SULTANSAZLIĞI (KAYSERİ) HAVZA KENARI MİYO-PLİYOSEN VOLKANİZMA ÜRÜNLERİNİN PETROLOJİK KORELASYONU

PETROLOGICAL CORRELATION OF MIO-PLIOCENE VOLCANIC PRODUCTS AT SULTANSAZLIĞI (KAYSERİ) BASIN MARGINS

EFE AKKAŞ

DOÇ. DR. H. EVREN ÇUBUKÇU

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı için Öngördüğü

DOKTORA TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2022

ÖZET

SULTANSAZLIĞI (KAYSERİ) HAVZA KENARI MİYO-PLİYOSEN VOLKANİZMA ÜRÜNLERİNİN PETROLOJİK KORELASYONU

Efe AKKAŞ

Doktora, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Doç. Dr. H. Evren ÇUBUKÇU

Temmuz 2022, 197 sayfa

Sultansazlığı Havzası (Kayseri, Türkiye) Üst Miyosen - Pliyosen istifi, doğuda ve batıda, farklı sistemlere ait kalk-alkalen (ağ.%51-69 SiO_2) ile görece genç (Pliyo-Pleyistosen), nefelin normatif (ağ. %0,45 - 3,0), Na-alkalen efüzif ürünlerden ve ara katkılı piroklastik çökellerden oluşur. Havza kenarı istifinin, havza açılımından yaşlı ve eş yaşlı volkanik faaliyetin ürünleri olan farklı fizikokimyasal karakteristiklerdeki magmaları içermesi, dinamik evrim, farklılaşma süreçleri ve kökende değişiminin izlenmesi için eşsiz bir alan yaratır. Bu tez, Sultansazlığı Havzası kenarı Miyo-Pliyosen volkanik ürünlerine ait petrografik, mineralojik ve jeokimyasal ver ışığında sayısal modelleme teknikleri ile havza kenarı magmalarının, farklılaşma süreçlerini, termo-dinamik evrimlerini ve magmaların oluşumlarında etkili olan dinamik süreçlerin petrolojik açıdan değerlendirilmesi amacı taşır.

Yaygın mikrolitik-porfirik doku ve merkez-kenar normal zonlanma eğilimi ile genellikle denge durumundan sapma gösteren fazların bolluğu kapalı sistem fraksiyonlanmasına işaret eder. Artan silis ile birlikte sistematik Rb, Th, K

zenginleşmesi, buna karşılık ana element oksitler (örn., MgO, CaO) ile geçiş metallerinde (örn., Ni, Cr, Ti) fakirleşme, plajiyoklaz ve ferromagnezyen fazların fraksiyonlanması ile farklı oranda kabuk asimilasyonu etkisini gösterir. Tahmin edilen rezervuar parametrelerine göre magmaların büyük bir bölümü geniş bir ΔP/ΔT gradyanı (ΔP:10-0,2 kbar / ΔT:1306-700°C) boyunca, düşük-orta oksidasyon koşulları ($KFM_{ort.}$: +1,09 ± 0,88 $log\, fO_2$) altında MOHO – alt kabuk (~33-28 km) derinliklerinden yükselerek, orta-sığ derinliklere taşınır. Bu hat boyunca magmaların farklılaşmalarına yol açan, polibarik (10-5 kbar) kademeli fraksiyonlanma (~%35) ile kabuk asimilasyonu (%20-45), pMELTS ve kombine FK, AFK modelleri ile simüle edilmiştir. İlksel element karakteristiklerine göre yaklaşık MOHO derinliğinde, 1GPa basınçta, doğal bileşimlerdeki en yüksek forsteritik (X_{Fo}: 88,4 % mol) olivin ile dengede bulunduğu varsayılan ilksel eriyik bileşimi, 1323 °C likidus sıcaklığı için pMELTS ters fraksiyonlanma ile hesaplanmıştır. Hesaplanan ilksel eriyik bileşimindeki magmaların, alt-orta kabuk yüksek basınç polibarik fraksiyonlanmaları süresince, yüksek sıcaklık (~1323 °C), düşük-orta su içeriği (0,6 – 2,5 ağ. % H_2O), düşük – orta oksidasyon (KFM 0 – +2 $log\, fO_2$) koşulları altındaki evrimleri doğal bileşimlerdeki kompozit piroksenler (opx-cpx) ile yüksek An (≥75 % mol) plajiyoklazlarındaki dengesizlik dokularının varlığını açıklar. Farklılaşma süreçlerinden görece az etkilenmiş genç magma (≤ ~5,5 My) serilerinin yüksek ΔP'ye (~10 kbar) karşılık düşük ΔT (~200-300°C) değerleri, transtansiyonel kuvvetlerin etkisinin havza açılımından öncesinde görece hızlı yükselim oranına sahip daha ilksel karakterdeki magmaların oluşumunu kolaylaştırdığını göstermiştir. Bölgesel tektonizma etkisinde magmaların fizikokimyasal özelliklerinin değişimine ek olarak, havza kenarı magmalarında yaşlıdan gence, kuzeyden güneye, köken karakteristiklerinde alt-kıtasaldan (KAS) sublitosferik manto (NAB) özelliklerine doğru dereceli geçiş, manto heterojenliği ve bölgesel jeodinamizma tartışmalarına katkı sağlayacak petrolojik bir kesit sunar.

Anahtar Kelimeler: Sultansazlığı Havzası, kimyasal termodinamik, magmatik rezervuar süreçleri, Orta Anadolu Volkanik Provensi, Miyo-pliyosen volkanizması

ABSTRACT

PETROLOGICAL CORRELATION OF MIO-PLIOCENE VOLCANIC PRODUCTS AT SULTANSAZLIĞI (KAYSERİ) BASIN MARGINS

Efe AKKAŞ

Doctor of Philosophy, Department of Geological Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. H. Evren ÇUBUKÇU

July 2022, 197 pages

Upper Miocene - Pliocene sequence of the Sultansazlığı Basin consists of calc-alkaline magma series belonging to different systems in the east and west, and relatively young, nepheline normative, Na-alkaline effusive products with intercalated deposits of pyroclastic products. Sequence of the basin rim represents a unique area for tracking dynamic evolution, differentiation processes and temporal change in source characteristics since contains both earlier and contemporaneous products than the basin opening in different physicochemical characteristics. This thesis aims to the petrological evaluation of differentiation processes, thermo-dynamic evolutions, and dynamic processes of magmas at the Sultansazlığı Basin rim Mio-Pliocene volcanic sequence using numerical modeling techniques in the light of petrographic, mineralogical and geochemical data.

Common microlithic-porphyritic texture and the abundance of crystallized phases that usually deviate from the equilibrium condition with normal zoning trend from core to rim indicate closed system fractionation. Systematic enrichment of Rb, Th and K with increasing silica content and depletion of major element oxides with transition metals show effect of crystallization of plagioclase and ferromagnesian

phases with a variable amount of crustal assimilation. According to the reservoir parameters, the majority of magmas are raised from MOHO – lower crustal depths and transported to medium-shallow levels throughout the broad ΔP/ΔT gradient (ΔP:10-0.2 kbar / ΔT:1306-700°C) under low-to-moderate oxidation conditions (QFM.: +1.09 ± 0.88 $log\, fO_2$). Along this route, differentiation of magmas during both polybaric high pressure (10-5 kbar) fractionation and gradual fractionation (~%35) with crustal assimilation (20-45 %) has been simulated by pMELTS and various numerical models (FC, AFC). Based on the most primitive natural samples, the primitive melt composition for the approximate MOHO depth in equilibrium with the highest forsteritic olivine (X_{Fo}: 88.4 mole %) in natural samples was calculated for 1323 °C liquidus temperature using pMELTS reverse fractionation. From calculated primary melt compositions, high-pressure polybaric fractionation along lower-mid crust levels under high temperature (~1323 °C), low to medium water content (0,6 – 2,5 wt. % H_2O), low to medium oxidation conditions (KFM 0 – +2 $log\, fO_2$) explain the existence of composite pyroxenes (opx-cpx) and common disequilibrium textures in high An (≥ 75 mole %) plagioclase. High ΔP (~10 kbar) versus low ΔT (~300°C) values of the relatively less differentiated young magmas (≤ ~5.5 My) demonstrate that transtensional forces before the basin opening facilitate the formation of primitive magmas having with relatively high rising rate. In addition to the changes in the physicochemical properties of magmas under the influence of regional tectonics, the gradual transition from sub-continental (KAS) to the sub-lithospheric mantle (NAB) characteristics in basin margin magmas, from old to young, from north to south, present a petrological section that will contribute to the discussions of mantle heterogeneity and regional geodynamics.

Keywords: Sultansazlığı Basin, chemical thermodynamic, magmatic reservoir processes, Central Anatolian Volcanic Province, Mio-Pliocene volcanism

TEŞEKKÜR

Desteğini esirgemeden, sonsuz anlayışı ve sabrı ile her zaman neyin, neden, nasıl, olduğunu araştırmayı ve öğrenmeyi öğreten, yarattığı tüm imkanlarla gerek sahada gerek farklı analitik cihazlarda çalışma kabiliyeti kazanmamı ve kendimi farklı alanlarda geliştirmemi sağlayan, başta değerli danışman hocam Doç. Dr. H. Evren ÇUBUKÇU olmak üzere, mesleki gelişimimi en az danışmanım kadar önemseyen, değerli görüşlerini ve tecrübelerini esirgemeden tüm laboratuvar olanaklarından ve projelerinin örneklerine ait veriden faydalanmama izin verdiği için bu tezin hazırlanmasında tarifsiz katkısı olan, tez izleme komitesi üyelerinden değerli hocam, Prof. Dr. Erkan AYDAR'a çok teşekkür ederim. Tez izleme komitesi üyelerinden Doç. Dr. Kaan SAYIT'a ayrıca bu doktora tezinin hazırlanmasında değerli görüşlerini ve tecrübelerini paylaşarak yaratmış olduğu tartışma ortamından ötürü teşekkür ederim.

Her konuda tecrübelerini, bilgi birikimlerini, sakınmadan paylaştıkları ve projelerinde çalışma imkânı sağlayarak saha tecrübesi kazanmamdaki katkısından ötürü, Dr. Öğretim Üyesi İnan ULUSOY'a teşekkür ederim.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarındaki katkıların ötürü başta Volkan ERKUT olmak üzere, desteklerinden ötürü Dr. Caner DİKER ve Rengin ÖZSOY'a, görüşlerini paylaşan Göksu USLULAR'a teşekkür ederim.

Gösterdikleri sonsuz ilgi ve sevgi ile karşılaştığım her türlü zorluğu kolaylaştıran, başından sonuna kadar, sonsuz anlayışları ile sürekli umut veren, beni her zaman doğruya yönlendiren, motive eden, tüm desteklerinden ötürü, annem Tülay ve eşim Tuğçe AKKAŞ'a çok teşekkür ederim. Genç yaşta kaybettiğim, iş hayatındaki ahlaklı duruş, engin bilgi birikimi ve tecrübesini bana miras olarak bırakan sevgili babam Hayrettin AKKAŞ'a teşekkür ederim.

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi BAP FHD-2017-15195 No'lu Hızlı Destek Projesi ile desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

ÖZET i

ABSTRACT iii

TEŞEKKÜR v

İÇİNDEKİLER vi

ŞEKİLLER DİZİNİ ix

ÇİZELGELER DİZİNİ xxi

KISALTMALAR xxiv

1. GİRİŞ 1

1.1. Önceki Çalışmalar 3

1.2. Amaç ve Mantıksal Temel 9

2. YÖNTEMLER 13

2.1. Saha Çalışmaları 13

2.2. Laboratuvar Çalışmaları 13

2.2.1. Optik Mikroskop ile Görüntüleme ve Petrografik Analiz 14

2.2.2. SEM-EDS Mineral Kimyası Analizleri ve Görüntüleme 14

2.2.3. Tüm Kayaç Jeokimyasal Analizleri 15

3. BÖLGESEL JEOLOJİ 17

3.1. Orta Anadolu Volkanik Provensi 18

3.2. Sultansazlığı Havzası 19

4. VOLKANOSTRATİGRAFİ 22

4.1. Susuzdağ Sistemi (Hamurcu Volkanik Bölgesi) 22

4.2. Tekkedağ-Topuzdağ Sistemi (Yeşilhisar-İncesu Volkanik Bölgesi) 24

4.3. Bozca Sistemi (Hamurcu Volkanik Bölgesi) 25

4.4. Hoduldağ Sistemi (Yeşilhisar-İncesu Volkanik Bölgesi) 26

4.5. Kurtdağ Sistemi (Yeşilhisar-İncesu Volkanik Bölgesi) 28

4.6. Develidağ Volkanı 29

4.7. Koçdağ Kalderası 33
4.8. Erkilet Volkanik Bölgesi 34
4.9. Seksenveren Sistemi (Hamurcu Volkanik Bölgesi) 36
5. VOLKANİK KAYAÇLARIN SINIFLANDIRILMASI 37
6. PETROGRAFİ 42
6.1. Bazalt-Bazaltik Andezitler 43
6.2. Andezitler 46
6.3. Dasitler 48
6.4. Bazaltlar 49
7. MİNERAL KİMYASI 50
7.1. Olivin Grubu 50
7.2. Piroksen Grubu 52
7.3. Feldispat Grubu 61
7.4. Spinel ve Rombohedral Fe-Ti Oksit Grubu 70
7.5. Amfibol Grubu 77
7.6. Mika Grubu 81
7.7. Apatit 82
7.8. Zirkon 83
7.9. Sfen (Titanit) 83
8. TÜM KAYAÇ JEOKİMYASI 85
8.1. Ana Element Oksit Jeokimyası 85
8.2. İz Element Jeokimyası 87
8.3. Nadir Toprak Elementleri 93
9. MAGMATİK REZERVUAR PARAMETRELERİ 95
9.1. İki Oksit Denge Jeotermometresi ve Oksijen Fugasitesi 95
9.2. Magmaların Su İçeriği 98
9.3. Mineral – Eriyik / Mineral – Mineral Denge ve Termobarometre 100
9.3.1. Olivin – Spinel / Olivin – Eriyik Denge ve Termometresi 100
9.3.2. Ortopiroksen – Eriyik Denge ve Termobarometresi 102
9.3.3. Klinopiroksen – Eriyik Denge ve Termobarometresi 105
9.3.4. Plajiyoklaz – Eriyik Denge ve Termobarometresi 107

9.3.5. Plajiyoklaz Doygunluk Termometresi..... 110
9.3.6. İki-Piroksen Denge ve Termobarometresi 110
9.3.7. Amfibol – Plajiyoklaz termometresi ve barometresi 112
10. TARTIŞMA 115
10.1. Magmatik Farklılaşma Süreçleri 115
10.2. Magmaların Dinamik Evrimi 125
10.3. İlksel Magmaların Köken Karakteristikleri 140
10.4. Tektonizmanın Magma Bileşimlerine ve Dinamik Evrimlerine Etkisi .. 146
11. SONUÇLAR..... 152
12. KAYNAKLAR 155
EKLER..... 177
ÖZGEÇMİŞ 195

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. a) Çalışma bölgesi yer bulduru haritası (derece-dakika). b) Sultansazlığı Havzası kenarlarında yer alan volkanik bölgeler (sırasıyla kuzeyden güneye; Erkilet, Hamurcu, Yeşilhisar-İncesu, Koçdağ, Develidağ) ve muhtelif çıkış merkezlerini temsil eden tepe/dağ zirveleri ile yerleşim yerleri haritası (UTM 36N, WGS84, metre), yapay ışıklandırılmış dijital yükseklik modeli (DYM) ve Google Earth uydu görüntüsü ile birlikte gösterilmektedir. 2

Şekil 1.2. Sultansazlığı Havza kenarı Miyo-Pliyosen, Pliyo-Pleyistosen efüzif ürünlerinde önceki çalışmalara ait radyometrik yaş verisinin yerel ağırlıklı dağılım grafiği düzeltmesi (Lowess) ile enterpole edilmiş ve renkli kontur haritası olarak yapay ışıklandırılmış dijital yükseklik modeli (DYM) üzerinde, örnek lokasyonları ile birlikte gösterimi (referanslar bölümünde belirtilen yaş verileri ve lokasyonları Çizelge 1.1.'deki gibidir, 12,3 ve 2,2 My için en düşük ve en yüksek uç değerlerin dışında kalan, koyu renkli alanlar, veri olmayan bölümlere karşılık gelmektedir). 8

Şekil 3.1. a) Anadolu Plakasının mikro-kıta bileşenleri, fay kuşakları ve Neojen volkanikleri haritası. b) OAVP volkanik ürünler haritası c) Sultansazlığı Havzası kenarı jeoloji haritası (Erciyes ve Koçdağ V.B., Şen ve ark. (2003)'dan alınarak değiştirilmiş). d-f) Develidağ, Yeşilhisar-İncesu ve Hamurcu V.B. jeoloji haritaları (b, d-f, 45° yatık izometrik DYM üzerine yansıtılmıştır). 20

Şekil 3.2. Sultansazlığı Havzası batı kenarı boyunca Kurtdağ kuzeyi (a) ve Karaone Tepe güneyinde (b) bulunan belirgin yükseltiler tarafından temsil edilen münferit çıkış merkezleri ile birlikte havzanın doğu kenarında bulunan Erciyes Dağ Stratovolkanı, Koçdağ (a) ile Develidağ Volkanına (b) ait panoramik görüntüler (a, KKB'ya bakış; b, GGD bakış). 21

Şekil 4.1. a) Susuzdağ Sistemi istifinin Sultansazlığı KB'si havza içinden panoraması (kesikli çizgi, Valibabatepe ign.). b) Lavlar ile ardalanmalı bulunan piroklastik breş/otobreş katmanları. c) Bantlı doku sergileyen lavlar (ölçek 8 cm). d) Otobreş (kızıl) ardalanmalı bazalt-bazaltik çok katmanlı lavların (K-KD'ye bakış)..... 22

Şekil 4.2. Hamurcu Volkanik Bölgesi, jeoloji haritası, güneyde Tekkedağ – Topuzdağ Sistemi ürünleri ile birlikte (45° yatık izometrik DYM üzerine yansıtılmıştır, detaylar için Şekil 3.1.'e bakınız, stratigrafide Seksenveren Sistemi ürünlerinin yaş aralığı Dönmez ve ark. (2003)'na göre konumlandırılmıştır). 23

Şekil 4.3. a) Susuzdağ kuzey yamaçlarını örten andezitik lav dili (ölçek 1,7 m). b) Susuzdağ kuzeyi düzlükleri volkaniklastik malzeme – Cemilköy ignimbiriti dokanağı. c) Piroklastik breş katmanını kesen dasitik dayka ait görüntü (KD'ye bakış, ölçek 120 cm). d) Susuzdağ kuzey yamaçlarında gözlemlenen volkaniklastikler (ölçek 8 cm). 24

Şekil 4.4. a) Topuzdağ segmenti lavlarının Zelve ignimbiritini üzerlediği dokanak b) Topuzdağ segmenti lavları tarafından üzerlenen Salur üyesi konglomera – kumtaşı seviyelerine ait pişme zonunun bulunduğu dokanağının görüntüsü (ölçek 10 m). c) Arkada Tekkedağ lav/lav domu kümeleri ve Topuzdağ lavlarının oluşturduğu volkanik masif, ön planda in-set şeklinde üstten alta sırasıyla Valibabatepe, Kızılkaya ve Tahar ignimbiritleri. 25

Şekil 4.5. Kızılırmak Nehri kenarında (Susuzdağ Sistemi K-KB'si) gözlemlenen, çok katmanlı, lav akıntıları. a-d) Çok katmanlı, lav akıntıları arasında gözlemlenen genelde üst dokanağında belirgin bir pişme zonu (kızıl renk) ile ayırtlanan Cemilköy ignimbiriti seviyeleri..... 26

Şekil 4.6. a) Sığ Çöküntü alanı (kesikli çizgi) merkezinde Hoduldağ lav domu ve kenarlarda genç bazaltik andezitik lavlar. b) Kurtdağ yamacında iki ignimbirit seviyesi (Tahar ignimbiriti) ile ardalanmalı piroklastik breşler (kesikli çizgi) c) b'de üstteki ignimbiritin pomza-kül geri düşme ve taban yayılımı seviyeleri. d) Piroklastik breşin makro görüntüsü (görece açık renkli taneler pomza, koyu renkli taneler litik). 27

Şekil 4.7. Kuzeyde Hoduldağ Sistemi dasitik ürünleri ile birlikte Yeşilhisar – İncesu Volkanik Bölgesi (güney), jeoloji haritası, (45° yatık izometrik DYM üzerine yansıtılmıştır, detaylar için Şekil 3.1.'e bakınız). 28

Şekil 4.8. a) Yeşilhisar Konglomerası, Cemilköy ve Tahar İgn. (in-set) seviyelerini kesen Kurtdağ sistemi lavlarının genel görüntüsü. b) Dayk kümeleri şeklinde yerleşmiş bazaltik lavlar ile etrafında yerel cüruf serpintilerine (kızıl renkte) ait görüntü. c) Cemilköy ignimbiritini kesen ve üzerleyen yerel, koyu renkli lav yaygılarına ait görüntü. 29

Şekil 4.9. a) Yarım kaldera morfolojisi sunan Develidağ Volkanı ve merkezden dışa doğru eğimli volkanik istif. b) Lav (kesikli çizgi) – otobreş/piroklastik breş (sarımsı gri) ardalanmalı istifin yakından görüntüsü. c) Tabanda dışa doğru eğimli bazaltik lav, altında ~40 cm'lik orobreş ve pişme zonunun (kızıl-kahve) gözlendiği piroklastik breş seviyelerine ait görüntü. d) Merkezden dışa doğru ~10-20° eğimli olarak depolanmış piroklastik breş/otobreş – lav ardalanmasından oluşan volkanik istif. 30

Şekil 4.10. Develidağ volkanı jeoloji haritası (45° yatık izometrik DYM üzerine yansıtılmıştır, detaylar için Şekil 3.1.'e bakınız. 31

Şekil 4.11. a) Bazaltik – bazaltik andezitik istifi örten andezitik-dasitik lavlar (kesikli çizgi üstü). b) Periferik zona ulaşmış andezitik lavlar otobreş seviyeleri ve pişme zonuna sahip yerel kül geri düşme seviyesi ile birlikte (ölçek, 1,8 m). c) GD yamaçlarında gözlenen, laharik breş olarak tanımlanan ürünlerin makro görüntüsü (ölçek, 1,7 m). d) Periferik zonda dasitik lav dilimin altında, üst dokanakta pişme zonu ile birlikte gözlemlenen krem rengi ignimbirit seviyesi (ölçek, 1,7 m). 32

Şekil 4.12. a) Develidağ Volkanı KB'si yamaçlarından, batısındaki Sultansazlığı Havzası düzlüğüne doğru akma yönüne sahip en az iki katmandan oluşan bazaltik lavlar (ölçek: 1,7m). b-c) Develidağ volkanı KD'sinde Koçdağ merkezli akma yönüne sahip Valibabatepe ignimbiriti seviyeleri (altta) üzerinde gözlemlenen bazaltik lavlar (üstte) (ölçek: 1,7 m). 33

Şekil 4.13. a) Koçdağ Kalderası duvarından (Koç Dağ zirvesi) kaldera sınırı batısı boyunca gözlenen, geç evre (Pleyistosen), lav/lav domları ve Kuvaterner Eryices Dağ Stratovolkanının görüntüsü. b) Koçdağ doğu yamaçlarında kalın kül-pomza geri düşme seviyeleri ile birlikte gözlenen üstte Valibabatepe ignimbiriti seviyeleri. c) Koçdağ Kalderası istifinin büyük bir bölümünü oluşturan andezitik lav-lav domları (sağda) ve kaldera içerisinde gözlemlenen geç evre lav/lav domları (solda). 34

Şekil 4.14. a) Erkilet düşey atımlı fay segmentinin kestiği ~350 m'lik Erkilet V.B. istifi, tabanda tavana sırasıyla Cemilköy ignimbiriti, açık renkli kül ara katkılı gölsel sedimanlar ve üstte koyu renkli bazaltik lav katmanı. b) ~1 m'lik Valibabatepe ignimbiriti ile Erkilet lavlarına ait dokanak (beyaz okla ve kesikli çizgi ile gösterilmiştir, güneye bakış). 35

Şekil 4.15. Susuzdağ Sistemi volkanik istifi üzerinden Seksenveren Sistemine ait lav domu kümelerinin (kesikli çizgi ile sınırlandırılmış) genel görüntüsü. 36

Şekil 5.1. a) TAS (Le Bas ve ark., 1986) üzerinde örneklerin dağılımları (kesikli ayrım çizgisi Miyashiro (1978)'ya göredir). b) Na_2O – K_2O (ağ. %) diyagramında göre örneklerin dağılımı (ayrım çizgisi Peccerillo ve Taylor (1976)'ya göredir). c) SiO_2 – K_2O (ağ. %) diyagramına (Peccerillo ve Taylor (1976); Le Maitre ve ark. (2002)'den sonra) göre örneklerin dağılımları. d) $Na_2O^*/Al_2O_3^*$'e $(Na2O/K2O/Na2O + K2O/Al2O3/(MgO2)$ karşı ağ. % SiO_2 diyagramında KAS ve NAB örneklerinin dağılımları (Koçdağ örnekleri, Notsu ve ark. (1995); Şen ve ark. (2003); Güçtekin ve Köprübaşı (2009); Di Giuseppe ve ark. (2018)'den, Tekkedağ ile Develidağ örneklerinin bir bölümü sırasıyla, Koralay (2010); Kürkcüoglu (2010); Aluç ve ark. (2020)'dan ve Erkilet V.B. örnekleri Furman ve ark. (2021)'dan alınarak karşılaştırma amacıyla kullanılmıştır). 38

Şekil 6.1. Kayaç gruplarında bulunan ana mineral fazlarının modal (alansal %) bileşimleri (BA, Bazalt, BBA, bazalt-bazaltik andezit; AND, andezit; DA, dasit). Hamur ve gözenek oranları hariç tutularak ana mineral modal bileşimlerine oransal olarak dağıtılmıştır. 42

Şekil 6.2. a) Elek dokulu plajiyoklaz (pl) fenokristalleri ile iddingsitleşmiş olivinler (ol) mikrolitik hamurda (çift nikol). b) Kısmen serpantinleşmiş olivin (ol) fenokristalleri ile sub-ofitik doku sergileyen seri dokulu sub-volkanik örnek (çift nikol). c) Piroksen glomerokristalleri ile birlikte elek doku sunan yuvarlak kenarlı ve prizmatik plajiyoklaz fenokristalleri (çift nikol) (op, Fe-Ti oks.). d) Akma dokusu sunan plajiyoklaz ile kısmen iddingsitleşmiş olivinler (tek nikol) (göz, gözenek). 43

Şekil 6.3. a) Yuvarlak kenarlı, tozlu/elek doku (solda ve sağda) sunan plajiyoklaz (pl) fenokristalleri ile iddingsitleşmiş olivin (ol) mikro-fenokristalleri (tek nikol). b) Klinopiroksen (cpx) ve Fe-Ti oksit (op) glomerokristalleri ile iddingsitleşmiş yuvarlatılmış kenarlı olivinler (tek nikol) c) İddingsitleşmiş, kısmen yuvarlatılmış olivinler (ol) (çift nikol) d) Kompozit piroksen, iddingsitleşmiş olivin mikro-kristalleri ile birlikte mikrolitik hamur (çift nikol). 44

Şekil 6.4. a) Olivin (ol) mikro-fenokristalleri ve uzun eksenleri akma yönüne paralel kırlangıç kuyruğu şekilli plajiyoklaz (pl) kristalleri (tek nikol) b) Kenarları iddingsitleşmiş olivin kristalleri ile pilotaksitik doku sunan kırlangıç kuyruğu şekilli plajiyoklaz mikro-kristalleri (tek nikol) c) olivin ile intergranüler piroksen mikro-kristalleri pilotaksitik doku sunan plajiyoklaz lataları ile birlikte (çift nikol). d) Gözenekli (ves) hamur içerisinde kristal kenarlarından itibaren bozunmuş biyotit (bt) kseno-kristalinin çift nikol görüntüsü. 45

Şekil 6.5. a) Elek dokusu ve tozlu kenarlara sahip plajiyoklaz (pl) glomerokristalleri, pilotaksitik doku sergileyen prizmatik plajiyoklaz lataları ve piroksen kristalleri (çift nikol). b) Farklı türde elek dokusu ve tozlu doku sunan plajiyoklaz fenokristalleri koyu renkli camsı hamur içerisinde (tek nikol). c) Seriat dokulu hamur içerisinde yönlü doku sergileyen merkezinden itibaren iddingsitleşmiş olivin (ol) fenokristalleri (çift nikol). d) Öz şekilli seri doku sunan plajiyoklaz kristalleri ile birlikte iddingsitleşmiş ve piroksen (px), Fe-Ti oksit mikro-kristallerince mantolanmış olivin (ol) psöydomorfu (tek nikol). 46

Şekil 6.6. a) İddingsitleşmiş olivin (ol), piroksen (cpx+opx) ve plajiyoklaz (pl) ve cam içeren büyük oranda kristalen mezokümülat (tek nikol) b) Belirgin akma dokusu sergileyen paralel uzanıma sahip plajiyoklazlar ile iddingsitleşmiş olivinler camsı hamur içerisinde (çift nikol) c) Kenarlarından itibaren kısmen opasitleşmiş kahve renkli amfibol (amp) gurubu mineralleri seri dokulu örnekte (tek nikol). d) Mikrolitçe zengin seri dokulu örnekte ortopiroksen-klinopiroksen geçişi sunan kompozit piroksenlerden oluşan mezokümülatlar (çift nikol). 47

Şekil 6.7. a) Kemirilmiş amfibol ile birlikte dendritik opak mineraller hyalopilitik doku içerisinde (tek nikol). b) Piroksen-plajiyoklaz içeren ankav, tozlu plajiyoklaz ve piroksen glomerokristalleri ile birlikte (tek nikol). c) Opasitleşmiş öz şekilli amfibol ile prizmatik öz şekilli plajiyoklazlar (çift nikol). d) Kısmen yönlü soku sergileyen öz şekilli amfibol kristalleri ile birlikte üzerine büyüme dokusu gösteren ve tozlu doku sunan plajiyoklaz fenokristali camsı hamur içerisinde (tek nikol). 48

Şekil 6.8. a) İntersiyel ferromagnezyen fazlar ile kırlangıç kuyruğu şekilli plajiyoklaz fenokristalleri belirgin akma dokusuna sahip plajiyoklaz mikro-kristalleri arasında (çift nikol). b) İntersiyel olivinlerde gözlenen opak reaksiyonlar ve körfez dokularına ait tek nikol görüntüsü..... 49

Şekil 6.9. a-b) Olivinlerde gözlenen opak reaksiyon kuşakları ile ilişkili körfez dokuları (SEM – BSD görüntüsü)..... 49

Şekil 7.1. Olivinlerin, molar (%) forsterit (Fo) – fayalit (Fa) – tefroyit (Tf) bileşenlerine göre dağılımları ve Fo_{90-40} için yakınlaştırılmış görünüm. 50

Şekil 7.2. Piroksen grubu minerallerin fenokristal (fkrst.) merkez (mk.) – kenar (kn.) ve mikro kristal (mkrst.) Mg# dağılımları. 53

Şekil 7.3. Kayaç gruplarında bulunan CaMg – CaFe – MgFe grubu piroksenlerin, molar (%) wollastonit (Wo) – enstatit (En) – ferrosillit (Fs) uç bileşenlerinden oluşan üçgen diyagrama göre sınıflandırılmaları (mikro – krist., mikro kristal ≤100 μm; Volk., Volkanı; V.B., Volkanik Bölgesi; Sist., Sistemi; Di, Diyopsit; Oj, Ojit; Hd, Hedenberjit). 54

Şekil 7.4. a-b) Zonlu piroksenlerin SEM-BSD görüntüsü ile sarı renkli hat boyunca element değişimi. c-d) Kompozit piroksenlere ait SEM-EDS element haritası ile birlikte sarı renkli hatta ait (d) element değişim grafiği. .. 55

Şekil 7.5. Feldispat grubu minerallerin, albit (ab) – anortit (an) – ortoklaz (ort) uç bileşenlerine göre dağılımları (kısaltmalar Şekil 7.3.'deki gibidir). ... 61

Şekil 7.6. a) Orta bölgelerinde yamalı zonlanma gösteren plajiyoklaza ait SEM-BSD görüntüsü ile sarı hat boyunca element değişim (kütle %) grafiği. b) Salınımlı zonlu köşeli prizmatik plajiyoklaza ait SEM görüntüsü ile sarı hat doğrultusunda EDS element (kütle %) dağılım grafiği. 62

Şekil 7.7. Kayaç grupları ve bölgelere göre spinel (manyetit – ulvöspinel) ve rombohedral oksit grubu minerallerin FeO-TiO_2-Fe_2O_3 uç bileşenlerine göre dağılımları. 71

Şekil 7.8. a) Kurtdağ sitemine ait bazalt-bazaltik andezitik bir örnekte, olivinlerde (ol) kapanım şeklinde bulunan, özşekilli Al-Cr spinel (sp) grubu minerallerine ait SEM-EDS element haritası (pl, plajiyoklaz). b) Susuzdağ sistemine ait bir bazalt-bazaltik andezitte camsı hamurda, kenarları kısmen yuvarlatılmış, merkezinde magnezyumlu Cr-Al, kenarında kromlu Fe-Ti serisine geçiş sunan spinel (sp) grubu mineraline ait SEM-EDS element haritası (pk, piroksen)..... 74

Şekil 7.9. Spinel grubu minerallerin sırasıyla, Cr-Al-Fe^{3+} üçgen diyagramı (a), Cr/(Cr+Al) ve Fe^{3+}/(Cr+Al+Fe^{3+}) karşı Fe^{2+}/(Mg+Fe^{2+}) (b ve c) ile TiO_2'ye karşı Fe^{3+}/(Cr+Al+Fe^{3+}) (d) ikili diyagramlarında Barnes ve Roeder (2001)'in derlediği farklı tektonik ortamlara ait spinel grubu mineralleri veri seti üzerinde spinel grubu mineralleri için tanımlanmış yaygın eğilim doğruları (oklarla gösterilen) ve farklı tektonik ortamlardan türemiş toleyitik bazaltlarda rastlanılan spinel grubu minerallerine ait genelleştirilmiş alanlar (kesikli çizgi ile belirtilen) ile karşılaştırması. 76

Şekil 7.10. Kalsik amfibol grubu minerallerinin toplam A (Na, K, Ca, Pb) ve toplam C (Al, Fe^{3+}, Mn^{3+}, Cr^{3+}, Ti^{4+}) formül alanlarında bulunan katyonların oranlarına göre Hawthorne ve ark. (2012)'ye göre sınıflandırmaları. 77

Şekil 7.11. a) Genellikle dasitik ürünlerde hamurda intersiyel mikro/kripto kristal olarak gözlenen filogopit (flg) minerallerine ait SEM-EDS element haritası (apatit, ap). b) Rezorbe, hayalet kristaller şeklinde gözlenen mika (biyotit, bt) kseno-kristaline ve çevresindeki reaksiyon kuşağına ait SEM-EDS element haritası (alkali feldispat, afs)..... 82

Şekil 7.12. Kayaç gruplarında rastlanılan mika grubu minerallerin Mg, Fe^{2+} ve $Al^{[iv]}$ katyonik uç bileşenlerinden oluşan üçgen diyagram üzerinde dağılımları. 82

Şekil 7.13. Kripto kristaller şeklinde camsı hamurda veya apatit kenarlarında bulunan sfen kristallerine ait SEM-EDS element haritası..... 84

Şekil 8.1. SiO_2 (ağ. %)'ye karşı çizilen ana element oksit değişim diyagramları (gri kesikli çizgi KAS (> 50 SiO_2 ağ. %) – NAB (≤ 50 SiO_2 ağ. %) ayrımını göstermektedir). 85

Şekil 8.2. SiO_2 (ağ. %)'ye karşılık iz element (ppm) değişim diyagramları (gri kesikli çizgi KAS (>50 SiO_2 ağ. %) - NAB (≤ 50 SiO_2 ağ. %) ayrımını göstermektedir, semboller Şekil 8.1.'deki gibidir). 88

Şekil 8.3. Primitif mantoya (PM; Sun ve McDonough (1989)) göre normalize çoklu iz element değişim diyagramları (Furman ve ark. (2021), Erkilet örneklerinde, Gd ve Tb element değerleri ~40-80xPM saptığından bir öncesindeki ve bir sonrasındaki iz element değer ortalamalarına göre normalize edilmiştir, Koralay (2010)'dan alınan Tekkedağ andezitleri, Ta değerleri ile pozitif sapma gösterdiğinden hariç tutulmuştur). 92

Şekil 8.4. Ortalama kondrit bileşimine ($KN_{ort.}$; Nakamura (1974)) göre normalize edilmiş nadir toprak elementi diyagramları (Furman ve ark. (2021), Erkilet örneklerinde, Gd ve Tb sıra dışı sapma gösterdiğinden bir öncesindeki ve bir sonrasındaki değer ortalamalarına göre normalize edilmiştir, Koralay (2010)'dan alınan Tekkedağ andezitleri, Pr pozitif sapma gösteren örnekleri hariç tutulmuştur). 94

Şekil 9.1. Kayaç gruplarında hamurda yarı-katı evrede (ϕ: 15-150 μm) Ti-kusmaları içermeyen manyetit – ilmenit çiftleri için iki oksit jeotermometresi ve 2 kbar basınca göre hesaplanmış oksijen

fugasitesi ($log\ fO2$) tahminleri (manyetit (mag) – ilmenit (ilm) çiftlerinin $log(Mg/Mn)$ (f.b.a.) değerleri Bacon ve Hirschmann (1988)'nın denge koşulu ($log(Mg/Mn)mag = 0{,}9317 * log(Mg/Mn)ilm - 0{,}1$) ile sınanmıştır ($\Delta log(Mg/Mn)mag - ilm \leq 0{,}4$; dengede krst.). T (°C)'ye karşılık $log\ fO2$ hata çubukları, Andersen ve ark. (1993) (QUILF denge) ile Ghiorso ve Evans (2008) iki oksit jeotermometre ve oksijen fugasitesinde elde edilen değerler arasındaki standart hataya göredir). 96

Şekil 9.2. Plajiyoklaz – cam (a), plajiyoklaz – T.K. eşleri için hesaplanan su içerikleri (H_2O (ağ.%)[a], eriyik bileşimine dayalı Hollocher (2004)'ün eşitliği; H_2O (ağ.%)[b]: plajiyoklaz higrometresi (Eşt. 25b; Putirka (2008), dengede – dengesiz kristal ayrımı hesaplanan An/Ab ile gözlemlenen An/Ab (mol %) içeriğine göredir, dengeli – dengesiz kristal ayrımı 9.3.4.'e göredir). 99

Şekil 9.3. Sırasıyla, olivin (a-b), ortopiroksen (c-d), klinopiroksen (e-f), kristal kenar – cam (a,c,e), merkez – tüm kayaç (b,d,f) termobarometre sıcaklık (T °C) – basınç (P kbar) tahminleri (hata çubukları ilgili eşitliğin deneysel veri setine dayalı tahmini standart hatasına göredir; eşitlik ve denge sınamalarına ait detaylı bilgi ve referanslar metin içeresinde verilmiştir; eşt., eşitlik, göz.: gözlemlenen, hes.: hesaplanan, En-Fs: Enstatit-Ferrosillit, Di-Hd: Diyopsit-Hedenberjit). 103

Şekil 9.4. Dengesizlik emareleri taşıyan plajiyoklaz ve köşeli/prizmatik plajiyoklaz fenokristallerinin merkez(a)/orta(b) – tüm kayaç denge dağılımları. 108

Şekil 9.5. Tozlu/elek dokulu plajiyoklaz fenokristallerinde SEM – BSD görüntüsü üzerinde sarı hat boyunca, farklı kristal bölgeleri için X_{An} (mol %) ve Na, Al, Ca, Si elementleri kütlece % değişimleri. Kapanımlar için parlak beyaz – koyu gri renkler sırasıyla cpx ± Fe-Ti oks ve camı temsil eder (ölçek element değişim diyagramlarında sarı hat için verilmiştir). . 109

Şekil 9.6. Plajiyoklaz kenar/mikro kristal – cam (a), merkez – tüm kayaç (b) termobarometresi, plajiyoklaz doygunluk termometresi ve higrometresi, iki piroksen kenar – kenar (c) ve amfibol – plajiyoklaz

kenar – kenar (d) termobarometresi tahminleri ve denge sınama diyagramları (hata çubukları ilgili eşitliğin deneysel veri setine dayalı tahmini standart hata değerine göredir; eşitlik ve denge sınamalarına ait detaylı bilgi ve referanslar metin içeresinde verilmiştir). 113

Şekil 10.1. Başlangıç eriyik (Baş.) bileşimleri ve kütle denge yöntemi ile hesaplanan eriyik bileşimlerinin (Hes.) örnekler ile birlikte ana element oksit değişimleri ve her bir kademede uygulanan fraksiyonlanma oranları (semboller Şekil 8.1.'deki gibidir). 118

Şekil 10.2. Başlangıç eriyikten (C0) itibaren, FK (Kad. 1-2-3, a-b-c) - AFK (Kad. 1-2, a-b) ile hesaplanan (Cl) çoklu iz element diyagramları (a-c) ile Ti/Ta-Nb ve Ba/Ta-K (ppm) ikili iz element değişim diyagramları (d-e). 122

Şekil 10.3. Tahmin edilen T (°C) – P (kbar) (a), T (°C) – H_2O (ağ.%) (b) ve P (kbar) – H_2O (ağ.%) (c) değerlerinin bölgelere göre çekirdek yoğunluk tahmini ("Kernel Density") dağılım gösterimleri (iki oksit termometresi hariç tutulmuştur, olivin – spinel termometresi (1306 – 1249 °C) ile olivin – eriyik (1229 – 1091 °C) için tahmin edilen sıcaklık değerleri, artan T (°C)'ye karşı P (kbar) gradyanına göre yüksekten düşüğe, sırasıyla, 10 – 9,5 – 9 – 8,5 – 7,87 – 7,25 – 6,62 – 6 kbar tahmini basınç değerleri tanımlanmıştır). 127

Şekil 10.4. Tozlu/elek dokulu ve köşeli/prizmatik plajiyoklaz feno/mikrofenokristallerinin (ϕ >200 μm) sırasıyla merkez – orta bölgelerine göre (Eşt. 26; Putirka (2008)) (a-b) ve plajiyoklaz higrometresine (Eşt. 25b; Putirka (2008) göre hesaplanan tahmini su (H_2O ağ. %) içerikleri (c-d) kernel yoğunlukları (kristal türleri için mineral – eriyik denge şartı aranmamıştır). 128

Şekil 10.5. T (°C) - P (kbar) grafiğinde, tüm kayaç Ni - Th (ppm) içeriklerinin (mavi noktalar) enterpole (kübik spline) edilmiş kontur haritaları (Develidağ, Kurtdağ, Susuzdağ, Hoduldağ V.B. a,c,e,g, Ni, b,d,f,g, Th). 131

Şekil 10.6. pMELTS ile hesaplanan ilksel eriyik, izobarik ve polibarik frak. eriyik bileşimlerinin ağ. % SiO_2'ye karşı ana element oksit değelerinin doğal

bileşimlerle (S/B semboller Şekil 8.1.'deki gibidir) karşılaştırılması. 137

Şekil 10.7. a) pMELTS hesaplamalarında fraksiyonlanan mineral fazlarının sıcaklığa göre kutu grafiği dağılımları (spinel/Fe-Ti oksit sıcaklık yüksekten düşüğe doğru, sırasıyla, spinel – manyetit – ulvöspinel olarak değişmektedir). b) pMELTS hesaplanan eriyik fraksiyonun viskozite ($log10$ poise), yoğunluk (gr/cm^3) ve su içeriği (ağ. % H_2O) kutu grafiği dağılımları. 139

Şekil 10.8. NAB-KAS bazaltlarının (≤ 52 ağ. % SiO_2), La/Sm_{KN}'ye karşı (a) Zr/Nb, (b) Sr/Y, (c) Dy/Dy* ve (d) Ti/Ti* (ppm) dağılımları. La/Sm_{KN}'ye karşı Dy/Dy* ve Ti/Ti*, Davidson ve ark. (2012)'dan değiştirilerek alınmıştır. Kesikli çizgili oklar, belirtilen fazların (granat, Grt; klinopiroksen, Cpx; Rutil, Rut; Filogopit, Flg; Amfibol, Amf; Plajiyoklaz, Pl; Apatit, Ap; Manyetit, Mag;) Ortalama Tüketilmiş MORB Benzeri Manto'dan (Ort. DMM; Workman ve Hart (2005)) belirtilen oranlarda eksilmesinde eriyik bileşiminin değişimini gösterir (KD, Rollinson (1993)'dan derlenmiştir). OAVP bazaltları (≤ 52 ağ. % SiO_2), Notsu ve ark. (1995); Kürkçüoglu ve ark. (1998); Şen ve ark. (2004); Güçtekin ve Köprübaşı (2009); Reid ve ark. (2017); Di Giuseppe ve ark. (2018); Dogan-Kulahci ve ark. (2018); Uslular ve Gençalioğlu-Kuşcu (2019)'dan alınmıştır. MORB, OIB, Kula, Hawaii bazaltları (≤ 52 ağ. % SiO_2), GEOROC ve EarthChem veri tabanlarından (08/04/2021 ve 08/02/2020) sağlanmışıtır. E-MORB, ort. OIB, N-MORB, Sun ve McDonough (1989); ort. GLOSS, Plank ve Langmuir (1998); EMS, Klaver ve ark. (2015); AUM, Reid ve ark. (2017)'den alınmıştır. ... 142

Şekil 10.9. KAS - NAB bazaltlarının (≤ 52 SiO_2 ağ. %) manto köken litolojilerine yaklaşımda bulunmak amacıyla (Zn/Fe)x10^4'ye (Le Roux ve ark., 2011) karşı Tb/Yb_N (Wang ve ark., 2002) değiştirilerek FC3MS (FeO/CaO-3xMgO/SiO_2)'ye karşı sırasıyla, Mg#*100 (b) ve La/Yb (c), (Yang ve Zhou, 2013) diyagramlarında karşılaştırma amacıyla Okyanus Ortası Sırt (MORB), Okyanus Adası (OIB), Hawaii, Kula, OAVP bazaltları ve Ortalama Tüketilmiş MORB Benzeri Manto (Ort. DMM; Workman ve Hart (2005)) ile birlikte gösterilmiştir (granat

peridotit ve piroksenit ergime ve fraksiyonel kristalleşme (fk) - dengeli kristalleşme (dk) hesaplamalarına ait değişim eğrileri Yang ve Zhou (2013)'dan alınmıştır, diğer örnek grupları için referanslar Şekil 10.8.'deki gibidir)..... 144

Şekil 10.10. NAB-KAS bazaltlarının (≤ 52 ağ. % SiO_2), La/Sm_{KN}'ye karşı (a) Ba/Th (ppm) ve (b) Nb/Yb (ppm)'a karşı Th/Yb (ppm) dağılımları. AUM ve dalma-batma ile zenginleşmiş manto (SMM) bileşimleri, ada yayı toleyitik bazaltlarına ait kesikli çizgi sınır ile birlikte Reid ve ark. (2017)'den alınmıştır. N-MORB – EMS (>7 My ve ~5,5 My için; Klaver ve ark. (2015)'dan alınmıştır) karışımı %4,5'lik artış ile maksimum %45'lik değişim eğrisi pembe çizgi ve kutucuklarla gösterilmektedir. Kahve renkli çizi ile sınırlandırılan alanlar sırasıyla, N-MORB – SMM, AUM – SMM ve E-MORB – EMS > 7 My, karışım eğrilerinin oluşturduğu alanı temsil eder. Dalan levha altı zenginleşmiş manto (SSEM; Klaver ve ark. (2016)) bileşeni dışında diğer alanlar ve bileşimler Şekil 10.8.'deki gibidir. 145

Şekil 10.11. Sultansazlığı Havzası kenarı Miyo-Pliyosen – Pleyistosen bazalt – bazaltik andezitlerinin (≤ ağ. %56 SiO_2) Ba/Th (a) ve Th/Yb (b) değerlerinin yerel ağırlıklı dağılım grafiği düzeltmesi (Lowess) ile enterpole edilmiş, renkli kontur haritasının DYM üzerine yansıtılmış görünümü (temsili yaş aralıkları detaylı bilgi için Ana başlık 4'e ve Şekil 1.2.'ye bakınız, koordinat sistemi UTM 36N WGS84, metre)..... 148

Şekil 10.12. a-c) Sultansazlığı Havzası Miyo-Pliyosen magmalarının rezervuar şekilleri ve kökensel değişimini etkileyen jeodinamik süreçlerin şematize edilmiş gösterimi (sublitosferik manto, dalan okyanusal levha Rabayrol ve ark. (2019a), AKLM ve okyanusal levha eriyikleri Reid ve ark. (2017)'den esinlenilmiştir, detaylı bilgi metindedir). 150

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Sultansazlığı Havza kenarı Miyo-Pliyosen, Pliyo-Pleyistosen efüzif ürünlerinde Şekil 1.2.'de değinilen önceki çalışmalara ait radyometrik yaş verisi (My), hata değerleri, koordinatları (UTM 36N WGS 84), litoloji, metod ve ait oldukları V.B. / Sistem bilgisi ile birlikte (iki farklı V.B. Sistem arasında bulunma durumunda "–" ile ayrılmıştır, Di Giuseppe ve ark. (2018)'na ait yaş verisi yazarın radyojenik izotop değerlerini doğrulamak için referans aldığı değere göredir). 9

Çizelge 5.1. Na-alkalen bazalt (NAB) ve kalk-alkalen seri bazalt – bazaltik andezitler temsili tüm kayaç element konsantrasyonları ve CIPW normatif bileşimleri (Develi, Develidağ, Volk., Volkanı; Sist., Sistemi). 39

Çizelge 5.2. Kalk-alkalen seri andezit temsili tüm kayaç ana/iz element değerleri ve CIPW normatif bileşimleri (Tekke, Tekkedağ; Seksen, Seksenveren; Volk., Volkanı; Sist., Sistemi)..... 40

Çizelge 5.3. Kalk-alkalen seri dasit temsili tüm kayaç ana/iz element değerleri ve CIPW normatif bileşimleri (Tekke, Tekkedağ; Seksen, Seksenveren; Volk., Volkanı; Sist., Sistemi). 41

Çizelge 7.1. Olivin kristallerine ait temsili merkez (mk.) – kenar (kn.) bölge analizleri ile 4 oksijen anyonuna göre hesaplanmış formül başına atom katyonik değerleri (Ö.N., örnek numarası; küm, kümülat; Fo, Forsterit (mol%); Fa, Fayalit (mol%); Tf, Tefroyit (mol%)). 51

Çizelge 7.2. Piroksen grubu referans merkez-kenar bileşimleri ile 6 oksijen anyonuna göre hesaplanmış formül başına atom katyonik değerleri. 55

Çizelge 7.3. Feldispat gurubu minerallerinin referans merkez (mk.) – orta (ort.) - kenar (kn.) bileşimleri ve formül başına atom katyonik değerleri..... 63

Çizelge 7.4. Fe-Ti oksit grubu minerallere ait ana element oksit değerleri ile birlikte Ti-/manyetit (Usp) ve ilmenit (İlm) için sırasıyla, 4 ve 3 oksijen

anyonuna göre hesaplanmış formül başına atom katyonik değerleri. 71

Çizelge 7.5. KAS'da Al-Cr ve Fe-Ti spinel alt grubu minerallerine ait ana element oksit ve katyonik değerleri ile molar spinel grup uç üyelerine ait oranlar (uç üyelere ait katyonik değerler, stokiyometrik Fe^{+2} ve Fe^{3+} bileşimleri 4 oksijen anyonuna göre Ferracutti ve ark. (2015)'nın "End Members Generator" isimli uygulaması üzerinden 11 spinel uç üyesi için hesaplanmıştır)..... 75

Çizelge 7.6. Amfibol grubu minerallerin merkez (mk.) – kenar (kn.) ana element oksit değerleri ve 24 oksijen anyonuna göre Hawthorne ve ark. (2012)'na uygun şekilde hesaplanmış katyonik değerleri. 78

Çizelge 7.7. Mika minerallerine ait referans ana element oksit değerleri ve hesaplanan katyonik oranları. 83

Çizelge 7.8. Apatit mineralleri kalitatif ağ. % ana element içerikleri. 83

Çizelge 7.9. Sfen kristallerine ait ağ. % ana element oksit değerleri ile 4 Si iyonuna göre hesaplanmış formül başına katyonik değerleri (Fe^{2+}/Fe^{3+} ayrımı için $Fe^{3+}/Fe_{(t)}$ = 0,1 olarak kabul edilmiştir). 84

Çizelge 9.1. İki-oksit sıcaklık (T °C) ve oksijen fugasitesi ($log\ fO2$) tahminleri. 97

Çizelge 9.2. Olivin – spinel eşleri, ana element oksit değerleri ile birlikte, Wan ve ark. (2008) Eşt. 3'e göre sıcaklık (°C) tahminleri. 101

Çizelge 9.3. Olivin – tüm kayaç eşleri, ana element oksit değerleri ve sıcaklık tahminleri (eşitliklere ait referanslar metin içerisinde verilmiştir). ... 104

Çizelge 9.4. Ortopiroksen – cam ve tüm kayaç eşleri, ana element oksit değerleri ve sıcaklık tahminleri (T (°C) – P (kbar) eşitliklerine ait referanslar metinde verilmiştir)..... 105

Çizelge 9.5. Klinopiroksen kenar – cam eşleri, ana element oksit değerleri ve sıcaklık T (°C) – basınç P(kbar) tahminleri (ort: ortalama). 106

Çizelge 9.6. Temsili, klinopiroksen merkez – tüm kayaç eşleri, ana element oksit değerleri ve sıcaklık T (°C) – basınç P (kbar) tahminleri. 107

Çizelge 9.7. Temsili, plajiyoklaz kenar / mikrokristal – cam eşleri, ana element oksit değerleri ve sıcaklık T (°C) – basınç P (kbar) tahminleri. 111

Çizelge 9.8. Temsili, plajiyoklaz merkez / orta – tüm kayaç eşleri, ana element oksit değerleri ve sıcaklık T (°C) – basınç P (kbar) tahminleri. 112

Çizelge 9.9. Temsili, klinopiroksen – ortopiroksen eşleri, ana element oksit değerleri ile sıcaklık T (°C) – basınç P (kbar) tahminleri..... 114

Çizelge 9.10. Temsili, amfibol – plajiyoklaz eşleri ve T (°C) – P(kbar) tahminleri. 114

Çizelge 10.1. En küçük kareler ($\sum R^2$) – kütle denge hesaplamalarında her bir kademe için mineral oranları, mineral bileşimleri, başlangıç ve hesaplanan eriyik bileşimlerine ait ana element oksit değerleri ("(y)" ve "(d)" olarak belirtilmiş ana element oksit değerleri dışında kullanılan mineral bileşimleri kristal merkez, ortalama değerleridir)..... 117

Çizelge 10.2. Her bir kademe için (kad., 1-2-3) FK – AFK iz element hesaplamaları boyunca ilgili mineral türü için kullanılan paylaşım katsayıları (KD), mineral oranları, başlangıç (C0) – hesaplanan eriyik (Cl) ve AFK için asimile olan materyale (ÜKK; Taylor ve McLennan (1995)) ait iz element bileşimleri (kd değerlerinde üst simge parantez içindeki numaralar dipnotta ilgili kd'nin alındığı referansa aittir, referanslar kaynaklar bölümüne eklenmiştir, Kd değerleri Ho, Tb, Tm haricinde ilgili kayaç grubuna (bazalt-bazaltik andezit – andezit – dasit) göre seçilmiştir). 123

Çizelge 10.3. Amoeba Rutin ilksel eriyik hesabında referans ve hedef olarak tanımlanan eriyik bileşimleri ile birlikte hesaplanan ilksel eriyik bileşimi, ilerleyen izobarik fraksiyonlanma ile hesaplanan son eriyik fraksiyonu ve fraksiyonlanma boyunca hesaplanan mineral fazlarının ilgili sıcaklık değerindeki ilksel bileşimleri (referans ve hedef eriyik bileşimleri için Fe^{+3}/Fe^{+2} redoks hesaplamaları 1 GPa sabit basınç ve KFM $log\ fO2$ koşulları için tanımlı sıcaklık değerlerinde Kress ve Carmichael (1991)'in hesaplamasına göredir)..... 133

KISALTMALAR

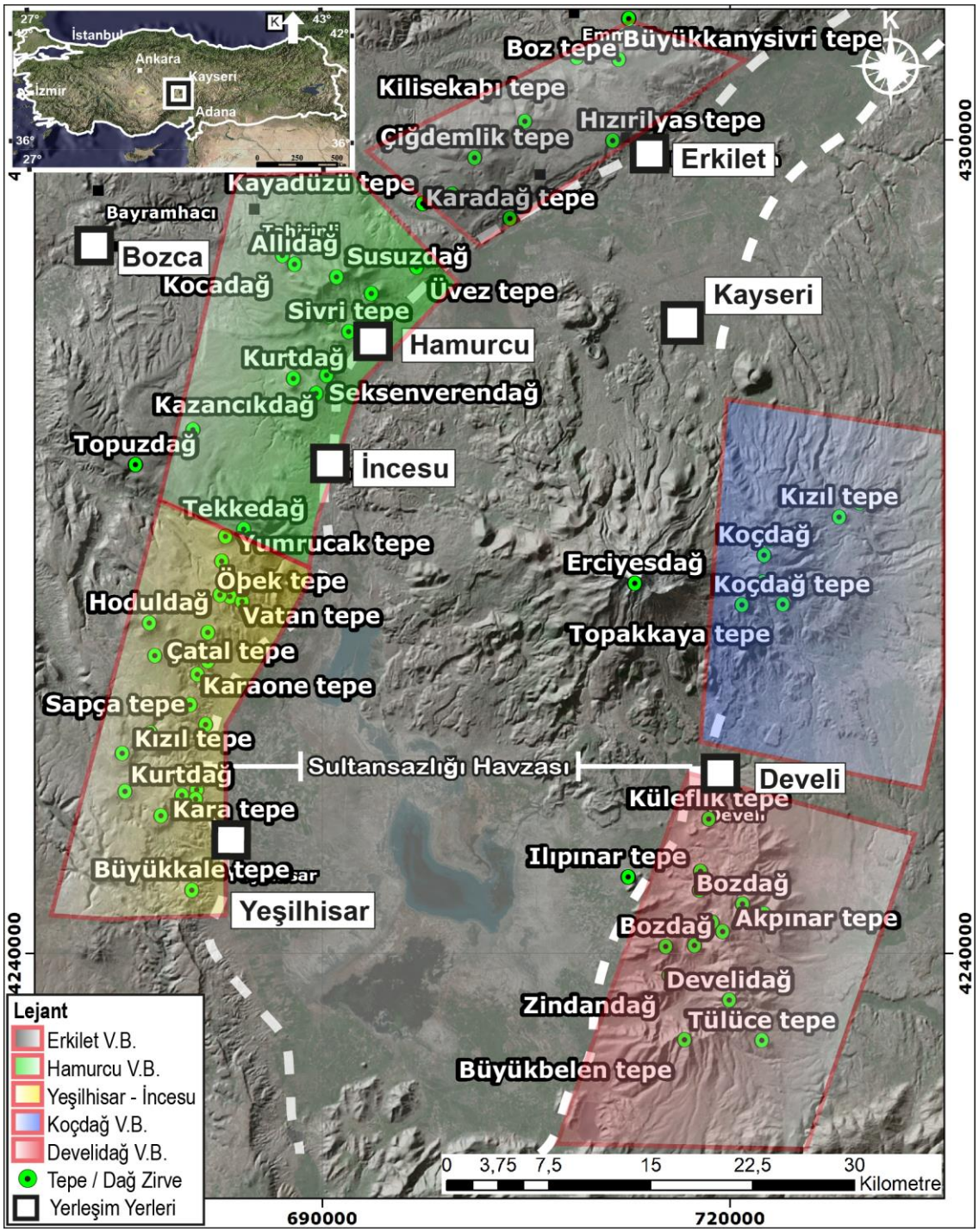
My	milyon yıl
By	bin yıl
Yy	yüz yıl
ppm	milyonda bir
DYM	dijital yükseklik modeli
SEM	taramalı elektron mikroskobu
SE	ikincil elektron
BSD	geri saçınan elektron detektörü
EDS	X-Işını enerji dağılım spektrometresi
LILE	büyük iyon litofil elementler
HFSE	yüksek iyonik alan kuvvetine sahip elementler
ağ.	ağırlıkça
amp	amfibol
ap	apatit
bt/phl	biyotit/filogopit
mc	mika
cpx	klinopiroksen
opx	ortopiroksen
ol	olivin
op	opak / Fe-Ti oksit
Fe-Ti ox.	Fe-Ti oksit
mag	Ti-/manyetit
pl	plajiyoklaz
qz	kuvars
sph	sfen
ves	gözenek/vezikül
kfs	alkali feldispat
AFK	asimilasyon fraksiyonel kristalleşme
FK	fraksiyonel kristalleşme
OAFZ	Orta Anadolu Fay Zonu
OAVP	Orta Anadolu Volkanik Bölgesi

OAYP	Orta Anadolu Yüksek Platosu
AKLM	Alt-kıtasal Litosferik Manto
WGS	Dünya Jeodetik Sistemi
UTM	Evrensel Enlem Merkatörü
T	sıcaklık (°C)
P	basınç (kbar)
GPa	Gigapascal
KFM	kuvars-fayalit-manyetit reaksiyon kuşağı
NNO	nikel – nikel oksit reaksiyon kuşağı
KAS	kalk-alkalen seri
NAB	Na-alkalen bazalt
BBA	bazalt-bazaltik andezit
AND	andezit
DA	dasit
f.b.a.	formül başına atom
Hyp	hipersiten
Nph	nefelin
SI	saturasyon indeksi
ign.	ignimbirit
TAS	toplam alkali – silis
TSH	tahmini standart hata
A.K.	ateşte kayıp
KN	kondrit
PM	primitif manto
OIB	okyanus ada bazaltları
MORB	okyanus ortası sırtı bazaltları
N-MORB	normal okyanus ortası sırtı bazaltları
E-MORB	zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları
DMM	tüketilmiş MORB benzeri manto
SSEM	levha altı zenginleşmiş manto
EMS	Doğu Akdeniz sedimanları
AUM	çevresel üst manto
SMM	dalan levha ile değişeme uğramış manto

1. GİRİŞ

Sultansazlığı Havzası (Kayseri), Orta Anadolu Fay Zonu (OAFZ; Koçyiğit ve Beyhan (1998), veya Ecemiş Fay Kuşağının; Yetis (1984)) üzerinde, muhtelif volkanik merkezlerden Üst-Miyosen - Pliyosen (Miyo-Pliyosen) zaman aralığında türemiş volkanik ürünlerinin oluşturduğu istifi, K-G boyunca birbirinden ayıran bir çöküntü alanıdır (Şekil 1.1.). Bu alanın, başlıca batısı olmak üzere, görece sınırlı alanda doğusunda bulunan, Orta Miyosen-Kuvaterner (≤ ~10 My; Aydar ve ark. (2012)) boyunca depolanmış volkanik ürünler ve ardalanmalı sedimanter seviyeler ile temsil edilen bölge, Orta Anadolu Volkanik Provensi (OAVP) olarak anılır (Toprak ve Göncüoğlu, 1993; Koçyiğit ve Beyhan, 1998; Toprak, 1998; Aydar ve ark., 2012; Aydar ve ark., 2013; Koçyiğit ve Doğan, 2016).

