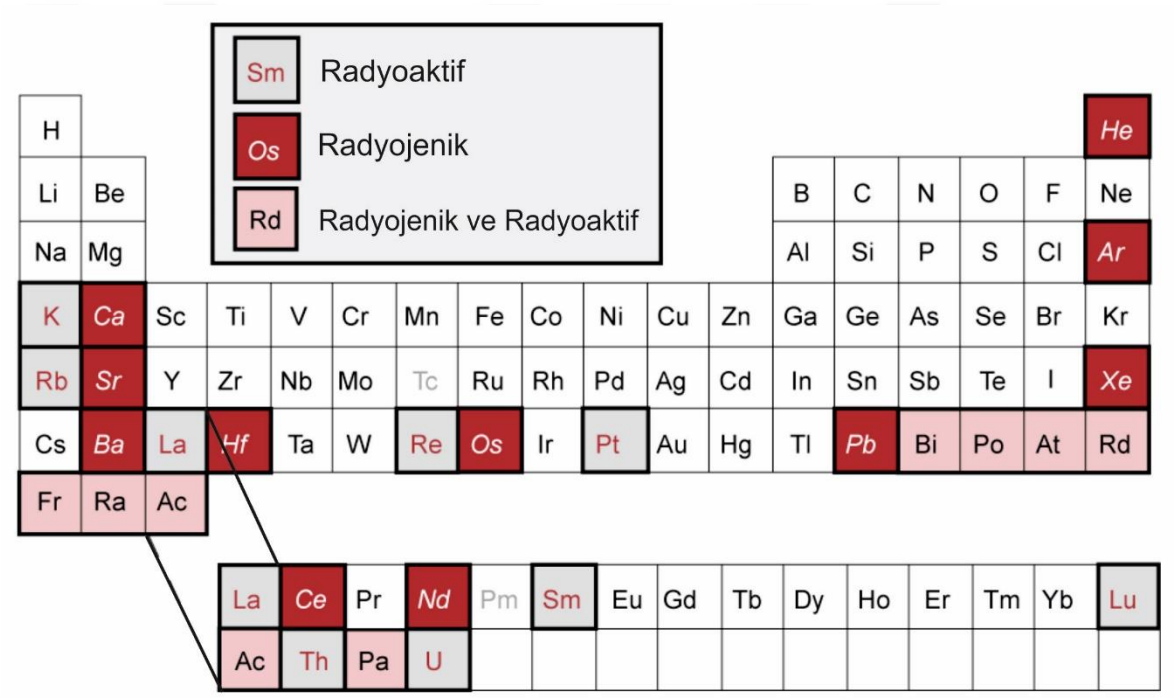
Şekil 4.189' de piroksenitin ana oksit değişim diyagramları verilmektedir. Literatürden bulunan aynı sınıf içerisinde yer alan piroksenit örneklerinin ana oksit konsantrasyonlarıda diyagramlara iz düşülmüştür. Ayrıca karşılaştırma yapmak adına Trakya Bölgesi alkali lavları içerisinde bulunan manto peridotitlerinin ortalama birleşimi (Şişman-Tükel, 2012, YL Tezi) ve Sun and McDonough (1995) primitif üst manto bileşimi de diyagramlara iz düşülmüştür. Diyagramlara baktığımız da özellikle Çin/Hannuoba bölgesinde yer alan vebsterit ve klinopiroksenit bileşimdeki piroksenitlerin Karacadağ pirokseniti ile uyumlu bir trend sergilediği gözlenmektedir.



Şekil 4.189: Karacadağ Volkanitlerine ait piroksenit örneğinin Dünya ve Türkiye'den çeşitli piroksenit örnekleri ile karşılaştırmalı ana oksit değişim diyagramları (Literatür veri açıklamaları metin içinde verilmiştir).

4.4.8. Karacadağ Volkanitlerinin Nd – Sr İzotop Jeokimyası

Radyojenik izotoplar, jeokimyada iki farklı şekilde kullanılmaktadır. Birincisi bir kayayı ya da kaya içindeki mineralin yaşını belirlemek için, ikincisi ise petrojenetik çalışmalarda magma kaynağı ve magma odası proseslerini tanımlamak için izotop oranlarından yararlanılmaktadır. Şekil 4.190'de periyodik tabloda yer alan ve jeolojide kullanılan radyoaktif ve radyojenik elementler verilmiştir. Bu bölümde kullanılan Nd ve Sr izotoplarının nasıl elde edildiği ve bu izotop değerlerinden elde edilen model yaşların hesaplanması tezin yöntem bölümünde verilmiştir. İzotop oranlarının modellemesi ve kaynak alanı nasıl temsil ettiği ile ilgili bilgiler tezin tartışma ve sonuçlar kısmında verilecektir.



Şekil 4.190: Doğal yolla oluşan radyoaktif ve radyojenik elementleri gösteren periyodik tablo (W.White Isotope Geochemistry Chapter 2 isimli ders notundan değiştirilerek alınmıştır.).

Tablo 4.8: Karacadağ Volkanitlerine ait volkanik kayaç birimlerinin Sr ve Nd izotop değerleri.

Birim	Oymalı volkanitleri	Oymalı volkanitleri	Oymalı volkanitleri	Beyören volkanitleri	Beyören volkanitleri
Volkanik Seri	VS-1	VS-1	VS-1	VS-3	VS-3
Kayaç Adı	Andezit	Bazaltik And.	Andezit	Latit	Latit
Örnek No	FS016043	FS017024	FS016045	FS016109	FS017069
Sr	559.194	554.081	576.001	441.063	425.803
Rb	149.883	69.875	108.962	185.905	170.653
Sm	4.215	4.489	4.023	5.383	4.815
Nd	24.510	21.808	21.080	29.898	27.165
$^{87}Rb/^{86}Sr$	0.775740	0.364989	0.547462	1.219789	1.159823
$^{87}Sr/^{86}Sr$	0.707208	0.707285	0.706630	0.706458	0.706301
$^{87}Sr/^{86}Sr_{(i)}$	0.707197	0.707280	0.706622	0.706441	0.706285
$^{147}Sm/^{144}Nd$	0.103972	0.124437	0.115362	0.108854	0.107161
$^{143}Nd/^{144}Nd$	0.512419	0.512386	0.512441	0.512502	0.512510
$^{143}Nd/^{144}Nd_{(i)}$	0.512418	0.512385	0.512440	0.512501	0.512509
ℇNd	0.0133	0.0159	0.0147	0.0139	0.0137
ℇSr	0.1558	0.0733	0.1100	0.2452	0.2332
T Model Age	1.13	1.18	1.09	1.00	0.99

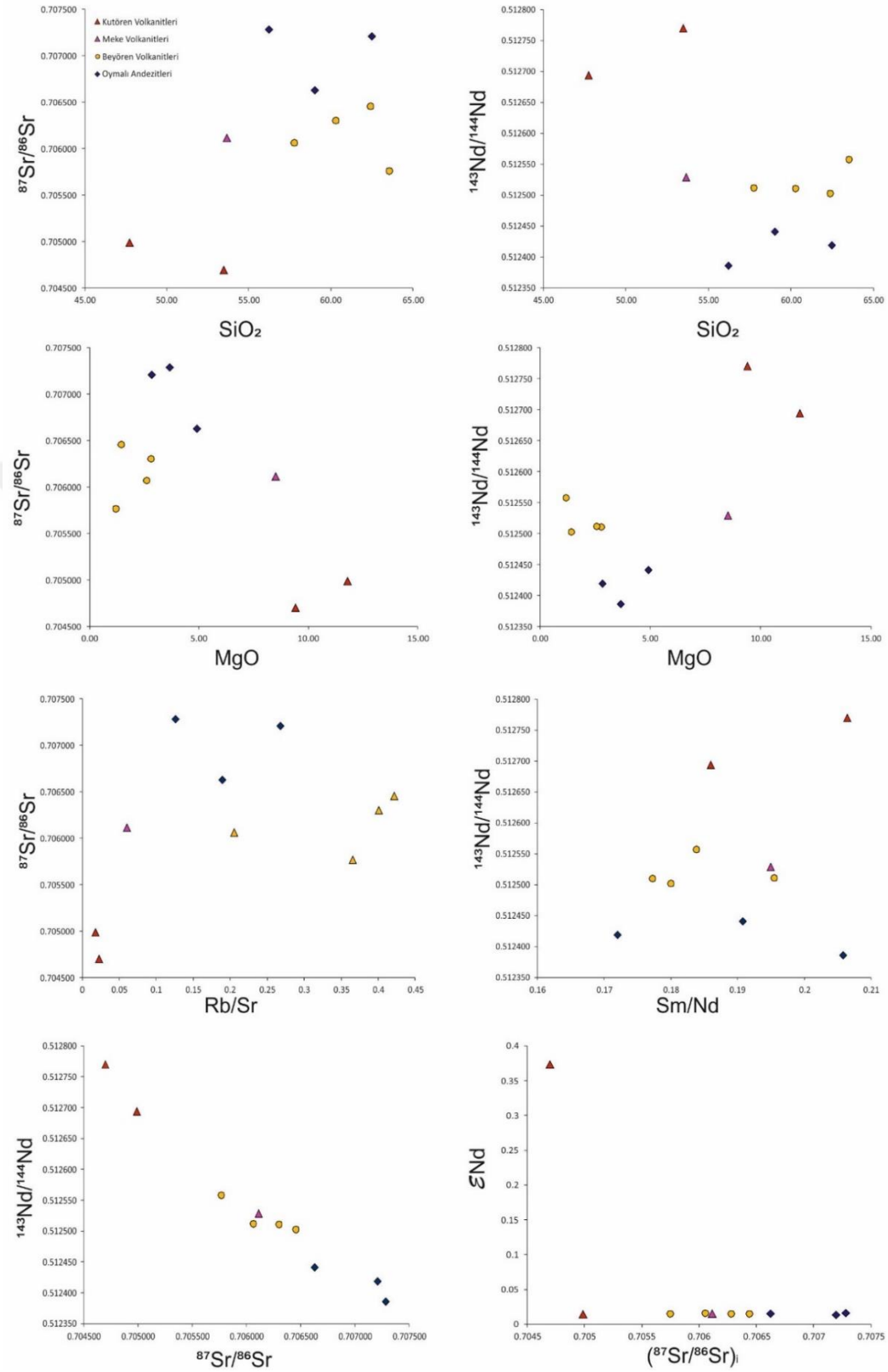
Birim	Beyören volkanitleri	Beyören volkanitleri	Meke volkanitleri	Kutören volkanitleri	Kutören volkanitleri
Volkanik Seri	VS-3	VS-3	VS-4	VS-5	VS-5
Kayaç Adı	Dasit	Latit	Bazaltik And.	Bazalt	Bazaltik And.
Örnek No	FS017099	FS016091	FS016022-a	FS017062	FS017078
Sr	366.282	481.631	527.903	770.485	599.531
Rb	133.789	98.810	32.021	13.924	13.750
Sm	4.123	4.490	3.660	4.271	12.995
Nd	22.428	22.966	18.774	22.967	2.683
$^{87}Rb/^{86}Sr$	1.056983	0.593692	0.175532	0.052291	0.066363
$^{87}Sr/^{86}Sr$	0.705766	0.706065	0.706114	0.704989	0.704699
$^{87}Sr/^{86}Sr_{(i)}$	0.705751	0.706057	0.706112	0.704988	0.704698
$^{147}Sm/^{144}Nd$	0.111129	0.118180	0.117851	0.112420	2.928084
$^{143}Nd/^{144}Nd$	0.512557	0.512511	0.512529	0.512694	0.512770
$^{143}Nd/^{144}Nd_{(i)}$	0.512556	0.512510	0.512528	0.512693	0.512751
ℇNd	0.0142	0.0151	0.0150	0.0143	0.3735
ℇSr	0.2127	0.1194	0.0353	0.0105	0.0134
T Model Age	0.91	0.99	0.96	0.70	0.62

Karacadağ örneklerine ait lav örneklerinin Sr ve Nd izotop değişim diyagramları Şekil 4.191'de verilmekedir. Bu örneklerin Sr ve Nd izotop değerleri üç farklı aralıkta değişim göstermektedir. Birinci grup yüksek $^{87}Sr/^{86}Sr$ (0.707208 – 0.707285), düşük $^{143}Nd/^{144}Nd$ (0.512386 – 0.512419) izotop oranına sahip lav örnekleri, ikinci grup orta $^{87}Sr/^{86}Sr$ (0.705776 – 0.706630), orta $^{143}Nd/^{144}Nd$ (0.512441 – 0.512557) izotop oranına sahip lav örnekleri, üçüncü grup ise düşük $^{87}Sr/^{86}Sr$ (0.704699 – 0.704989), yüksek $^{143}Nd/^{144}Nd$ (0.512694 – 0.512770) izotop oranına sahip örneklerdir.

Karacadağ volkanitlerine ait lav örneklerinin SiO_2 konsantrasyonları arttıkça $^{87}Sr/^{86}Sr$ oranlarının arttığı, $^{143}Nd/^{144}Nd$ izotop oranlarının ise azaldığı görülmektedir. Bunun aksine MgO konsantrasyonları arttıkça $^{87}Sr/^{86}Sr$ oranlarının azaldığı, $^{143}Nd/^{144}Nd$ oranlarının ise arttığı görülmektedir.

Rb/Sr'ye karşı $^{87}Sr/^{86}Sr$ değişim diyagramına baktığımızda yüksek Rb/Sr oranına sahip örneklerin çoğunun daha yüksek $^{87}Sr/^{86}Sr$ oranına sahip olduğu görülmektedir. Yine Sm/Nd'ye karşı $^{134}Nd/^{144}Nd$ değişim diyagramında yüksek Sm/Nd oranına sahip örneklerin yüksek $^{143}Nd/^{144}Nd$ oranına sahip oldukları görülmektedir. Radyojenik bir izotop olan ^{87}Rb'nin ^{87}Sr'ye dönüşmesinden dolayı, kaynak alan Rb bakımından ne kadar zenginse Sr izotop oranının da ondan türeyen primitif lavlarda artması doğal bir sonuçtur. Radyojenik bir izotop olan ^{147}Sm'nin, ^{143}Nd'ye dönüşmesi de ondan türeyen magmalarda benzeri bir etki oluşturur. Magma odası süreçleri ile magma ergiyiği evrimleştikçe, Sr ve Nd izotop oranları kristallenmeden etkilenmez. Magmanın litosfer içindeki evrimi sırasında bu oranları en fazla etkileyen süreç, asimilasyondur. Magmanın Sr ve Nd izotoplarınca çok daha farklı bir kabuk gerecini asimile etmesi, onun izotopik oran kontrastı arttıkça ve asimile olan kabuğun miktarı arttıkça daha belirgin hale gelir.

$^{87}Sr/^{86}Sr$'ye karşı $^{143}Nd/^{144}Nd$ değişim diyagramında ise bu iki izotop oranı arasında negatif bir trend gözlenmektedir. $(^{87}Sr/^{86}Sr)_i$' ye karşı ƐNd diyagramında da genel olarak doğrusal bir trend gözlenmektedir.



Şekil 4.191: Karacadağ Volkanitlerine ait Nd ve Sr izotop değişim diyagramları.

4.5. KOMPOZİT JEOKİMYASAL STRATİGRAFİ

Bu bölümde Karacadağ Volkanik Kompleksi'ni oluşturan lavların, volkanostratigrafik istif içerisindeki konumlarına bağlı olarak jeokimyasal bileşimlerinde meydana gelen değişimler irdelenecektir.

Jeokimyasal stratigrafi oluşturulurken kullanılan lav kalınlıkları; arazi gözlemleri, oluşturulan enine kesitler ve uydu görüntüleri kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplanan kalınlık değerleri yaklaşık kalınlıklardır, çünkü yanal yönde paleotopografya ve eğimdeki değişimlerin bir sonucu olarak lav birimlerinin kalınlıkları yanal yönde önemli değişiklikler gösterir. Dolayısıyla bunların kalınlıklarını kesin olarak hesaplayabilmek mümkün değildir. Yaklaşık kalınlıkları hesaplanan birimler tabandan tavana doğru sıralanmış ve her bir birimden alınan örnek, alındığı konuma gelecek şekilde bu istif üzerinde iz düşülmüştür.

Jeokimyasal stratigrafi kesitlerini oluşturmada amaç, bir volkanik seri içersinde, seriyi oluşturan birimlerin zamana bağlı olarak jeokimyasal değişimini görmektir. KVK için oluşturulan jeokimyasal stratigrafi kesitlerine (Şekil 4.192) baktığımızda; jeokimyasal istif de tabandan tavana doğru fraksiyonel kristallenmenin (FC) tüm serilerde etkin olduğu ancak VS-2, VS-4 ve VS-5 serilerinde magma tazelenmesi (Rep) ile SiO_2 değerlerinde ani değişimler gözlenmektedir. Bu da bize KVK'yı oluşturan birimlerin genel olarak fraksiyonel kristallenme ile oluştuğunu ancak özellikle son iki volkanik seri olan VS-4 ve VS-5 birimlerini oluşturan magma odasının, primitif lavlar ile tazelendiğini göstermektedir. SiO_2'de gözlenen bu değişimler, diğer ana oksitler ve #Mg ile de oluşturulan jeokimyasal stratigrafi kesitlerinde de görülmektedir (Şekil 4.192). Tabandan tavana doğru gidildikçe tüm ana oksitler için ilk 3 seri de belirgin bir değişimin olmaması fraksiyonel kristallenmenin bir sonucudur. Ancak, son iki seri de tüm ana oksitler için belirgin olan değişim magma odasının daha primitif lavlar ile tazelendiğine işaret etmektedir.

Fraksiyonel kristallenmeye eşlik eden magma tazelenme süreçlerini daha iyi ayırtlamak ve hangi prosesin kristallenme üzerinde daha etkin olduğunu anlamak adına jeokimyasal stratigrafi kesitler; iz elemetler ve uyumlu-aşırı uyumsuz elementlerin kullanılması ile oluşturulmuş değişim oranları ile de yapılmıştır (Şekil 4.5 – 4.6). Bu grafikleri oluştururken geçiş metallerinden Ni ve Co; LIL elementlerden Rb, Sr ve Ba; HFS elementlerden Y, U, Zr ve N bile hafif NTE'lerden La ve Sm seçilmiştir.

Co ve Ni' de gözlenen azalma fraksiyonel kristallenme ile uyumlu bir davranıştır. Kristallenme devam ettikçe bu elementleri bünyesine katacak mineraller azalacağı için, ergiyik içerisinde bu elementlerin azalması beklenmektedir. VS-4 ve VS-5 serilerinde aniden artmasının sebebi ise magma tazalenmesi ile ilişkilidir.

Tabandan tavana doğru gidildikçe; Rb'de gözlenen ara değişimler (Rb oranının artması ve azalması), seriler içerisinde biyotit kristallenmesi, Sr'de görülen azalmalar plajiyoklaz kristallenmesinin etkin olması, Ba'da meydana gelen ani değişimler ise alkali feldispat kristallenmesi ile ilişkilidir.

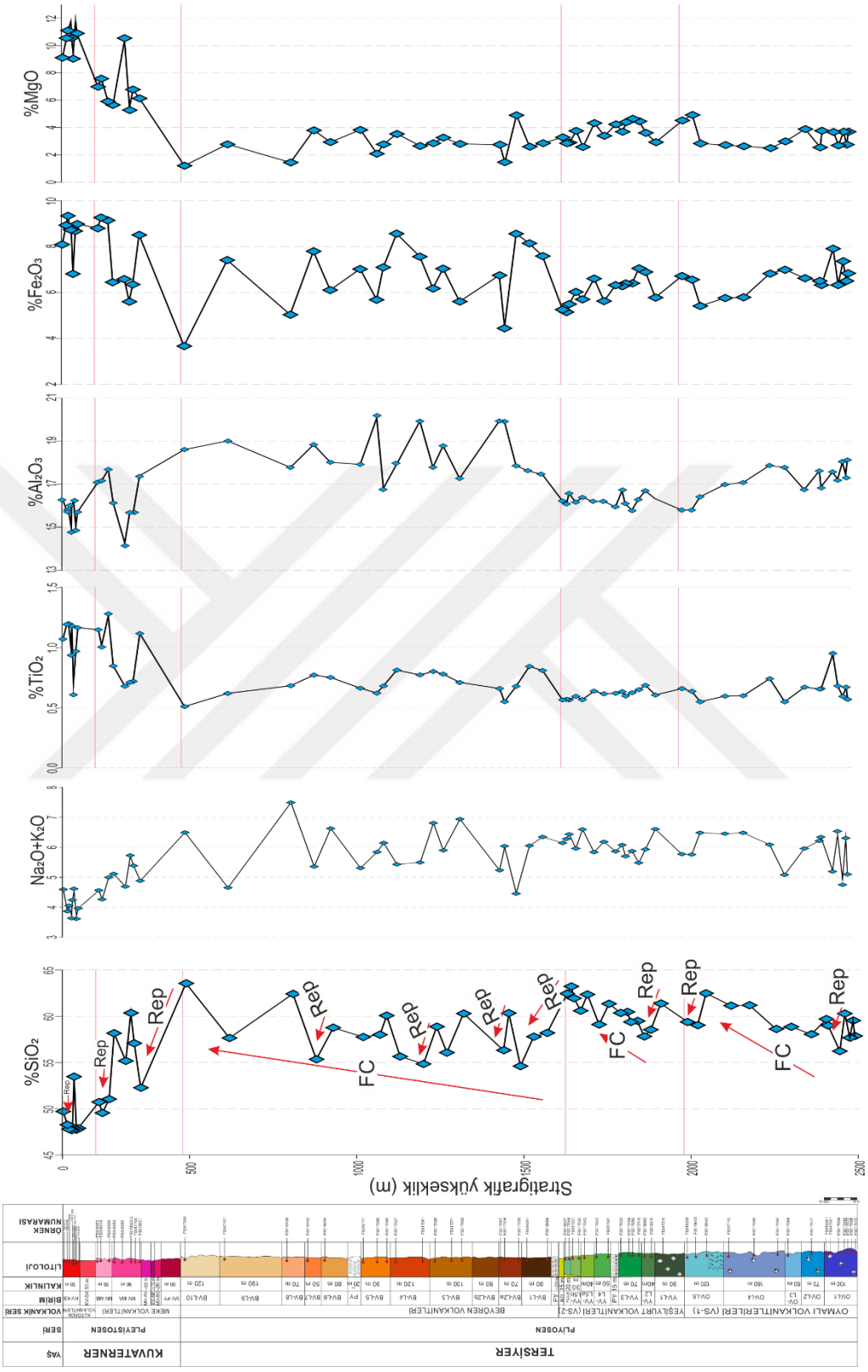
Fraksiyonel kristallenmenin etkin olduğu seriler içerisinde Y elementi, amfibol kristallenmesine bağlı olarak azalmıştır. Nb'de gözlenen ani değişimler ise amfibol ve biyotit kristallenmesine bağlıdır.

La ve Sm'nin piroksen kristallenmesine bağlı olarak bazı lav birimlerinde negatif bir trend gözlenmektedir.

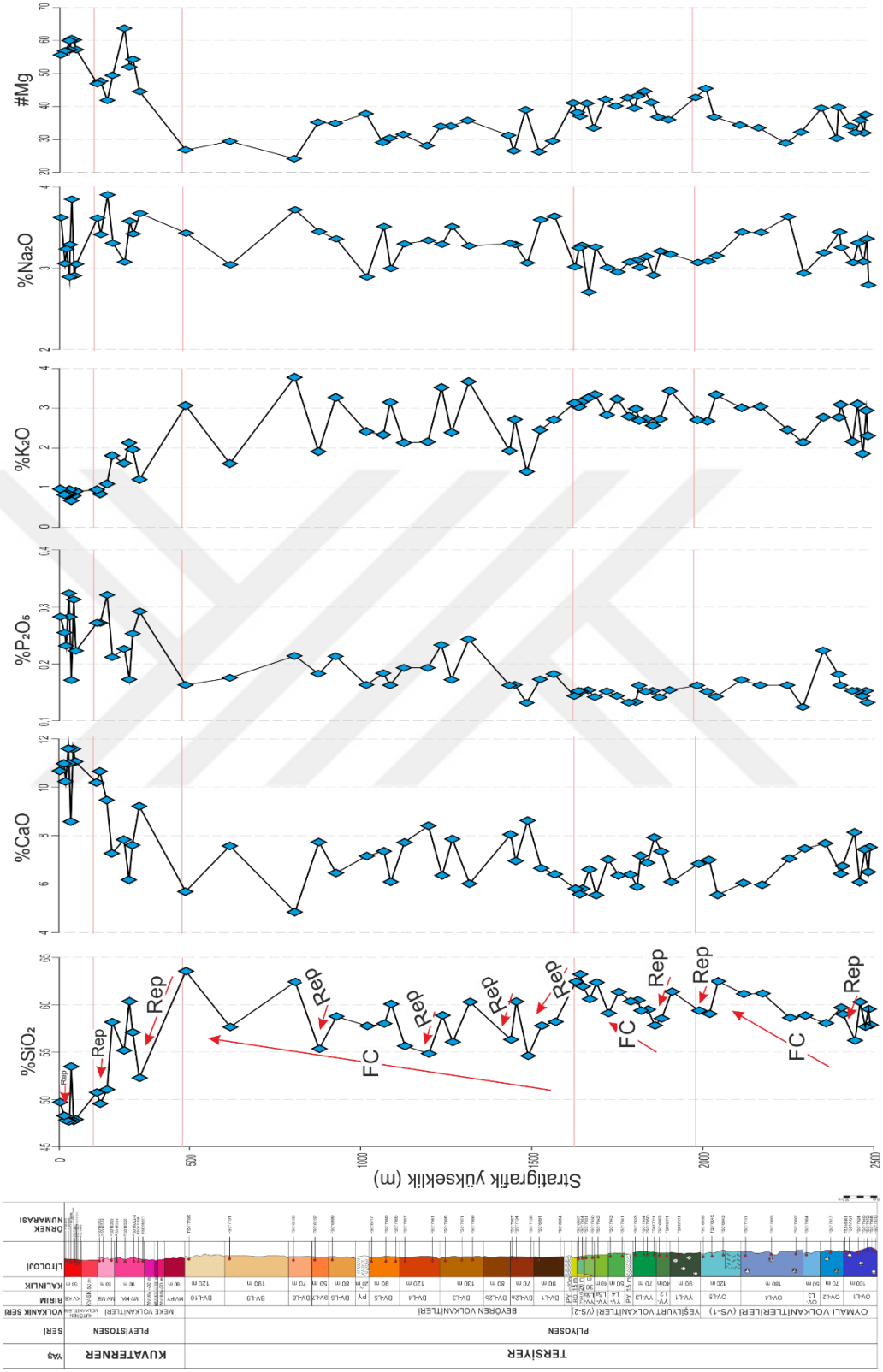
Eu anomalisi (Eu/Eu*) feldispatların kristallenmesi ile ilşkilidir. Jeokimyasal stratigrafi kesitlerinde tabandan tavana doğru gidildikçe FC'nin hakim olduğu seriler de bu oran feldispat kristallenmesinin etkin olması ile ilişkili olarak azalmıştır.

Ba/Sr oranında meydana gelen pozitif trendler, plajiyoklaz kristallenmesinin KVK'yı oluşturan lav birimleri içerisinde fazla olduğuna işaret etmektedir. Nb/Y ve Rb/Nb oranında gözlenen değişimler ise volkanik aktivite sürecinde amfibol ve biyotit kristallenmesinin hangi evrelerde egemen olduğunu göstermektedir.

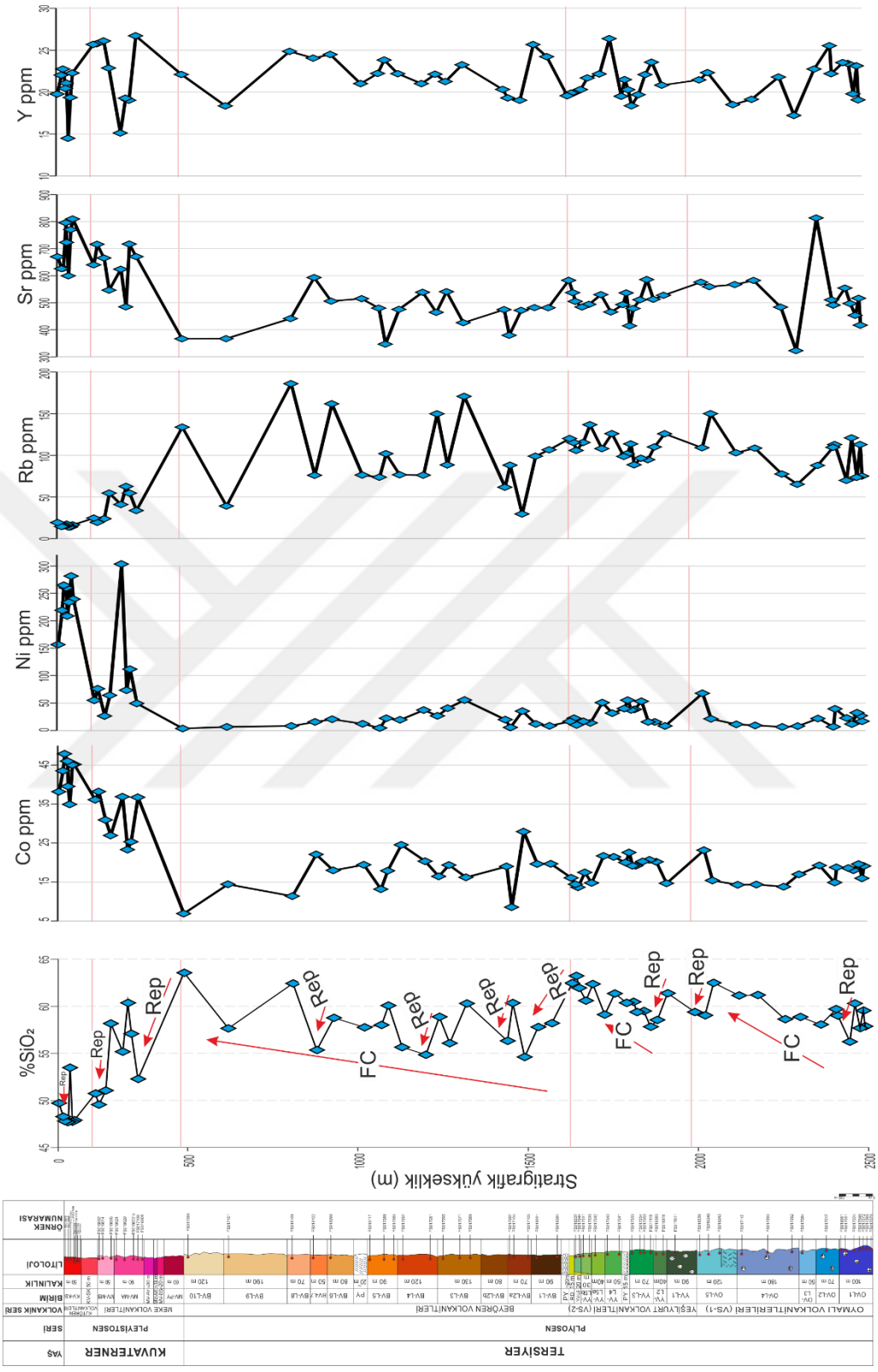
Özetle, KVK'yı oluşturan volkanik serilerin tümünü oluşturan lav birimlerinin, tabandan tavana iz element değişim diyagramlarına baktımızda da, aynı ana oksitler ile oluşturulan diyagramlarda gözlendiği gibi etkin olan fraksiyonel kristallenme ile birlikte zaman bağlı olarak periyodik aralıklarla magma odasının pirimif magma ile tazelendiği görülmektedir.



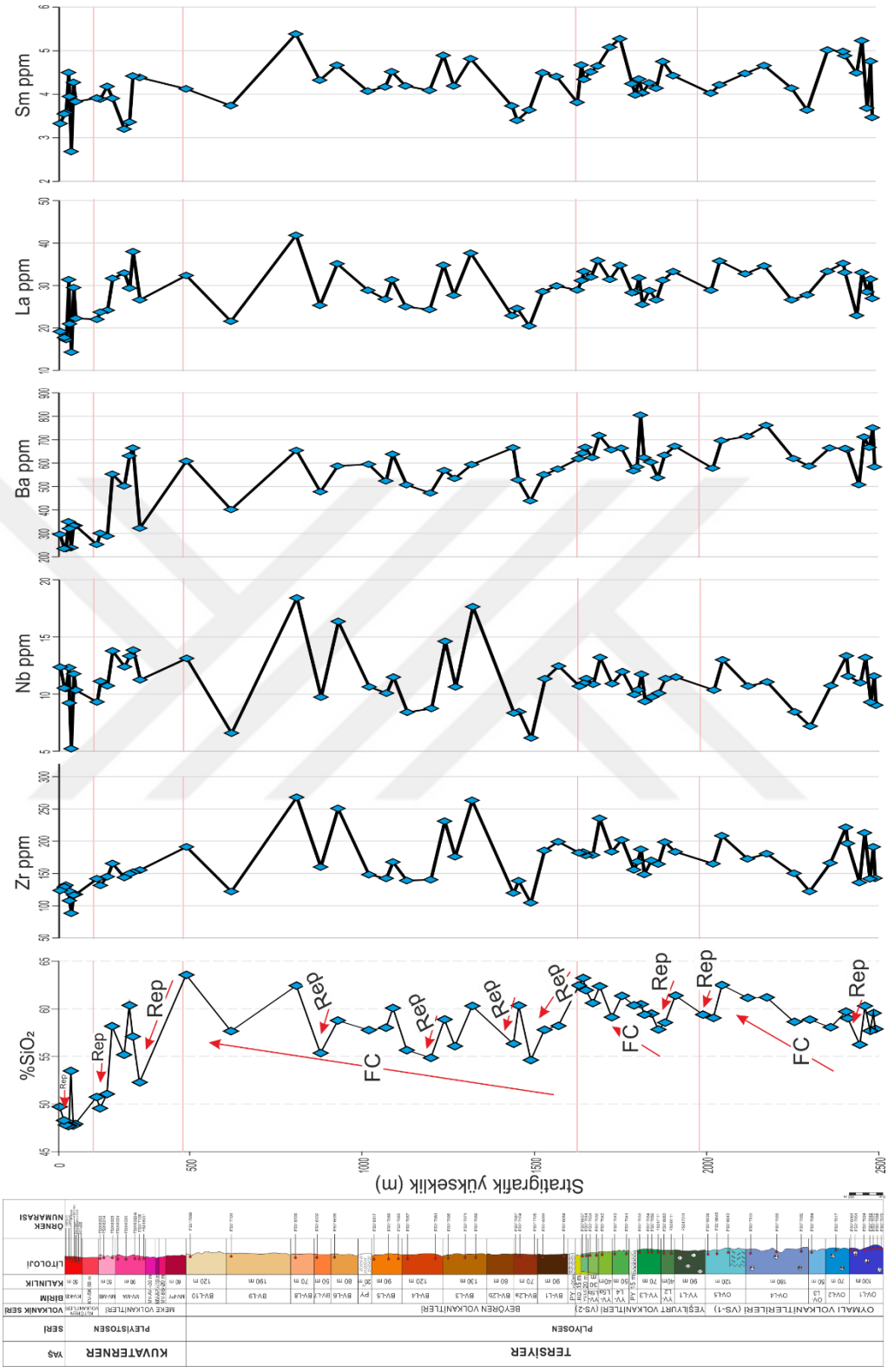
Şekil 4.192: KVK'ya ait kompozit jeokimyasal stratigrafi kesitleri (FC:Fraksiyonel kristallenme, rep:Replenishment-Magma tazelenmesi).