OAVP'nin doğu sınırında, Sultansazlığı Havzası kenarı boyunca, kuzeyden güneye, sırasıyla, Erkilet lavları, Bozca, Susuzdağ, Seksenveren lavları/lav domları ve piroklastikler ile kuzeyde; Topuzdağ-Tekkedağ, Hoduldağ – Büyükkale Tepe, Kurtdağ lav domları/lavları ve piroklastik ürünleri ile batıda; Erciyes Dağ Stratovolkanı, Koçdağ ve Develidağ Volkanına ait lavlar, lav domları ve piroklastik ürünleri ile doğuda, temsil edilen ve gölsel seviye ara katmanlarından oluşan istif, Orta-Üst Miyosen – Kuvaterner (≤ ~12 My) zaman aralığında oluşmuştur (Pasquarè, 1968; Ayranci, 1969; Innocenti ve ark., 1975; Pasquarè ve ark., 1988; Aydar ve ark., 1995; Notsu ve ark., 1995; Kürkçüoglu ve ark., 1998; Toprak, 1998; Türkecan ve ark., 1998; Dönmez ve ark., 2003; Şen ve ark., 2003; Koralay, 2010; Kürkcüoglu, 2010; Higgins ve ark., 2015; Türkecan, 2015; Dogan-Kulahci ve ark., 2018; Aluç ve ark., 2020; Furman ve ark., 2021) (Şekil 1.1.).



Şekil 1.1. a) Çalışma bölgesi yer bulduru haritası (derece-dakika). b) Sultansazlığı Havzası kenarlarında yer alan volkanik bölgeler (sırasıyla kuzeyden güneye; Erkilet, Hamurcu, Yeşilhisar-İncesu, Koçdağ, Develidağ) ve muhtelif çıkış merkezlerini temsil eden tepe/dağ zirve noktaları ile yerleşim yerleri haritası (UTM 36N, WGS84, metre), yapay ışıklandırılmış dijital yükseklik modeli (DYM) ve Google Earth uydu görüntüsü ile birlikte gösterilmektedir.

1.1. Önceki Çalışmalar

OAVP'de muhtelif volkanik merkezlerin volkanostratigrafisi, petrografisi ve ağırlıklı olarak jeokimyasal ve jeokronolojik karakteristikleri; Beekman (1963); Sassano (1964); Beekman (1966); Pasquarè (1968); Ayranci (1969); Innocenti ve ark. (1975); Besang ve ark. (1977); Pasquarè ve ark. (1988); Schumacher ve ark. (1992); Temel (1992); Bigazzi ve ark. (1993); Le Pennec ve ark. (1994); Aydar ve ark. (1995); Notsu ve ark. (1995); Şen ve ark. (2003); Aydar ve ark. (2012); Aydar ve ark. (2013) tarafından çalışılmıştır. Bölgede uzamsal olarak volkanik faaliyet ve tektonizma ilişkisini inceleyen çalışmalar, Toprak ve Göncüoğlu (1993); Toprak ve ark. (1994); Toprak (1996); Dhont ve ark. (1998); Toprak (1998); Dirik (2001); Rabayrol (2018); Rabayrol ve ark. (2019a) tarafından yürütülmüştür. OAVP içerisinde yer alan ve tez kapsamında incelenen volkanik ürünler, doğuda Erciyes Dağı Stratovolkanı ile sınırlanan Sultansazlığı Havzasının, GD'sindeki Develidağ Volkanı, Koçdağ Kalderası; B-KB sınırında bulunan Yeşilhisar-İncesu-Erkilet hattı boyunca gözlenen başlıca efüzif volkanik ürünler olmak üzere sınırlı alanda gözlenen patlamalı (eksplozif) volkanik ürünler, Pasquarè (1968); Notsu ve ark. (1995); Türkecan ve ark. (1998); Dönmez ve ark. (2003); Şen ve ark. (2003); Kürkcüoglu (2008); Koralay (2010); Kürkcüoglu (2010); Aydar ve ark. (2012); Higgins ve ark. (2015); Sebahattin ve ark. (2015); Rabayrol (2018); Rabayrol ve ark. (2019b); Aluç ve ark. (2020); Furman ve ark. (2021) tarafından genellikle jeokimyasal ve jeokronolojik veri ağırlıklı, incelemelere konu olmuştur.

Başlıca Develidağ Volkanı, Yeşilhisar-İncesu Volkanik Bölgesi, Koçdağ ve Susuzdağ Volkanı ve bu volkanik merkezlerle ilişkili ürünleri konu edinen çalışmaların bazıları şu şekilde özetlenebilir;

Pasquarè (1968), OAVP'de yer alan Senozoik yaşlı volkanik ürünleri petrografik niteliklerine göre tanımlamış, dağılımlarını haritalamış ve stratigrafideki konumları ile birlikte tip lokasyonlarını belirleyerek volkanik ürünlerin bir bölümü için patlama merkezi önermiştir. İnceleme bölgesinde yer alan ve Yeşilhisar-Erkilet-İncesu hattı boyunca Sultansazlığı Havzasının B-KB sınırında gözlemlenen efüzif volkanik ürünleri petrografik benzerliklerine göre sınıflandırmıştır.

Innocenti ve ark. (1975), Orta Anadolu Volkanik Provensinde etkili olan volkanizmanın Orta Miyosen'de başladığını, Afro-Arap plakasının Avrupa-Avrasya plakasının altına dalmasıyla birlikte volkanizmanın kalk-alkali karaktere büründüğünü, ilk olarak Pasquarè (1968)'nin tanımladığı Ürgüp formasyonu içerisindeki efüzif ve eksplozif volkanik ürünlerden gerçekleştirdiği K/Ar yaş tayinleriyle desteklemiştir.

Besang ve ark. (1977), Orta Anadolu Volkanik Provensinde volkanizmanın Üst Miyosen'den itibaren efüzif ürünlerle başladığını, faaliyetin Alt Pliyosen'e kadar farklı evrelerden ve farklı volkanik patlama ürünleri oluşturacak şekilde devam ettiğini, radyometrik yaş tayinleri ile belirlemiştir.

Pasquarè ve ark. (1988), Orta Anadolu Volkanizmasının Üst Miyosen'den itibaren Anatolit kuşağında etkili olan tektonik çöküntü alanları ile ilişkili olarak geliştiğini, özellikle genç volkanizmanın (Kuvaterner) Tuz Gölü ve Sultansazlığı gibi büyük çöküntü alanlarını etkileyen BGB–DKD yönelime sahip doğrultu atımlı faylarla kontrol edildiğinin üzerinde durmuştur. Çalışmasını kıtasal yay volkanizması ve etkin tektonik kuvvetler üzerine kuran Pasquarè ve ark. (1988), Orta Anadolu'da gözlenen kalk-alkalen volkanizmanın Eosen – Üst Miyosen zaman aralığında aktif olan güney yönelimli normal fayların oluşturduğu ön çukur havzalarında, özellikle de Anadolu Plakasının bu fayların kontrolünde batı yönlü hareketi ile geliştiğini belirtmiştir. Çalışmasında, yapısal analizler kapsamında belirlediği çizgisellikleri volkanik alanlar ve önemli volkanik merkezler ile deneştirmiştir. Bu kapsamda, Sultansazlığı Havzasının iki kenarında bulunan volkanik merkezler, sol yanal doğrultu atımlı tektonik unsurlardan biri olan Ecemiş fay hattı ile ilişkilendirilmiş, Sultansazlığı Havzası ise K50-80º ve K100-120° doğrultulu kırık ve fay sistemlerinin kontrolünde meydana gelmiş bir çek-ayır havzası olarak tanımlanmıştır.

Notsu ve ark. (1995), Doğu-Orta-Batı Anadolu'da, Neojen-Kuvaterner yaşlı, muhtelif volkanik merkezlere ait örnekler üzerinde ana, iz element ve izotop ($^{87}Sr/^{86}Sr$) analizleri gerçekleştirmiştir. Volkanizmanın kaynağını ve etkin magmatik süreçleri belirlemeye çalışmıştır. Çalışmasında özellikle, büyük iyon litofil elementlerce (LILE) zengin içeriği ile Erciyes Dağı Stratovolkanı andezitik

lavlarının dalma-batma ilişkisinden çok, aynı kökene sahip kalk-alkali karakterdeki ilksel bazaltik magmanın fraksiyonel kristalleşmesi sonucunda türediği üzerinde durmuştur. Erciyes Dağı andezitik lavlarının yüksek LILE içeriğine karşılık yüksek iyonik alan kuvvetine (HFS) sahip elementlerce yeterince tüketilmiş olmaması nedeniyle, orta Anadolu kalk-alkalen volkanizmasının oluşumu için dalan okyanusal levhanın varlığının gerekmediğine vurgu yapmıştır.

Toprak ve Göncüoğlu (1993), Ecemiş fay zonunun (OAFZ) batı kolunu oluşturan Yeşilhisar fayının düşey yönlü hareketi boyunca temel kayaçları ile Kuvaterner yaşlı kayaçların K-G doğrultusunda ayırdığını belirtilmiştir. Çalışmanın ana hatlarını, fay sistemlerini oluşturan fay doğrultularını ve üzerlerindeki volkanik merkezleri tanımlamaya yönelik oluşturan Toprak ve Göncüoğlu (1993), OAVP'nin oluşumunda etkin olan kritik zaman aralıklarını, volkanik ürünlerin yaşlarına göre, Erken – Orta Miyosen, Orta Miyosen – Erken Pliyosen ve Geç Pliyosen – Kuvaterner olarak üç gruba ayırmıştır. Sultansazlığı Havzasının doğu-batı sınırını meydana getiren sırasıyla Ecemiş fay zonu ile Yeşilhisar fay segmentini, Erken – Orta Miyosen grubuna dâhil eden Toprak ve Göncüoğlu (1993), bu fayların Yetis (1984) tarafından Orta Eosen'den yaşlı olarak tanımlandıklarını ve OAVP bölgesini deforme eden ilk doğrultu atımlı faylardan olduklarını öne sürmüştür. İlk evrede gerçekleşen deformasyon sonucunda derin yarıkların, sırtların ve çöküntü alanlarının Oligo-Miyosen yaşlı temel kayaçları üzerinde oluşmaya başladıklarını, bu evrede oluşan K-G doğrultusundaki morfolojik unsurların Orta Miyosen – Erken Pliyosen evresinde normal faylarla kesildiğini belirlemiştir.

Aydar ve ark. (1995), Kuvaterner volkanik merkezlerini yapısal özelliklerine göre sınıflandırmış, Erciyes Dağı, Hasan Dağı gibi Stratovolkanların ve muhtelif monojenetik volkanik merkezlerin ürünlerini petrografik ve jeokimyasal özelliklerine göre sınıflandırmışlardır. Çalışmaya göre stratovolkanların, jeokimyasal olarak geniş spektrumlu, bazalttan riyolite kadar bütün kalk-alkali karakterdeki volkanik seriyi ürettiklerini, buna karşılık monojenetik volkanik merkezlere ait ürünlerin bimodal volkanizmanın örneği olan bazaltik veya riyolitik ürünler sergilediklerini belirtmişledir. Alkali volkanizmanın, tipik kıta içi bazaltlarına benzer mineralojik bileşimde olduğunu ve daha çok monojenetik

volkanik merkezlere ait bazaltik ürünler ile temsil edildiğini, bu ürünlerin de kalk-alkalen volkanizma ile eş zamanlı geliştiklerini vurgulamışlardır. Gerek petrografik gerek jeokimyasal ve volkanolojik karakteristikleri bakımından hem alkali hem de kalk-alkali volkanizma ile temsil edilen orta Anadolu Kuvaterner volkanizmasının çarpışma sonrası tektonizma ile ilişkili olabileceklerini öne sürmüşlerdir.

Toprak (1998), Kapadokya Volkanik Provensi'nde (KVP) etkin olan fay sistemlerini Toprak ve Göncüoğlu (1993) ile benzer şekilde, Tuz Gölü – Ecemiş fay sistemi ve KVP fay sistemi olarak ikiye ayırmıştır. KVP'de Erken-Orta Miyosen döneminde yalnızca Tuz Gölü-Ecemiş fay sisteminin aktif olduğunu, bu faaliyetin doğu Akdeniz'deki K-G yönlü sıkışma rejiminin bir parçası olarak, sırasıyla, Üst Kretase ve Paleosen-Eosen evresinde başladığını belirtmiştir. Bölgeyi, Orta Miyosen-Erken Pliyosen evresinde etkileyen ve Tuz Gölü-Ecemiş fay sistemini dik kesen, KVP fay sisteminin, bölgedeki kalın piroklastik ve gölsel çökel depolanma ortamını oluşturacak şekilde ana çöküntü havzalarının gelişmesini sağladığını öne sürmüştür.

Platzman ve ark. (1998), OAVP'de volkanik ürünler üzerinden 50 farklı lokasyona ait paleo-manyetizma ve tüm kayaç K-Ar yöntemi ile tarihlendirme gerçekleştirmiştir. Bu çalışma ile Orta Anadolu'nun ~10-12 My'lik bir dönemden günümüze kadar saat yönünün tersine hareket ettiğini, hareket hızının 12-5 My arasında, 5 My sonrasına göre, 6,5°/yıl ile daha hızlı olduğunu, bu dönel hareketin Afro-Arap ve Anadolu plakalarının çarpışmasının bir sonucu olduğunu ileri sürmüştür.

Dönmez ve ark. (2003), bölgede Miyosen-Kuvaterner'de oluşmuş volkanik ürünleri mineralojik ve petrografik olarak incelemiş ve literatürde jeokronolojik tarihlendirmesi bulunmayan başlıca efüzif volkanik ürünlerde tüm kayaçtan K-Ar yöntemi ile tarihlendirme gerçekleştirmiştir.

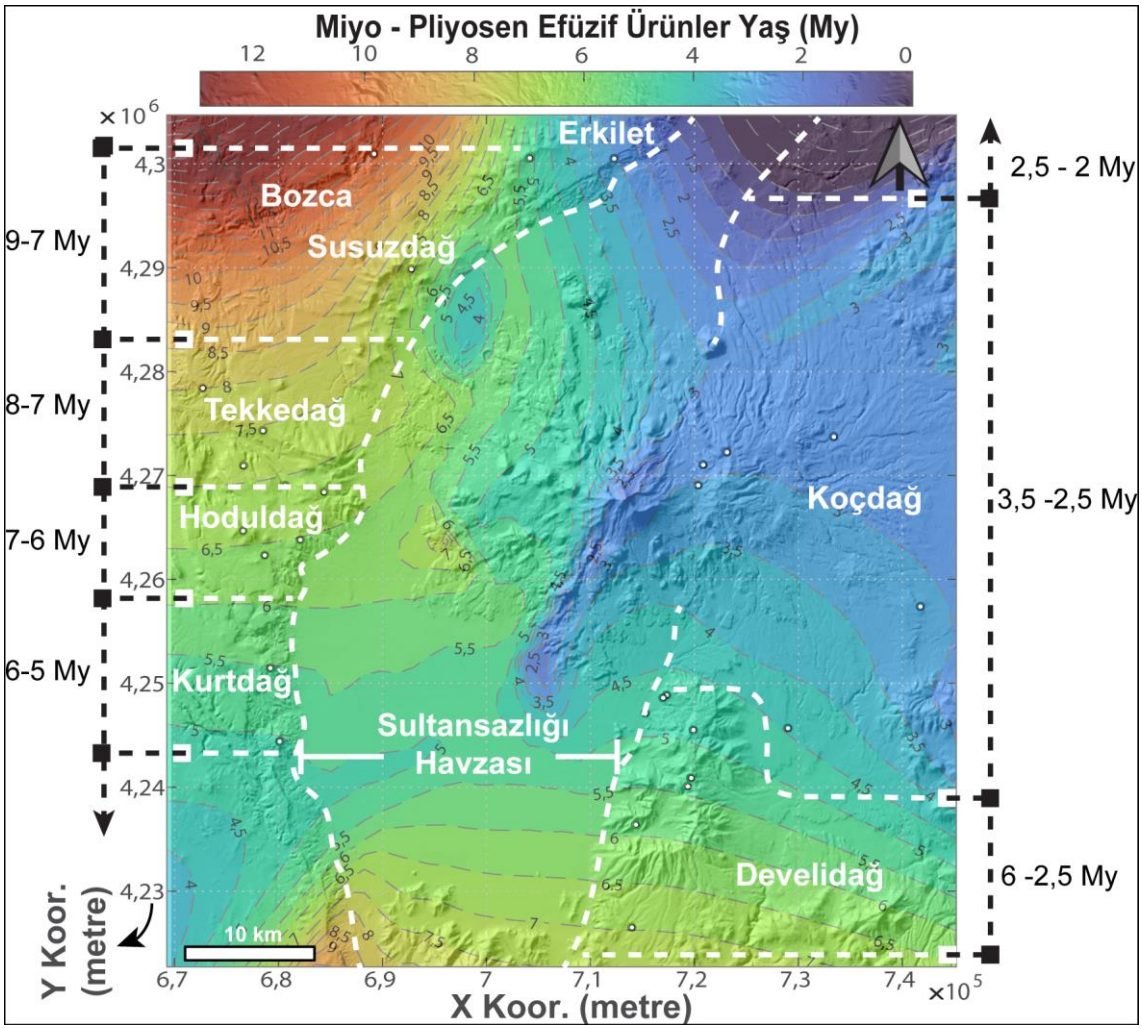
Kürkcüoglu (2010), Sultansazlığı Havzasının GD'sindeki Develi Dağ volkanik ürünlerinin jeokimyasal ve petrolojik köken karakteristiklerini, önemli volkanik merkezlere ait jeokimyasal veri setleri ile karşılaştırmıştır. Ana element değerleri

üzerinden Develi Dağ ürünlerini bazaltik andezit ile andezit olarak iki gruba ayırmış, bölgede yayılım gösteren efüzif ürünlerin oluşumunda, Ecemiş fay zonunun etkili olduğunu savunmuştur.

Koralay (2010), Tekke Dağ volkaniklerini genellikle porfiro-afanitik dokuda ojit andezit olarak tanımlamış ve tüm kayaç ana element analiz sonuçlarına göre örneklerin kalk-alkalen karakteri yansıttığını bu özellikleri ile tipik olarak kıtasal yay volkanizması ürünlerine benzerlik teşkil ettiklerini belirtmiştir.

Aluç ve ark. (2020), Sultansazlığı Havzasının GD sınırında yer alan Develidağ volkanik kompleksi içerisindeki yüksek sülfidasyon epitermal altın cevherleşmesinin KB-GD doğrultusundaki kırık sistemi ile bağlantılı olarak, hornblend amfibolce zengin bazaltik andezitik efüzif ürünler ile ardalanmalı breşik katmanlar içerisinde, merkezde gözlemlenen post-magmatik silisifiye zon ile ilişkili olarak geliştiğini öne sürmüştür.

Önceki çalışmalara ait Miyo-Pliyosen, Pleyistosen (Erkilet lavları) yaşlı efüzif ürünlere ait radyometrik tarihlendirme veri seti (Çizelge 1.1.) Şekil 1.2.'de yerel ağırlıklı dağılım grafiği düzeltmesi (Lowess) ile enterpole edilmiş ve renkli kontur haritası olarak, bölgenin yapay ışıklandırılmış dijital yükseklik modeli (DYM) üzerinde örnek lokasyonları ile birlikte gösterilmiştir (örnek lokasyonları, beyaz noktalar koordinatları Çizelge 1.1.'e göredir).



Şekil 1.2. Sultansazlığı Havza kenarı Miyo-Pliyosen, Pliyo-Pleyistosen efüzif ürünlerinde önceki çalışmalara ait radyometrik yaş verisinin yerel ağırlıklı dağılım grafiği düzeltmesi (Lowess) ile enterpole edilmiş ve renkli kontur haritası olarak yapay ışıklandırılmış dijital yükseklik modeli (DYM) üzerinde, örnek lokasyonları ile birlikte gösterimi (referanslar bölümünde belirtilen yaş verileri ve lokasyonları Çizelge 1.1.'deki gibidir, 12,3 ve 2,2 My için en düşük ve en yüksek uç değerlerin dışında kalan, koyu renkli alanlar, veri olmayan bölümlere karşılık gelmektedir).

Çizelge 1.1. Sultansazlığı Havza kenarı Miyo-Pliyosen, Pliyo-Pleyistosen efüzif ürünlerinde Şekil 1.2.'de değinilen önceki çalışmalara ait radyometrik yaş verisi (My), hata değerleri, koordinatları (UTM 36N WGS 84), litoloji, metot ve ait oldukları V.B. / Sistem bilgisi ile birlikte (iki farklı V.B. Sistem arasında bulunma durumunda "–" ile ayrılmıştır, Di Giuseppe ve ark. (2018)'na ait yaş verisi yazarın radyojenik izotop değerlerini doğrulamak için referans aldığı değere göredir).

X koor.	Y koor.	Referans	Litoloji	Metot	Yaş	Hata	V.B. / Sistem
704175	4300547	Ayranci (1969)	BA	K/Ar T.K.	4,39	0,28	Erkilet
679213	4251467	Innocenti ve ark. (1975)	BBA	K/Ar T.K.	5,00	0,30	Kurtdağ
680104	4244404	Innocenti ve ark. (1975)	BBA	K/Ar T.K.	5,50	0,20	Kurtdağ
680656	4269025	Innocenti ve ark. (1975)	AN	K/Ar T.K.	5,10	0,10	Hoduldağ
672727	4278404	Temel (1992)	BBA	K/Ar T.K.	7,00	0,15	Topuzdağ
720377	4269051	Notsu ve ark. (1995)	DA	K/Ar T.K.	2,54	0,31	Koçdağ
720862	4271007	Notsu ve ark. (1995)	AN	K/Ar T.K.	2,59	0,10	Koçdağ
714387	4236392	Platzman ve ark. (1998)	BBA?	K/Ar T.K.	3,57	1,17	Develidağ
717330	4248839	Dönmez ve ark. (2003)	BBA	K/Ar T.K.	5,30	0,30	Develidağ
678520	4274310	Dönmez ve ark. (2003)	AN	K/Ar T.K.	7,92	0,32	Topuzdağ - Tekkedağ
676597	4264670	Dönmez ve ark. (2003)	DA	K/Ar T.K.	7,00	0,90	Hoduldağ
678680	4262318	Dönmez ve ark. (2003)	BBA	K/Ar T.K.	5,29	0,40	Hoduldağ - Kurtdağ
729010	4245670	Dönmez ve ark. (2003)	BA	K/Ar T.K.	3,89	0,57	Develidağ - Koçdağ
682100	4263804	Dönmez ve ark. (2003)	BA	K/Ar T.K.	6,61	0,31	Hoduldağ - Kurtdağ
715300	4247100	Dönmez ve ark. (2003)	BBA	K/Ar T.K.	5,60	0,30	Develidağ
719910	4245510	Dönmez ve ark. (2003)	BBA	K/Ar T.K.	6,40	1,60	Develidağ
692779	4289851	Dönmez ve ark. (2003)	BBA	K/Ar T.K.	7,40	1,30	Susuzdağ
689678	4292084	Dönmez ve ark. (2003)	BBA	K/Ar T.K.	9,00	0,20	Susuzdağ
689200	4300950	Dönmez ve ark. (2003)	BBA	K/Ar T.K.	12,30	0,30	Bozca (Küllü)
714000	4226500	Dönmez ve ark. (2003)	BBA	K/Ar T.K.	7,90	0,20	Develidağ
676630	4270920	Dönmez ve ark. (2003)	BBA	K/Ar T.K.	8,90	0,03	Hoduldağ - Tekkedağ
733420	4273716	Dönmez ve ark. (2003)	AN	K/Ar T.K.	3,30	0,30	Koçdağ
723150	4272240	Dönmez ve ark. (2003)	AN	K/Ar T.K.	3,30	0,10	Koçdağ
717000	4248600	Dönmez ve ark. (2003)	BBA	K/Ar T.K.	3,10	0,20	Develidağ
712289	4300497	Higgins ve ark. (2015)	BA	Ar/Ar Pl	2,22	0,25	Erkilet
741739	4257383	Di Giuseppe ve ark. (2018)	BBA	Bağıl Nd/Nd	3,00	0,10	Koçdağ
684380	4268386	Rabayrol ve ark. (2019)	Cpx AN	U/Pb Zirkon	7,92	0,14	Tekkedağ
719704	4240878	Rabayrol ve ark. (2019)	Px AN	U/Pb Zirkon	5,36	0,20	Develidağ
719375	4240069	Aluç ve ark. (2020)	Amp BBA	U/Pb Zirkon	5,73	0,06	Develidağ
719677	4240888	Aluç ve ark. (2020)	Pk BBA	U/Pb Zirkon	5,67	0,07	Develidağ

1.2. Amaç ve Mantıksal Temel

Magma oluşumu için temel süreç erimenin gerçekleştiği kaynak ve eriyiklerin yeryüzüne ulaşana kadar geçirdikleri farklılaşma süreçleri ile patlama öncesi koşulların belirlenmesi, modern petrolojinin ana hedeflerindendir. Polijenetik (çoklu köken), kelime anlamı olarak birden çok oluşum süreci sonucunda meydana gelmiş, birden fazla kaynaktan türemiş ve/veya farklı zamanlarda, farklı noktalardan türemiş anlamları taşır (Bates ve Jackson, 1980). Yeryüzünde polijenetik volkanik faaliyetler, eriyik bileşimlerinin değişimlerini ve kabuk içerisindeki yayılımlarını incelemek için eşsizdir (Sigurdsson ve ark., 1999; Gertisser ve Keller, 2003; Putirka ve ark., 2009; Caricchi ve ark., 2015; Rawson ve ark., 2016).

Polijenetik volkanik faaliyet, özellikle aktif kıta kenarında yaygındır (örn., Francalanci ve ark. (2013)) ve süregelen magma terdariği gerektirir (örn., Humphreys ve ark. (2013)). Periyodik olarak yenilenen eriyik paketleri genellikle tüm kıtasal kabuk boyunca göreceli küçük mercekler şeklinde yerleşir (kabuk kat eden magmatik sistemler, TCMS; Cashman ve ark. (2017)'den sonra). TCMS'ye göre, magmatik sistemler açık sistem olarak kabul edilir (örn., Humphreys ve ark. (2006)) ve magma bileşimleri; fraksiyonel kristalleşme (FK, Bowen (1915)), asimilasyon fraksiyonel kristalleşme (AFK, DePaolo (1981)) süreçleri ile birlikte daha derin kökenli, ilksel, erime asimilasyon depolanma homojenizasyon (MASH; Hildreth ve Moorbath (1988)) zon eriyikleri ile farklılaşmış magmaların karışımı sonucunda değişime uğrayabilirler (Hildreth ve Moorbath, 1988; Cashman ve ark., 2017 ve buradaki referanslar). Aktif kıta kenarında, bazikten asidik bileşimlere kadar değişen, kesintisiz magma serilerinin oluşmasında kabuksal malzeme asimilasyonu ve fraksiyonel kristalleşmenin etkisi birçok bağımsız çalışma ile kanıtlanmış olmasına rağmen (bazı örnekler, Villemant, 1988; Neumann ve ark., 1999; Spera ve Bohrson, 2001; Grove ve ark., 2003; Annen ve ark., 2005; Heinonen ve ark., 2019) oluşan magmaların dinamik evrim koşulları genellikle sınırlı olarak tahmin edilebilir (Deering ve Bachmann, 2010; Cashman ve ark., 2017 ve buradaki referanslar).

Neojen-Kuvaterner zaman aralığında, Orta Anadolu Volkanik Provensi'nde, gerek monojenetik (Reid ve ark. (2017); Uslular ve Gençalioğlu-Kuşcu (2019)) gerek münferit polijenetik volkanik merkezlerde (Aydar ve ark. (1995); Deniel ve ark. (1998); Kürkçüoglu ve ark. (1998); Güçtekin ve Köprübaşı (2009); Di Giuseppe ve ark. (2018); Dogan-Kulahci ve ark. (2018) birbirini izleyen kalk-alkalen (orojenik) ve geçişli alkalen – Na-alkalen (anorojenik) magmatik faaliyet, geçtiğimiz birkaç on yıl içerisinde gerçekleşmiş olan bir dizi çalışma ile manto kaynağının zamansal değişimi ve manto heterojenezi olarak nitelendirilmiştir.

Genellikle daha yaşlı, kalk-alkalen magmatik serileri (örn., Deniel ve ark. (1998); Di Giuseppe ve ark. (2018)), belirgin LILE zenginleşmesi ve yüksek iyonik alan kuvvetine sahip element (HFSE) fakirleşmesi gösterdiklerinden çoğunlukla kökensel olarak dalma-batma süreçleri ile değişime uğramış, alt litosferik manto kamasına ait kaynak ile ilişkilendirilmiştir (Pasquarè ve ark., 1988; Notsu ve ark.,

1995; Kürkçüoglu ve ark., 1998; Kürkcüoglu ve ark., 2004; Şen ve ark., 2004; Reid ve ark., 2017; Rabayrol ve ark., 2019b; Uslular ve Gençalioğlu-Kuşcu, 2019). Buna karşılık, geçişli alkalen – Na-alkalen bazaltların görece fakir LILE ve normal-pozitif HFSE sunan E-MORB (zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları) veya kısmen OIB (okyanus ortası bazaltları) benzeri iz element karakteristikleri farklı manto kaynakları ile ilişkilendirilmiştir. Bunlar; (I), MORB benzeri spinel-peridotitik manto kaynağından türemiş eriyiklerin AFK ve FK süreçleri ile belirli oranda farklılaşmış ürünleri (Deniel ve ark., 1998; Kürkcüoglu, 2010); (II), dalan levha altı OIB benzeri (kıta içi astenosferik) eriyikler ile dalma-batma ilişkili değişime uğramış manto kökenine ait eriyiklerin (kalk-alkalen seride ilksel bazaltlar) karışımı (Di Giuseppe ve ark., 2018); (III), kısmen zenginleşmiş üst manto kaynaklı MORB benzeri eriyikler (dalma-batma ilişkili veya deniz sedimanlarıyla zenginleşme) ve OIB benzeri dalan levha altı, kıta içi zenginleşmiş manto kompozisyonuna ait eriyiklerin karışımı (Reid ve ark., 2017; Uslular ve Gençalioğlu-Kuşcu, 2019) şeklinde sıralanabilir.

Orta Anadolu'da, ~10 – 8 My'den (Schildgen ve ark., 2012; Aydar ve ark., 2013; Karaoğlan, 2016) günümüze kadar etkili olan çok evreli kabuk yükselimi (~1-2 km; Schildgen ve ark. (2012), Aydar ve ark. (2013)), dalan levhanın kopması (Faccenna ve ark., 2006; Gans ve ark., 2009; Berk Biryol ve ark., 2011; Schildgen ve ark., 2014) ve litosferin ayrılması veya duraysızlaşması (Bartol ve ark., 2011; Bartol ve ark., 2012; Bartol ve Govers, 2014; Göğüş ve ark., 2017) ile tetiklenmiş eş zamanlı astenosfer yükselmesi ile ilişkilendirilmektedir (Cosentino ve ark., 2012; Schildgen ve ark., 2012; Abgarmi ve ark., 2017). Göreceli düşük manto potansiyel sıcaklıkları (1,1 – 1,7 Gpa için ≤1350 ºC; Reid ve ark. (2017)), görece sığ magma odalarına çoklu mafik magma sokulumlar (5-10 km; Akin ve ark. (2021)), düşük sismik hız değerleri (Pn ≤ 7,8 km/s; Al-Lazki ve ark. (2004); Gans ve ark. (2009); Mutlu ve Karabulut (2011)), yüksek yüzey ısı akısı (~100 mW m^{-2}) ve sığ-orta Curie nokta sıcaklığı (~580 ºC) derinlikleri (7,9 – 22,6 km; Ates ve ark. (2005)) ve ~ 10 - 20 km; Aydın ve ark. (2005)) ile birlikte yaklaşık 36 km kabuk kalınlığı (Vinnik ve ark., 2014; Abgarmi ve ark., 2017), Orta Anadolu'da ince (~50 – 60 km) litosfer (Vinnik ve ark., 2014) ile ince veya neredeyse bulunmayan litosferik manto (Al-Lazki ve ark., 2004) ile sığ astenosferin (Delph ve ark., 2017) varlığını gösterir. OAVP'de olası manto heterojenliğini ve manto

fiziksel yapısını çözümlemeye yönelik petrolojik ve jeofiziksel birçok bağımsız çalışmaya rağmen, magmatik rezervuar sistemlerin mikro/mezo ölçekte rekonstrüksiyonunu sağlayacak, kristal kargonun magma pompalanma sisteminde dinamik evrimini konu edinen araştırmalar oldukça kısıtlıdır.

Sultansazlığı Havzası kenarında (Kayseri, Türkiye), Üst Miyosen – Pliyosen polijenetik volkanik faaliyetin ürünleri, magmatik rezervuar süreçleri ile farklılaşmış hipersiten normatif (Hyp:0,39 - 20,54 ağ. %), bazalttan dasite (51-69 ağ. % SiO_2) kalk-alkalen magma serileri (KAS) ve görece ilksel fizikokimyasal özellikleri ile nefelin normatif ($Nph_{ort.}$: 2,25 ağ. %) Na-alkalen bazaltlar (NAB) ile temsil edilir. Havza kenarı istifinin, geniş jeokimyasal yelpazede farklı fizikokimyasal özelliklerde, farklı zaman aralıklarında havza açılımının öncesinden başlayarak haza açılımı ile eş yaşlı olarak meydana gelmiş polijenetik volkanik faaliyetin ürünlerini içermesi, havza kenarı boyunca magmaların dinamik evrimi, farklılaşma süreçleri ve kökende değişiminin izlenmesi için eşsiz bir alan yaratır. Bu tez, Sultansazlığı Havzası kenarı Miyo-Pliyosen volkanik ürünlerine ait petrografik, mineralojik ve jeokimyasal veri ışığında muhtelif sayısal modelleme teknikleri kullanarak havza kenarı magmalarının, farklılaşma süreçlerini, termo-dinamik evrimlerini ve ana magmaların oluşumlarında etkili olan dinamik süreçlerin petrolojik açıdan değerlendirilmesini amaçlamaktadır.

2. YÖNTEMLER

2.1. Saha Çalışmaları

2017 – 2018 yıllarında saha çalışmalarında toplam 154 adet örnek toplanmıştır. Erciyes Dağ Stratovolkanı dışında kalan alan için Sultansazlığı Havzası kenarlarını kapsayan jeolojik haritalama, 2014 – 2016 (4 ay), 2017 – 2019 (4,5 ay), 2021 (15 gün) yıllarında gerçekleştirilen arazi çalışmaları ile ~11 ayda, 25 ayrı 1/25.000 ölçekli bölümlemeye sahip topoğrafik harita üzerinde kabaca tamamlanmıştır. Taratılarak ArcGIS 10.6.2. yazılımına aktarılan haritaların üzerindeki işaretlemeler referans alınarak, birimlerin uzamsal yayılımları Google Earth uydu görüntüleri kullanılarak, ~ 6 aylık bir çalışma ile dijital olarak tamamlanmıştır. Jeolojik haritalardaki birimlerin literatürdeki tanımlamaları, isimleri, stratigrafik pozisyonları ve yapısal bileşenler, önceki çalışmalara (en önemlileri; Beekman, 1963; Pasquarè, 1968; Toprak ve Göncüoğlu, 1993; Le Pennec ve ark., 1994; Türkecan ve ark., 1998; Dirik, 2001; Dönmez ve ark., 2003; Şen ve ark., 2003; Aydar ve ark., 2012; Kadir ve ark., 2014; Külah ve ark., 2014) ait bulgular ile saha gözlemlerinin korelasyonu ile sağlanmıştır. Sahadan alınan örneklerin detaylı makroskopik tanımlamaları ve lokasyonları (UTM 36N WGS 84) EK-1'de verilmiştir.

2.2. Laboratuvar Çalışmaları

Mineralojik ve petrografik analiz için örnekler basınçlı hava ile tozlardan arındırılmış, incekesit yapılması planlanan muhtelif bölgeler örnekler üzerine işaretlenmiştir. Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü İncekesit ve Parlatma Laboratuvarı'nda standart incekesit boyutunda (2,8-4,8 cm) elmas diskli testere ile kesilerek küp şeklinde hazırlanmış 135 adet tüm kayaç örneği, döner metal disk yüzeyi üzerinde, silikon karbid aşındırıcı toz ile leplenerek düzeltilmiştir. Saf suda ultrasonik yıkama ile aşındırıcı malzeme ve kirden arındırılan kayaç yüzeyleri, buzlandırılmış incekesit lamına epoksi reçine kullanılarak yapıştırılmış ve kürlenme için yaklaşık 1 gün yüzey alanına eşit baskı uygulayan yaylı baskı makinesinde bekletilmiştir. Kesilerek incekesit lamından ayrılan kayaç parçaları ~35-40 μm kalınlığına gelene kadar elmas aşındırıcılı döner disk ile kademeli zımparalanarak inceltilmiştir.

Hazırlanan açık incekesitler kademeli olarak küçültülen, büyükten küçüğe sırasıyla, 500 ve 1200 grit (#) aralıklarına sahip silikon karbid aşındırıcı zımpara folyo üzerinde 30 μm kalınlığına ulaşılana dek inceltilmiş ve her tane boyu için farklı bir parlatma keçesi üzerinde, sırasıyla, 9μ, 6μ, 3μ, 1μ ve 0,05μ tane boyunda parlatıcı elmas süspansiyonlar kullanılarak Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü İncekesit ve Parlatma Laboratuvarı'nda pırtlatılmıştır.

2.2.1. Optik Mikroskop ile Görüntüleme ve Petrografik Analiz

Hazırlanan incekesitler Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde, Leica DM/LP marka/model 10x oküler büyütmesine ilaveten 2,5x, 10x, 20x ve 63x büyütmeli objektif donanımına sahip alttan aydınlatmalı polarizan mikroskop (optik mikroskop) kullanılarak incelenmiş, görüntüleme için Leica DFC-280 marka/model mikroskop kamerası kullanılmıştır. Petrografik analiz süresince, 5 cm hat uzunluğuna sahip 30 μm atımlı, yaklaşık olarak her bir hat boyunca 150 ve her incekesit örneği için tüm alanı (~ 4,5 -2,5 cm) kapsayacak şekilde toplamda 4000 nokta için sayım işlemi, 25x - 200x mikroskobik büyütme aralığında, James Swift nokta sayıcı ile gerçekleştirilmiştir. Nokta sayımı yöntemi ile örneklerde sıkılıkla karşılaşılan beş farklı mineral türü (olivin, feldispat, piroksen, opak ve amfibol) ile birlikte camsı hamur ve gözenek oranları yüzde cinsinden kantitatif olarak belirlenmiştir.

2.2.2. SEM-EDS Mineral Kimyası Analizleri ve Görüntüleme

Mineral kimyası analizleri, Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Elektron Mikroskobu ve Mineral Mikro-Analiz Laboratuvarında bulunan, Carl Zeiss EVO-50 EP model Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) ile bütünleşik Bruker-Axs Xflash 3001 Silikon Drift Dedektör X-Işını Enerji Dağılım Spektrometresi (EDS) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. SEM altında incelenecek örneklerin yüzeyleri EMS 5000 SC (Sputter Coater) marka/model kaplama cihazı ile vakum altında ince bir karbon buharı katmanı ile kaplanmıştır. İletken yapıştırıcı gümüş solüsyonu ile karbon kaplı yüzey zedelenmeden, iletken tabla ile bağlantısı sağlanan incekesit yüzeyleri, farklı element içeriklerine sahip minerallerin saptanması ve yüzeyde element konsantrasyonlarına göre

konsantrik zonların farklı gri tonlarında ayırt edilmesine olanak sağlayan SEM ile bütünleşik Geri Saçınan Elektron Detektörü (BSD; “Back Scatterd Electron”) ile görüntülenmiştir. SEM-BSD görüntülemeleri ve SEM-EDS mineral kimyası analizleri boyunca, 10 mm çalışma mesafesi, 15-20 kV ivmelendirici gerilim, 2,5 – 5,5 nA demet akımı ve 30-120 sn. aralığında X-Işını okuma süresi koşulları uygulanmıştır. SEM-EDS element hat taraması (“line scan”) ve yüzey element konsantrasyonu haritalaması (“element mapping”) için 15-20 kV ivmelendirici gerilim, 4,5 – 6,5 nA demet akımı ve 120 – 360 sn. arasında değişen X-Işını okuma süresi koşulları uygulanmıştır.

2.2.3. Tüm Kayaç Jeokimyasal Analizleri

Tüm kayaç jeokimyasal analizine tabi tutulması için belirlenen tüm kayaç örnekleri, Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü İncekesit ve Parlatma Laboratuvarı’nda elmas diskli testere ile kesilerek yabancı kayaç parçalarında arındırılmış ve Hacettepe Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında bulunan çeneli kırıcıdan geçirilerek ~2,5 - 5 cm boyutunda kayaç parçalarına ayrılmıştır. Basınçlı hava ile tozdan ve kirden arındırılan kayaç parçaları, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Kayaç Öğütme Laboratuvarında tungsten halkalı havan ile ~2,5 dk boyunca öğütülerek mikron mertebesinde toz haline dönüştürülmüştür.

Tüm kayaç ana, iz ve nadir toprak element bileşimleri ACME laboratuvarlarında (Kanada) gerçekleştirilmiştir. Kütlece yüzde cinsiden ana oksit element konsantrasyonları ICP-OES (Optik Emisyon Spektrometresi) yöntemi; ppm (milyonda bir birim) ve ppb (milyarda bir birim) mertebesinde iz ve nadir toprak element içerikleri ICP-MS (Kütle Spektrometresi) yöntemi ile analiz edilmiştir. Ateşte kayıp (A.K., “loss of ignition”) değerleri örneklerin 1000 ºC sıcaklığa maruz bırakılması sonucu oluşan kütle kaybı farklı ile belirlenmiştir. Ana oksit element çözümlemelerinde hassasiyet kütlece ± %0,01 civarındadır. İz element çözümlemelerinde hassasiyet element gruplarına göre farklılık göstermektedir. Nadir Toprak Elementlerinde hassasiyet ± 0,02 ppm – 0,1 ppm; Ba’da 1, V’da 8 ve Zn’da 5 ppm, diğer tüm iz element içeriklerinde ise 0,1 ppm’dir.

Volkanik Kayaçların Sınıflandırılması (5. Ana başlık), Tüm Kayaç Jeokimyası (0. Ana başlık) ve Tartışma (Alt başlık 10.3.) bölümlerinde yer alan tüm kayaç ana element oksit ve iz element jeokimyası verileri karşılaştırma amacıyla, Koçdağ için Notsu ve ark. (1995); Şen ve ark. (2003); Güçtekin ve Köprübaşı (2009); Di Giuseppe ve ark. (2018)'dan alınmıştır. Develidağ Volkanı olarak gruplanan örneklerin bir bölümü Kürkcüoglu (2010); Aluç ve ark. (2020)'dan alınarak karşılaştırma amacıyla kullanılmıştır. Erkilet volkanik bölgesi için ana ve iz element tüm kayaç jeokimya verisi karşılaştırma amacıyla Furman ve ark. (2021)'dan alınmıştır. Ayrıca "K" ve "KİA" kodu ile başlayan örneklere ait yayınlanmamış tüm kayaç ana ve iz element konsantrasyonları, sırasıyla, 108Y063 ve 113Y419 No'lu TUBİTAK projelerine aittir ve sırasıyla, proje yürütücüleri Prof. Dr. Erkan AYDAR ve Doç. Dr. H. Evren ÇUBUKÇU'nun özel iznine tabi olarak bu tez kapsamında kullanılmıştır. Sahadan toplanan ve incelenen örneklerin tüm kayaç ana ve iz element konsantrasyonları EK-2'de verilmiştir.

3. BÖLGESEL JEOLOJİ

Anadolu Plakası, Lavrasya ve Gondvana kıtalarının çok fazlı çarpışma süreçleri ile mikro kıta parçalarının çok aşamalı birleşme süreci sonucunda meydana gelmiştir (Dewey ve ark., 1973; Şengör ve ark., 1984). Kretase – Eosen boyunca Afra-Arap ve Avrasya Plakları arasındaki yakınlaşma, Neotetis okyanusunun güney kolunun kapanması ve mikro kıta parçalarının, sütur zonları boyunca kenetlenmesini sağlamıştır (Dewey ve ark., 1973; Şengör ve Yilmaz, 1981; Şengör ve ark., 1984) (Şekil 3.1. a). Güney Neotetis okyanus levhasının Geç Eosen'den Erken Oligosen'e kadar sığ yitimi, Oligosen – Orta Miyosen'de Arap Plakasının sıkıştırması ve Anadolu Plakası ile çarpışması sonucunda derinleşmiş ve güneye doğru bükülerek ("slab roll-back") kıtasal litosferden ayrılmıştır (Schellart ve Lister, 2004; Faccenna ve ark., 2006; Gans ve ark., 2009; Berk Biryol ve ark., 2011; Bartol ve Govers, 2014; Schildgen ve ark., 2014; Portner ve ark., 2018). Litosferden ayrılan okyanusal levhanın üst mantoda daha derine gömülmesiyle, doğu Anadolu'dan başlayarak orta Anadolu'ya doğru ilerleyen yırtılma ve kopma, astenosfer yükselimine ve litosferik mantonun zayıflayarak kısmi olarak kıtasal litosferden ayrılmasına ("litosferik delaminasyon") neden olmuştur (Faccenna ve ark., 2006; Dilek ve Sandvol, 2009; Bartol ve Govers, 2014; Rabayrol ve ark., 2019a). Doğuda Arap Plakasının sıkıştırması, litosferden ayrılan okyanusal levha (Faccenna ve ark., 2006; Gans ve ark., 2009; Berk Biryol ve ark., 2011; Schildgen ve ark., 2014) ile eş zamanlı astenosferik yükselimi (Cosentino ve ark., 2012; Schildgen ve ark., 2012; Abgarmi ve ark., 2017), alt kıtasal litosferik mantonun duraysızlaşması ve ayrılması (Bartol ve ark., 2011; Bartol ve ark., 2012; Bartol ve Govers, 2014; Göğüş ve ark., 2017) ile Anadolu Plakasının batı yönlü kaçma hareketi (Şengör ve ark., 1985; Anastasakis ve Kelling, 1991; Faccenna ve ark., 2006) boyunca oluşan derin sıyrılmaya sahip litosferik fay kuşakları (Dewey ve ark., 1973; Dhont ve ark., 1998; Kaymakci ve ark., 2010; Fichtner ve ark., 2013) volkanik sahaların tüm kıtaya yayılmasını sağlamıştır (Toprak ve Göncüoğlu, 1993; Toprak, 1998; Faccenna ve ark., 2006) (Şekil 3.1. a).

3.1. Orta Anadolu Volkanik Provensi

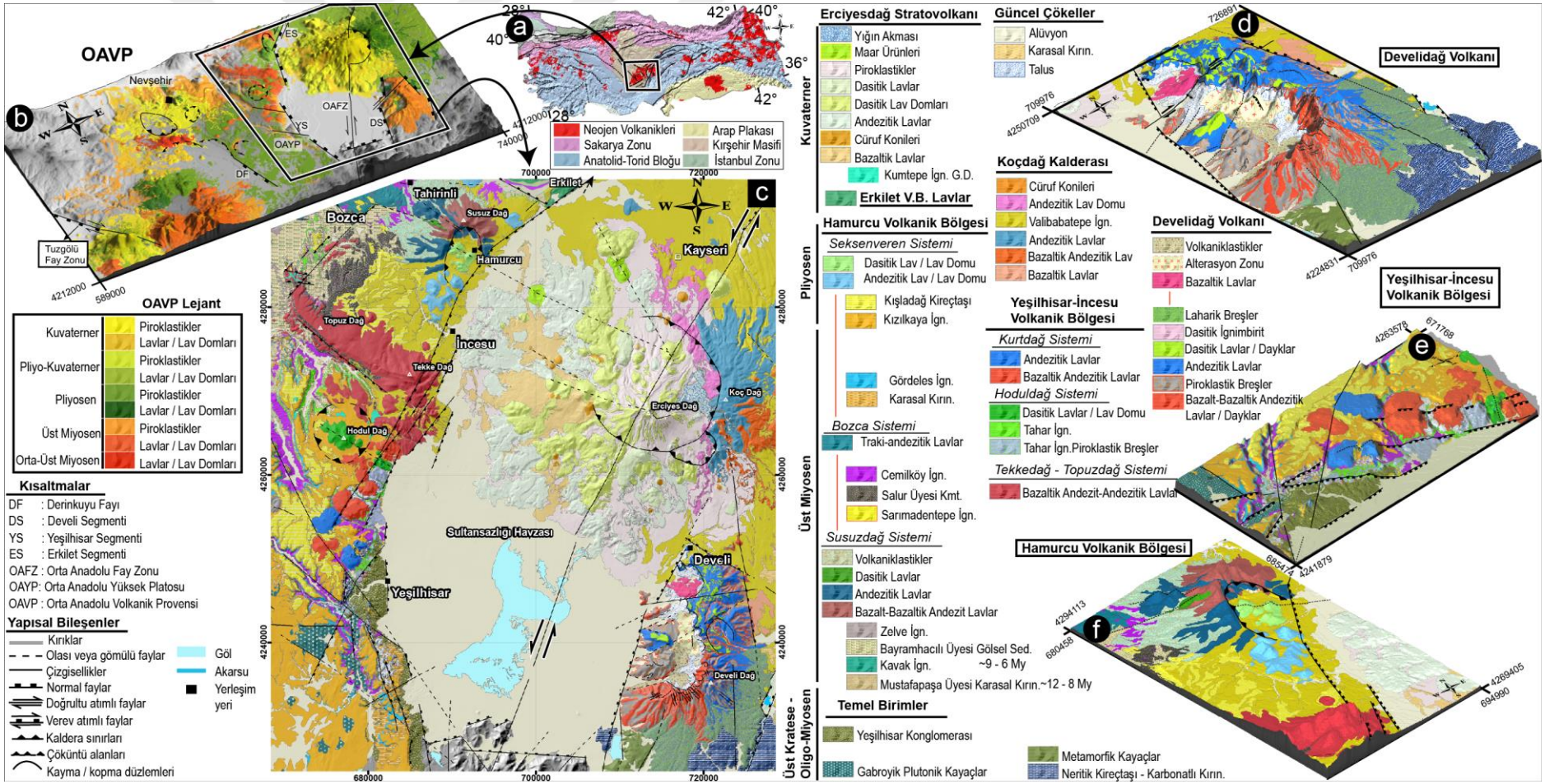
Batıda, Tuz Gölü fayı ve Karacadağ – Karapınar; doğuda, Erciyes Dağı Stratovolkanı – Erkilet lavları; kuzey ve güneyde sırasıyla Kırşehir Masifi ve Toros Orojenik Kuşağı (Aladağlar) ile sınırlandırılan, sedimanter ara katmanlı, volkanik ürünlerden meydana gelen alan Orta Anadolu Volkanik Provensi (OAVP) olarak tanımlanmaktadır (Pasquarè, 1968; Innocenti ve ark., 1975; Pasquarè ve ark., 1988; Toprak ve Göncüoğlu, 1993). OAVP, kalk-alkalen – alkalen karakterde, bazikten asidiğe kadar değişen bileşimlerde, Orta Miyosen-Kuvaterner aralığında, kırık çatlak sitemleri ile ilişkili ekstürüzyonlar, lav/lav domları, geniş yayılıma sahip plato lavları ile çok fazlı patlamalı aktivitenin meydana getirdiği farklı ignimbirit seviyelerinden meydana gelmektedir (Pasquarè, 1968; Innocenti ve ark., 1975; Le Pennec ve ark., 1994; Aydar ve ark., 1995; Froger ve ark., 1998; Temel ve ark., 1998; Aydar ve ark., 2012 ve buradaki referanslar) (Şekil 3.1. b).

OAVP'de Orta Miyosen'de (~12-13 My), ortaç lavlar ve/veya lav domları (Erdaş Masifi; Pasquarè (1968); Innocenti ve ark. (1975); Aydar ve ark. (2012)) ile temsil edilen volkanik aktivite, Orta-Üst Miyosen'den itibaren (11 My - 9,2 ± 0,1-0,2 My) daha çok geniş yayılıma sahip, ignimbirit seviyeleri ile temsil edilir (Aydar ve ark., 2012 ve buradaki referanslar). İgnimbiritlerin oluşturduğu geniş düzlükleri kaplayan kesikli göller ile bu gölleri besleyen akarsu ağı, ignimbirit seviyeleri ile ardalanmalı, gölsel-flüviyal istifi oluşturmuştur (Pasquarè, 1968; Innocenti ve ark., 1975; Ersel ve ark., 2014; Kadir ve ark., 2014; Külah ve ark., 2014). OAVP'nin doğusunda Sultansazlığı Havzası kenarlarında bulunan sırasıyla, GD ve doğuda Develidağ ve Koçdağ Volkanları, KB'de Susuzdağ, Seksenveren, Erkilet-Bozca lavları (Hamurcu Volkanik Bölgesi); Topuzdağ-Tekkedağ lavları ile Hoduldağ, Büyükkaletepe lav domları arasındaki münferit çıkış merkezleri ile ilişkili lavlar (Yeşilhisar-İncesu Volkanik Bölgesi) Miyo-Pliyosen (~12,3 – 2,2 My) zaman aralığında oluşmuş, başlıca bazaltik-bazaltik andezitik, andezitik ve dasitik volkanik ürünlerce temsil edilir (Pasquarè, 1968; Innocenti ve ark., 1975; Türkecan ve ark., 1998; Dönmez ve ark., 2003; Koralay, 2010; Kürkcüoglu, 2010).

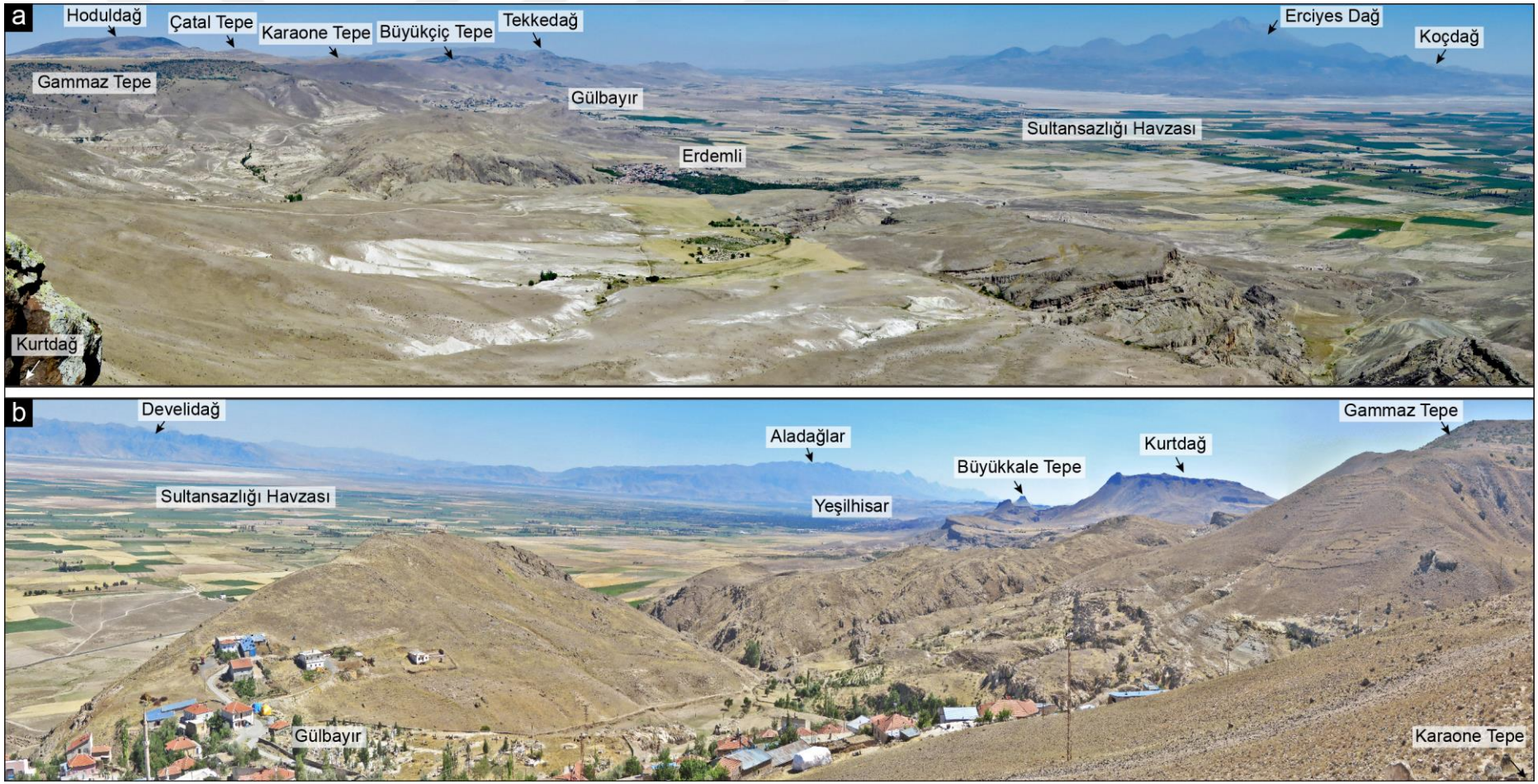
OAVP'de Pliyo-Kuvaterner dönemi (< 2,5 My), doğu ve batıda sırasıyla, Tuz Gölü Fayı ve OAFZ fay kuşakları ile ilişkili kırık/çatlak sitemleri üzerinde gelişmiş sayısız monojenetik ve polijenetik patlama merkezine (örn., Erciyes Dağı ve Hasan Dağ Stratovolkanları) ait volkanik ürünlerce temsil edilir (Toprak ve Göncüoğlu, 1993; Koçyiğit ve Beyhan, 1998; Toprak, 1998; Dirik, 2001; Kurkcuoglu ve ark., 2001; Koralay, 2010; Koçyiğit ve Doğan, 2016).

3.2. Sultansazlığı Havzası

Orta-Batı Anadolu'da Miyo-Pliyosen boyunca Tuz Gölü Fayı (Özsayın ve ark., 2013) ve Orta Anadolu Fay Zonu (Yetis, 1984; Koçyiğit ve Beyhan, 1998) gibi ana fay kuşakları boyunca etkili olan genişlemeli tektonik rejim, Sultansazlığı ve Tuz Gölü Havzalarının oluşumunu sağlamıştır (Dhont ve ark., 1998; Dirik, 2001; Kaymakci ve ark., 2010; Higgins ve ark., 2015 ve buradaki referanslar). Aktivitesi Afro-Arap plakasının Anadolu plakası ile çarpışması ile Oligo-Miyosen'de (~30 My; Idleman ve ark. (2014) başlayan, sol-yönlü doğrultu atımlı OAFZ üzerinde yer alan Sultansazlığı Havzası, Üst – Miyosen'den itibaren B-D transtansiyonel kuvvetlerin (Kaymakci ve ark., 2010) etkisiyle, Pliyosen'den sonra (<2,73±0,08 My; Higgins ve ark. (2015)) bölgesel olarak BGB – DKD doğrultusunda (Higgins ve ark., 2015), normal faylar (Develi, Yeşilhisar, Gesi ve Erkilet segmentleri; Dirik (2001)) kontrolünde genişlemiş (Yıldırım ve ark., 2016) ve OAYP doğusunda en düşük noktası 1171 m olan ~1400 km^2'lik bir çöküntü alanı oluşturmuştur (Şekil 3.1. b-c ve Şekil 3.2.). Sultansazlığı Havzası, OAVP doğusunda, K-G hattı boyunca, D-B ekseninde, birbirine karşılık gelen Miyo-Pliyosen zaman aralığında oluşmuş (~12,3 – 2,2 My), sırasıyla yaşlıdan gence, Hamurcu, Yeşilhisar-İncesu, Develidağ-Koçdağ, Erkilet volkanik bölgeleri ve bu volkanik bölgeler içerisinde yer alan farklı alt sistemlere (Susuzdağ, Bozca, Erkilet, Tekkedağ, Hoduldağ, Kurtdağ sistemleri) ait volkanik merkezlerden türemiş çoğunlukla efüzif/ekstrüzif olmak üzere eksplozif ara katmanlı volkanik istifi birbirinden ayırmaktadır (Pasquarè, 1968; Innocenti ve ark., 1975; Toprak ve Göncüoğlu, 1993; Dhont ve ark., 1998; Toprak, 1998; Dirik, 2001) (Şekil 3.1. b-c ve Şekil 3.2.a-b).



Şekil 3.1. a) Anadolu Plakasının mikro-kıta bileşenleri, fay kuşakları ve Neojen volkanikleri haritası. b) OAVP volkanik ürünler haritası c) Sultansazlığı Havzası kenarı jeoloji haritası (Erciyes ve Koçdağ V.B., Şen ve ark. (2003)'dan alınarak değiştirilmiş). d-f) Develidağ, Yeşilhisar-İncesu ve Hamurcu V.B. jeoloji haritaları (b, d-f, 45° yatık izometrik DYM üzerine yansıtılmıştır).

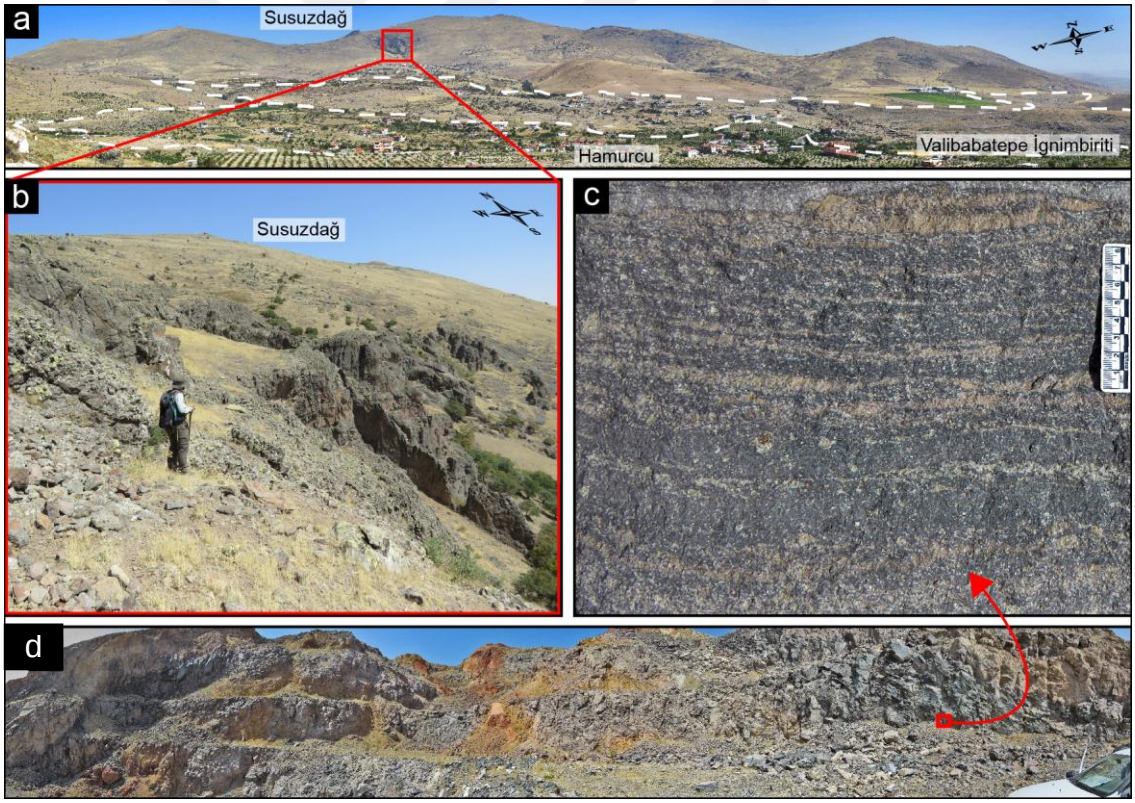


Şekil 3.2. Sultansazlığı Havzası batı kenarı boyunca Kurtdağ kuzeyi (a) ve Karaone Tepe güneyinde (b) bulunan belirgin yükseltiler tarafından temsil edilen münferit çıkış merkezleri ile birlikte havzanın doğu kenarında bulunan Erciyes Dağ Stratovolkanı, Koçdağ (a) ile Develidağ Volkanına (b) ait panoramik görüntüler (a, KKB'ya bakış; b, GGD bakış).

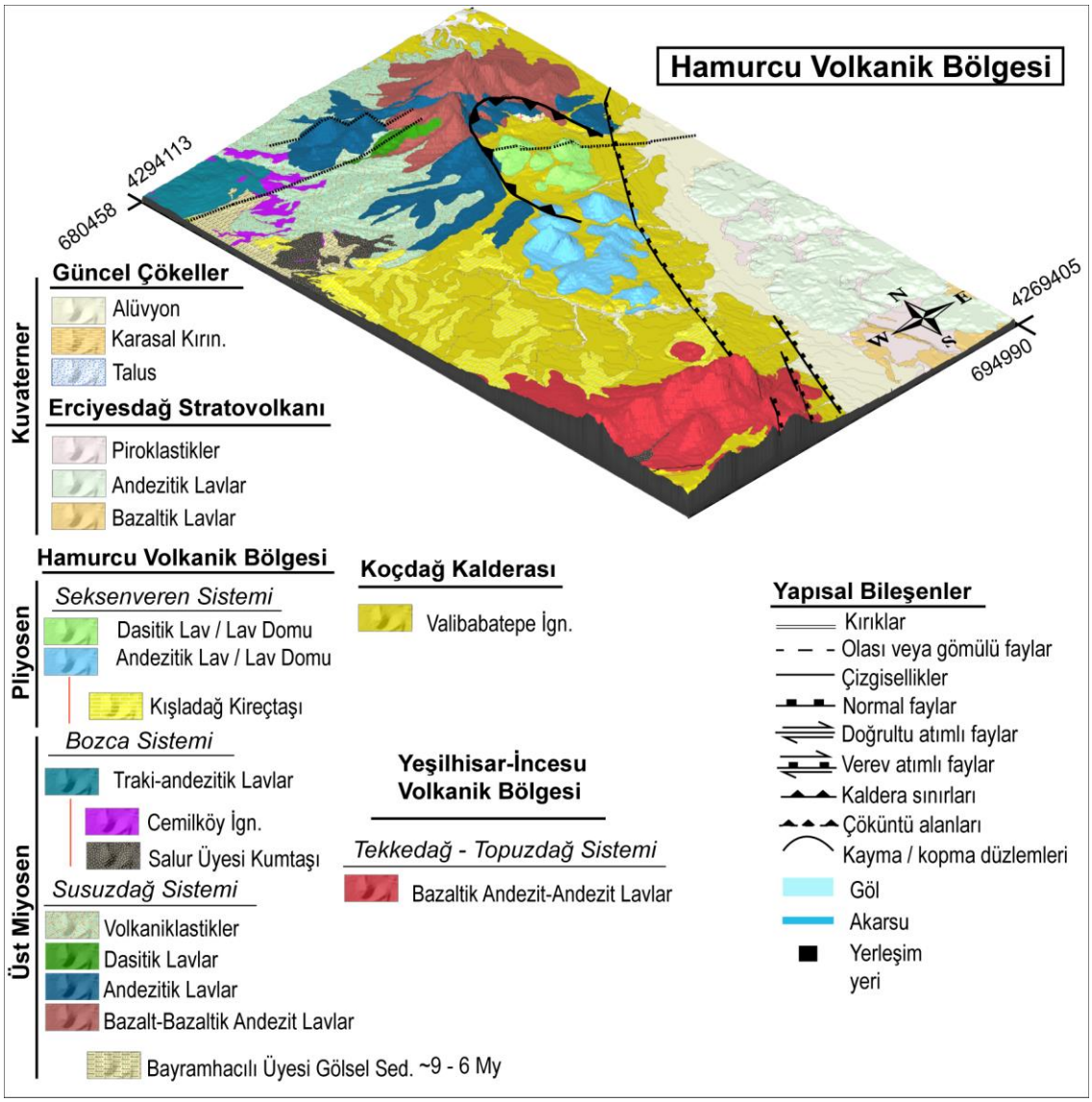
4. VOLKANOSTRATİGRAFİ

4.1. Susuzdağ Sistemi (Hamurcu Volkanik Bölgesi)

Sultansazlığı Havza kenarı Miyo-Pliyosen volkanizmasının görece en yaşlı ürünleri (12,3±0,3 – 9±0,2 My; Dönmez ve ark. (2003)) (Çizelge 1.1.), Hamurcu Volkanik Bölgesi içinde havzanın KB'sinde, günümüzde yarım kaldera morfolojisi sunan, Susuzdağ Sistemi bazalt-bazaltik andezit, andezitik lav ve lav domları ile temsil edilir (Şekil 3.1. c,f, Şekil 4.1. ve Şekil 4.2.). Tabandan tavana ~700 m kalınlığa sahip istifin büyük bir bölümünde, monomikt piroklastik breş/otobreş seviyeleri ile ardalanmalı, camsı hamur, koyu-açık gri, yer yer pembemsi, bantlı dokuda, plajiyoklaz, iddingsitleşmiş (kızıl renkte) olivin ve piroksen fenokristalleri içeren, 1-5 m kalınlığında, bazaltik/bazaltik andezitik lavlar gözlenir (Şekil 4.1).



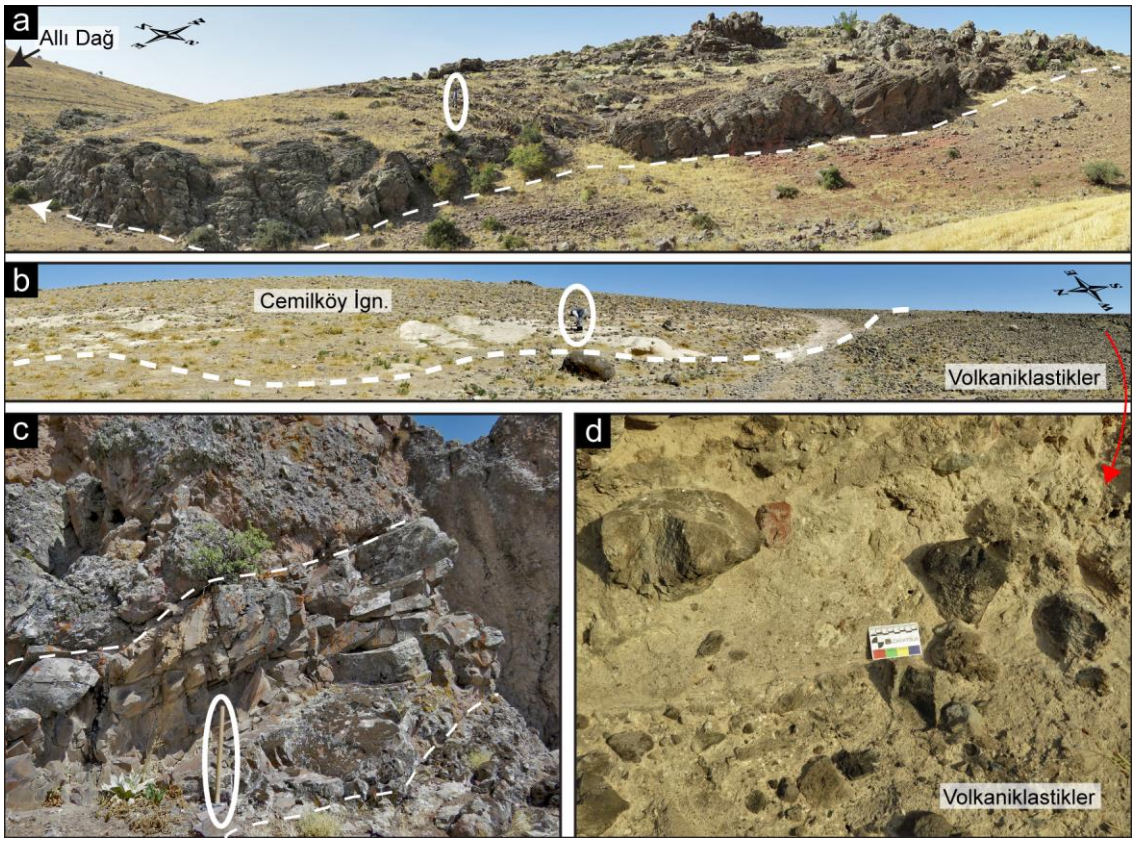
Şekil 4.1. a) Susuzdağ Sistemi istifinin Sultansazlığı KB'si havza içinden panoraması (kesikli çizgi, Valibabatepe ign.). b) Lavlar ile ardalanmalı bulunan piroklastik breş/otobreş katmanları. c) Bantlı doku sergileyen lavlar (ölçek 8 cm). d) Otobreş (kızıl) ardalanmalı bazalt-bazaltik çok katmanlı lavların (K-KD'ye bakış).



Şekil 4.2. Hamurcu Volkanik Bölgesi, jeoloji haritası, güneyde Tekkedağ – Topuzdağ Sistemi ürünleri ile birlikte (45° yatık izometrik DYM üzerine yansıtılmıştır, detaylar için Şekil 3.1.'e bakınız, stratigrafide Seksenveren Sistemi ürünlerinin yaş aralığı Dönmez ve ark. (2003)'na göre konumlandırılmıştır).

Andezitik ürünler, Susuzdağ Sistemi yarım kaldera yapısının kuzey ve güneyinde genellikle bazalt-bazaltik andezitik lavlar ve breş ardalanmalı istifi örten ve K-KB'ye doğru eğimli lav dilleri şeklinde gözlenmektedir (Şekil 3.1. c,f, ve Şekil 4.3. a). Susuzdağ Sisteminin kuzeyinde, Bozca'ya doğru, 1-7 m kalınlığa sahip Cemilköy ignimbiriti (7,2±0,09 – 6,66±0,4 My; Aydar ve ark. (2012)), genellikle andezitik ürünlerin bomba-blok parçalarından oluşan, krem veya kahve renkli kristal-kül matriks ile tutturulmuş ve yer yer bantlı pomzaların bulunduğu

volkaniklastik “reworked” ürünlerin üzerinde gözlenmektedir (Şekil 4.3. b, d). Dasitik lavlar Susuzdağ Sistemi KB yamacında kısıtlı bir alanda dayk yerleşimine sahip şeklinde genellikle plajiyoklaz ve piroksen fenokristallerinin belirgin olduğu gri renkli camsı hamura sahip, kısmen gözenekli dokuda bulunur (Şekil 4.3. c).

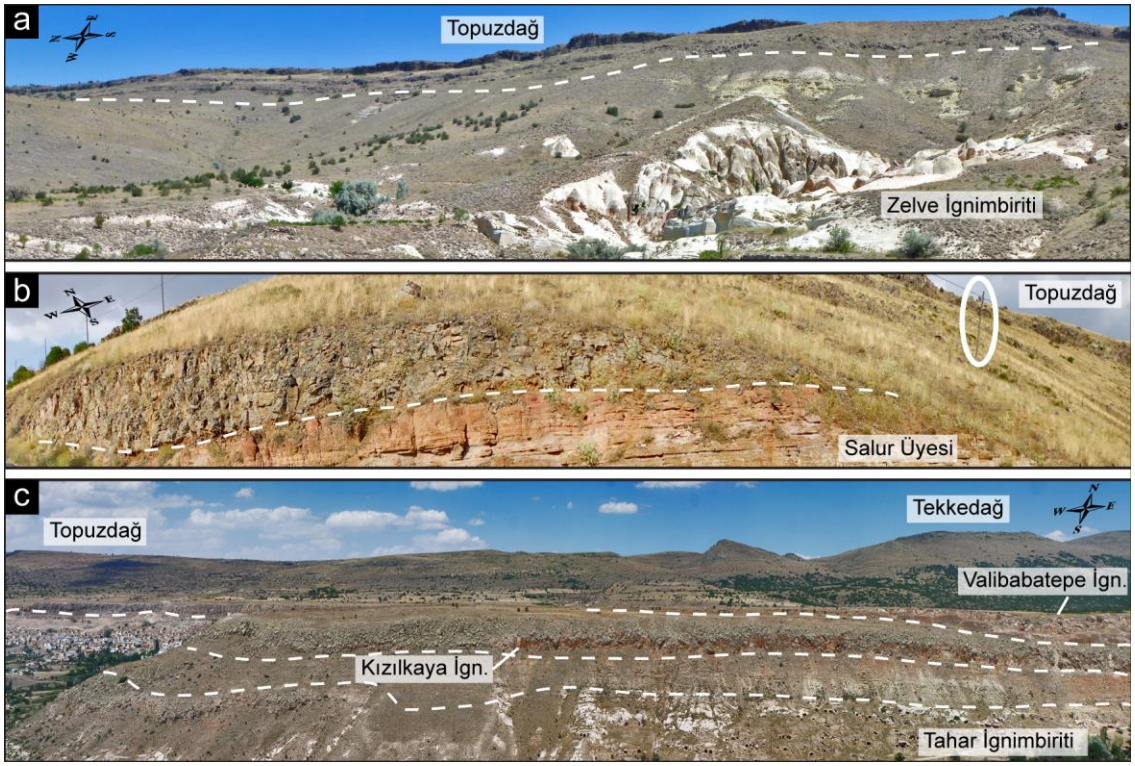


Şekil 4.3. a) Susuzdağ kuzey yamaçlarını örten andezitik lav dili (ölçek 1,7 m). b) Susuzdağ kuzeyi düzlükleri volkaniklastik malzeme – Cemilköy ignimbiriti dokanağı. c) Piroklastik breş katmanını kesen dasitik dayka ait görüntü (KD’ye bakış, ölçek 120 cm). d) Susuzdağ kuzey yamaçlarında gözlemlenen volkaniklastikler (ölçek 8 cm).

4.2. Tekkedağ-Topuzdağ Sistemi (Yeşilhisar-İncesu Volkanik Bölgesi)

Tekkedağ - Topuzdağ Sistemini meydana getiren çok sayıda lav (Topuzdağ segmenti, KB) ve birbiri içine geçmiş lav domu kümeleri (Tekkedağ segmenti, GD), Susuzdağ Sisteminden sonra bilinen en yaşlı (8,9±0,03 – 7±0,15 My; sırasıyla Dönmez ve ark. (2003) ve Temel (1992)) polijenetik aktiviteyi temsil eder (Şekil 3.1. c, Şekil 4.2., Şekil 4.4.). Topuzdağ segmenti otobreş-lav ardalanması ürünleri, Zelve İgnimbiritini ve Salur Üyesi (Pasquarè (1968)'den sonra)

konglomera kumtaşı ürünlerini üzerlemektedir (Şekil 4.4. a-b). ~22 km uzunluğunda, 4,5 – 5 km eninde, 100-200 m kalınlığında yay şeklindeki volkanik masif, Cemilköy, Tahar, Gördeles, Kızılkaya ignimbiritleri ile birlikte GD'sinde bulunan Valibabatepe ignimbiriti için topoğrafik bir set oluşturmaktadır (Şekil 3.1. c, Şekil 4.2. ve Şekil 4.4. c).

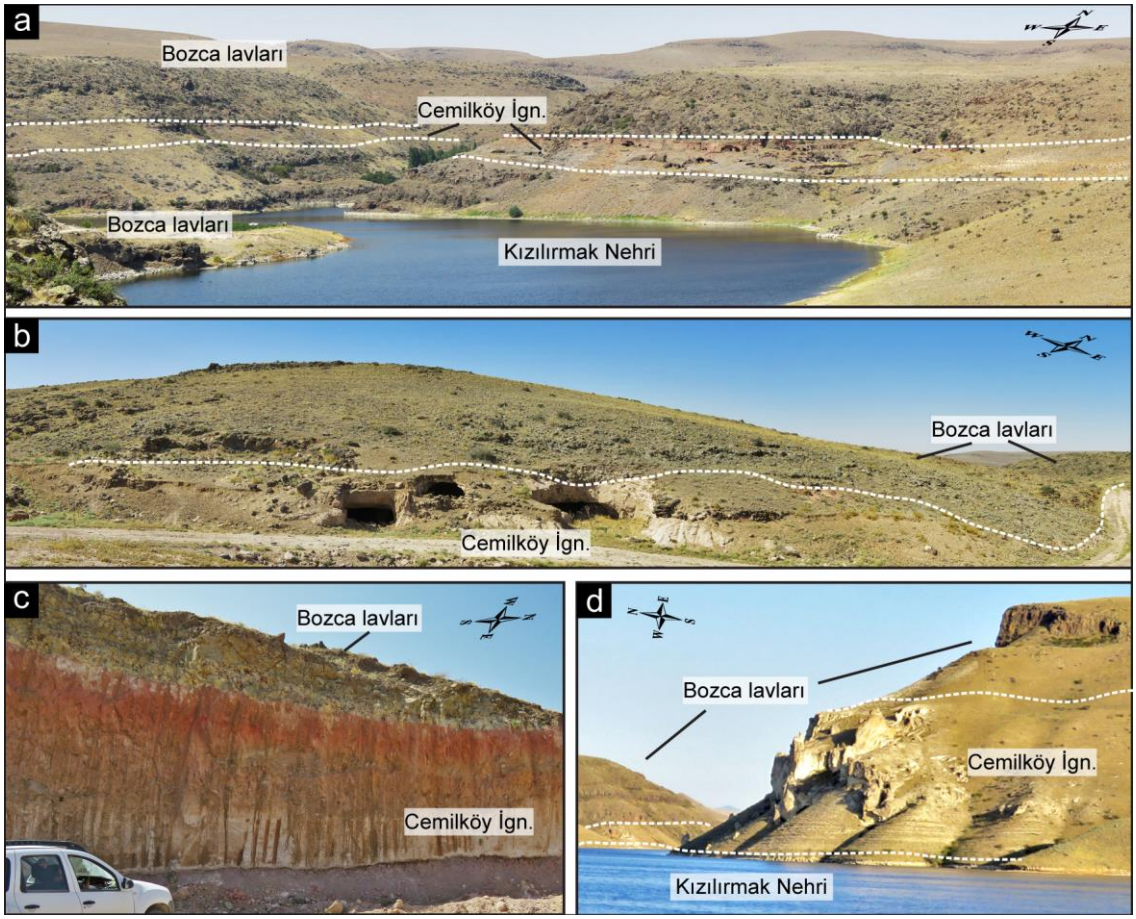


Şekil 4.4. a) Topuzdağ segmenti lavlarının Zelve ignimbiritini üzerlediği dokanak b) Topuzdağ segmenti lavları tarafından üzerlenen Salur üyesi konglomera – kumtaşı seviyelerine ait pişme zonunun bulunduğu dokanağının görüntüsü (ölçek 10 m). c) Arkada Tekkedağ lav/lav domu kümeleri ve Topuzdağ lavlarının oluşturduğu volkanik masif, ön planda in-set şeklinde üstten alta sırasıyla Valibabatepe, Kızılkaya ve Tahar ignimbiritleri.

4.3. Bozca Sistemi (Hamurcu Volkanik Bölgesi)

Bozca Sistemi, Susuzdağ K-KB'sinde, Kızılırmak nehri kenarında muhtelif çıkış merkezleri etrafına yayılmış, kalın (5-20 m), koyu renkli hamur, plajiyoklaz-firik, en az 5 ayrı katmanla temsil edilen lav akıntılarından oluşur (Şekil 3.1. c, Şekil 4.2. ve Şekil 4.5.). Cemilköy ignimbiriti (7,2±0,09 – 6,66±0,4 My; Aydar ve ark. (2012)) seviyelerinin katmanlı lavlar ile ardalanmalı gözlenmesi nedeniyle Bozca

sistemi lavları bağıl olarak ~ 7 – 8 My olarak kabul edilmişlerdir (Şekil 4.5. a-d). Bozca sistemi lavları, Tekkedağ-Topuzdağ Sistemine benzer şekilde lav-otobreş ardalanmalı masif bir görünüm sergilemektedir (Şekil 4.5. a-c). Lavlar Bozca'da Tahar ignimbiriti ve "Sünnetli Tepe" olarak anılan noktada Valibabatepe ignimbiriti tarafından üzerlenmektedir.

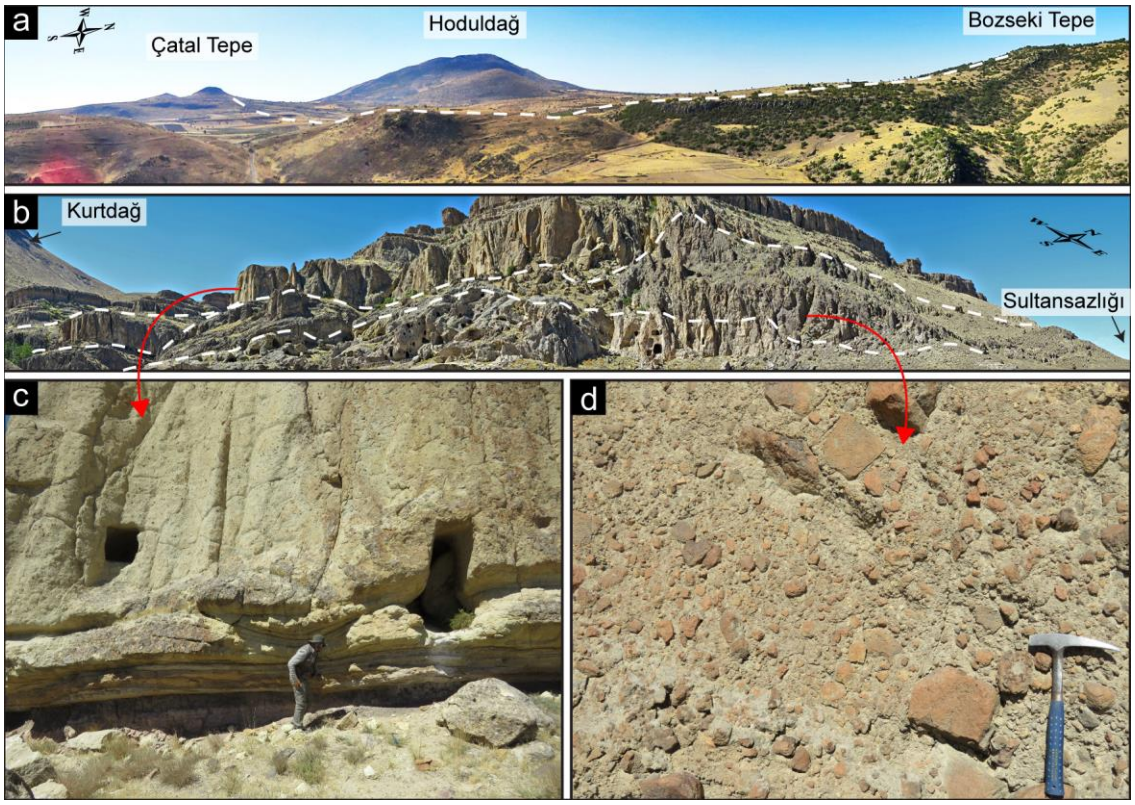


Şekil 4.5. Kızılırmak Nehri kenarında (Susuzdağ Sistemi K-KB'si) gözlemlenen, çok katmanlı, lav akıntıları. a-d) Çok katmanlı, lav akıntıları arasında gözlemlenen genelde üst dokanağında belirgin bir pişme zonu (kızıl renk) ile ayırtlanan Cemilköy ignimbiriti seviyeleri.

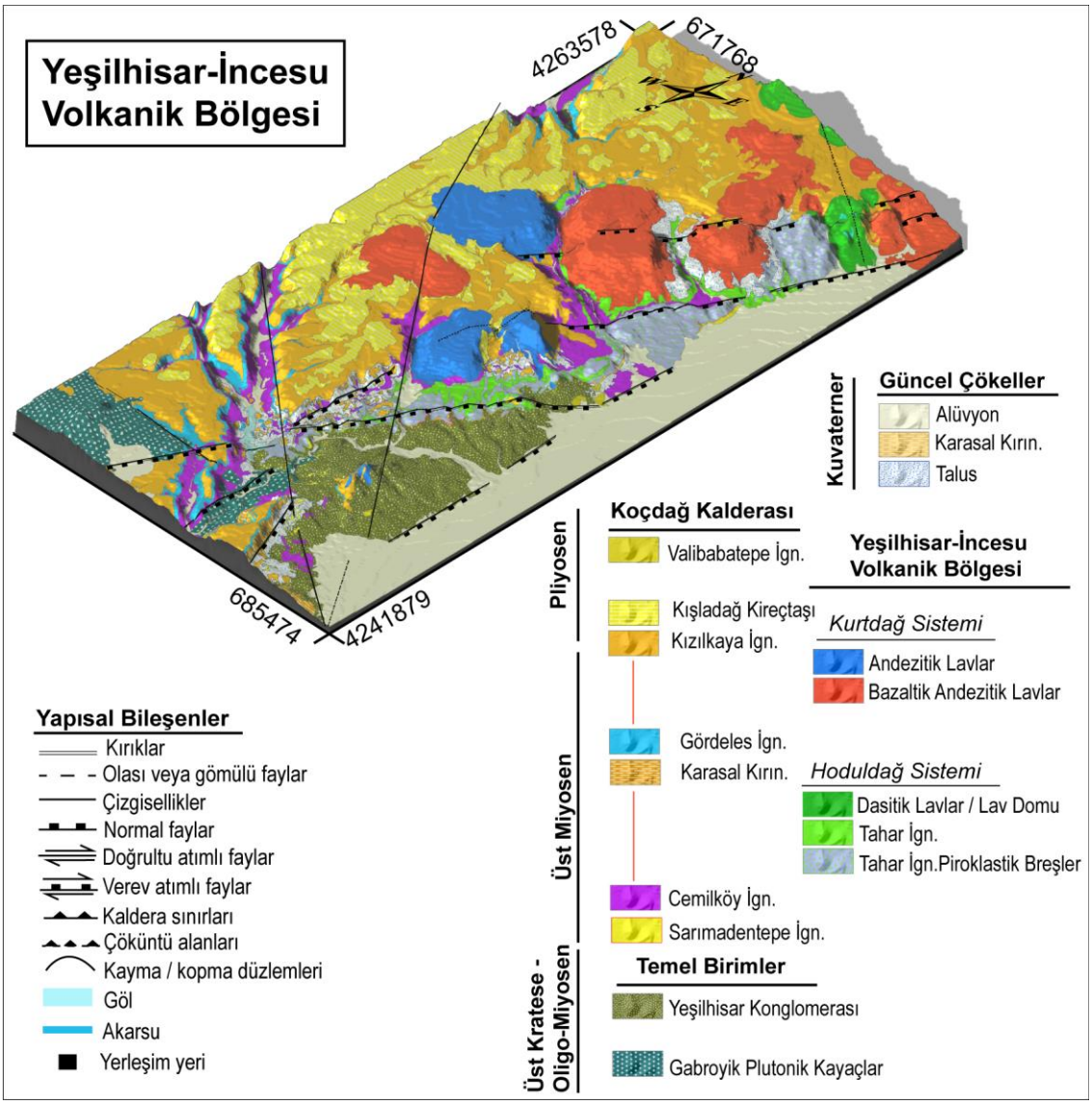
4.4. Hoduldağ Sistemi (Yeşilhisar-İncesu Volkanik Bölgesi)

Hoduldağ Sistemi, 6,07±0,67 - 7±0,9 My (sırasıyla, Tahar ignimbiriti için Aydar ve ark. (2012) ve Dönmez ve ark. (2003)) yaşında, merkezde lav domu ile temsil edilen, ~7 km çapında, sığ (20-50 m) bir çöküntü alanı ve olasılıkla bu merkezden türemiş piroklastikler ve efüzif/ekstrüzif ürünler ile temsil edilir (Şekil 3.1. c, Şekil 4.6. a-b, Şekil 4.7.).

Havzanın batı kenarı boyunca gözlemlenen, köşeli dasitik blok ve litiklerce zengin yer yer pomza içeren, iki kalın (10-50 m) piroklastik breş seviyesi (Erdemsin Aglomerası; Pasquarè, (1968)) ve ardalanmalı olarak taban yayılımı ve pomza-kül geri düşme seviyeleri ile birlikte gözlemlenen Tahar ignimbiritini (pomza iz element jeokimyasına göre) ait seviyeler (7-20 m), Hoduldağ Sistemi merkezli olarak kabul edilmiştir (örn., Le Pennec ve ark., 1994) (Şekil 4.6. b-d). Lav domu ve piroklastik ürünler dışındaki, diğer ürünler, Hoduldağ etrafında, iri özşekilli amfibol ve plajiyoklaz içeren, gri renkli hamura sahip dayklar şeklindedir (Şekil 4.7.).



Şekil 4.6. a) Sığ Çöküntü alanı (kesikli çizgi) merkezinde Hoduldağ lav domu ve kenarlarda genç bazaltik andezitik lavlar. b) Kurtdağ yamacında iki ignimbirit seviyesi (Tahar ignimbiriti) ile ardalanmalı piroklastik breşler (kesikli çizgi) c) b'de üstteki ignimbiritin pomza-kül geri düşme ve taban yayılımı seviyeleri. d) Piroklastik breşin makro görüntüsü (görece açık renkli taneler pomza, koyu renkli taneler litik).

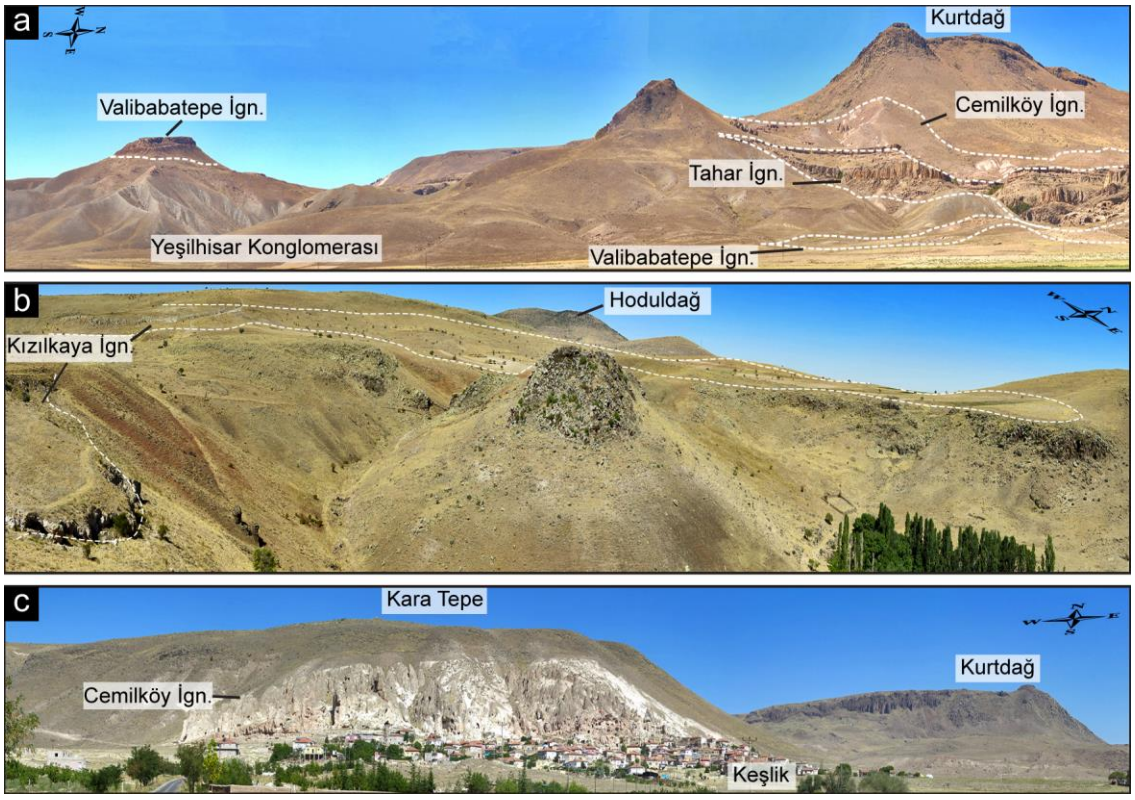


Şekil 4.7. Kuzeyde Hoduldağ Sistemi dasitik ürünleri ile birlikte Yeşilhisar – İncesu Volkanik Bölgesi (güney), jeoloji haritası, (45° yatık izometrik DYM üzerine yansıtılmıştır, detaylar için Şekil 3.1.'e bakınız).

4.5. Kurtdağ Sistemi (Yeşilhisar-İncesu Volkanik Bölgesi)

Sultansazlığı Havzasının B-GB'si ve OAYP'nin doğusunu kapsayan, Kurtdağ Sistemi, tabandan tavana, Gabroyik Plütonik temel, Yeşilhisar Konglomerası, Sarımadentepe (Akköy Üyesi; Pasquarè, (1968)), Cemilköy, Tahar, Gördeles, ignimbiritlerine ait istifi güneyden kuzeye sırasıyla, Büyük Kale Tepe, Kara Tepe, Kurt Dağ, Karakaya Tepe, Kızıl Tepe, Gammaz Tepe, Karaone Tepe, Küçükçiç-Büyükçiç Tepe, Çatal Tepe, Bozseki Tepe merkezli, kırık – çatlak sistemleri ile ilişkili, lavlar (5±0,3-5,5±0,2 My; Innocenti ve ark. (1975)) ile kesmektedir (Şekil 3.1. c, e, Şekil 4.7.).

Çıkış merkezleri genellikle etrafında kısıtlı alanda (~1 km çapta) yayılım gösteren lav akıntıları ile temsil edilir (Şekil 4.8.). Koyu renkli, yer yer gözenekli, fenokristalce fakir, lavlar ile patlama merkezi etrafında gözlenen kısıtlı alandaki cüruf serpintileri birçok noktada Kızılkaya ignimbiriti, Kışladağ Kireçtaşları ve Valibabatepe ignimbiriti tarafından üzerlenmektedir (Şekil 3.1. c, e ve Şekil 4.8. a-b).

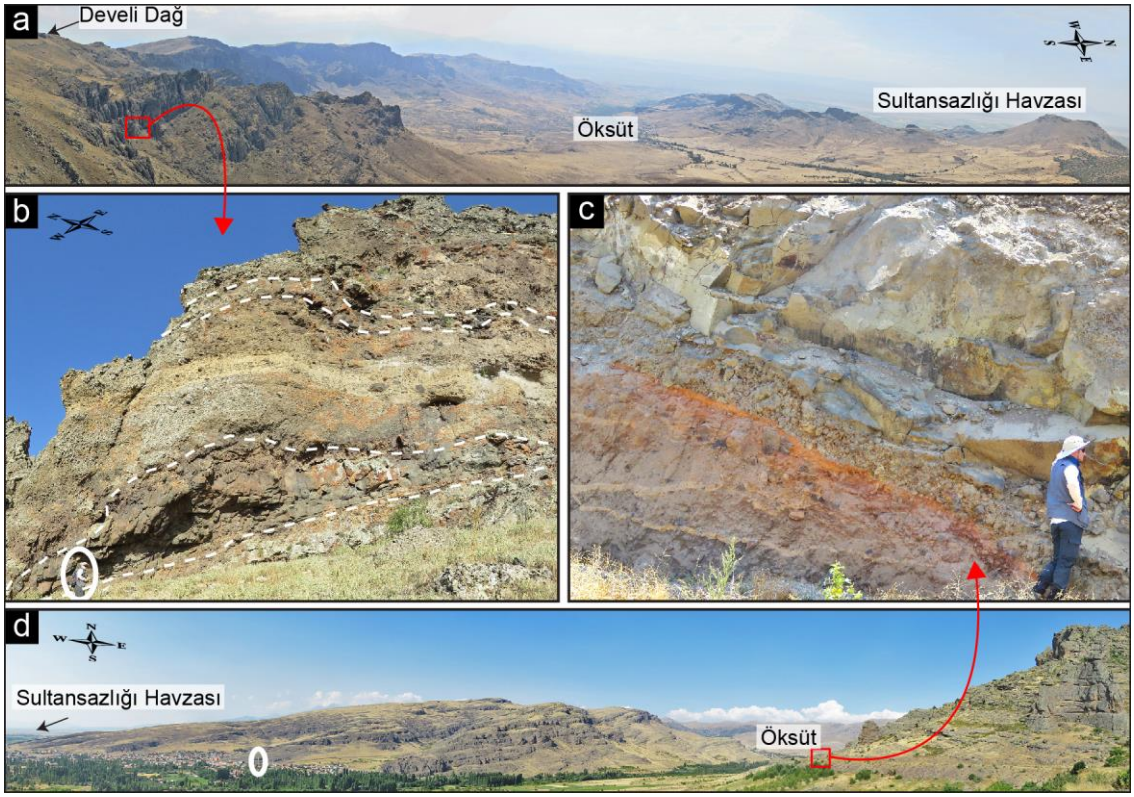


Şekil 4.8. a) Yeşilhisar Konglomerası, Cemilköy ve Tahar İgn. (in-set) seviyelerini kesen Kurtdağ sistemi lavlarının genel görüntüsü. b) Dayk kümeleri şeklinde yerleşmiş bazaltik lavlar ile etrafında yerel cüruf serpintilerine (kızıl renkte) ait görüntü. c) Cemilköy ignimbiritini kesen ve üzerleyen yerel, koyu renkli lav yaygılarına ait görüntü.

4.6. Develidağ Volkanı

Develidağ Volkanı, Sultansazlığı Havzasının D-GD'sinde, yarım kaldera morfolojisine sahip kalkan benzeri polijenetik volkanik merkezlerden biridir (Şekil 3.1. c, d, Şekil 4.9. a ve Şekil 4.10.). Volkanik aktivite, koyu gri renkli, ~1-5 m kalınlıkta, eklemli veya masif, bir merkez etrafında dışa doğru eğimli olarak konumlanmış, bazaltik dayklar (tabanda) ve lavlar ile başlamaktadır (Şekil 3.1. c,

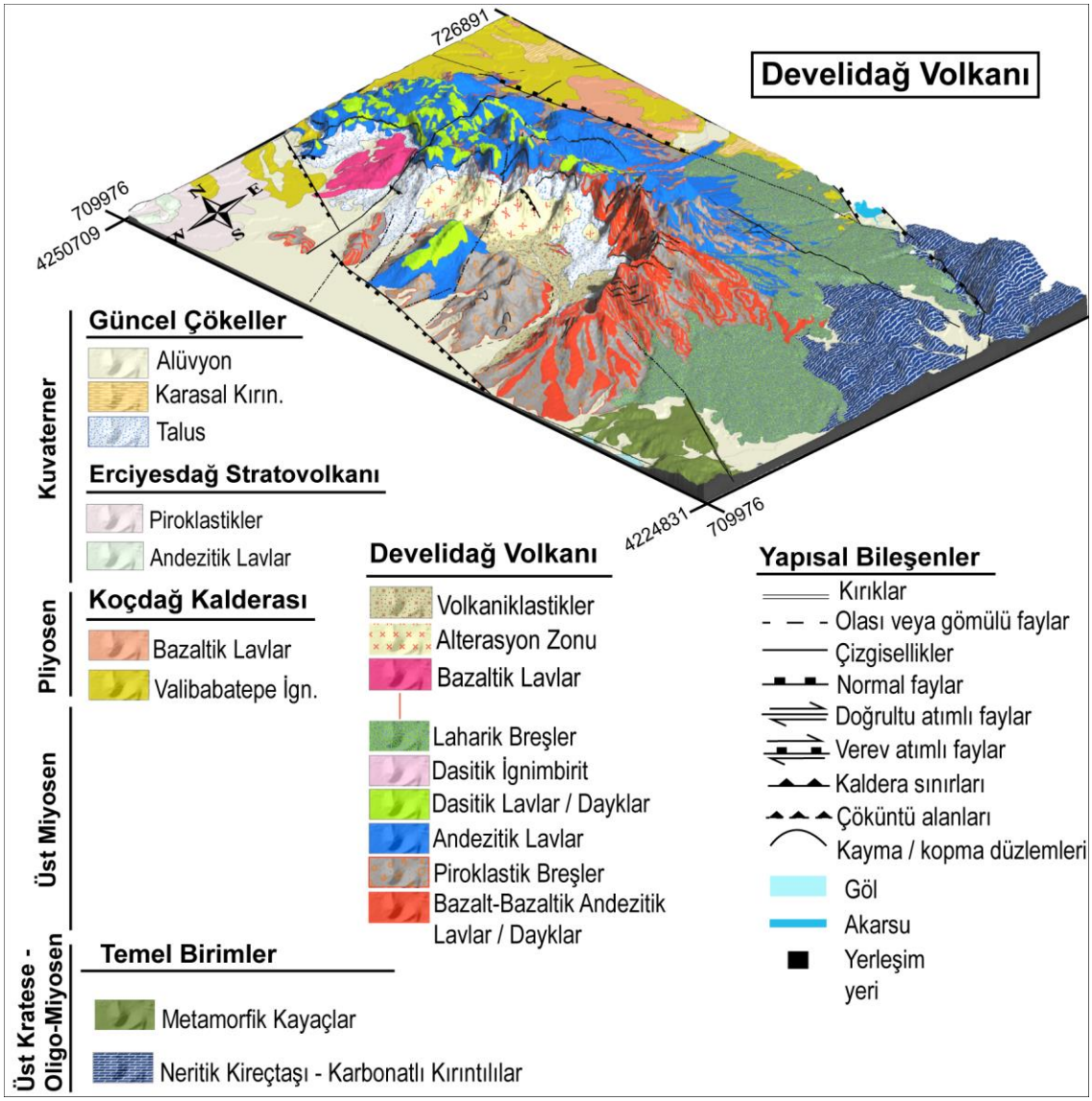
d ve Şekil 4.9. c). Her biri farklı bir faz atımı temsil eden lavlar, merkezde kaynaşık, gözenekli bombalar “spatter” ile kenarlarda pekişme derecesi azalan, kristal ve ince kül-kristal malzeme ile bağlanmış jüvenil bomba ve köşeli blok parçalarını içeren, monomikt piroklastik breş ve otobreşik ürünler ile ardalanmalı şekilde bulunmaktadır (Şekil 4.9. b-d).