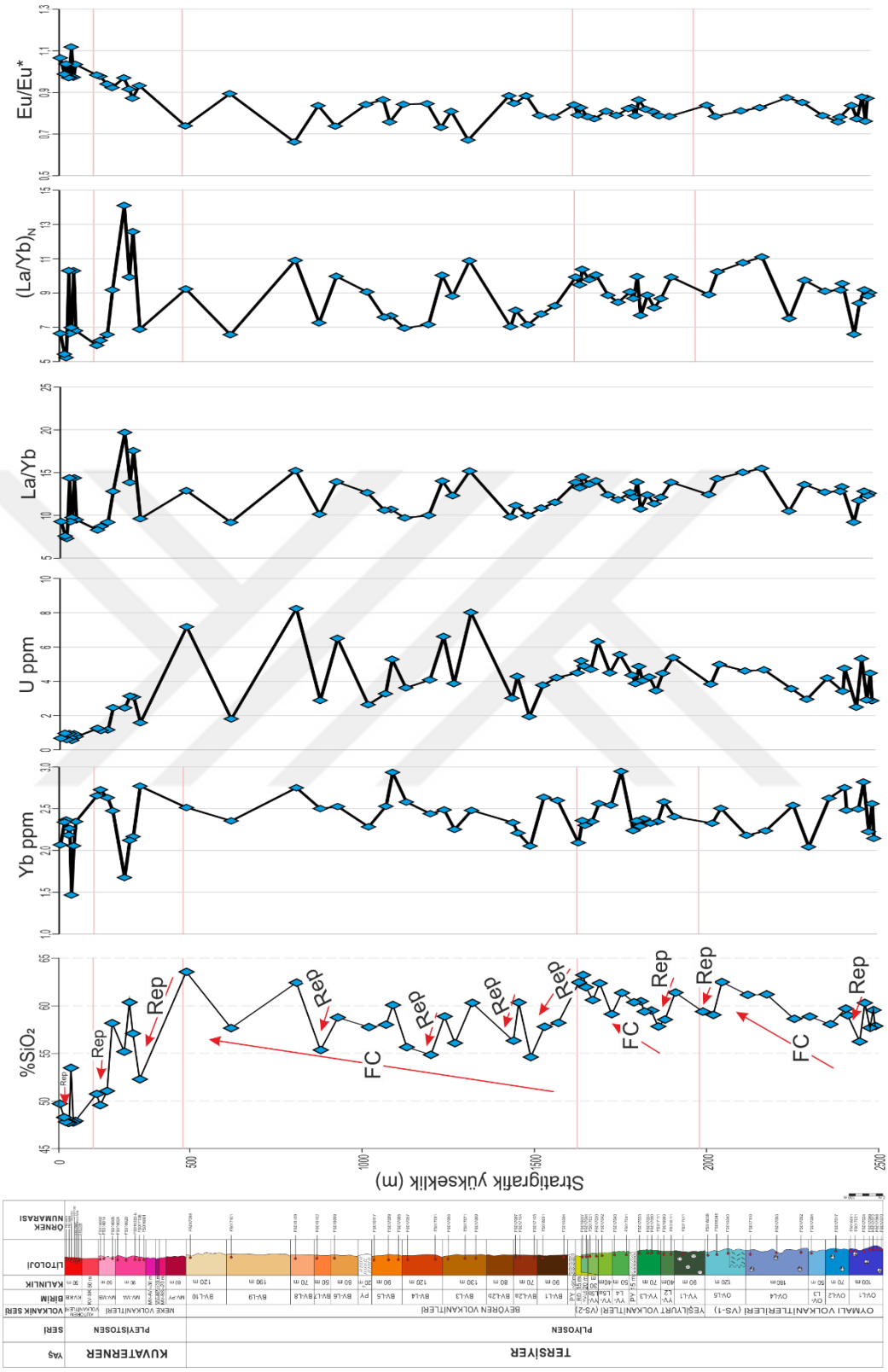
Şekil 4.192 (devamı): KVK'ya ait kompozit jeokimyasal stratigrafi kesitleri (FC: Fraksiyonel kristallenme, rep: Replenishment-Magma tazelenmesi).



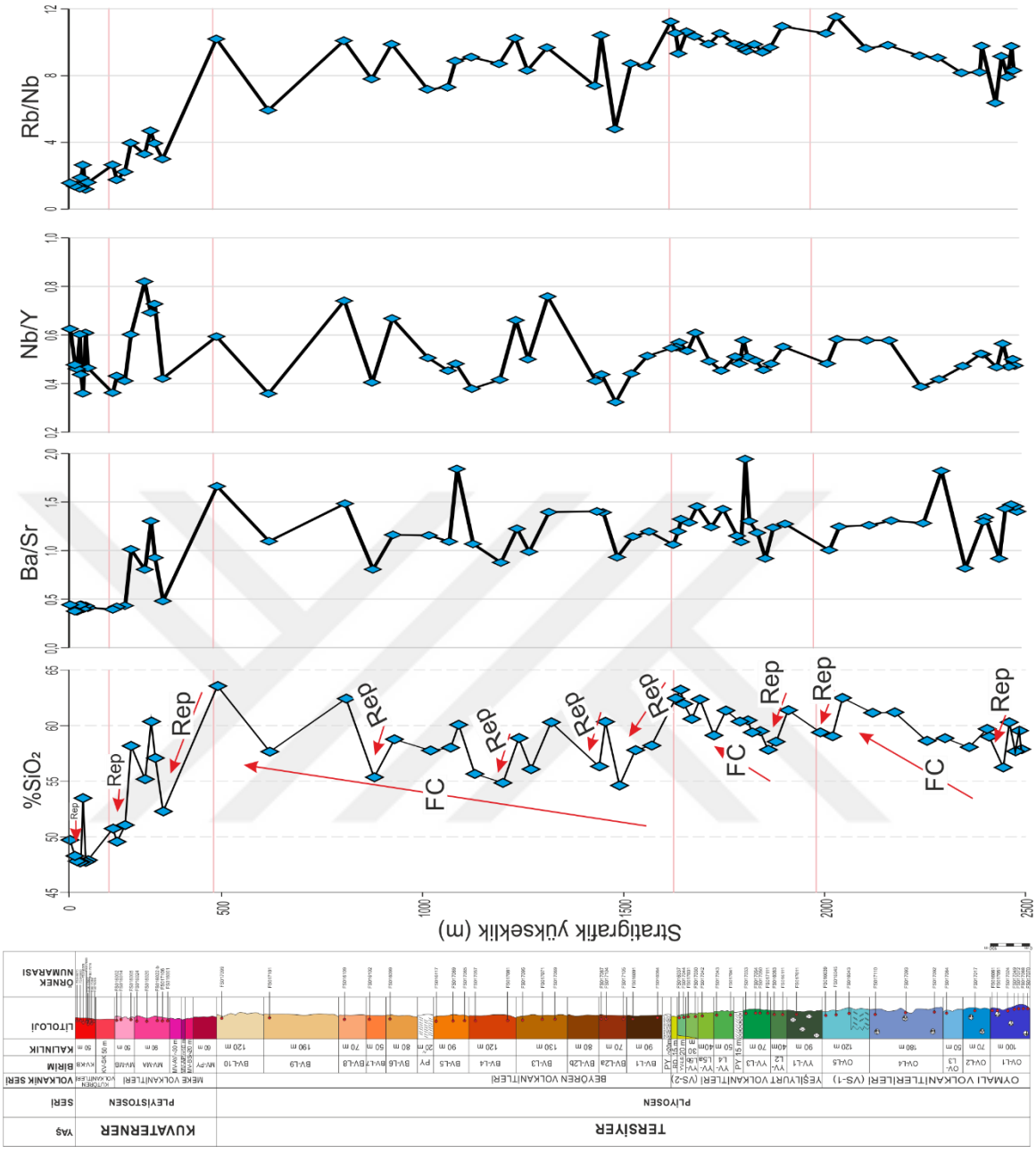
Şekil 4.192 (devamı): KVK'ya ait kompozit jeokimyasal stratigrafi kesitleri (FC: Fraksiyonel kristallenme, rep: Replenishment-Magma tazelenmesi).



Şekil 4.192 (devamı): KVK'ya ait kompozit jeokimyasal stratigrafi kesitleri (FC: Fraksiyonel kristallenme, rep: Replenishment-Magma tazelenmesi).



Şekil 4.192 (devamı): KVK'ya ait kompozit jeokimyasal stratigrafi kesitleri (FC: Fraksiyonel kristallenme, rep: Replenishment-Magma tazelenmesi).



Şekil 4.192 (devamı): KVK'ya ait kompozit jeokimyasal stratigrafi kesitleri (FC: Fraksiyonel kristallenme, rep: Replenishment-Magma tazelenmesi).

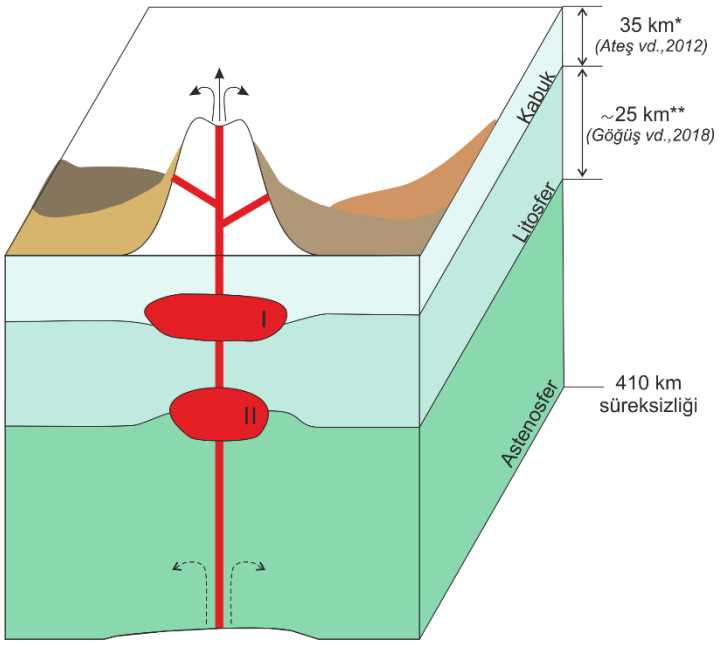
5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu bölüm de tezin bulgular kısmında elde edilen verilerin (saha, petrografi, jeokimya) yorumu yapılacaktır. Bir magmatik sistemde, magma evrimi sırasında gerçekleşen işlemler adım adım açıklanacak, oluşturulan magma pompalama sistemi modeli son bölümde ele alınacaktır.

Keskin (1998)'de, magma evrimi sırasındaki işlemlerden en önemlilerini 5 madde olarak sıralamıştır:

1) Kaynak alanda kısmı ergimeler ile magma oluşumu,
2) Fraksiyonel kristallenme (FC),
3) Özümleme (Asimilasyon)
4) Fraksiyonel kristallenme ile birlikte gelişen asimilasyon
5) Farklı iki magmanın homojen veya heterojen karışması (mixing)

Bu işlemlerden kaynak alanı oluşturan ergime işlemleri Şekil 5.1'de gösterilen blok diyagramda bulunan II numaralı alanda gerçekleşirken, FC, AFC ve mixing işlemleri I numaralı magma odası ortamında meydana gelmektedir.



Şekil 5.1: Kaynak alanda ergime, ve daha üstteki magma rezervuarlarında gerçekleşen süreçleri gösteren şematik blok diyagram (*Orta Anadolu ortalama kabuk kalınlığı; Ateş ve diğ., 2012, **Orta Anadolu ortalama litosfer kalınlığı; Göğüş ve diğ., 2018).

5.1. KVK LAVLARINI OLUŞTURAN MANTO KAYNAK ALANI

Yitim zonları mantonun jeokimyasal heterojenetisini kontrol eden en önemli jeolojik işlemlerin meydana geldiği jeodinamik ortamlardır (Hofmann ve diğ., 1997, Zheng ve diğ., 2019, Zindler ve Hart, 1986). Yitim bileşeninin direkt etkisi olduğu gibi yitimin etkisinden kaynaklı metasomatik etkilerin izleri de görülür (Tatsumi ve Eggins,1995).

Manto kaynak alanını oluşturan ergiyiklerin oluştuğu bazaltların kaynağı olarak manto peridotitlerinin, özellikle lerzolitlerin kısmi ergimesi gösterilmektedir (Green ve Ringwood, 1963). Ancak son yapılan deneysel çalışmalar (Lambart ve diğ., 2016; Howarth ve diğ., 2017, Yang ve Zhou, 2013, Dai ve diğ., 2019) primitif alkali bazaltların bileşimlerini oluşturan magmanın kaynağının sadece peridotitler olmadığı, peridotitler ile birlikte kaynakta bulunan karbonat peridotitlerinin, piroksenitler ve horblenditlerin kısmi ergimelerinin de önemli olabileceklerini göstermiştir.

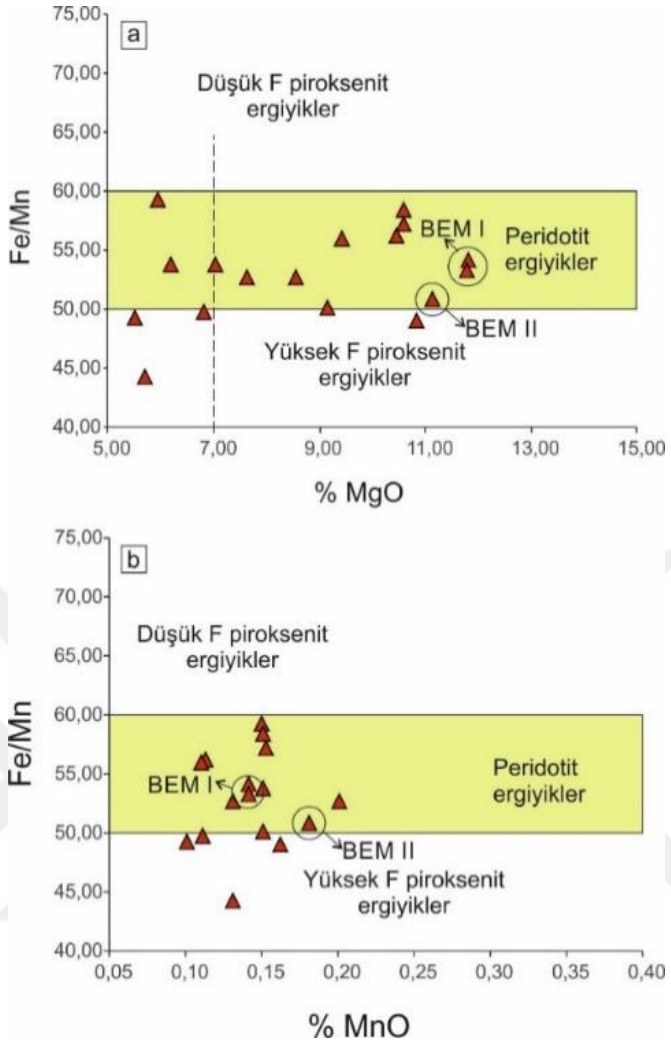
Kaynak alanın, yitim bileşeni içerip içermediği, peridotitik veya piroksenitik kaynağın hangisinin ya da hangilerinin kısmi ergimesiyle oluştuğunu ana oksitlerin ve iz elementlerin jeokimyasal davranışlarından belirlenebilmektedir. Bu nedenle bu bölümde çeşitli araştırmacıların kaynak alanı belirlemek amacıyla oluşturdukları grafikler kullanılarak manto kaynak alanını tanımlayan ve kısmi ergime işleminin petrolojik model sonuçlarını gösteren grafikler sunulmaktadır. Yine manto kaynak alanını doğru anlamak ve yorumlamak adına, primitif lavların ve ksenolitlerin tüm kaya, iz element değerleri kullanılarak da yorumlarda bulunulmaktadır.

5.1.1. Ana Oksitler Kullanılarak Kaynak Alan İncelenmesi

Olivin magmadan kristallenen ilk mineraldir ve olivin kristallerinin Ni ve Mn içerikleri ile birlikte Fe/Mn oranları bazaltların manto kaynak alan litolojilerini belirlemek için kullanılmaktadır (Gurenko ve diğ., 2009; Herzberg, 2011, Dai ve diğ., 2019). Düşük Ni içeren olivinlerin peridotik, yüksek Ni içeriğine sahip olivin kristallerinin ise piroksenitik mantodan türediği bilinmektedir (Li ve Ripley, 2010; Matzen ve diğ., 2013). Diğer taraftan peridotik kaynaktan türemiş magmalardan kristallenen olivin kristallerinin Mn konsantrasyonları, piroksenitik kaynaktan türemiş magmalardan kristallenenlere nazaran daha yüksek değerlerdedir (Herzberg ve diğ., 2011).

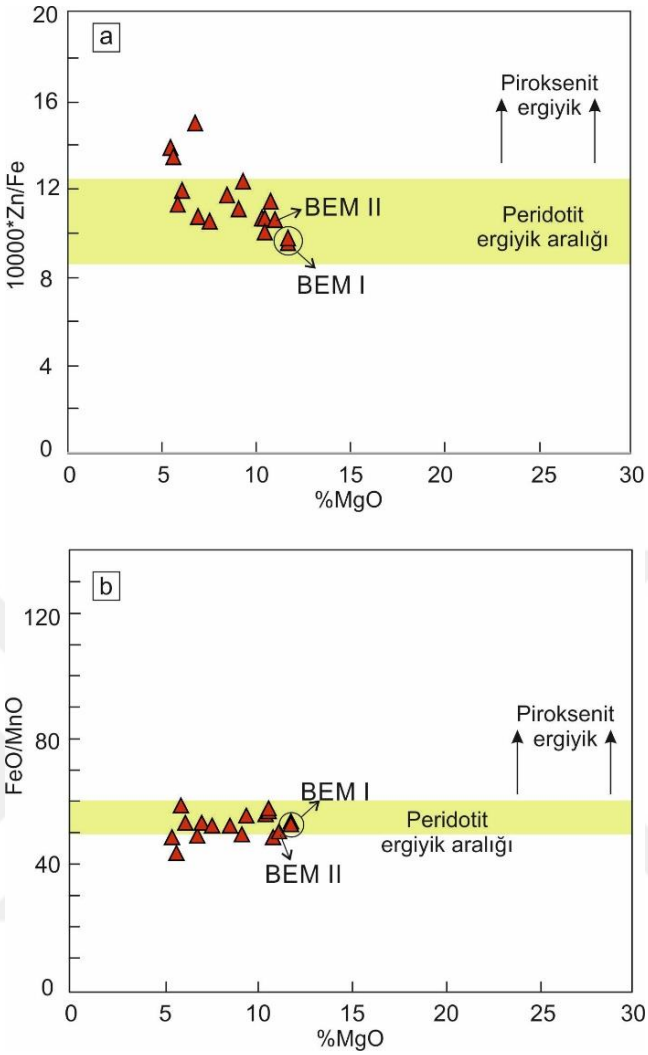
Peridotitlerin kısmi ergimesiyle oluşan ergiyiklerin Fe/Mn oranları 50 – 60 arasında değişmektedir. Bu oranı ergimenin derecesi ve uçucuların etkisi belirlemektedir (Herzberg, 2011; Liu ve diğ., 2008). Piroksenitlerin kısmi ergimesiyle oluşan ergiyiklerin Fe/Mn oranları ise ergime derecesi ve konsantrasyon oranlarına göre iki alan oluşturmaktadır; düşük kısmi ergime derecesi – yüksek Fe/Mn oranı (Düşük F piroksenit ergiyikler), yüksek kısmi ergime derecesi – düşük Fe/Mn (Yüksek F piroksenit ergiyikler) oranına sahip piroksenit kaynak alanları (Herzberg, 2011; Keshav ve diğ., 2004; Sobolev ve diğ., 2007; Dai, ve diğ., 2019).

Şekil 5.2'de KVK pirimitif lavlarının Fe/Mn oranlarının MgO ve MnO konsantrastyonlarına göre dağılım grafikleri gösterilmektedir. Literatürde MgO>7 örneklerin kullanılması gerektiği belirtilmesine karşın, KVK için seçilen SiO2<45 olan tüm primitif lavları görmek adına grafiklerde MgO referans değeri %5'den büyük olacak şekilde kullanılmıştır. Primitif lavların 2 farklı kaynak alandan türedikleri görülmektedir. BEM I daha derin bir peridotik kaynaktan türemişken, BEM II neredeyse peridotit ve piroksenit (Yüksek F piroksenit ergiyik alanı) sınır alanından türemiştir. BEM 1 ve BEM II' yi oluşturan primitif lavların farklı iki kaynaktan türedikleri tezin jeokimya bölümünde gösterilen dağılım grafiklerinde de gözlenmektedir.



Şekil 5.2: (a) Fe/Mn- MgO,(b) Fe/Mn – MnO kaynak alan diyagramları (Yeşil alan Herzberg,2011'den, piroksenitlere ait düşük ve yüksek F ergiyik alanları ise Dai ve diğ., 2019'dan alınmıştır).

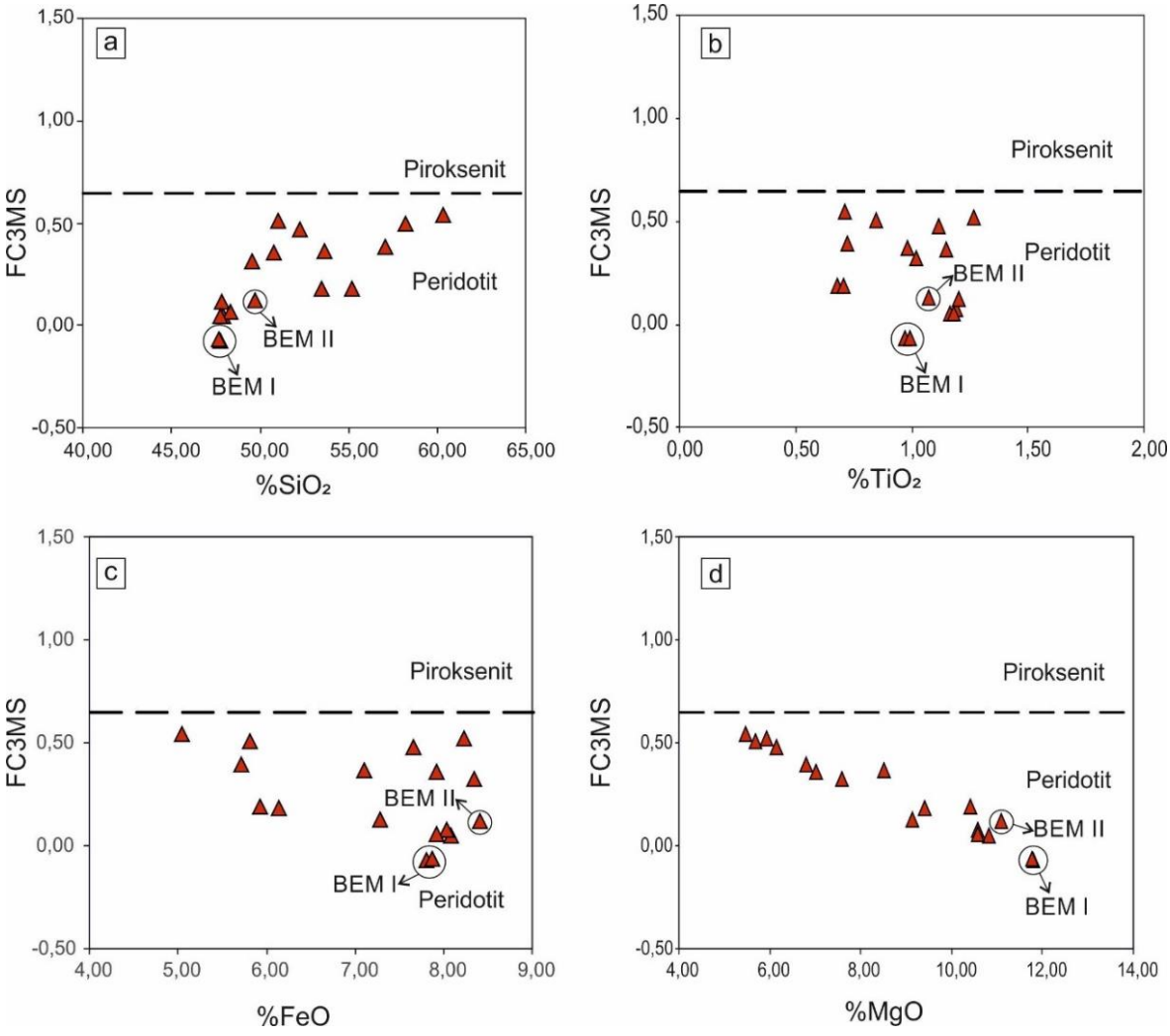
Bazaltik ergiyiklerin peridotik mi yoksa piroksenitik bir kaynak alandan türediklerini belirlemek adına Zn / Fe oranları da kullanılmaktadır. Le Roux ve diğ., 2010'da yaptıkları bir dizi deneysel çalışma sonucu primitif bazaltların kaynak alanını ayırtlamak için kullanılan 10000*Zn/Fe değerininin, 8.5 – 12.5 arasında ise kaynak alanın peridotit, değer 14'den büyük ise kaynak alanın piroksenit olduğunu belirtmişlerdir. KVK pirimitif alkali lavlarının 10000*Zn/Fe'ye karşılık MgO dağılım grafiğine baktığımızda, KVK'nın KB'sını oluşturan 3 lav haricinde diğer primitif lavların peridotit ergiyik aralığına düştüğü görülmektedir (Şekil 5.3.a). Yine aynı şekilde FeO/MnO' e karşılık MgO dağılım grafiğinde de örneklerin büyük bir çoğunluğunun peridotit kaynak alanda kaldığı görülmektedir (Şekil 5.3.b).



Şekil 5.3: Kaynak alan belirleme diyagramları; (a) 10000*Zn/Fe – MgO (Yeşil alan aralığı Le Roux ve diğ., (2010)' dan alınmıştır); (b) FeO/MnO – MgO (Aralık tanımlamaları Herzberg (2011)' den alınmıştır).

Yang ve Zhou (2013) bazaltları üreten kaynak alanı tanımlamak adına bir parametre oluşturmuşlar ve bu parametreye "FC3MS" olarak tanımlamışlardır. FC3MS; FeO/CaO-3*MgO/SiO_2 değerine karşılık gelmektedir. Yapılan çalışmalarda peridotit kaynaktan türeyen bazaltların FC3MS değerinin 0.65'den daha yüksek olmadığı tanımlanmıştır. Bu nedenle, bu değerin altında kalan alan peridotit kaynağı belirtirken, üzerinde olan değerler piroksenit kaynak alanını yansıtmaktadır. Bir diğer kriter de grafiklerde kullanılan verilerin MgO değerlerinin 7.5'dan büyük olması gerekmektedir. KVK primitif lavlarının MgO değerleri bu sınıra ulaşmadığı için, bir fikir verebilmesi açısından MgO>5 olan örnekler kullanılarak bu grafikler oluşturulmuştur. FC3MS değerini ana oksitlerden SiO_2, TiO_2, FeO ve MgO' e karşılık

iz düştüğümüzde KVK primitif lavlarının tümünün peridotit alanına düştüğü görülmektedir (Şekil 5.4). Dolayısıyla sadece bu grafiklere bakıldığında primitif bazaltların türediği kaynağın peridotik manto olabileceği söylenebilir.



Şekil 5.4: FC3MS'ye karşılık SiO2, TiO2, FeO ve MgO dağılım grafikleri (Yang ve Zhou, (2013)).

Ana oksitleri temel alan kaynak alan ayırtlama diyagramları birlikte değerlendirildiğinde (Şekil 5.2, 5.3 ve 5.4), manto kaynak alanının genel olarak (büyük oranda) peridotit ve piroksenit türü mantoların her ikisinin de içermiş olduğu ve magmaların bu iki farklı kaynaktan türemiş oldukları söylenebilinir.

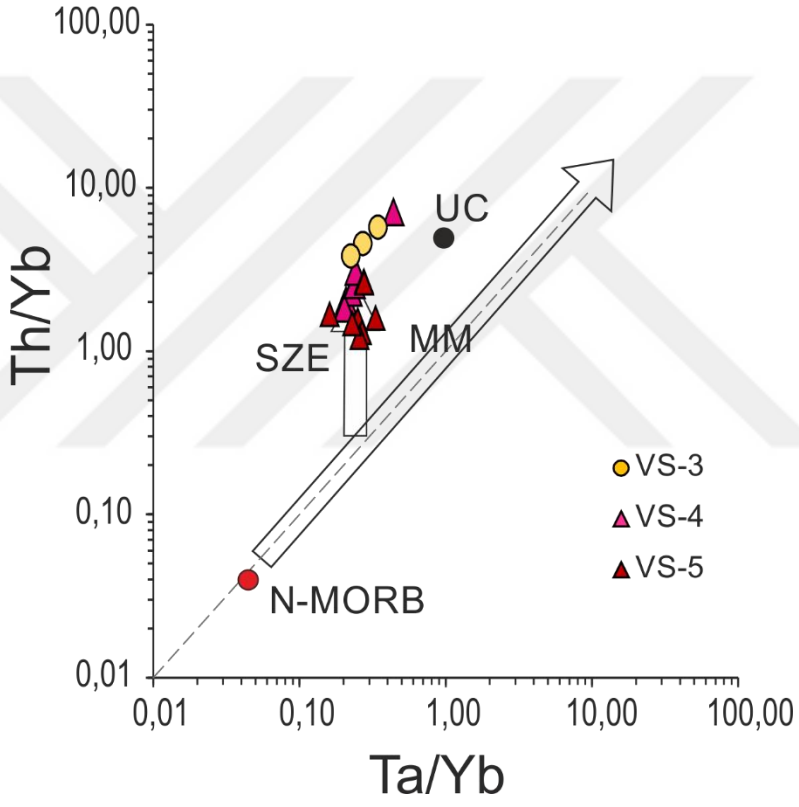
5.1.2. İz Elementler Kullanılarak Kaynak Alan İncelenmesi

KVK lavlarının N-MORB normalize çoklu element örümcek diyagramlarındaki desenleri incelediğimizde (Şekil 4.187) lavların Nb ve Ta elementlerince hemen yanlarında yer alan LIL ve LREE'e nazaran fakirleştiği görülmektedir. Nb ve Ta elementlerinde gözlenen bu belirgin düşüş, yitim ile ilişkili magmatizmanın en karakteristik özelliklerinden biridir (Pearce ve Norry, 1979; Pearce. 1982; Pearce ve Parkinson, 1993; Hawkesworth ve diğ., 1997). Ancak Nb ve Ta' da meydana gelen düşüşün sebebi manto kaynak alanında ve/veya kabuktaki magma odalarında magmanın kıtasal kabuğu özümseyerek kirlenmesi de olabilir. Asimilasyonun etkilerini gösterdiğimiz AFC modellemelerinde, KVK'yı oluşturan primitif lavlarda, kıtasal kirlenme izlerinin görülmemesi, magma odası AFC süreci ile kirlenme olasılığını ortadan kaldırmaktadır. Dolayısıyla KVK'daki yitim bileşeninin varlığı, kıtasal kirlenmeden ziyade, önceki yitimlerin manto kaynak alanında oluşturdukları metasomatik yitim bileşeninin yeni oluşan ergiyiklerde ortaya çıkması ile açıklanabilir.

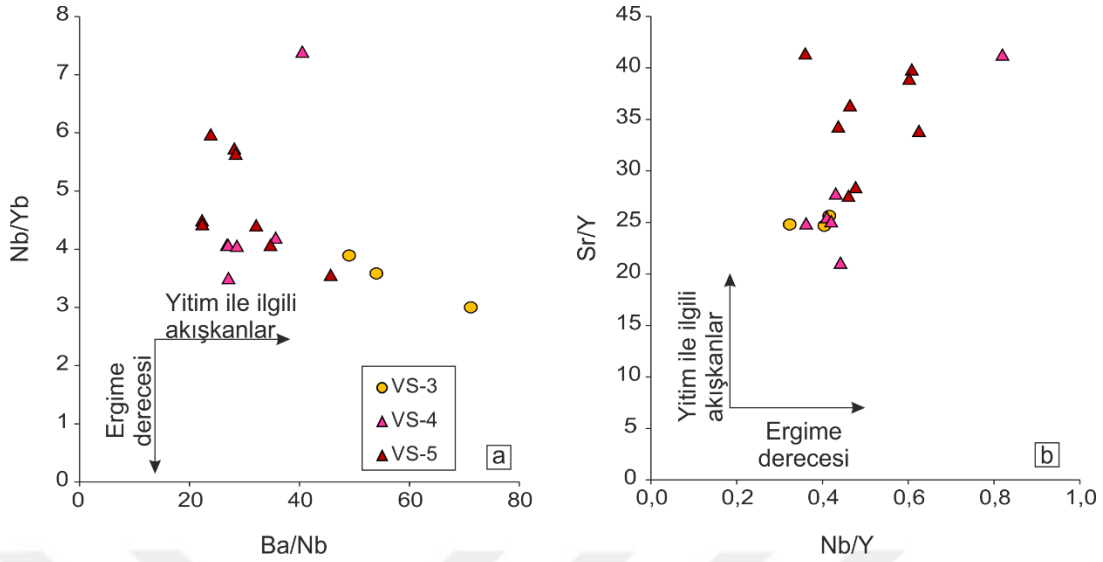
Çoklu element örümcek diyagramlarında gözlenen tipik yitim desenlerinin varlığını daha ayrıntılı incelemek adına bu bölümde, kaynak alana dair yorumlar, iz elementler yardımıyla yapılacaktır. Kaynak alanı doğru yansıtmak ve fraksiyonel kristallenme ve asimilasyon süreçlerinin etkilerini en aza indirgemek için SiO_2 < %55 kriterini sağlayan örneklerin analizleri, bu bölümde verilen grafiklerde iz düşülmek üzere seçilmiştir.

Ta/Yb - Th/Yb, Ba/Yb - Nb/Yb diyagramları manto kaynak alanını ve olası zenginleşmeleri tanımlamakta kullanılan en elverişli diyagramlardır. Çünkü bu iz element oranları kısmi ergime ve fraksiyonel kristallenmeden etkilenmezler (Pearce, 1983; Pearce,1990). Magma yitim bileşeni içeriyorsa veya kıtasal kabuk kirlenmesi içeriyorsa, Th/Yb ve Ba/Yb oranları, levha içi lavlara nazaran daha yüksek olacaktır. Bunun nedeni yitim bileşeni içeren magmanın Th ve Ba elementlerince zenginleşmiş olmasıdır (Pearce ve diğ., 2005). KVK'nın SiO_2 <%55 içeriğine sahip lavlarının ikili değişim diyagramlarına baktığımızda, lavların yitim bileşenlerinden etkilendikleri görülmektedir (Şekil 5.5). LIL ve LRE elementlerin HFS elementlere göre zenginleşmesi, manto kaynak alanındaki zenginleşmeleri ve kaynak alanın doğasını anlamada önemli bilgiler sunarlar (Pearce ve diğ., 2005). Bu nedenle LIL ve LRE elementlere karşı HFS elementlerin kullanıldığı dağılım diyagramları yaygınca kullanılır. Yitim kuşaklarına gelen çökel malzemede mobil özellikleri nedeniyle LIL ve LRE elementler diğerlerine nazaran zenginleşir, hareketsiz özellikleri nedeniyle HFS elementler ile Ta ve Nb isde fakirleşir. Bunun

üzerine bir de dalan levha boyunca dehidrasyon sırasında, LIL ve LRE elementlerin HFS elementlere (ayrıca Ta ve Nb) nazaran dalan levhadan türeyen sıvılar ve ergiyiklerde daha da zenginleşmeleri eklenir. Bu ergiyikler yukarı doğru hareket eder ve üst (litosferik) manto bileşimini değiştirirler (Tatsumu, 1989). Bu nedenle, Sr/Y-Nb/Y ve Nb/Yb – Ba/Nb gibi iz element oranları yitim ile ilişkili akışkan ve ergiyik girişinin etkilerini göstermek amacı ile kullanılabilir. Şekil 5.6 a-b' de gösterilen grafiklere baktığımızda yitim bileşeninin, manto kaynak alanda dalan levhanın ergimesinin etkilerinden ziyade, yitim ile ilişkili akışkanların metasomatizması kaynaklı olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 5.5: Th/Yb-Ta/Yb diyagramı (Pearce ve diğ., 2005), N-MORB: Ortalama okyanus ortası sırt bazalt bileşimi, SZE: Yitim zonu zenginleşme trendi, MM: Manto metasomatizma trendi, UC:Ortalama üst kabuk bileşimi).