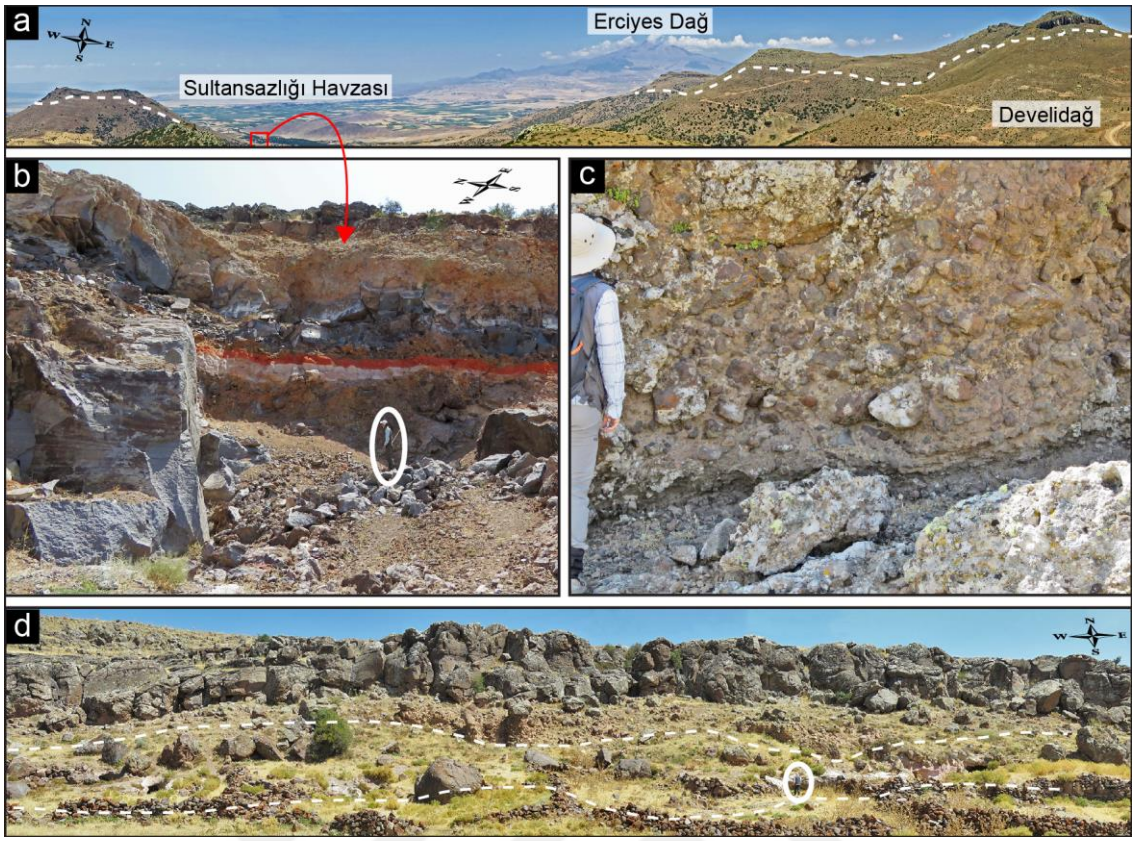
Şekil 4.9. a) Yarım kaldera morfolojisi sunan Develidağ Volkanı ve merkezden dışa doğru eğimli volkanik istif. b) Lav (kesikli çizgi) – otobreş/piroklastik breş (sarımsı gri) ardalanmalı istifin yakından görüntüsü. c) Tabanda dışa doğru eğimli bazaltik lav, altında ~40 cm’lik orobreş ve pişme zonunun (kızıl-kahve) gözlendiği piroklastik breş seviyelerine ait görüntü. d) Merkezden dışa doğru ~10-20° eğimli olarak depolanmış piroklastik breş/otobreş – lav ardalanmasından oluşan volkanik istif.

Develidağ volkanının kuzeyinde kalınlığı ~30-50 m’ye kadar ulaşabilen andezitik, dasitik lavlar, periferik (çevresel) zona ulaşmış lav dilleri veya volkanın bazaltik ürünlerinin oluşturduğu kalkan yapısının üzerini örtecek şekilde bulunmaktadır (Şekil 3.1. c, d, Şekil 4.11. a, b).

Develidağ GD yamaçları, yuvarlatılmış bazaltik andezitik-andezitik bomba, blok, litiklerden oluşan klastiklerce zengin, pekişmiş, yer yer tane destekli dışa doğru eğimli, kaotik laharik breş katmanları ile Zamantı Irmağına kadar örtülüdür (Şekil 3.1. c, d ve Şekil 4.11. c). Periferik zonda dasitik lavların altında üst dokanakta ~1-2 m'lik pişme zonu ile kızıl pembe renkte, tabanı gözlemlenmeyen, ~4-5 m kalınlığında taze yüzeyinde krem rengi dasitik ignimbirit seviyesi gözlenmiştir (Şekil 4.11. d).



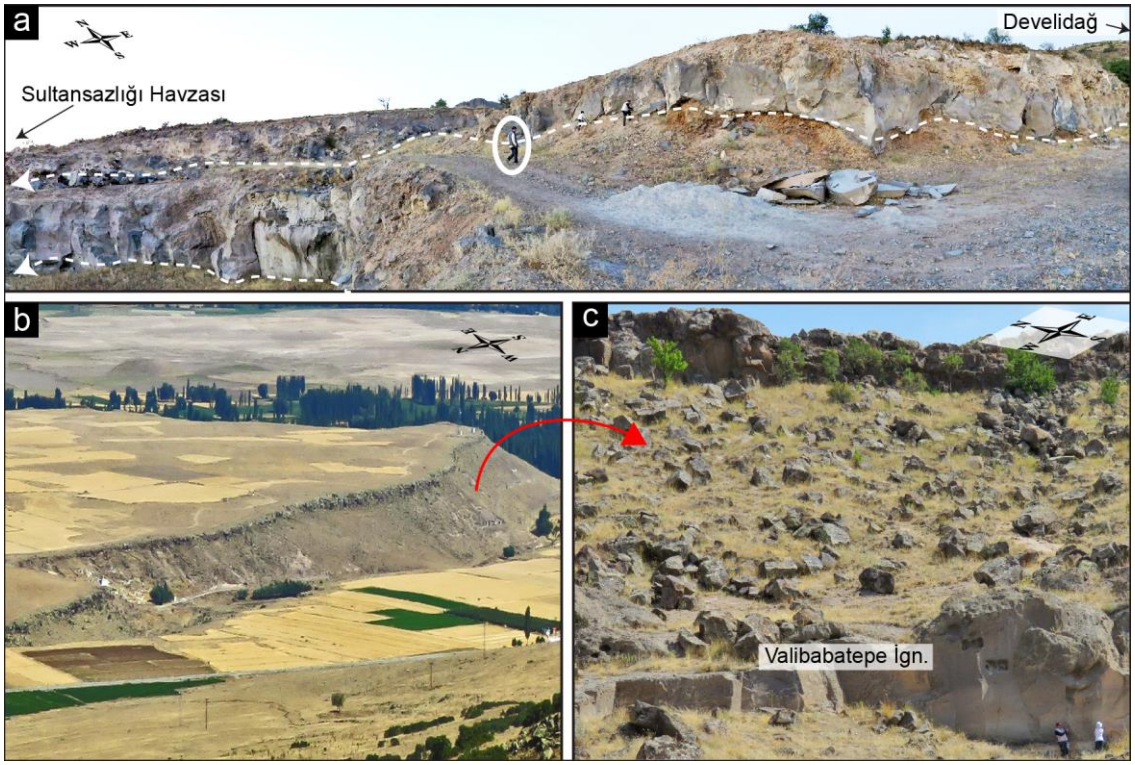
Şekil 4.10. Develidağ volkanı jeoloji haritası (45° yatık izometrik DYM üzerine yansıtılmıştır, detaylar için Şekil 3.1.'e bakınız.



Şekil 4.11. a) Bazaltik – bazaltik andezitik istifi örten andezitik-dasitik lavlar (kesikli çizgi üstü). b) Periferik zona ulaşmış andezitik lavlar otobreş seviyeleri ve pişme zonuna sahip yerel kül geri düşme seviyesi ile birlikte (ölçek, 1,8 m). c) GD yamaçlarında gözlenen, laharik breş olarak tanımlanan ürünlerin makro görüntüsü (ölçek, 1,7 m). d) Periferik zonda dasitik lav dilimin altında, üst dokanakta pişme zonu ile birlikte gözlemlenen krem rengi ignimbirit seviyesi (ölçek, 1,7 m).

Sultansazlığı Havza kenarı Miyo-Pliyosen volkanizması ürünleri arasında görece geç evrede (Pliyo-Pleyistosen, 2,16±0,58 - 3,89±0,57 My; sırasıyla Platzman ve ark. (1998); Dönmez ve ark. (2003)) oluşmuş bazaltik lavlar, Develidağ Volkanı istifini üzerleyecek şekilde Sultansazlığı Havzası doğu kenarında ve Koçdağ volkanizması ile ilişkili olarak Develidağ Volkanın KD'sinde, Valibabatepe ignimbiriti seviyeleri üzerinde gözlenmektedir (Şekil 3.1. c, d ve Şekil 4.10.). Bazaltlar siyaha yakın koyu gri renklerde, feldispatça zengin, yer yer elipsoidal gözenekli, masif, 2-5 m kalınlığında, yer yer bloksu eklemler içeren birden fazla lav akıntısı ile temsil edilmektedir (Şekil 4.12. a).

Bazaltik lavlar, Develidağ Volkanı doğusunda Valibabatepe ignimbirit seviyeleri üzerinde gözlenmektedir. Dönmez ve ark. (2003)'da "Şahmelik Volkaniti" olarak tanımlanan Develidağ Volkanı doğusunda bulunan bazaltik lavlar aynı çalışmada K/Ar tüm kayaç yöntemi ile 3,89±0,57 My olarak tarihlendirilmişlerdir (Şekil 4.12. b-c).

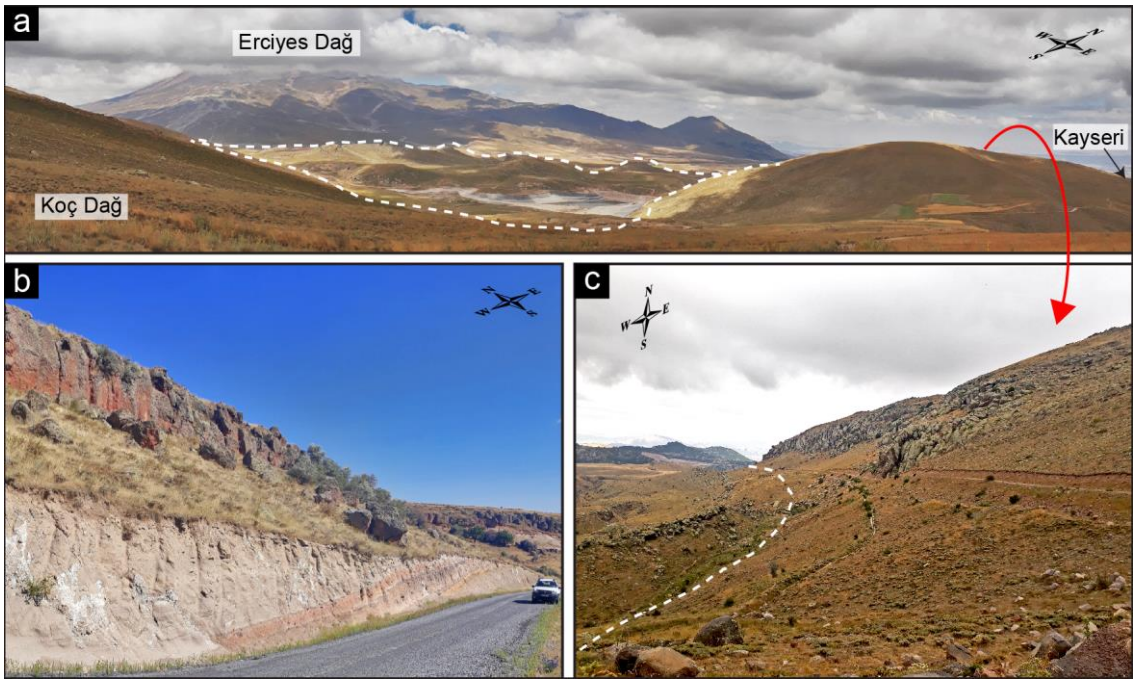


Şekil 4.12. a) Develidağ Volkanı KB'si yamaçlarından, batısındaki Sultansazlığı Havzası düzlüğüne doğru akma yönüne sahip en az iki katmandan oluşan bazaltik lavlar (ölçek: 1,7m). b-c) Develidağ volkanı KD'sinde Koçdağ merkezli akma yönüne sahip Valibabatepe ignimbiriti seviyeleri (altta) üzerinde gözlemlenen bazaltik lavlar (üstte) (ölçek: 1,7 m).

4.7. Koçdağ Kalderası

Sultansazlığı Havzasının doğu sınırında yer alan Koçdağ kalderası (Şen ve ark., 2003), batısındaki geç evre Pleyistosen (2,54±0,59 My; Notsu ve ark. (1995)) lav/lav domları ve Pliyo – Kuvaterner Erciyes Dağ volkanizması ürünleri tarafından kısmen örtülü, yarım kaldera morfolojisine sahip, Pliyo – Pleyistosen yaşlı (2,54±0,59 – 3,3±0,1; Notsu ve ark. (1995); Dönmez ve ark. (2003)) polijenetik volkanik merkezlerden biridir (Şekil 3.1. c ve Şekil 4.13. a). Erken evre

volkanik ürünlerinin, Develidağ Volkanı KD'sinde bulunan Valibabatepe ignimbiriti seviyeleri üstüne gözlemlenen bazaltik lavlar olduğu kabul edilmektedir (örn., Şen ve ark. (2003); Di Giuseppe ve ark. (2018)) (Şekil 3.1. c-d, Şekil 4.10. ve Şekil 4.12. b-c). Kalderanın DGD yamaçları münferit çıkış merkezleri ile ilişkili kısıtlı alanda gözlenen çoğunlukla andezitik nadiren bazaltik-bazaltik andezitik koyu renkli plajiyoklaz firik lavlar ve cüruf konileri ile temsil edilir (Şekil 3.1. c, d).

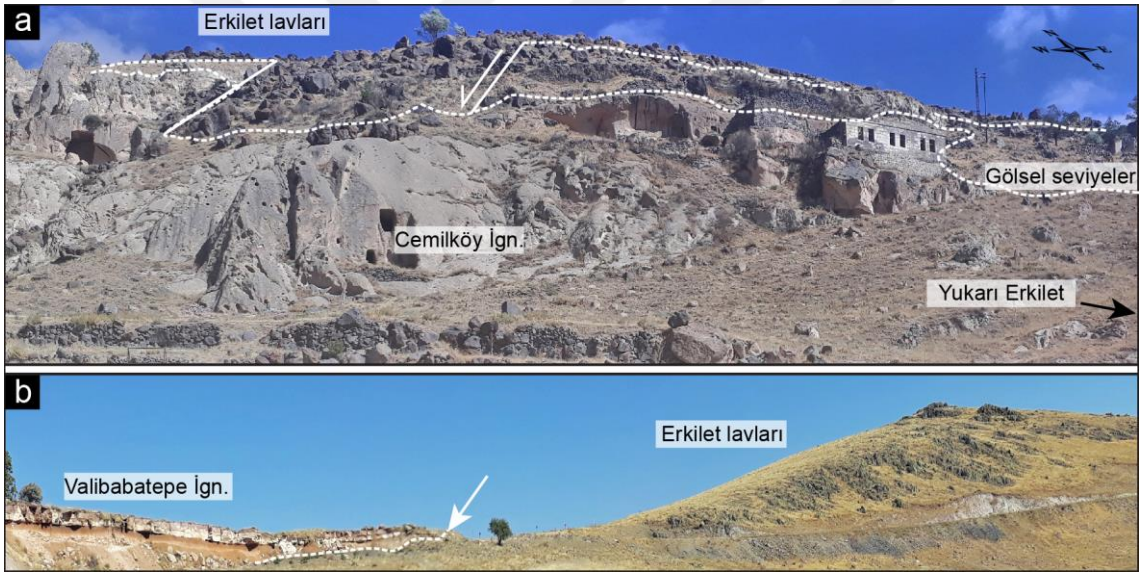


Şekil 4.13. a) Koçdağ Kalderası duvarından (Koç Dağ zirvesi) kaldera sınırı batısı boyunca gözlenen, geç evre (Pleyistosen), lav/lav domları ve Kuvaterner Eryices Dağ Stratovolkanının görüntüsü. b) Koçdağ doğu yamaçlarında kalın kül-pomza geri düşme seviyeleri ile birlikte gözlenen üstte Valibabatepe ignimbiriti seviyeleri. c) Koçdağ Kalderası istifinin büyük bir bölümünü oluşturan andezitik lav-lav domları (sağda) ve kaldera içerisinde gözlemlenen geç evre lav/lav domları (solda).

4.8. Erkilet Volkanik Bölgesi

Sultansazlığı Havzasının KKB – KKD sınırında yer alan Erkilet Volkanik Bölgesi tabandan tavana, kuzeyde, gölsel kiltaşı seviyeleri üzerine depolanmış, kalınlığı kuzeyden güneye, ~10-80 m arasında değişen, tabanda ~15 cm lik geri düşme seviyesi ile ayırtlanan Cemilköy ignimbiriti ile başlamakta, devamında tabakalı yerel kül geri düşme seviyeleri içeren, açık renkli, gölsel sedimanlar ile devam

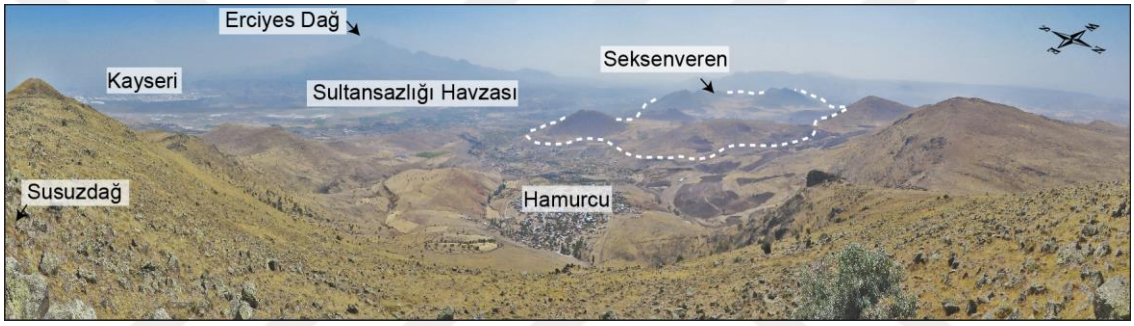
eden istif, tavanda Erkilet lavları ile kalınlığı 0,4 – 1 m arasında değişen Valibabatepe ignimbiriti seviyelerinden oluşur (Şekil 4.14. a). Sultansazlığı Havzası kuzey – KD sınırı oluşturan ~350 m'lik bu istif, DGD - BKB doğrultusunda, doğu ucu düşük açı ile güneye doğru kıvrılarak Tekkedağ Sistemi havza kenarı ürünlerine kadar uzanan Erkilet segmenti (Şekil 3.1.b,c) düşey atımlı fayı ile kesilmektedir (Toprak, 1998; Dirik, 2001). 2,73±0,08 My olarak tarihlendirilen Sultansazlığı Havzası açılmasının başlaması (Higgins ve ark., 2015) ile neredeyse eş yaşlı (2,22 ± 0,25 My; Higgins ve ark. (2015) hamuru siyaha yakın koyu renkli, yer yer elipsoidal ve küresel gözenekli, plajiyoklaz kristallerince zengin, birden fazla katmandan oluşan lavlar, Erkilet kuzeyinde, muhtelif çıkış merkezleri ile ilişkili yayvan kabartılar ile geniş plato düzlükleri oluşturur (Şekil 4.14. b).



Şekil 4.14. a) Erkilet düşey atımlı fay segmentinin kestiği ~350 m'lik Erkilet V.B. istifi, tabanda tavana sırasıyla Cemilköy ignimbiriti, açık renkli kül ara katkılı gölsel sedimanlar ve üstte koyu renkli bazaltik lav katmanı. b) ~1 m'lik Valibabatepe ignimbiriti ile Erkilet lavlarına ait dokanak (beyaz okla ve kesikli çizgi ile gösterilmiştir, güneye bakış).

4.9. Seksenveren Sistemi (Hamurcu Volkanik Bölgesi)

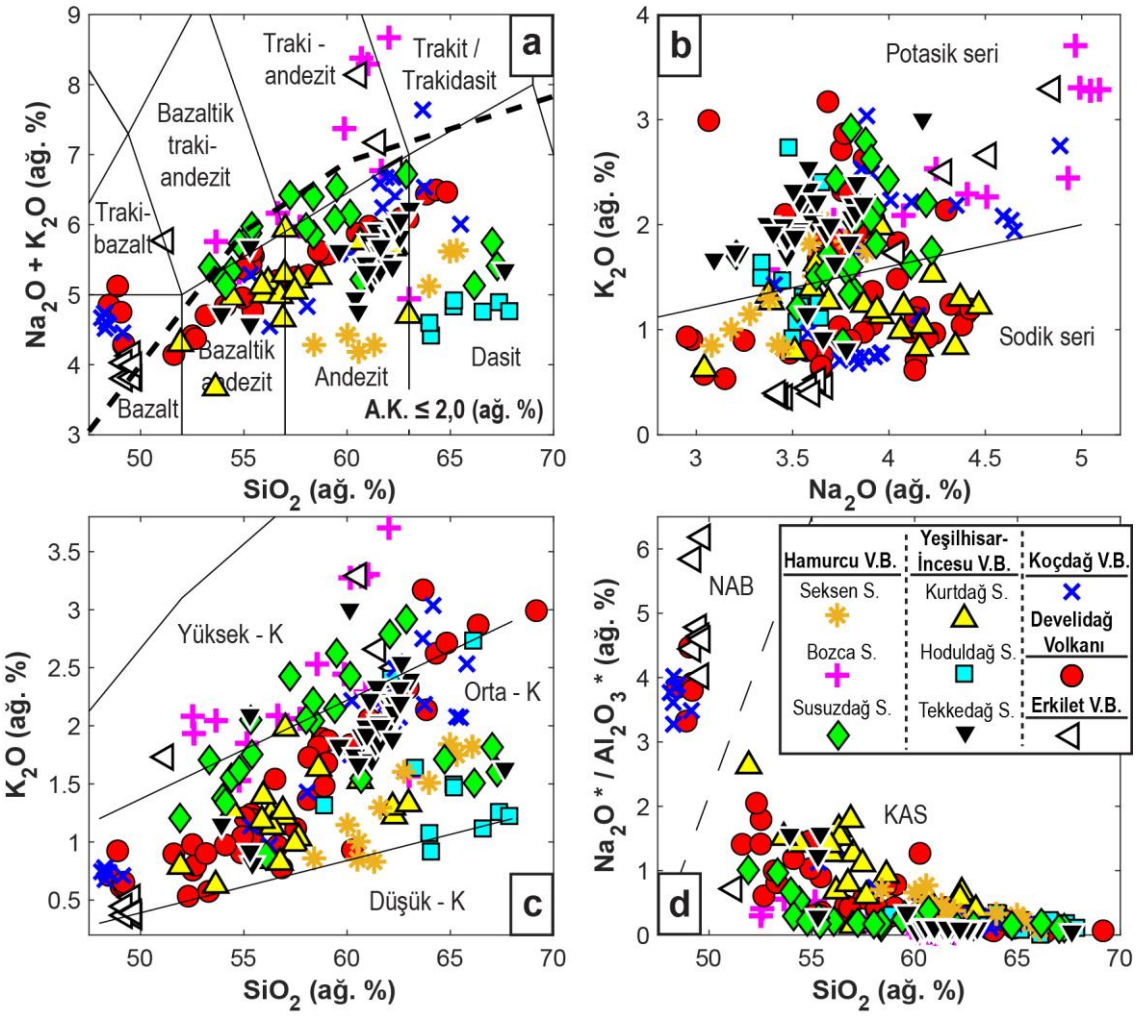
Seksenveren Sistemi andezitik – dasitik lav domları, Hamurcu Volkanik Bölgesi olarak isimlendirilen alanın güneyinde, Susuzdağ Sistemi yarım-kalderasının güneyinde kısmen içinde ve batısında (Seksenveren Dağları), kısıtlı alanda gözlenen, andezitik-dasitik, amfibol ve plajiyoklaz firik, pembe-krem rengi hamura sahip kümelenmiş lav domları ile temsil edilir (Şekil 3.1. c, f, Şekil 4.2. ve Şekil 4.15.). Lav domları Sultansazlığı Havzasının KB kenarında Valibabatepe ignimbiriti tarafından üzerlenmektedir (Şekil 3.1. c, f, Şekil 4.2.). Yapısal olarak Susuzdağ Sistemi volkanizmasının olası geç evre uzantısı şeklinde gözlemlenen lav domları, Susuzdağ yarım kaldera yapısının güney ucunu oluşturur(Şekil 4.2.).



Şekil 4.15. Susuzdağ Sistemi volkanik istifi üzerinden Seksenveren Sistemine ait lav domu kümelerinin (kesikli çizgi ile sınırlandırılmış) genel görüntüsü.

5. VOLKANİK KAYAÇLARIN SINIFLANDIRILMASI

Toplam alkali (ağ. % Na_2O+K_2O) - silis (ağ. % SiO_2) diyagramına (TAS; Le Bas ve ark. (1986)) göre Sultansazlığı Havza kenarı Miyo-Pliyosen volkanizması ürünlerinin büyük bölümü, alkalen-subalkalen (Miyashiro, 1978) ayrımının altında, bazalttan dasite, geniş jeokimyasal yelpazede (51 – 69 ağ. % SiO_2) temsil edilir (Şekil 5.1. a). Buna karşılık, Develidağ Volkanı batı yamacında (Şekil 4.12. b-c) ve doğuda Koçdağ merkezli olarak gözlenen bazaltlar (Şekil 4.12. b-c) ile kuzeyde Erkilet bazaltları, alkalen-subalkalen çizgisinin üzerinde düşük SiO_2 (≤ %50 ağ. %) içerikleri ile ayırtlanır (Şekil 5.1. a). Sultansazlığı Havzasının kuzeyi, Bozca, Susuzdağ, Tekkedağ ve Erkilet sistemlerine ait subalkalen ürünler, genelde orta – yüksek-K karakterdedir (Şekil 5.1. b-c). Buna karşılık güneyde Kurtdağ Sistemi örnekleri bazalttan-andezite genelde sodik seride ve düşük – orta-K grubunda yer alır (Şekil 5.1. a-c). Subalkalen Develidağ ve Susuzdağ ürünleri, bazalttan-dasite, kesintisiz, düşük – orta – yüksek-K ürünler ile temsil edilir (Şekil 5.1. a-c). Tekkedağ Sistemi ürünleri, orta-K bazaltik andezit – andezit olarak genelde dar bir aralıkta bulunur (Şekil 5.1. a-c). SiO_2'ye karşılık K_2O içeriklerine (Peccerillo ve Taylor (1976); Le Maitre ve ark. (2002)'den sonra) göre subalkalen örneklerin orta – yüksek-K alanlarında saçınımlı bulundukları buna karışlık düşük SiO_2 (≤ % 50 ağ. %) ve K'ca fakir doğası (≤ ~1 ağ. %) ile alkalen bazaltların subalkalen gruptan kısmen ayrıştıkları görülmektedir (Şekil 5.1. c). Nefelin normatif (0,45 - 3,0 ağ. %), düşük – orta alkalen doğaları ve negatif doygunluk endeksi değerlerine (SI: - 4,85 – - 0,11; Fitton ve ark. (1991)) (Çizelge 5.1.) sahip alkalen bazaltlar ile genelde hipersiten normatif (0,39 - 20,54 ağ. %) subalkalen örnekleri, normalizasyon temelinde formülize edilmiş, $Na_2O^*/Al_2O_3^*$ $(Na_2O/\big(K_2O/(Na_2O+K_2O)\big)/(Al_2O_3/\,(MgO)^2)$ içeriklerine göre gruplandırılmıştır (Şekil 5.1. d). Kesikli ayrım çizgisi OAVP'de, Di Giuseppe ve ark. (2018) tarafından rapor edilmiş, ~3,6 My'den genç Na-alkalen bazaltları (DE negatif, nefelin normatif) ile KAS (SI pozitif, hipersiten normatif) bazaltlarını, % 98,7'lik doğruluk payı ile ayırmaktadır. Buna göre bu çizginin altında yer alan hipersiten normatif, çoğunluğu subalkalen ürünlerden oluşan örnekler KAS (≥ 51,2 ağ. % SiO_2), sodik yatkın (≥ 3 ağ. % Na_2O^* / $Al_2O_3^*$) alkalen bazaltalar ise Na-alkalen bazalt (NAB) olarak gruplandırılmışlardır (Şekil 5.1. d).



Şekil 5.1. a) TAS (Le Bas ve ark., 1986) üzerinde örneklerin dağılımları (kesikli ayrım çizgisi Miyashiro (1978)'ya göredir). b) Na_2O – K_2O (ağ. %) diyagramında göre örneklerin dağılımı (ayrım çizgisi Peccerillo ve Taylor (1976)'ya göredir). c) SiO_2 – K_2O (ağ. %) diyagramına (Peccerillo ve Taylor (1976); Le Maitre ve ark. (2002)'den sonra) göre örneklerin dağılımları. d) $Na_2O^*/Al_2O_3^*$'e $(Na_2O/\big(K_2O/(Na_2O + K_2O)\big)/(Al_2O_3/\ (MgO)^2)$ karşı ağ. % SiO_2 diyagramında KAS ve NAB örneklerinin dağılımları (Koçdağ örnekleri, Notsu ve ark. (1995); Şen ve ark. (2003); Güçtekin ve Köprübaşı (2009); Di Giuseppe ve ark. (2018)'den, Tekkedağ ile Develidağ örneklerinin bir bölümü sırasıyla, Koralay (2010); Kürkcüoglu (2010); Aluç ve ark. (2020)'dan ve Erkilet V.B. örnekleri Furman ve ark. (2021)'dan alınarak karşılaştırma amacıyla kullanılmıştır).

Çizelge 5.1. Na-alkalen bazalt (NAB) ve kalk-alkalen seri bazalt – bazaltik andezitler temsili tüm kayaç element konsantrasyonları ve CIPW normatif bileşimleri (Develi, Develidağ, Volk., Volkanı; Sist., Sistemi).

	NAB	**Kalk-alkalen Seri Bazalt - Bazaltik Andezit**								
	Develi Volk.	**Develi Volk.**	**Kurtdağ Sistemi**		**Tekkedağ Sist.**		**Susuzdağ Sist.**		**Bozca Sistemi**	
Örnek No.	***DYK17-074***	***DYK17-018***	***DYK17-098***	***K238***	***K202***	***K437***	***DYK17-112***	***DYK17-126***	***K208***	***K209***
SiO_2	48,35	52,01	53,07	51,32	53,38	54,72	53,64	52,83	53,76	55,88
TiO_2	1,88	1,03	0,78	0,89	0,89	0,67	0,96	1,14	1,15	0,96
Al_2O_3	17,63	18,37	18,07	17,73	18,10	19,16	18,29	17,00	18,05	17,90
$Fe_2O_{3\ (t)}$	11,29	8,89	8,68	7,61	7,48	6,72	8,17	8,64	8,03	7,85
MnO	0,17	0,13	0,15	0,13	0,12	0,11	0,14	0,15	0,13	0,12
MgO	6,51	5,33	5,27	6,57	5,90	4,98	3,69	4,90	3,14	2,66
CaO	8,71	8,75	9,14	10,10	8,24	7,88	8,18	8,79	8,41	6,87
Na_2O	4,13	3,62	3,01	3,47	3,54	3,62	3,73	3,65	3,72	4,02
K_2O	0,71	0,75	0,62	0,78	1,14	0,91	1,53	1,69	1,50	2,06
P_2O_5	0,37	0,14	0,16	0,23	0,21	0,18	0,28	0,27	0,26	0,33
A.K.	-0,10	0,70	0,80	0,90	0,70	0,80	1,10	0,60	1,60	1,10
Toplam	99,65	99,72	99,75	99,73	99,70	99,75	99,71	99,66	99,75	99,75
Mg#*100	53,32	54,29	54,60	63,10	60,98	59,48	47,22	52,91	43,65	40,17
V	173,00	195,00	173,00	199,00	153,00	113,00	179,00	174,00	225,00	140,00
Cr	205,28	61,58	273,70	273,70	130,01	82,11	246,33	280,54	13,69	13,69
Co	43,50	43,80	31,50	39,60	38,30	27,80	24,00	32,40	31,60	25,80
Ni	95,00	37,00	41,00	73,80	58,00	16,10	33,00	55,00	6,90	2,00
Cu	49,30	42,80	14,90	39,50	26,20	3,60	31,60	36,80	71,30	39,40
Zn	66,00	44,00	20,00	31,00	27,00	11,00	43,00	57,00	39,00	33,00
Ga	18,70	19,10	16,30	16,10	17,30	15,60	18,90	16,70	19,10	18,10
Rb	5,70	13,20	12,00	12,70	32,00	21,10	41,80	38,20	44,30	68,60
Sr	457,30	506,00	445,50	423,40	474,80	435,10	618,80	492,90	505,90	519,00
Y	33,00	14,70	17,10	15,90	18,30	12,70	24,80	26,30	23,10	31,00
Zr	229,80	83,70	83,80	82,70	116,90	89,80	184,60	198,10	150,00	257,40
Nb	10,40	4,60	4,10	7,80	10,40	6,20	10,20	15,10	11,10	18,10
Cs	0,00	0,60	0,40	0,20	1,10	0,50	1,70	0,90	0,90	1,20
Ba	193,00	298,00	246,00	282,00	354,00	289,00	315,00	334,00	288,00	324,00
La	19,20	12,10	15,10	13,50	20,20	13,40	26,10	26,00	18,20	27,50
Ce	41,30	24,20	28,60	26,00	38,70	27,00	47,90	46,00	38,50	59,40
Pr	5,46	2,77	3,64	3,03	4,31	3,19	5,65	5,54	4,53	6,90
Nd	22,70	12,00	15,20	11,30	18,20	13,70	22,40	21,20	18,50	28,30
Sm	5,29	2,77	3,40	2,67	3,24	2,80	4,43	4,82	3,81	5,63
Eu	1,74	1,04	1,18	0,93	1,07	0,95	1,27	1,22	1,15	1,39
Gd	6,03	3,12	3,52	2,92	3,17	2,61	4,45	4,61	4,06	5,52
Tb	0,97	0,46	0,55	0,50	0,54	0,42	0,71	0,73	0,68	0,92
Dy	5,86	2,83	3,25	2,87	2,92	2,28	4,28	4,29	3,61	5,15
Ho	1,24	0,57	0,70	0,59	0,61	0,47	0,87	0,94	0,80	1,06
Er	3,61	1,67	1,95	1,64	1,77	1,35	2,74	2,86	2,34	3,18
Tm	0,54	0,22	0,26	0,26	0,25	0,19	0,36	0,37	0,36	0,47
Yb	3,23	1,58	1,76	1,61	1,60	1,23	2,50	2,50	2,28	3,18
Lu	0,50	0,22	0,28	0,23	0,24	0,18	0,37	0,39	0,34	0,48
Hf	4,70	2,20	2,10	2,50	3,20	2,20	4,60	4,80	3,80	6,70
Ta	0,70	0,40	0,20	0,50	0,90	0,50	0,70	0,90	0,80	1,20
Pb	1,00	1,60	1,60	1,60	4,60	0,90	2,00	2,40	2,50	3,20
Th	1,10	2,70	3,50	3,10	6,00	3,80	7,90	8,20	7,60	12,70
U	0,40	0,70	0,80	1,00	1,60	0,80	1,80	2,20	2,30	3,80
CIPW ağ%										
Kuvars	0,00	0,00	3,81	0,00	0,69	3,82	1,79	0,00	3,02	4,42
Plajiyoklaz	57,56	63,30	60,40	60,86	60,94	64,91	61,33	56,70	61,03	59,80
Ortoklaz	4,32	4,63	3,83	4,81	6,99	5,58	9,35	10,28	9,21	12,54
Nefelin	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Diyopsit	11,22	9,25	8,78	15,14	7,92	3,95	8,75	14,21	10,31	6,34
Hipersten	0,00	16,34	19,29	7,26	19,53	18,49	14,34	11,10	11,73	12,44
Olivin	17,65	2,81	0,00	8,46	0,00	0,00	0,00	2,85	0,00	0,00
İlmenit	3,61	1,99	1,51	1,72	1,72	1,29	1,86	2,20	2,24	1,86
Manyetit	1,66	1,31	1,92	1,12	1,65	1,48	1,81	1,91	1,79	1,74
Apatit	0,89	0,34	0,39	0,55	0,51	0,43	0,68	0,65	0,63	0,80
Zirkon	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,03	0,05
Kromit	0,04	0,01	0,06	0,06	0,03	0,02	0,05	0,06	0,00	0,00
SI	-4,83	7,17	14,79	3,00	9,82	14,54	8,92	4,61	9,80	12,25

Saturasyon indeksi (SI=100(Si-(Al+Fe2+Mg+3Ca+11Na+11K+Mn-Fe3-Ti-4P)/2)) Fitton ve ark. (1991)'na göredir. Bazalt – bazaltik andezitler CIPW norm hesaplamalarında Fe^{2+}/Fe^{3+} ayrımı $Fe^{3+}/Fe_{(t)}$ = 0,1 olarak kabul edilmiştir. CIPW normatif ağırlıkça % mineral bileşimleri Hollocher (2004)'in CIPW norm hesaplama tablosuna göre yapılmıştır.

Çizelge 5.2. Kalk-alkalen seri andezit temsili tüm kayaç ana/iz element değerleri ve CIPW normatif bileşimleri (Tekke, Tekkedağ; Seksen, Seksenveren; Volk., Volkanı; Sist., Sistemi).

	Kalk-alkalen Seri Andezit									
	Develidağ Volk.		**Kurtdağ Sist.**		**Tekke Sist.**	**Susuzdağ Sist.**		**Bozca Sist.**	**Seksen. Sist.**	
Örnek No.	***DYK17-003***	***DYK17-024***	***DYK17-078***	***K235***	***K435***	***DYK17-106***	***DYK17-127***	***K220***	***K226***	***K227***
SiO_2	58,44	60,80	56,47	59,96	58,61	59,45	57,44	57,42	57,83	59,77
TiO_2	0,79	0,70	1,10	0,66	0,80	0,66	0,94	0,96	0,81	0,50
Al_2O_3	16,34	16,84	16,32	17,87	17,37	17,18	18,50	18,13	18,79	17,23
$Fe_2O_{3\,(t)}$	6,24	5,42	7,27	5,16	6,28	5,87	6,42	7,13	5,31	4,74
MnO	0,10	0,08	0,11	0,09	0,11	0,10	0,10	0,11	0,08	0,08
MgO	4,44	3,22	5,31	3,41	3,01	2,86	1,97	2,50	3,81	4,15
CaO	7,36	5,80	6,36	5,85	6,41	6,47	6,98	7,00	7,99	7,97
Na_2O	3,65	3,87	3,92	4,18	3,73	3,68	3,75	3,89	3,39	3,14
K_2O	1,88	1,97	1,96	1,51	1,80	2,40	2,01	2,05	0,85	0,99
P_2O_5	0,16	0,18	0,23	0,20	0,19	0,17	0,29	0,29	0,15	0,12
A.K.	0,30	0,80	0,60	0,90	1,50	0,90	1,40	0,30	0,80	1,10
Toplam	99,70	99,68	99,65	99,79	99,81	99,74	99,80	99,78	99,81	99,79
Mg#*100	58,50	54,06	59,13	56,69	48,71	49,12	37,81	40,99	58,70	63,43
V	133,0	105,0	99,0	100,0	105,0	115,0	128,0	147,0	146,0	105,0
Cr	82,11	82,11	342,13	68,43	47,90	191,59	102,64	13,69	20,53	88,95
Co	31,10	25,00	27,60	33,00	24,00	19,50	17,10	25,20	31,80	30,40
Ni	40,00	37,00	93,00	7,40	10,00	23,00	12,40	3,20	1,90	5,10
Cu	24,60	21,10	17,70	13,00	11,40	33,40	51,10	15,50	19,50	24,60
Zn	31,00	29,00	24,00	10,00	13,00	36,00	44,00	52,00	18,00	9,00
Ga	17,30	17,60	16,10	17,40	17,10	16,60	18,00	18,40	17,80	15,90
Rb	55,70	59,80	46,80	39,70	58,70	84,50	74,50	62,50	20,40	24,80
Sr	423,5	427,0	412,2	395,4	371,5	481,1	499,8	532,0	442,8	387,3
Y	18,20	19,00	17,30	14,00	20,90	19,60	22,90	26,10	13,20	9,10
Zr	152,7	171,1	137,0	118,0	143,3	200,1	245,0	212,2	77,2	72,5
Nb	9,00	9,50	11,90	10,00	9,40	11,50	16,00	15,60	5,00	4,50
Cs	1,50	1,30	2,90	0,70	1,20	2,50	3,50	2,80	0,90	1,00
Ba	486,0	593,0	483,0	381,0	359,0	468,0	366,0	357,0	171,0	389,0
La	23,00	26,70	16,10	17,40	21,00	27,70	27,00	23,30	8,40	11,30
Ce	42,70	46,90	30,20	34,10	40,10	48,20	53,20	50,20	17,80	20,60
Pr	4,84	5,35	3,54	3,85	4,51	5,38	5,92	5,92	2,14	2,23
Nd	18,70	20,70	14,60	14,20	16,80	19,10	23,60	23,80	9,50	8,70
Sm	3,66	3,92	3,10	2,98	3,54	3,53	4,56	4,82	2,14	1,75
Eu	1,01	1,08	1,04	0,99	0,98	0,97	1,17	1,28	0,77	0,57
Gd	3,65	3,90	3,41	2,73	3,40	3,64	4,55	4,55	2,32	1,80
Tb	0,54	0,56	0,53	0,47	0,59	0,55	0,68	0,78	0,41	0,29
Dy	3,24	3,35	3,16	2,49	3,40	3,29	4,16	4,34	2,18	1,51
Ho	0,69	0,65	0,65	0,49	0,72	0,68	0,87	0,87	0,46	0,32
Er	1,88	2,00	1,83	1,40	2,19	2,24	2,52	2,74	1,34	0,98
Tm	0,28	0,27	0,24	0,22	0,31	0,31	0,35	0,40	0,18	0,14
Yb	1,71	1,78	1,59	1,24	2,14	2,15	2,56	2,57	1,27	0,88
Lu	0,27	0,29	0,24	0,20	0,31	0,34	0,36	0,40	0,19	0,15
Hf	3,70	4,20	3,20	3,20	3,80	4,70	6,10	5,50	2,00	1,90
Ta	1,00	0,80	0,80	0,90	0,80	0,90	1,10	1,10	0,60	0,40
Pb	8,40	3,70	0,70	2,50	1,40	6,10	14,10	1,10	0,40	1,50
Th	9,60	10,70	5,10	5,00	10,40	13,10	11,50	10,90	2,30	5,30
U	2,50	3,10	2,30	1,90	3,10	4,10	3,70	3,30	0,80	1,90
CIPW ağ. %										
Kuvars	8,00	12,69	3,61	11,03	10,78	10,21	9,24	7,34	11,41	14,62
Plajiyoklaz	53,97	56,19	55,00	61,71	58,05	55,14	60,57	59,38	63,05	57,41
Ortoklaz	11,42	12,06	11,95	9,21	11,01	14,59	12,27	12,38	5,16	6,11
Nefelin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Diyopsit	10,70	4,22	7,53	1,97	4,55	6,65	4,47	5,97	4,35	7,36
Hipersiten	12,13	11,41	17,54	12,77	11,70	9,92	8,95	10,26	12,53	11,82
Olivin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
İlmenit	1,52	1,35	2,12	1,27	1,55	1,27	1,82	1,84	1,56	0,97
Manyetit	1,83	1,59	1,60	1,52	1,86	1,73	1,90	2,09	1,56	1,40
Apatit	0,38	0,43	0,55	0,48	0,46	0,41	0,70	0,69	0,36	0,29
Zirkon	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,05	0,04	0,02	0,01
Kromit	0,02	0,02	0,07	0,01	0,01	0,04	0,02	0,00	0,00	0,02
SI	18,78	26,21	13,75	23,95	22,95	21,32	18,88	16,32	24,55	29,73

Saturasyon indeksi (SI=100(Si-(Al+Fe2+Mg+3Ca+11Na+11K+Mn-Fe3-Ti-4P)/2)) Fitton ve ark. (1991)'na göre hesaplanmıştır. Andezitler için CIPW norm hesaplamalarında Fe^{2+}/Fe^{3+} ayrımı $Fe^{3+}/Fe_{(t)} = 0,15$ olarak kabul edilmiştir. CIPW normatif mineral bileşimleri (ağ.%) Hollocher (2004)'in CIPW norm hesaplama tablosuna göre yapılmıştır.

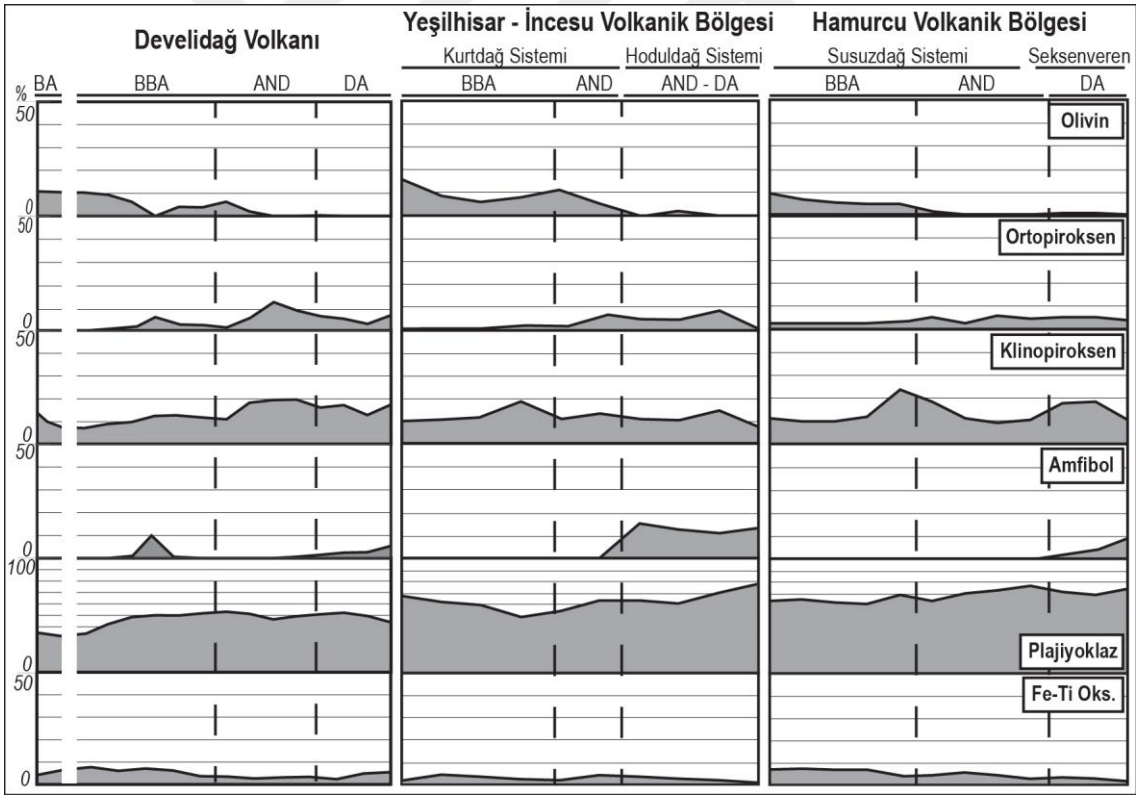
Çizelge 5.3. Kalk-alkalen seri dasit temsili tüm kayaç ana/iz element değerleri ve CIPW normatif bileşimleri (Tekke, Tekkedağ; Seksen, Seksenveren; Volk., Volkanı; Sist., Sistemi).

	Kalk-alkalen Seri Dasit									
	Develidağ Volk.		**Hoduldağ Sist.**		**Tekke Sist.**	**Susuzdağ Sist.**		**Bozca Sist.**	**Seksen. Sist.**	
Örnek No.	***DYK17-010***	***DYK17-026***	***DYK17-087***	***DYK17-089***	***K436***	***DYK17-120***	***DYK17-133***	***K210***	***K211***	***K212***
SiO_2	63,00	63,47	64,04	63,53	66,72	65,38	63,15	61,85	64,23	63,87
TiO_2	0,71	0,65	0,48	0,44	0,41	0,40	0,42	0,55	0,38	0,45
Al_2O_3	17,56	15,77	16,76	17,68	16,70	16,64	17,30	16,80	16,34	16,21
$Fe_2O_{3\,(t)}$	4,32	4,89	5,31	4,23	3,63	3,68	3,86	4,59	3,13	3,57
MnO	0,06	0,09	0,06	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	0,06	0,07
MgO	1,22	2,47	1,45	2,48	1,13	2,02	2,17	2,89	2,21	2,67
CaO	5,21	4,79	5,35	6,24	4,58	5,44	5,69	6,41	6,31	5,71
Na_2O	4,24	3,82	3,28	3,47	3,67	3,58	3,13	3,31	3,82	3,71
K_2O	2,11	2,59	1,47	0,91	1,61	1,49	1,67	1,54	1,72	1,81
P_2O_5	0,25	0,15	0,09	0,11	0,11	0,12	0,11	0,14	0,15	0,22
A.K.	1,10	1,00	1,50	0,70	1,30	1,00	2,30	1,70	1,50	1,50
Toplam	99,78	99,69	99,79	99,87	99,93	99,82	99,87	99,86	99,85	99,79
Mg#*100	35,88	50,02	35,11	53,74	38,15	52,09	52,69	55,50	58,31	59,70
V	84,0	85,0	91,0	86,0	44,0	47,0	61,0	110,0	38,0	51,0
Cr	0,00	41,06	205,28	273,70	13,69	164,22	68,43	34,21	41,06	54,74
Co	26,10	21,60	13,30	14,60	12,10	11,00	11,50	23,70	18,10	19,90
Ni	0,50	31,00	22,00	31,00	2,60	26,00	22,00	4,50	5,60	5,40
Cu	3,80	25,40	18,90	22,10	8,90	11,70	7,40	10,10	3,30	2,70
Zn	76,00	25,00	20,00	19,00	14,00	9,00	11,00	12,00	5,00	4,00
Ga	18,90	17,20	16,10	16,50	15,30	15,40	17,20	15,90	14,60	15,50
Rb	62,50	85,60	47,30	29,30	64,60	44,60	50,90	42,60	44,90	47,30
Sr	395,7	349,4	273,7	330,1	272,6	329,0	392,5	352,4	373,8	534,1
Y	25,60	21,00	11,00	8,50	13,50	10,80	11,60	14,00	9,50	10,10
Zr	229,3	194,7	96,5	78,7	103,0	114,3	129,1	97,8	91,3	108,8
Nb	10,00	11,00	4,60	3,80	5,00	6,40	7,40	5,60	7,40	10,10
Cs	0,90	2,10	3,20	0,90	2,70	1,60	3,10	2,80	0,50	0,40
Ba	676,0	640,0	290,0	164,0	259,0	275,0	297,0	234,0	358,0	481,0
La	28,90	29,90	16,80	9,30	11,60	15,50	18,70	11,20	14,70	25,30
Ce	55,50	53,60	26,50	16,40	22,70	26,60	31,20	22,20	26,40	43,20
Pr	6,48	5,80	2,78	1,78	2,71	2,86	3,38	2,53	2,68	4,48
Nd	27,10	21,50	9,90	7,20	11,00	10,10	12,50	10,60	10,00	15,70
Sm	5,45	4,03	2,00	1,45	2,22	1,80	2,33	2,11	1,77	2,48
Eu	1,43	1,02	0,62	0,57	0,60	0,58	0,68	0,63	0,55	0,71
Gd	5,03	3,88	2,06	1,69	2,17	2,00	2,45	2,30	1,66	2,03
Tb	0,74	0,60	0,33	0,25	0,37	0,31	0,36	0,38	0,29	0,32
Dy	4,57	3,54	1,89	1,43	2,08	1,79	2,14	2,18	1,42	1,60
Ho	0,94	0,70	0,38	0,32	0,46	0,36	0,46	0,47	0,32	0,35
Er	2,87	2,04	1,18	0,94	1,40	1,22	1,37	1,38	0,91	1,04
Tm	0,39	0,31	0,18	0,14	0,19	0,16	0,20	0,21	0,15	0,15
Yb	2,54	1,90	1,24	0,89	1,24	1,11	1,29	1,41	0,97	0,98
Lu	0,42	0,32	0,20	0,14	0,20	0,18	0,21	0,21	0,15	0,16
Hf	5,50	5,00	2,60	1,90	2,80	2,70	3,40	2,80	2,70	3,20
Ta	0,90	1,00	0,40	0,30	0,50	0,50	0,50	0,50	0,70	0,70
Pb	2,40	3,00	1,10	2,30	0,90	1,00	2,40	0,50	0,70	0,80
Th	10,40	16,90	9,30	3,80	7,10	7,30	8,50	4,90	8,00	13,00
U	2,90	4,90	2,60	1,30	2,50	2,40	2,90	1,90	1,80	2,20
CIPW ağ. %										
Kuvars	16,60	16,72	23,85	21,38	26,68	23,34	22,11	18,25	19,59	19,39
Plajiyoklaz	59,31	51,24	54,92	59,95	54,01	55,95	55,60	55,59	55,62	54,56
Ortoklaz	12,94	15,82	8,99	5,50	9,78	9,04	10,26	9,40	10,50	11,10
Nefelin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Diyopsit	1,55	3,99	0,00	0,33	0,00	1,19	0,00	3,84	6,75	4,07
Hipersiten	6,31	9,12	9,24	10,42	6,57	8,28	9,56	10,13	5,48	8,38
Olivin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
İlmenit	1,37	1,25	0,93	0,84	0,79	0,77	0,82	1,07	0,74	0,87
Manyetit	1,27	1,44	1,57	1,24	1,07	1,08	1,15	1,36	0,92	1,06
Apatit	0,60	0,36	0,22	0,26	0,26	0,29	0,27	0,34	0,36	0,53
Zirkon	0,05	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
Kromit	0,00	0,01	0,05	0,06	0,00	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01
SI	30,16	31,91	43,50	40,14	46,75	42,46	40,93	34,82	34,99	35,92

Saturasyon indeksi (SI=100(Si-(Al+Fe2+Mg+3Ca+11Na+11K+Mn-Fe3-Ti-4P)/2)) Fitton ve ark. (1991)'na göre hesaplanmıştır. Dasitler için CIPW norm hesaplamalarında Fe^{2+}/Fe^{3+} ayrımı $Fe^{3+}/Fe_{(t)}$ = 0,2 olarak kabul edilmiştir. CIPW normatif mineral bileşimleri (ağ. %) Hollocher (2004)'in CIPW norm hesaplama tablosuna göre yapılmıştır.