Şekil 5.6: (a) Nb/Yb- Ba/Nb diyagramı. (b) Sr/Y-Nb/Y diyagramı (Diyagramlarında gösterilen akışkan ve ergiyik trendleri Giuseppe ve diğ., (2018)' den alınmıştır).

Davidson ve diğ. (2012), tarafından önerilen Dy/Dy* oranı granat ve amfibol kristallenmesinin önemini göstermek için formülüze edilen bir değerdir. Dy/Dy* - Dy/Yb oranlarına göre KVK'nın primitif lavları MORB alanına düşmektedir. Ayrıca bunlar amfibol kristallenmesi ile uyumlu bir trend izlemektedir. Bu grafiğe göre kaynak alanda granatın varlığından bahsedemeyiz (Şekil 5.7-a).

Yüksek Ba/La oranları akışkan metasomatizmasından etkilenen magmalarda gözlenmektedir (Howkesworth ve diğ., 1997). Ba/La – Th/Yb grafiğine iz düşülen örnekler hem kabuksal kontaminasyon hem de akışkan metasomatizmasından etkilendiklerini gösteren iki ayrı trend sergilemektedir (Şekil 5.7-b).

KVK'yı oluşturan primitif lavların Nb/La oranları 0.3 - 0.65; Ba/Rb oranları ise 95 - 300 arasında değişmektedir. Nb/La – Ba/Rb diyagramında örneklerin hem N-MORB'a yaklaşan bir trend hem de metasomatizmadan etkilenen bir trend sergiledikleri görülmektedir (Şekil 5.7-c).

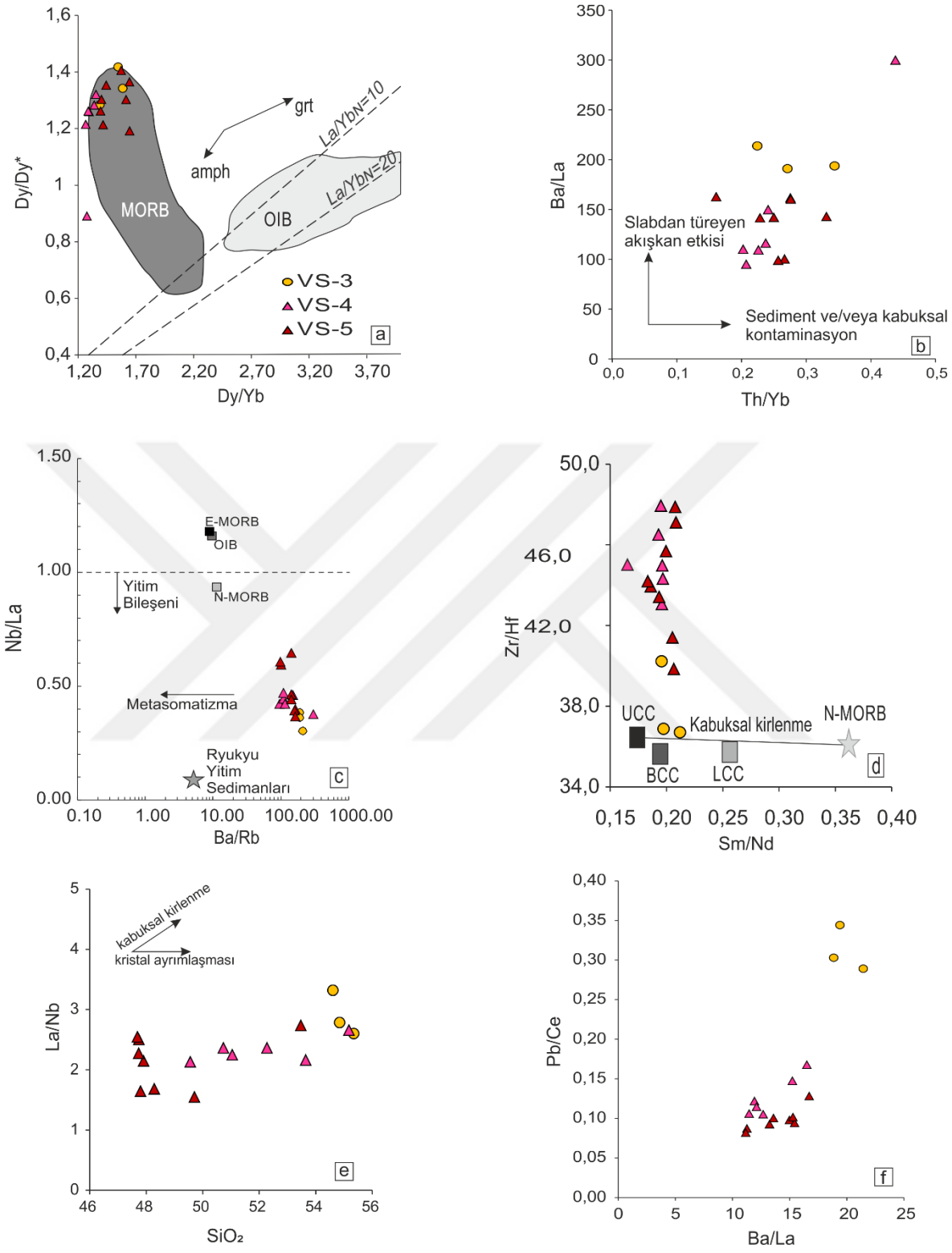
Astenosferik mantodan türeyen ergiyikler düşük Zr/Hf, yüksek Sm/Nd oranlarına sahiptir. (Wang ve diğ., 2015). Lavların Zr/Hf oranları 36.7 - 47.9, Sm/Nd oranları ise 0.17 - 0.21 arasında değişmektedir. Buna göre örneklerin hemen hepsi benzer Sm/Nd oranlarına, farklı Zr/Hf oranlarına sahiptir. Örneklerin bir kısmı yığın kıtasal kabuk (BCC:Bulk Continental Crust) değerine doğru bir trend izlemektedir. Yüksek Zr/Hf oranına sahip örnekler için ise

belirgin bir yitim bileşeni gözlenmezken, metasomatizmadan etkilendikleri söylenebilir (Şekil 5.7-d).

Artan SiO_2 ile birlilkte La/Nb oranının az da olsa artış göstermesi, kaynak alanın belli bir oranda kıtasal kabuk kontaminasyonundan etkilendiğini göstermektedir (Guo ve diğ., 2016). La/Nb'ye karşılık SiO_2 diyagramında da aynı Zr/Hf – Sm/Nd grafiğinde gözlendiği gibi iki ayrı eğilim gözlenmektedir (Şekil 5.7-e).

Ba /La' ya karşılık Pb/Ce diyagramında VS-3 serisine ait primitif lavların kabuksal kirlenmeden en çok etkilenen örnekler olduğu görülmektedir (Şekil 5.7-f).

Tüm grafikleri incelediğimizde manto kaynak alanında gözlenen yitim etkisinin dalan kabuğun kendisinden ziyade bu durumun oluşturduğu metasomatik etkilerinin izleri olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca özellikle VS-3 serisini oluşturan primitif lavların kabuksal asimilasyon ve fraksiyonel kristallenme süreçlerinden diğer serilere nazaran daha fazla etkilendiklerini söyleyebiliriz.



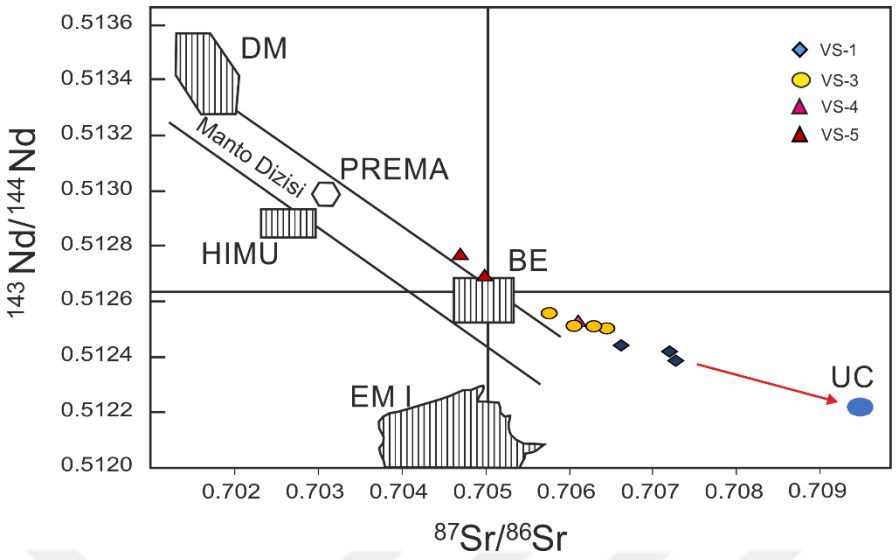
Şekil 5.7: (a)Dy/Dy*- Dy/Yb diyagramı (Grafik alanları Davidson ve diğ., 2012'den Dy/Dy* formülü Reid ve diğ., (2017)'den alınmıştır), (b) Ba/La-Th/Yb diyagramı, (c) Nb/La- Ba/Rb diyagramı. (d) Zr/Hf-Sm/Nd diyagramı (Değerler Wang ve diğ.,2015'den alınmıştır), (e) La/Nb-SiO_2 diyagramı (Trendler Guo ve diğ., (2016)'dan alınmıştır.), (f) Pb/Ce-Ba/La diyagramı.

5.1.3. Sr-Nd İzotop Sistemleri Kullanılarak Kaynak Alan İncelenmesi

Sr ve Nd izotopları ve oranları jeokimya uygulamalarında en çok yararlanılan izotop bileşimleridir. KVK lavlarına ait on adet örneğin Sr ve Nd izotop oranları Tablo 4.9'da , izotopların ayrıntılı jeokimyasal özellikleri bölüm 4.4.8' de verilmiştir.

Kıtasal kabuk yüksek $^{87}Sr/^{86}Sr$ ve düşük $^{143}Nd/^{144}Nd$ oranlarına sahipken, manto düşük $^{87}Sr/^{86}Sr$ – yüksek $^{143}Nd/^{144}Nd$ oranlarına sahiptir. Kıtasal kabuğun da ilksel mantonun üst kesimlerinden kısmi ergimeler sonucunda oluştuğu varsayılmaktadır. Uyumsuz elementler, ergime sırasında kaynak kayadakinden çok daha yüksek konsantrasyonlarda magma ergiyiğine geçerler. Bu magma ergiyiklerinin yükselip katılaşarak kabuğu oluşturma sürecinde, kıta kabuğu uyumsuz elementlerce zenginleşmiş, derinde kaynağı oluşturan manto ise bu elementlerce tüketilmiştir. İzotop oranlarının farklılığı da uzun bir süre içinde bu nedenle ortaya çıkmıştır.

KVK lavlarına ait on örneğin, $^{87}Sr/^{86}Sr$ izotop oranları 0.704 – 0.707 arasında, $^{143}Nd/^{144}Nd$ oranları ise 0.5123 – 0.5127 arasında değişmektedir. Örneklerin iz düşüldüğü Sr – Nd izotop grafiğine baktığımızda; VS-5 volkanik serisine ait iki örneğin "Toplam Yerküre (BE)" alanından "Yaygın Manto (PREMA)" a alanına doğru bir trend izlediği görülmektedir. VS-1, VS-3 ve VS-4 serisine ait bazaltik andezit bileşimdeki örneği üst kıtasal kabuk (UC) alanına doğru bir trend izlemektedir (Şekil 5.8). UC bileşimi, EC-AFC modeler programında da kullanılan Köksal ve diğ., (2013)'e ait Stansari Monzonitinin izotop değerleridir. Bu trendlerden, VS-5 serisini oluşuran magmanın primitif mantonun izotopik bileşimini en iyi yansıttığı, diğer serileri oluşturan magmaların ise bu primitif magmanın kabuktan kirlenmiş türevleri olduğu söylenebilinir.

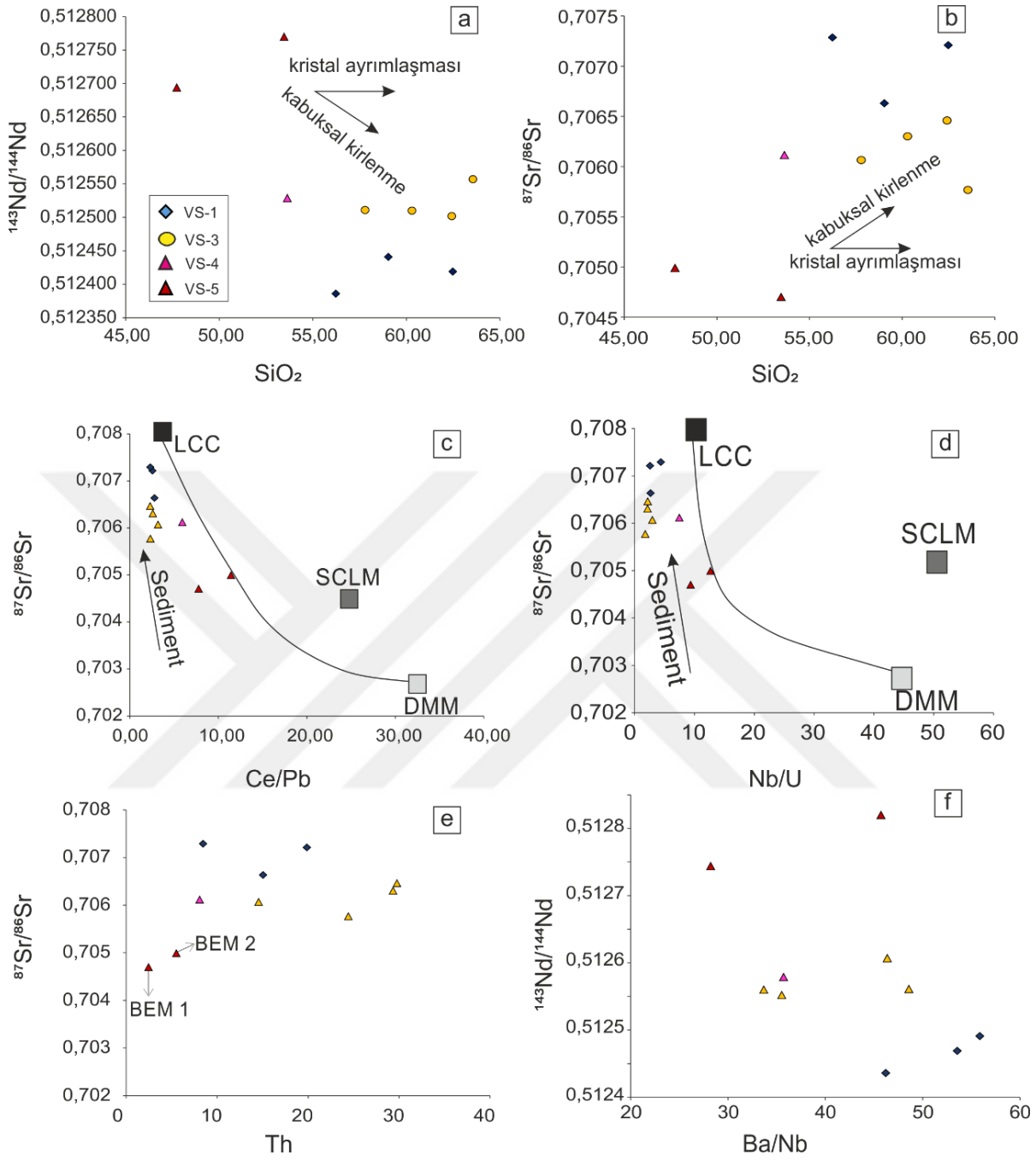


Şekil 5.8: Sr – Nd izotop diyagramı (Manto alanları Zindler ve Hart (1986) tarafından tanımlanmıştır. DM: Tüketilmiş Manto, PREMA: Yaygın Manto Bileşimi, HIMU: Yüksek U/Pb oranına sahip manto, BE: Toplam Yerküre, EM I: Alt Kıtasal Kabuk, UC: Üst Kıtasal Kabuk; Köksal ve diğ., (2013)'den alınmıştır.).

KVK'yı oluşturan lavların Sr ve Nd izotop oranları, SiO_2 konsantrasyonları ile karşılaştırıldıklarında birbirinin tersi trendler gözlenmektedir. $^{143}Nd/^{144}Nd$' a karşılık SiO_2 arasında negative bir trend gözlenirken (Şekil 5.9 a), $^{87}Sr/^{86}Sr$' a karşılık SiO_2 arasında pozitif bir trend gözlenmektedir (Şekil 5.9 b).

Kaynak alanda yitim etkisini incelemek amacıyla, izotop oranları ile yitim etkisine bağlı olarak değiştiğini bildiğimiz bir grup iz element oranları karşılaştırılmıştır (Şekil 5.9 c-f). Daha önce de belirtildiği gibi Ce, Nb, Th elementleri uyumsuz elementlerdir. Bu elementler ergime durumunda kolayca ergiyik faza geçtikleri için kıta kabuğu bu elementlerce zengindir. Kıta kabuğunun kısmi ergimesi durumunda ise, bu elementler yine ergiyik faza kayadaki konsantrasyonlarından çok daha yüksek konsantrasyonlar ile geçerler ve dolayısıyla bu tür kabuksal ergiyikler içerisindeki konsantrasyonları daha da artar. Bu nedenle sığ bir kaynakta kıta kabuğunun kısmi ergimesiyle oluşan veya kabuğu asimile eden magmalarda bu elementlerin oranları, kaynaktakinden yüksek olur. Şekil 5.9 c-f'de yer alan grafiklere baktığımızda düşük $^{87}Sr/^{86}Sr$ – yüksek $^{143}Nd/^{144}Nd$ izotop oranlarına sahip VS-5 serisine ait primitif lav örnekleri ile kıtasal kabuk asimilasyonundan etkilendiğini jeokimyasından bildiğimiz VS-3 ve VS-5 serisine ait örnekler arasında izotopik farkların ortaya çıkmasının nedeni budur.

İzotop oranları ile oluşturulan tüm diyagramlar, serilerin kendi içlerinde iki farklı grup oluşturduğunu göstermektedir. VS-5 serisine ait iki örnek, magma evrimi geçirmeye fırsat bulamadan hızla yüzeye yükselen magmaları temsil ettikleri için türemiş oldukları manto kaynak alanını daha iyi yansıtmaktadır. Dolayısıyla bunların içerdikleri yitim bileşeni, kabuksal kontaminasyon veya diğer herhangi bir magmatik sürece bağlanamaz. Bölgede aktif bir yitim zonu bulunmadığı için bu primitif lavlarda görülen yitim bileşeni, önceki yitimlerin manto üzerinde bıraktıkları metasomatik zonların çarpışma ile ilişkili süreçler ile ergiyip KVK'yı oluşturan magmaların bileşimine katılması ile açıklanabilir. VS-3 ve VS-4 serilerine ait evrimleşmiş lavlar ise bu primitif lavların kıtasal kabuk içindeki fraksiyonel kristallenme, asimilasyon, magma karışımı gibi süreçler sonucu değişime uğraması sonucu türemişlerdir. Bu serilerde gözlenen uyumsuz elementlerce zenginleşme de bu savın güçlü bir kanıtıdır.



Şekil 5.9: (a) $^{143}Nd/^{144}Nd$ – SiO_2 diyagramı, (b) $^{87}Sr/^{86}Sr$ – SiO_2 diyagramı, (c) $^{87}Sr/^{86}Sr$ – Ce/Pe diyagramı, (d) $^{87}Sr/^{86}Sr$ – Nb/U diyagramı (LCC: Alt Kıtasal Kabuk, DMM: MORB Mantosu, SCLM: Kıta Altı Litosferik Manto), (e) $^{87}Sr/^{86}Sr$ – Th diaygramı, (f) $^{143}Nd/^{144}Nd$ – Ba/Nb diyagramı.

5.1.5. Kısmi Ergime

KVK lavlarını oluşturan kaynak alanın yitim bileşeni içeren metasomatizmadan etkilendiği, yukarıda sözü edilen hem iz elemenler ile hem de izotop oranları ile oluşturulan grafiklerde görülmektedir.

Bu bölümde, KVK'daki lavların kaynak alan mineralojisine yaklaşım yapmak amacıyla kurgulanan matematiksel kısmi ergime modellemesi konusundaki bulgularımız ele alınacaktır. Modemelerde kullanılan ve farklı manto bileşiminden türetilmiş magmaların ergime eğrileri, Keskin ve Oyan (2011), (Yayınlanmamış); "Curcible of Mantle Melting" programı kullanılarak hesaplanmıştır. Modelemelerde kullanılan ergime eğrilerinin üretildiği başlangıç manto bileşimleri Tablo 5.1'de, eğrilerin hesaplanmasında kullanılan elementlerin dağılım katsayıları ise Tablo 5.2'de verilmektedir. Modellemelerde SiO_2 konsantrasyonu 50'den küçük örnekler kullanılmıştır.

Diyagramlarda yatay eksende kullanılan Ba/Rb oranı kaynak alanda flogopitin varlığını test edebilmek için seçilmiştir. Tb/Yb oranı ise orta NTE/ağır NTE oranlarında oluşan diyagramlarda, ergime eğrileri birbirlerine yaklaşık ve parallel uzandıkları için seçilmiştir. Böylece hipotetik olarak hesaplanan ergime eğrileri birbirlerinden net olarak ayrılmaktadırlar.

Tablo 5.1: Ergime eğrilerinin üretildiği başlangıç manto bileşimleri (Manto peridotitleri için kaynak ve ergiyik modları Thirwall ve diğ. (1994), Workaman ve Hart (2005), Ianaov ve diğ., (2002), ve Barry ve diğ. (2003)'den alınmıştır).

Kaynak Alan	Kaynak Alan Bileşimi		Olivin	Ortopiroksen	Klinopiroksen	Spinel	Granat	Amfibol	Flogopit	Toplam
1	Gr-Peridotite (PM source-1)	Source mode	0,598	0,211	0,076		0,115			1
		Melt mode	0,05	0,2	0,3		0,45			1
2	Amp-Gr-Peridotite (PM source-2)	Source mode	0,794	0,123	0,03		0,011	0,042		1
		Melt mode	0,15	0,15	0,22		0,15	0,33		1
3	Phl-Gr-Peridotite (PM source-3)	Source mode	0,55	0,22	0,15		0,03	0,05		1
		Melt mode	0,05	0,05	0,65		0,05	0,2		1
4	Phl-Amp-Gr-Peridotite (PM source-4)	Source mode	0,55	0,2	0,15		0,05	0,04	0,01	1
		Melt mode	0,05	0,05	0,2		0,2	0,4	0,1	1
5	Sp-Peridotite (PM source-5)	Source mode	0,578	0,27	0,119	0,033				1
		Melt mode	0,1	0,27	0,5	0,13				1
6	Phl-Sp-Peridotite (PM source-6)	Source mode	0,48	0,3	0,18	0,02			0,02	1
		Melt mode	0,1	0,35	0,47	0,02			0,06	1

Tablo 5.2: Ergime eğrilerini oluşturmada kullanılan elementlerin dağılım katsayıları (Kulllanılan dağılım katsayıları McKenzie ve Onions (1991)(1), Elkins ve diğ. (2008)(2) ve Adam ve Grenn (2006)(3) Green ve diğ. (2000) (4) ve Vilemant ve diğ. (1981)(5)'den alınmıştır).

Elementler	Olivin	Ortopiroksen	Klinopiroksen	Granat	Spinel	Amfibol	Flogopit
Rb	0,00018(1)	0,0006(1)	0,011(1)	0,0007(1)	0,029(2)	0,26(3)	7,5(3)
La	0,0004(1)	0,002(1)	0,054(1)	0,01(1)	0,01(1)	0,17(1)	0,007(1)
Tb	0,0015(1)	0,019(1)	0,31(1)	0,75(1)	0,01(1)	0,83(1)	0,0001(1)
Yb	0,0015(1)	0,049(1)	0,28(1)	4,03(1)	0,01(1)	0,59(1)	0,005(3)
Ba	0,0001(3)	0,0036(3)	0,04(5)	0,0002(3)	0,0006(2)	0,04(3)	3,3(4)

KVK'nın primitif lavları, modellenen altı adet ergime eğrisinden, üçü ile uyumlu trendler sergilemektedir (Şekil 5.10-a). Bu durum bize kaynak alanın tek bir mantonun kısmi ergimesinden değil farklı bileşimlere sahip en az iki kaynak alanın kısmi ergimeye uğraması ile oluştuğunu göstermektedir. Modellenen 6 adet ergime eğrisinden, hangisinin KVK lavlarının trendlerini görmek adına bu eğrilerin kısmi ergime modellemeleri tek tek yapılmıştır (Şekil 5.10 b-h). Bu grafiklerde gözlenen ergime derecesi ile % karışım oranlarını gösteren ağ çizgileri de yine "Curcible of Mantle Melting" programı ile oluşturulmuştur.

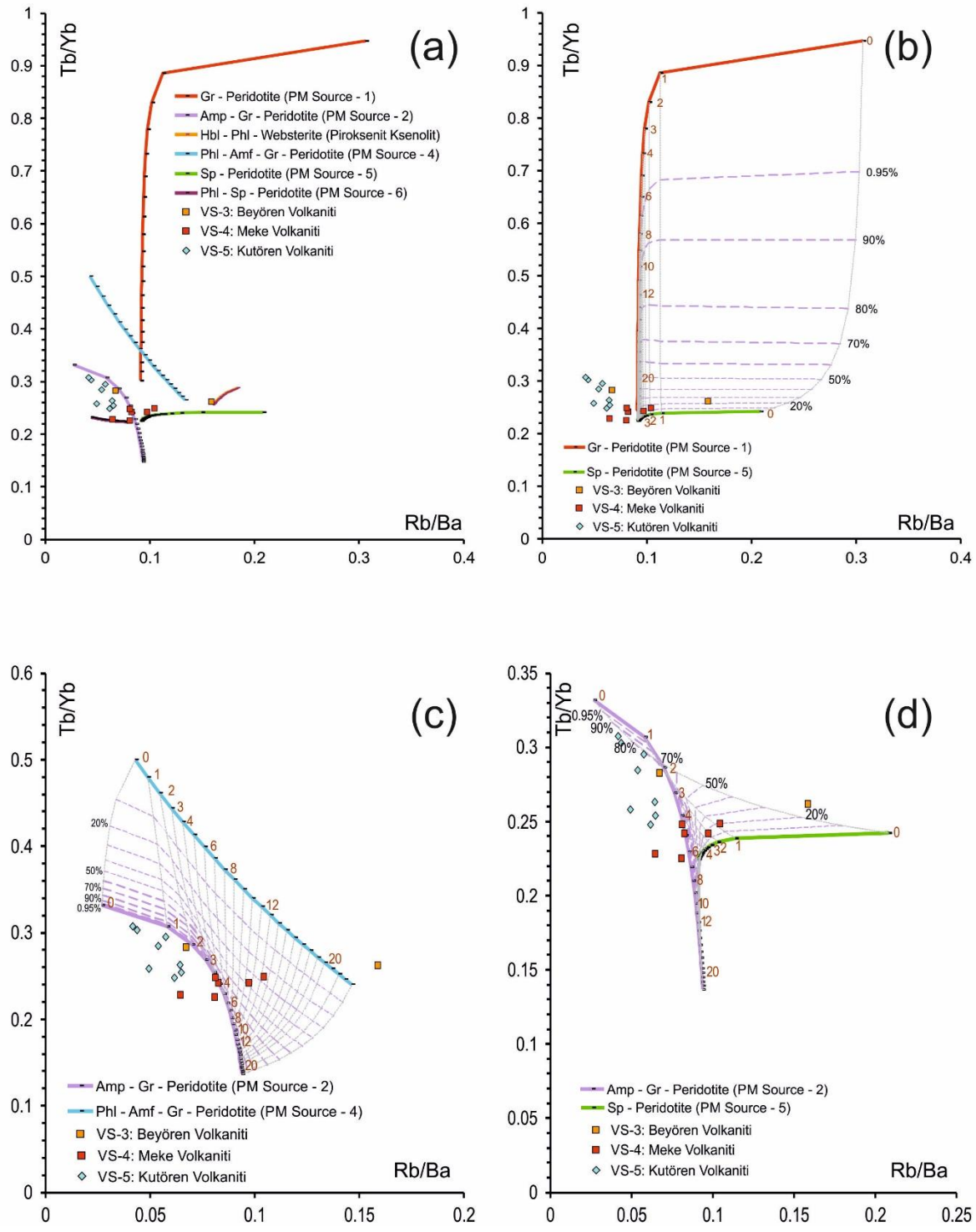
Yapılan manto kaynak alan modellemelerinde kaynak alanın, granat – peridotit (Şekil 5.10 b), flogopit + amfibol – granat (Şekil 5.10 c,f,g) ve Yeşilyurt volkanitleri içerisinde bulunan piroksenit ksenolitinin (hornblend + flogopit – vebsterit) bileşimleri ile uyumlu olmadıkları, yani kaynak alanın bu uç bileşimine sahip olamayacağı görülmektedir.

KVK lavlarını oluşturan kaynak alanın; amfibol + granat – peridotit (Şekil 5.10 c,d,e,h), spinel – peridotit (Şekil 5.10 b,d,f,h) ve flogopit + spinel – peridotit (Şekil 5.10.e,g,h) bileşimli kaynakların farklı oranlarda kısmi ergimeleriyle oluştuğu gözlenmektedir. Dolayısıyla bu da bize, kullandığımız primitif örneklerin tek bir manto kaynağından türemediğine işaret etmektedir.

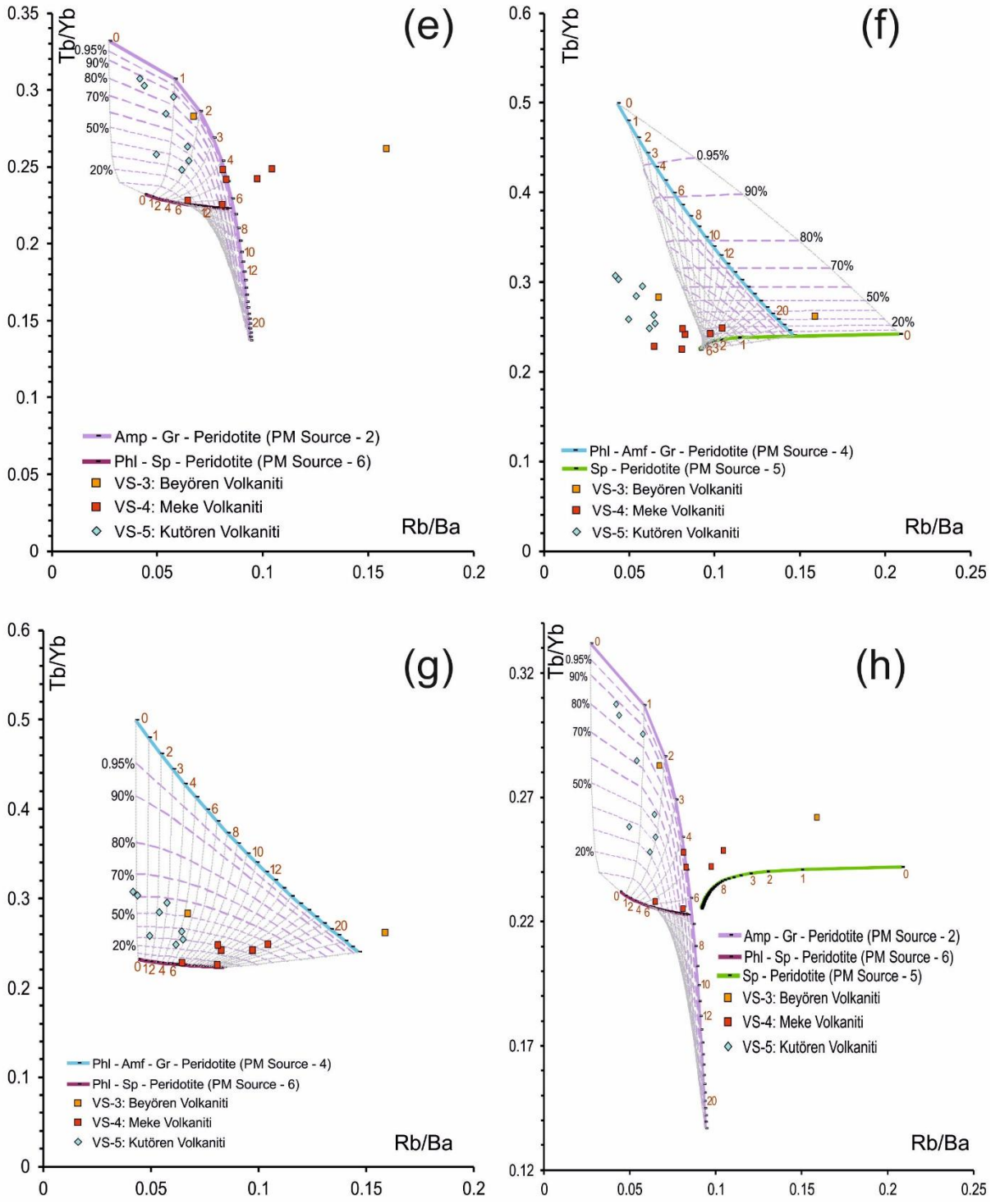
Şekil 5.11'de belirlenen bu üç adet ergime eğrisi ile birlikte KVK primitif lavlarının modellendiği Tb/Yb – Rb/Ba grafiği verilmiştir. Burada dikkati çeken nokta, jeokimyasal dağılım grafiklerinde bazaltik uç üye olarak gösterdiğimiz BEM – 1 ve BEM – 2 örneklerinin gerçekten de iki farklı manto kaynağını temsil ettikleri, diğer örneklerin ise bu iki kaynaktan türemiş magmaların, farklı oranlarda karışması sonucu oluşmuş olabileceğidir. Dolayısıyla bu iki kaynaktan türemiş primitif magmaların karışımı, kabuktaki magma odalarına ulaşmadan ve FC, AFC süreçleri geçirmeden önce gerçekleşmiş olabilir.

Grafikte gösterilen karışım trendlerini incelediğimizde BEM-1 oluşturan kaynak alanın amfibol + granat – peridotit'ten türemiş ergiyikler ve bu kaynağın %0.3 ergimesi ile uyumludurlar. BEM-2 ise flogopit + spinel – peridotit türü bir kaynaktan türemiş ve %12.5 gibi yüksek bir oranda kısmi ergime göstermektedir.

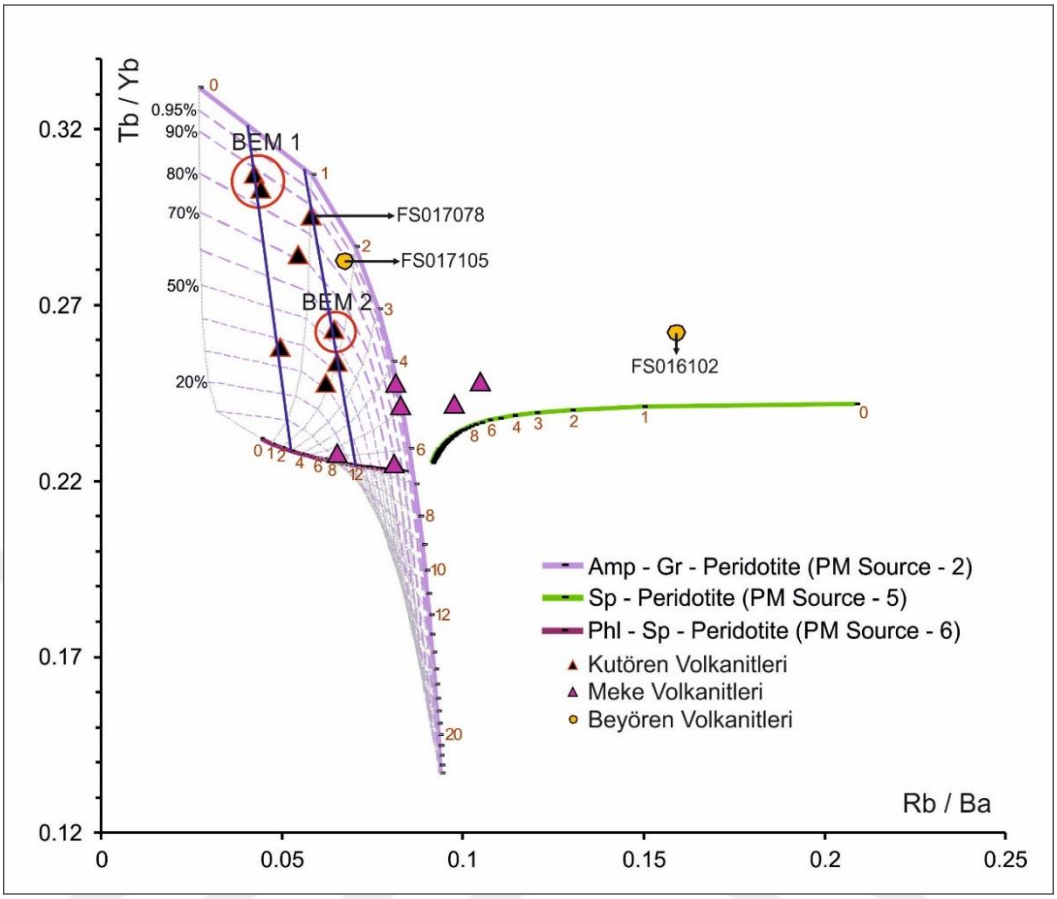
Ayrıca Meke volkanitlerine ait iki örneğin ve Beyören volkanitlerine ait bir örneğin de spinel – peridotit ve amfibol + granat – peridotit bileşimli kaynakların farklı oranlarda kısmi ergimesiyle oluşmuş olabilecekleri görülmektedir.



Şekil 5.10: KVK'ya ait primitif lavların ergime modellenmesi.



Şekil:5.10 (devam): KVK'ya ait primitif lavların ergime modellenmesi.



Şekil 5.11: KVK'ya ait primitif lavların ergime modellenmesini gösteren Tb/Yb – Rb/Ba değişim diyagramı (Modellemelerde kullanılan kaynak ve ergiyik mineral oranları Tablo 5.1'de verilmiştir).

Tb/Yb – Rb/Ba diyagramında KVK'nın primitif lavlarını oluşturan kaynak alanlardan birini (BEM-1); %80 – 90 amfibol + granat peridotit, %10 – 20 flogopit + spinel – peridotit olduğu ve %0,3 kısmi ergime derecesiyle oluşmuş olabileceği görülmektedir. İkinci kaynak (BEM-2) için ise kaynak alan; %52 amfibol + granat – peridotit ile %48 flogopit + spinel – peridotit bir kaynaktan %12.5 kısmi ergimeyle oluşmuş olabilir. Meke volkanitleri ve Beyören volkanitlerinden 1 örneğin daha sığ kaynaklar olan spinel – peridotitin ve flogopit + spinel peridotit belirli oranlarda karıştığı bir kaynak alandan % 1 – 5 arasında değişen kısmi ergime derecesi ile oluştuğu söylenebilir (Şekil 5.11).

Amfibol + granat – peridotit ile flogopit + spinel – peridotit kaynaktan türemiş lavlar olasılıkla magma odasına ulaşmadan litosferik manto içinde karışmışlardır. Daha sonra magma ergiyikleri 80 km'den sığda yer alan flogopit + spinel – peridotit bileşimiyle temsil edilen

litosfer mantosundan ergiyikler almıştır. Bu işlemler sırasında manto içindeki önceki yitimlerden miras kalan metasomatik alanlar da erimiş ve böylece magma yitim bileşenlerince zenginleşmiştir. Bu da bize çoklu element diyagramlarında Meke ve Beyören lavlarında gözlenen yitim etkisini açıklamaktadır.

5.2. KVK LAVLARININ MAGMA ODASI PROSESLERİ

Petrografi bölümünde değinilen bazı lav birimlerinde gözlenen magma karışımı (mixing) dokuları, jeokimya bölümünde anlatılan ve grafikler üzerinde gösterilen trendler ile birlikte fraksiyonel kristallenme ve magma karışımı işlemleri için kanıt sağlamıştır. Bu bölümde kaynak alandan, magma odasına ulaşan magmanın hangi prosesleri geçirerek KVK lavlarını oluşturduğu anlatılacaktır.

5.2.1. Fraksiyonel Kristallenme (FC) ve magma karışımı (mixing – replenishment) Süreçleri ve Petrolojik Modellenmesi

Majör oksit ve iz element dağılım diyagramları incelenen volkanik seriler, çalışma alanındaki magma evriminde fraksiyonel kristallenme ve fraksiyonel kristallenme ile birlikte görülen asimilasyon ve magma karışımı süreçlerinin tümünün zaman ve mekan içinde farklı derecelerde etkin olduğunu göstermektedir.

Önceki bölümlerde element davranışlarına göre yapılan yorumlara göre Oymalı volkanitlerinin büyük bir kısmı ile Beyören volkanitleri sadece fraksiyonel kristallenmeden etkilenirken, Meke ve Kutören volkanitleri hem fraksiyonel kristallenme hem de magma karışımı süreçlerinden etkilenmiştir. Yeşilyurt volkanitlerinin oluşumunda ise sadece magma karışımının etkin olmuş olabileceği düşünülmektedir.

Jeokimya ile fraksiyonel kristallenme ve magma karışımı süreçlerinin yorumlanmasında en çok iz elementlerden faydalanılmaktadır. Her bir mineral içerisindeki iz element, kimyasal açıdan farklı bileşimlerde magmalarda farklı davranışlar göstermektedirler (Watson (1976), Ryerson ve Hess(1978)). İz elementlerin mineral ve ergiyik arasındaki dağılımı McIntire (1963) tarafından "ayrımlanma katsayısı" olarak tanımlanmıştır.. Yaygın olarak kullanılan ayrımlanma

katsayısı ise Nerst tarafından tanımlanmış olup, "Nerst Ayrımlanma Katsayısı"olarak bilinmektedir. Nerst ayrımlanma katsayısı; denge halindeki mineral ve ergiyik arasındaki dağılımı ifade eden katsayıdır ve şu şekilde formülüze edilmiştir:

$$K_d = C_{element}^{mineral} / C_{element}^{ergiyik}$$

Burada; C: Mineral konsantrasyonu

K_d:Ayrımlanma katsayısı

$C_{element}^{mineral}$: Hesaplanancak iz elementin mineral içerisindeki konsantrasyonu

$C_{element}^{melt}$: Hesaplanancak iz elementin ergiyik içerisindeki konsantrasyonunu göstermektedir.

K_d değeri 1'e eşit ise; elementin mineral ve ergiyik arasında eşit olarak dağıldığını belirtmektedir. K_d değeri 1'den büyük ise elementin mineral fazı tercih ettiğini göstermektedir ve böyle elementler *"uyumlu elementler"* olarak tanımlanmaktadır. Eğer K_d değeri 1'den küçük ise o zaman da element ergiyik fazı tercih etmektedir ve böyle elementler de *"uyumsuz elementler"* (mineral ile uyumsuz) olarak tanımlanmaktadır.

Al_2O_3 – SiO_2 Harker değişim diyagramına baktığımızda (Şekil 4.183) bazalt, bazaltik andezit bileşimli lavlardan oluşan Kutören ve Meke lavlarının çoğunda SiO_2 konsantrasyonu yaklaşık %52'ye ulaşana kadar bu iki element arasında pozitif korelasyon gözlenmektedir. Bunun nedeni; bu lavlarda olivin ve/veya piroksen ve Ca - plajiyoklas kristallenmesiyle birlikte ergiyik Fe_2O_3, MgO ve CaO gibi ana oksitlerce fakirleşirken, plajiyoklaz diğer mineraller kadar kristallenmediği için Al_2O_3 konsantrasyonunun ergiyik içerisinde giderek artmasıdır. Daha sonra plajioklas kristallenmesiyle birlikte Al_2O_3 konsantrasyonu ergiyik içerisinde azalmaya başlamış ve SiO_2 miktarı artıkça negatif korelasyon oluşturmuştur.

Yine Na_2O- SiO_2 Harker değişim diyagramında farklı ayrımlaşma trendlerinin oluşmasının nedeni; Kutören ve Meke Volkanitlerine ait primitif bileşimdeki lavların kristallenirken plajiyoklazların Na_2O'yu kullanmaması sonucu ergiyikte Na_2O'nun artmasıdır. İlerleyen evrelerde Na-plajiyoklaz, mika ve amfibol kristallenmesiyle birlikte, artan SiO_2 değişimine karşılık Na_2O arasında negatif korelasyon gözlenmektedir.

Karacadağ volkanitlerine ait bazalt bileşimli lavların ana oksit konsantrasyonları MgO ile iyi bir korelasyon göstermektedir. SiO_2 arttıkça MgO'nun azalması Mg'ce zengin ferro-magnezyen minerallerin fraksiyonel kristalenmenin bir sonucudur. FeO ve CaO/Al_2O_3 konsantrasyonları da MgO ile pozitif bir korelasyon göstermektedir. Na_2O ise MgO ile negatif korelasyon gösterir, yani MgO miktarı düştükçe ergiyikte ki Na_2O konsantrasyonu artmaktadır. TiO_2 – MgO Harker değişim diyagramında ise hem pozitif hem de negatif korelasyon birlikte görülmektedir. Bu durum ise, bu iki trendi oluşturan magmalarda kristallenme sırasında Ti içeren ve içermeyen minerallerin oluşmasıyla açıklanabilir.

Geçiş metallerinden V, Ni, Sc, Co ve Cr''nin konsantrasyonlarında artan SiO_2'ye karşılık azalma ve negatif korelasyon görülmektedir. Bu elementler, kristallenmenin ilk evrelerinde olivin ve piroksen gibi mineral fazları tarafından tercih edildikleri için bunların ergiyik içindeki konsantrasyonları giderek azalmaktadırlar.

LIL elementlerden Rb ve Ba, SiO_2 ile genel olarak pozitif korelasyon, Sr ise negatif korelasyon göstermektedir. Rb ve Ba uyumsuz elementler oldukları için oluşan trendler beklenen trendlerdir ancak yine uyumsuz bir element olan Rb'nin gösterdiği farklı gradyanlı trendler olasılıkla biyotit kristallenmesi ile Ba'da gözlenen trendler ise alkali feldispat kristallenmesiyle açıklanabilir. Çünkü Rb biyotit minerali ile Ba ise alkali feldispat minerali ile uyumlu elementlerdir. Buna karşılık her iki elemente ait iz element – SiO_2 değişim diyagramına baktığımızda Karacadağ Volkanitlerine ait lavların kristalizasyonunda biyotit ve alkali feldispat kirstallenmesinin önemli bir etkiye sahip olmadığı görülmektedir. Sr'de görülen negatif trend plajiyoklazın kirstallenmede önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Çünkü Sr plajiyoklas ile uyumlu bir mineraldir, dolayısıyla ergiyik fazında kalmak yerine mineral bünyesine girmeyi tercih etmektedir.

HFS elementlerden U, Th, ve Zr artan SiO_2 içeriği ile artarak pozitif korelasyon göstermektedir, Nb genel olarak SiO_2 ile pozitif ilişki göstermesine karşın, ara trendler olarak gözlenen negatif trendler amfibol ve biyotit kristallenmesi ile ilişkilidir. Y' de gözlenen negatif trendin kaynağı amfibol kristallenmesi olmalıdır. Y, ortaç ve asit magmalarda amfibol ile uyumlu bir elementtir. Amfibol kristallenmesi Karacadağ Volkanitlerine ait lavların kristallenmesinde önemli bir etkiye sahiptir.

Hafif NTE' lerden; La, Ce, Pr ve Nd'de artan SiO_2 içeriği ile birlikte bu elementlerin de konsantrasyonun arttığını gösteren pozitif korelasyon gözlenmektedir. Sadece Kutören

Volkanitlerine ait evredeki lavlara ait örneklerde negatif bir korelasyon görülmektedir. Bu durum bu elementlerin piroksen minerali tarafından tercih edilmeleriyle açıklanabilir.

Ağır NTE'lerden; Gd, Tb, Dy, Er ve Lu artan SiO_2 içeriğine karşılık genel olarak bir artış göstermektedir. Gd ve Tb'nin gösterdiği negatif trendler ise olasılıkla amfibol kristallenmesine bağlıdır. Yani bu elementler ergiyik fazda kalmak yerine, orta ağırlıkta nadir toprak elementleri tercih eden amfibol bünyesine girmeyi tercih etmişlerdir. Yine ağır NTE'lerden Dy, Er ve Lu'de Kutören Volkanitlerine ait seriyi oluşturan örneklerin oluşturduğu trendin negatif korelasyon oluşturması ise magma odasında olası bir granat kristallenmesi ile açıklanabilinir. Çünkü bu elementler granat ile uyumludurlar.

Hafif NTE'lerden La'nın da azalan MgO'e karşılık pozitif korelasyon göstermesi beklenen bir davranıştır. Ancak, BEM 1'den BEM 2'ye doğru gelişen bir negatif trend görülmektedir. La; apatit, ilmenit gibi aksesuar mineralleri ile oldukça uyumlu olmasına karşılık bu örneklerde bu aksesuar minerallerinin bulunmaması sebebiyle La'nın piroksen bünyesine girdiği şeklinde düşünülmektedir.

HFS elementlerden Y ve Dy'de genel olarak pozitif ayrımlanma trendi gözlenmektedir. Ancak, yine BEM 2' den başlayan bir negatif trend de gözlenmektedir. Y' de gelişen bu trend amfibol kristallenmesiyle açıklanabilinir. Dy'nin ise granata uyumlu olduğu bilinmektedir ve oluşan negatif trendin kaynağı magma odasındaki olası bir granat kristallenmesinden kaynaklı olabilir.

- ***Fraksiyonel Kristallenmenin Modellenmesi:***

Yukarıda bahsi geçen elementlerden birkaçı kullanılarak KVK lavları için, hangi mineral kombinasyonlarının kristallenmesinin önemli olduğunu araştırmak amacıyla iz element petrolojik modellemeleri gerçekleştirilmiştir. Rayleigh kristallenme vektörlerinin modellenmesinde Keskin (2002)'nin FC-Modeler programı kullanılmıştır. Modellenen her vektör, fraksiyonel kristallenme ile hangi magma bileşiminden hangi minerallerin, hangi yüzdelerde kristallendiklerini temsil etmektedir. Yapılan modellemelerde kullanılan vektörlerin magma bileşimleri ve mineral yüzdeleri Tablo 5.3, 5,4 ve 5,5'de verilmiştir. Ayrıca Tablo 5.6'da hesaplamalarda kullanılan K_d değerleri gösterilmektedir.

Fraksiyonel kristallenme modellenmelerinde alkali feldispat, plajiyoklaz ve amfibol kristallenmesinin magma kimyasındaki etkisini anlayabilmek için Ba-Rb, Sr-Rb ve Y-Rb log-

log diyagramları kullanılmıştır. Yatay eksende Rb'un seçilmesinin nedeni Rb elementinin yüksek derecede uyumsuz olmasıdır. Düşey eksende kullanılan elementler ise Ba'nın alkali feldipatlar ile, Sr'nin plajiyoklaz kristalleri ile ve Y'nin amfibol ile uyumlu olması nedeniyle seçilmiştir.

Grafikler üzerinde kullanılan vektörlerin başlangıç bileşimleri, vektörlerin açıları ve boylarının bu tür diyagramlarda başlangıç bileşeninden bağımsız olması nedeni ile önemli değildir. Rayleigh vektörleri, tablolarda verilen yüzde mineral topluluklarının %50'ye kadar kristallenmesini temsil edecek şekilde ayarlanmıştır.

Tablo 5.3: Ba – Rb, FC modellenmesinde kullanılan Rayleigh vektörlerinin mineral oranları.

Magma Bileşimi	***Vektör 1***	***Vektör 2***	***Vektör 3***	***Vektör 4***	***Vektör 5***	***Vektör 6***	***Vektör 7***	***Vektör 8***
	Bazik	**Ortaç**	**Bazik**	**Ortaç**	**Asidik**	**Asidik**	**Asidik**	**Asidik**
Mineraller	***%***	***%***	***%***	***%***	***%***	***%***	***%***	***%***
Amfibol	0	0	0	0	10	0	50	10
Plajiyoklaz	50	50	0	0	50	50	0	50
Ortopiroksen	0	0	0	0	15	10	0	10
Klinopiroksen	30	30	0	0	15	10	0	10
Olivin	20	20	0	0	5	10	0	0
Biyotit	0	0	0	0	5	0	0	0
Sanidin	0	0	100	100	0	20	50	0
Granat	0	0	0	0	0	0	0	20
TOTAL	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**

Tablo 5.4: Sr – Rb, FC modellenmesinde kullanılan Rayleigh vektörlerinin mineral oranları.

Magma Bileşimi	***Vektör 1***	***Vektör 2***	***Vektör 3***	***Vektör 4***	***Vektör 5***	***Vektör 6***	***Vektör 7***	***Vektör 8***
	Bazik	**Ortaç**	**Bazik**	**Ortaç**	**Asidik**	**Asidik**	**Asidik**	**Asidik**
Mineraller	***%***	***%***	***%***	***%***	***%***	***%***	***%***	***%***
Amfibol	0	20	0	20	20	20	80	10
Plajiyoklaz	70	40	60	50	50	50	20	50
Ortopiroksen	10	10	10	0	0	10	0	10
Klinopiroksen	10	20	20	20	10	0	0	10
Olivin	10	0	10	10	0	0	0	0
Biyotit	0	10	0	0	10	15	0	0
Sanidin	0	0	0	0	10	5	0	0
Granat	0	0	0	0	0	0	0	20
TOTAL	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**

Tablo 5.5: Y – Rb, FC modellenmesinde kullanılan Rayleigh vektörlerinin mineral oranları.

Magma Bileşimi	*Vektör 1*	*Vektör 2*	*Vektör 3*	*Vektör 4*	*Vektör 5*	*Vektör 6*	*Vektör 7*	*Vektör 8*
	Bazik	**Ortaç**	**Bazik**	**Ortaç**	**Asidik**	**Asidik**	**Ortaç**	**Ortaç**
Mineraller	***%***	***%***	***%***	***%***	***%***	***%***	***%***	***%***
Amfibol	30	30	0	30	80	10	100	0
Plajiyoklaz	70	50	50	70	20	70	0	50
Ortopiroksen	0	0	0	0	0	0	0	0
Klinopiroksen	0	20	30	0	0	10	0	50
Olivin	0	0	20	0	0	0	0	0
Biyotit	0	0	0	0	0	5	0	0
Sanidin	0	0	0	0	0	5	0	0
Granat	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**

Tablo 5.6: Farklı magma bileşimleri için modellemelerde kullanılan Ba,Sr,Y ve Rb'nin mineral – ergiyik ayrımlanma kat sayıları (K_d).K_d değerleri FC-Modeler Programından (Keskin 2002) ve www.earth.ref.com' da yer alan verilerden alınmıştır.

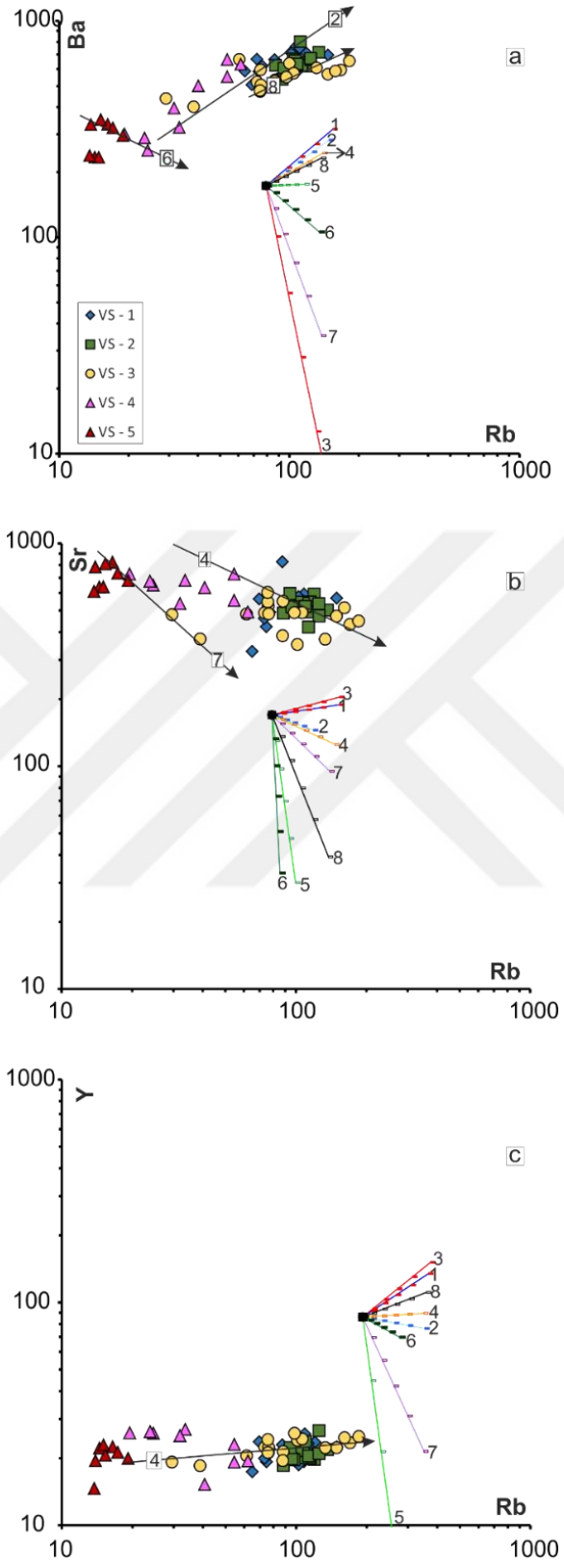
Magma Bileşimi	*Mineraller*	*Amfibol*	*Plajiyoklaz*	*Ortopiroksen*	*Klinopiroksen*	*Olivin*	*Biyotit*	*Sanidin*	*Granat*
Bazik	**Ba**	0,45	0,23	0,002	0,05	0,002	6,36	6,12	0,017
	Rb	0,1	0,05	0,003	0,035	0,002	2,5	0,01	0,009
	Sr	0,45	1,2	0,007	0,06	0,002	0,15	0,34	0,015
	Y	1,1	0,03	0,2	0,55	0,01	0,2	0,8	35
Ortaç	**Ba**	0,5	0,5	0,01	0,15	0,01	6	0,5	0,109
	Rb	0,13	0,13	0,025	0,06	0,035	3,2	0,18	0,01
	Sr	0,6	2,6	0,03	0,09	0,02	0,45	0,9	0,008
	Y	3	0,06	0,45	1,2	0,01	0,45	0,1	12
Asidik	**Ba**	0,6	0,9	0,2	0,4	0,0099	7,5	6	0,02
	Rb	0,15	0,3	0,2	0,1	0,035	4,5	0,25	0,02
	Sr	0,8	6	0,1	0,15	0,0144	0,25	3	0,05
	Y	9	0,15	1	2,5	0,01	0,8	0,13	35

KVK volkanik serilerini oluşturan lav birimlerinde alkali feldispat kristallenmesini tanımlamak adına, alkali feldispat kristallenmesi ile uyumlu Ba elementi, uyumsuz davranan Rb elementine karşı iz düşülmüştür (Şekil 5.12 a). Kutören ve Meke volkanitlerinin örnekleri hariç diğer tüm volkanik serilerin lavlarının Ba ve Rb konsantrasyonları arasında pozitif bir korelasyon görülmektedir. Bu da bize alkali feldispat kristallenmesinin bu serileri oluşturan lavlarda olmadığını göstermektedir. Örneklerde gözlenen genel trend 2 numara ile gösterilen kristallenme vektörü ile uyumludur. 2 numaralı vektör ortaç bileşimli bir magmadan %50 plj + %30 cpx + %20 olv kristallenmesi ile oluşturulmuştur. Kutören volkanitleri ve Meke

volkanitlerinden birkaç örnek de ise negatif bir trend gözlenmektedir. Gözlenen bu negatif trend Ba elementinin alkali feldispat kristallenmesi sıırasında kullanıldığını göstermektedir. Söz konusu negatif trend ise 6 numaralı vektör ile uyumludur. 6 numaralı vektör asidik bileşimli bir magmadan %50 plj + %10 opx + !0 cpx + %10 olv + %20 snd kristallenmesi ile elde edilmiştir.

Şekil 5.12 b'de plajiyoklaz ile uyumlu Sr elementi, uyumsuz Rb elementine karşı iz düşülmüştür. Tüm serilerde negatif bir korelasyon gözlenmektedir. Negatif korelasyon tüm serilerde hakim olan plajiyoklaz kristallenmesi ile oluşmuştur. Genel olarak gözlenen trend, hesaplanan vektörlerden 4 numara ile uyumludur. 4 numaralı vektör %20 amf + %50 plj + %20 cpx + %10 olv'nin kristallendiği ortaç bileşimli bir magmayı temsil etmektedir. Kutören volkanitleri ve Beyören volkanitlerinin birkaç örneği ise yine negatif bir trend sergilemekle birlikte, bu trend 7 numara ile gösterilen kristallenme vektörü ile uyumludur. 7 numaralı vektör asidik bileşimli bir magmadan %80 amf + %20 plj kristallenmesi göz önüne alınarak hesaplanmıştır. Gözlenen negatif trendlere ek olarak Kutören ve Meke volkanitleri arasında yataya yakın bir trend daha bulunmaktadır. Yani bu örneklerin artana Rb'ye karşılık Sr oranları hemen hemen aynı kalmıştır. Bu iki volkanik seri arasında gözlenen bu trend 1 numaralı vektör ile uyumludur. 1 numaralı vektör bazik bir magma bileşiminden %70 plj + %10 opx + %10 cpx + %10 olv kristallenmesi ile elde edilmiştir.

Y-Rb dağılım diyagramı KVK lavlarında amfibol kristallenmesinin önemini anlayabilmek amacıyla oluşturulmuştur, çünkü Y elementi, ortaç ve asit magmalarda amfibol kristallenmesi ile uyumlu bir elementtir (Şekil 5.12 c). Tüm volkanik serilerde gözlenen yataya yakın, hafif pozitif trend, amfibol kristallenmesinin bu lav birimleri için önemli bir süreç olmadığını göstermektedir. Söz konusu trend, modellenen vektörlerden 4 ile uyumludur. 4 numaralı vektör ortaç bileşime sahip bir magmadan %30 amf + %70 plj kristallenmesi ile oluşabilmektedir. KVK'ya ait volkanik serilerden Meke volkanitleri içerisinde yatay trend ek olarak 2 numaralı vektör ile gösterilen trend ile uyumlu hafifi bir negatif trend gözlenmektedir. 2 numaralı kristallenme vektörü %30 amf + %50 plj + %20 cpx'in kristallendiği ortaç bileşimli magmadan hesaplanmıştır.



Şekil 5.12: KVK'ya ait lavların fraksiyonel kristallenme modellenmesini gösteren dağılım diyagramları. (a) Ba-Rb dağılım diyagramı, (b) Sr-Rb dağılım diyagramı, (c) Y-Rb dağılım diyagramı (Vektörlere ait açıklamalar metin içinde, bileşimleri Tablo 5.3,4,5, ve kullanılan Kd değerleri Tablo 5.6'da verilmiştir).

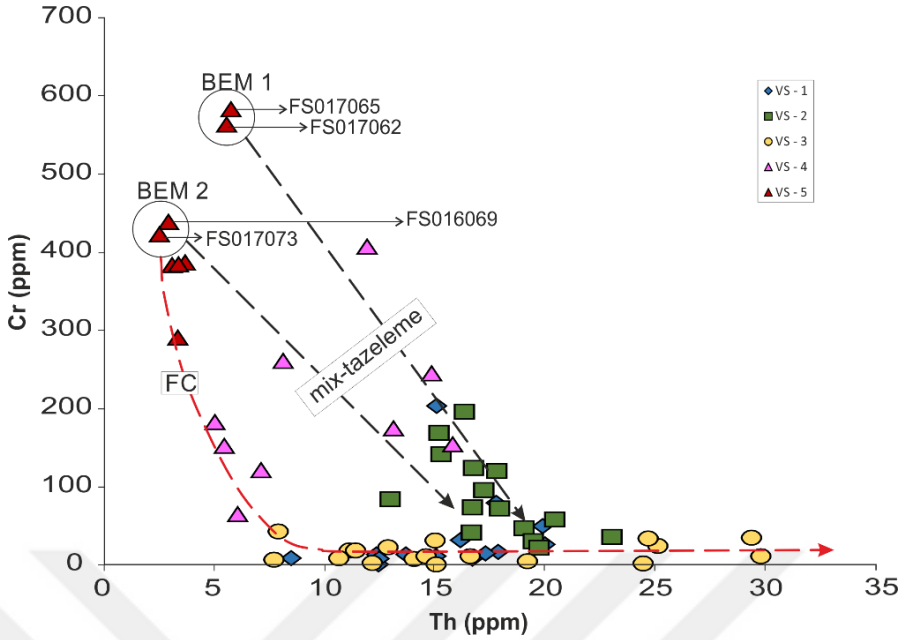
- ***Magma karışımı, tazelemesi ve fraksiyonel kristallenme işlemlerinin modellenmesi:***

Fraksiyonel kristallenmeye eşlik eden magma tazelenme ve magma karışımı gibi süreçleri incelemek amacıyla uyumlu ve uyumsuz elementlerin biribirine karşı iz düşüldüğü diyagramlar kullanılmaktadır (örneğin Keskin ve diğ., 2008). Bunun sebebi uyumsuz elementlerin (yukarıda açıklanan nedenlerden dolayı) fraksiyonel kristallenme boyunca ergiyik fazda giderek artan bir şekilde konsantre olması, uyumlu elementlerin ise katı (mineral) fazı seçmesidir. Böylelikle fraksiyonel kristallenme ve magma karışımı arasındaki ayrımlar yapılabilir.

Bu özellikler dikkate alındığında, uyumlu ve uyumsuz element çiftlerinin iz düşüldüğü (Cr-Th, Co – Th gibi) normal – normal eksenli diyagramlarda fraksiyonel kristallenme sonucunda evrimleşen lavlar bir eğri oluşturmaktadırlar. Uyumlu ve uyumsuz elementlerin K_d değerleri arasındaki fark ne kadar fazla ise eğrinin kavisi de o kadar fazladır. Magma karışımı sonucu evrimleşen lavlar ise doğrusal bir trend göstermektedirler (Keskin ve diğ., 2008).

KVK lavlarına ait örneklerde fraksiyonel kristallenme ve magma karışımı, tazelemesi proseslerinin hangisinin geçerli olduğunu görmek için uyumlu Cr elementine karşılık ileri derecede uyumsuz Th elementi normal – normal eksenli diyagrama iz düşülmüştür. Cr elementi magmadan ilk kristallenen mineraller ile uyumlu davranırken, Th elementi ise evrimleşmiş magma bileşiminden kristallenebilen birkaç aksesuar minerali dışında diğer mineraller ile uyumsuzdur.

Cr – Th diyagramında veri noktalarının dağılımı KVK'yı oluşturan volkanik birimlerin, magma odası evriminde, hem fraksiyonel kristallenme ve hem de magma karışım süreçlerinin etkili olduğunu göstermektedir (Şekil 5.13). BEM-2 olarak adlandırılan uç üyeden türeyen primitif lavların magma odası evriminde hem fraksiyonel kristallenme hem de magma tazeleme (replenishment) prosesleri etkin iken, BEM-1 primitif uç üyesinden türeyen magmaların magma odası evriminde sadece magma karışımı veya tazelemesi egemen olmuş olmalıdır.



Şekil 5.13: Fraksiyonel kristallenme ve magma karışım proseslerini gösteren Cr – Th değişim diyagramı.

Oymalı, Beyören volkanitlerinin tamamı, Kutören ve Meke volkanitlerinin ise bir kısmı FC eğrisi üzerinde yer almaktadır. Diğer taraftan Yeşilyurt volkanitlerinin tamamı ile Meke ve Kutören volkanitlerinin bir bölümü ise FC kristallenme eğrisine doğru uzanan magma tazeleme vektörleri üzerinde yer almaktadır. Buradan volkanizmanın beslendiği magma odasının belirli dönemlerinde (bu diyagrama göre VS-2 ve VS-4) daha primitif lavlar ile sürekli tazelenmiş olduğu sonucu çıkmaktadır.

KVK'nın tabanını oluşturan Oymalı volkanitlerinin büyük bir kısmı fraksiyonel kristallenme sonucunda oluşurken, bu serinin üzerine gelen Yeşilyurt volkanitlerini oluşturan magma odası BEM-1 uç üyesi bileşiminde daha derin bir kaynaktan gelen primitif lavlar ile beslenmiş ve bunun sonucunda magma karışımı- tazelemesi süreçlerinin etkin olduğu lavlar ortaya çıkmıştır. Bu birimden sonra ortaya çıkan Beyören volkanitlerinde ise magma odası primitif lavlar ile tazelenmemiş ve magma odasında evrimleşmiş lavlar üçüncü seriyi oluşturmuştur. Son iki seride ise magma odası sürekli olarak daha pririmif lavlar ile beslenmiştir.

Sonuç olarak KVK lavlarını oluşturan volkanik serilerde fraksiyonel kristallenme ile birlikte magma tazeleme süreçleri de etkin olmuştur. Tezin petrografi bölümünde ayrıntılı olarak anlatılan magma karışım dokuları da magma mixing süreçlerinin bir kanıtıdır.

5.2.2. Kabuksal Kirlenme Süreçlerinin Modellenmesi

KVK lavlarına ait oluşturulan hem jeokimyasal stratigrafik kesitlerde hem de Cr –Th diyagramında lavların kristallenmesinde magma karışımı süreçlerinin etkin olduğu görülmüştür. Ayrıca petrografi bölümünde detaylı anlatılan granit – granodiyorit bileşimli anklavlar, fraksiyonel kristallenmeye eşlik eden bir asimilasyonun (AFC) varlığı hakkında ipuçları sağlamışlardır.

Orta Anadolu kabuk kalınlığı ortalama 35km'dir (Ateş ve diğ., 2012). Alt kabuk, üst kabuk sınırı da 15-18 km'den geçmektedir (Akyol ve diğ., 2006). Dolayısıyla kaynak alandan litosfer - kabuk sınırına gelen magma, burada zenginleşmiş ve yüzeye ulaşıncaya kadar geçen zamanda da kabuktan asimile olmuştur.