6. PETROGRAFİ

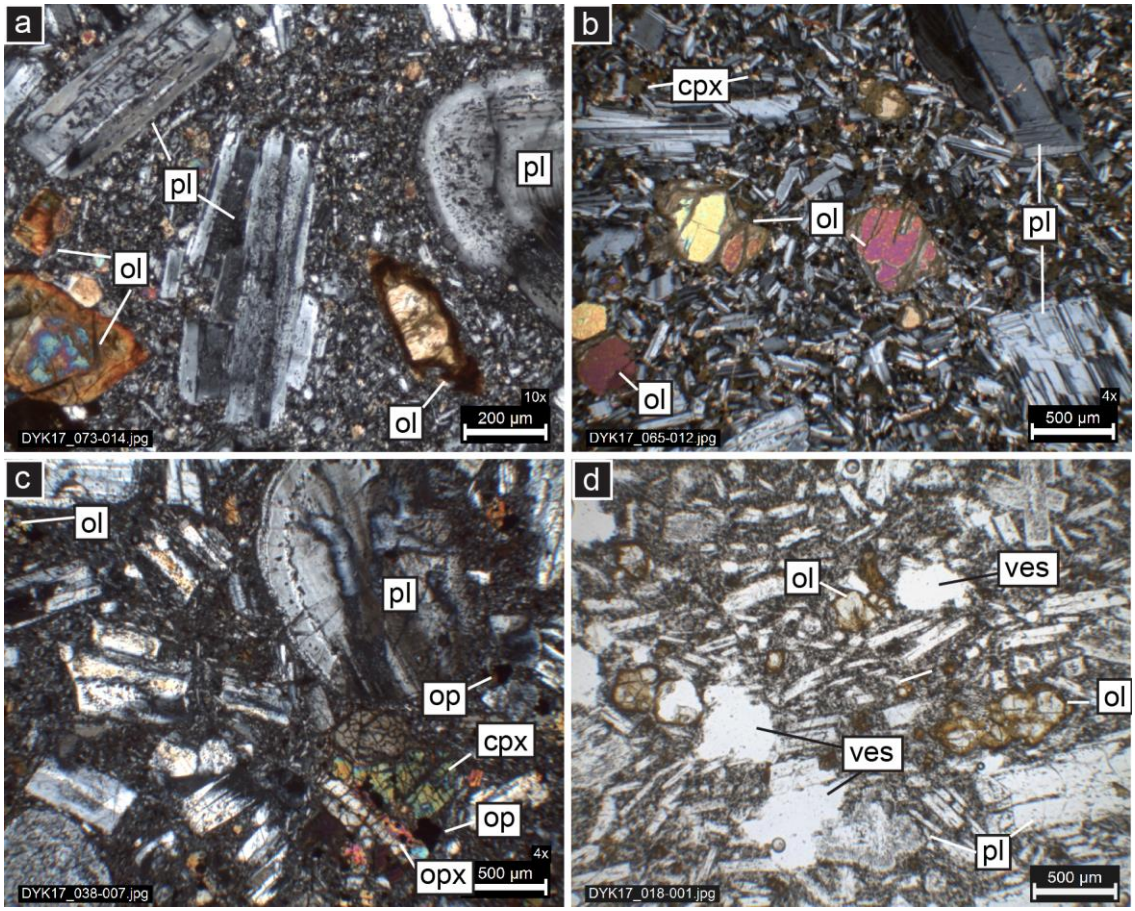
KAS kayaç grupları modal bileşimlerine göre çoktan aza doğru sırasıyla plajiyoklaz + klinopiroksen + Fe-Ti oksit ± olivin ± ortopiroksen ± amfibol; Na-alkalen kayaçlar ise plajiyoklaz + olivin + klinopiroksen + Fe-Ti oksit grubu ile temsil edilmektedir (Şekil 6.1.). Apatit, mika, spinel, zirkon, KAS kayaç gruplarında; apatit ve sfen ise NAB için aksesuar fazlardır. Modal mineralojik bileşimlerine göre KAS kayaç grupları farklı volkanik bölgelerde genellikle benzer mineral birliktelikleri teşkil eder (Şekil 6.1.). Olivin dasitik ürünlere doğru dereceli olarak azalma eğilimi gösterirken, ortopiroksen farklılaşmış ürünlere doğru olivinin yerini almaktadır (Şekil 6.1.). Plajiyoklaz tüm mineral gurupları içinde belirgin bir değişim göstermeden baskın mineral konumundadır (Şekil 6.1.). Modal amfibol, farklılaşmış ürünlere doğru artış sergilemektedir.



Şekil 6.1. Kayaç gruplarında bulunan ana mineral fazlarının modal (alansal %) bileşimleri (BA, Bazalt, BBA, bazalt-bazaltik andezit; AND, andezit; DA, dasit). Hamur ve gözenek oranları hariç tutularak ana mineral modal bileşimlerine oransal olarak dağıtılmıştır.

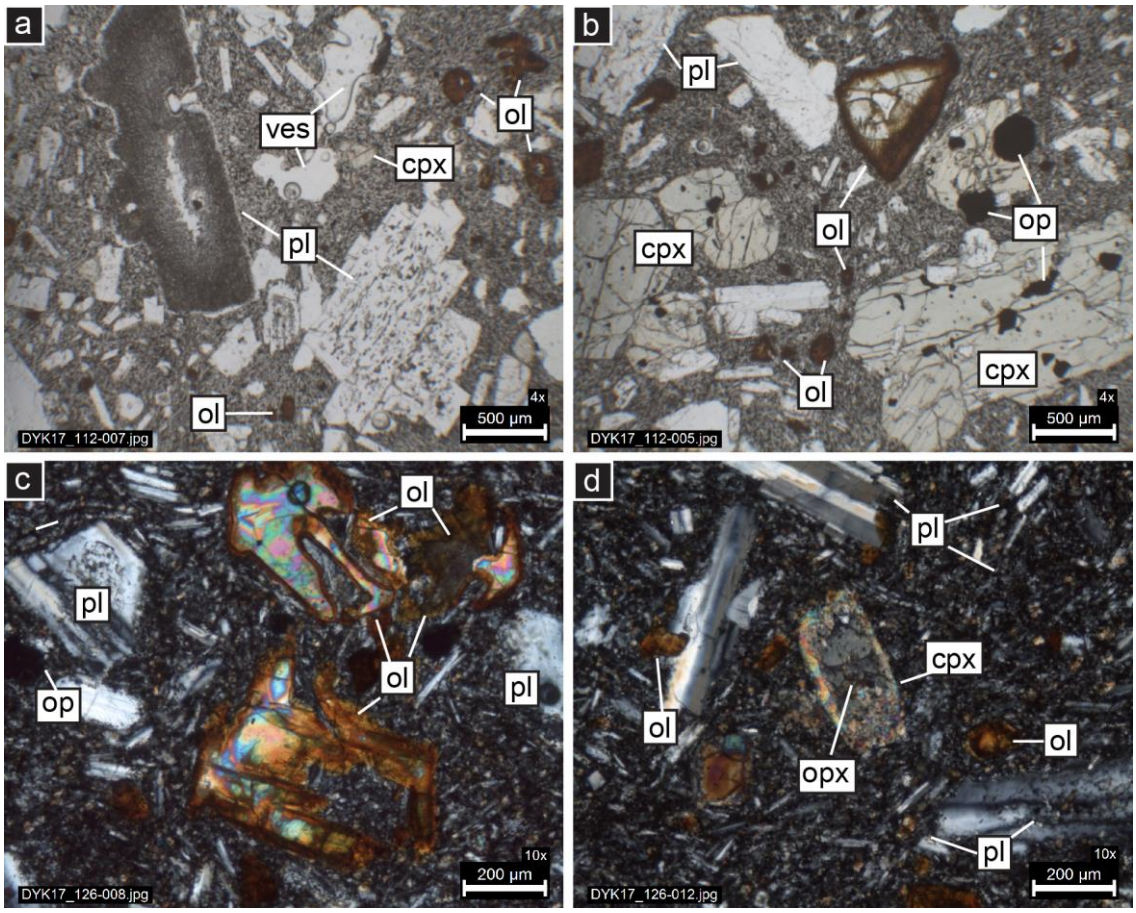
6.1. Bazalt-Bazaltik Andezitler

Kısmen iddingsitleşmiş, yuvarlak kenarlı olivinler, salınımlı zonlu plajiyoklaz, öz şekilli iki piroksen glomerokristalleri ile seri mikrolitik doku tipiktir (Şekil 6.2.). Plajiyoklaz fenokristallerinde, konsantrik zonlanma hatlarına paralel olarak cam-mineral kapanımlı tozlu doku veya elek dokusuna sıklıkla rastlanır (Şekil 6.2. a ve c). Dayklarda, olivinlerde kısmen serpantinleşme ve sub-ofitik doku karakteristiktir (Şekil 6.2. b). Akma dokusu nadiren gözlenmektedir (Şekil 6.2. d).



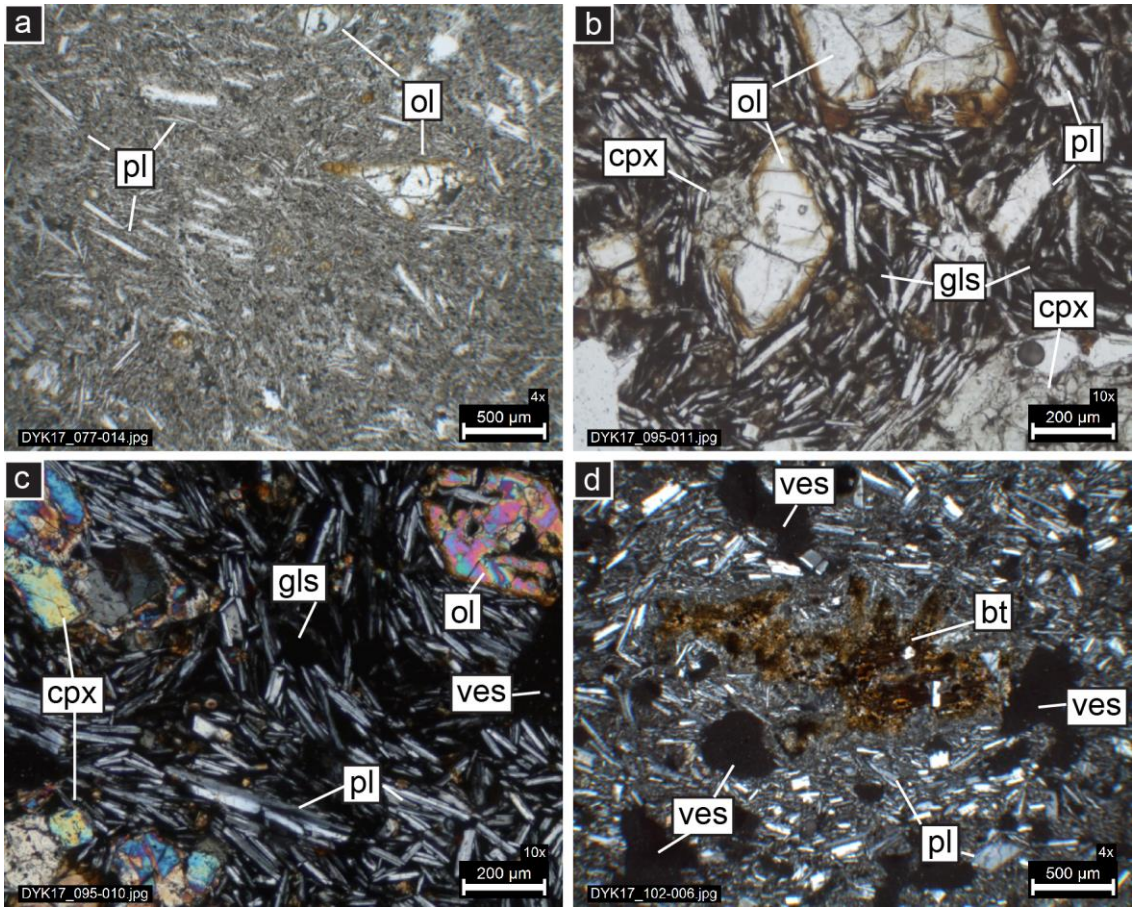
Şekil 6.2. a) Elek dokulu plajiyoklaz (pl) fenokristalleri ile iddingsitleşmiş olivinler (ol) mikrolitik hamurda (çift nikol). b) Kısmen serpantinleşmiş olivin (ol) fenokristalleri ile sub-ofitik doku sergileyen seri dokulu sub-volkanik örnek (çift nikol). c) Piroksen glomerokristalleri ile birlikte elek doku sunan yuvarlak kenarlı ve prizmatik plajiyoklaz fenokristalleri (çift nikol) d) Akma dokusu sunan plajiyoklaz ile kısmen iddingsitleşmiş olivinler (tek nikol).

Plajiyoklaz fenokristalleri farklı formlarda tozlu ve/veya elek doku göstermektedirler (Şekil 6.3. a). Bu tür dokulara sahip kristallerde kenarlarında genellikle üzerine büyüme de gözlenmektedir (Şekil 6.3. a). İddingsitleşmiş, kısmen yuvarlaklaşmış olivinler, yer yer iskeletsi büyüme dokuları sergiler (Şekil 6.3. a-c). Piroksen glomerokristalleri, Fe-Ti oksit grubu mineralleri ile birlikte özşekilli glomerokristaller şeklinde gözlenmektedir (Şekil 6.3. b). Merkezden kenara ortopiroksen-klinopiroksen geçişi sunan kompozit piroksenlere, Susuzdağ ve Develidağ sistemlerinde sıklıkla rastlanılır (Şekil 6.3. d). Amfibol, Develidağ volkanında bir dayk örneğinde gözlenmiştir.



Şekil 6.3. a) Yuvarlak kenarlı, tozlu/elek doku (solda ve sağda) sunan plajiyoklaz (pl) fenokristalleri ile iddingsitleşmiş olivin (ol) mikro-fenokristalleri (tek nikol). b) Klinopiroksen (cpx) ve Fe-Ti oksit (op) glomerokristalleri ile iddingsitleşmiş yuvarlatılmış kenarlı olivinler (tek nikol) c) İddingsitleşmiş, kısmen yuvarlatılmış olivinler (ol) (çift nikol) d) Kompozit piroksen, iddingsitleşmiş olivin mikro-kristalleri ile birlikte mikrolitik hamur (çift nikol).

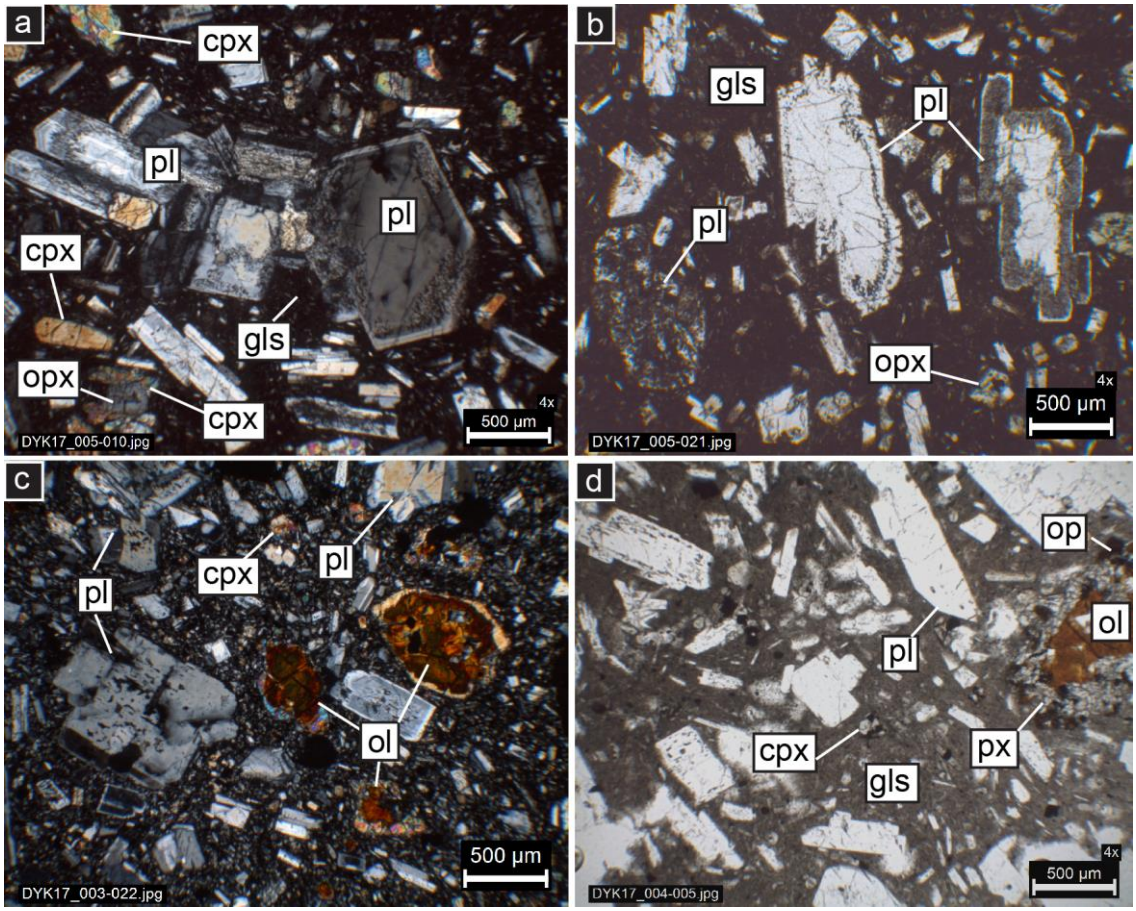
Kurtdağ sistemine ait bazaltik ürünler akma dokusu sergileyen kırlangıç kuyruğu şekilli, ince prizmatik plajiyoklaz latalarınca zengin pilotaksitik dokularıyla diğer volkanik bölgelerden ayrılmaktadır (Şekil 6.4.). Hamur, öz şekilli, kenarlarından itibaren kısmen iddingsitleşmiş, iskeletsi olivin ve klinopiroksen mikro-fenokristallerince zengin yer yer elipsoidal ve akma yönüne paralel gözeneklere sahiptir (Şekil 6.4. a-c). Örnekler içerisinde nadiren jüvenil mineral içeriği ve ilksel dokuya uyuşmayan rezorbe kseno-kristaller (biyotit-amfibol) ile plütonik ksenolitlere rastlanabilmektedir (Şekil 6.4. d).



Şekil 6.4. a) Olivin (ol) mikro-fenokristalleri ve uzun eksenleri akma yönüne paralel kırlangıç kuyruğu şekilli plajiyoklaz (pl) kristalleri (tek nikol) b) Kenarları iddingsitleşmiş olivin kristalleri ile pilotaksitik doku sunan kırlangıç kuyruğu şekilli plajiyoklaz mikro-kristalleri (tek nikol) c) Olivin ile intergranüler piroksen mikro-kristalleri pilotaksitik doku sunan plajiyoklaz lataları ile birlikte (çift nikol). d) Gözenekli (ves) hamur içerisinde kristal kenarlarından itibaren bozunmuş biyotit (bt) kseno-kristalinin çift nikol görüntüsü.

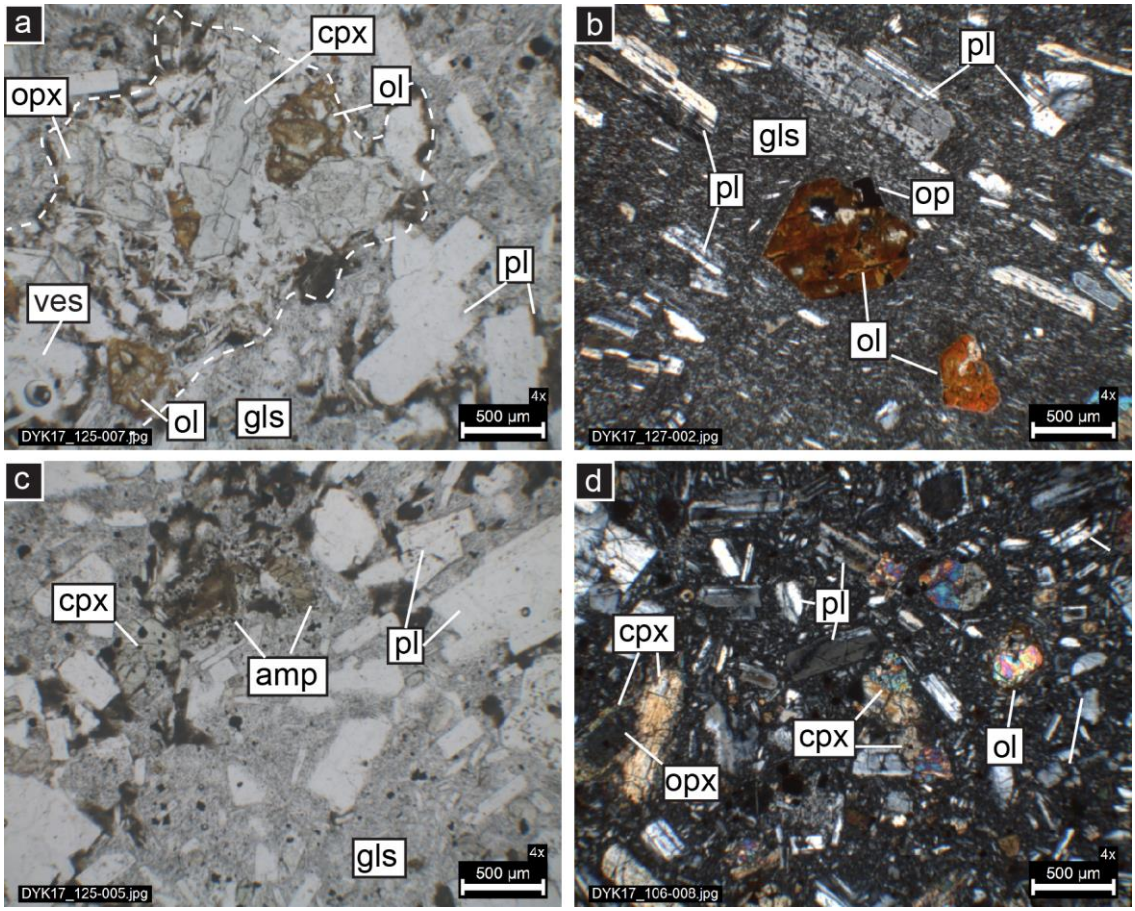
6.2. Andezitler

Hyalopilitik seri doku ile birlikte tozlu ve/veya elek dokusuna sahip plajiyoklaz fenokristalleri tipiktir (Şekil 6.5. a). Plajiyoklazlarda tozlu/elek dokusu tüm kristale yayılmış, parçalı, geçişli veya bir hat boyunca gözlenebilmektedir (Şekil 6.5. b). Olivinler kristal merkezinden veya kenarlardan itibaren iddingsitleşmiş kristaller veya kenarları piroksen ve Fe-Ti oksit mineralleri ile mantolanmış iddingsitleşmiş psödomorflar olarak gözlenmektedir (Şekil 6.5. c-d).



Şekil 6.5. a) Elek dokusu ve tozlu kenarlara sahip plajiyoklaz (pl) glomerokristalleri, pilotaksitik doku sergileyen prizmatik plajiyoklaz lataları ve piroksen kristalleri (çift nikol). b) Farklı türde elek dokusu ve tozlu doku sunan plajiyoklaz fenokristalleri koyu renkli camsı hamur içerisinde (tek nikol). c) Seriat dokulu hamur içerisinde yönlü doku sergileyen merkezinden itibaren iddingsitleşmiş olivin (ol) fenokristalleri (çift nikol). d) Öz şekilli seri doku sunan plajiyoklaz kristalleri ile birlikte iddingsitleşmiş ve piroksen (px), Fe-Ti oksit mikro-kristallerince mantolanmış olivin (ol) psöydomorfu (tek nikol).

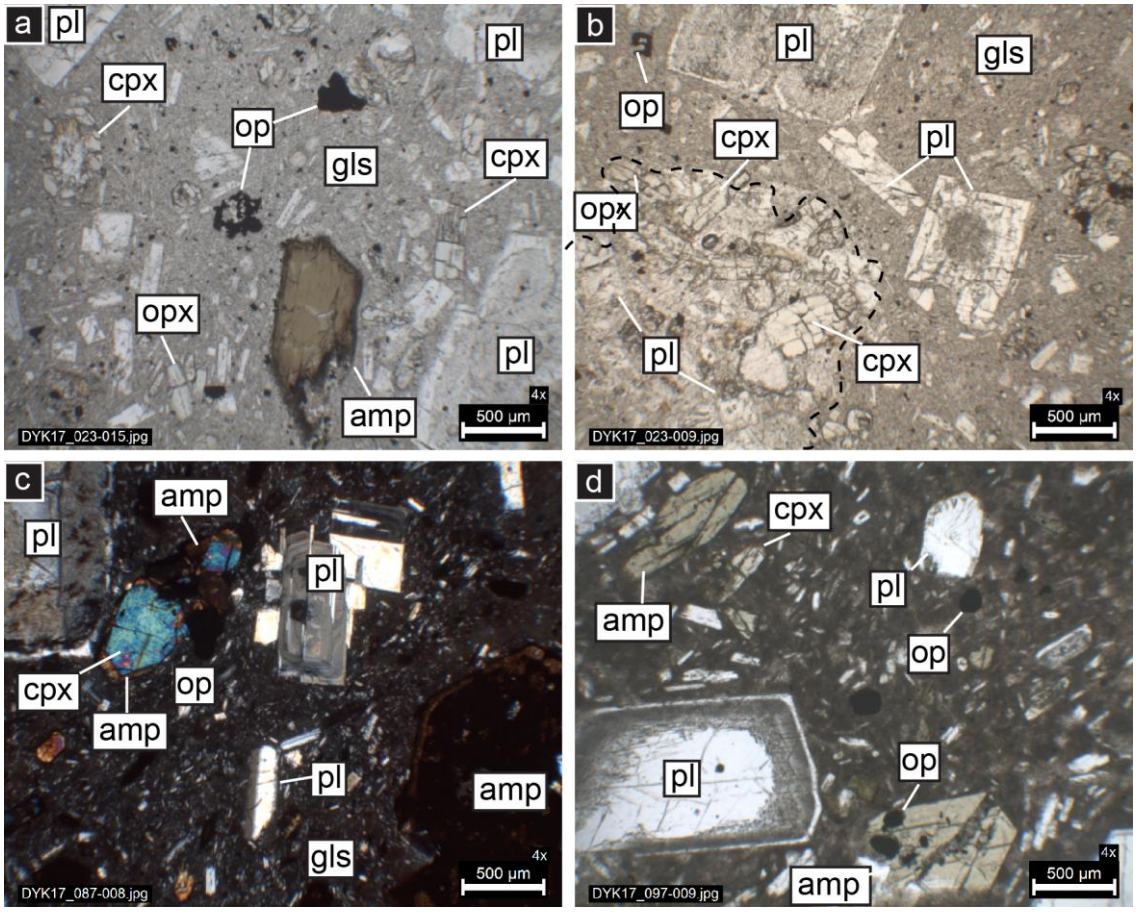
İki piroksenli, iddingsitleşmiş olivin içeren mezokümülatlar yaygındır (Şekil 6.6. a). Fe-Ti oksit grubu hamurda, piroksen veya olivin kenarlarında kapanımlar şeklindedir (Şekil 6.6. b-c). Piroksen ve plajiyoklaz fenokristalleri nadiren akma dokusu boyunca uzun eksenlerine paralel bulunurlar (Şekil 6.6. b). Örneklerde nadiren gözlenen kahve renkli amfibol, plajiyoklaz ve Fe-Ti oksit ile mantolanmıştır (Şekil 6.6. c). Bazaltik örneklerde olduğu gibi kompozit piroksenler yaygındır (Şekil 6.6. d).



Şekil 6.6. a) İddingsitleşmiş olivin (ol), piroksen (cpx+opx) ve plajiyoklaz (pl) ve cam içeren büyük oranda kristalen mezokümülat (tek nikol) b) Belirgin akma dokusu sergileyen paralel uzanıma sahip plajiyoklazlar ile iddingsitleşmiş olivinler camsı hamur içerisinde (çift nikol) c) Kenarlarından itibaren kısmen opasitleşmiş kahve renkli amfibol (amp) gurubu mineralleri seri dokulu örnekte (tek nikol). d) Mikrolitçe zengin seri dokulu örnekte ortopiroksen-klinopiroksen geçişi sunan kompozit piroksenlerden oluşan mezokümülatlar (çift nikol).

6.3. Dasitler

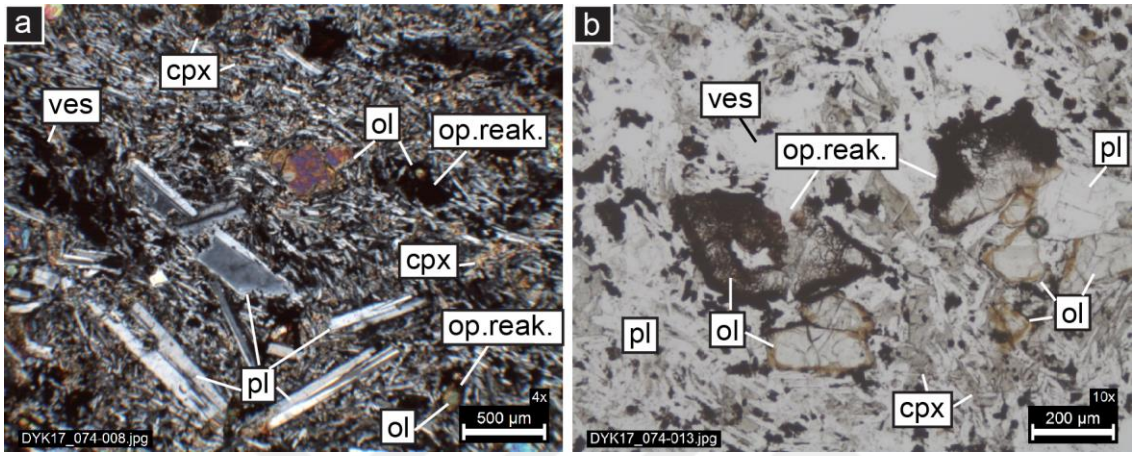
Dasitler plajiyoklaz-firik seri hyalopilitik doku ile temsil edilir (Şekil 6.7. a). Plajiyoklaz fenokristalleri tozlu veya elek doku sergilemeleri ile diğer örneklere benzerlik göstermektedir (Şekil 6.7. b). Yönlenme mikro-fenokristal fazlarında belirgindir (Şekil 6.7. a, c). Amfibollerde opasitik reaksiyon kuşaklarına, kemirilme izlerine ve körfez dokuya rastlamak mümkündür (Şekil 6.7. a, c). Plajiyoklaz – piroksen glomerokristalleri ve kümülatlar nadiren gözlenmektedir (Şekil 6.7. b). Çoğunlukla kapanım olarak bulunan Fe-Ti oksit grubu mineraller öz şekilli kristallerden oluşmaktadır (Şekil 6.7. a).



Şekil 6.7. a) Kemirilmiş amfibol ile birlikte dendritik opak mineraller hyalopilitik doku içerisinde (tek nikol). b) Piroksen-plajiyoklaz içeren kümülat, tozlu plajiyoklaz ve piroksen glomerokristalleri ile birlikte (tek nikol). c) Opasitleşmiş öz şekilli amfibol ile prizmatik öz şekilli plajiyoklazlar (çift nikol). d) Kısmen yönlü soku sergileyen öz şekilli amfibol kristalleri ile birlikte üzerine büyüme dokusu gösteren ve tozlu doku sunan plajiyoklaz fenokristali camsı hamur içerisinde (tek nikol).

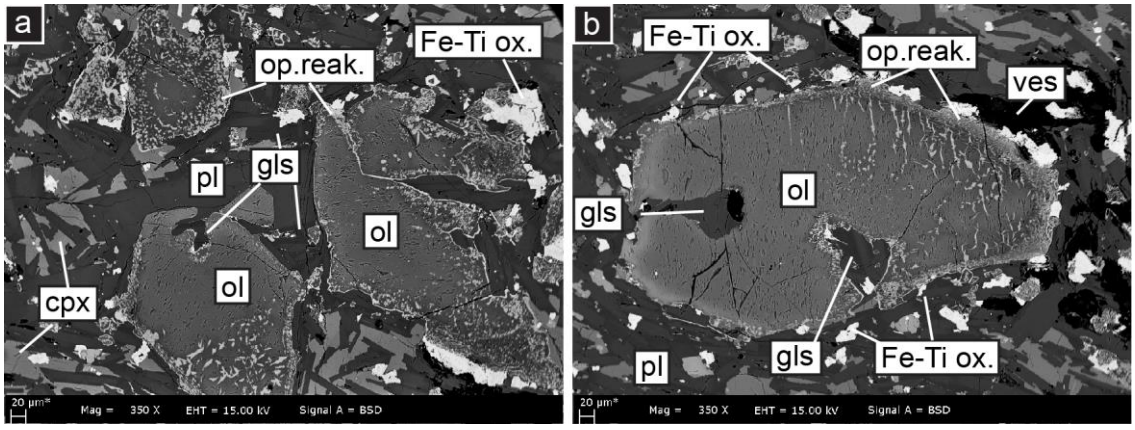
6.4. Bazaltlar

Bazaltlar akma dokusuna sahip yer yer intersertal dokuda plajiyoklaz, olivin, klinopiroksen ve Fe-Ti oksit grubu minerallerinden oluşmaktadır (Şekil 6.8. a). Ferromagnezyen fazlar kırlangıç kuyruğu şekilli plajiyoklazlar arasında intersiyel olarak bulunur (Şekil 6.8. a-b).



Şekil 6.8. a) İntersiyel ferromagnezyen fazlar ile kırlangıç kuyruğu şekilli plajiyoklaz fenokristalleri belirgin akma dokusuna sahip plajiyoklaz mikro-kristalleri arasında (çift nikol). b) İntersiyel olivinlerde gözlenen opak reaksiyonlar ve körfez dokularına ait tek nikol görüntüsü.

Olivinler opak reaksiyon ile kuşatılmış veya kısmen iddingsitleşmiştir (Şekil 6.8. b). Olivinlerdeki opak reaksiyonlar Fe-Ti oksit kusmaları şeklindedir ve kemirilme dokuları ile ilişkilidir (Şekil 6.9. a-b).

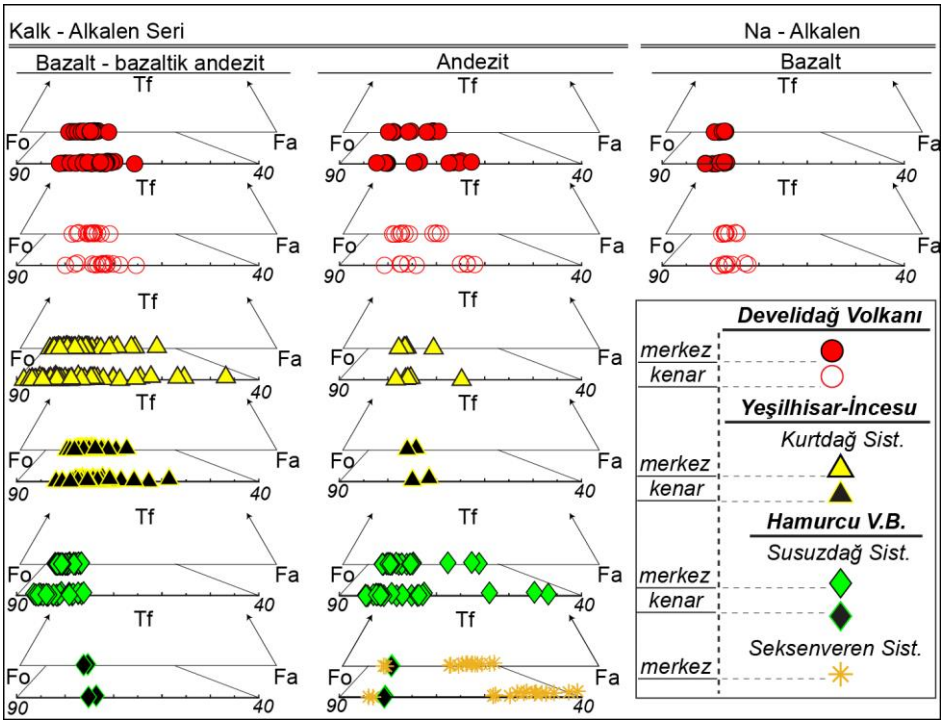


Şekil 6.9. a-b) Olivinlerde gözlenen opak reaksiyon kuşakları ile ilişkili körfez dokuları (SEM – BSD görüntüsü).

7. MİNERAL KİMYASI

7.1. Olivin Grubu

Olivin grubu mineralleri, molar (%) forsterit (Fo; Mg_2SiO_4) – fayalit (Fa; Fe_2SiO_4) uç bileşenleri arasında görece geniş forsteritik (Fo_{88-40}) bileşim sergilemektedir (Şekil 7.1.). Kayaç gruplarına göre temsili olivin analizleri ile 4 oksijen anyonuna göre hesaplanmış formül başına atom (f.b.a.) katyonik değerleri Çizelge 7.1.'de gösterilmektedir. Forsterit bileşimi bazaltik ürünlerde (Fo_{88-46}) andezitik ürünlerde (Fo_{84-46}) olduğu gibi geniş aralıkta temsil edilirken kristal merkez bileşimleri andezitik ürünlere göre forsteritçe zengindir (mk. ort. Fo_{78}; mk. ort. Fo_{75}) (Şekil 7.1.). Kurtdağ ve Susuzdağ sistemi olivinleri diğer bölgelere göre yüksek Mg (sırasıyla maks. Fo_{88}, Fo_{86}) değerleri ile ayrışmaktadır (Şekil 7.1.). Merkez-kenar bileşimlerine göre olivinlerin kompozisyonel farklılıkları Kurtdağ (mk.,Fo_{88-46} – kn., Fo_{81-58}) ve Susuzdağ sistemlerinde (mk.Fo_{86-46} – kn.Fo_{80-73}) diğer bölgelere göre daha belirgindir. Buna karşılık genellikle kenara doğru Fa bileşiminin arttığı, nadiren ters zonlanma gösteren kristallere rastlansa da normal zonlanma eğilimi (kenarlara doğru Fa içeriğinin artması) olivinlerde daha yaygındır (Şekil 7.1.).



Şekil 7.1. Olivinlerin, molar (%) forsterit (Fo) – fayalit (Fa) – tefroyit (Tf) bileşenlerine göre dağılımları ve Fo_{90-40} için yakınlaştırılmış görünüm.

Çizelge 7.1. Olivin kristallerine ait temsili merkez (mk.) – kenar (kn.) bölge analizleri ile 4 oksijen anyonuna göre hesaplanmış formül başına atom katyonik değerleri (Ö.N., örnek numarası; küm, kümülat; Fo, Forsterit (mol%); Fa, Fayalit (mol%); Tf, Tefroyit (mol%)).

	Develidağ Volkanı									
	NAB		**KAS Bazalt - Bazaltik Andezit**				**Andezit**			
Ö. N.	***DYK17-074***		***DYK17-065***		***DYK17-065***		***DYK17-054***		***DYK17-003***	
Analiz No.	***bg02-7***	***bg02-8***	***bg03-9***	***bg03-10***	***bg03-11***	***bg03-12***	***bg03-3***	***bg03-4***	***bg10-3***	***bg10-4***
Bölge	***mk.***	***kn.***	***mk.***	***kn.***	***mk.***	***kn.***	***mk.***	***kn.***	***mk.***	***kn.***
SiO_2	38,83	37,68	38,91	38,35	38,32	38,19	39,37	39,76	36,68	37,20
TiO_2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al_2O_3	0,05	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,16	0,00	0,05
FeO	21,21	21,40	24,10	25,31	25,72	24,85	18,42	20,17	31,04	31,70
MnO	0,10	0,17	0,20	0,43	0,53	0,21	0,24	0,00	0,58	0,24
MgO	40,30	40,03	36,78	35,28	35,85	36,65	42,60	40,64	32,47	31,18
CaO	0,03	0,13	0,11	0,26	0,01	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Toplam	100,53	99,79	100,10	99,69	100,43	99,96	100,77	100,74	100,77	100,37
Si	1,00	0,98	1,02	1,01	1,01	1,00	1,00	1,01	0,99	1,01
Al	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	1,54	1,55	1,43	1,39	1,41	1,44	1,61	1,54	1,31	1,26
Fe^{2+}	0,46	0,47	0,53	0,56	0,57	0,55	0,39	0,43	0,70	0,72
Mn	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01
Ca	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fo	77,11	76,79	72,96	70,95	70,87	72,27	80,27	78,22	64,66	63,50
Fa	22,77	23,03	26,82	28,56	28,53	27,49	19,47	21,78	34,68	36,22
Tf	0,11	0,19	0,22	0,49	0,60	0,24	0,25	0,00	0,66	0,27

Çizelge 7.1. Devam ediyor.

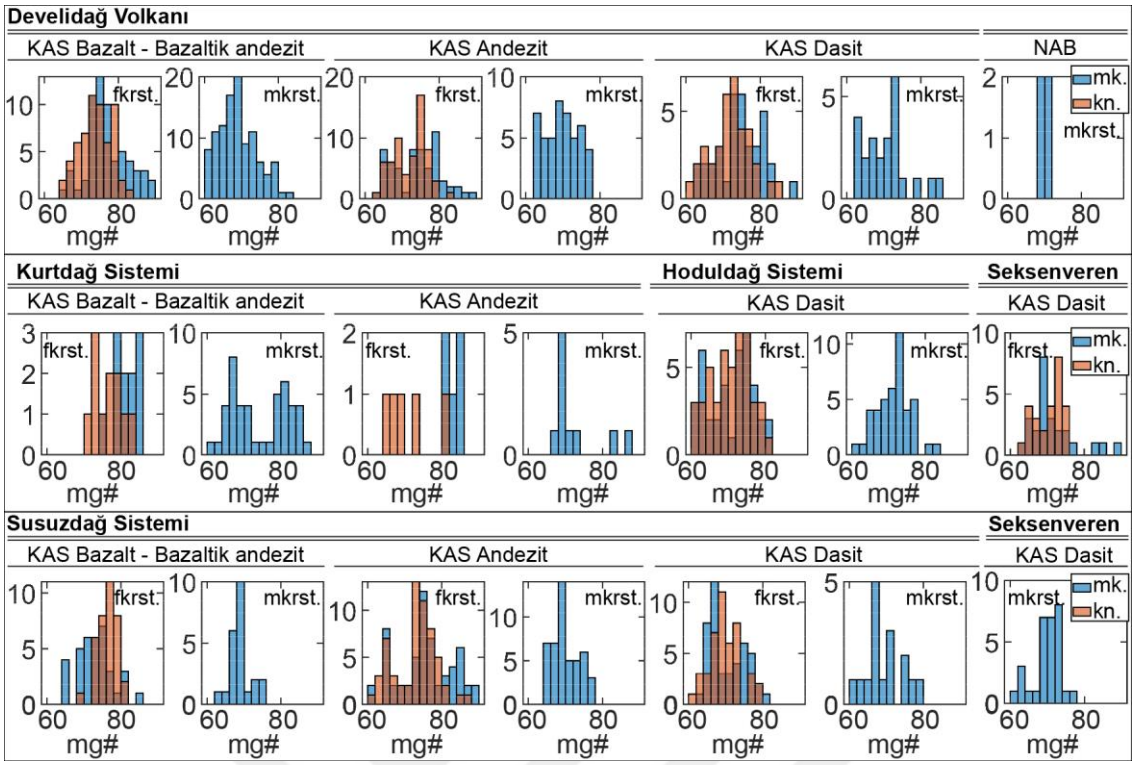
	Kurtdağ Sistemi									
	KAS Bazalt - Bazaltik Andezit								**Andezit**	
Ö. N.	***DYK17-077***		***DYK17-078***		***DYK17-095***		***DYK17-099***		***DYK17-102***	
Analiz No.	***bg01-1***	***bg01-2***	***bg04-12***	***bg04-13***	***bg01-1***	***bg01-2***	***bg03-13***	***bg03-14***	***bg04-3***	***bg04-5***
Bölge	***mk.***	***kn.***	***mk.***	***kn.***	***mk.***	***kn.***	***mk.***	***kn.***	***mk.***	***mk.***
SiO_2	38,95	38,31	39,02	36,80	38,59	37,67	40,55	38,45	37,62	38,06
TiO_2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Al_2O_3	0,06	0,08	0,11	0,30	0,04	0,09	0,21	0,18	0,13	0,51
FeO	16,77	20,75	15,99	34,52	20,03	25,28	12,22	22,16	22,68	21,89
MnO	0,36	0,51	0,18	0,45	0,27	0,28	0,00	0,17	0,43	0,32
MgO	43,83	40,99	44,79	27,33	41,36	36,44	47,17	38,96	38,96	38,76
CaO	0,00	0,00	0,02	0,52	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,13
Toplam	99,97	100,64	100,10	99,93	100,29	99,77	100,28	99,95	99,83	99,82
Si	0,99	0,98	0,98	1,02	0,99	1,00	1,00	1,00	0,98	0,99
Al	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	1,66	1,57	1,68	1,13	1,58	1,44	1,73	1,51	1,52	1,50
Fe^{2+}	0,36	0,45	0,34	0,80	0,43	0,56	0,25	0,48	0,50	0,48
Mn	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
Ca	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fo	82,01	77,45	83,15	58,21	78,41	71,75	87,30	75,67	75,02	75,67
Fa	17,60	22,00	16,65	41,25	21,30	27,93	12,69	24,15	24,50	23,98
Tf	0,39	0,55	0,19	0,54	0,29	0,32	0,00	0,19	0,48	0,35

Çizelge 7.1. Devam ediyor.

	Susuzdağ Sistemi								Seksenveren Sistemi	
	KAS Bazalt - Bazaltik Andezit					Andezit			Andezit - Dasit	
Ö. N.	*DYK17 -111*	*DYK17 -112*	*DYK17 -113*	*DYK17 -126*	*DYK17 -126*	*DYK17 -106*	*DYK17 -125-küm*	*DYK17 -127*	*DYK17 -137*	*DYK17 -137*
Analiz No.	*bg01-4*	*02*	*bg01-3*	*bg03-9*	*bg05-15*	*bg01-1*	*bg05-3*	*bg01-1*	*03*	*06*
Bölge	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*
SiO_2	37,80	39,86	39,54	40,14	39,62	38,91	39,77	37,13	35,15	34,29
TiO_2	0,02	0,00	0,42	0,00	0,23	0,00	0,00	0,08	0,78	0,10
Al_2O_3	0,09	0,14	0,12	0,23	0,19	0,12	0,15	0,18	0,90	0,02
FeO	21,69	15,53	16,41	13,00	13,92	16,39	14,79	24,82	40,49	40,08
MnO	0,34	0,20	0,00	0,36	0,05	0,46	0,06	0,68	0,75	0,82
MgO	39,74	44,72	42,91	46,68	45,95	43,65	45,45	37,05	21,16	24,27
CaO	0,00	0,00	0,24	0,00	0,12	0,00	0,00	0,02	0,68	0,29
Toplam	99,68	100,46	99,76	100,51	100,07	99,60	100,24	99,96	100,11	99,91
Si	0,99	1,00	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	1,00	0,98
Al	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00
Ti	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
Mg	1,54	1,67	1,62	1,72	1,71	1,65	1,69	1,46	0,90	1,04
Fe^{2+}	0,47	0,33	0,35	0,27	0,29	0,35	0,31	0,55	0,97	0,96
Mn	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,02	0,02
Ca	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01
Fo	76,28	83,51	82,34	86,16	85,43	82,19	84,50	72,13	47,76	51,39
Fa	23,36	16,28	17,66	13,46	14,52	17,32	15,43	27,11	51,28	47,63
Tf	0,37	0,22	0,00	0,38	0,05	0,50	0,07	0,76	0,96	0,99

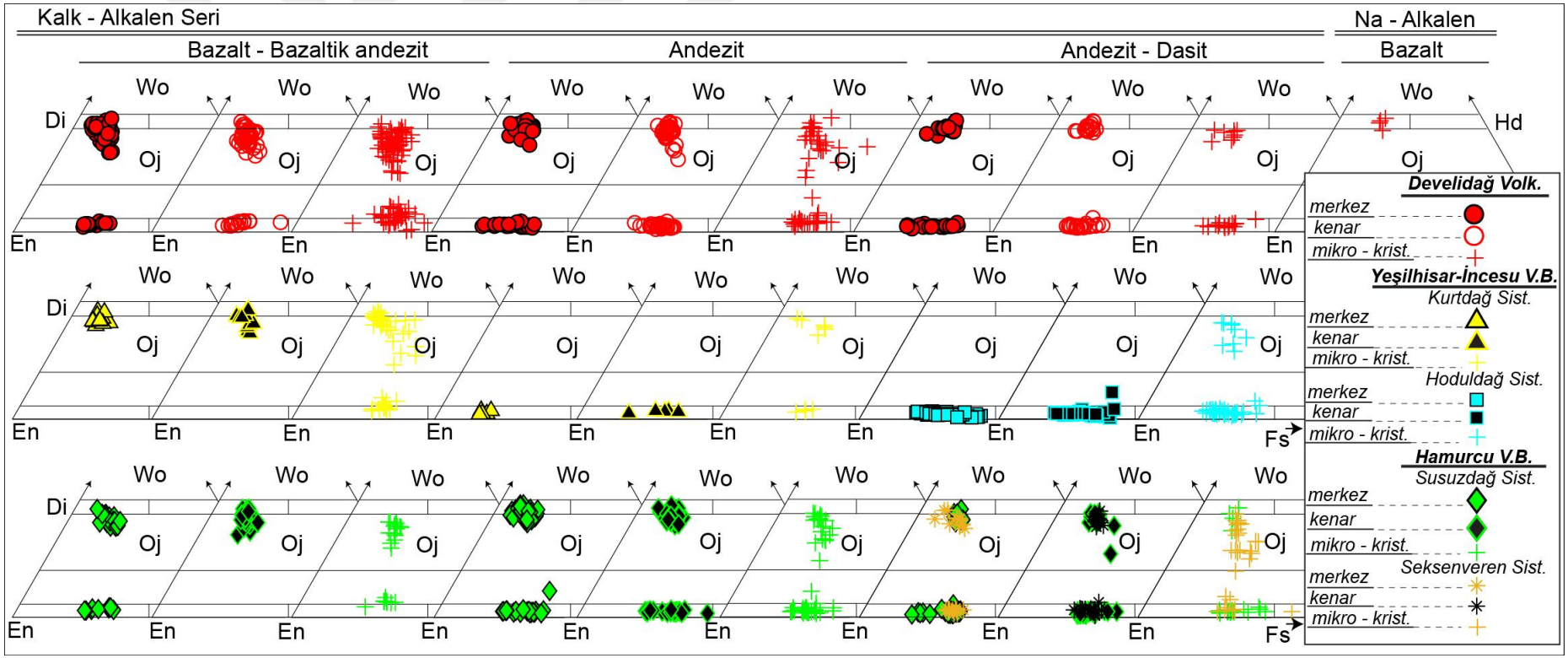
7.2. Piroksen Grubu

Geniş aralıkta Mg numarası (89-43 $Mg\# = 100 * Mg/(Mg + Fe(t))$ (Şekil 7.2.), Al_2O_3 (0,16 – 7,26 ağ. %) ve genelde kısıtlı aralıkta, düşük TiO_2 (≤ 3,29 ağ. %) ile Na_2O (≤ 1,33 ağ. %) değerleri ile temsil edilen piroksen grubu minerallerinin formül başına atom katyonik değerleri 6 oksijen anyonuna göre hesaplanmış; buna göre CaMg – CaFe – MgFe dörtgen (QUAD) piroksen grubunda bulundukları belirlenmiştir (Morimoto, 1988). QUAD grubunda % molar vollastonit (Vo; $Ca_2Si_2O_6$), enstatit (En; $Mg_2Si_2O_6$), ferrosillit (Fs; $Fe_2Si_2O_6$) uç bileşenlerinden oluşan üçgen diyagram üzerinde sınıflandırılan piroksen gurubu mineralleri başlıca diyopsit-ojit ($Wo_{48-24}En_{53-32}Fs_{32-6}$) ve enstatit ($Wo_{11-0,6}En_{87-42}Fs_{55-10}$), nadiren pijonit olarak temsil edilir (Şekil 7.3.). Her iki piroksen grubu içinde feno/mikrofenokristalleri kristal kenarına doğru genellikle belli belirsiz Mg'ce fakirleşmektedir (cpx, mk.$Wo_{48-24}En_{53-32}Fs_{32-6}$, $Mg\#_{89-56}$, kn.$Wo_{47-33}En_{51-35}Fs_{24-6}$, $Mg\#_{87-60}$; opx, mk.$Wo_{11-0,6}En_{86-42}Fs_{55-10}$, $Mg\#_{89-43}$, kn.$Wo_{11-0,6}En_{79-49}Fs_{47-17}$, $Mg\#_{81-51}$) (Şekil 7.2, Şekil 7.4.a.). Bu duruma zıtlık teşkil eden kristaller istisnaidir (Şekil 7.4. b). Bazaltik ürünlerde klinopiroksen fenokristal – mikro-fenokristallerinin merkezden (mk. $Wo_{48-25}En_{50-34}Fs_{32-6}$, $Mg\#_{89-57}$) kenara (kn. $Wo_{46-34}En_{51-35}Fs_{24-9}$, $Mg\#_{83-60}$) doğru kısmen Ca ve Mg içeriklerinin azalarak diyopsitten ojite doğru geçiş sergiledikleri gözlenmektedir (Şekil 7.2.,Şekil 7.3.).

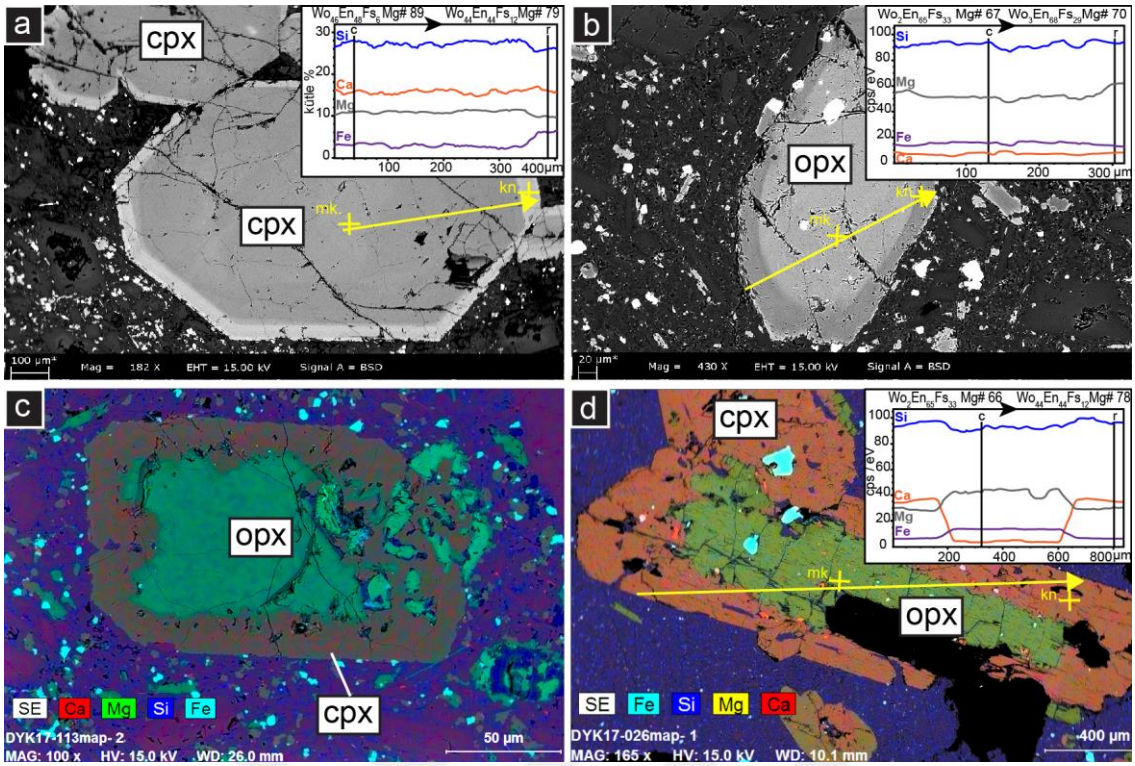


Şekil 7.2. Piroksen grubu minerallerin fenokristal (fkrst.) merkez (mk.) – kenar (kn.) ve mikro kristal (mkrst.) Mg# dağılımları.