Göncüoğlu 1988'de Orta Anadolu kıtasal kabuk bileşimini heterojen bileşimli gnays, şist, amfibolit, kuvarsit ve mermer olarak belirtmiştir. Hatta çalışma alanının KB'sında yer alan çok sayıda granitoyid sokulumunundan oluşmuş magmatik kuşağında, bu kıtasal kabuğun kısmi ergimesiyle granitik magmatizmayı oluşturduğunu belirtmiştir. Dolayısıyla OAVP içerisinde bulunan granitler çarpışma ile eş zamanlı değil çarpışma sonrası oluşmuşlardır. Bu nedenlerden dolayı AFC modellenmesinde asimilant olan kabuk birleşimi olarak Menderes Masifi temel kayalarından bir gnays örneği seçilmiştir.

Bu bölümde ilk önce DePaolo (1981) eşitliklerine göre AFC modellemesi, sonrasında magma ve kabuğun termal koşulları, kabuğun kısmi ergimesi, ergiyik –kabuk arasındaki ısı transferi gibi parametrelerinin de kullanıldığı Spera ve Bohrson (2001)'in oluşturdukları EC-AFC modellemesi anlatılacaktır.

- ***DePaolo (1981) eşitliklerine göre AFC modellenmesi:***

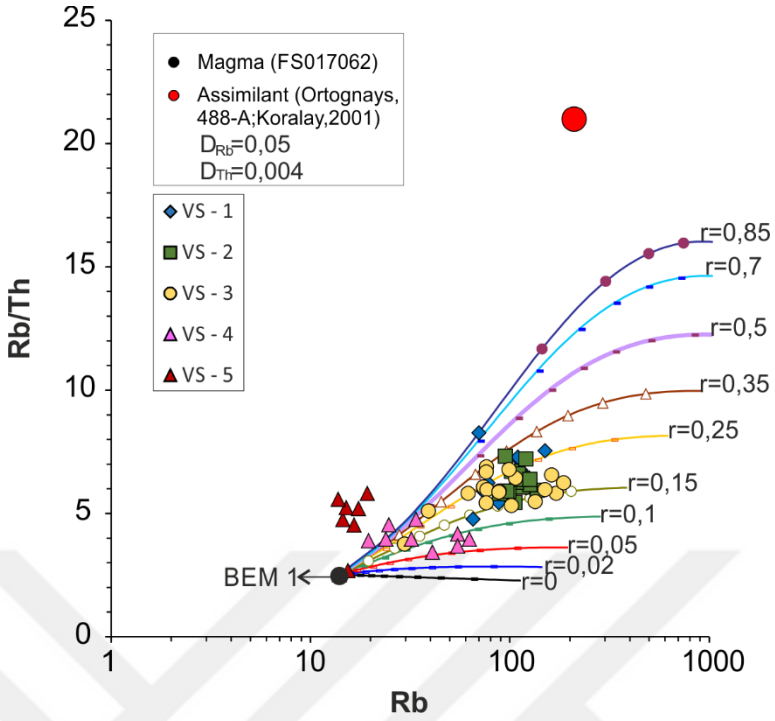
DePaolo (1981) önerdiği AFC modellemesinde iz elementler (Rb, Th, Ta, Nb ve Zr), iz element oranları (Ta/Zr, Nb/Zr, Rb/Th) ve izotopik oranları (Sr,Nd ve $\delta^{18}O$) kullanılmaktadır. Ta, Nb ve Rb gibi iz elementlerin kullanılmasının sebebi bu elementlerin kıtasal kabukta, primitif magmaya nazaran daha çok bulunmasıdır. Bu nedenle eğer kıtasal kabuk asimilasyonu olduysa Ta/Zr, Nb/Zr ve Rb/Th oranları artacaktır. Yine bu elementler (Ta, Nb, Rb) uyumsuz olduklarından, fraksiyonel kristallenme ile ergiyik içerisinde sürekli artarlar. Bu nedenle bu

elementler AFC modellemelerinde yatay eksende ayrımlaşma indisi olarak kullanılırlar. Ta/Zr, Nb/Zr ve Rb/Th gibi iz element oranları ise asimilasyon indisi olarak kullanılırlar.

KVK'ya ait volkanik serilerin AFC modellemesinde asimilasyon indisi olarak Rb/Th, ayrımlaşma indisi olarak ise Rb kullanılmıştır. DePaolo (1981) eşitlikleri kullanılarak hazırlanan AFC trendleri, Keskin (2013)'ün AFC-modeler programı kullanılarak hesaplanmıştır. Her bir trend de F değerleri sağdan sola artacak şekilde 0.1 aralıklar ile çizilmiştir.

AFC modellenmesinde bazaltik uç üye olarak Kutören volkanitlerine ait ve tezin diğer bölümlerinde BEM-1 olarak anlatılan Kutören volkanitlerine ait bir bazalt örneğidir. Üst kabuk bileşimi olarak ise Menderes Masifi temel kayalarına ait bir gnays örneği (Koralay,2001) seçilmiştir.

Şekil 5.14'de gösterilen KVK'ya ait volkanik serilerden, primitif lavlardan oluşan Kutören, Meke volkanitleri ile Beyören volkanitlerinin SiO_2'si %55'den küçük olan örneklerinin r değerleri 0 – 0.1 arasındadır. Özellikle Oymalı ve Yeşilyurt volkanitlerinin tamamı ve Beyören volkanitlerinin büyük bir kısmını r değerleri 0.15 – 0.5 arasındadır. Bu da bize bu lavlarda AFC'nin çok olmasa da etkili olduğunu göstermektedir.



Şekil 5.14: KVK'ya ait volkanik serilerin DePaolo (1981) eşitliklerine göre hazırlanmış AFC modellenmesi.

Dolayısıyla bu modellemeden yola çıkarak, AFC'nin KVK'nın primitif lavları olan Kutören ve Meke volkanitleri üzerinde etkili olmadığını, ancak az da olsa diğer volkanik serilerde etkili olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

- ***EC - AFC modellenmesi:***

DePaolo (1981), Aitcheson ve Forrest (1994) gibi araştırmacıların önerdikleri AFC modellemelerinde asimilasyonda sadece asimile olan kabuğun jeokimyasal özellikleri dikkate alınır. Ancak Bohrson ve Spera (2002)'nın önerdikleri EC-AFC (Energy Constrained Assimilation Fractional Crystaliziation) modellemesinde hem asimile olan malzemenin jeokimyasal özellikleri hem de ergiyikle birlikte kabuğun kimyasal ve termal koşullarının, jeokimyayı nasıl değiştirdiği modellenmektedir.

EC-AFC modellenmesinde kullanılan termal ve bileşimsel parametreler Tablo 5.7'de verilmiştir. İlksel bileşim olarak BEM – 1 primitif uç üyesi seçilmiştir. Asimilant kaynağı

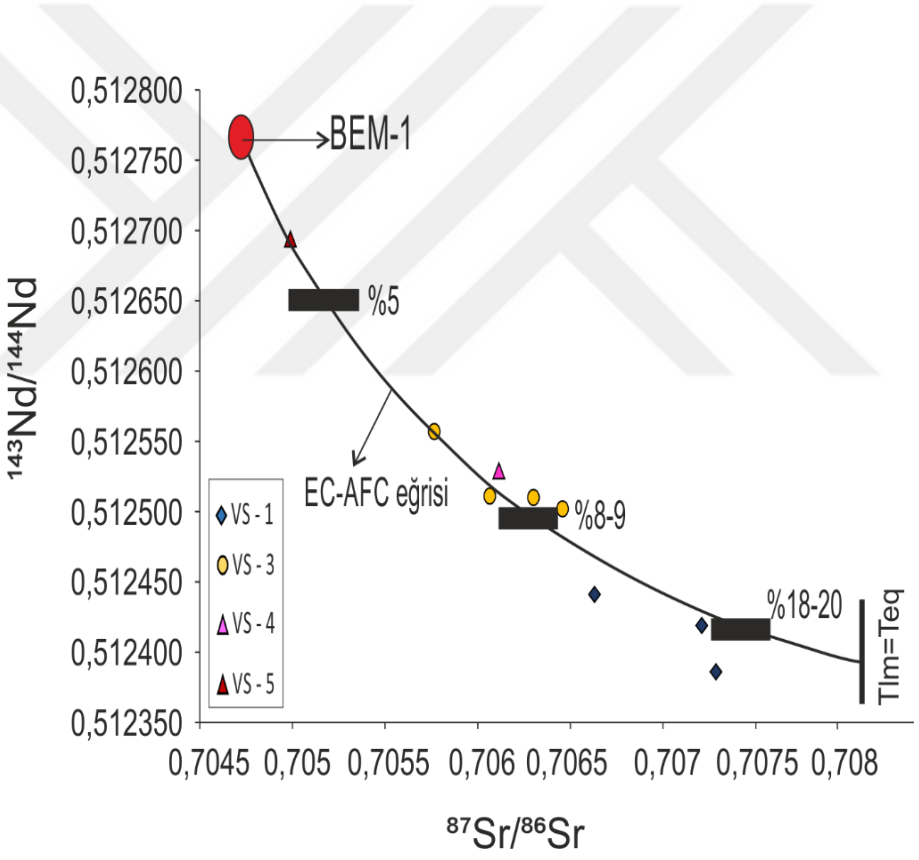
olarak ise Köksal ve diğ., 2012 ve Köksal ve diğ.,2013'de yer alan Geç Kretase yaşlı monzonit bileşimli Orta Anadolu kıtasal bileşimini temsil eden kayaları kullanılmıştır. Sıcaklık olarak ise, Orta Anadolu kabuk sıcaklığı 580 ºC (Ateş ve diğ., 2005) olması nedeniyle 450, 600 ve 750 ºC derecelerde denemeler yapılmıştır. Yapılan denemeler sonucunda kirletici ilksel sıcaklığı olarak 600 ºC ve kirletici bileşimi olarak da Köksal ve diğ.,2013'de yer alan Stansari Monzoniti'ne ait 2 numaralı örnek kullanılmıştır.

Tablo 5.7: KVK lavlarının EC-AFC modellenmesinde kullanılan termal ve bileşimsel parametreler

Termal Parametreler			
Magma likidus sıcaklığı (Tl_m)	1200 ºC	Denge Sıcaklığı (T_{eq})	950 ºC
Magma ilksel sıcaklığı (Tm^o)	1200 ºC	Magmanın izobarik spesifik ısısı ($C_{p,m}$; J/Kg)	1484
Kirletici likidus sıcaklığı (Tl_a)	1000 ºC	Asimilantın izobarik spesifik ısısı ($C_{p,a}$; J/Kg)	1370
Kirletici ilksel sıcaklığı (T_{a^o})	600 ºC	Kristalizasyon entalpisi(Δh_{cry})	396000
Solidus sıcaklığı (T_s)	900 ºC	Füzyon entalpisi(Δh_{fus})	270000

Bileşimsel Parametreler					
	Sr	**Nd**		**Sr**	**Nd**
Magma başlangıç bileşimi (Cm^0)	770	22,96	Asimilant ilksel bileşimi (Ca^0)	789	40
Magma İzotop oranı (ε_m)	0,704	0,5126	Asimilant İzotop oranı (ε_m)	0,708	0,512203
Magma iz element D (D_m)	1,219	0,11	Asimilant iz element D (D_m)	1,5	0,25

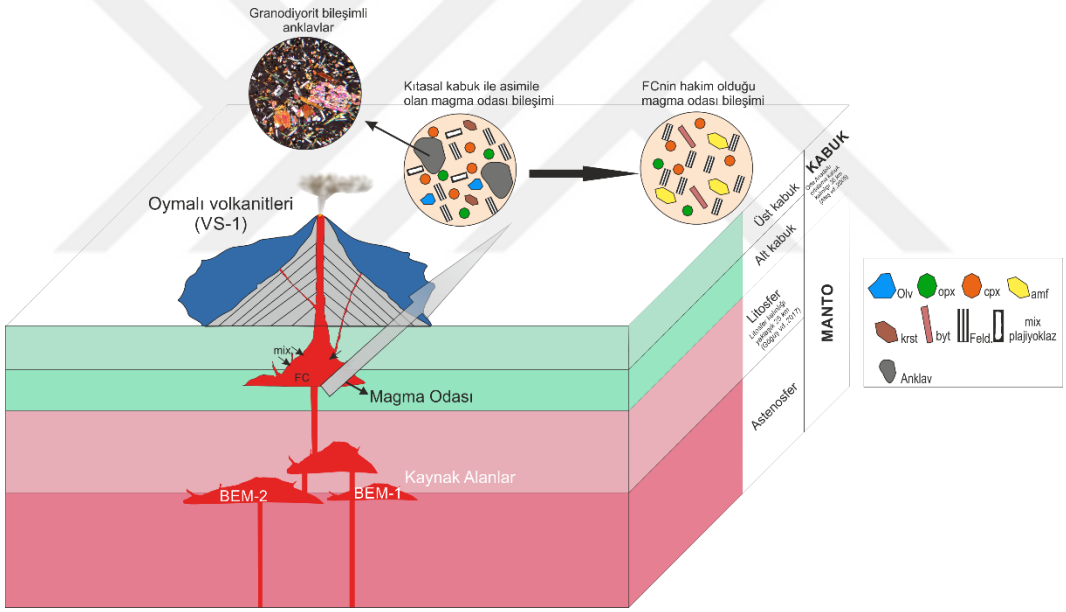
EC-AFC modellenmesinde kullanılan parametrelerden hesaplanan Ma değerleri; asimile edilen kabuksal katkının toplam kütlesini temsil etmektedir. Bu değer Kutören volkanitleri için 0-3 arasındadır. Meke volkanitleri andezitik lavlarında ve Beyören volkanitlerinde 8-9 arasında, Oymalı volkanitlerinde ise bu aralık 18-20'lere kadar çıkmaktadır (Şekil 5.15). Bu verilerden yola çıkarak KVK'yı oluşturan taban lavlarından itibaren asimilasyonun etkisinin giderek azaldığını hatta son evrede Karacadağ volkanının KD eteklerinde yüzeye çıkan lavların neredeyse hiç asimilasyondan etkilenmediği sonucu ortaya çıkmaktadır. Karacadağ volkanının oluşturan Oymalı volkanitlerinde gözlenen kıtasal bileşimli anklavlar da bu durumun petrografik olarak birer kanıtıdır.



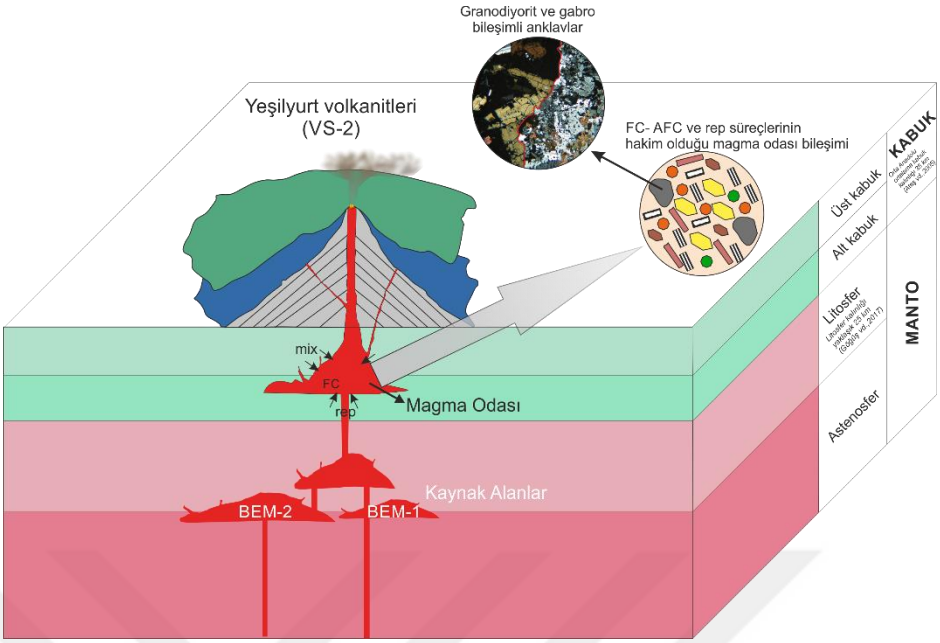
Şekil 5.15: KVK' ya ait lavların Sr-Nd izotop oranları kullanılarak yapılan EC-AFC modellenmesi (Grafikte kullanılan asimilant metin içinde kullanılan veriler Tablo 5.7'de verilmiştir).

5.3. KVK LAVLARININ MAGMA POMPALAMA SİSTEMLERİ

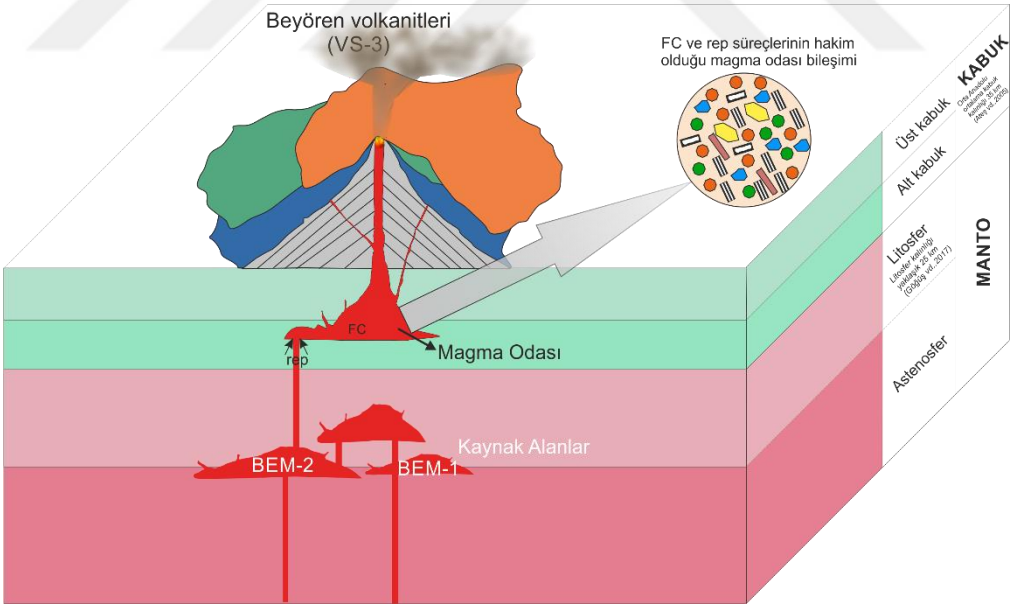
KVK'nın beş ayrı birimden oluştuğunu söylemiştik. Oluşum zamanı olarak ise KVK dört ayrı zaman periyodunda püskürmüştür. İlk önce Karacadağ Volkanının taban lavlarını oluşturan ve beş farklı lav birimi içeren Oymalı volkanikleri, bunun üzerine volkanın KB yamaçlarını oluşturan ve yedi lav birimi ile bir riyolitik domdan oluşan Yeşilyurt volkanitleri ve son olarak da volkanın KD bölümünü oluşturan ve on bir ayrı lav biriminden oluşan Beyören volkanikleri yüzeylenerek Karacadağ volkanını oluşturmuşlardır. Daha sonra volkanizma yerini hidromagmatik ve magmatik etkinliğin hem birlikte hem de ayrı ayrı görüldüğü monojenetik volkanizmaya bırakmıştır. Bu etkinlik sonucunda Karacadağ volkanının KD ve GB eteklerinde çok sayıda maar, skorya konisi ve bazaltik lav çıkışından oluşan volkanik ürünler meydana gelmiştir.



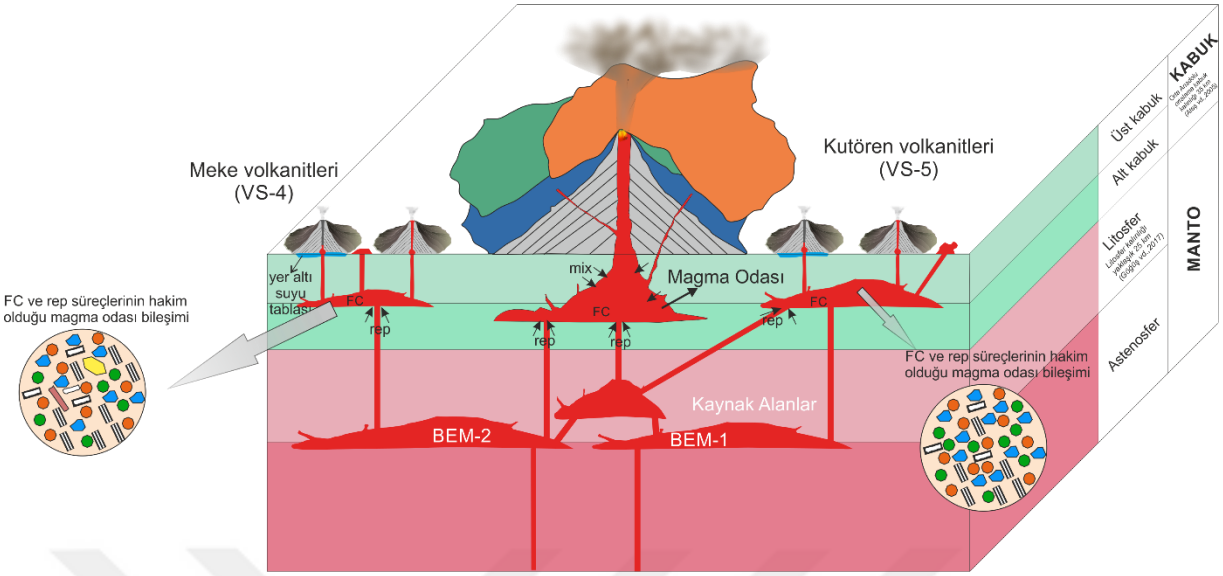
Şekil 5.16: Oymalı volkanitleri için manto kaynak alanları ve magma odasındaki petrolojik süreçleri gösteren şematik kesit.



Şekil 5.17: Yeşilyurt volkanitleri için manto kaynak alanları ve magma odasındaki petrolojik süreçleri gösteren şematik kesit.



Şekil 5.18: Beyören volkanitleri için manto kaynak alanları ve magma odasındaki petrolojik süreçleri gösteren şematik kesit.



Şekil 5.19: Meke ve Kutören volkanitleri için manto kaynak alanları ve magma odalarındaki petrolojik süreçleri gösteren şematik kesit.

Bu bölümde, sözü edilen süreçlerde oluşan volkanizmayı meydana getiren volkanizmaya dair hem kaynak alanlarda hem de magma odalarında meydana gelen süreçlerin petrolojik evrimi anlatılacaktır (Şekil 5.16-19).

Hem jeokimyasal dağılım grafiklerinde hem de yapılan modellemelerde kaynak alanın iki farklı primitif magmadan meydana geldiğini belirtmiştik. Bu iki kaynak alandan türeyen ve bazaltik uç üyeler olarak tanımladığımız BEM -1 (FS017065 ve FS017062) ve BEM-2 (FS016069) gerçekten de tüm grafiklerde birbirinden ayrılmış ve lavların oluşumunda ya tek tek ya da farklı oranlarda karışarak bir başka kaynak alan oluşturmuşlardır.

Kaynak alanın kimyasını anlamak adına yaptığımız incelemelerde kaynak alanın peridotit türü mantodan kısmi ergimelerle oluştuğunu ancak aynı zamanda litosfer içerisinde kalan ve yitim bileşenlerince zengin olan manto alanlarından da metasomatik işlemler nedeniyle etkilendiği sonucuna varılmıştır. Bu da KVK lavlarında görülen yitim bileşen etkisini açıklamaktadır.

Kısmi ergime modellemelerinde de belirgin bir şekilde ortaya çıkan iki farklı kaynak alan için, BEM-1'i oluşturan manto kaynak alanının, %80 -90 amfibol + granat – peridotit bileşimli bir kaynağın %0,3 kısmi ergimesi ile oluşabileceği, BEM-2'yi oluşturan kaynak alanın ise daha çok flogopit + spinel – peridotit türü bir kaynağın hâkim olduğu bir kaynağın %12,5 kısmi

ergimesi ile oluşabileceği görülmektedir. Her iki kaynak alandan da mantonun sulu minerallerce zengin olan kısımlarında ergimenin oluştuğu sonucuna varılmıştır. Aynı zamanda bu iki kaynak alan daha kabuğa çıkmadan, karışarak farklı bir kaynak alan daha oluşturmuşlardır. Böylece her iki kaynaktan türeyen lav birimleri ortaya çıkmıştır.

Manto kaynak alanında gözlenen zenginleşmeler sonucunda kabuk içerisine yükselen magma burada FC – AFC - rep süreçlerinin meydana geldiği magma odalarını oluşturmuştur.

Oymalı volkanitlerini oluşturan lav birimlerini oluşturan magma odası hem tazelenme hem de fraksiyonel kristallenmeye eşlik eden asimilasyondan etkilenmişlerdir (Şekil 5.16). Magma odası, BEM-1 ve BEM-2 primitif lavlarını üreten kaynak alanın ikisinin de karıştığı bir kaynak alandan zaman zaman beslenmiştir. Bu süreç de oluşan lavların SiO_2 konsantrasyonlarını düşürmüştür. Hem DePaolo (1981) eşitlikleriyle yapılan AFC hem de EC-AFC modellemelerinde lavların belirgin bir asimilasyon sürecinden etkilendiği görülmektedir. EC-AFC modellenmesine göre Oymalı volkanitlerini oluşturan lavların %18-20 arasında asimile olduğu belirlenmiştir. Bu durumun bir kanıtı da Oymalı volkanikleri serisini oluşturan lav birimleri içerisinde bulunan kıtasal kabuk kökenli granodiyorit bileşimli anklavlardır. Lav birimlerinin bileşimleri ise bize bazaltik bir magma bileşimin kristallenmesi ile bu lavlar magma odalarında bekledikten sonra yüzeye ulaşmış oldukları sonucuna götürmüştür.

Oymalı volkanitlerini oluşturan taban lavlarını ilk dördü püskürdükten sonra, volkanın GB kısmında bulunan ve 1 numara ile tanımlanan krater oluşmuştur. OV-L5 birimi krater oluştuktan sonra volkanın KD bölümünün zirvelerinden birini oluşturmuştur.

Yeşilyurt volkanitlerinin oluşumunda da Oymalı volkanitlerini de oluşturan kaynak alan magma odasını beslemeye devam etmiştir. Bu lavların oluşumunda en etkili süreç magma tazelenmesi ve ona eşlik eden fraksiyonel kristallenmedir. Magma odası hemen hemen her bir lav seviyesi yüzeye ulaşmadan önce daha primitif lavlar ile tazelenmiştir. Bu da bize bazaltik bileşimli magmanın magma odalarında çok beklemeden fraksiyonlaşmaya uğrayıp yüzeye püskürdüğüne işaret etmektedir. Ancak Yeşilyurt volkanitlerinin tavan seviyelerinde bulunan son dört birim için ise bu durum geçerli değildir. Bu lavların jeokimyasal stratigrafi içerisindeki konumları ve jeokimyasal değişim diyagramları bize bu lavların sadece fraksiyonel kristallenme ile oluştuğunu göstermektedir. Lavların r=0,1 – 0,3 arasında değişen asimilasyon oranları da bu lavların asimilasyonda çok fazla etkilenmediğine işaret etmektedir. Sadece

Yeşilyurt volkanik serisinin taban seviyesini oluşturan YV-L1 biriminde gözlemlediğimiz granodiyoritik ve gabro türü anklavların varlığı da bu durumu desteklemektedir.

Yeşilyurt volkanitlerine ait üç birim püskürdükten sonra Karacadağ volkanında 2 numara ile tanımlanan krater oluşmuş ve volkanın KD yamaçlarından andezitten dasite doğru değişen bileşime sahip 4 ayrı lav birimi püskürmüştür. Krater oluştuktan sonra püsküren lavlarda etkin olan süreç fraksiyonel kristallenmedir. Sonrasında 3 numaralı kraterin oluştuğu ve piroklastik ürünlerinin volkanın KD kısımlarına doğru yayıldığını söyleyebiliriz. Ayrıca son evrede bu kraterin içerisinde bir riyolitik dom oluşmuştur.

Karacadağ volkanının KD bölümünü oluşturan Beyören volkanitleri ise sadece bir numaralı kaynak alandan oluşmuştur. Fraksiyonel kristallenme ve magma tazeleme süreçleri, magma odasında etkin olan işlemlerdir. Magma odası nerdeyse her bir lavın püskürmesinden önce oluşan sürede daha pirimitif lavlar ile tazelenmiştir. Lavların %7-8 oranında asimile olduğu EC-AFC ile belirlenmiştir. Beyören volkanitlerine ait ilk beş lav birimi oluştuktan sonra 4 numaralı krater oluşmuş ve volkanizma latitden dasite doğru değişen bileşime sahip lavlar üretmiştir. Büyük olasılıkla ilk evrede daha bazik lavları oluşturan magma odası zamanla fraksiyonlaşmaya devam etmiş ve magma odasında bekledikten sonra evrimleşmiş lavları oluşturmuştur.

Volkanizmanın son evresinde Karacadağ'ın hem GB hem de KD eteklerinde meydana gelen monojenetik volkanizmanın kaynağını ise tanımlanan her iki kaynak alan da oluşturmaktadır. Son evrede püsküren bazaltik lavlar ya direkt olarak bu manto kaynak alanlarından ya da magma odalarında çok fazla beklemeden püskürmüşlerdir. Lavlarda modellenen AFC süreçlerinde elde edilen sonuçlarda bu lavların oluşumunda AFC'nin önemli olmadığıdır.

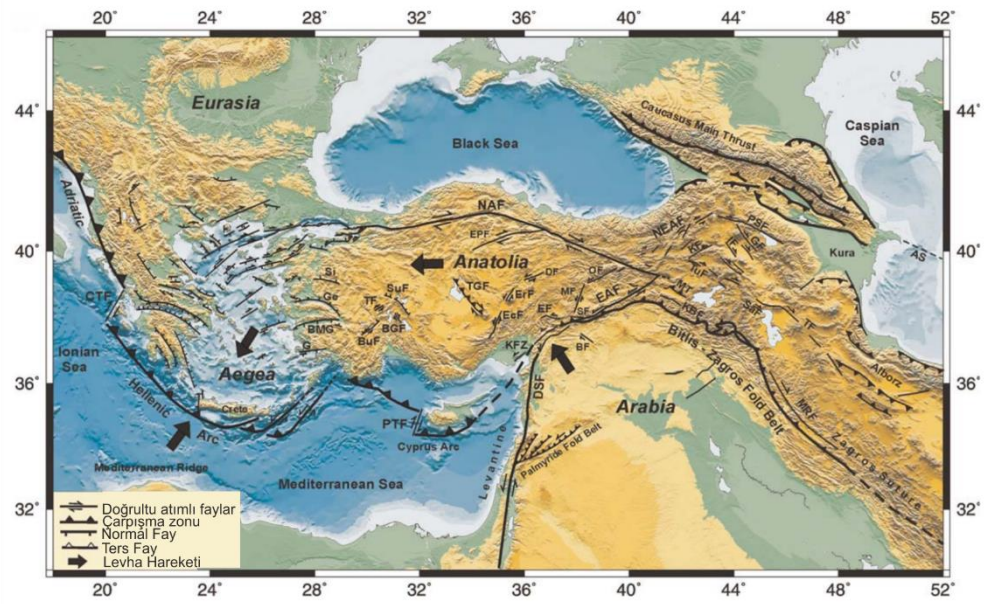
Ayrıca son evrede ortaya çıkan monojenetik volkanizma ilk önce hidromagmatik etkinlik ile başlamış ve maarları oluşturmuş, sonrasında magmatik etkinlik devam etmiş ve andezit – bazalt bileşimli skorya konileri ile lavlar püskürmüştür.

Sonuç olarak KVK'da etkin olan magma odası süreçleri FC, FC-AFC ve magma tazeleme süreçleridir. Kaynak alanı ise iki farklı manto kaynağının değişken derecelerde kısmi ergimesi oluşturmuştur.

5.4. JEODİNAMİK EVRİM

Anadolu kıtası Alp- Himalaya orojenik kuşağının bir parçası olarak oluşmuştur. Neotetis okyanusunun Geç Kretase'de kapanmasıyla İzmir – Ankara –Erzincan sütur zonu gelişmiştir ve bunu kıta kıta çarpışmasıyla kabuk kalınlaşması izlemiştir (Şengör ve Yılmaz,1981). Çalışma alanının da içerisinde bulunduğu ve Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı olarak tanımlanan bölge de yüzeylenen ofiyolitler içindeki Üst Kretase granotidleri (Whitney ve diğ., 2003, Boztuğ ve diğ., 2006) kabuk kalınlaşması ve sıkışmalı tektonizmanın Kretase'de başladığının bir kanıtıdır.

Miyosen'de Arap ve Avrupa levha sınırları Bitlis-Zagros süturu boyunca çarpışmışlardır. Bu çarpışma ile birlikte Arap levhası Avrupa levhasının altına dalmaktadır (Şengör ve Yılmaz,1981; Dewey ve diğ., 1986; Bozkurt, 2001). Çarpışmanın sonucunda Doğu Anadolu kısalmış ve kabuk kalınlaşmış, Batı Anadolu yay gerisi genişlemeye maruz kalmış, D – B uzanımlı KAF (Orta Miyosen) ve GGB – KKD uzanımlı DAF (Geç Miyosen) oluşmuştur (Şekil 5.20).



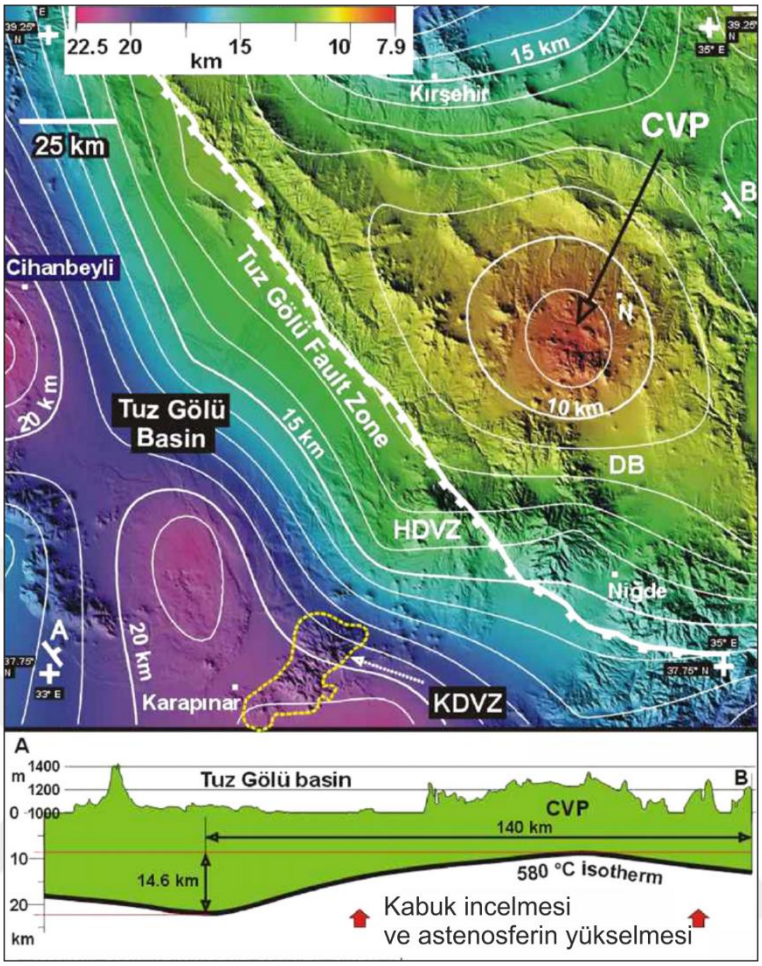
Şekil 5.20: Türkiye Neotektonik yapıları (Taymaz ve diğ., 2007'den değiştirilerek alınmıştır).

Orta Anadolu'da Geç Eosen – Orta Miyosen arasında sıkışmalı bir tektonizma hâkim olurken, sonrasında tektonik rejim yerini gerilmeli tektonizmaya bırakmıştır. Tüm bu tektonik etkinliğin sonucunda da bölgede Orta Miyosen'de başlayan çarpışma sonrası volkanizma etkin olmuştur (Notsu ve diğ., 1995).

Normal bileşene sahip doğrultu atımlı faylar olan Tuz Gölü ve Ecemiş fayları da Geç Miyosen'den Erken Pliyosen'e kadar aktivitesini sürdürmüştür (Dirik ve Göncüoğlu;1996; Göcüoğlu ve Toprak, 1992; Genç ve Yürür, 2010). Tuz Gölü ve Ecemiş faylarının birlikte hareketi Orta Anadolu'da yer alan volkanizmanın çıkış yerlerini belirlemektedir.

Orta Anadolu Volkanik Provensi'nde (OAVP) volkanik aktivite 14 my önce başlamaktadır (Aydar ve Gourgaud, 1998). 14 my önce kalkalkalen karakterde başlayan volkanizma kalkalkalen bileşimden, Kuvaterner'de alkalen bileşime geçiş yapmıştır. OAVP'de görülen tüm volkanlarda yitim etkisinin görüldüğü volkanizma ürünleri yerini gerilmeli tektoniğin de hakim olmasıyla alkali volkanizmaya bırakır (Temel ve diğ., 1998).

Kıtasal kayaların tahmini sıcaklıklarını manyetik alanlarını ölçerek oluşturulan Curie Point Depth (CPD) haritaları Tuz Gölü havzası ve Orta Anadolu volkanik Provensi arasında önemli bir bölgesel kabuksal yükselimini göstermektedir (Şekil 5.21). Bu olay Geç Kretase'den sonra bölgede kabuğun gerilmesiyle astenosferin yükselmesi sonucunda oluşmuş ve volkanizmayı meydana getirmiştir (Genç ve Yürür, 2010). Astenosferik yükselme sıcak astenosferin, ayrılan manto litosferinin yerine gelmesi ile açıklanır. Manto litosferik delaminasyonu, slab detachment ve litosferik gravitasyonel dengesizliği bu durumu açıklayan modellerdir (Stern ve diğ., 2006). Orta Anadolu volkanizması için ise "slab detachment" modeli önerilmektedir (Genç ve Yürür, 2010).



Şekil 5.21: Orta Anadolu CPD haritası (Genç ve Yürür, 2010'dan değiştirilerek alınmıştır. CVP: Kapadokya Volkanik Provensi, DB: Derinkuyu Havzası, HDVZ: Hasandağ Volkanik Zonu, KDVZ: Karacadağ Volkanik Zonu).

Orta Anadolu volkanizmasını açıklamak için en çok önerilen modellerden biri de volkanizmanın direkt olarak yitim ile ilişkili olmasıdır. Ancak Bartol ve Govers (2014) ise Kıbrıs slabı'nın 660 km derinlikte olduğunu ve yüzeye etkisinin limitli olduğunu, bu nedenle de Orta Anadolu volkanizmasının tek başına nedeni olamayacağını belirtmişler ve volkanizmanın kaynağı olarak delaminasyon modelini önermişlerdir.

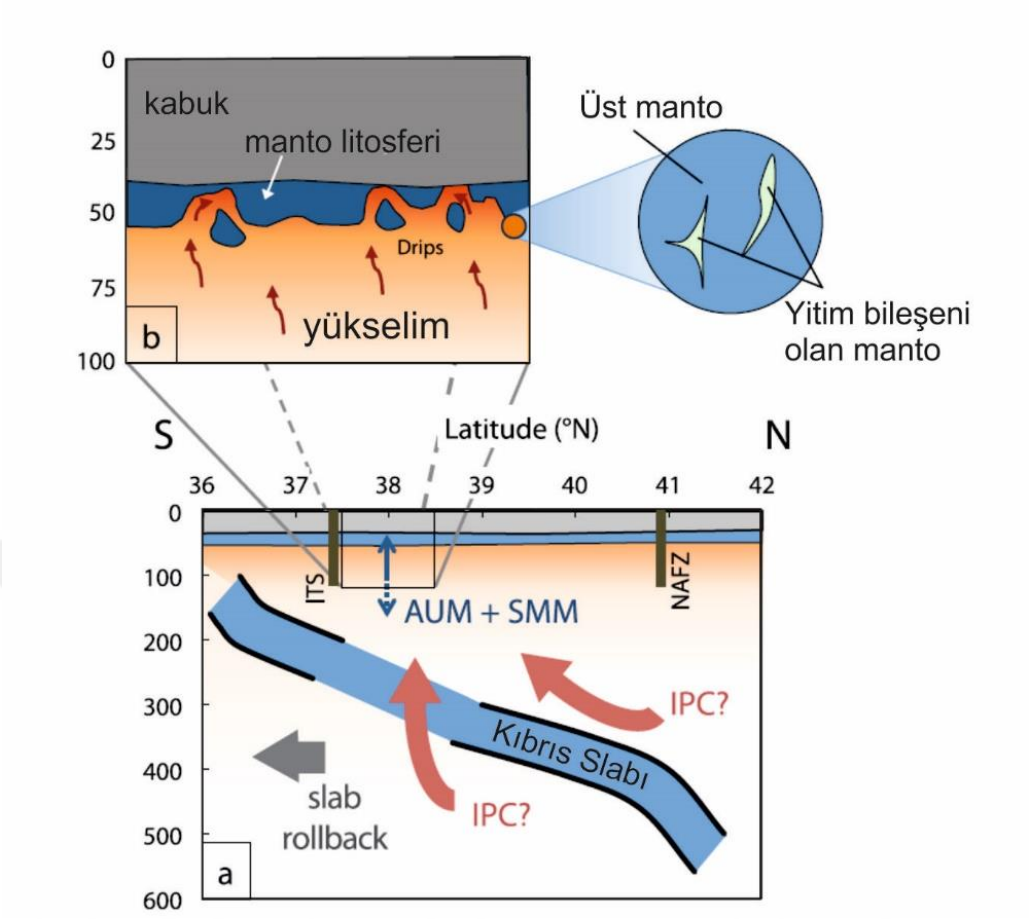
Yine P dalga tomografisi Orta Anadolu altında slab varlığının olmadığını göstermiştir (Biryol ve diğ., 2011). Dolayısıyla volkanizmayı sadece yitim ile ilişkilendirmek doğru olamaz.

Volkanizmayı açıklamak adına olası bir yitim olarak İç – Torid okyanusunun kapanması düşünülebilir. Şengör ve Yılmaz (1981)'e göre Geç Eosen'de İç-Torid okyanusu kapanmış ve

bunu izleyen süreçte Yozgat'tan Kars'a kadar olan kuşak boyunca andezitik volkanizma oluşmuştur. Ancak Orta Anadolu volkanizması 14 my önce başlamıştır. Dolayısıyla bölgede görülen volkanizmanın kaynağı olarak İç-Torid okyanusu'nun kapanmasıyla oluşulabilecek bir yitim volkanizması olması ihtimali zayıftır. Bunlara ek olarak İç – Torid okyanusunun varlığı da tartışmalıdır. İç-Torid okyanusu'nun KB kenarına paralel olarak dizilen magmatik kuşağı kuzeye dalan yitim ile ilişkilendiren araştırmacıların aksine (Şengör ve Yılmaz,1981; Görür ve diğ., 1984, Erdoğan ve diğ., 1996), Gürer ve Aldanmaz (2002), bu magmatik kuşağı oluşturan plütonlar için yay tipi oluşumu destekleyen kanıtın yokluğundan bahsetmişler köken olarak levha içi karakter sunduklarını belirtmişlerdir.

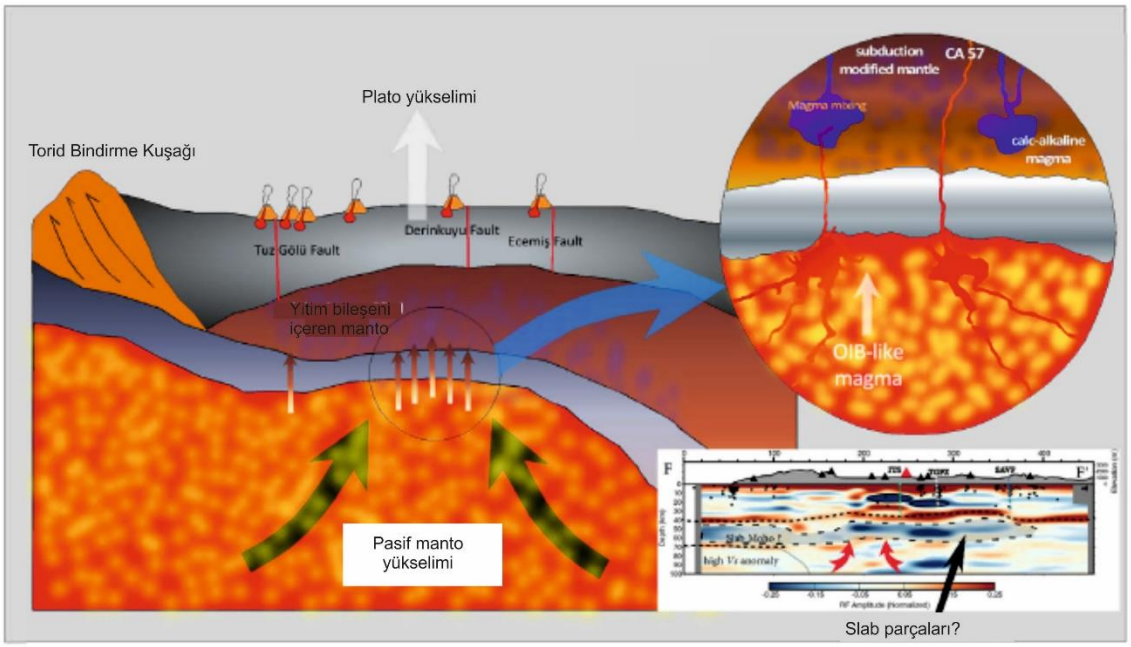
Orta Anadolu volkanizmasının kaynağı olarak önerilen modellerden ve en çok kabul gören jeodinamik model ise litosferik delaminasyon modelidir (Kürkçüoğlu ve diğ., 2004, Şen ve diğ.,2004). Litosferik delaminasyon, çarpışmayı takip eden süreçte kalınlaşan litosferin ayrılması ve yerini astenosferik mantonun doldurmasıdır (Pearce ve diğ. 1990). Litosferik delaminasyon mantoda bölümsel ergime oluşumunu başlatabilir ve geniş bir alanı kaplayacak volkanizma üretebilir.

Reid ve diğ. (2017) ise yaptıkları çalışmada, Orta Anadolu bazaltlarının özellikle Hasandağ ve Kutören arasında kalan bölgeyi oluşturan volkanizmanın kaynağı olarak, E-MORB benzeri bir kaynağın ergimesiyle oluştuğunu öne sürmektedirler. Kıbrıs slabının rollback olması ile oluşan dekompresyon ergimesi sonucunda üst manto içerisinde bulunan yitim bileşeni katkılı manto cepleri ergimiş ve böylece hem yitim bileşenlerince zengin hem de kıta içi magmatizmanın özelliklerini gösteren bazaltlar oluşmuştur (Şekil 5.22).



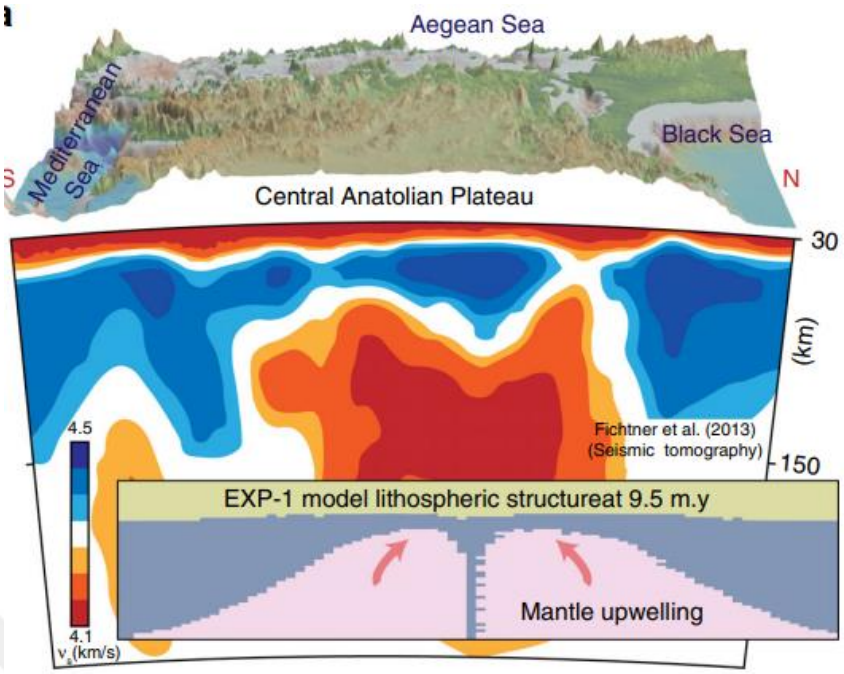
Şekil 5.22: Orta Anadolu altındaki kabuk ve manto arasındaki ilişki (AUM: Yerleşik üst manto, SMM: Yitim bileşeni içeren manto, IPC: İç Torid Süturu, NAFZ: Kuzey Anadolu Fay Zonu) (Reid ve diğ. (2017)' den alınmıştır).

Giuseppe ve diğ. (2018) ise OAVP'nin oluşumunu açıkladıkları modelde; kalk-alkali magmatizmanın kökeninin yitim bileşeni tarafından modifiye edilmiş bir manto kamasının kısmi ergimesiyle oluştuğunu, alkali magmatizmanın üreten kaynak alanın ise daha derin, modifiye edilmemiş bir alt levha manto kaynağından türemiş olacağını belirtmişlerdir. Ayrıca yine bu araştırmacılara göre OAVP içerisinde gözlenen Na-alkali bazaltların kaynağı, kalk-alkali ve alkali magmaların yüzeye çıkması sırasında farklı oranlarda karışmasıdır (Şekil 5.23).



Şekil 5.23: OAVP'nin jeodinamik ortamını ve manto kaynak alanlarını gösteren şematik gösterim (Giuseppe ve diğ. (2018)'den alınmıştır).

Orta Anadolu volkanizması için önerilen en yeni model Göğüş ve diğ. (2017)'nin önerdiği drip mekanizmasıdır. Araştırmacılara göre litosferik manto ayrılmış (drip olması) ve yerine astenosferik mantonun doldurması ile volkanizma kalkalkaliden alkaliye geçiş yapmıştır. Litosferik mantonun kopmasıyla birlikte astenosferik manto yükselmiş böylece daha derinden gelen primitif lavlar alkali lavları üretmişlerdir. Sismik tomografik kesitler de astenosferin yükselmesini kanıtlamaktadır (Şekil 5.24).



Şekil 5.24: Orta Anadolu Volkanik Provensi altında gösterilen manto yükselimi (Model Göğüş ve diğ. (2017)'den alınmıştır).

Sonuç olarak bölgede volkanizmanın kaynağı gerilmeli tektonizma ile birlikte kabuğun incelmesi ve astenosferik mantonun yükselmesi ile açıklanabilir. Ancak astenosferin yükselmesine hem delaminasyon hem de drip mekanizmasıyla ilişkilendirilebilir. Lavlarda görülen yitim bileşeni ise yitimin kendisinden değil, daha önce metasomatizma geçirmiş ve üzerine yay bileşeni eklenmiş litosferik manto kaynağının ergimesidir.

5.5. SONUÇLAR

Doktora tez çalışmaları kapsamında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Doktora çalışma konusunu oluşturan Karacadağ Volkanik Kompleksi (KVK) olarak tanımladığımız ve yaklaşık 900 km^2'lik alanı kaplayan bölgenin 1/25000 ölçekli volkanojeolojik haritası yapılmıştır. Her bir volkanik birimi içeren ölçekli volkanostratigrafik kesit oluşturulmuş ve enine kesitler çizilerek birimler arasındaki jeolojik ilişkiler ortaya konmuştur.
- KVK stratigrafik ilişkilerine, petrografik ve jeokimyasal özelliklerine göre beş ayrı volkanik seriye ayrılmıştır. Bunlar Pliosen yaşlı Oymalı, Yeşilyurt ve Beyören volkanitleri ile Kuvaterner yaşlı Meke ve Kutören volkanitleridir.
- Oymalı volkanitleri, lav seviyeleri porfirik dokuludur, mafik minerallerin hemen tümü piroksen ile temsil edilirken amfibol ise çok düşük oranlardadır. Bu serinin bazı lav seviyeleri, mikrodiyorit ve mikro-granodiyorit bileşimli anklavlar içerir. Oymalı volkanitleri üzerine andezit/dasit bileşimli, volkanik hamurdaki cam oranı çok daha yüksek olan ve önemli oranda amfibol içeren lavlardan oluşan Yeşilyurt volkanitleri gelir.
- Yeşilyurt volkanitleri KVK'nın batı yamaçlarında yüzeylenir. Orta seviyesinde aglomeratik bir düzey içeren Yeşilyurt volkanitleri, yedi lav seviyesine ayrılmıştır. Birim ayrıca ortasında riyolitik bir dom olan 700 m çapında bir krater ile kesilmiştir. Lav birimleri bazaltik andezit, andezit ve dasit bileşimlidir.
- KVK'nin KD'sunda Yeşilyurt volkanitleri üzerine porfirik ve trakitik dokulu on lav düzeyinden oluşan ve bileşimleri bazaltik andezitten dasite değişen Beyören volkanitleri gelmektedir. Bu üçüncü volkanik seri, diğer birimlerden farklı olarak yüksek oranda volkanik cam içerir, afirik doku yaygındır ve lavlar daha koyu renklidir. Beyören volkanitleri tabanda bir aglomera düzeyi ile başlar, serinin ortasında ise piroklastik döküntü ve surge düzeyleri yer alır.
- Beyören volkanitlerini oluşturan etkinlik sonrasında volkanizma KVK'nın zirvelerinde sonlanarak KD ve GB eteklerinde odaklanmış ve bazaltik lav ve piroklastik ürünler püskürtmüştür. Bu etkinlik sırasında çok sayıda skorya konisi ve maar oluşmuştur. GB'daki plajioklas+sanidin+olivin içeren bazaltik ürünler Meke volkanitleri, KD'daki

plajioklas ve olivin içerip sanidin içermeyen daha afirik dokuda olan volkanik ürünler ise Kutören volkanitleri olarak adlandırılmıştır.

- KVK'ya ait lavların SiO_2 oranları %46-65 arasında değişmektedir. Volkanik serilerin tümü belirgin bir yay bileşeni içerir. Oymalı, Yeşilyurt ve Beyören volkanitleri sub-alkali karakter gösterirken, Meke ve Kutören volkanitleri alkali karakter sunar. Bütün volkanik serilerde hafif nadir toprak elementler, ağır nadir toprak elementlere göre belirgin bir zenginleşme göstermektedir. İlk üç seride belirgin bir Eu anomalisi ve orta nadir toprak elementlerde (Sm-Ho) belirgin bir azalma gözlenirken, Meke ve Kutören volkanitlerinde böylesi bir Eu anomalisi yoktur.
- LIL- ve LRE-elementleri MORB'a nazaran zenginleşme gösterirken, HFS-elementleri fakirleşmiştir. $^{87}Sr/^{86}Sr$ izotop oranları 0.704699-0.707285, ^{143}Nd-^{144}Nd izotop oranları ise 0.512386-0.512770 arasında değişir. $^{143}Nd/^{144}Nd$ ile $^{87}Sr/^{86}Sr$ arasında negatif bir trend bulunmaktadır.
- Harker diyagramları üzerindeki trendleri, KVK lavlarının iki farklı manto kaynağından türemiş olduklarını göstermektedir. Bu iki primitif uç üye, Kutören ve Meke volkanitlerinin en primitif bazaltları ile temsil edilir. Primitif lavların bileşimi temel alınarak yapılan non-modal batch kısmi ergime petrolojik modelleme sonuçlarımız, sözkonusu bazaltik lavların iki farklı metasomatik listosferik manto kaynağının kısmi erimesinden türediklerini göstermektedir: (1) spinel peridotit ve (2) flogopit+spinel peridotit. Bu iki farklı primitif magma, birbirleri ile farklı oranda karışarak ve daha sonra kristallenme ve AFC evrimi geçirerek volkanik serileri oluşturmuştur. FC-model sonuçlarına göre, ilk üç seriye ait lavlarda feldispat ve amfibol kristallenmesi baskınken, son iki seriye ait lavlarda olivin ve piroksen kristallenmesi baskın olmuştur.
- Bu iki kaynaktan türeyen bazik magmalar, yüzeye ulaşana kadar birbirleriyle farklı oranda karışmıştır. Bu çalışmadaki bulgularımız, bölgedeki volkanizmanın kökeni konusunda önerilen jeodinamik modellerden litosferik delaminasyonu desteklemektedir.

KAYNAKLAR

Alıcı – Şen, P., Temel, A., Gourgaud, A., 2004, Petrogenetic modelling of Quaternary post-collisional volcanism: A case study of central and Eastern Anatolia, *Geological Magazine,* 141, 81-98.

Aydar, E. ve Gourgaud, A., 1993, Hasan dağı strato-volkanında magma odalarının gelişimi ve hakim petrojenetik süreçler, *Yerbilimleri,* 16**,** 101-103.

Aydar, E., Gündoğdu, M. N., Bayhan, H., Gourgaud, A., 1993, Kapadokya bölgesinin Kuvaterner yaşlı volkanizmasının volkanik-yapısal ve petrolojik incelenmesi', Doğa Türk Yerbilimleri Dergisi, 3, 25-42.

Aydar, E., Gourgaud, A., Deniel, C., Lyberis, N., Gündoğdu, M.N., 1995, Le volcanisme quaternaire d'Anatolie central Turquie : association de magmatisme calco-alcalin et alcalin en domaine de convergence, *Can. J. Earth Sci.,* 32 (7), 1058– 1069.

Aydar, E., 1997, Karataş volkanitlerinin (Orta Anadolu) volkanolojik ve petrolojiközellikleri, *Yerbilimleri,* 19, 41-45.

Aydar, E. and Gourgaud, A., 1998, The geology of Mount Hasan stratovolcano, Central Anatolia, Turke, *Journal of Volcanology and Geothermal Research***,** 85, 129-152.

Aydar, E. and Gourgaud, A., 2002, Garnet-bearing basalts: an example from Mt. Hasan, Central Anatolia, Turkey, *Mineralogy and Petrology,* 75, 185-201.

Aydın, N.S., Göncüoğlu, M.C. and Erler,A., 1998, Latest Cretaceous magmatism in the Central Anatolian Crystalline Complex: brief review of field, petrographic and geochemical features, *Turkish. Journal of Earth Sciences,* **7,** 258-268.

Bailey, D.K., 1987, Mantle metasomatism - perspective and prospect, *Geol. Soc. London, Spec. Publ.,* 30, 1-13.

Baş, H., Güner, Y., and Emre, Ö., 1986, Erciyes dağı Volkanitlerinin Özellikleri, *Sivas Üniversitesi Müh.-Mim. Fak. Dergisi,* 1, 29-44.

Biryol, C. B., Beck, S. L., Zandt, G., Özaçar, A. A., 2011, Segmented African lithosphere beneath the Anatolian region inferred from teleseismic P wave tomography, *Geophysical Journal International*, 184, 1037-1057.

Boztuğ, D., 2000, *S-I-A-type intrusive associations: geodynamic significance of synchronism between metamorphism and magmatism in central Anatolia,* Turkey, In Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding, E. Bozkurt, J. A. Winchester and J. D. A. Piper (ed.), Geological Society of London, Special Publication no. 173**,** 441–85.

Çoban, H., Karslı, O., Caran, S., Yılmaz, K., 2019, What processes control the genesis of absarokite to shoshonite-banakite series in an intracontinental setting, as revealed by

geochemical and Sr- Nd-Pb isotope data of Karadağ Stratovolcano in Central Anatolia, Turkey, *Lithos,* 324,609-625.

Dai, F., Zhao, Z., Zheng, Y., Sun, G., 2019, The geochemical nature of mantle sources for two types of Cretaceous basaltic rocks from Luxi and Jiaodong in east-central China, *Lithos*, 344, 409-424.

Davidson, J., Turner, S., Plank, T., 2013, Dy/Dy*:Variations Arising from Mantle Sources and Petrogenetic Processes, Journal of Petrology, 54 (3), 525 – 537.

Deniel, C., Aydar, A., Gourgaud, A., 1998, The Hasan Dağı stratovolcano Central Anatolia, Turkey : evolution from calc-alkaline to alkaline magmatism in a collision zone, *Journal of Volcanology and Geothermal Research,* 87, 275-302.

Delph, J. R., Abgarmi, B., Ward, K. M., Beck, S. L., Özacar, A. A., Zandt, G., 2017, The effects of subduction termination on the continental lithosphere: Linking volcanism, deformation, surface uplift, and slab tearing in Central Anatolia, *Geosphere*, 13, 1788-1805.

Deniel, C., Aydar, E., Gourgaud, A., 1998, The Hasan Dagı Stratovolcano (Central Anatolia, Turkey): Evolution from calc-alkaline to alkaline magmatism in a collision zone, *Journal of Volcanology and Geothermal Research,* 87, 275-302.

De Paolo, D., 1981, Trace element and isotopic effects of combined wall rock assimilation and fractional crystallization, *Earth Planet Sci. Lett.,* 53, 189-202.

De Paolo, D., 1981, Trace element and isotopic effects of combined wall rock assimilation and fractional crystallization, *Earth Planet Sci. Lett.,* 53, 189-202.

Dewey, J.F., 1988, Extensional collapse of orogens, *Tectonics,* 7, 1123-1139.

Dirik, K., Göncüoğlu, M.C., 1996, Neotectonic characteristics of Central Anatolia, *International Geology Rewiev*, 38, 807-817.

Dirik, K., 2001, Neotectonic evolution of the northwestward arched segment of the Central Anatolian Fault Zone, Central Anatolia, Turkey, *Geodinamica Acta*, 14, 147-158.

Ercan, T., 1985, Orta Anadolu'daki Senozoyik volkanizması, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 119–140.

Doğan, A.U., Doğan, M., Peate, D.W., Dogruel, Z., 2011, Textural and mineralogical diversity of compositionally homogeneous dacites from the summit of Mt. Erciyes, Central Anatolia, Turkey, *Lithos,* 127, 387-400.

Doğan Külahçı., Temel, A., Gourgaud, A., Varol, E., Guillou, H., Deniel, C., 2018, Contemporaneous alkaline series in Central Anatolia (Turkey): Spatio – temporal evolution of a post-collisional Quaternary basaltic volcanism, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 356, 56-74.

Ercan, T., Tokel, S., Can, B., Fişekçi, A., Fujitani, T., Notsu, K., Selvi, Y., Olmez, M., Matsuda, J.I., Ui, T., Yıldırım, T., Akbaşlı, A., 1990, Hasandağı-Karacadağ Orta Anadolu dolaylarındaki Senozoyik yaşlı volkanizmanin kökeni ve evrim, *Jeomorfoloji Dergisi*, 18, 39-54.

Ercan, T., Tokel, S., and Matsuda, J.I., 1992, Hasandağı-Karacadağ (Orta Anadolu) Kuvaterner Volkanizmasına ilişkin yeni jeokimyasal, izotropik ve radyometrik verile, *Türkiye jeoloji Kurumu bülteni,* 7, 8-21.

Genç, Y., Yürür, M. T., 2010, Coeval extension and compression in Late Mesozoic – Recent thin – skinned extensional tectonics in Central Anatolia, Turkey, *Journal of Structral Geology*, 32, 623-640.

Gençalioğlu-Kuşcu, G., Geneli, F., 2010, Rewiew of post-collisional volcanism in the central Anatolian Volcanic Province (Turkey), with special reference to the Tepeköy Volcanic complex, *International Journal Earth Science*, 100, 1967-1985.

Gençalioğlu-Kuşcu, G., 2011 Geochemical characterization of a Quaternary monogenetic volcano in Erciyes Volcanic complex: Cora maar (Central Anatolian Volcanic Province,Turkey), *International Journal Earth Science,* 100, 1967-1985.

Giuseppe, P., Agostini, S., Manetti, P., Savaşcın, M.Y., Conticelli, S., 2018, Sub-lithospheric origin of Na-alkaline and calc-alkaline magmas in a post-collisional tectonic regime: Sr-Nd-Pb isotopes in recent monogenetic volcanism of Cappadocia, Central Turkey, *Lithos,* 316, 304-322.

Gourgaud, A., Aydar, E., Lyberis, N., Gündoğdu, N., 1992, Petrology of the Quaternary volcanism in central Anatolia Turkey : association of calk-alkaline and alkaline suites in a collision zone', *Abstract, 29th Int. Geol. Congr., Kyoto, Vol.*

Göğüş, O.H., Pysklywec, R.N., Şengör, A.M.C., Gün, E., 2017, Drip tectonics and the enigmatic uplift of the Central Anatolian Plateau, *Nature Communications*, 8, 1-9.

Göncüoğlu, M.C., Toprak, V., Kuşçu, I., Erler, A., Olgun, E., 1991a, Geochemical characteristics of granitoids along the western margin of the Central Anatolian Crystalline Complex and their implications, *Geol. J.*, 28, 371-382.

Göncüoğlu M.C., Toprak V., 1992, Neogene and Quaternary volcanism of Central Anatolia: a volcano-structural evaluation, *Bull. Sect. Volcan. Soc. Geol. France*, 26, 1-6.

Görür, N., Oktay, F. Y., Seymen, I. and Şengör, A. M. C., 1984, *Paleotectonic evolution of the Tuzgölü basin complex; Sedimentary record of a Neotethyan closure. In The geological evolution of the Eastern Mediterranean*, J. E. Dixon and A. H. F. Robertson (ed.), Geological Society of London, Special Publication no. 17, 467–82.

Guo, P., Niu, Y., Sun, p., Ye, L., Liu, J., Zhang, Y., Feng, Y., Zhao, J., 2016, The origin of Cenozoic basalts from central Inner Mongolia, East China: The consequence of recent mantle metasomatism genetically associated with seismically observed paleo-Pacific slab in themantle transition zone, *Lithos*, 240, 104-118.

Güçtekin, A., Köprübaşı, N., 2009, Geochemical Characteristics of Mafic and Intermediate Volcanic Rocks from the Hasandağ and Erciyes Volcanoes (Central Anatolia, Turkey), *Turkish Journal of Earth Science*, 18, 1-27.

Güllü, B., Kadıoğlu, Y. K., 2019, Meke ve Acıgöl (Karapınar – Konya) volkanitlerinin Petro – kimyasal özellikleri, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25-3, 325-335.

Gürer, Ö.F. and Aldanmaz, E., 'Origin of the Upper Cretaceous–Tertiary sedimentary basins within the Tauride–Anatolide platform in Turkey', Geol. Mag. 139 (2), pp. 191– 197, (2002).

Howarth, G., Harris, C., 2017, Discriminating between pyroxenite and peridotite sources for continental flood basalts (CFB) in southern Africa using olivine chemistry, *Earth and Planetary Science Let.*, 475, 143-151.

Innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Radicati Di Brozolo, F., Villari, L., 1975, The Neogene calc-alcaline volcanic of Central Anatolia: Geochronological data on Kayseri- Nigde area, *Geol. Mag.*, 112, 349-360.

Irvine, T.N. and Baragar, W.R.A., 1971, A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks, *Can. J. Earth Sci.*, 8, 448-523.

Keller, J., 1974, Quaternary maar volcanism near Karapınar in Central Anatolia, *Bulltein Volcanologique*, 38, 378 – 396.

Keskin, M., 2002, FC-Modeler: A Microsoft Excel spreadsheet program for modeling Rayleigh fractionation vectors in closed magmatic systems, *Computers & Geosciences*, 28(8), 919-928.

Keskin, M., 2012. AFC-Modeler: a Microsoft® Excel© Workbook Program for Modeling Assimilation Combined with Fractional Crystallization (AFC) Process in Magmatic Systems by Using Equations of DePaolo (1981), *Turkish Journal of Earth Sciences*, 21.

Keskin, M., 2003, Magma generation by slab steepening and breakoff beneath a subductionaccretion complex: An alternative model for collision-related volcanism in Eastern Anatolia, Turkey, *Geophys. Res. Lett.*, 30 (24), 8046-8050.
Koçyiğit, A. and Erol, O., 2001, A tectonic escape structure: Erciyes pull-apart basin, Kayseri, Central Anatolia, Turkey,, *Geodinamica Acta*, 14, 133-145.

Köprübaşı, N., Güçtekin, A., Çelebi, D., Kırmacı, Z.M., 2014, Mineral chemical constraints on the petrogenesis of mafic andintermediate volcanic rocks from the Erciyes and Hasanda˘g volcanoes,Central Turkey, *Chemie der Erde*, 74, 585-600.

Kürkçüoğllu, B., Şen, E., Aydar, E., Gourgaud, A., Gündoğdu, N., 1998, Geochemical approach to magmatic evolution of Mt. Erciyes stratovolcano, Central Anatolia, Turkey, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 85, 473-494.

Kürkçüoğlu, B., Şen, E., Temel, A., Aydar, E., Gourgaud, A., 2001,Trace-Element Modeling and Source Constraints for Tholeiitic and Cale-alkaline Basalts from a Depleted Asthenospheric Mantle Source, Mt. Erciyes Stratovolcano, *Turkey, Int. Geo.Rew.*, 43(6), 508-522.

Kürkçüoğlu, B., 2010, Geochemistry and petrogenesis of basaltic rocks from the Develidag˘ Volcanic complex, Central Anatolia, Turkey, *Journal of Asian Earth Sciences,* 37, 42-51.

Pasquare, G., 1968, Geology of Cenozoic volcanic area of Central Anatolia', *Atti. Accad. Naz. Lincei,* 9, 53-294.

Pasquare, G., Poli, S., Vezzoli, L., Zanchi, A., 1988, Continental arc volcanism and tectonic setting in Central Anatolia, Turkey, *Tectonophysics,* 146, 217-230.

Pearce, J.A., 1982, Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. In: R.S. Thorpe (Editor), Andesite: Orogenic Andesite and Related Rocks, *Wiley, New York, NY,* 525-548.

Pearce, J.A., 1983, *Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins,* Hawkesworth, C.J., Norry, N.J (ed.), Continental Basalts and Mantle Xenoliths', Shiva, Cheshire, UK, 230-249.

Pearce, J.A., Bender, J.F., De Long, S.E., Kidd, W.S.F., Low, P.J., Güner, Y., Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., Moorbath, S., Mitchell, J.G., 1990, Genesis of collision volcanism in Eastern Anatolia, Turkey, *J. Volcanol. Geotherm. Res.,* 44, 189–229.

Peccerillo, A., Taylor, S.R., 1976, Geochemistry of Eocene calcalkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey, *Contrib. Mineral. Petrol.,* 58, 63-91.

Plank, T. and Langmuir, C. H., 1988, An evaluation of the global variations in the majör element chemistry of arc basalts, *Earth and Planetary Science Letters,* 90, 349-370.

Platzman E.S., Tapirdamaz , C., Sanver M., 1998, Neogene anticlockwise rotation of central Anatolia (Turkey): preliminary palaeomagnetic and geochronological results, *Tectonophysics,* 299, 175-189.

Piper , J.D.A. Gürsoy, H., Tatar O., 2002, Palaeomagnetism and magnetic properties of the Cappadocian ignimbrite succession, central Turkey and Neogene tectonics of the Anatolian collage, *Journal of Volcanology and Geothermal Research,* 2457, 1-26.

Reid, M., Schleiffarth, W.K., Cosca, M.A., Delph, J.R., Toft, J., Cooper, K.M., 2017, Shallow melting of MORB-like mantle under hot continental lithosphere, Central Anatolia, AGU, 1816-1888.