Piroksen mikro-kristallerinin ($\phi \leq 100\ \mu m$) fenokristallerden farklı olarak diyopsit-ojit ($Wo_{48\text{-}14}En_{56\text{-}32}Fs_{32\text{-}7}$, $Mg\#_{86\text{-}56}$) ve enstatit-pijonit ($Wo_{11\text{-}1,5}En_{87\text{-}42}Fs_{55\text{-}10}$, $Mg\#_{89\text{-}43}$) aralığında görece geniş kompozisyonel bileşime sahip oldukları görülmektedir (Şekil 7.3.). Andezitik ürünlerde ortopiroksenler, merkezden ($Wo_{11\text{-}1,5}En_{82\text{-}52}Fs_{41\text{-}15}$, $Mg\#_{84\text{-}57}$) kenara ($Wo_{4,5\text{-}1,3}En_{79\text{-}51}Fs_{47\text{-}18}$, $Mg\#_{81\text{-}52}$) doğru ferrosillit uç bileşenine doğru değişim sergilemektedir. Buna karşılık klinopiroksenler kısıtlı aralıkta diyopsit (mk., $Wo_{48\text{-}14}En_{56\text{-}32}Fs_{30\text{-}6}$, $Mg\#_{89\text{-}56}$; kn., $Wo_{47\text{-}30}En_{47\text{-}39}Fs_{23\text{-}6}$, $Mg\#_{87\text{-}65}$) bileşimi ile temsil edilirler (Şekil 7.3.). Hoduldağ sistemi ürünlerinin mikro-kristal dışında yalnızca enstatitik ($Wo_{11\text{-}0,6}En_{81\text{-}52}Fs_{43\text{-}15}$, $Mg\#_{83\text{-}56}$) ortopiroksen içerdiği görülmektedir (Şekil 7.3.). Buna karşılık Kurtdağ Sistemi bazaltik ürünleri ile NAB'ın, TiO_2'ce zengin (0,48 – 2,75 kt.) yalnızca, diyopsit-ojit ($Wo_{47\text{-}22}En_{51\text{-}34}Fs_{32\text{-}7}$, $Mg\#_{86\text{-}56}$) aralığında, klinopiroksenlerce temsil edildikleri görülmektedir (Şekil 7.3.). Susuzdağ Sistemi bazaltik ürünlerinde merkez – kenar için sırasıyla ortopiroksen ($Wo_{8\text{-}2,81}En_{72\text{-}58}Fs_{35\text{-}24}$, $Mg\#_{74\text{-}63}$), klinopiroksen ($Wo_{45\text{-}34}En_{51\text{-}41}Fs_{18\text{-}10}$, $Mg\#_{80\text{-}68}$) bileşimi sunan kompozit piroksenler karakteristiktir (Şekil 7.3., Şekil 7.4. c-d).



Şekil 7.3. Kayaç gruplarında bulunan CaMg – CaFe – MgFe grubu piroksenlerin, molar (%) wollastonit (Wo) – enstatit (En) – ferrosillit (Fs) uç bileşenlerinden oluşan üçgen diyagrama göre sınıflandırılmaları (mikro – krist., mikro kristal ≤100 μm; Volk., Volkanı; V.B., Volkanik Bölgesi; Sist., Sistemi; Di, Diyopsit; Oj, Ojit; Hd, Hedenberjit).



Şekil 7.4. a-b) Zonlu piroksenlerin SEM-BSD görüntüsü ile sarı renkli hat boyunca element değişimi. c-d) Kompozit piroksenlere ait SEM-EDS element haritası ile birlikte sarı renkli hatta ait (d) element değişim grafiği.

Çizelge 7.2. Piroksen grubu referans merkez-kenar bileşimleri ile 6 oksijen anyonuna göre hesaplanmış formül başına atom katyonik değerleri.

	Develidağ Volkanı									
	Kalk-alkalen Seri Bazalt - Bazaltik Andezit									
Ö. N.	***DYK17-064***		***DYK17-029***		***DYK17-058***		***DYK17-055***		***DYK17-019***	
Analiz No.	***bg05-1***	***bg05-2***	***bg06-25***	***bg06-26***	***bg01-3***	***bg01-4***	***03***	***04***	***bg02-1***	***bg02-2***
Bölge	***mk.***	***kn.***	***mk.***	***kn.***	***mk.***	***kn.***	***mk.***	***kn.***	***mk.***	***kn.***
SiO_2	52,19	52,96	53,14	54,84	54,76	53,97	53,59	53,17	53,36	51,31
TiO_2	0,17	0,00	0,68	0,25	0,30	0,57	0,48	0,74	0,28	0,82
Al_2O_3	3,16	2,74	2,25	2,34	0,88	1,15	0,72	1,01	4,62	5,27
$FeO_{(t)}$	15,21	16,15	8,58	7,36	16,53	17,21	19,70	19,16	4,63	7,45
MnO	0,22	0,37	0,00	0,00	0,46	0,44	0,58	0,25	0,00	0,00
MgO	25,34	25,34	16,28	17,12	26,01	25,07	23,21	23,32	16,41	14,43
CaO	1,60	1,26	19,09	18,45	1,56	1,64	1,94	2,02	20,98	20,85
Na_2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,07
K_2O	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,12
Toplam	99,85	100,31	100,01	100,48	100,51	100,05	100,62	99,69	100,38	100,33
Si	1,90	1,92	1,97	2,00	1,98	1,97	1,97	1,97	1,94	1,89
Al	0,14	0,12	0,10	0,10	0,04	0,05	0,03	0,04	0,20	0,23
$Fe_{(t)}$	0,52	0,53	0,27	0,22	0,50	0,53	0,61	0,59	0,14	0,23
Ti	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02
Mg	1,37	1,37	0,90	0,93	1,40	1,36	1,27	1,29	0,89	0,79
Mn	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00
Ca	0,06	0,05	0,76	0,72	0,06	0,06	0,08	0,08	0,82	0,82
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
K	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
K.T.	4,00	4,00	4,00	3,99	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
En	69,91	69,74	46,77	49,60	70,94	69,33	64,24	65,40	48,13	42,93
Fs	26,93	27,76	13,82	11,95	26,03	27,42	31,92	30,54	7,63	12,45
Wo	3,16	2,50	39,42	38,45	3,04	3,26	3,84	4,07	44,23	44,61
Mg # * 100	72,45	71,94	77,19	80,59	73,70	72,19	67,44	68,46	86,31	77,52

Çizelge 7.2. Devam ediyor.

	Develidağ Volkanı									
	Kalk-alkalen Seri Andezit									
Ö. N.	*DYK17-054*		*DYK17-005*		*DYK17-024*		*DYK17-005*		*DYK17-003*	
Analiz No.	*bg04-1*	*bg04-2*	*bg06-9*	*bg06-10*	*bg04-11*	*bg04-12*	*bg03-3*	*bg03-4*	*bg03-1*	*bg04-2*
Bölge	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*
SiO_2	53,41	54,25	53,27	52,66	53,71	54,19	52,26	51,28	50,55	53,34
TiO_2	0,48	0,00	0,08	0,13	0,23	0,40	0,77	0,49	0,66	0,06
Al_2O_3	0,38	0,48	0,56	0,77	2,16	1,13	4,95	1,48	4,56	1,48
$FeO_{(t)}$	20,42	20,22	20,90	18,11	12,78	18,21	6,22	6,16	9,16	12,20
MnO	0,39	0,66	0,63	0,57	0,47	0,20	0,05	0,39	0,09	0,27
MgO	23,55	23,92	22,77	23,59	27,80	24,91	14,57	13,99	14,34	15,14
CaO	1,00	0,73	1,12	1,58	1,17	1,21	21,85	22,87	20,27	18,06
Na_2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K_2O	0,07	0,03	0,05	0,09	0,05	0,00	0,00	0,32	0,09	0,00
Toplam	100,10	100,29	99,49	99,53	99,46	100,26	100,67	100,11	100,09	100,54
Si	1,97	2,00	1,99	1,95	1,93	1,98	1,92	1,91	1,88	1,99
Al	0,02	0,02	0,03	0,03	0,09	0,05	0,21	0,07	0,20	0,07
$Fe_{(t)}$	0,64	0,62	0,66	0,62	0,42	0,56	0,19	0,29	0,30	0,38
Ti	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,00
Mg	1,30	1,31	1,27	1,30	1,49	1,35	0,80	0,78	0,79	0,84
Mn	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
Ca	0,04	0,03	0,05	0,06	0,05	0,05	0,86	0,91	0,81	0,72
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
K.T.	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
En	65,11	66,13	63,73	64,89	75,80	68,98	43,07	39,02	41,77	43,12
Fs	32,88	32,41	34,01	31,97	21,91	28,63	10,44	15,15	15,78	19,92
Wo	2,01	1,46	2,27	3,14	2,29	2,39	46,48	45,84	42,45	36,96
Mg # * 100	66,86	67,84	65,89	67,62	78,14	70,89	80,65	72,85	72,78	68,85

Çizelge 7.2. Devam ediyor.

	Develidağ Volkanı								
	Kalk-alkalen Seri Dasit						Na-alkalen Bazalt		
Ö. N.	*DYK17-026*		*DYK17-023*		*DYK17-010*		*DYK17-074*		
Analiz No.	*bg02-3*	*bg02-4*	*bg02-1*	*bg02-2*	*bg04-11*	*bg04-12*	*bg05-1*	*bg04-2*	*bg03-4*
Bölge	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*
SiO_2	54,67	53,74	53,95	53,92	52,18	52,75	50,41	50,79	51,62
TiO_2	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	2,12	2,75	1,10
Al_2O_3	1,21	0,73	1,47	1,49	1,83	1,58	3,85	3,00	4,07
$FeO_{(t)}$	8,80	8,55	7,14	7,56	20,58	22,37	9,00	9,47	10,57
MnO	0,00	0,18	0,00	0,00	0,98	0,59	0,00	0,17	0,09
MgO	14,95	14,15	15,87	15,77	21,57	20,80	12,50	11,55	12,92
CaO	20,63	23,00	21,30	21,24	1,88	1,47	21,50	21,71	19,65
Na_2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,75	0,19
K_2O	0,07	0,27	0,16	0,04	0,00	0,10	0,22	0,10	0,00
Toplam	100,33	100,62	99,89	100,15	100,47	99,67	99,72	100,30	100,20
Si	2,00	1,99	1,99	1,99	1,94	1,98	1,90	1,91	1,93
Al	0,05	0,03	0,06	0,07	0,08	0,07	0,17	0,13	0,18
$Fe_{(t)}$	0,27	0,27	0,22	0,23	0,68	0,70	0,28	0,30	0,33
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,08	0,03
Mg	0,82	0,78	0,87	0,87	1,19	1,16	0,70	0,65	0,72
Mn	0,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00	0,01	0,00
Ca	0,81	0,91	0,84	0,84	0,08	0,06	0,87	0,87	0,79
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05	0,01
K	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00
K.T.	3,95	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
En	43,05	39,75	45,09	44,69	60,18	59,88	37,90	35,49	39,12
Fs	14,21	13,79	11,36	12,01	36,04	37,09	15,28	16,62	18,12
Wo	42,74	46,46	43,54	43,30	3,78	3,03	46,81	47,89	42,76
Mg # * 100	75,18	74,67	79,87	78,82	63,58	62,38	71,27	68,54	68,54

Çizelge 7.2. Devam ediyor.

	Develidağ Volkanı									
	KAS Bazalt- Bazaltik Andezit				Andezit			Dasit		
Ö. N.	*DYK17-073*	*DYK17-055*		*DYK17-019*	*DYK17-039*	*DYK17-005*	*DYK17-003*	*DYK17-026*	*DYK17-010*	
Analiz No.	*03*	*04*	*05*	*01*	*bg06-9*	*05*	*02*	*04*	*04*	*bg01-1*
Bölge	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*
SiO_2	52,74	52,08	52,61	53,45	51,58	53,11	51,85	53,03	52,96	53,09
TiO_2	0,47	0,71	0,42	0,48	0,61	0,00	1,24	0,35	0,67	0,03
Al_2O_3	2,24	1,45	1,49	1,82	1,21	0,83	3,05	1,47	2,04	1,10
$FeO_{(t)}$	21,99	13,90	18,79	10,96	7,20	22,14	11,67	17,56	9,63	21,93
MnO	0,27	0,15	0,61	0,15	0,64	0,72	0,00	0,18	0,04	0,65
MgO	17,98	16,67	20,74	15,34	16,29	21,44	14,32	24,43	14,12	21,62
CaO	3,55	14,47	5,18	17,83	19,41	1,69	17,72	1,49	20,19	1,05
Na_2O	0,25	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K_2O	0,23	0,10	0,08	0,07	0,18	0,00	0,04	0,14	0,16	0,00
Toplam	99,72	99,52	100,31	100,18	99,80	99,93	99,90	99,44	99,82	99,46
Si	2,00	1,96	1,95	1,99	1,92	1,99	1,95	1,95	1,98	1,99
Al	0,10	0,06	0,07	0,08	0,05	0,04	0,14	0,06	0,09	0,05
$Fe_{(t)}$	0,70	0,44	0,60	0,34	0,31	0,69	0,37	0,56	0,30	0,69
Ti	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00	0,04	0,01	0,02	0,00
Mg	1,01	0,93	1,15	0,85	0,90	1,20	0,80	1,34	0,79	1,21
Mn	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,00	0,01	0,00	0,02
Ca	0,14	0,58	0,21	0,71	0,77	0,07	0,71	0,06	0,81	0,04
Na	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
K.T.	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
En	54,43	47,70	58,31	44,60	45,08	60,41	42,61	68,05	41,45	61,66
Fs	37,84	22,55	31,22	18,13	16,33	36,15	19,47	28,95	15,94	36,19
Wo	7,73	29,75	10,47	37,26	38,59	3,44	37,93	3,00	42,61	2,14
Mg # * 100	59,30	68,15	65,84	71,39	74,63	63,33	68,64	70,38	72,29	63,71

Çizelge 7.2. Devam ediyor.

	Kurtdağ Sistemi									
	KAS Bazalt - Bazaltik Andezit				Andezit		Bazalt - Andezit mikro kristal			
Ö. N.	*DYK17-095*				*DYK17-102*		*DYK17-077*	*DYK17-078*	*DYK17-095*	*DYK17-102*
Analiz No.	*bg01-1*	*bg01-2*	*bg02-5*	*bg02-6*	*bg05-7*	*bg05-8*	*05*	*07*	*04*	*01*
Bölge	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*
SiO_2	51,19	50,50	52,67	50,21	54,93	52,36	54,30	54,30	50,33	53,55
TiO_2	0,86	0,96	0,48	0,81	0,01	0,32	0,00	0,95	2,10	0,68
Al_2O_3	5,92	4,58	4,53	2,36	2,99	2,22	0,86	3,48	2,97	2,38
$FeO_{(t)}$	5,04	6,14	5,44	6,55	10,30	14,10	17,19	4,86	14,13	11,20
MnO	0,00	0,20	0,15	0,15	0,32	0,47	0,43	0,00	0,26	0,00
MgO	15,34	14,80	16,06	16,36	30,02	25,39	25,20	16,22	12,74	15,63
CaO	21,24	22,15	20,81	18,00	1,19	1,77	1,73	20,28	17,06	16,90
Na_2O	0,01	0,00	0,01	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,01
K_2O	0,03	0,06	0,02	0,07	0,00	0,23	0,08	0,08	0,10	0,18
Toplam	99,64	100,46	100,17	99,54	99,88	99,99	100,07	100,18	99,91	100,54
Si	1,88	1,86	1,93	1,87	1,94	1,90	1,98	1,99	1,91	1,99
Al	0,26	0,20	0,20	0,10	0,12	0,10	0,04	0,15	0,13	0,10
$Fe_{(t)}$	0,16	0,22	0,17	0,35	0,31	0,52	0,53	0,15	0,45	0,35
Ti	0,02	0,03	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,03	0,06	0,02
Mg	0,84	0,81	0,88	0,91	1,58	1,38	1,37	0,89	0,72	0,86
Mn	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
Ca	0,84	0,87	0,82	0,72	0,05	0,07	0,07	0,80	0,69	0,67
Na	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
K.T.	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
En	45,88	42,42	47,02	45,85	81,33	69,37	69,02	48,39	38,55	45,91
Fs	8,46	11,91	9,18	17,90	16,35	27,14	27,55	8,14	24,40	18,44
Wo	45,66	45,66	43,80	36,25	2,32	3,48	3,43	43,47	37,05	35,65
Mg # * 100	84,44	78,53	84,07	72,21	83,70	72,41	71,96	85,60	61,66	71,35

Çizelge 7.2. Devam ediyor.

	Hoduldağ Sistemi									
	KAS Andezit						Dasit		mikro kristal	
Ö. N.	*DYK17-092*		*DYK17-082*		*DYK17-082*		*DYK17-089*		*DYK17-092*	*DYK17-089*
Analiz No.	*bg01-1*	*bg02-2*	*01*	*02*	*05*	*06*	*bg05-11*	*bg01-2*	*bg01-3*	*01*
Bölge	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*mk.*
SiO_2	54,58	53,17	52,75	53,65	54,41	52,80	54,58	52,88	55,05	51,45
TiO_2	0,00	0,32	0,65	0,00	0,00	0,23	0,03	0,17	0,45	0,00
Al_2O_3	1,98	1,72	0,82	0,89	0,52	0,54	0,57	1,72	1,74	0,84
$FeO_{(t)}$	15,79	14,89	24,52	14,84	24,01	23,59	14,58	17,39	14,94	23,53
MnO	0,48	0,51	0,68	0,38	0,54	0,70	0,73	0,38	0,00	1,07
MgO	26,18	26,26	20,37	26,21	20,45	21,43	27,12	24,65	26,23	19,90
CaO	1,63	1,36	0,74	1,47	0,60	0,59	1,24	1,28	2,04	1,16
Na_2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K_2O	0,00	0,00	0,14	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Toplam	100,65	100,31	100,66	100,19	100,52	99,89	99,85	99,45	100,45	100,22
Si	1,96	1,92	1,98	1,94	2,00	1,98	1,97	1,94	1,98	1,95
Al	0,08	0,07	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02	0,07	0,07	0,04
Fet	0,48	0,51	0,77	0,53	0,74	0,74	0,47	0,57	0,45	0,82
Ti	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00
Mg	1,40	1,42	1,14	1,42	1,12	1,20	1,46	1,35	1,41	1,12
Mn	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,00	0,03
Ca	0,06	0,05	0,03	0,06	0,02	0,02	0,05	0,05	0,08	0,05
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K.T.	4,00	4,00	4,00	4,00	3,92	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
En	71,71	70,86	58,14	70,26	59,03	60,39	72,98	68,30	72,74	55,55
Fs	25,06	26,49	40,33	26,91	39,76	38,40	24,63	29,17	23,23	42,12
Wo	3,22	2,65	1,53	2,83	1,21	1,21	2,40	2,53	4,04	2,33
Mg #	74,69	73,39	59,70	72,75	60,30	61,82	75,62	70,51	75,80	57,87

Çizelge 7.2. Devam ediyor.

	Susuzdağ Sistemi									
	KAS Bazalt - Bazaltik Andezit									
Ö. N.	*DYK17-111*		*DYK17-113*		*DYK17-126*		*DYK17-126*		*DYK17-126*	
Analiz No.	*bg01-1*	*bg01-2*	*bg06-3*	*bg06-4*	*bg01-1*	*bg01-2*	*bg01-3*	*bg01-4*	*bg04-17*	*bg04-18*
Bölge	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*
SiO_2	53,44	53,23	52,47	53,35	51,97	52,59	54,65	50,01	53,00	53,18
TiO_2	0,17	0,65	0,20	0,73	0,87	0,76	0,34	1,19	0,12	0,47
Al_2O_3	2,26	2,75	3,08	1,99	2,25	3,51	2,30	3,47	1,65	2,16
$FeO_{(t)}$	9,09	10,56	9,26	8,74	10,17	8,27	9,96	4,95	11,21	8,19
MnO	0,00	0,18	0,25	0,00	0,00	0,09	0,11	0,11	0,60	0,00
MgO	15,61	15,53	15,31	15,78	14,69	15,39	15,08	14,95	15,09	15,97
CaO	19,08	17,07	19,56	19,99	19,53	19,67	17,93	22,19	18,75	19,95
Na_2O	0,01	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
K_2O	0,08	0,03	0,03	0,11	0,13	0,02	0,00	0,23	0,18	0,10
Toplam	99,74	100,57	100,16	100,70	99,60	100,31	100,43	99,56	100,62	100,03
Si	1,99	1,96	1,94	1,96	1,95	1,94	2,00	1,86	1,97	1,97
Al	0,10	0,12	0,13	0,09	0,10	0,15	0,10	0,15	0,07	0,09
$Fe_{(t)}$	0,28	0,33	0,29	0,27	0,32	0,26	0,31	0,23	0,35	0,25
Ti	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,00	0,01
Mg	0,86	0,85	0,85	0,87	0,82	0,85	0,82	0,83	0,84	0,88
Mn	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
Ca	0,76	0,67	0,78	0,79	0,78	0,78	0,70	0,88	0,75	0,79
Na	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
K.T.	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,95	4,00	4,00	4,00
En	45,35	45,88	44,10	45,01	42,64	44,96	44,85	42,55	42,86	45,76
Fs	14,80	17,86	15,40	13,98	16,59	13,75	16,84	12,02	18,84	13,16
Wo	39,84	36,26	40,50	41,01	40,77	41,30	38,31	45,43	38,30	41,08
Mg # * 100	75,39	72,35	74,65	76,30	71,99	76,79	72,96	78,19	70,58	77,67

Çizelge 7.2. Devam ediyor.

	Susuzdağ Sistemi									
	KAS Andezit									
Ö. N.	*DYK17-106*		*DYK17-125*		*DYK17-125*		*DYK17-106*		*DYK17-106*	
Analiz No.	*bg05-3*	*bg05-4*	*bg05-1*	*bg05-2*	*bg02-1*	*bg02-2*	*bg09-küm-02-1*	*bg09-küm-02-2*	*bg09-küm-02-3*	*bg09-küm-02-4*
Bölge	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*
SiO_2	52,72	50,44	53,69	52,80	52,18	54,17	53,74	52,69	53,22	53,61
TiO_2	0,00	1,35	0,00	0,74	0,21	0,34	0,35	0,24	0,34	0,00
Al_2O_3	5,59	4,06	1,61	1,17	0,63	0,39	2,45	2,51	1,36	1,93
$FeO_{(t)}$	5,32	7,77	17,65	21,74	19,12	20,58	8,44	7,91	9,55	9,49
MnO	0,00	0,00	0,31	0,59	1,05	0,74	0,26	0,00	0,24	0,18
MgO	15,71	14,21	24,75	22,11	22,65	23,21	14,71	16,42	14,62	15,13
CaO	21,09	21,48	1,38	1,26	1,19	1,03	20,54	19,72	20,94	19,50
Na_2O	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,02	0,06
K_2O	0,00	0,29	0,10	0,10	0,15	0,03	0,07	0,02	0,20	0,13
Toplam	100,48	99,90	99,87	100,50	99,59	100,50	100,67	99,50	100,50	100,03
Si	1,92	1,88	1,96	1,96	1,95	2,00	1,98	1,95	1,98	1,99
Al	0,24	0,18	0,07	0,05	0,03	0,02	0,11	0,11	0,06	0,08
$Fe_{(t)}$	0,16	0,25	0,55	0,67	0,67	0,64	0,26	0,25	0,30	0,30
Ti	0,00	0,04	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
Mg	0,85	0,79	1,35	1,22	1,26	1,28	0,81	0,91	0,81	0,84
Mn	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01
Ca	0,82	0,86	0,05	0,05	0,05	0,04	0,81	0,78	0,83	0,78
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
K	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
K.T.	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
En	46,41	41,58	68,65	62,22	62,57	64,61	42,83	46,87	41,57	43,73
Fs	8,81	13,25	28,60	35,23	35,04	33,32	14,19	12,67	15,62	15,73
Wo	44,78	45,17	2,75	2,55	2,39	2,08	42,99	40,46	42,81	40,54
Mg #	84,04	75,84	70,96	64,45	65,20	66,77	75,68	78,71	73,21	73,94

Çizelge 7.2. Devam ediyor.

	Susuzdağ Sistemi									
	KAS Dasit									
Ö. N.	*DYK17-117*		*DYK17-117*		*DYK17-117*		*DYK17-117*		*DYK17-120*	
Analiz No.	*bg01-3*	*bg01-4*	*bg03-5*	*bg03-6*	*bg06-17*	*bg06-18*	*bg06-21*	*bg06-22*	*bg03-9*	*bg03-10*
Bölge	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*
SiO_2	52,44	53,38	53,62	52,37	53,68	55,66	55,02	54,27	53,90	53,90
TiO_2	0,26	0,24	0,00	0,00	0,24	0,00	0,21	0,22	0,00	0,00
Al_2O_3	1,72	1,46	0,75	0,83	2,43	2,26	1,59	1,92	0,86	1,24
$FeO_{(t)}$	20,29	19,11	19,76	18,23	8,07	7,81	8,99	9,48	19,94	19,81
MnO	0,75	0,49	0,76	1,14	0,00	0,00	0,30	0,30	0,62	0,69
MgO	22,44	23,76	23,55	23,23	14,93	15,41	15,36	14,54	23,39	23,54
CaO	1,35	1,31	1,10	1,19	19,97	18,41	19,16	19,79	0,74	1,27
Na_2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,53	0,00	0,14	0,00	0,00
K_2O	0,02	0,06	0,00	0,09	0,10	0,00	0,00	0,03	0,00	0,10
Toplam	100,63	99,81	99,55	100,56	99,50	100,09	100,63	100,69	99,45	100,55
Si	1,94	1,97	1,99	1,93	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,98
Al	0,08	0,06	0,03	0,04	0,11	0,10	0,07	0,08	0,04	0,05
$Fe_{(t)}$	0,67	0,59	0,61	0,67	0,25	0,24	0,27	0,29	0,62	0,61
Ti	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Mg	1,24	1,30	1,30	1,28	0,83	0,83	0,83	0,80	1,29	1,29
Mn	0,02	0,02	0,02	0,04	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02
Ca	0,05	0,05	0,04	0,05	0,80	0,71	0,75	0,78	0,03	0,05
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,00	0,01	0,00	0,00
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
K.T.	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,90	3,93	3,98	4,00	4,00
En	62,34	66,53	65,67	62,94	44,17	46,64	44,73	42,45	65,94	65,50
Fs	34,98	30,82	32,10	34,75	13,37	13,28	15,16	16,01	32,59	31,96
Wo	2,68	2,65	2,22	2,32	42,46	40,08	40,11	41,54	1,48	2,54
Mg # * 100	64,86	68,89	68,01	65,62	76,76	77,83	75,29	73,21	67,63	67,95

Çizelge 7.2. Devam ediyor.

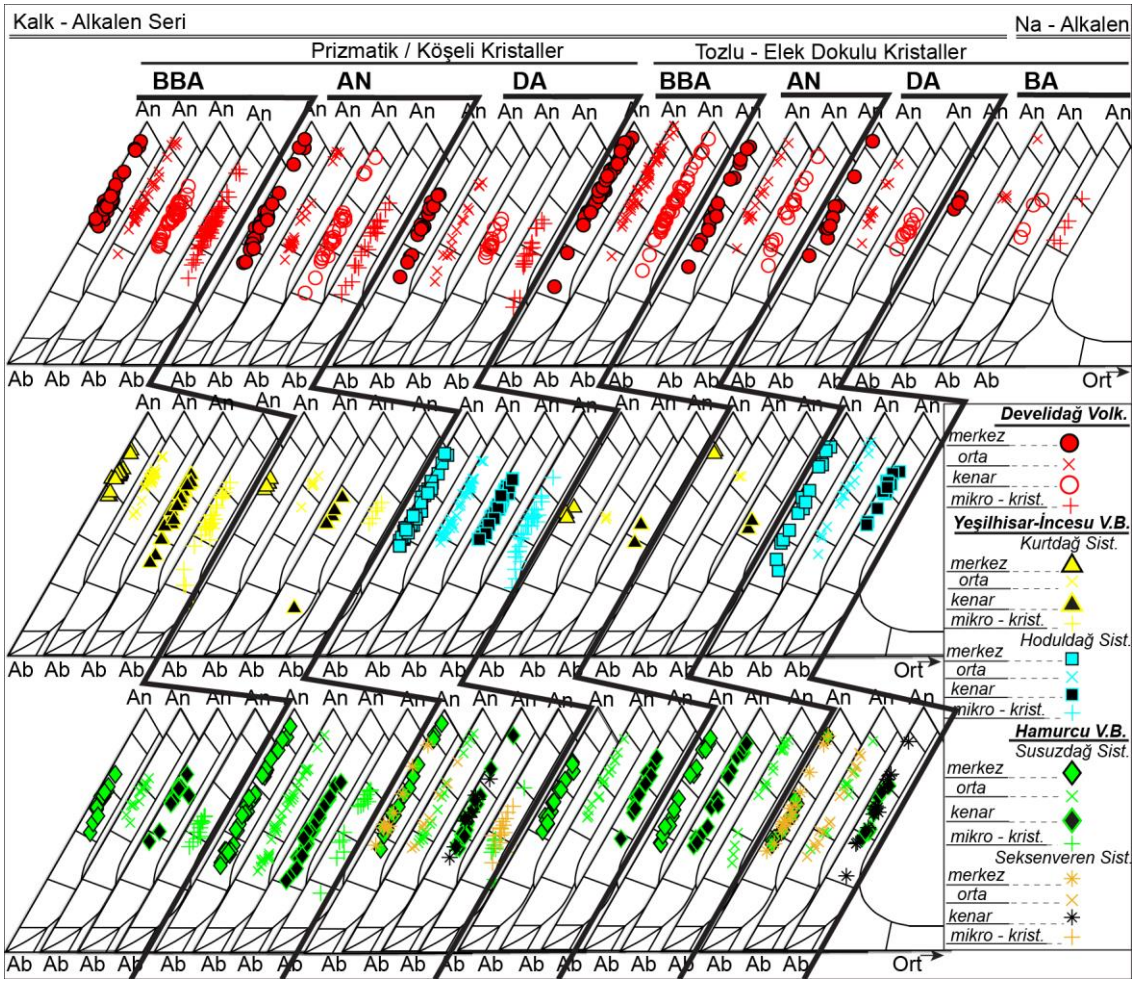
	Susuzdağ Sistemi									
	KAS Bazalt - Dasit mikro kristal									
Ö. N.	*DYK17-112*	*DYK17-113*	*DYK17-126*	*DYK17-126*	*DYK17-106*	*DYK17-125*	*DYK17-127*	*DYK17-117*	*DYK17-117*	*DYK17-120*
Analiz No.	*05*	*01*	*01*	*04*	*küm-022*	*küm-1*	*07*	*01*	*07*	*03*
Bölge	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*
SiO_2	50,40	53,96	51,93	50,65	53,16	53,68	53,03	52,76	50,88	54,00
TiO_2	2,68	0,67	1,35	1,06	0,40	0,59	0,17	0,00	0,03	0,30
Al_2O_3	3,23	0,85	3,60	3,46	1,95	0,73	2,34	0,82	1,21	0,88
$FeO_{(t)}$	13,05	15,84	11,58	11,10	8,40	20,04	14,49	22,09	25,51	17,43
MnO	0,00	0,26	0,08	0,20	0,00	0,19	0,43	0,91	1,20	0,79
MgO	15,67	25,78	14,07	14,32	15,04	23,38	25,95	21,20	17,97	25,33
CaO	15,53	2,19	17,83	19,02	20,62	1,13	1,64	1,62	1,15	0,89
Na_2O	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00
K_2O	0,10	0,00	0,00	0,07	0,06	0,00	0,09	0,08	0,15	0,09
Toplam	100,66	99,55	100,50	99,88	99,64	99,74	100,32	100,16	99,45	100,60
Si	1,88	1,97	1,94	1,90	1,98	1,99	1,92	1,97	1,96	1,96
Al	0,14	0,04	0,16	0,15	0,09	0,03	0,10	0,04	0,06	0,04
Fe(t)	0,41	0,48	0,36	0,35	0,26	0,62	0,50	0,71	0,86	0,56
Ti	0,08	0,02	0,04	0,03	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01
Mg	0,87	1,40	0,78	0,80	0,84	1,29	1,40	1,18	1,03	1,37
Mn	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,03	0,04	0,02
Ca	0,62	0,09	0,71	0,76	0,82	0,05	0,06	0,07	0,05	0,04
Na	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
K.T.	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
En	45,89	70,83	42,10	41,70	43,49	65,77	70,66	59,46	52,05	69,01
Fs	21,44	24,82	19,57	18,48	13,65	31,94	26,15	37,27	45,57	29,23
Wo	32,67	4,35	38,33	39,82	42,86	2,29	3,19	3,27	2,38	1,76
Mg # * 100	68,15	74,36	68,38	69,66	76,12	67,52	73,49	62,41	54,42	71,12

Çizelge 7.2. Devam ediyor.

	Seksenveren Sistemi									
	KAS Andezit - Dasit								mikro kristal	
Ö. N.	*DYK17-137*		*DYK17-137*		*DYK17-114*		*DYK17-136*		*DYK17-114*	*DYK17-136*
Analiz No.	*bg01-1*	*bg01-2*	*bg01-3*	*bg01-4*	*bg07-1*	*bg07-2*	*bg03-11*	*bg03-12*	*07*	*03*
Bölge	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*mk.*
SiO_2	51,84	51,99	51,90	53,26	56,20	50,48	52,84	53,33	50,88	54,00
TiO_2	0,59	1,00	0,80	0,57	0,00	0,47	0,56	0,05	0,03	0,30
Al_2O_3	3,10	2,86	2,62	3,15	2,72	4,28	1,34	1,13	1,21	0,88
$FeO_{(t)}$	10,54	9,46	11,02	9,44	4,20	6,96	18,99	19,42	25,51	17,43
MnO	0,10	0,14	0,29	0,11	0,00	0,11	0,46	0,61	1,20	0,79
MgO	15,09	15,19	14,83	14,89	17,68	14,42	23,63	23,37	17,97	25,33
CaO	18,31	19,50	18,89	19,18	19,74	21,23	1,60	1,47	1,15	0,89
Na_2O	0,14	0,09	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00
K_2O	0,11	0,15	0,20	0,01	0,11	0,26	0,03	0,06	0,15	0,09
Toplam	99,80	100,38	100,55	100,63	100,65	100,54	99,84	100,03	99,45	100,60
Si	1,93	1,93	1,93	1,97	2,00	1,86	1,95	1,97	1,96	1,96
Al	0,14	0,13	0,12	0,14	0,11	0,19	0,06	0,05	0,06	0,04
Fe(t)	0,33	0,29	0,34	0,29	0,13	0,29	0,60	0,62	0,86	0,56
Ti	0,02	0,03	0,02	0,02	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01
Mg	0,84	0,84	0,82	0,82	0,94	0,79	1,30	1,29	1,03	1,37
Mn	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,04	0,02
Ca	0,73	0,77	0,75	0,76	0,75	0,84	0,06	0,06	0,05	0,04
Na	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
K.T.	4,00	4,00	4,00	4,00	3,94	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
En	44,11	43,92	42,67	43,76	51,65	41,24	65,82	64,93	52,05	69,01
Fs	17,42	15,57	18,24	15,72	6,88	15,08	30,99	32,14	45,57	29,23
Wo	38,47	40,51	39,09	40,51	41,46	43,68	3,19	2,93	2,38	1,76
Mg # * 100	71,87	74,09	70,59	73,76	88,24	73,43	68,49	67,56	54,42	71,12

7.3. Feldispat Grubu

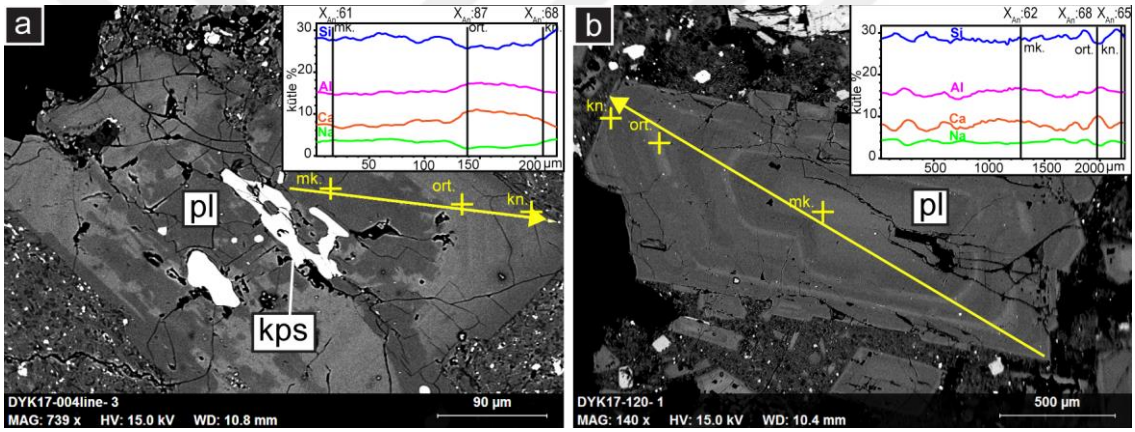
Feldispat grubu mineralleri molar (%) albit (Ab, $NaAlSi_3O_8$), anortit (An, $CaAlSi_2O_8$), ortoklaz (Ort, $KAlSi_3O_8$) uç bileşenlerine göre genellikle anortit – andezin plajiyoklaz ($An_{97-16}Ab_{72-1,5}Or_{23-0,16}$) aralığında sınıflandırılmıştır (Şekil 7.5.). Feldispat grubu minerallerine ait referans merkez-orta-kenar ana element oksit bileşimleri ile formül başına atom katyonik değerleri Çizelge 7.3.'de gösterilmektedir.



Şekil 7.5. Feldispat grubu minerallerin, albit (ab) – anortit (an) – ortoklaz (ort) uç bileşenlerine göre dağılımları (kısaltmalar Şekil 7.3.'deki gibidir).

Bazaltik kayaçlar başta olmak üzere, tozlu - elek dokulu ve kompleks zonlanma desenlerine sahip (örn, salınımlı-normal-yamalı zonlanma) (Şekil 7.6. a) plajiyoklazlarda kristalin merkez (ort.An_{67}), orta (ort.An_{69}), kenar (ort.An_{63}) boyunca anortit bileşeninin görece yüksek olduğu ve yine tüm kayaç grupları için

kristalin orta (ort.An_{69}) bölgesinin, merkez (ort.An_{67}) ve kenar (ort.An_{63}) bileşimlerine göre anortitçe zengin olduğu görülmektedir (Şekil 7.5. ve Şekil 7.6. a). Prizmatik-köşeli fenokristallerde merkezden (An_{94-41}) kenara (An_{93-39}) doğru ve aynı zamanda bazalttan (ort. An_{65}) dasite (ort. An_{58}) doğru gidildikçe anortit bileşenin düzenli olarak azaldığı gözlenmektedir (Şekil 7.5.,Şekil 7.6. b). Mikrolit/mikro kristal feldispatlar bitovnit – andezin aralığında görece düşük anortit (ort. An_{52}) bileşeni ile temsil edilmektedir (Şekil 7.5.). Andezitik ürünlerde gözlenen feldispat fenokristalleri anortit – andezin (An_{92-35}) aralığında çoğunlukla labrador (An_{63}) olarak sınıflandırılmaktadır (Şekil 7.5.). Dasitik ürünlere ait feldispatlar, tozlu/elek dokulu fenokristalleri hariç albit uç bileşenine (An_{94-24}) göreceli en yakın bileşime sahiptir (Şekil 7.5.).



Şekil 7.6. a) Orta bölgelerinde yamalı zonlanma gösteren plajiyoklaza ait SEM-BSD görüntüsü ile sarı hat boyunca element değişim (kütle %) grafiği. b) Salınımlı zonlu köşeli prizmatik plajiyoklaza ait SEM görüntüsü ile sarı hat doğrultusunda EDS element (kütle %) dağılım grafiği.

Develidağ ürünlerinin görece yüksek anortitik (An_{96-24}) plajiyoklazlarca temsil edildiği görülmektedir (Şekil 7.5.). Kurtdağ Sistemi bazaltik ürünleri plajiyoklaz merkez (An_{82-73}), orta (An_{81-69}), kenar (An_{74-59}) boyunca belirgin normal zonlanma eğilimi sergilemektedir (Şekil 7.5.). Hoduldağ Sistemi dasitik ürünleri merkezden (An_{82-44}) kenara (An_{72-47}) doğru belli belirsiz zonlanma ile birlikte diğer bölgelerdeki dasitlere oranla görece yüksek anortit kompozisyonları sunmaktadır (Şekil 7.5.). Susuzdağ bazaltik ürünleri (An_{72-48}), farklılaşmış ürünlerine (An_{94-39} göre daha kısıtlı alanda ve düşük anortit bileşenine sahip plajiyoklazlarca temsil edildiği buna karşılık anortit bileşeninin andezitik ve dasitik ürünlerde özellikle

plajiyoklaz merkezinde görece yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 7.5.). Seksenveren ve Susuzdağ ürünlerinde bulunan plajiyoklazlar gerek prizmatik-köşeli gerek tozlu-elek dokulu kristallerde merkez, orta, kenar boyunca benzer anortit içerikleri sunmaktadır (Şekil 7.5.).

Çizelge 7.3. Feldispat gurubu minerallerinin referans merkez (mk.) – orta (ort.) - kenar (kn.) bileşimleri ve formül başına atom katyonik değerleri.

	Develidağ Volkanı								
	Kalk-alkalen Seri Bazalt - Bazaltik Andezit								
Ö. N.	***DYK17-065***			***DYK17-064***			***DYK17-019***		
Analiz No.	***bg09-1***	***bg09-2***	***bg09-3***	***bg02-7***	***bg02-8***	***bg02-9***	***bg02-10***	***bg02-11***	***bg02-12***
Bölge	***mk.***	***ort.***	***kn.***	***mk.***	***ort.***	***kn.***	***mk.***	***ort.***	***kn.***
SiO_2	56,53	52,59	57,75	51,68	49,48	49,06	46,83	46,29	51,77
TiO_2	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00
Al_2O_3	28,08	30,15	26,82	30,46	32,61	32,82	33,55	34,71	31,78
$FeO_{(t)}$	0,51	0,20	0,37	0,47	0,42	0,68	0,50	0,13	0,88
MgO	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
CaO	11,53	14,78	10,56	14,07	16,06	16,13	18,15	17,96	13,43
Na_2O	3,56	2,13	4,10	2,59	1,31	1,15	0,84	0,39	2,64
K_2O	0,24	0,18	0,41	0,47	0,31	0,24	0,33	0,21	0,18
Toplam	100,46	100,17	100,01	99,76	100,19	100,09	100,26	99,73	100,67
Si	10,10	9,51	10,34	9,42	9,02	8,96	8,62	8,52	9,33
Al	5,91	6,43	5,66	6,55	7,00	7,06	7,27	7,53	6,75
$Fe_{(t)}$	0,08	0,03	0,06	0,07	0,06	0,10	0,08	0,02	0,13
Mg	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Na	1,23	0,75	1,42	0,92	0,46	0,41	0,30	0,14	0,92
Ca	2,21	2,86	2,02	2,75	3,13	3,16	3,58	3,54	2,59
K	0,05	0,04	0,09	0,11	0,07	0,06	0,08	0,05	0,04
Ab	35,29	20,43	40,21	24,27	12,60	11,26	7,60	3,78	25,93
An	63,15	78,43	57,16	72,86	85,43	87,17	90,44	94,90	72,93
Ort	1,57	1,14	2,63	2,87	1,97	1,57	1,97	1,33	1,14

Çizelge 7.3. Devam ediyor.

	Develidağ Volkanı								
	Kalk-alkalen Seri Bazalt - Bazaltik Andezit						**Na-Alkalen Bazalt**		
Ö. N.	***DYK17-073***		***DYK17-073***		***DYK17-065***		***DYK17-074***		
Analiz No.	***bg03-4***	***bg03-6***	***bg01-10***	***bg01-11***	***bg08-10***	***bg08-11***	***bg03-1***	***02***	***05***
Bölge	***mk.***	***kn.***	***mk.***	***ort.***	***mk.***	***ort.***	***mk.***	***mk.***	***mk.***
SiO_2	56,20	56,12	53,98	48,93	57,24	56,65	52,92	54,99	57,12
TiO_2	0,08	0,28	0,13	0,00	0,16	0,20	0,00	0,00	0,00
Al_2O_3	27,46	27,05	27,89	32,70	26,66	26,60	29,92	28,16	27,25
$FeO_{(t)}$	0,73	0,61	0,89	0,42	0,44	0,94	0,47	0,74	1,17
MgO	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00
CaO	11,70	11,81	12,95	17,20	11,25	11,22	13,83	11,39	9,43
Na_2O	3,41	3,53	3,22	0,74	4,16	3,96	3,15	3,94	4,68
K_2O	0,48	0,69	0,67	0,17	0,45	0,45	0,35	0,49	0,29
Toplam	100,08	100,12	99,73	100,16	100,34	100,04	100,67	99,72	100,38
Si	10,11	10,11	9,84	8,93	10,26	10,21	9,55	9,96	10,24
Al	5,82	5,75	5,99	7,04	5,63	5,65	6,37	6,01	5,75
$Fe_{(t)}$	0,11	0,09	0,14	0,06	0,07	0,14	0,07	0,11	0,17
Mg	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Na	1,19	1,24	1,14	0,26	1,44	1,38	1,10	1,38	1,62
Ca	2,26	2,28	2,53	3,36	2,16	2,17	2,68	2,21	1,81
K	0,11	0,16	0,16	0,04	0,10	0,10	0,08	0,11	0,07
Ab	33,46	33,62	29,78	7,11	38,97	37,86	28,55	37,36	46,39
An	63,46	62,09	66,15	91,79	58,28	59,29	69,38	59,60	51,72
Ort	3,09	4,29	4,07	1,10	2,75	2,85	2,07	3,04	1,88

Çizelge 7.3. Devam ediyor.

	Develidağ Volkanı									
	Andezit									
Ö. N.	*DYK17-024*		*DYK17-005*		*DYK17-004*			*DYK17-004*		
Analiz No.	*bg05-13*	*bg05-14*	*bg12-7*	*bg12-8*	*bg03-4*	*bg03-5*	*bg03-6*	*bg01-1*	*bg01-2*	*bg01-3*
Bölge	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*ort.*	*mk.*	*ort.*	*kn.*	*mk.*	*ort.*	*kn.*
SiO_2	57,88	56,17	55,52	58,43	56,86	59,10	53,44	56,57	55,91	55,88
TiO_2	0,19	0,26	0,00	0,06	0,00	0,37	0,00	0,52	0,16	0,35
Al_2O_3	27,45	26,86	28,60	26,17	27,76	25,48	30,34	26,59	28,72	27,46
$FeO_{(t)}$	0,10	0,74	0,37	0,60	0,05	0,06	0,28	0,27	0,04	0,35
MgO	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	9,82	10,07	11,57	8,94	11,05	9,36	13,41	10,89	11,60	12,03
Na_2O	4,75	5,53	3,73	4,89	3,79	4,96	2,34	4,33	3,60	3,86
K_2O	0,54	0,70	0,51	0,59	0,49	0,83	0,29	0,71	0,24	0,65
Toplam	100,73	100,71	100,31	99,69	100,00	100,17	100,11	99,88	100,26	100,58
Si	10,28	10,11	9,97	10,48	10,18	10,55	9,63	10,20	10,00	10,04
Al	5,75	5,70	6,05	5,53	5,86	5,36	6,44	5,65	6,05	5,81
Fe(t)	0,02	0,11	0,06	0,09	0,01	0,01	0,04	0,04	0,01	0,05
Mg	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	1,63	1,93	1,30	1,70	1,32	1,72	0,82	1,51	1,25	1,34
Ca	1,87	1,94	2,23	1,72	2,12	1,79	2,59	2,10	2,22	2,31
K	0,12	0,16	0,12	0,14	0,11	0,19	0,07	0,16	0,06	0,15
Ab	45,08	47,85	35,68	47,85	37,11	46,46	23,53	40,05	35,39	35,28
An	51,55	48,17	61,10	48,34	59,75	48,44	74,55	55,62	63,04	60,81
Ort	3,37	3,97	3,21	3,81	3,14	5,10	1,92	4,33	1,57	3,91

Çizelge 7.3. Devam ediyor.

	Develidağ Volkanı									
	Dasit									
Ö. N.	*DYK17-024*		*DYK17-005*		*DYK17-003*		*DYK17-023*		*DYK17-010*	
Analiz No.	*bg05-13*	*bg05-14*	*bg12-7*	*bg12-8*	*bg02-5*	*bg02-6*	*bg04-8*	*bg04-10*	*bg04-2*	*bg04-4*
Bölge	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*ort.*	*mk.*	*ort.*	*mk.*	*kn.*	*mk.*	*kn.*
SiO_2	57,88	56,17	55,52	58,43	48,52	50,01	55,37	55,93	47,78	56,98
TiO_2	0,19	0,26	0,00	0,06	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al_2O_3	27,45	26,86	28,60	26,17	32,40	32,17	28,28	27,74	34,32	27,73
$FeO_{(t)}$	0,10	0,74	0,37	0,60	0,36	0,54	0,39	0,92	0,02	0,28
MgO	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00
CaO	9,82	10,07	11,57	8,94	17,37	16,53	11,36	10,92	17,59	10,01
Na_2O	4,75	5,53	3,73	4,89	0,87	1,23	4,17	4,21	0,60	4,38
K_2O	0,54	0,70	0,51	0,59	0,44	0,25	0,65	0,60	0,26	0,44
Toplam	100,73	100,71	100,31	99,69	100,08	100,74	100,42	100,45	100,58	99,84
Si	10,28	10,11	9,97	10,48	8,90	9,07	9,96	10,06	8,69	10,22
Al	5,75	5,70	6,05	5,53	7,00	6,88	6,00	5,88	7,36	5,86
$Fe_{(t)}$	0,02	0,11	0,06	0,09	0,06	0,08	0,06	0,14	0,00	0,04
Mg	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Na	1,63	1,93	1,30	1,70	0,31	0,43	1,45	1,47	0,21	1,52
Ca	1,87	1,94	2,23	1,72	3,41	3,21	2,19	2,10	3,43	1,92
K	0,12	0,16	0,12	0,14	0,10	0,06	0,15	0,14	0,06	0,10
Ab	45,08	47,85	35,68	47,85	8,09	11,66	38,34	39,55	5,71	42,97
An	51,55	48,17	61,10	48,34	89,19	86,75	57,74	56,76	92,66	54,20
Ort	3,37	3,97	3,21	3,81	2,71	1,59	3,92	3,69	1,63	2,83

Çizelge 7.3. Devam ediyor.

	Develidağ Volkanı									
	KAS Bazalt - Dasit mikro - kristal									
Ö. N.	*DYK17-065*	*DYK17-058*	*DYK17-019*	*DYK17-019*	*DYK17-024*	*DYK17-024*	*DYK17-004*	*DYK17-026*	*DYK17-023*	*DYK17-010*
Analiz No.	*02*	*04*	*08*	*08*	*03*	*05*	*010*	*03*	*011*	*08*
Bölge	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*
SiO_2	57,73	53,64	53,83	53,83	57,40	59,70	58,87	57,58	57,65	60,13
TiO_2	0,16	0,01	0,27	0,27	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al_2O_3	25,90	29,35	27,92	27,92	25,46	25,41	26,07	26,86	26,23	24,60
$FeO_{(t)}$	0,94	1,16	1,20	1,20	0,80	0,55	0,82	1,11	0,70	0,39
MgO	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	10,56	12,95	12,10	12,10	9,21	7,90	8,74	9,64	9,42	7,89
Na_2O	4,12	3,16	4,06	4,06	5,59	5,68	4,67	4,77	4,94	5,72
K_2O	0,45	0,36	0,58	0,58	0,67	0,62	0,80	0,59	0,82	0,93
Toplam	99,85	100,64	100,12	100,12	99,69	99,86	100,07	100,72	99,76	99,67
Si	10,39	9,68	9,80	9,80	10,38	10,66	10,52	10,29	10,38	10,77
Al	5,49	6,24	5,99	5,99	5,42	5,35	5,49	5,66	5,57	5,19
$Fe_{(t)}$	0,14	0,18	0,18	0,18	0,12	0,08	0,12	0,17	0,11	0,06
Mg	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	1,44	1,10	1,43	1,43	1,96	1,97	1,62	1,65	1,72	1,99
Ca	2,04	2,50	2,36	2,36	1,78	1,51	1,67	1,85	1,82	1,51
K	0,10	0,08	0,13	0,13	0,15	0,14	0,18	0,14	0,19	0,21
Ab	40,17	29,92	36,50	36,50	50,28	54,33	46,60	45,47	46,20	53,50
An	56,93	67,84	60,08	60,08	45,77	41,74	48,16	50,80	48,72	40,75
Ort	2,90	2,23	3,42	3,42	3,95	3,92	5,24	3,73	5,08	5,75

Çizelge 7.3. Devam ediyor.

	Kurtdağ Sistemi								
	Kalk-alkalen Seri Bazalt - Bazaltik Andezit								
Ö. N.	*DYK17-078*			*DYK17-095*		*DYK17-099*		*DYK17-098*	
Analiz No.	*01*	*02*	*03*	*bg02-1*	*bg02-2*	*bg05-7*	*bg05-8*	*011*	*012*
Bölge	*mk.*	*ort.*	*kn.*	*mk.*	*ort.*	*mk.*	*ort.*	*ort.*	*kn.*
SiO_2	53,83	55,67	59,81	52,01	52,84	52,15	52,88	50,28	57,46
TiO_2	0,37	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00
Al_2O_3	28,46	27,41	25,28	30,57	30,60	30,58	30,80	31,04	27,20
$FeO_{(t)}$	0,87	0,89	0,70	0,48	0,48	0,75	0,20	0,36	0,66
MgO	0,01	0,04	0,02	0,04	0,11	0,09	0,04	0,00	0,03
CaO	13,12	11,06	7,87	14,43	13,51	13,52	13,20	15,88	10,14
Na_2O	3,46	4,19	5,68	2,57	2,49	2,77	2,61	1,84	4,69
K_2O	0,54	0,53	0,83	0,39	0,18	0,04	0,21	0,27	0,38
Toplam	100,65	99,80	100,44	100,51	100,21	99,89	99,94	99,74	100,55
Si	9,73	10,07	10,65	9,42	9,53	9,47	9,55	9,20	10,26
Al	6,06	5,85	5,30	6,52	6,51	6,54	6,55	6,70	5,72
$Fe_{(t)}$	0,13	0,13	0,10	0,07	0,07	0,11	0,03	0,05	0,10
Mg	0,00	0,01	0,00	0,01	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01
Na	1,21	1,47	1,96	0,90	0,87	0,97	0,91	0,65	1,62
Ca	2,54	2,14	1,50	2,80	2,61	2,63	2,55	3,12	1,94
K	0,12	0,12	0,19	0,09	0,04	0,01	0,05	0,06	0,09
Ab	31,25	39,33	53,71	23,81	24,76	26,96	25,95	17,03	44,46
An	65,53	57,42	41,11	73,79	74,09	72,77	72,66	81,32	53,16
Ort	3,22	3,25	5,18	2,40	1,15	0,27	1,39	1,65	2,38

Çizelge 7.3. Devam ediyor.

	Kurtdağ Sistemi								
	Kalk-alkalen Seri Andezit				KAS Bazalt - Andezit mikro - kristal				
Ö. N.	***DYK17-102***		***DYK17-102***		***DYK17-078***	***DYK17-098***	***DYK17-099***	***DYK17-102***	***DYK17-102***
Analiz No.	***bg03-13***	***bg03-14***	***bg05-16***	***bg05-18***	***03***	***03***	***04***	***01***	***04***
Bölge	***mk.***	***ort.***	***mk.***	***kn.***	***mk.***	***mk.***	***mk.***	***mk.***	***mk.***
SiO_2	50,76	51,86	52,51	53,41	57,02	56,69	56,97	54,97	54,71
TiO_2	0,33	0,49	0,09	0,16	0,00	0,00	0,24	0,41	0,12
Al_2O_3	29,89	30,19	29,76	28,50	27,25	27,63	26,76	27,79	28,33
$FeO_{(t)}$	0,47	0,46	0,46	1,03	0,69	1,08	0,57	0,84	0,38
MgO	0,04	0,03	0,06	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00
CaO	15,03	13,99	13,69	13,36	10,24	10,19	10,38	11,53	11,95
Na_2O	2,93	3,07	3,11	3,68	4,42	4,37	4,68	4,13	4,05
K_2O	0,29	0,31	0,30	0,49	0,63	0,23	0,54	0,47	0,45
Toplam	99,74	100,40	99,97	100,64	100,27	100,23	100,17	100,13	100,00
Si	9,31	9,41	9,54	9,68	10,22	10,16	10,23	9,94	9,89
Al	6,46	6,45	6,37	6,09	5,76	5,84	5,67	5,92	6,04
$Fe_{(t)}$	0,07	0,07	0,07	0,16	0,10	0,16	0,09	0,13	0,06
Mg	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Na	1,04	1,08	1,09	1,29	1,54	1,52	1,63	1,45	1,42
Ca	2,95	2,72	2,66	2,59	1,97	1,96	2,00	2,23	2,31
K	0,07	0,07	0,07	0,11	0,14	0,05	0,12	0,11	0,10
Ab	25,65	27,87	28,59	32,31	42,15	43,05	43,45	38,20	36,96
An	72,69	70,29	69,58	64,83	53,90	55,46	53,22	58,97	60,34
Ort	1,66	1,84	1,83	2,86	3,95	1,49	3,33	2,83	2,70

Çizelge 7.3. Devam ediyor.

	Hoduldağ Sistemi								
	Kalk-alkalen Seri Dasit								
Ö. N.	***DYK17-097***		***DYK17-097***		***DYK17-097***		***DYK17-087***		***DYK17-089***
Analiz No.	***bg02-13***	***bg02-14***	***bg05-22***	***bg05-23***	***bg02-7***	***bg02-9***	***bg04-10***	***bg04-11***	***bg05-5***
Bölge	***mk.***	***ort.***	***mk.***	***ort.***	***mk.***	***kn.***	***mk.***	***ort.***	***ort.***
SiO_2	58,41	57,74	57,19	57,53	58,58	51,33	59,09	49,19	48,44
TiO_2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	0,00	0,00	0,05
Al_2O_3	26,96	27,57	27,10	27,59	25,99	29,86	25,96	31,87	33,53
$FeO_{(t)}$	0,30	0,00	0,24	0,40	0,58	0,29	0,28	0,18	0,46
MgO	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	9,10	9,40	9,52	9,43	8,56	14,68	8,73	16,67	16,49
Na_2O	5,42	5,15	5,35	5,17	5,46	2,85	5,25	1,56	1,37
K_2O	0,32	0,43	0,36	0,29	0,50	0,36	0,47	0,41	0,13
Toplam	100,52	100,31	99,76	100,42	99,83	99,93	99,79	99,88	100,48
Si	10,39	10,29	10,27	10,26	10,50	9,37	10,56	9,02	8,82
Al	5,65	5,79	5,74	5,80	5,49	6,43	5,47	6,89	7,20
$Fe_{(t)}$	0,04	0,00	0,04	0,06	0,09	0,04	0,04	0,03	0,07
Mg	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	1,87	1,78	1,87	1,79	1,90	1,01	1,82	0,56	0,48
Ca	1,73	1,79	1,83	1,80	1,64	2,87	1,67	3,27	3,22
K	0,07	0,10	0,08	0,07	0,11	0,08	0,11	0,10	0,03
Ab	50,82	48,46	49,36	48,93	51,93	25,42	50,56	14,16	12,95
An	47,19	48,88	48,49	49,27	44,97	72,44	46,44	83,39	86,23
Ort	1,99	2,66	2,15	1,80	3,10	2,14	3,00	2,45	0,82

Çizelge 7.3. Devam ediyor.

	Hoduldağ Sistemi								
	Kalk-alkalen Seri Andezit - Dasit mikro kristal								
Ö. N.	*DYK17-092-küm02*	*DYK17-092-küm01*	*DYK17-082*	*DYK17-082*	*DYK17-087*	*DYK17-087*	*DYK17-089*	*DYK17-089*	*DYK17-097*
Analiz No.	*02*	*01*	*03*	*04*	*01*	*03*	*04*	*03*	*04*
Bölge	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*
SiO_2	63,05	56,44	57,31	56,47	55,27	67,53	62,77	66,99	53,51
TiO_2	0,07	0,10	0,24	0,35	0,00	0,00	0,14	0,75	0,02
Al_2O_3	22,70	27,47	27,11	26,50	27,83	20,17	23,47	17,81	29,20
$FeO_{(t)}$	1,08	0,63	0,00	0,35	1,04	0,45	0,70	0,04	0,65
MgO	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	5,21	10,98	10,20	11,31	10,88	4,03	5,99	1,52	12,47
Na_2O	6,41	4,31	4,61	4,48	4,06	5,63	6,06	2,45	3,45
K_2O	1,69	0,55	0,44	0,60	0,58	1,84	1,57	11,10	0,36
Toplam	100,22	100,50	99,91	100,06	100,12	100,06	100,70	100,67	99,89
Si	11,20	10,12	10,27	10,18	9,99	11,85	11,09	12,06	9,71
Al	4,75	5,80	5,73	5,63	5,93	4,17	4,89	3,78	6,24
$Fe_{(t)}$	0,16	0,09	0,00	0,05	0,16	0,07	0,10	0,01	0,10
Mg	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	2,21	1,50	1,60	1,57	1,42	1,92	2,08	0,86	1,21
Ca	0,99	2,11	1,96	2,18	2,11	0,76	1,13	0,29	2,42
K	0,38	0,13	0,10	0,14	0,13	0,41	0,35	2,55	0,08
Ab	61,63	40,11	43,77	40,28	38,83	62,11	58,25	23,14	32,60
An	27,67	56,50	53,50	56,16	57,54	24,56	31,82	7,95	65,15
Ort	10,70	3,39	2,74	3,56	3,62	13,34	9,93	68,91	2,24

Çizelge 7.3. Devam ediyor.

	Susuzdağ Volkanı								
	Bazalt - Bazaltik Andezit								
Ö. N.	*DYK17-112*		*DYK17-126*		*DYK17-112*		*DYK17-111*		
Analiz No.	*bg01-1*	*bg01-2*	*bg05-7*	*bg05-8*	*bg03-11*	*bg03-12*	*bg02-4*	*bg02-5*	*bg02-6*
Bölge	*mk.*	*ort.*	*mk.*	*ort.*	*ort.*	*kn.*	*mk.*	*ort.*	*kn.*
SiO_2	54,60	54,05	57,50	54,68	53,48	52,98	50,51	51,98	53,92
TiO_2	0,70	0,39	0,00	0,00	0,12	0,10	0,21	0,00	0,00
Al_2O_3	28,21	28,70	26,58	28,99	29,29	29,04	31,43	30,11	28,91
$FeO_{(t)}$	0,23	0,50	0,55	0,22	0,76	0,81	0,26	0,78	0,90
MgO	0,00	0,01	0,00	0,04	0,01	0,00	0,07	0,19	0,18
CaO	12,72	13,08	9,45	11,85	13,08	13,18	14,87	13,48	12,37
Na_2O	3,63	3,49	4,82	3,64	3,25	3,19	2,07	2,98	3,72
K_2O	0,51	0,48	0,88	0,66	0,47	0,54	0,30	0,25	0,44
Toplam	100,61	100,71	99,79	100,09	100,46	99,84	99,73	99,83	100,44
Si	9,83	9,74	10,35	9,86	9,67	9,65	9,22	9,47	9,74
Al	5,98	6,10	5,64	6,16	6,24	6,23	6,76	6,47	6,16
$Fe_{(t)}$	0,04	0,08	0,08	0,03	0,11	0,12	0,04	0,12	0,14
Mg	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,05	0,05
Na	1,27	1,22	1,68	1,27	1,14	1,13	0,73	1,05	1,30
Ca	2,45	2,53	1,82	2,29	2,53	2,57	2,91	2,63	2,40
K	0,12	0,11	0,20	0,15	0,11	0,13	0,07	0,06	0,10
Ab	33,05	31,64	45,36	34,25	30,09	29,43	19,77	28,14	34,29
An	63,92	65,51	49,17	61,66	67,03	67,27	78,35	70,29	63,05
Ort	3,03	2,84	5,47	4,09	2,88	3,29	1,88	1,57	2,66

Çizelge 7.3. Devam ediyor.

	Susuzdağ Volkanı								
	Andezit								
Ö. N.	*DYK17-106*			*DYK17-106-küm-1*			*DYK17-125*		
Analiz No.	*bg01-16*	*bg01-17*	*bg01-18*	*bg10-4*	*bg10-5*	*bg10-6*	*bg05-25*	*bg05-26*	*bg05-27*
Bölge	*mk.*	*ort.*	*kn.*	*mk.*	*ort.*	*kn.*	*mk.*	*ort.*	*kn.*
SiO_2	56,32	51,04	53,95	48,75	49,81	55,65	53,73	54,82	59,63
TiO_2	0,05	0,00	0,00	0,00	0,03	0,16	0,32	0,15	0,41
Al_2O_3	27,06	30,80	29,00	32,74	31,10	27,84	28,50	28,67	24,76
$FeO_{(t)}$	0,64	1,23	0,62	0,68	1,13	0,65	0,57	0,28	0,55
MgO	0,00	0,00	0,00	0,12	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	10,16	14,20	12,45	15,92	14,82	10,48	13,12	12,10	7,61
Na_2O	4,76	2,29	3,71	1,50	2,32	4,61	3,76	3,77	5,84
K_2O	0,84	0,27	0,48	0,42	0,54	0,53	0,67	0,58	0,92
Toplam	99,83	100,14	100,20	100,13	99,89	100,00	100,67	100,39	99,72
Si	10,17	9,31	9,76	8,92	9,15	10,04	9,72	9,87	10,69
Al	5,76	6,62	6,18	7,06	6,73	5,92	6,08	6,08	5,23
$Fe_{(t)}$	0,10	0,19	0,09	0,10	0,17	0,10	0,09	0,04	0,08
Mg	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	1,67	0,81	1,30	0,53	0,83	1,61	1,32	1,32	2,03
Ca	1,97	2,77	2,41	3,12	2,92	2,03	2,54	2,33	1,46
K	0,19	0,06	0,11	0,10	0,13	0,12	0,15	0,13	0,21
Ab	43,53	22,20	34,03	14,19	21,39	42,86	32,86	34,80	54,84
An	51,38	76,08	63,10	83,22	75,34	53,87	63,31	61,68	39,46
Ort	5,09	1,72	2,87	2,60	3,26	3,26	3,83	3,52	5,71

Çizelge 7.3. Devam ediyor.

	Susuzdağ Volkanı								
	Dasit								
Ö. N.	*DYK17-120*			*DYK17-117*			*DYK17-117*		
Analiz No.	*bg01-1*	*bg01-2*	*bg01-3*	*bg05-22*	*bg05-23*	*bg05-24*	*bvg07-31*	*bvg07-32*	*bvg07-33*
Bölge	*mk.*	*ort.*	*kn.*	*mk.*	*ort.*	*kn.*	*mk.*	*ort.*	*kn.*
SiO_2	48,06	47,80	54,45	56,06	58,50	56,98	52,95	57,29	57,39
TiO_2	0,00	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00
Al_2O_3	33,82	33,19	29,50	28,15	26,14	26,38	30,06	27,27	26,55
$FeO_{(t)}$	0,72	0,21	0,43	0,60	0,66	0,72	0,80	0,51	0,71
MgO	0,12	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02	0,00	0,02
CaO	16,39	17,11	11,59	10,76	8,37	9,53	12,33	9,68	9,24
Na_2O	1,07	1,21	3,55	4,12	5,26	5,07	3,30	4,91	5,06
K_2O	0,18	0,50	0,34	0,65	0,72	0,95	0,52	0,86	1,01
Toplam	100,52	100,04	99,87	100,41	99,72	99,67	100,05	100,56	100,08
Si	8,76	8,78	9,82	10,05	10,50	10,30	9,60	10,24	10,32
Al	7,27	7,18	6,27	5,95	5,53	5,62	6,42	5,75	5,63
$Fe_{(t)}$	0,11	0,03	0,06	0,09	0,10	0,11	0,12	0,08	0,11
Mg	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Na	0,38	0,43	1,24	1,43	1,83	1,78	1,16	1,70	1,76
Ca	3,20	3,37	2,24	2,07	1,61	1,85	2,39	1,86	1,78
K	0,04	0,12	0,08	0,15	0,16	0,22	0,12	0,20	0,23
Ab	10,40	10,99	34,89	39,30	50,77	46,26	31,55	45,38	46,70
An	88,45	86,02	62,89	56,63	44,66	48,06	65,17	49,41	47,17
Ort	1,15	2,99	2,22	4,07	4,57	5,68	3,28	5,20	6,12

Çizelge 7.3. Devam ediyor.

	Susuzdağ Volkanı								
	Bazalt - Bazaltik Andezit - Dasit mikro kristal								
Ö. N.	*DYK17-112*	*DYK17-113*	*DYK17-126*	*DYK17-106*		*DYK17-125-küm*	*DYK17-117*		*DYK17-120*
Analiz No.	*01*	*02*	*02*	*02*	*06*	*03*	*01*	*03*	*bg02-2*
Bölge	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*
SiO_2	55,98	59,27	55,34	59,11	69,45	55,97	58,25	64,01	58,16
TiO_2	0,00	0,42	0,00	0,00	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00
Al_2O_3	27,01	24,54	27,93	26,35	15,71	28,12	26,71	23,18	25,74
$FeO_{(t)}$	1,51	1,64	0,98	0,63	0,63	1,05	0,77	0,35	0,92
MgO	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	10,33	7,84	10,86	8,43	1,06	11,02	8,34	5,37	8,48
Na_2O	4,51	5,24	4,40	5,14	1,87	3,89	4,98	5,69	5,67
K_2O	0,52	0,68	0,58	0,58	10,23	0,36	0,62	1,78	0,85
Toplam	99,87	99,77	100,10	100,26	99,82	100,47	99,67	100,38	99,83
Si	10,13	10,66	10,00	10,52	12,50	10,04	10,44	11,27	10,47
Al	5,76	5,20	5,95	5,53	3,33	5,94	5,64	4,81	5,46
$Fe_{(t)}$	0,23	0,25	0,15	0,09	0,10	0,16	0,12	0,05	0,14
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	1,58	1,83	1,54	1,78	0,65	1,35	1,73	1,94	1,98
Ca	2,00	1,51	2,10	1,61	0,20	2,12	1,60	1,01	1,64
K	0,12	0,16	0,13	0,13	2,35	0,08	0,14	0,40	0,20
Ab	42,72	52,31	40,81	50,49	20,37	38,09	49,84	57,90	51,95
An	54,05	43,23	55,64	45,73	6,35	59,59	46,10	30,19	42,93
Ort	3,23	4,47	3,55	3,78	73,28	2,32	4,05	11,91	5,12

Çizelge 7.3. Devam ediyor.

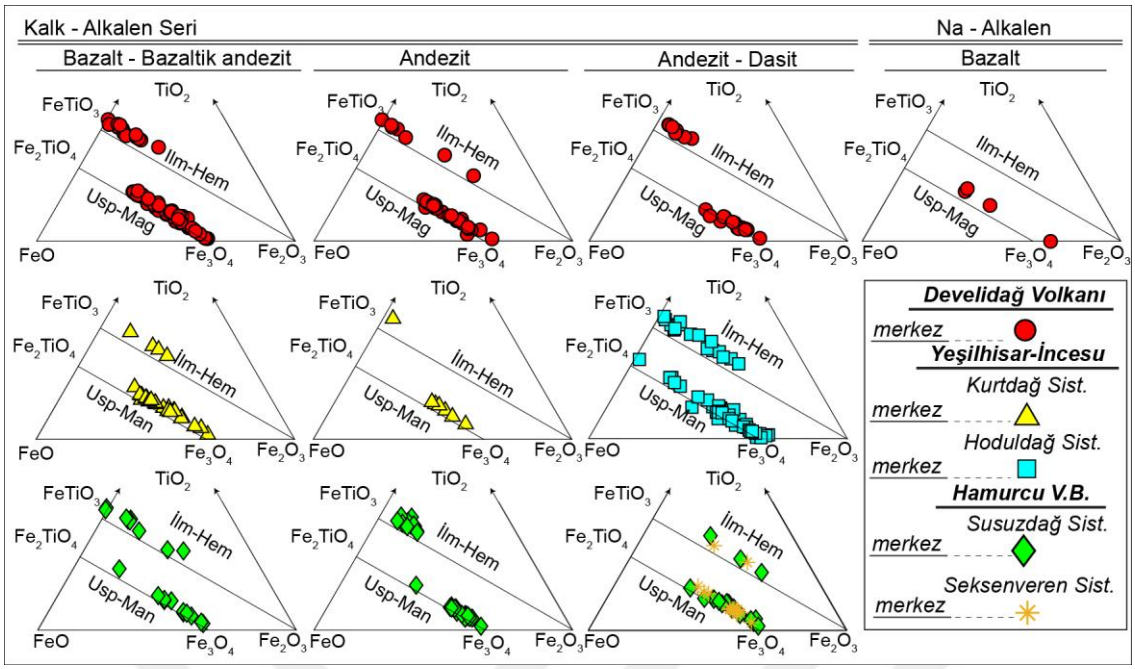
	Seksenveren Sistemi								
	Dasit								
Ö. N.	*DYK17-136*			*DYK17-137*			*DYK17-114*		
Analiz No.	*bg05-1*	*bg05-2*	*bg05-3*	*bg03-19*	*bg03-20*	*bg03-21*	*bg04-13*	*bg04-14*	*bg04-15*
Bölge	*mk.*	*ort.*	*kn.*	*mk.*	*ort.*	*kn.*	*mk.*	*ort.*	*kn.*
SiO_2	52,29	51,43	56,80	54,17	50,95	54,35	60,08	51,51	58,70
TiO_2	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00
Al_2O_3	31,18	31,45	26,80	29,60	30,81	27,80	25,85	31,31	26,58
$FeO_{(t)}$	0,56	0,21	0,51	0,61	0,99	1,00	0,19	0,00	0,58
MgO	0,16	0,01	0,00	0,12	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00
CaO	13,56	14,80	11,02	12,17	13,89	12,20	7,67	14,91	8,19
Na_2O	2,23	2,09	4,15	3,29	2,68	4,22	5,81	2,41	5,38
K_2O	0,03	0,29	0,56	0,50	0,40	0,77	0,51	0,43	0,63
Toplam	100,02	100,28	99,94	100,46	100,03	100,58	100,12	100,57	100,13
Si	9,45	9,31	10,23	9,74	9,31	9,84	10,67	9,31	10,47
Al	6,64	6,71	5,69	6,28	6,63	5,93	5,41	6,67	5,59
$Fe_{(t)}$	0,08	0,03	0,08	0,09	0,15	0,15	0,03	0,00	0,09
Mg	0,04	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Na	0,78	0,73	1,45	1,15	0,95	1,48	2,00	0,84	1,86
Ca	2,62	2,87	2,12	2,35	2,72	2,37	1,46	2,89	1,57
K	0,01	0,07	0,13	0,11	0,09	0,18	0,12	0,10	0,14
Ab	22,88	19,97	39,14	31,83	25,20	36,81	55,93	22,02	52,13
An	76,90	78,20	57,40	65,01	72,29	58,77	40,84	75,41	43,87
Ort	0,21	1,83	3,45	3,16	2,50	4,42	3,23	2,57	4,00

Çizelge 7.3. Devam ediyor.

	Seksenveren Sistemi					
	Dasit mikro kristal					
Ö. N.	***DYK17-137***			***DYK17-114***		
Analiz No.	***02***	***04***	***05***	***01***	***02***	***04***
Bölge	***mk.***	***mk.***	***mk.***	***mk.***	***mk.***	***mk.***
SiO_2	58,13	57,36	60,35	56,66	57,77	58,65
TiO_2	0,30	0,22	0,02	0,44	0,00	0,00
Al_2O_3	25,50	26,29	24,37	26,67	27,31	25,10
$FeO_{(t)}$	0,64	0,94	1,06	0,68	1,22	0,88
MgO	0,01	0,01	0,05	0,32	0,03	0,00
CaO	9,06	9,52	7,09	10,28	8,58	9,41
Na_2O	5,40	5,15	5,89	5,04	4,89	4,73
K_2O	1,13	0,83	1,31	0,60	0,40	0,99
Toplam	100,18	100,43	100,20	100,68	100,60	100,08
Si	10,45	10,30	10,79	10,16	10,30	10,55
Al	5,40	5,57	5,13	5,64	5,74	5,32
$Fe_{(t)}$	0,10	0,14	0,16	0,10	0,18	0,13
Mg	0,00	0,00	0,01	0,08	0,01	0,00
Na	1,88	1,79	2,04	1,75	1,69	1,65
Ca	1,75	1,83	1,36	1,97	1,64	1,81
K	0,26	0,19	0,30	0,14	0,09	0,23
Ab	48,40	47,02	55,19	45,34	49,41	44,70
An	44,91	48,01	36,74	51,12	47,92	49,15
Ort	6,69	4,97	8,07	3,54	2,66	6,15

7.4. Spinel ve Rombohedral Fe-Ti Oksit Grubu

Fe-Ti spinel alt grubuna ait saf manyetit (Fe_3O_4) ve ulvöspinel (Fe_2TiO_4) serisi mineralleri ile rombohedral (Fe-Ti) oksit grubu ilmenit ($FeTiO_3$) ve hematit (Fe_2O_3) katı karışım serisi mineralleri, FeO-TiO_2-Fe_2O_3 uç bileşenlerinden oluşan üçgen diyagram üzerinde sınıflandırılmışlardır (Şekil 7.7.). Spinel (ulvöspinel-manyetit) ve rombohedral (ilmenit – hematit) oksit gruplarına ait ana element oksit bileşimleri Carmichael (1966)'e göre sırasıyla 4 oksijen ve 3 oksijen anyonuna göre hesaplanan katyonik değerleri ile birlikte Çizelge 7.4.'te gösterilmiştir. Andezitik ve dasitik yüksek-K farklılaşmış ürünlere doğru rombohedral oksit grubu fazların kompozisyonları hematit uç bileşenine yakınlık sunmaktadır (Şekil 7.7.). Oksieksolüsyonları içermeyen Ti-/manyetit – ilmenit eş kristalleri (temas halinde veya hamurda ~50µm çap içerisinde) çoğunlukla 150 mikron altında gözlenmektedir. Ulvöspinel-manyetit serisi spinel grubu mineralleri çoğunlukla $Usp_{0,4-48}$ bileşimi (mol %) aralığında gözlenmektedir. İlmenit – hematit rombohedral oksit grubu mineralleri ise oransal olarak sıklıkla Develidağ ve Hoduldağ ürünlerinde görece geniş kompozisyonel aralıkta (Ilm_{100-43}) gözlenirken, diğer bölgelerde genelde görece kısıtlı aralıklarda (Ilm_{82-39}) ve sayıca spinel grubuna oranla daha az oranda rastlanmaktadır (Şekil 7.7.). NAB'da yalnızca manyetit – ulvöspinel grubu mineralleri bulunmaktadır ve genelde ulvöspinel-manyetit (Usp_{48-55}) oransal olarak eşittir (Şekil 7.7.).



Şekil 7.7. Kayaç grupları ve bölgelere göre spinel (manyetit – ulvöspinel) ve rombohedral oksit grubu minerallerin FeO-TiO_2-Fe_2O_3 uç bileşenlerine göre dağılımları.

Çizelge 7.4. Fe-Ti oksit grubu minerallere ait ana element oksit değerleri ile birlikte Ti-/manyetit (Usp) ve ilmenit (İlm) için sırasıyla, 4 ve 3 oksijen anyonuna göre hesaplanmış formül başına atom katyonik değerleri.

	Develidağ Volkanı									
	KAS Bazalt - Bazaltik Andezit				**Andezit**				**Dasit**	
Ö. N.	***DYK17-065***	***DYK17-058***	***DYK17-073***	***DYK17-064***	***DYK17-054***	***DYK17-054***	***DYK17-004***	***DYK17-004***	***DYK17-023***	***DYK17-023***
Analiz No.	***01***	***01***	***04***	***07***	***02***	***06***	***02***	***06***	***05***	***04***
Bölge	***mk.***	***mk.***	***mk.***	***mk.***	***mk.***	***mk.***	***mk.***	***mk.***	***mk.***	***mk.***
SiO_2	0,46	0,36	0,45	1,55	0,80	0,53	0,32	0,58	2,65	0,71
TiO_2	19,51	17,14	49,35	47,91	8,82	10,91	50,31	52,51	13,22	48,02
Al_2O_3	2,04	1,79	0,28	0,46	0,40	0,53	0,06	0,00	2,21	0,21
Fe_2O_3	29,08	34,28	6,26	5,61	50,09	46,06	4,76	-0,75	35,52	8,66
FeO	48,41	46,00	40,79	40,60	38,58	39,92	44,01	45,30	44,85	40,16
MnO	0,18	0,00	0,73	0,54	0,06	0,13	0,33	0,59	0,53	1,34
MgO	1,19	1,34	1,89	2,13	0,88	1,08	0,73	1,07	1,23	1,42
CaO	0,00	0,00	0,02	0,00	0,30	0,00	0,00	0,09	0,08	0,00
Na_2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	1,32	0,00	0,00	1,40	0,00
Toplam	100,8	100,90	99,79	98,81	100,32	100,59	100,52	99,70	101,80	100,52
Si	0,02	0,01	0,01	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,10	0,02
Ti	0,54	0,47	0,93	0,90	0,25	0,31	0,95	0,99	0,36	0,90
Al	0,09	0,08	0,01	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,09	0,01
Fe^{3+}	0,80	0,95	0,12	0,11	1,42	1,30	0,09	-0,01	0,97	0,16
Fe^{2+}	1,48	1,41	0,85	0,85	1,21	1,25	0,92	0,95	1,36	0,84
Mn	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03
Mg	0,07	0,07	0,07	0,08	0,05	0,06	0,03	0,04	0,07	0,05
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,10	0,00	0,00	0,10	0,00
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K.T.	3,00	3,00	2,00	2,00	3,02	3,06	2,00	2,01	3,07	2,00
Mol %	55,49 Usp	48,72 Usp	93,71 İlm	94,04 İlm	27,94 Usp	32,69 Usp	95,44 İlm	100,55 İlm	45,61 Usp	91,59 İlm

Çizelge 7.4. Devam ediyor.

	Kurtdağ Sistemi								
	KAS Bazalt - Bazaltik Andezit						Andezit		
Ö. N.	DYK17-078	DYK17-078	DYK17-095	DYK17-098	DYK17-100	DYK17-100	DYK17-102	DYK17-102	DYK17-102
Analiz No.	01	03	05	04	04	05	02	03	06
Bölge	mk.	mk.	mk.	mk.	mk.	mk.	mk.	mk.	mk.
SiO_2	1,84	2,43	0,69	0,34	0,45	0,68	0,79	0,40	0,96
TiO_2	16,62	16,44	11,94	4,86	38,88	45,36	15,24	14,47	50,89
Al_2O_3	2,78	2,12	1,23	0,37	0,37	0,68	1,18	1,19	0,10
Fe_2O_3	30,11	29,71	45,11	59,77	26,57	11,87	38,22	39,39	3,68
FeO	45,74	47,30	38,28	32,81	31,72	37,59	43,53	41,95	39,94
MnO	0,26	0,07	0,21	0,50	0,00	0,45	0,34	0,35	1,87
MgO	2,13	1,57	3,26	1,84	1,93	1,76	1,93	1,76	2,75
CaO	0,00	0,06	0,00	0,09	0,27	0,34	0,00	0,09	0,15
Na_2O	0,33	0,18	0,01	0,00	0,00	0,46	0,11	0,05	0,00
Toplam	99,81	99,88	100,76	100,58	100,43	99,24	101,34	99,71	100,32
Si	0,07	0,09	0,03	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02
Ti	0,46	0,45	0,33	0,14	0,73	0,86	0,42	0,41	0,94
Al	0,12	0,09	0,05	0,02	0,01	0,02	0,05	0,05	0,00
Fe^{3+}	0,83	0,82	1,24	1,68	0,50	0,22	1,05	1,10	0,07
Fe^{2+}	1,40	1,45	1,17	1,03	0,66	0,79	1,33	1,31	0,82
Mn	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,04
Mg	0,12	0,09	0,18	0,10	0,07	0,07	0,11	0,10	0,10
Na	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
K.T.	3,01	3,01	3,00	3,00	2,01	2,02	3,00	3,00	2,00
Mol %	52,37 Usp	54,25 Usp	35,33 Usp	14,96 Usp	74,32 İlm	87,38 İlm	44,80 Usp	42,07 Usp	96,45 İlm

Çizelge 7.4. Devam ediyor.

	Hoduldağ Sistemi								
	KAS Dasit								
Ö. N.	DYK17-082	DYK17-082	DYK17-083	DYK17-083	DYK17-087	DYK17-087	DYK17-087	DYK17-089	DYK17-097
Analiz No.	06	09	04	06	bg01-9	010	06	010	03
Bölge	mk.	mk.	mk.	mk.	mk.	mk.	mk.	mk.	mk.
SiO_2	0,35	0,71	2,16	0,30	0,68	1,64	0,00	0,82	0,77
TiO_2	1,43	8,12	1,11	13,19	11,75	13,52	39,74	48,65	47,90
Al_2O_3	2,79	1,88	1,68	1,18	0,45	0,84	0,00	0,27	0,38
Fe_2O_3	63,17	49,67	61,60	42,77	45,79	39,88	25,70	8,80	8,68
FeO	27,18	38,62	27,85	40,77	34,57	39,32	33,77	36,02	41,06
MnO	0,19	0,62	1,37	0,00	0,66	0,99	0,43	0,46	0,00
MgO	3,52	0,41	2,58	2,07	4,63	3,62	0,66	4,49	1,59
CaO	0,11	0,01	1,75	0,05	0,15	0,00	0,29	0,21	0,09
Na_2O	0,19	0,11	0,00	0,00	0,23	0,45	0,00	0,07	0,00
Toplam	98,92	100,16	100,14	100,41	98,90	100,42	100,82	99,80	100,49
Si	0,01	0,03	0,08	0,01	0,03	0,06	0,00	0,02	0,02
Ti	0,04	0,23	0,03	0,37	0,33	0,37	0,75	0,89	0,89
Al	0,12	0,08	0,07	0,05	0,02	0,04	0,00	0,01	0,01
Fe^{3+}	1,77	1,40	1,71	1,19	1,27	1,09	0,49	0,16	0,16
Fe^{2+}	0,85	1,21	0,86	1,26	1,07	1,20	0,71	0,74	0,85
Mn	0,01	0,02	0,04	0,00	0,02	0,03	0,01	0,01	0,00
Mg	0,20	0,02	0,14	0,11	0,25	0,20	0,02	0,16	0,06
Na	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00
Ca	0,00	0,00	0,07	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00
K.T.	3,01	3,01	3,00	3,00	3,01	3,02	2,01	2,00	2,00
Mol %	5,30 Usp	25,62 Usp	11,03 Usp	37,84 Usp	35,16 Usp	43,03 Usp	75,46 İlm	91,46 İlm	91,34 İlm

Çizelge 7.4. Devam ediyor.

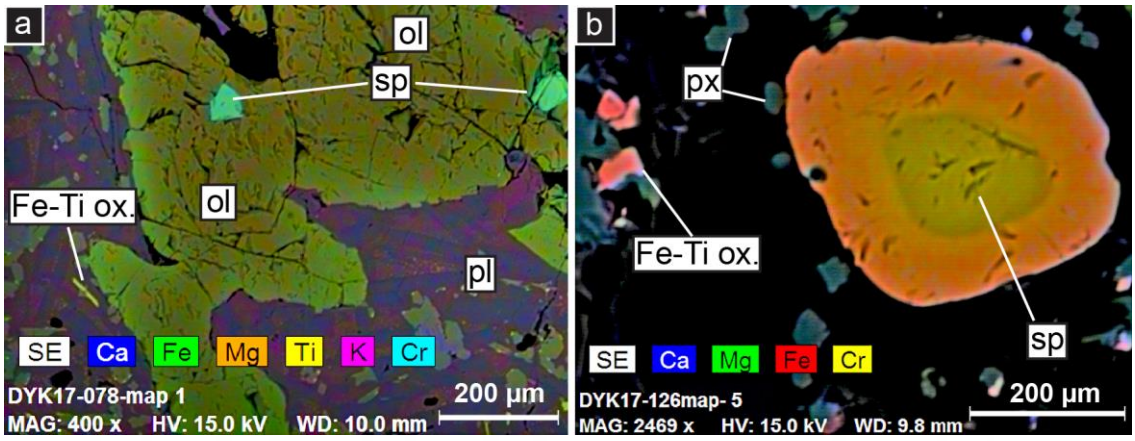
	Susuzdağ Sistemi									
	KAS Bazalt - Bazaltik Andezit				Andezit				Dasit	
Ö. N.	*DYK17-112*	*DYK17-112*	*DYK17-113*	*DYK17-113*	*DYK17-106*	*DYK17-106*	*DYK17-106*	*DYK17-106*	*DYK17-117*	*DYK17-117*
Analiz No.	*04*	*07*	*05*	*07*	*04*	*014*	*03*	*07*	*bg01-8*	*bg06-4*
Bölge	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*
SiO_2	1,02	0,56	0,49	0,14	0,00	0,74	0,72	0,71	0,93	0,42
TiO_2	8,10	26,34	47,82	53,28	6,04	6,16	42,68	45,87	13,30	40,11
Al_2O_3	1,57	0,91	0,16	0,07	1,24	1,13	0,30	0,19	1,56	0,53
Fe_2O_3	50,86	17,07	9,98	-0,74	55,18	53,88	17,13	13,66	39,91	24,84
FeO	38,66	52,57	39,38	46,45	36,23	36,54	36,57	38,19	42,50	30,04
MnO	0,10	0,94	0,51	0,09	0,00	0,10	0,00	0,00	0,49	0,24
MgO	1,15	1,93	1,97	0,79	0,20	0,64	1,51	2,20	1,24	3,53
CaO	0,15	0,07	0,15	0,11	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00
Na_2O	0,07	0,02	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,17	0,00
Toplam	101,76	100,42	100,59	100,39	99,07	99,52	98,91	100,81	100,24	99,70
Si	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,03	0,02	0,02	0,03	0,01
Ti	0,22	0,72	0,89	1,00	0,17	0,18	0,81	0,85	0,37	0,75
Al	0,07	0,04	0,00	0,00	0,06	0,05	0,01	0,01	0,07	0,02
Fe^{3+}	1,41	0,47	0,19	-0,01	1,59	1,54	0,33	0,25	1,12	0,46
Fe^{2+}	1,19	1,61	0,82	0,97	1,16	1,16	0,78	0,79	1,32	0,62
Mn	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01
Mg	0,06	0,11	0,07	0,03	0,01	0,04	0,06	0,08	0,07	0,13
Na	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00
Ca	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K.T.	3,01	3,00	2,00	2,00	3,01	3,01	2,00	2,00	3,01	2,00
Mol %	26,16 Usp	74,51 Usp	90,39 İlm	100,48 İlm	17,44 Usp	20,39 Usp	83,21 İlm	87,02 İlm	40,59 Usp	76,00 İlm

Çizelge 7.4. Devam ediyor.

	Seksenveren				
	KAS Dasit				
Ö. N.	*DYK17-136*	*DYK17-136*	*DYK17-136*	*DYK17-136*	*DYK17-137*
Analiz No.	*01*	*05*	*06*	*07*	*02*
Bölge	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*	*mk.*
SiO_2	0,62	1,59	0,84	0,62	0,80
TiO_2	9,11	8,82	8,51	8,68	16,32
Al_2O_3	3,07	3,51	4,23	3,07	2,95
Fe_2O_3	48,34	46,30	47,48	49,43	33,91
FeO	36,33	37,30	34,52	34,87	43,67
MnO	0,12	0,00	0,20	0,00	0,74
MgO	2,99	3,02	3,89	3,72	2,32
CaO	0,00	0,21	0,00	0,00	0,04
Na_2O	0,05	0,16	0,27	0,05	0,31
Toplam	100,71	101,01	99,94	100,50	101,11
Si	0,02	0,06	0,03	0,02	0,03
Ti	0,25	0,24	0,23	0,24	0,44
Al	0,13	0,15	0,18	0,13	0,13
Fe^{3+}	1,32	1,25	1,29	1,35	0,92
Fe^{2+}	1,11	1,12	1,04	1,06	1,32
Mn	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02
Mg	0,16	0,16	0,21	0,20	0,12
Na	0,00	0,01	0,02	0,00	0,02
Ca	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
K.T.	3,00	3,01	3,01	3,00	3,02
Mol %	27,19 Usp	29,62 Usp	26,18 Usp	25,92 Usp	47,28 Usp

Tüm ürünlerde yaygın olarak gözlenen, saf manyetit ve ulvöspinel serisi spinel grubu mineralleri haricinde spinel (Sp) – hersinit (Her) – magnezyokromit (MgCr) – kromit (Cr) bileşenlerine sahip magnezyumlu Al-Cr serisi (ort. $Sp_{0,31}Her_{0,23}MgCr_{0,17}Cr_{0,13}$, manyetit prizması uç üyeleri toplamı 1 üzerinden) ve

daha çok manyetit (Mag) – kromit (Cr) bileşenlerince zengin kromlu Fe-Ti ($Sp_{0,01}Her_{0,11}Mag_{0,57}MgCr_{0,03}Cr_{0,19}$) serisi spinel grubu mineralleri KAS'da Kurtdağ ve Susuzdağ sistemi bazalt-bazaltik andezitlerinde genellikle olivinlerde kapanım olarak gözlenmektedir (Şekil 7.8.a-b). Kurtdağ sisteminde bir örnekte olivinlerde kapanım olarak gözlenen magnezyumlu Al-Cr serisi spineller orta-yüksek Al (~1 f.b.a.), Mg (0,3-0,6 f.b.a.), Cr (0,55-0,7 f.b.a.) ve görece düşük Fe^{2+} (0,46-0,71 f.b.a.) içermeleri sebebiyle yüksek Fe^{2+} (>1 f.b.a.), Fe^{3+} (>1 f.b.a.) ve Ti (>0,2 f.b.a.) ile karakterize edilen manyetit ve ulvöspinel bileşenlerine yakın Fe-Ti serisi spinel grubu minerallerinden ayrılmaktadır (Çizelge 7.5.).



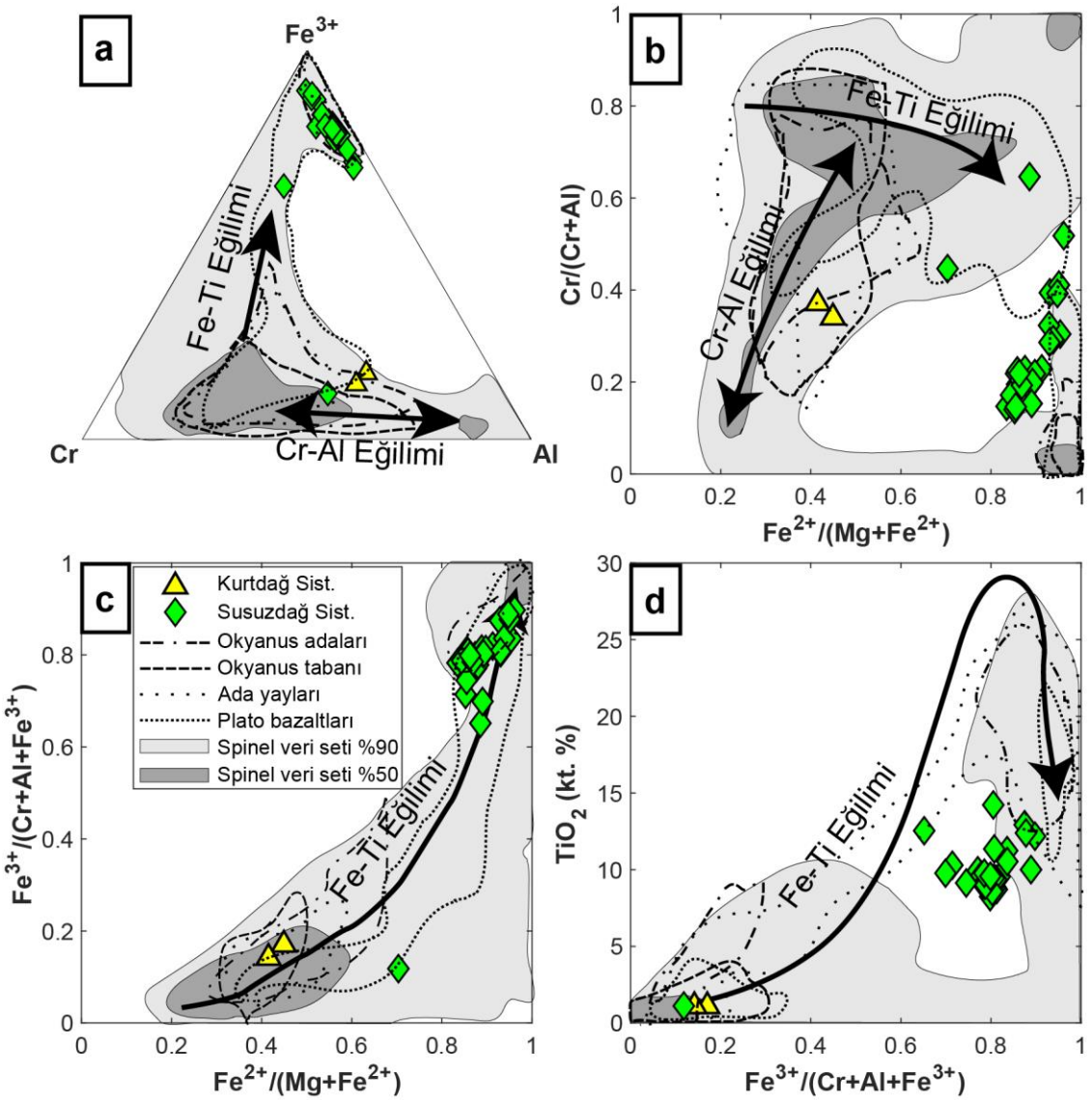
Şekil 7.8. a) Kurtdağ sitemine ait bazalt-bazaltik andezitik bir örnekte, olivinlerde (ol) kapanım şeklinde bulunan, özşekilli Al-Cr spinel (sp) grubu minerallerine ait SEM-EDS element haritası (pl, plajiyoklaz). b) Susuzdağ sistemine ait bir bazalt-bazaltik andezitte camsı hamurda, kenarları kısmen yuvarlatılmış, merkezinde magnezyumlu Cr-Al, kenarında kromlu Fe-Ti serisine geçiş sunan spinel (sp) grubu mineraline ait SEM-EDS element haritası (pk, piroksen).

Kurtdağ ve Susuzdağ sistemi ürünlerinde gözlemlenen spinel grubu mineralleri, farklı tektonik ortamlara ait spinel veri seti (Barnes ve Roeder, 2001) ile Cr-Al-Fe^{3+} üçgen diyagramı (Şekil 7.9.a); Cr/(Cr+Al) ve Fe^{3+}/(Cr+Al+Fe^{3+}) karşı Fe^{2+}/(Mg+Fe^{2+}) ikili diyagramı, (Şekil 7.9. b-c); TiO_2'ye karşı Fe^{3+}/(Cr+Al+Fe^{3+}) ikili diyagramı kullanılarak karşılaştırılmıştır (eğilim çizgileri ve alanlar Barnes ve Roeder (2001)'e göredir). Al-Cr serisi spinel grubu mineralleri görece yüksek Cr (0,55-0,77 f.b.a.), Mg (~0,45 f.b.a) ve Al (~1 f.b.a.) içerikleri ile büyük oranda, genelleştirilmiş Al-Cr spinel aralığına yakınlık sunmaktadır (Şekil 7.9. a-b).

Susuzdağ ürünlerinde özellikle olivinlerde kapanım olarak gözlemlenen spinel grubu minerallerinin görece yüksek Fe^{3+} (~1,2 f.b.a.), Ti (~0,22 f.b.a.) içerikleri ile manyetit-ulvöspinel sınıfına yakınlık sunan spineller ile benzer alanlara düştükleri ve çoğunlukla Fe-Ti eğilim çizgisi üzerinde veya ucunda bulundukları görülmektedir (Şekil 7.9. a-d).

Çizelge 7.5. KAS'da Al-Cr ve Fe-Ti spinel alt grubu minerallerine ait ana element oksit ve katyonik değerleri ile molar spinel grup uç üyelerine ait oranlar (uç üyelere ait katyonik değerler, stokiyometrik Fe^{+2} ve Fe^{3+} bileşimleri 4 oksijen anyonuna göre Ferracutti ve ark. (2015)'nın "End Members Generator" isimli uygulaması üzerinden 11 spinel uç üyesi için hesaplanmıştır).

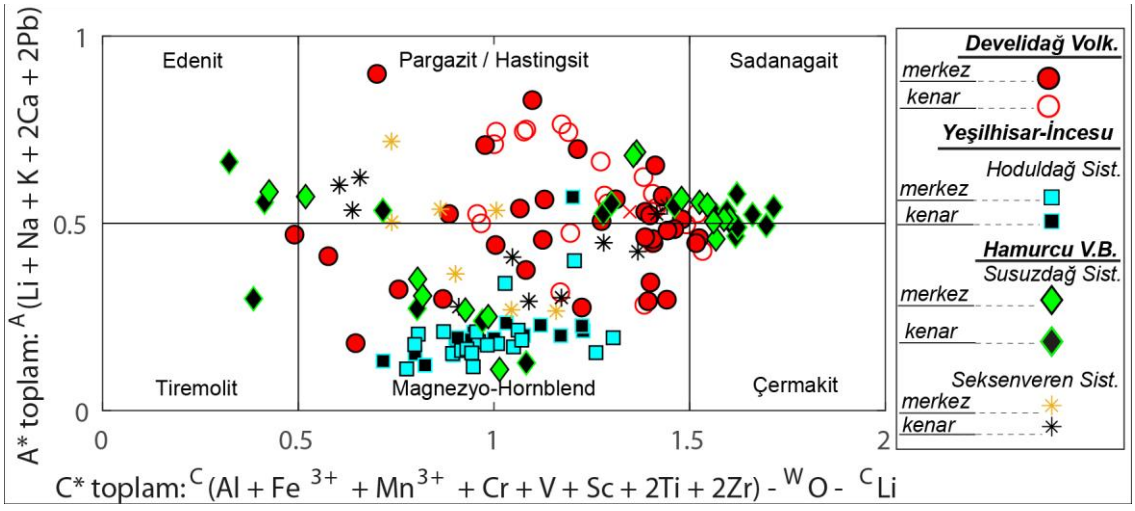
	Kurtdağ Sistemi		**Susuzdağ Sistemi**						
	KAS BBA		**KAS Bazalt-Bazaltik Andezit**						
Örnek No.	***DYK17-078***		***DYK17-126***		***DYK17-127***	***DYK17-127***	***DYK17-127***	***DYK17-127***	***DYK17-127***
Analiz No.	***14***	***15***	***330***	***332***	***4***	***27***	***47***	***48***	***50***
Krst. Bölge	***mk.***	***mk.***	***mk.***	***kn***	***mk.***	***mk.***	***mk.***	***mk.***	***mk.***
TiO_2	1,09	1,09	1,11	12,54	8,24	8,71	8,86	9,70	11,24
Al_2O_3	30,52	29,74	25,26	3,92	6,06	5,70	5,63	6,11	3,83
Cr_2O_3	23,47	26,22	30,40	10,69	2,50	2,05	2,35	2,64	2,51
FeO	31,71	27,96	35,37	68,92	79,53	80,49	79,34	77,64	81,00
MnO	0,45	0,00	0,45	0,25	0,19	0,31	0,38	0,33	0,29
MgO	12,61	13,39	6,32	2,87	2,95	2,63	3,42	3,42	1,13
Toplam	99,85	98,40	98,91	99,19	99,47	99,89	99,98	99,84	100,00
Ti	0,02	0,03	0,03	0,33	0,22	0,23	0,23	0,25	0,30
Al	1,07	1,05	0,95	0,16	0,25	0,23	0,23	0,25	0,16
Cr	0,55	0,62	0,77	0,30	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07
Fe^{+3}	0,33	0,28	0,23	0,87	1,25	1,26	1,25	1,18	1,17
Fe^{+2}	0,46	0,43	0,71	1,18	1,06	1,08	1,04	1,07	1,23
Mn	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Mg	0,56	0,60	0,30	0,15	0,15	0,14	0,18	0,18	0,06
Toplam K.T.	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
$MgAl_2O_4$ (Spinel)	2,36	2,49	1,13	0,09	0,14	0,12	0,15	0,16	0,04
$FeAl_2O_4$ (Hersinit)	1,92	1,77	2,68	0,69	0,97	0,93	0,88	0,97	0,71
$MnAl_2O_4$ (Galaksit)	0,05	0,00	0,05	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
$MgFe_2O_4$ (Magnezyoferrit)	0,73	0,66	0,27	0,47	0,71	0,63	0,81	0,76	0,25
Fe_3O_4 (Manyetit)	0,60	0,47	0,65	3,68	4,89	5,00	4,78	4,59	5,22
$MnFe_2O_4$ (Yakobsit)	0,02	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,04	0,04
MgCr2O4 (Magnezyokromit)	1,22	1,47	0,91	0,16	0,04	0,03	0,04	0,05	0,02
$FeCr_2O_4$ (Kromit)	0,99	1,05	2,16	1,27	0,27	0,22	0,25	0,28	0,31
$MnCr_2O_4$ (Manganokromit)	0,03	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe_2TiO_4 (Ulvöspinel)	0,04	0,04	0,08	1,42	0,84	0,91	0,88	0,98	1,34
Mg_2TiO_4 (Kandilite)	0,05	0,06	0,03	0,18	0,12	0,11	0,15	0,16	0,07



Şekil 7.9. Spinel grubu minerallerin sırasıyla, Cr-Al-Fe^{3+} üçgen diyagramı (a), Cr/(Cr+Al) ve Fe^{3+}/(Cr+Al+Fe^{3+}) karşı Fe^{2+}/(Mg+Fe^{2+}) (b ve c) ile TiO_2'ye karşı Fe^{3+}/(Cr+Al+Fe^{3+}) (d) ikili diyagramlarında Barnes ve Roeder (2001)'in derlediği farklı tektonik ortamlara ait spinel grubu mineralleri veri seti üzerinde spinel grubu mineralleri için tanımlanmış yaygın eğilim doğruları (oklarla gösterilen) ve farklı tektonik ortamlardan türemiş toleyitik bazaltlarda rastlanılan spinel grubu minerallerine ait genelleştirilmiş alanlar (kesikli çizgi ile belirtilen) ile karşılaştırması.

7.5. Amfibol Grubu

Develidağ Volkanı bazaltik ürünleri içerisinde bir örnek (Ö.N., DYK17-008) haricinde tüm bölgelerde andezitik-dasitik ürünlerde gözlemlenen amfibol grubu minerallerinin katyonik oranları Hawthorne ve ark. (2012)'ye uygun şekilde 24 oksijen anyonuna göre hesaplanmış ve amfibol grubu minerallerinin kalsik amfibol alt grubuna ait oldukları belirlenmiştir (Şekil 7.10.). Referans amfibol ana element oksit değerleri ile katyonik değerleri Çizelge 7.6.'da gösterilmektedir. Amfibol grubu mineralleri genellikle Ti-zengin magnezyo-hornblend, Ti-zengin magnezyo-hastingsit olmak üzere nadiren demirli-sadanagait, pargazit ve demirli-çermakit olarak isimlendirilmiştir (Çizelge 7.6.). Hoduldağ Sistemi ürünlerinde bulunan Amfibol grubu minerallerinin görece geniş Mg# değerleri (mk. $Mg\#_{96\text{-}67}$; kn. $Mg\#_{88\text{-}66}$) ile temsil edildikleri görülmektedir. Develidağ ve Susuzdağ ürünlerinde gözlenen amfibol grubu minerallerinin kristal merkez ($Mg\#_{95\text{-}69}$) ve kenarlarında ($Mg\#_{96\text{-}77}$) görece yüksek Mg# (ort. 87-86) değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir (Çizelge 7.6.). Buna karşılık Seksenveren Sistemi ürünlerinde gözlenen amfibol grubu mineralleri merkezden ($Mg\#_{95\text{-}70}$), kenara ($Mg\#_{79\text{-}74}$) belirgin normal zonlanma eğilimi ile görece düşük Mg# (ort. Mg# mk.$_{81}$ – kn.$_{76}$) değerleri ile temsil edilmektedir (Çizelge 7.6.).



Şekil 7.10. Kalsik amfibol grubu minerallerinin toplam A (Na, K, Ca, Pb) ve toplam C (Al, Fe^{3+}, Mn^{3+}, Cr^{3+}, Ti^{4+}) formül alanlarında bulunan katyonların oranlarına göre Hawthorne ve ark. (2012)'ye göre sınıflandırmaları.

Çizelge 7.6. Amfibol grubu minerallerin merkez (mk.) – kenar (kn.) ana element oksit değerleri ve 24 oksijen anyonuna göre Hawthorne ve ark. (2012)'na uygun şekilde hesaplanmış katyonik değerleri.

	Develidağ Volkanı							
	KAS BBA		**Andezit**				**Dasit**	
Ö. N.	***DYK17-008***		***DYK17-004***		***DYK17-023***		***DYK17-026***	
Analiz No.	***bg05-3***	***bg05-2***	***bg09-1***	***bg09-2***	***bg06-5***	***bg12-8***	***bg06-11***	***bg06-12***
Bölge	***mk.***	***kn.***	***mk.***	***kn.***	***mk.***	***mk.***	***mk.***	***kn.***
SiO_2	43,98	41,92	42,41	42,19	43,75	43,14	44,75	45,56
TiO_2	2,56	2,18	2,46	2,76	2,39	2,84	2,29	1,64
Al_2O_3	12,12	12,81	12,87	12,78	11,31	12,00	9,45	9,42
Fe_2O_3	9,80	6,92	10,57	11,28	10,48	10,08	8,36	10,81
FeO	2,08	5,38	1,50	1,04	2,16	2,68	5,05	3,37
MnO	0,00	0,00	0,13	0,00	0,07	0,05	0,08	0,09
MgO	14,97	13,76	14,67	14,62	14,83	13,84	14,28	14,71
CaO	11,13	11,27	11,39	11,99	11,11	10,94	10,94	10,17
Na_2O	1,95	2,79	2,11	1,80	1,88	2,15	1,64	1,66
K_2O	0,35	0,45	0,25	0,39	0,58	0,42	0,74	0,44
H_2O^+	1,52	1,54	1,52	1,45	1,54	1,42	1,53	1,70
Toplam	100,47	99,02	99,86	100,31	100,10	99,54	99,10	99,57
Si	6,30	6,18	6,14	6,09	6,32	6,28	6,57	6,60
Ti	1,70	1,82	1,87	1,91	1,68	1,72	1,43	1,40
T top.	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al	0,35	0,41	0,33	0,27	0,25	0,34	0,20	0,21
Ti	0,28	0,24	0,27	0,30	0,26	0,31	0,25	0,18
Fe^{3+}	1,06	0,77	1,15	1,23	1,14	1,10	0,92	1,18
Fe^{2+}	0,12	0,56	0,09	0,06	0,16	0,24	0,50	0,26
Mg	3,20	3,02	3,17	3,15	3,20	3,00	3,12	3,18
C top.	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mn^{2+}	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
Fe^{2+}	0,13	0,10	0,09	0,06	0,10	0,08	0,12	0,15
Ca	1,71	1,78	1,77	1,86	1,72	1,71	1,72	1,58
Na	0,16	0,12	0,13	0,08	0,17	0,20	0,15	0,26
B top.	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,38	0,68	0,47	0,43	0,36	0,40	0,32	0,20
K	0,06	0,08	0,05	0,07	0,11	0,08	0,14	0,08
A top.	0,45	0,76	0,51	0,50	0,46	0,48	0,46	0,28
OH	1,45	1,52	1,47	1,40	1,48	1,38	1,50	1,64
O	0,55	0,48	0,53	0,60	0,52	0,62	0,51	0,36
Mg # * 100	92,76	82,01	94,57	96,16	92,45	90,21	83,43	88,63
	magnezyo-demirli-hornblend	magnezyo-hastingsit	magnezyo-hastingsit	Ti-zengin magnezyo-demirli-hornblend	magnezyo-demirli-hornblend	Ti-zengin magnezyo-demirli-hornblend	magnezyo-demirli-hornblend	magnezyo-demirli-hornblend

Çizelge 7.6. Devam ediyor.