Schildgen, T. F., Cosentino, D., Bookhagen, B., Niedermann, S., Yıldırım, C., Echtler, H., Strecker, M.R., 2012, Multi-phased uplift of the southern margin of the Central Anatolian plateau,Turkey: A record of tectonic and upper mantle processes, *Earth Planet Science Lett.,* 317, 85-95.

Schildgen, T. F., Yıldırım, C., Cosentino, D., Strecker, M. R., 2014, Linking slab break – off, Hellenic trench retreat and uplift of the Central and Eastern Anatolian plateaus, *Earth-Science Reviews*, 128, 147-168.

Spera, F.J., and Bohrson, W.A., 2001, Energy-constrained open system magmatic processes I: General model and energy-constrained assimilation and fractional crystallization (ECAFC) formulation, *Journal of Petrology*, 42, 999-1018.

Sun, S.S., McDonough, W.F., 1989, *Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes*, Saunders, A.D., Norry, M.J. (ed.), Magmatism in Ocean Basins, Geological Society of London Special Publication, 42, 313–345.

Şişman Tükel, F., 2012, *KB Türkiye Alkali Volkanik Alanında Manto Ksenolitlerinin Os İzotop ve Yüksekçe Siderofil Element (HSE) Jeokimyasal Karakteristikleri*, Yüksek Lisans, KOÜ-Fen Bilimleri Enstitüsü.

Şen, A.P., Temel, A., Gourgaud, A., 2004, Petrogenetic modelling of Quaternary postcollisonal volcanism: a case study of central and eastern Anatolia, *Geol. Mag.,* 141, 81- 98.

Şen, E., Aydar, E., Gourgaud, A., Kürkçüoğlu, B., 2002, La phase explosive précédant I'extrusion des domes volcaniques: exemple du dome rhyodacitique de Dikkartin Dag., Erciyes, Anatolie centrale, Turquie, *C.R. Geosci.*, 334, 27-33.

Şen E., Kürkçüoğlu, B., Aydar, E., Gourgaud, A., Vincent, P.M., 2003, Volcanological evolution of Mount Erciyes stratovolcano and origin of the Valibaba Tepe ignimbrite (Central Anatolia, Turkey), *Journal of Volcanology and Geothermal Research,* 2616, 1-22.

Şengör, A.M.C., 1980, Principles of the neotectonics of Turkey, *Geological Society of Turkey***,** 40.

Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey; a plate tectonic approach, *Tectonophysics,* 75, 181–241.

Temel, A., Gündoğdu, N., Gourgaud, A., Le Pennec, J.-L., 1998, Ignimbrites of Cappadocia, Central Anatolia, Turkey: petrology, geochemistry and evolution through time, *J. Volcanol. Geotherm. Res.,* 85, 447-441.

Toprak, V., 2000, Tuzgölü Fay Kuşağı Hasandağ kesiminin özellikleri, *TPJD Bülteni, Özel Sayı*, **5,** 71-84.

Toprak, V., Göncüoğlu, M.C.,1993, Keçiboyduran–Melendiz fayı ve bölgesel anlamı (Orta Anadolu), *Yerbilimleri,* 16, 55–65, (1993).

Toprak, V., Göncüoğlu, M.C., 1993, Tectonic control on the development of the Neogene-Quaternary Central Anatolian volcanic province Turkey, *Geological J.,* 28, 357–369.

Uluocak, E.Ş., Pysklywec, R., Göğüş, O.H., 2016, Present-day dynamic and residual topography in Central Anatolia, *Geophys. J. Int.*, 206, 1515-1525.

Uslular, G., Gençalioğlu Kuşcu, G., 2019, Mantle source heterogenetiy in monogenetic basaltic systems: A case study of Eğrikuyu monogenetic field (Central Anatolia, Turkey), *Geosphere*, 15-2, 295-323.

Whitney, D.L and Dilek, Y., 1998, Metamorphism during Alpine crustal thickening and extension in Central Anatolia, Turkey: the Niğde metamorphic core complex, *Journal of petrology*, 39, 1385-1403.

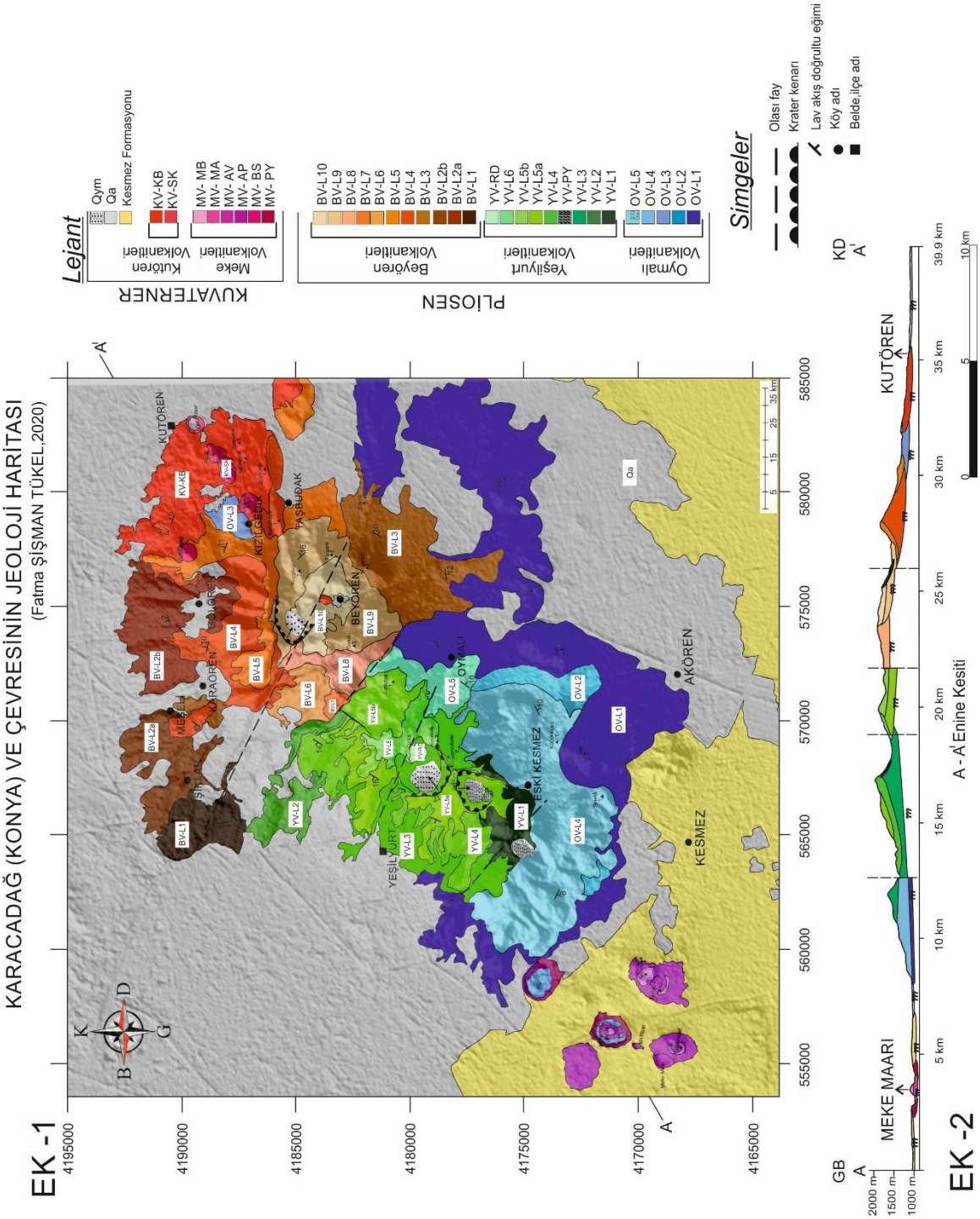
Yang, Z., Zhou, J., 2013, Can we identify source lithology of basalt?, *Scientific Reports*, 1-8.

Zindler, A. and Hart, S., 1986, Chemical Geodynamics, *Annual Review of Earth and Planetary Science*, 14, 493-571.

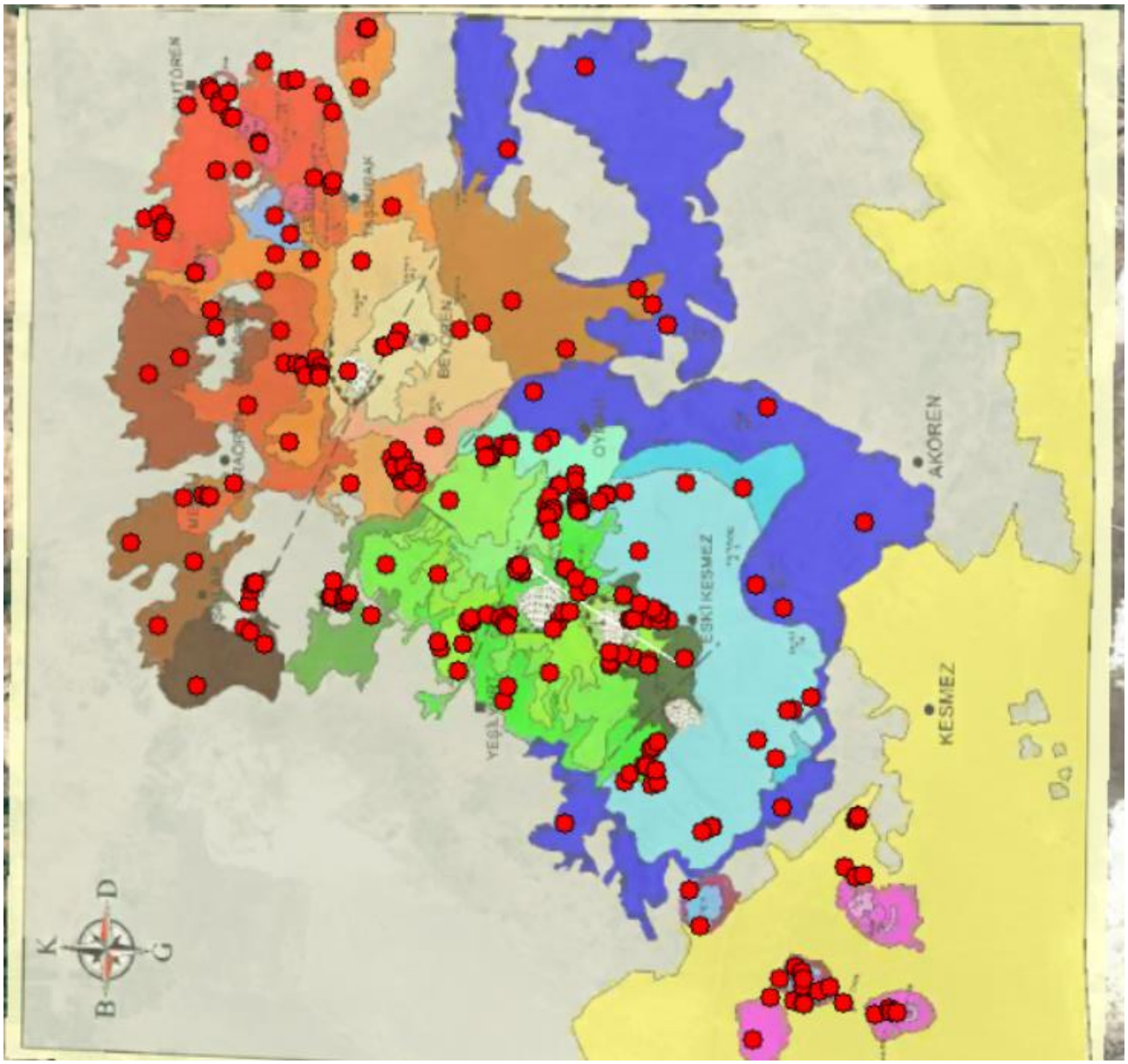
EKLER

EK-1 Çalışma alanının jeoloji haritası ve Jeolojik enine kesit.

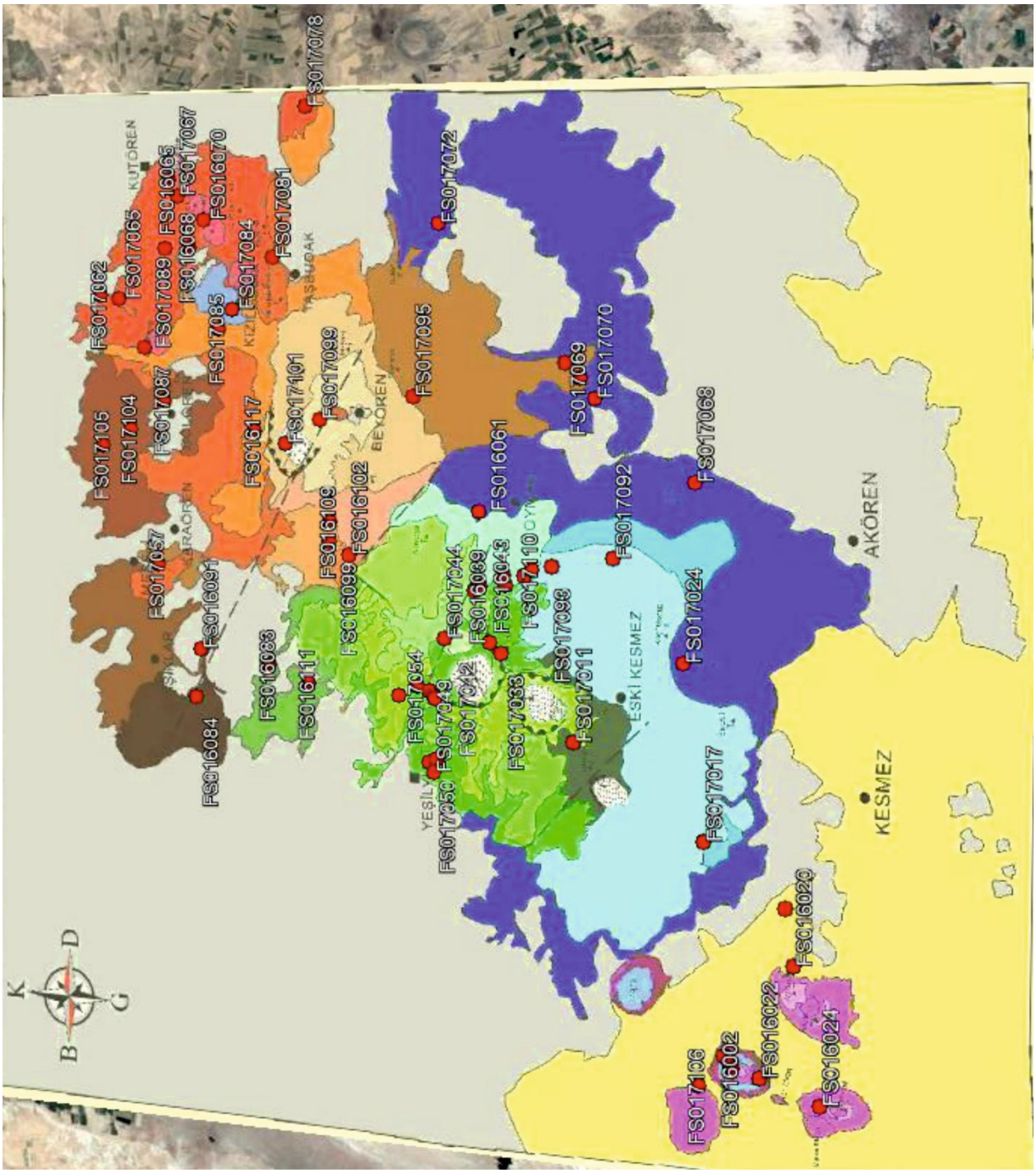
EK-2 Jeolojik enine kesit ve kompozit ölçekli volkanostratigrafik kesit.



EK-3 KVK örnek haritası.



EK-4 KVK Jeokimyası yapılan örneklerin haritası.



EK-5: KVK lavlarına ait volkanik kayaç birimlerinin ana oksit ve CIPW Norm analiz sonuçları.

Birim	Oymalı Volkanitleri	Oymalı Volkanitleri	Oymalı Volkanitleri	Oymalı Volkanitleri	Oymalı Volkanitleri	Oymalı Volkanitleri	Oymalı Volkanitleri
Volkanik Seri	VS-1	VS-1	VS-1	VS-1	VS-1	VS-1	VS-1
Açıklama	Lav 5	Lav 5	Lav 4	Lav 3	Lav 3	Lav 3	Lav 2
Örnek No	**FS016043**	**FS016045**	**FS017084**	**FS017092**	**FS017093**	**FS017110**	**FS017017**
Kayaç Adı	Andezit	Andezit	Andezit	Andezit	Andezit	Andezit	Andezit
SiO_2	62.48	59.04	58.87	58.62	61.19	61.14	58.06
TiO_2	0.55	0.64	0.55	0.74	0.60	0.60	0.67
Al_2O_3	16.42	15.80	17.78	17.87	17.08	16.99	16.75
Fe_2O_3	5.42	6.56	6.99	6.83	5.79	5.77	6.63
FeO	4.88	5.91	6.29	6.15	5.21	5.19	5.97
MnO	0.10	0.12	0.13	0.12	0.09	0.11	0.12
MgO	2.84	4.92	2.99	2.50	2.63	2.72	3.89
CaO	5.56	7.01	7.48	7.06	5.98	6.05	7.70
Na_2O	3.15	3.09	2.94	3.63	3.44	3.44	3.19
K_2O	3.33	2.67	2.14	2.46	3.04	3.01	2.77
P_2O_5	0.14	0.15	0.12	0.16	0.16	0.17	0.22
LOI	1.40	0.50	3.10	1.20	1.20	0.70	1.20
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Toplam Alkali	6.49	5.76	5.08	6.09	6.48	6.45	5.96
Mg#	36.78	45.45	32.21	28.89	33.52	34.36	39.46
CIPW							
Kuvars	15.20	9.52	12.69	9.47	12.84	12.73	8.07
Ortoklaz	19.71	15.79	12.66	14.52	17.99	17.79	16.38
Albit	26.67	26.11	24.86	30.75	29.11	29.15	26.98
Anortit	20.81	21.37	29.01	25.20	22.17	22.01	23.21
Nefelin	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diyopsit	4.75	9.97	5.96	7.20	5.23	5.60	10.92
Hipersten	8.52	12.07	9.66	7.34	7.97	8.03	9.00
Olivin	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Magnetit	7.86	9.52	10.14	9.90	8.40	8.36	9.61
İlmenit	1.04	1.21	1.04	1.41	1.14	1.13	1.27
Apatit	0.34	0.36	0.29	0.39	0.39	0.41	0.53

Birim	Oymalı Volkanitleri	Oymalı Volkanitleri	Oymalı Volkanitleri	Oymalı Volkanitleri	Oymalı Volkanitleri	Oymalı Volkanitleri	Oymalı Volkanitleri
Volkanik Seri	VS-1	VS-1	VS-1	VS-1	VS-1	VS-1	VS-1
Açıklama	Lav 1	Lav 1	Lav 1	Lav 1	Lav 1	Lav 1	Lav 1
Örnek No	**FS016061**	**FS017024**	**FS017049**	**FS017051**	**FS017068**	**FS017070**	**FS017072**
Kayaç Adı	Andezit	Bzltk. And.	Andezit	Latit	Andezit	Andezit	Andezit
SiO_2	59.69	56.24	60.29	59.00	59.54	57.87	57.68
TiO_2	0.65	0.94	0.68	0.66	0.67	0.57	0.59
Al_2O_3	17.62	17.57	17.24	16.88	17.45	18.13	18.02
Fe_2O_3	6.51	7.91	6.33	6.33	6.51	6.84	7.36
FeO	5.86	7.12	5.70	5.70	5.86	6.16	6.63
MnO	0.14	0.13	0.11	0.11	0.11	0.13	0.13
MgO	2.55	3.67	2.69	3.76	2.75	3.70	3.69
CaO	6.44	8.15	6.09	6.76	6.51	7.53	7.45
Na_2O	3.45	3.07	3.31	3.25	3.36	2.79	3.08
K_2O	2.77	2.16	3.11	3.09	2.95	2.30	1.85
P_2O_5	0.18	0.15	0.15	0.16	0.15	0.13	0.14
LOI	0.50	1.30	1.20	1.00	1.30	1.30	2.00
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Toplam Alkali	6.22	5.23	6.41	6.34	6.31	5.10	4.93
Mg#	30.33	33.99	32.06	39.75	31.97	37.51	35.78
CIPW							
Kuvars	11.25	7.75	11.90	8.84	10.67	10.65	10.52
Ortoklaz	16.37	12.79	18.36	18.26	17.40	13.62	10.94
Albit	29.16	25.96	28.00	27.52	28.44	23.62	26.05
Anortit	24.43	27.79	23.00	22.33	23.82	30.14	29.88
Nefelin	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diyopsit	5.18	9.45	5.07	8.19	6.11	5.17	4.98
Hipersten	8.37	9.76	8.54	9.75	8.35	11.65	12.13
Olivin	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Magnetit	9.44	11.47	9.18	9.18	9.44	9.92	10.68
İlmenit	1.24	1.80	1.29	1.25	1.27	1.08	1.13
Apatit	0.43	0.36	0.36	0.38	0.36	0.31	0.34

Birim	Yeşilyurt Volkanitleri	Yeşilyurt Volkanitleri	Yeşilyurt Volkanitleri	Yeşilyurt Volkanitleri	Yeşilyurt Volkanitleri	Yeşilyurt Volkanitleri	Yeşilyurt Volkanitleri
Volkanik Seri	VS-2	VS-2	VS-2	VS-2	VS-2	VS-2	VS-2
Açıklama	Lav 6	Lav 6	Lav 5-a-b	Lav 5-a-b	Lav 5-a-b	Lav 4	Lav 4
Örnek No	FS016037	FS017044	FS017030	FS017031	FS017042	FS017041	FS017043
Kayaç Adı	Andezit	Dasit	Andezit	Andezit	Andezit	Andezit	Andezit
SiO_2	62.45	63.22	60.60	61.95	62.36	61.35	59.11
TiO_2	0.56	0.57	0.59	0.56	0.57	0.62	0.64
Al_2O_3	16.23	16.09	16.17	16.57	16.39	16.21	16.19
Fe_2O_3	5.26	5.16	6.03	5.50	5.71	5.63	6.61
FeO	4.74	4.64	5.43	4.95	5.14	5.07	5.94
MnO	0.09	0.08	0.11	0.10	0.10	0.10	0.11
MgO	3.29	2.86	3.76	2.91	2.58	3.39	4.33
CaO	5.82	5.59	6.62	5.82	5.56	6.37	7.03
Na_2O	3.02	3.25	2.70	3.28	3.26	2.95	3.00
K_2O	3.13	3.03	3.26	3.16	3.34	3.23	2.83
P_2O_5	0.14	0.15	0.15	0.15	0.14	0.14	0.15
LOI	2.30	1.20	2.10	0.60	0.90	2.20	0.80
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Toplam Alkali	6.14	6.28	5.96	6.44	6.60	6.18	5.84
Mg#	41.02	38.15	40.91	37.00	33.44	40.12	42.14
CIPW							
Kuvars	15.72	16.69	13.18	14.14	14.84	13.76	10.09
Ortoklaz	18.49	17.93	19.25	18.66	19.74	19.09	16.74
Albit	25.52	27.48	22.88	27.74	27.57	24.99	25.43
Anortit	21.50	20.35	22.37	21.18	20.24	21.44	22.32
Nefelin	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diyopsit	5.18	5.18	7.63	5.44	5.21	7.44	9.34
Hipersten	9.29	8.10	9.89	8.40	7.86	8.69	10.90
Olivin	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Magnetit	7.63	7.48	8.75	7.97	8.28	8.16	9.58
İlmenit	1.07	1.08	1.13	1.07	1.08	1.17	1.21
Apatit	0.34	0.36	0.36	0.36	0.34	0.34	0.36

Birim	Yeşilyurt Volkanitleri	Yeşilyurt Volkanitleri	Yeşilyurt Volkanitleri	Yeşilyurt Volkanitleri	Yeşilyurt Volkanitleri	Yeşilyurt Volkanitleri	Yeşilyurt Volkanitleri
Volkanik Seri	VS-2	VS-2	VS-2	VS-2	VS-2	VS-2	VS-2
Açıklama	Lav 3	Lav 3	Lav 3	Lav 3	Lav 3	Lav 2	Lav 2
Örnek No	FS016039	FS017033	FS017050	FS017054	FS017111	FS016083	FS016111
Kayaç Adı	Andezit	Andezit	Andezit	Andezit	Andezit	Andezit	Andezit
SiO_2	59.39	60.35	59.38	60.47	59.49	57.82	58.54
TiO_2	0.66	0.62	0.60	0.63	0.62	0.65	0.69
Al_2O_3	15.81	15.95	16.09	16.70	15.80	16.31	16.70
Fe_2O_3	6.72	6.32	6.40	6.28	6.41	7.06	6.90
FeO	6.05	5.69	5.76	5.65	5.76	6.35	6.21
MnO	0.12	0.12	0.11	0.11	0.12	0.13	0.13
MgO	4.52	4.23	4.38	3.69	4.64	4.46	3.61
CaO	6.86	6.40	7.18	5.90	6.89	7.94	7.36
Na_2O	3.07	3.07	3.01	3.09	3.14	2.91	3.21
K_2O	2.70	2.79	2.69	2.98	2.73	2.57	2.72
P_2O_5	0.16	0.13	0.16	0.13	0.15	0.15	0.14
LOI	0.90	1.20	0.90	1.80	0.40	1.20	0.60
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Toplam Alkali	5.77	5.87	5.70	6.08	5.87	5.48	5.93
Mg#	42.74	42.66	43.23	39.48	44.62	41.25	36.78
CIPW							
Kuvars	10.59	12.15	10.68	12.50	10.10	8.68	9.20
Ortoklaz	15.98	16.49	15.92	17.63	16.13	15.18	16.09
Albit	25.96	26.02	25.45	26.19	26.59	24.65	27.14
Anortit	21.37	21.48	22.45	22.87	20.95	23.85	23.13
Nefelin	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diyopsit	9.33	7.59	9.76	4.49	9.84	11.74	10.12
Hipersten	11.45	11.31	10.73	11.37	11.32	10.43	8.89
Olivin	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Magnetit	9.75	9.17	9.28	9.11	9.29	10.23	10.00
İlmenit	1.25	1.18	1.14	1.20	1.19	1.23	1.30
Apatit	0.38	0.31	0.38	0.32	0.36	0.36	0.33

Birim	Yeşilyurt Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri
Volkanik Seri	VS-2	VS-3	VS-3	VS-3	VS-3	VS-3	VS-3
Açıklama	Lav 1	Lav 9	Lav 8	Lav 7	Lav 6	Lav 5	Lav 4
Örnek No	FS017011	FS017099	FS017101	FS016109	FS016102	FS016099	FS016117
Kayaç Adı	Andezit	Dasit	Andezit	Latit	Bzlt.And.	Latit	Andezit
SiO_2	61.38	63.56	57.65	62.42	55.35	58.77	57.77
TiO_2	0.61	0.51	0.62	0.68	0.77	0.75	0.66
Al_2O_3	16.33	18.61	19.01	17.78	18.84	18.02	17.92
Fe_2O_3	5.79	3.68	7.41	5.04	7.80	6.11	7.03
FeO	5.21	3.31	6.67	4.54	7.02	5.50	6.32
MnO	0.10	0.07	0.11	0.06	0.15	0.10	0.14
MgO	2.92	1.21	2.78	1.45	3.80	2.94	3.84
CaO	6.10	5.70	7.59	4.86	7.75	6.47	7.17
Na_2O	3.17	3.43	3.04	3.72	3.45	3.36	2.89
K_2O	3.44	3.06	1.61	3.78	1.91	3.27	2.41
P_2O_5	0.15	0.16	0.18	0.21	0.18	0.21	0.16
LOI	2.30	1.60	2.80	1.60	1.10	1.20	1.60
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Toplam Alkali	6.61	6.50	4.65	7.49	5.36	6.63	5.31
Mg#	35.96	26.81	29.45	24.17	35.15	34.87	37.78
CIPW							
Kuvars	12.94	17.44	12.12	13.39	5.24	8.60	10.04
Ortoklaz	20.31	18.11	9.50	22.33	11.27	19.32	14.26
Albit	26.83	29.04	25.73	31.45	29.18	28.43	24.47
Anortit	20.19	26.33	33.47	20.67	30.29	24.43	28.80
Nefelin	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diyopsit	7.38	0.73	2.48	1.67	5.67	5.08	4.63
Hipersten	7.67	4.99	11.03	5.93	12.17	8.86	12.30
Olivin	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Magnetit	8.39	5.33	10.75	7.31	11.31	8.86	10.19
İlmenit	1.15	0.97	1.18	1.30	1.47	1.43	1.26
Apatit	0.37	0.39	0.42	0.51	0.43	0.51	0.39

Birim	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri
Volkanik Seri	VS-3	VS-3	VS-3	VS-3	VS-3	VS-3	VS-3
Açıklama	Lav 4	Lav 4	Lav 3	Lav 3	Lav 2	Lav 2	Lav 2
Örnek No	FS017085	FS017089	FS017057	FS017081	FS017069	FS017071	FS017095
Kayaç Adı	Andezit	Andezit	Bzlt.And.	Bzlt.And.	Latit	Şoşonit	Latit
SiO_2	60.08	58.01	55.65	54.85	60.30	56.07	58.87
TiO_2	0.68	0.62	0.81	0.77	0.71	0.78	0.80
Al_2O_3	16.82	20.08	17.94	19.92	17.27	18.79	17.79
Fe_2O_3	7.10	5.69	8.57	7.57	5.61	7.04	6.18
FeO	6.39	5.12	7.71	6.81	5.05	6.34	5.56
MnO	0.13	0.11	0.13	0.12	0.09	0.11	0.09
MgO	2.78	2.10	3.54	2.66	2.81	3.27	2.86
CaO	6.10	7.37	7.73	8.42	6.03	7.87	6.37
Na_2O	3.00	3.51	3.30	3.34	3.27	3.51	3.29
K_2O	3.15	2.33	2.13	2.15	3.67	2.39	3.52
P_2O_5	0.16	0.18	0.19	0.19	0.24	0.17	0.23
LOI	1.30	1.60	1.20	1.30	1.00	0.90	1.10
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Toplam Alkali	6.14	5.84	5.43	5.49	6.94	5.90	6.81
Mg#	30.34	29.06	31.49	28.10	35.72	34.03	33.94
CIPW							
Kuvars	12.88	9.19	6.28	4.96	10.61	5.16	8.65
Ortoklaz	18.61	13.77	12.60	12.72	21.67	14.11	20.79
Albit	25.35	29.71	27.91	28.27	27.69	29.70	27.87
Anortit	23.14	32.15	27.84	33.01	21.61	28.45	23.36
Nefelin	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diyopsit	4.97	2.63	7.58	6.15	5.44	7.70	5.44
Hipersten	9.48	7.81	11.10	8.81	7.99	9.13	8.43
Olivin	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Magnetit	10.29	8.25	12.42	10.97	8.14	10.21	8.97
İlmenit	1.29	1.18	1.54	1.47	1.35	1.48	1.52
Apatit	0.39	0.43	0.46	0.46	0.58	0.41	0.55

Birim	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Meke Volkanitleri	Meke Volkanitleri
Volkanik Seri	VS-3	VS-3	VS-3	VS-3	VS-3	VS-4	VS-4
Açıklama	Lav 1-c	Lav 1-c	Lav 1-c	Lav 1-a	Lav 1-a	M.Bazaltı	M.Bazaltı
Örnek No	FS017087	FS017104	FS017105	FS016084	FS016091	FS016002	FS016005
Kayaç Adı	Bzlt.And.	Andezit	Bzlt.And.	Latit	Latit	Bazalt	Bazalt
SiO_2	56.32	60.33	54.61	58.21	57.79	50.73	51.04
TiO_2	0.66	0.55	0.68	0.81	0.84	1.15	1.26
Al_2O_3	19.93	19.91	17.86	17.45	17.61	17.12	17.68
Fe_2O_3	6.75	4.51	8.56	7.59	8.14	8.80	9.15
FeO	6.08	4.06	7.71	6.83	7.33	7.92	8.23
MnO	0.12	0.09	0.14	0.14	0.12	0.15	0.15
MgO	2.76	1.47	4.91	2.86	2.61	7.00	5.92
CaO	8.06	6.96	8.63	6.42	6.66	10.21	9.48
Na_2O	3.31	3.29	3.06	3.64	3.59	3.62	3.90
K_2O	1.93	2.72	1.41	2.71	2.46	0.95	1.09
P_2O_5	0.16	0.16	0.13	0.18	0.17	0.27	0.32
LOI	1.10	1.60	0.80	0.80	1.30	0.40	0.00
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Toplam Alkali	5.23	6.01	4.47	6.35	6.05	4.56	4.99
Mg#	31.22	26.54	38.94	29.52	26.26	46.91	41.83
CIPW							
Kuvars	7.74	13.21	5.53	8.40	8.84	0.00	0.00
Ortoklaz	11.38	16.07	8.31	16.00	14.52	5.60	6.46
Albit	27.97	27.83	25.92	30.78	30.41	30.60	33.02
Anortit	33.86	31.55	30.82	23.29	24.65	27.69	27.51
Nefelin	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diyopsit	4.14	1.59	9.04	6.02	5.98	16.98	14.01
Hipersten	9.56	5.86	14.08	9.37	9.11	2.63	3.29
Olivin	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.86	7.54
Magnetit	9.79	6.54	12.42	11.00	11.81	12.76	13.26
İlmenit	1.25	1.05	1.29	1.54	1.60	2.18	2.40
Apatit	0.38	0.39	0.31	0.43	0.41	0.64	0.76

Birim	Meke Volkanitleri	Meke Volkanitleri	Meke Volkanitleri	Meke Volkanitleri	Meke Volkanitleri	Meke Volkanitleri	Meke Volkanitleri
Volkanik Seri	VS-4	VS-4	VS-4	VS-4	VS-4	VS-4	VS-4
Açıklama	M.Bazaltı	M.Baz.And.	M.Baz.And.	M.Baz.And.	M.Andeziti	M.Andeziti	M.Andeziti
Örnek No	FS016014	FS016001	FS016020	FS016022-a	FS016022-b	FS016024	FS017106
Kayaç Adı	Bazalt	Bzlt.And.	Bzlt.And.	Bzlt.And.	Andezit	Andezit	Andezit
SiO_2	49.56	52.27	55.17	53.64	60.36	58.17	57.08
TiO_2	1.02	1.12	0.68	0.98	0.71	0.85	0.72
Al_2O_3	17.16	17.40	14.27	16.13	15.69	16.13	15.68
Fe_2O_3	9.27	8.51	6.59	7.89	5.61	6.45	6.36
FeO	8.34	7.66	5.93	7.10	5.05	5.81	5.72
MnO	0.20	0.15	0.11	0.13	0.10	0.13	0.11
MgO	7.59	6.15	10.42	8.51	5.47	5.67	6.79
CaO	10.67	9.23	7.84	8.40	6.19	7.28	7.62
Na_2O	3.41	3.67	3.07	3.04	3.58	3.31	3.42
K_2O	0.85	1.21	1.61	1.05	2.13	1.80	1.96
P_2O_5	0.27	0.29	0.23	0.21	0.17	0.21	0.25
LOI	0.40	0.30	2.30	0.70	1.10	0.50	0.80
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Toplam Alkali	4.26	4.88	4.69	4.09	5.71	5.11	5.39
Mg#	47.67	44.53	63.72	54.51	52.00	49.39	54.28
CIPW							
Kuvars	0.00	0.00	1.03	2.30	10.78	9.03	5.10
Ortoklaz	5.00	7.14	9.54	6.21	12.59	10.67	11.61
Albit	28.13	31.08	26.01	25.75	30.29	27.98	28.95
Anortit	29.01	27.42	20.37	27.26	20.45	23.84	21.63
Nefelin	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diyopsit	17.74	13.21	13.51	10.37	7.27	8.70	11.58
Hipersten	0.00	11.73	24.09	21.41	13.80	14.13	15.68
Olivin	12.05	1.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Magnetit	13.44	12.34	9.56	11.45	8.13	9.36	9.22
İlmenit	1.93	2.12	1.29	1.86	1.35	1.61	1.37
Apatit	0.64	0.69	0.54	0.50	0.41	0.50	0.60

Birim	Kutören Volkanitleri	Kutören Volkanitleri	Kutören Volkanitleri	Kutören Volkanitleri	Kutören Volkanitleri	Kutören Volkanitleri	Kutören Volkanitleri
Volkanik Seri	VS-5	VS-5	VS-5	VS-5	VS-5	VS-5	VS-5
Açıklama	K.Bazaltı	K.Bazaltı	K.Bazaltı	K.Bazaltı	K.Bazaltı	K.Bazaltı	K.Bazaltı
Örnek No	FS016065	FS016068	FS016069	FS016070	FS017062	FS017065	FS017067
Kayaç Adı	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt
SiO_2	47.90	48.28	47.80	49.71	47.74	47.69	47.74
TiO_2	1.16	1.19	1.20	1.07	0.97	0.99	1.18
Al_2O_3	15.71	15.75	15.84	16.30	15.07	15.01	16.05
Fe_2O_3	8.99	8.93	9.34	8.09	8.68	8.74	8.80
FeO	8.08	8.04	8.40	7.28	7.81	7.86	7.92
MnO	0.16	0.15	0.18	0.15	0.14	0.14	0.15
MgO	10.82	10.56	11.10	9.12	11.79	11.77	10.57
CaO	11.07	10.99	10.26	10.69	11.60	11.61	11.00
Na_2O	3.05	3.06	3.23	3.62	2.91	2.89	3.29
K_2O	0.91	0.83	0.82	0.97	0.80	0.83	0.95
P_2O_5	0.22	0.25	0.23	0.28	0.31	0.32	0.28
LOI	0.80	1.40	0.30	0.50	0.40	0.60	0.40
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Toplam Alkali	3.96	3.88	4.05	4.59	3.70	3.72	4.24
Mg#	57.23	56.79	56.92	55.61	60.15	59.96	57.19
CIPW							
Kuvars	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ortoklaz	5.39	4.88	4.82	5.73	4.71	4.90	5.60
Albit	19.50	21.84	21.63	25.49	17.86	17.60	18.92
Anortit	26.49	26.82	26.29	25.35	25.71	25.52	26.23
Nefelin	3.42	2.18	3.11	2.80	3.65	3.72	4.83
Diyopsit	21.43	20.69	18.34	20.54	23.62	23.78	21.03
Hipersten	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Olivin	16.11	15.83	17.86	12.97	17.11	17.04	15.66
Magnetit	13.03	12.95	13.54	11.73	12.59	12.67	12.75
İlmenit	2.21	2.27	2.28	2.03	1.84	1.88	2.24
Apatit	0.53	0.60	0.55	0.67	0.74	0.77	0.67

Birim	Kutören Volkanitleri
Volkanik Seri	VS-5
Açıklama	K.Bazaltı
Örnek No	FS017078
Kayaç Adı	Bzlt.And.
SiO_2	53.47
TiO_2	0.70
Al_2O_3	16.21
Fe_2O_3	6.82
FeO	6.13
MnO	0.11
MgO	9.40
CaO	8.59
Na_2O	3.85
K_2O	0.67
P_2O_5	0.17
LOI	0.30
TOTAL	100.00
Toplam Alkali	4.52
Mg#	60.52
CIPW	
Kuvars	0.00
Ortoklaz	3.99
Albit	32.55
Anortit	24.98
Nefelin	0.00
Diyopsit	13.10
Hipersten	14.96
Olivin	4.94
Magnetit	9.88
İlmenit	1.34
Apatit	0.41

EK.6: KVK lavlarına ait volkanik kayaç birimlerinin iz element ve nadir toprak (NTE) analiz sonuçları.

Birim	Oymalı Volkanitleri	Oymalı Volkanitleri	Oymalı Volkanitleri	Oymalı Volkanitleri	Oymalı Volkanitleri	Oymalı Volkanitleri	Oymalı Volkanitleri
Volkanik Seri	VS-1	VS-1	VS-1	VS-1	VS-1	VS-1	VS-1
Açıklama	Lav 5	Lav 5	Lav 4	Lav 3	Lav 3	Lav 3	Lav 2
Örnek No	**FS016043**	**FS016045**	**FS017084**	**FS017092**	**FS017093**	**FS017110**	**FS017017**
Kayaç Adı	Andezit	Andezit	Andezit	Andezit	Andezit	Andezit	Andezit
Sc (ppm)	13.00	19.00	18.00	15.00	14.00	15.00	18.00
V	126.50	190.51	154.73	184.48	145.49	141.05	191.40
Ni	21.44	67.96	8.18	6.58	9.29	11.35	21.84
Sr	559.19	576.00	322.61	483.68	582.45	567.00	813.35
Rb	149.88	108.96	65.23	77.52	108.61	103.09	87.74
Ba	696.46	578.55	586.98	619.44	761.20	714.45	664.69
Ga	58.11	49.88	41.10	44.79	49.96	47.18	52.19
Th	19.85	15.04	13.65	12.40	17.83	17.26	16.12
Ta	1.02	0.80	0.61	0.69	0.90	0.88	0.85
Nb	13.00	10.35	7.19	8.44	11.06	10.70	10.74
Zr	208.45	164.97	122.26	150.17	180.59	172.63	166.27
Y	22.31	21.46	17.20	21.79	19.14	18.50	22.75
Cs	5.42	2.54	1.27	1.84	2.56	2.56	3.17
Hf	4.95	4.18	3.31	4.10	4.76	4.46	4.29
U	4.98	3.84	2.95	3.56	4.67	4.60	4.19
Pb	24.79	18.67	14.33	17.99	21.04	22.57	20.87
La	35.77	28.88	27.76	26.61	34.59	32.74	33.35
Ce	64.21	52.68	50.80	50.12	63.12	61.08	63.59
Pr	6.96	5.82	5.45	5.74	6.98	6.76	7.18
Nd	24.51	21.08	19.55	21.44	25.08	24.38	27.03
Sm	4.22	4.02	3.63	4.14	4.66	4.48	5.01
Eu	1.06	1.07	1.06	1.25	1.29	1.24	1.29
Gd	4.07	3.76	4.02	4.62	4.91	4.85	4.98
Tb	0.57	0.54	0.55	0.69	0.66	0.68	0.70
Dy	2.99	2.96	3.12	3.80	3.53	3.46	3.66
Ho	0.61	0.58	0.65	0.80	0.72	0.72	0.75
Er	2.65	2.51	2.14	2.72	2.37	2.23	2.75
Tm	0.38	0.37	0.32	0.40	0.34	0.33	0.41
Yb	2.50	2.33	2.04	2.54	2.23	2.18	2.63
Lu	0.39	0.36	0.34	0.41	0.36	0.34	0.40

Birim	Oymalı Volkanitleri	Oymalı Volkanitleri	Oymalı Volkanitleri	Oymalı Volkanitleri	Oymalı Volkanitleri	Oymalı Volkanitleri	Oymalı Volkanitleri
Volkanik Seri	VS-1	VS-1	VS-1	VS-1	VS-1	VS-1	VS-1
Açıklama	Lav 1	Lav 1	Lav 1	Lav 1	Lav 1	Lav 1	Lav 1
Örnek No	**FS016061**	**FS017024**	**FS017049**	**FS017051**	**FS017068**	**FS017070**	**FS017072**
Kayaç Adı	Andezit	Bzltk. And.	Andezit	Latit	Andezit	Andezit	Andezit
Sc (ppm)	13.00	24.00	15.00	17.00	16.00	18.00	18.00
V	138.50	254.63	177.73	167.14	180.88	172.43	181.41
Ni	6.97	22.95	11.82	39.52	27.00	16.93	32.37
Sr	510.41	554.08	496.87	490.76	516.31	416.60	453.27
Rb	109.41	69.88	120.83	112.90	112.85	75.04	73.49
Ba	662.76	507.81	711.83	658.03	750.31	583.69	666.94
Ga	56.86	43.59	54.23	49.99	55.65	46.41	50.72
Th	15.01	8.45	19.96	17.75	16.67	12.31	12.43
Ta	0.89	0.77	1.15	0.94	0.91	0.69	0.69
Nb	13.35	10.99	13.20	11.56	11.57	9.04	9.29
Zr	221.43	135.87	212.85	196.64	191.20	142.64	141.76
Y	25.53	23.51	23.40	22.20	23.13	19.07	19.78
Cs	2.83	2.46	2.81	2.78	2.82	2.24	2.13
Hf	5.32	3.57	5.57	5.15	4.83	3.53	3.52
U	3.42	2.49	5.33	4.76	4.48	2.87	2.91
Pb	17.74	19.83	20.96	20.74	15.16	14.82	15.08
La	35.21	22.91	33.06	33.06	31.52	26.94	28.47
Ce	65.98	46.41	65.34	62.85	60.94	49.08	52.07
Pr	7.30	5.46	7.36	7.13	6.75	5.24	5.66
Nd	26.69	21.81	27.44	26.28	25.44	18.45	20.35
Sm	4.98	4.49	5.23	4.89	4.76	3.47	3.68
Eu	1.20	1.27	1.37	1.26	1.21	1.02	1.10
Gd	4.69	4.82	5.66	4.94	4.94	3.69	3.96
Tb	0.67	0.72	0.79	0.70	0.70	0.54	0.55
Dy	3.52	3.88	4.12	3.57	3.62	2.86	3.03
Ho	0.71	0.81	0.84	0.74	0.73	0.60	0.63
Er	2.99	2.81	2.89	2.59	2.65	2.28	2.39
Tm	0.43	0.40	0.44	0.38	0.40	0.35	0.34
Yb	2.75	2.49	2.82	2.48	2.56	2.14	2.22
Lu	0.43	0.38	0.43	0.37	0.39	0.34	0.36

Birim	Yeşilyurt Volkanitleri	Yeşilyurt Volkanitleri	Yeşilyurt Volkanitleri	Yeşilyurt Volkanitleri	Yeşilyurt Volkanitleri	Yeşilyurt Volkanitleri	Yeşilyurt Volkanitleri
Volkanik Seri	VS-2	VS-2	VS-2	VS-2	VS-2	VS-2	VS-2
Açıklama	Lav 6	Lav 6	Lav 5-a-b	Lav 5-a-b	Lav 5-a-b	Lav 4	Lav 4
Örnek No	FS016037	FS017044	FS017030	FS017031	FS017042	FS017041	FS017043
Kayaç Adı	Andezit	Dasit	Andezit	Andezit	Andezit	Andezit	Andezit
Sc (ppm)	14.00	14.00	17.00	13.00	13.00	16.00	21.00
V	125.52	140.53	157.99	130.49	166.19	170.54	190.09
Ni	16.70	22.48	16.60	10.23	14.04	31.71	50.96
Sr	582.70	537.12	484.22	504.71	493.85	465.76	529.64
Rb	120.05	115.40	115.39	105.82	136.73	125.91	107.93
Ba	618.53	642.83	623.41	667.89	718.16	664.05	657.16
Ga	51.78	49.05	47.06	47.64	52.15	51.21	51.00
Th	16.63	19.00	17.90	19.42	23.00	20.39	17.18
Ta	0.82	0.97	0.92	1.02	1.16	1.08	0.90
Nb	10.69	10.95	10.86	11.35	13.21	11.97	10.91
Zr	182.06	183.02	178.59	178.04	235.27	201.95	183.78
Y	19.56	19.89	20.30	19.91	21.68	26.37	22.16
Cs	4.52	3.99	5.34	2.95	4.13	4.72	2.41
Hf	4.57	4.83	4.64	4.79	5.92	5.30	4.66
U	4.49	5.19	4.69	4.90	6.31	5.56	4.49
Pb	21.42	21.79	19.79	21.55	25.42	21.26	16.56
La	28.96	31.17	32.00	33.32	35.90	34.77	31.44
Ce	53.22	59.60	59.56	61.41	68.23	66.46	60.84
Pr	5.76	6.57	6.62	6.63	7.38	7.47	6.88
Nd	20.83	24.36	24.36	23.52	26.18	27.62	26.13
Sm	3.81	4.67	4.51	4.34	4.65	5.27	5.08
Eu	1.01	1.24	1.17	1.22	1.22	1.45	1.38
Gd	3.57	4.95	4.61	4.68	5.01	5.99	5.33
Tb	0.50	0.68	0.65	0.66	0.70	0.85	0.76
Dy	2.64	3.52	3.35	3.48	3.55	4.62	4.02
Ho	0.53	0.73	0.69	0.71	0.75	0.94	0.82
Er	2.26	2.43	2.45	2.44	2.63	3.13	2.65
Tm	0.33	0.36	0.36	0.36	0.40	0.47	0.39
Yb	2.09	2.36	2.35	2.30	2.56	2.95	2.54
Lu	0.32	0.36	0.37	0.37	0.40	0.45	0.40

Birim	Yeşilyurt Volkanitleri	Yeşilyurt Volkanitleri	Yeşilyurt Volkanitleri	Yeşilyurt Volkanitleri	Yeşilyurt Volkanitleri	Yeşilyurt Volkanitleri	Yeşilyurt Volkanitleri
Volkanik Seri	VS-2	VS-2	VS-2	VS-2	VS-2	VS-2	VS-2
Açıklama	Lav 3	Lav 3	Lav 3	Lav 3	Lav 3	Lav 2	Lav 2
Örnek No	FS016039	FS017033	FS017050	FS017054	FS017111	FS016083	FS016111
Kayaç Adı	Andezit	Andezit	Andezit	Andezit	Andezit	Andezit	Andezit
Sc (ppm)	20.00	18.00	18.00	17.00	19.00	20.00	19.00
V	161.66	156.27	165.69	153.76	168.21	172.38	176.91
Ni	55.23	40.15	38.49	37.59	53.26	15.66	15.62
Sr	536.10	492.58	478.53	414.51	510.81	585.72	512.84
Rb	101.71	98.50	88.59	113.60	96.34	94.78	109.99
Ba	583.52	566.93	623.49	804.69	604.00	537.67	633.80
Ga	51.05	43.49	45.24	58.08	40.95	47.45	51.31
Th	15.15	16.71	15.24	17.78	16.30	12.93	16.66
Ta	0.81	0.86	0.86	0.94	0.82	0.73	0.86
Nb	10.37	9.96	9.35	11.74	9.76	10.08	11.36
Zr	168.40	155.67	148.58	187.49	170.14	164.48	198.65
Y	21.48	19.50	18.36	20.28	19.69	22.09	23.57
Cs	2.40	2.52	1.93	2.38	2.67	3.42	3.20
Hf	4.18	4.28	4.28	4.73	4.65	4.16	4.92
U	3.87	4.36	4.04	4.86	4.25	3.45	4.47
Pb	17.20	18.86	16.32	17.94	20.19	17.37	18.41
La	28.51	28.31	25.52	31.79	28.80	26.61	31.25
Ce	53.65	53.79	50.02	60.16	54.41	51.59	59.30
Pr	5.88	5.98	5.75	6.66	6.02	5.87	6.66
Nd	21.58	22.07	21.36	23.96	22.21	21.73	24.87
Sm	3.98	4.24	4.03	4.35	4.26	4.14	4.75
Eu	1.06	1.19	1.23	1.15	1.18	1.08	1.21
Gd	3.83	4.59	4.69	4.59	4.58	4.05	4.65
Tb	0.55	0.65	0.66	0.65	0.64	0.59	0.68
Dy	2.90	3.47	3.52	3.29	3.48	3.17	3.66
Ho	0.58	0.72	0.75	0.69	0.73	0.65	0.75
Er	2.58	2.38	2.44	2.42	2.48	2.60	2.76
Tm	0.37	0.36	0.35	0.36	0.36	0.37	0.40
Yb	2.36	2.24	2.38	2.29	2.33	2.35	2.58
Lu	0.36	0.36	0.37	0.35	0.37	0.37	0.40

Birim	Yeşilyurt Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri
Volkanik Seri	VS-2	VS-3	VS-3	VS-3	VS-3	VS-3	VS-3
Açıklama	Lav 1	Lav 9	Lav 8	Lav 7	Lav 6	Lav 5	Lav 4
Örnek No	FS017011	FS017099	FS017101	FS016109	FS016102	FS016099	FS016117
Kayaç Adı	Andezit	Dasit	Andezit	Latit	Bzlt.And.	Latit	Andezit
Sc (ppm)	15.00	8.00	13.00	10.00	19.00	14.00	16.00
V	154.47	67.39	143.46	121.88	215.03	181.49	173.03
Ni	8.31	3.70	6.63	8.39	15.65	20.71	12.35
Sr	527.56	366.28	366.73	441.06	593.07	505.62	515.08
Rb	125.72	133.79	39.02	185.90	75.94	161.70	76.32
Ba	672.12	608.47	401.93	654.27	477.78	587.27	595.11
Ga	51.31	44.33	35.39	53.31	46.48	51.21	49.73
Th	19.69	24.40	7.65	29.74	11.36	24.63	11.06
Ta	0.97	1.32	0.53	1.57	0.68	1.30	0.76
Nb	11.48	13.12	6.59	18.41	9.74	16.36	10.63
Zr	183.44	191.18	121.99	267.87	160.09	250.68	148.14
Y	20.82	22.10	18.34	24.85	24.05	24.49	21.01
Cs	5.40	5.67	0.48	4.88	1.56	6.45	2.27
Hf	4.64	5.11	3.40	6.58	3.98	6.02	3.69
U	5.38	7.18	1.81	8.24	2.88	6.50	2.64
Pb	22.86	25.29	9.01	31.97	15.08	23.96	16.22
La	33.28	32.37	21.55	41.82	25.33	35.14	28.85
Ce	60.77	59.60	41.96	74.75	49.79	64.75	51.75
Pr	6.60	6.38	4.94	8.40	5.74	7.10	5.93
Nd	24.06	22.43	18.70	29.90	22.08	25.45	21.56
Sm	4.43	4.12	3.74	5.38	4.32	4.66	4.07
Eu	1.13	1.05	1.16	1.15	1.19	1.12	1.14
Gd	4.41	4.58	4.22	5.27	4.40	4.65	4.19
Tb	0.61	0.66	0.65	0.73	0.65	0.66	0.60
Dy	3.38	3.62	3.52	3.89	3.47	3.52	3.21
Ho	0.67	0.74	0.74	0.77	0.72	0.71	0.65
Er	2.43	2.60	2.43	2.93	2.78	2.81	2.48
Tm	0.37	0.40	0.36	0.43	0.40	0.40	0.36
Yb	2.40	2.51	2.35	2.75	2.50	2.53	2.28
Lu	0.38	0.40	0.37	0.42	0.39	0.39	0.36

Birim	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri
Volkanik Seri	VS-3	VS-3	VS-3	VS-3	VS-3	VS-3	VS-3
Açıklama	Lav 4	Lav 4	Lav 3	Lav 3	Lav 2	Lav 2	Lav 2
Örnek No	FS017085	FS017089	FS017057	FS017081	FS017069	FS017071	FS017095
Kayaç Adı	Andezit	Andezit	Bzlt.And.	Bzlt.And.	Latit	Şoşonit	Latit
Sc (ppm)	18.00	13.00	21.00	16.00	13.00	16.00	14.00
V	204.93	127.90	255.06	227.99	161.82	214.65	188.71
Ni	22.41	4.62	19.56	37.45	55.61	40.75	26.87
Sr	346.59	479.71	475.44	538.24	425.80	540.98	464.20
Rb	101.87	73.62	76.59	76.10	170.65	88.35	149.73
Ba	637.85	523.92	507.24	472.39	594.00	534.56	568.51
Ga	46.88	42.52	42.01	40.80	47.91	44.32	42.59
Th	19.15	12.11	12.83	14.01	29.31	14.96	25.07
Ta	1.14	0.81	0.71	0.84	1.51	0.85	1.32
Nb	11.48	10.09	8.41	8.74	17.64	10.63	14.62
Zr	167.73	142.33	138.98	140.23	263.28	176.06	230.98
Y	23.83	22.23	22.19	21.01	23.25	21.26	22.13
Cs	3.69	2.63	2.99	2.39	7.05	2.92	6.62
Hf	4.37	3.71	3.66	3.80	6.48	4.34	6.05
U	5.28	3.28	3.62	4.08	8.02	3.86	6.61
Pb	19.28	16.67	15.92	16.30	26.84	16.13	23.94
La	31.33	26.77	25.00	24.34	37.60	27.70	34.79
Ce	58.57	50.47	47.40	47.36	70.55	53.06	65.39
Pr	6.47	5.79	5.42	5.42	7.67	5.93	7.16
Nd	23.45	21.49	21.18	20.71	27.17	22.05	25.74
Sm	4.52	4.17	4.19	4.09	4.82	4.19	4.89
Eu	1.18	1.24	1.20	1.21	1.07	1.12	1.20
Gd	5.06	4.59	4.52	4.71	4.99	4.26	5.10
Tb	0.75	0.69	0.68	0.70	0.70	0.63	0.74
Dy	4.18	3.79	3.87	3.77	3.61	3.26	3.89
Ho	0.87	0.78	0.79	0.80	0.73	0.67	0.81
Er	3.07	2.72	2.71	2.67	2.70	2.42	2.66
Tm	0.45	0.40	0.39	0.38	0.38	0.37	0.38
Yb	2.93	2.53	2.58	2.44	2.48	2.25	2.49
Lu	0.46	0.40	0.40	0.37	0.38	0.35	0.39

Birim	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Beyören Volkanitleri	Meke Volkanitleri	Meke Volkanitleri
Volkanik Seri	VS-3	VS-3	VS-3	VS-3	VS-3	VS-4	VS-4
Açıklama	Lav 1-c	Lav 1-c	Lav 1-c	Lav 1-a	Lav 1-a	M.Bazaltı	M.Bazaltı
Örnek No	FS017087	FS017104	FS017105	FS016084	FS016091	FS016002	FS016005
Kayaç Adı	Bzlt.And.	Andezit	Bzlt.And.	Latit	Latit	Bazalt	Bazalt
Sc (ppm)	17.00	11.00	24.00	17.00	19.00	26.00	23.00
V	183.04	78.51	233.12	209.66	232.08	168.62	180.19
Ni	19.89	5.51	35.37	8.65	12.14	55.11	26.50
Sr	474.45	379.44	471.52	481.21	481.63	639.82	665.37
Rb	61.71	88.05	29.57	106.61	98.81	24.64	23.85
Ba	665.55	528.10	438.83	574.83	550.88	252.49	288.13
Ga	48.80	38.77	36.68	50.13	48.34	31.44	33.85
Th	10.60	15.01	7.85	16.56	14.55	5.41	6.02
Ta	0.71	0.77	0.46	0.97	0.84	0.55	0.60
Nb	8.35	8.45	6.16	12.45	11.34	9.31	10.73
Zr	119.77	138.59	104.64	199.06	185.47	141.64	145.12
Y	20.31	19.31	19.02	24.23	25.68	25.69	26.10
Cs	1.67	3.59	0.73	3.56	2.64	0.62	0.35
Hf	3.20	3.60	2.85	4.90	4.60	3.15	3.27
U	3.02	4.29	1.94	4.21	3.77	1.25	1.17
Pb	15.39	16.89	10.87	19.01	16.04	4.61	5.78
La	22.90	24.61	20.46	29.91	28.59	22.02	24.14
Ce	43.59	44.36	37.63	56.92	51.75	43.46	47.40
Pr	4.96	4.77	4.43	6.31	6.08	5.13	5.48
Nd	19.13	17.30	17.16	23.36	22.97	19.92	21.23
Sm	3.73	3.40	3.64	4.40	4.49	3.91	4.18
Eu	1.15	0.99	1.08	1.12	1.16	1.29	1.28
Gd	4.27	3.76	3.83	4.39	4.49	4.11	4.16
Tb	0.65	0.55	0.58	0.64	0.69	0.64	0.64
Dy	3.58	3.20	3.26	3.45	3.79	3.44	3.52
Ho	0.74	0.66	0.68	0.70	0.76	0.73	0.73
Er	2.49	2.26	2.25	2.90	3.00	3.11	2.98
Tm	0.36	0.34	0.32	0.42	0.43	0.45	0.44
Yb	2.33	2.21	2.05	2.60	2.64	2.66	2.63
Lu	0.37	0.36	0.32	0.40	0.43	0.41	0.41

Birim	Meke Volkanitleri	Meke Volkanitleri	Meke Volkanitleri	Meke Volkanitleri	Meke Volkanitleri	Meke Volkanitleri	Meke Volkanitleri
Volkanik Seri	VS-4	VS-4	VS-4	VS-4	VS-4	VS-4	VS-4
Açıklama	M.Bazaltı	M.Baz.And.	M.Baz.And.	M.Baz.And.	M.Andeziti	M.Andeziti	M.Andeziti
Örnek No	FS016014	FS016001	FS016020	FS016022-a	FS016022-b	FS016024	FS017106
Kayaç Adı	Bazalt	Bzlt.And.	Bzlt.And.	Bzlt.And.	Andezit	Andezit	Andezit
Sc (ppm)	28.00	24.00	14.00	22.00	14.00	18.00	16.00
V	189.94	177.44	97.44	134.81	91.48	122.48	129.05
Ni	76.29	49.49	303.51	135.90	73.49	64.15	111.99
Sr	716.08	670.59	623.90	527.90	484.43	546.34	716.92
Rb	19.49	33.71	40.84	32.02	62.53	54.60	54.58
Ba	300.68	322.22	502.43	395.54	631.03	553.16	664.42
Ga	33.81	36.56	42.03	38.11	50.86	47.54	42.45
Th	4.99	7.07	11.89	8.08	15.78	13.08	14.82
Ta	0.55	0.66	0.73	0.64	0.87	0.84	0.86
Nb	11.12	11.25	12.39	11.08	13.34	13.79	13.85
Zr	131.62	155.16	143.81	160.68	149.71	165.36	151.93
Y	25.77	26.71	15.11	25.04	19.27	22.88	19.03
Cs	0.47	1.00	1.25	0.79	1.60	1.31	1.60
Hf	3.06	3.34	3.19	3.35	3.24	3.65	3.72
U	1.13	1.58	2.45	1.47	3.14	2.46	3.08
Pb	4.79	5.99	8.37	7.54	12.26	10.39	11.48
La	23.70	26.59	32.95	23.95	29.36	31.68	38.00
Ce	45.48	52.25	56.80	44.93	52.71	56.66	69.01
Pr	5.16	5.92	5.67	5.01	5.50	5.95	7.36
Nd	19.85	22.73	19.36	18.77	19.15	21.11	25.99
Sm	3.89	4.38	3.20	3.66	3.36	3.90	4.42
Eu	1.27	1.37	1.01	1.14	1.01	1.16	1.31
Gd	4.06	4.62	3.19	3.79	3.40	3.81	4.74
Tb	0.62	0.69	0.42	0.59	0.49	0.56	0.64
Dy	3.51	3.75	2.14	3.34	2.65	3.18	3.28
Ho	0.74	0.79	0.44	0.70	0.53	0.64	0.68
Er	3.07	3.12	1.82	2.94	2.28	2.75	2.24
Tm	0.43	0.45	0.26	0.42	0.33	0.40	0.32
Yb	2.73	2.77	1.68	2.64	2.12	2.48	2.17
Lu	0.42	0.44	0.26	0.41	0.33	0.39	0.34

Birim	Kutören Volkanitleri	Kutören Volkanitleri	Kutören Volkanitleri	Kutören Volkanitleri	Kutören Volkanitleri	Kutören Volkanitleri	Kutören Volkanitleri
Volkanik Seri	VS-5	VS-5	VS-5	VS-5	VS-5	VS-5	VS-5
Açıklama	K.Bazaltı	K.Bazaltı	K.Bazaltı	K.Bazaltı	K.Bazaltı	K.Bazaltı	K.Bazaltı
Örnek No	FS016065	FS016068	FS016069	FS016070	FS017062	FS017065	FS017067
Kayaç Adı	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt
Sc (ppm)	25.00	25.00	25.00	21.00	28.00	29.00	26.00
V	188.37	171.21	182.24	162.49	197.68	208.22	198.62
Ni	239.64	219.10	265.04	156.63	281.68	260.41	208.96
Sr	809.96	625.78	627.23	669.90	770.48	795.92	722.91
Rb	16.49	14.49	15.08	19.21	13.92	15.36	17.35
Ba	333.20	234.76	234.46	295.52	332.24	350.30	320.60
Ga	32.82	27.61	27.83	32.81	28.82	30.72	29.08
Th	3.64	3.04	2.88	3.30	5.52	5.71	3.33
Ta	0.59	0.62	0.61	0.69	0.57	0.60	0.52
Nb	10.35	10.52	10.49	12.36	11.78	12.32	9.22
Zr	117.70	129.02	131.77	123.70	116.72	122.91	107.97
Y	22.28	22.02	22.74	19.77	19.34	20.43	21.07
Cs	0.31	0.22	0.29	0.27	0.33	0.33	0.27
Hf	2.71	2.74	2.75	2.71	2.66	2.78	2.61
U	0.77	0.96	0.60	0.68	0.93	0.94	0.70
Pb	4.19	3.27	3.51	3.49	4.81	4.79	4.15
La	22.24	17.72	17.25	19.13	29.49	31.37	20.95
Ce	42.82	35.28	34.90	37.01	55.18	58.31	40.85
Pr	5.04	4.21	4.21	4.31	6.15	6.49	4.81
Nd	19.80	17.03	17.21	16.66	22.97	24.52	19.24
Sm	3.83	3.55	3.57	3.32	4.27	4.50	3.95
Eu	1.31	1.18	1.25	1.17	1.42	1.46	1.30
Gd	3.94	3.76	3.83	3.37	4.65	4.74	4.25
Tb	0.61	0.58	0.62	0.53	0.63	0.66	0.64
Dy	3.27	3.28	3.41	2.93	3.32	3.59	3.56
Ho	0.67	0.68	0.71	0.59	0.69	0.74	0.73
Er	2.74	2.57	2.69	2.38	2.33	2.51	2.54
Tm	0.38	0.38	0.40	0.33	0.32	0.35	0.36
Yb	2.35	2.34	2.37	2.07	2.05	2.18	2.26
Lu	0.35	0.36	0.37	0.30	0.33	0.34	0.36

Birim	Kutören Volkanitleri
Volkanik Seri	VS-5
Açıklama	K.Bazaltı
Örnek No	FS017078
Kayaç Adı	Bzlt.And.
Sc (ppm)	19.00
V	146.65
Ni	233.97
Sr	599.53
Rb	13.75
Ba	238.65
Ga	27.14
Th	2.46
Ta	0.24
Nb	5.22
Zr	88.48
Y	14.49
Cs	0.32
Hf	2.22
U	0.56
Pb	3.52
La	14.28
Ce	27.51
Pr	3.23
Nd	12.99
Sm	2.68
Eu	1.01
Gd	2.87
Tb	0.43
Dy	2.41
Ho	0.49
Er	1.67
Tm	0.24
Yb	1.47
Lu	0.23

EK.7: KVK lavları içerisinde bulunan piroksenit örneğinin ana oksit ve iz element ve analiz sonuçları.

Birim	Ksenolit				
Açıklama	Piroksenit				
Örnek No	**FS017012**				
Kayaç Adı	Hbl-Phl-Websterit				
SiO_2	50.98	**Sc (ppm)**	62.00	**Pb**	1.90
TiO_2	0.64	**V**	229.00	**La**	17.10
Al_2O_3	3.90	**Ni**	185.00	**Ce**	40.70
Fe_2O_3	11.96	**Sr**	60.80	**Pr**	6.31
FeO	10.76	**Rb**	69.00	**Nd**	26.50
MnO	0.33	**Ba**	192.00	**Sm**	6.54
MgO	16.20	**Ga**	9.40	**Eu**	1.13
CaO	14.59	**Th**	2.70	**Gd**	6.41
Na_2O	0.62	**Ta**	0.40	**Tb**	1.02
K_2O	0.71	**Nb**	6.10	**Dy**	6.35
P_2O_5	0.08	**Zr**	64.10	**Ho**	1.21
LOI	0.70	**Y**	35.10	**Er**	3.67
TOTAL	100.00	**Cs**	2.80	**Tm**	0.52
Toplam Alkali	1.32	**Hf**	2.20	**Yb**	3.39
Mg#	60.07	**U**	0.80	**Lu**	0.49

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Fatma ŞİŞMAN TÜKEL
Doğum Yeri	Kadıköy-İSTANBUL
Doğum Tarihi	28.09.1986
Uyruğu	☑ T.C. ❒ Diğer:
Telefon	0555-705-39-69
E-Posta Adresi	fatma.sisman@istanbul.edu.tr
Web Adresi	https://avesis.istanbulc.edu.tr/researcher

Eğitim Bilgileri Lisans	
Üniversite	Kocaeli Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	Jeoloji Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	Haziran - 2009

Yüksek Lisans	
Üniversite	Kocaeli Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Programı	Jeoloji Mühendisliği Programı

Makale ve Bildiriler

Köprübaşı, N., Çiftçi, E., Cordan, S., Köprübaşı, N., Özkul, C., Şişman Tükel, F., 2014, Comparative geochemical study of soils developed on characteristic black and yellow polymetallic massive sulfide deposits in Eastern Pontides(NE Turkey), *Turkish Journal of Earth Science*, 23, 129-146.

Şişman Tükel, F., Keskin, M., Aldanmaz, E., Volcanological map of the Karcadağ volkanic complex, Central Anatolia, Turkey, *GSA 2020*, 26 –30 Ekim 2020,USA.

Şişman Tükel, F., Keskin, M., Aldanmaz, E., Orta Anadolu'nun "Nazar Boncuğu": Meke Maarı ve çevresinin volkanizması (Konya), *Türkiye Kuvaterner Sempozyumu*, 20 – 23 Ekim 2020,İstanbul, Türkiye.

Köprübaşı., N, Çiftçi, E., Çelebi, D., Köprübaşı, N., Özkul, C., Şişman Tükel, F., Doğu Pontidlerde (KD Türkiye) karakteristik siyah ve sarı polimetalik masif sülfit maden yatakları üzerinde gelişmiş toprakların karşılaştırmalı jeokimyasal veri çalışması, *7.Jeokimya Sempozyumu*, 16-18 Mayıs 2016, Antalya, Türkiye.

Şişman Tükel, F., Aldanmaz, E., Trakya Havzasında (KB Türkiye) yer alan alkali bazaltlar içerisindeki manto ksenolitlerinin petrolojisi, jeokimyası ve Os izotop ve yüksekçe siderofil element (HSE) özellikleri, *İstanbul Üniversitesi'nde Jeoloji'nin 100. Yılı Sempozyumu,* 21 – 23 Ekim 2015, İstanbul, Türkiye.

Köprübaşı., N, Kamacı, Ö., Şişman Tükel, F.,Çelebi, D., Güçtekin, A., Köprübaşı, N., Fıstıklı (Armutlu) granitoyid plütonu ve içerdiği mafif magmatik anklavların (MME) jenetik özellikleri, *6.Jeokimya Sempozyumu,* 14-17 Mayıs 2014, Mersin, Türkiye.

Şişman Tükel, F., Aldanmaz, E., KB Türkiye alkali volkanik alanında manto ksenolitlerinin Os izotop ve yüksekçe siderofil element (HSE) özellikleri, *67. Jeoloji Kurultayı,* 14 – 18 Nisan 2014, Ankara, Türkiye.