	Hoduldağ Sistemi							
	Kalk-alkalen Seri Dasit							
Ö. N.	***DYK17-082***	***DYK17-082***	***DYK17-082***	***DYK17-087***	***DYK17-087***	***DYK17-097***	***DYK17-097***	***DYK17-097***
Analiz No.	***bg02-1***	***bg05-3***	***bg02-3***	***bg05-9***	***bg05-12***	***bg01-2***	***bg03-10***	***bg06-4***
Bölge	***mk.***	***mk.***	***mk.***	***mk.***	***kn.***	***kn.***	***kn.***	***kn.***
SiO_2	48,73	50,10	50,10	48,05	47,47	48,98	48,78	46,62
TiO_2	0,65	1,20	1,20	1,69	1,45	0,56	0,29	1,80
Al_2O_3	7,82	6,18	6,18	7,64	9,88	7,00	8,10	9,21
Fe_2O_3	3,19	5,12	5,12	6,21	6,82	4,86	4,10	8,63
FeO	11,87	8,34	8,34	9,10	5,82	10,46	10,72	6,04
MnO	0,00	0,00	0,00	0,11	0,04	0,66	0,44	0,53
MgO	13,83	15,49	15,49	13,62	14,92	15,17	14,61	13,80
CaO	10,65	11,17	11,17	10,74	10,80	9,45	9,83	10,65
Na_2O	0,88	0,50	0,50	0,85	1,07	0,75	0,92	1,26
K_2O	0,52	0,23	0,23	0,34	0,28	0,24	0,36	0,26
H_2O^+	2,07	1,82	1,82	1,69	1,77	2,08	2,08	1,67
Toplam	100,22	100,16	100,16	100,05	100,32	100,21	100,23	100,46
Si	7,05	7,18	7,18	6,97	6,78	7,06	7,03	6,72
Ti	0,95	0,82	0,82	1,03	1,22	0,94	0,98	1,28
T top.	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al	0,38	0,23	0,23	0,28	0,44	0,25	0,40	0,29
Ti	0,07	0,13	0,13	0,18	0,16	0,06	0,03	0,20
Fe^{3+}	0,35	0,55	0,55	0,68	0,73	0,53	0,45	0,94
Fe^{2+}	1,22	0,78	0,78	0,91	0,50	0,91	0,99	0,61
Mg	2,98	3,31	3,31	2,95	3,18	3,26	3,14	2,97
C top.	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mn^{2+}	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,08	0,05	0,07
Fe^{2+}	0,22	0,22	0,22	0,20	0,20	0,36	0,30	0,12
Ca	1,65	1,72	1,72	1,67	1,65	1,46	1,52	1,65
Na	0,13	0,07	0,07	0,12	0,15	0,10	0,13	0,17
B top.	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,12	0,07	0,07	0,12	0,15	0,11	0,13	0,18
K	0,10	0,04	0,04	0,06	0,05	0,04	0,07	0,05
A top.	0,21	0,11	0,11	0,18	0,20	0,15	0,19	0,23
OH	2,00	1,74	1,74	1,63	1,69	2,00	2,00	1,61
O	0,00	0,26	0,26	0,37	0,31	0,00	0,00	0,39
Mg # * 100	67,49	76,81	76,81	72,74	82,06	72,12	70,85	80,31
	magnezyo-hornblend	magnezyo-demirli-hornblend	magnezyo-demirli-hornblend	magnezyo-demirli-hornblend	magnezyo-demirli-hornblend	magnezyo-demirli-hornblend	magnezyo-demirli-hornblend	magnezyo-demirli-hornblend

Çizelge 7.6. Devam ediyor.

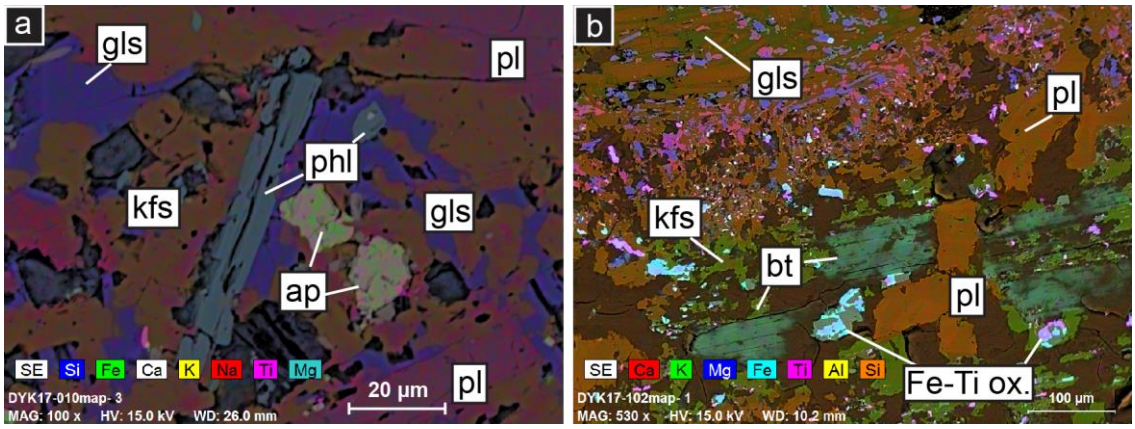
	Susuzdağ Sistemi							
	Kalk-alkalen Seri Dasit							
Ö. N.	***DYK17-117***		***DYK17-117***		***DYK17-117***		***DYK17-117***	
Analiz No.	***bg02-1***	***bg02-2***	***bg02-5***	***bg02-6***	***bg05-9***	***bg05-10***	***bg07-15***	***bg07-16***
Bölge	***mk.***	***kn.***	***mk.***	***kn.***	***mk.***	***kn.***	***mk.***	***kn.***
SiO_2	42,12	41,33	42,04	41,07	41,97	40,84	42,27	42,09
TiO_2	2,37	3,05	1,85	1,65	1,82	2,24	2,05	1,66
Al_2O_3	14,14	13,44	14,79	14,08	14,49	13,05	14,20	12,58
Fe_2O_3	9,57	11,08	9,31	11,05	9,36	12,69	9,01	11,62
FeO	2,11	1,62	2,36	2,40	2,73	2,38	2,70	3,22
MnO	0,00	0,00	0,00	0,14	0,03	0,32	0,00	0,00
MgO	14,20	13,68	14,42	13,68	14,08	12,89	13,94	13,44
CaO	11,29	11,46	10,52	10,62	10,28	10,63	10,66	10,33
Na_2O	1,92	1,68	2,03	2,06	2,09	1,97	2,07	2,06
K_2O	0,98	0,92	0,66	0,73	0,73	0,76	0,69	0,70
H_2O^+	1,54	1,37	1,66	1,68	1,65	1,53	1,60	1,67
Toplam	100,23	99,65	99,63	99,15	99,23	99,30	99,20	99,37
Si	6,08	6,04	6,07	6,01	6,10	6,02	6,14	6,17
Ti	1,92	1,96	1,93	1,99	1,90	1,98	1,86	1,84
T top.	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al	0,49	0,35	0,59	0,44	0,58	0,29	0,58	0,34
Ti	0,26	0,34	0,20	0,18	0,20	0,25	0,22	0,18
Fe^{3+}	1,04	1,22	1,01	1,22	1,02	1,41	0,99	1,28
Fe^{2+}	0,16	0,12	0,09	0,17	0,15	0,22	0,20	0,26
Mg	3,06	2,98	3,11	2,99	3,05	2,83	3,02	2,94
C top.	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mn^{2+}	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00
Fe^{2+}	0,09	0,08	0,19	0,12	0,18	0,07	0,13	0,13
Ca	1,75	1,79	1,63	1,67	1,60	1,68	1,66	1,62
Na	0,16	0,13	0,18	0,20	0,21	0,21	0,21	0,25
B top.	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,38	0,35	0,39	0,39	0,38	0,35	0,38	0,34
K	0,18	0,17	0,12	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13
A top.	0,56	0,52	0,51	0,52	0,51	0,50	0,50	0,47
OH	1,49	1,33	1,60	1,64	1,60	1,50	1,55	1,63
O	0,52	0,67	0,40	0,36	0,40	0,50	0,45	0,37
Mg # * 100	92,32	93,76	91,61	91,05	90,19	90,60	90,19	88,16
	demirli-sadanagait	Ti-zengin demirli-sadanagait	demirli-sadanagait	demirli-sadanagait	demirli-sadanagait	demirli-çermakit	demirli-sadanagait	demirli-çermakit

Çizelge 7.6. Devam ediyor.

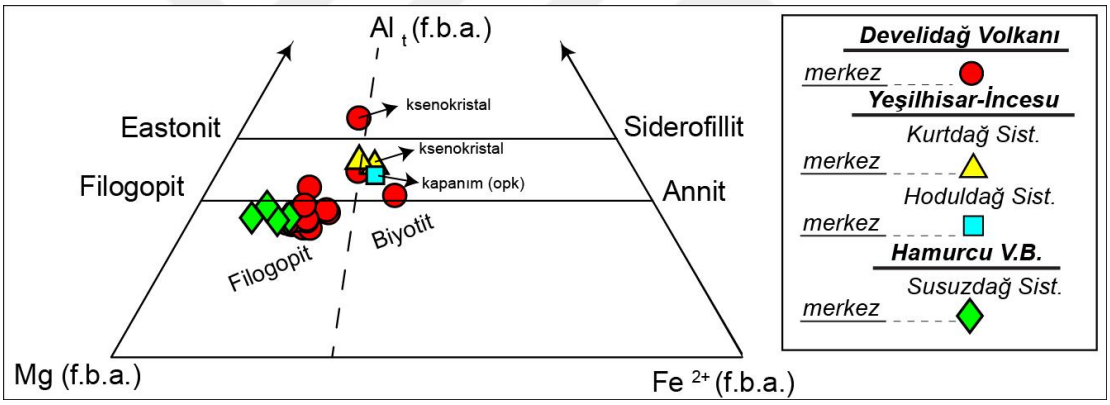
	Seksenveren Sistemi				
	Kalk-alkalen Seri Dasit				
Ö. N.	***DYK17-114***	***DYK17-114***	***DYK17-114***	***DYK17-114***	***DYK17-114***
Analiz No.	***bg03-9***	***bg02-1***	***bg01-2***	***bg03-8***	***bg04-14***
Bölge	***mk.***	***mk.***	***kn.***	***kn.***	***kn.***
SiO_2	49,11	47,59	47,46	47,32	48,31
TiO_2	0,84	1,37	1,79	1,69	0,96
Al_2O_3	6,51	7,71	7,43	9,22	9,23
Fe_2O_3	2,01	3,00	6,52	3,79	4,02
FeO	10,30	9,92	7,65	8,69	8,11
MnO	0,24	0,17	0,15	0,15	0,18
MgO	15,27	14,71	14,33	14,40	14,33
CaO	10,16	10,59	10,65	9,57	9,73
Na_2O	2,79	2,37	1,64	2,64	2,08
K_2O	0,26	0,45	0,44	0,37	0,32
H_2O^+	2,07	1,75	1,66	1,68	2,08
Toplam	99,55	99,63	99,71	99,51	99,35
Si	7,12	6,95	6,91	6,87	6,95
Ti	0,88	1,05	1,09	1,13	1,05
T top.	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al	0,24	0,28	0,19	0,45	0,52
Ti	0,09	0,15	0,20	0,19	0,10
Fe^{3+}	0,22	0,33	0,72	0,41	0,44
Fe^{2+}	1,15	1,04	0,79	0,84	0,87
Mg	3,30	3,20	3,11	3,12	3,07
C top.	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Mn^{2+}	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
Fe^{2+}	0,10	0,17	0,14	0,22	0,10
Ca	1,58	1,66	1,66	1,49	1,50
Na	0,30	0,16	0,18	0,27	0,38
B top.	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Na	0,49	0,52	0,28	0,47	0,21
K	0,05	0,08	0,08	0,07	0,06
A top.	0,54	0,60	0,37	0,54	0,27
OH	2,00	1,70	1,61	1,63	2,00
O	0,00	0,30	0,39	0,37	0,00
Mg # * 100	72,54	72,55	76,95	74,72	75,90
	pargazit	magnezyo-hastingsit	magnezyo-demirli-hornblend	pargazit	magnezyo-hornblend

7.6. Mika Grubu

Mika grubu mineralleri genellikle dasitik ürünlerde hamurda intersiyel olarak, nadiren kapanım veya ileri derecede rezorbe kseno-kristal olarak bulunmaktadır (Şekil 7.11.). 22 oksijen anyonuna göre hesaplanan katyonik değerlerine göre mika grubu mineralleri, Mg, Fe^{2+} ve $Al^{[iv]}$ katyonik uç bileşenlerinden oluşan üçgen diyagram üzerinde sınıflandırılmışlardır (Rieder ve ark., 1998) (Şekil 7.12.). Temsili mika ana element oksit değerleri ve katyonik oranları Çizelge 7.7.'de gösterilmektedir. Develidağ ve Susuzdağ dasitik ürünlerinde hamurda mikrolit – kripto kristalin olarak gözlenen mika grubu minerallerinin görece yüksek Mg# (67-86) değerleri ile filogopit mika uç bileşenine yakınlık sundukları, buna karşılık kseno-kristal ve kapanım olarak gözlenen genellikle kenarlarından itibaren rezorbe/kemirilmiş mika grubu minerallerin düşük Mg# (52-64) ile karakterize edildikleri ve biyotit alanına yakın bulundukları görülmektedir (Şekil 7.12.).



Şekil 7.11. a) Genellikle dasitik ürünlerde hamurda intersiyel mikro/kripto kristal olarak gözlenen filogopit (flg) minerallerine ait SEM-EDS element haritası (apatit, ap). b) Rezorbe, hayalet kristaller şeklinde gözlenen mika (biyotit, bt) kseno-kristaline ve çevresindeki reaksiyon kuşağına ait SEM-EDS element haritası (alkali feldispat, afs).



Şekil 7.12. Kayaç gruplarında rastlanılan mika grubu minerallerin Mg, Fe^{2+} ve $Al^{[iv]}$ katyonik uç bileşenlerinden oluşan üçgen diyagram üzerinde dağılımları.

7.7. Apatit

Apatit, KAS andezit ve dasitlerde daha bol olmak üzere hemen hemen tüm kayaç gruplarında mikrolitik (5-45µ) ve kriptokristalin (1-5µ) aksesuar faz olarak gözlenmektedir. Apatit mineralleri çoğunlukla içerdikleri ağ. %1,13-9,74 F ile flor-apatit ($Ca_5[PO_4]_3F$) uç bileşimine yakınlık sunmaktadır. Buna karşılık özellikle Hoduldağ Sistemi ürünlerinde rastlanılan apatitlerin diğer bölgelerden farklı olarak düşük oranda Cl (ağ.%1,81-1,49) içeriklerine göre klor-apatit ($Ca_5[PO_4]_3Cl$) uç bileşenine yakınlık sundukları gözlenmiştir (Çizelge 7.8.).

Çizelge 7.7. Mika minerallerine ait referans ana element oksit değerleri ve hesaplanan katyonik oranları.

	Develidağ Volkanı			Kurtdağ	Hoduldağ	Susuzdağ	
	Kalk-alkalen Seri Andezit - Dasit			Andezit	Dasit	Andezit	
Ö. N.	***DYK17-026***	***DYK17-024***	***DYK17-010***	***DYK17-102***	***DYK17-087***	***DYK17-106***	***DYK17-106***
Analiz No.	***01***	***01***	***03***	***02***	***01***	***02***	***04***
Bölge	***mk.***	***mk.***	***mk.***	***kseno krist. - mk***	***kap. - mk.***	***mk.***	***mk.***
SiO_2	37,51	44,23	42,93	43,78	38,93	41,49	46,27
TiO_2	5,58	2,63	1,72	3,16	4,20	3,11	1,43
Al_2O_3	12,47	11,85	10,56	15,25	14,93	10,88	11,00
$FeO_{(t)}$	17,92	10,32	9,47	12,83	15,97	9,30	5,82
MnO	0,35	0,00	0,25	0,00	0,23	0,09	0,00
MgO	13,44	19,75	20,41	14,39	14,75	19,90	22,18
CaO	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00
Na_2O	0,28	0,31	0,09	0,51	0,54	0,13	0,20
K_2O	8,67	8,40	9,20	7,93	7,86	9,78	7,56
Toplam	96,21	97,81	94,62	97,86	97,40	94,83	94,44
Si	5,62	6,18	6,23	6,13	5,64	6,04	6,48
Al $_{IV}$	2,20	1,82	1,77	1,87	2,36	1,87	1,52
Al $_{VI}$	0,00	0,13	0,03	0,65	0,19	0,00	0,29
Ti	0,63	0,28	0,19	0,33	0,46	0,34	0,15
Fe(t)	2,25	1,21	1,15	1,50	1,94	1,13	0,68
Mg	3,00	4,11	4,41	3,00	3,19	4,32	4,63
Mn	0,04	0,00	0,03	0,00	0,03	0,01	0,00
Ca	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
Na	0,08	0,08	0,02	0,14	0,15	0,04	0,05
K	1,66	1,50	1,70	1,42	1,45	1,82	1,35
Mg * 100	57,20	77,33	79,34	66,67	62,21	79,23	87,17

Çizelge 7.8. Apatit mineralleri kalitatif ağ. % ana element içerikleri.

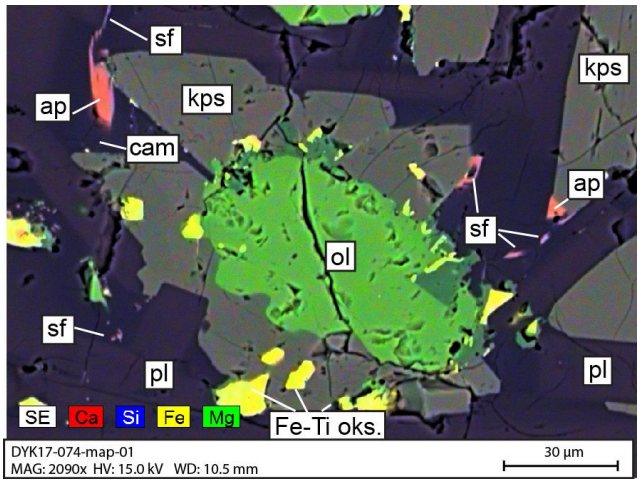
	Develidağ Volkanı			Hoduldağ Sist.		Susuzdağ Sist.		Seksenveren Sist.
ÖN.	**BBA DYK17-064**	**Andezit DYK17-024**	**Dasit DYK17-010**	**Andezit-Dasit DYK17-097**		**Andezit DYK17-120**		**Dasit DYK17-136**
Analiz No.	**230**	**158**	**262**	**238**	**240**	**281**	**282**	**177**
PO_4	46,30	45,46	44,30	47,02	46,42	46,64	47,18	46,20
CaO	47,63	47,03	43,92	51,17	52,09	47,36	48,96	49,90
SiO_2	1,33	1,39	2,04	0,00	0,00	0,00	0,00	1,51
Cl	0,00	0,35	0,00	1,81	1,49	0,00	0,00	0,00
F	4,74	5,77	9,74	0,00	0,00	6,00	3,85	1,13
Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,74

7.8. Zirkon

Zirkon ($Zr(SiO_4)$), başlıca dasitik ürünlerde olmak üzere nadiren andezitlerde ve bazaltik andezitlerde ~3 – 60 mikron boyutlarında diğer aksesuar fazlara göre oldukça nadir gözlenen aksesuar fazlardan biridir.

7.9. Sfen (Titanit)

Sfen, NAB'da camsı hamurda, kama şekilli, intersiyel kripto kristaller veya kristal kenarlarında agregalar (1-5 μ) şeklinde gözlenmektedir (Şekil 7.13.)(Çizelge 7.9.).



Şekil 7.13. Kripto kristaller şeklinde camsı hamurda veya apatit kenarlarında bulunan sfen kristallerine ait SEM-EDS element haritası.

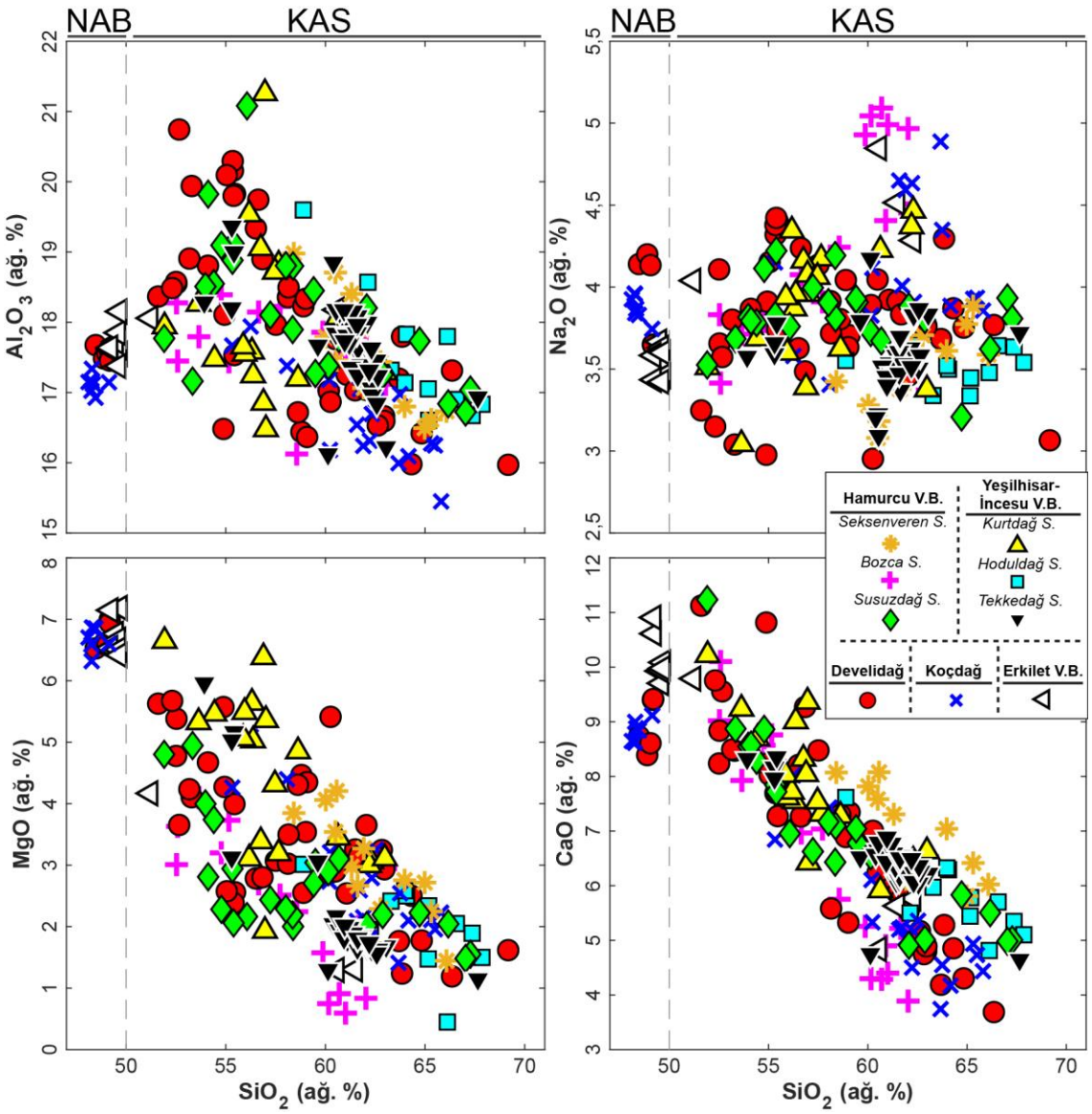
Çizelge 7.9. Sfen kristallerine ait ağ. % ana element oksit değerleri ile 4 Si iyonuna göre hesaplanmış formül başına katyonik değerleri (Fe^{2+}/Fe^{3+} ayrımı için $Fe^{3+}/Fe_{(t)}$ = 0,1 olarak kabul edilmiştir).

	Develidağ Volkanı	
	NAB	
Ö.N.	**DYK17-074**	**DYK17-074**
Analiz No.	**2**	**3**
SiO_2	32,76	34,90
TiO_2	35,69	32,39
Al_2O_3	2,54	2,54
Fe_2O_3	0,41	0,41
FeO	3,33	3,36
MnO	0,15	0,12
MgO	0,58	1,12
CaO	25,25	25,03
Na_2O	1,00	1,18
K_2O	0,16	0,15
Toplam	101,88	101,18
Si	4,00	4,00
Ti	3,28	2,79
Al	0,37	0,34
Fe^{3+}	0,04	0,04
Fe^{2+}	0,34	0,32
Mn	0,02	0,01
Mg	0,11	0,19
Ca	3,30	3,07
Na	0,24	0,26
K	0,03	0,02

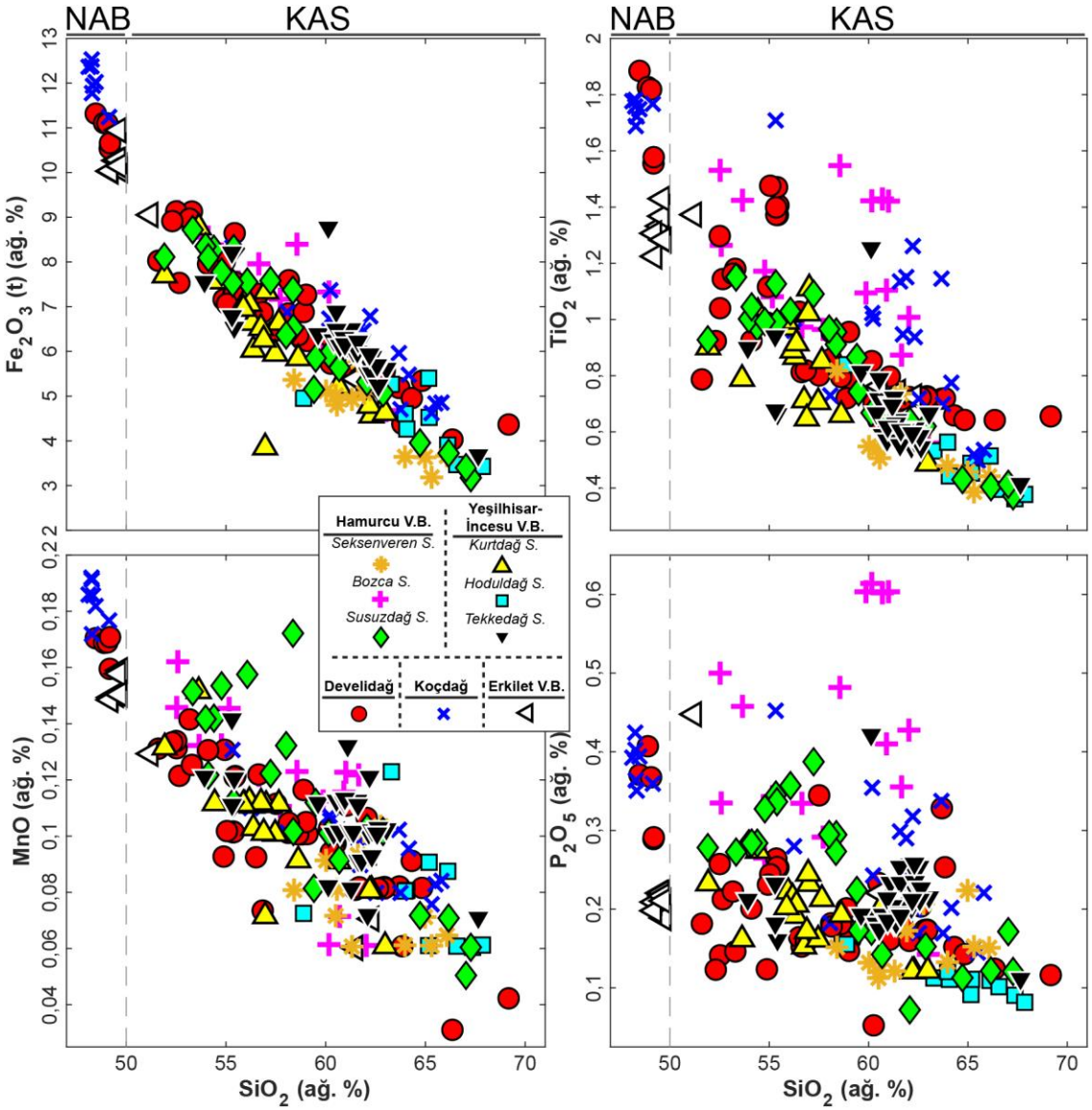
8. TÜM KAYAÇ JEOKİMYASI

8.1. Ana Element Oksit Jeokimyası

Ağırlıkça (ağ. %) SiO_2'ye karşı MgO, MnO, TiO_2, CaO ve Fe_2O_3 konsantrasyonları KAS (≥ 51,2 SiO_2 ağ. %) için negatif korelasyon göstermektedir (Şekil 8.1.). NAB, görece yüksek TiO_2, Fe_2O_3, MgO, MnO ve P_2O_5 değerleri ile KAS bazaltlarından ayrışmaktadır (Şekil 8.1). Buna karşılık NAB ürünlerinin K_2O ve Al_2O_3 içerikleri, KAS bazaltlarından düşük değerler ile karakterize edilmektedir (Şekil 8.1).



Şekil 8.1. SiO_2 (ağ. %)'ye karşı çizilen ana element oksit değişim diyagramları (gri kesikli çizgi KAS (> 50 SiO_2 ağ. %) – NAB (≤ 50 SiO_2 ağ. %) ayrımını göstermektedir).



Şekil 8.1. Devam ediyor.

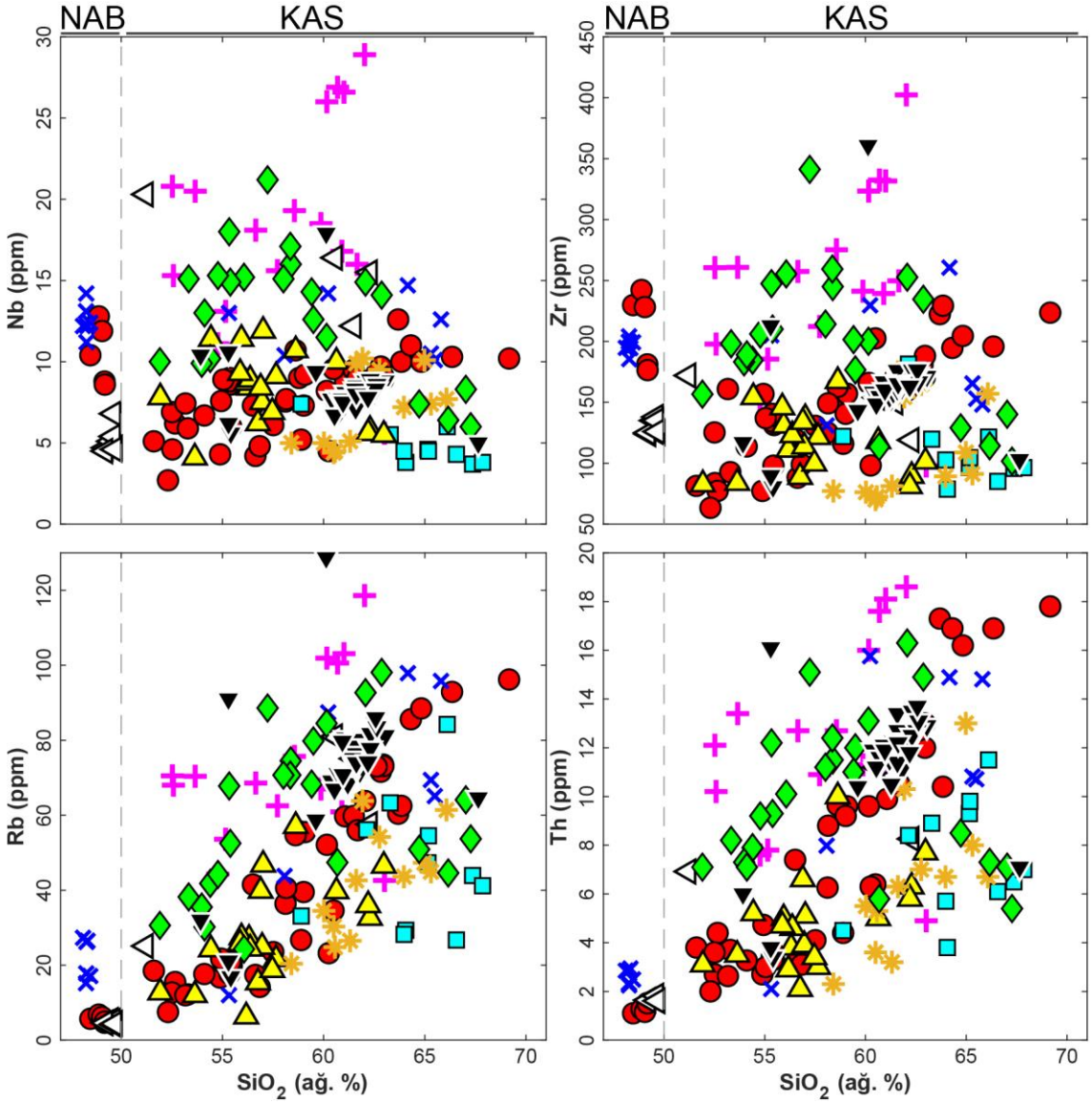
Ağırlıkça SiO_2'ye karşı TiO_2, KAS bazalt – bazaltik andezitler arasında ani yükselim, andezit-dasit arasında azalma eğilimi göstermektedir. Ağırlıkça SiO_2'ye karşı CaO, MnO ve Fe_2O_3, KAS bazaltlarından dasitlere doğru doğrusal bir azalma eğilimi gösterir (Şekil 8.1.). SiO_2'ye karşı MgO değişiminde KAS bazalt-bazaltik ürünlerde gözlemlenen ani azalış eğilimi andezitik ve dasitik ürünlere doğru hafiflemektedir (Şekil 8.1.). Al_2O_3, KAS bazaltik andezitlere doğru keskin bir şekilde artar ve artan silika ile saçınımlı bir azalma eğilimi sergiler. Na_2O ve P_2O_5 bileşimleri, KAS için artan SiO_2'ye karşı genellikle dağınık azalma eğilimi sunmaktadır (Şekil 8.1.).

Koçdağ, Erkilet ve Bozca (Sultansazlığı Havzası kuzey) volkanik bölgelerine ait KAS ürünlerinin SiO_2'ye karşılık diğer bölgelere göre yüksek Na_2O, TiO_2, Fe_2O_3 ve P_2O_5 değerleri sergiledikleri görülmektedir (Şekil 8.1.). KAS içerisinde, Kurtdağ ve Develidağ volkanik bölgelerine ait bazik ürünler, MgO bakımından NAB ürünlerine yakın değerler (ağ. %5 -6,8) ile diğer bölgelere göre yüksek MgO değerleri sunmaktadır. SiO_2'ye karşılık CaO ve MnO değerleri başta Susuzdağ volkanik bölgesine ait ürünler olmak üzere Develidağ ve Kurtdağ ürünlerinde görece yüksektir (Şekil 8.1.). Bununla birlikte Susuzdağ ürünlerinin SiO_2'ye karşılık TiO_2 ve P_2O_5 değişim desenlerinde, bazalt-bazaltik andezit arasında yükselim; farklılaşmış ürünlerine doğru ise azalma ile devam eden bir bükülme mevcuttur (Şekil 8.1.). Kurtdağ Sistemi ürünleri kısıtlı aralıkta SiO_2'ye karşılık ani Al_2O_3 fakirleşmesi sergilemektedir (Şekil 8.1.). Hoduldağ Sistemi dasitik ürünleri genellikle diğer bölgelerin farklılaşmış ürünleri ile benzer ana element oksit değişim desenlerine sahipken düşük P_2O_5 ve Na_2O değerleri ile diğer bölgelerden ayrılır (Şekil 8.1.). Erkilet volkanik bölgesi KAS ürünleri, NAB ürünlerine zıtlık teşkil edecek şekilde KAS içerisinde SiO_2'ye karşı görece yüksek Na_2O değerleri sergilemektedir (Şekil 8.1.). Tekkedağ ürünleri, KAS ürünleri ile benzer ağ. % SiO_2'ye karşı ana element oksit dağılımlarına sahip olmakla birlikte andezitik ve dasitik ürünlerinde görece düşük MgO değeri ile temsil edilir (Şekil 8.1.). Seksenveren ürünlerinin KAS içerisinde Susuzdağ ürünlerine göre SiO_2'ye karşılık yüksek MgO ve CaO değerlerine sahip oldukları diğer ana element oksit değerlerinin ise KAS andezitik ve dasitik ürünleri ile benzer dağılıma sahip olduğu görülmektedir (Şekil 8.1.).

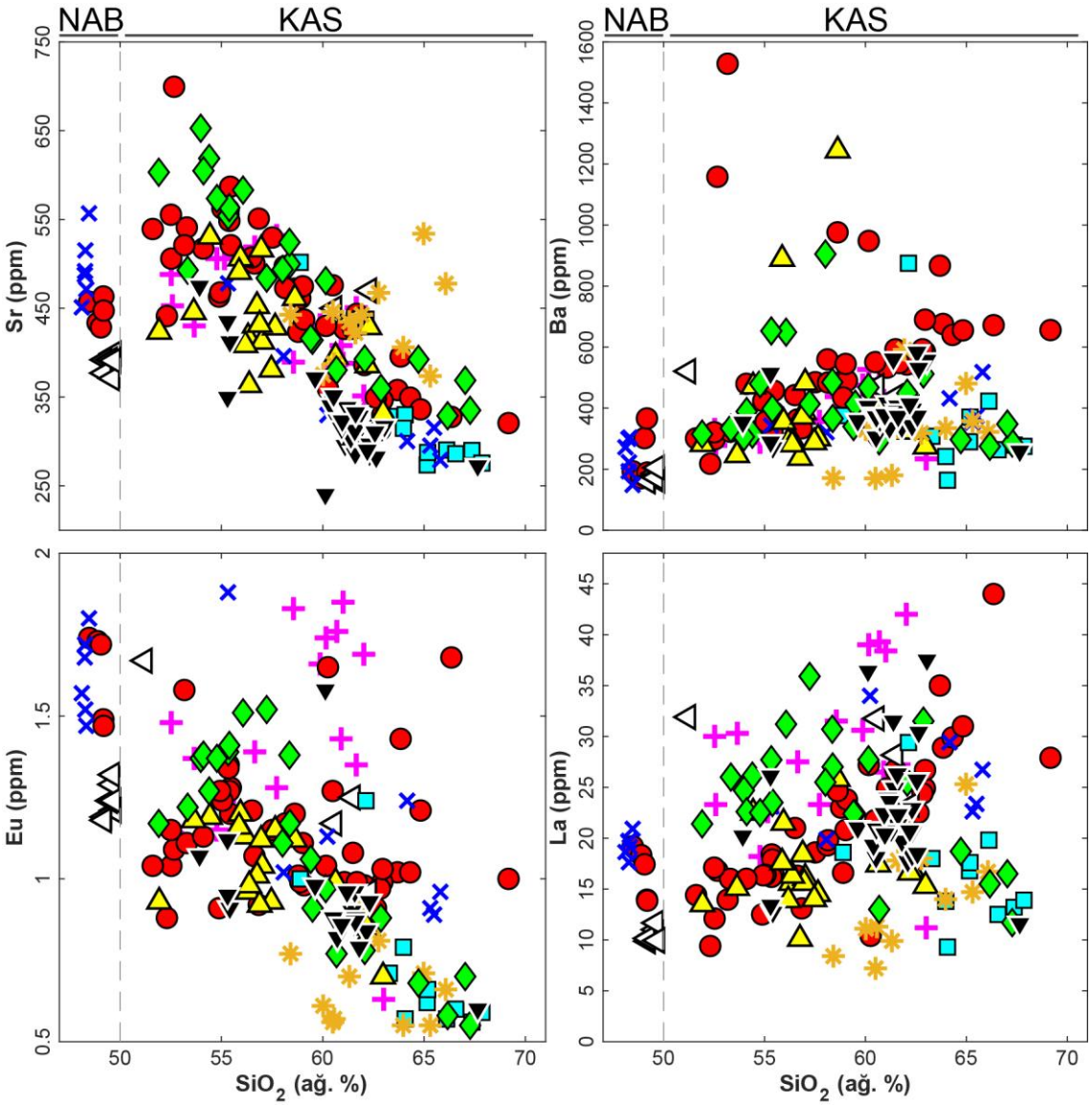
8.2. İz Element Jeokimyası

KAS için uyumsuz iz elementler, Sr, Eu ve Ba haricinde genellikle artan ağ. % SiO_2'ye karşı saçınımlı, pozitif değişim göstermektedir (Şekil 8.2.). Nb ve Zr, ağ. % SiO_2'ye karşı dağınık artış sunmakla birlikte farklı volkanik bölgelere ait ürünlerin belirli ölçülerde farklı alanlarda kümelendikleri görülmektedir (Şekil 8.2.). KAS ile karşılaştırıldığında NAB ürünleri ağ. % SiO_2'ye karşılık Zr, La, Yb ve Eu için daha yüksek değerler ile temsil edilirken, Rb ve Sr, değerleri ile KAS ilksel ürünlerinden fakirdir (Şekil 8.2.). Th ve Rb gibi oldukça uyumsuz elementler, KAS'da artan ağ. % SiO_2'ye karşılık ani sıçramalarla, doğrusal olmayan zenginleşme eğilimi sunmaktadır (Şekil 8.2.).

Artan ağ. % SiO_2'ye karşı Yb ve Eu konsantrasyonlarının saçınımlı dağılımları, KAS ilksel ürünlerinde kısmen artış, andezitik ve dasitik ürünler için azalma eğilimleriyle temsil edilir (Şekil 8.2.). Uyumlu elementlerde, artan SiO_2'ye karşı genellikle dağınık ve belli belirsiz gözlenen azalma eğilimi V konsantrasyonu için görece belirgindir. Ni ve Cr içerikleri bazalt-bazaltik andezitlerde, andezitik ve dasitik ürünlere göre ani azalış eğilimi sunar (Şekil 8.2.). NAB, KAS'a göre yüksek Co ve Ni içeriğine sahiptir. Buna karşılık, V ve Cr konsantrasyonları, KAS ilksel ürünleri ile neredeyse aynıdır (Şekil 8.2.).

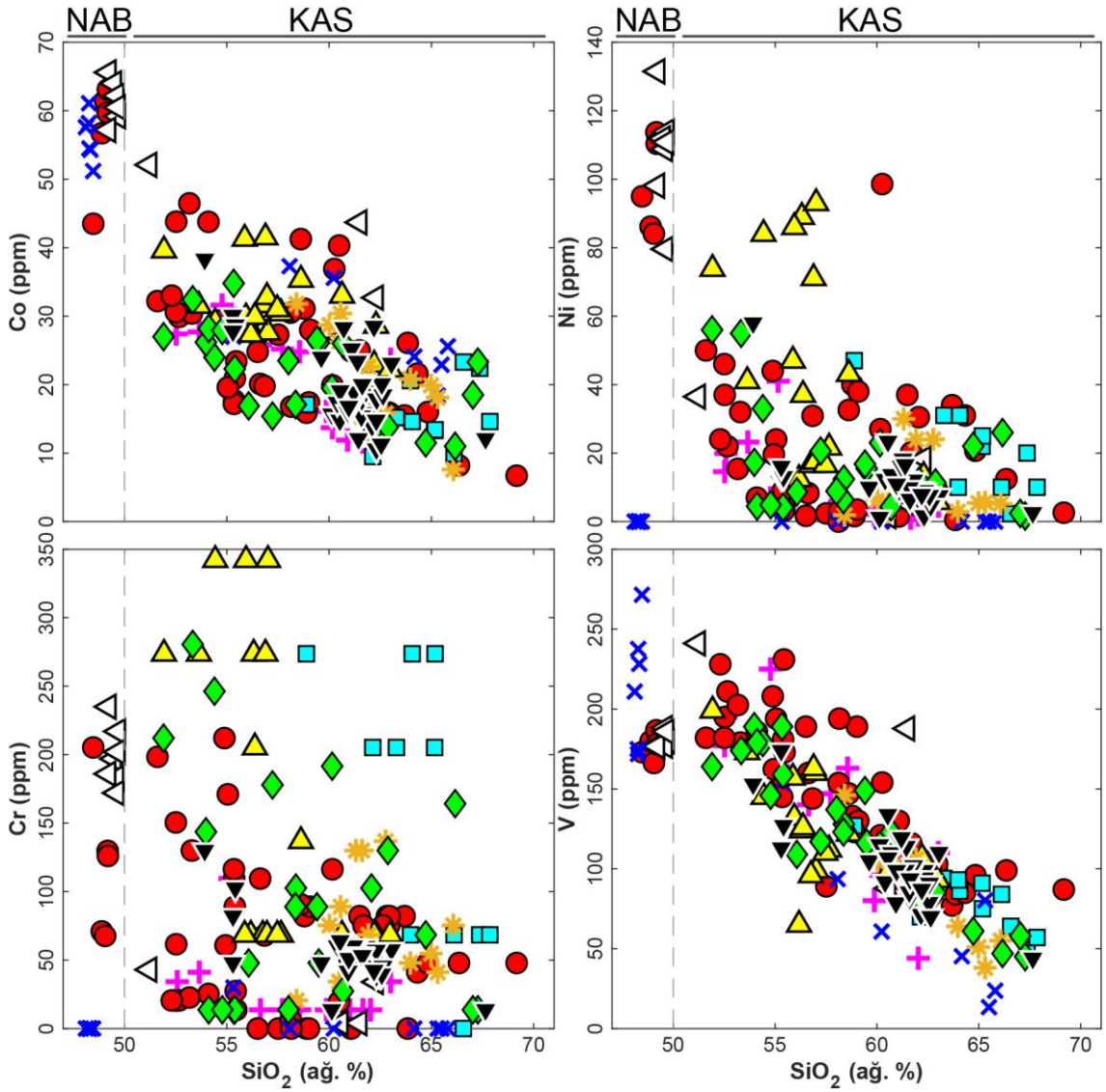


Şekil 8.2. SiO_2 (ağ. %)'ye karşılık iz element (ppm) değişim diyagramları (gri kesikli çizgi KAS (>50 SiO_2 ağ. %) - NAB (≤ 50 SiO_2 ağ. %) ayrımını göstermektedir, semboller Şekil 8.1.'deki gibidir).



Şekil 8.2. Devam ediyor.

Ağırlıkça % SiO_2'ye karşı yüksek Nb, Zr, Rb, Th ve La konsantrasyonları, Sultansazlığı Havzası kuzeyinde yer alan Susuzdağ, Bozca, Erkilet ve Koçdağ bölgelerine ait bazaltik andezit ve andezitler için karakteristiktir (Şekil 8.2.). Bu bölgelere ait dasitik ürünler, Seksenveren ve Hoduldağ volkanik bölgelerine ait ürünlere benzer şekilde, Nb, Zr, Rb, Th ve La bileşimleri bakımından daha bazik kayaç gruplarına göre fakirdirler. Bununla birlikte, Develidağ ve Kurtdağ volkanik bölgeleri KAS bazalt – bazaltik andezitleri görece düşük Zr, Nb, La, Rb ve Th konsantrasyonları ile diğer bölgelerden ayrışmaktadır (Şekil 8.2.). Ayrıca artan SiO_2'ye karşılık La, Rb ve Th değerleri bu bölgeler için tüm kayaç gruplarını kapsayacak şekilde kesintisiz artış eğilimi sunar.



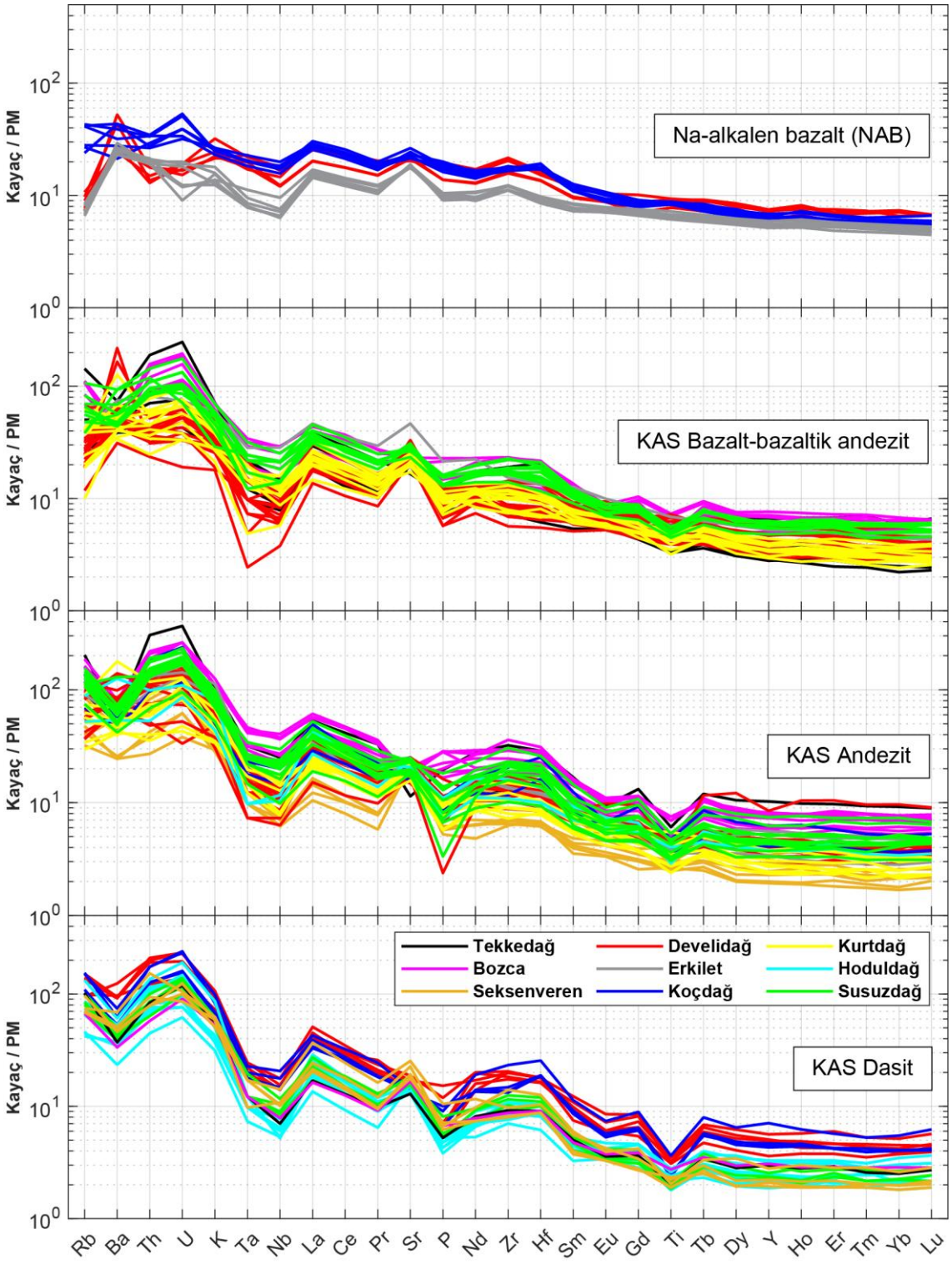
Şekil 8.2. Devam ediyor.

Kurtdağ Sistemi, KAS içinde diğer bölgelere göre yüksek Ni ve Cr içeriğine sahiptir ve neredeyse tüm uyumsuz elementler için Develidağ Volkanı ürünleri ile birlikte görece düşük değerler ile temsil edilirler. Erkilet volkanik bölgesi, NAB ürünlerinde genellikle diğer bölgelere göre düşük uyumsuz iz element değerlerine karşılık yüksek uyumlu iz element değerleri ile temsil edilir (Şekil 8.2.).

İlksel mantoya (PM; Sun ve McDonough (1989)) göre KAS ayırt edici negatif Nb* ($Nb_N/(Th_N*La_N)^{0,5}$; 0,25) ve Ti* ($Ti_N/(Gd_N*Tb_N)^{0,5}$; 0,71) anomalilerine karşılık büyük iyon litofil elementlerce (LILE) zengindir ($LILE_N/HFSE_N$, 1,63)(Şekil 8.3.).

LILE'in (ort. Rb_N 45) dasite önemli miktarda (ort. Rb_N 93xPM) zenginleşmesi KAS için karakteristiktir. Farklılaşmış ürünlerde, bazaltik ürünlere kıyasla uyumsuz yüksek kuvvet alana sahip (HFS) Th_N (ort. 114), U_N (ort.139) ve Zr_N (ort.12) gibi iz elementlere ait tümsek görece belirgindir (Şekil 8.3.). Bununla birlikte, muhtelif istisnalar dışında bazalttan dasite gidildikçe negatif, Eu_N (ort. 7,24 - 4,58), Ti_N (5,28 - 2,45) ile pozitif Sr_N (ort. 24,25 - 16,02) ve P_N (ort. 12,04 - 6,75) anomalilerindeki azalma, KAS için belirgindir (Şekil 8.3.). Dy, Y ve Yb, KAS'da dasitik ürünlere doğru genel olarak belirgin olmayan fakirleşme eğilimi sunmaktadır (Şekil 8.3.). KAS için karakteristik pozitif LILE ($LILE_N/HFSE_N$, 1,5xPM) anomalisinin düşük olması NAB'da görece düze yakın çoklu iz element desenleri gözlenmesine neden olur (Şekil 8.3.). Bununla birlikte NAB, pozitif HFSE (6-24xPM) desenleri ile Zr (15xPM) ve Hf (14xPM) anomalisi ile belirginleşen tümsek ile temsil edilir. Görece düşük $LILE_N/HFSE_N$ (1,5xPM) içeriğine rağmen, Ba* ($Ba_N/(Rb_N*Th_N)^{0,5}$, 2,01) ve K ($K_N/(Th_N*Ta_N)^{0,5}$, 1,16) 'deki pozitif anomaliler NAB'için ayırt edicidir (Şekil 8.3.).

KAS içerisinde Susuzdağ, Bozca, Erkilet ve kısmen Tekkedağ ürünlerinin, dasitik ürünler haricinde, tüm kayaç grupları içinde LILE'ce zengin desenlerinin yanı sıra Th, U ve K (90-110xPM) ile Zr, Hf (9,5x40xPM) tümseklerinin görece belirgin olduğu gözlenmektedir (Şekil 8.3.). Buna karşılık, KAS bazaltik ürünler arasında, Develidağ ve Kurtdağ volkanik bölgelerine ait ürünlerin, NAB'a benzer, pozitif, Ba* (1,84) anomalisi ile birlikte Rb'ce (Rb*;1,1) görece fakir oldukları görülür (Şekil 8.3.). Seksenveren Sistemine ait andezitik ürünlerine ait çoklu iz element desenleri Susuzdağ ürünlerinden belirgin şekilde fakirdir (Şekil 8.3.). KAS içerisinde Develidağ ve Koçdağ dasitik ürünleri tüm bölgeler içerisinde tüm iz elementler için primitif mantoya göre en zengin iz element konsantrasyonuna sahiptirler (Şekil 8.3.).

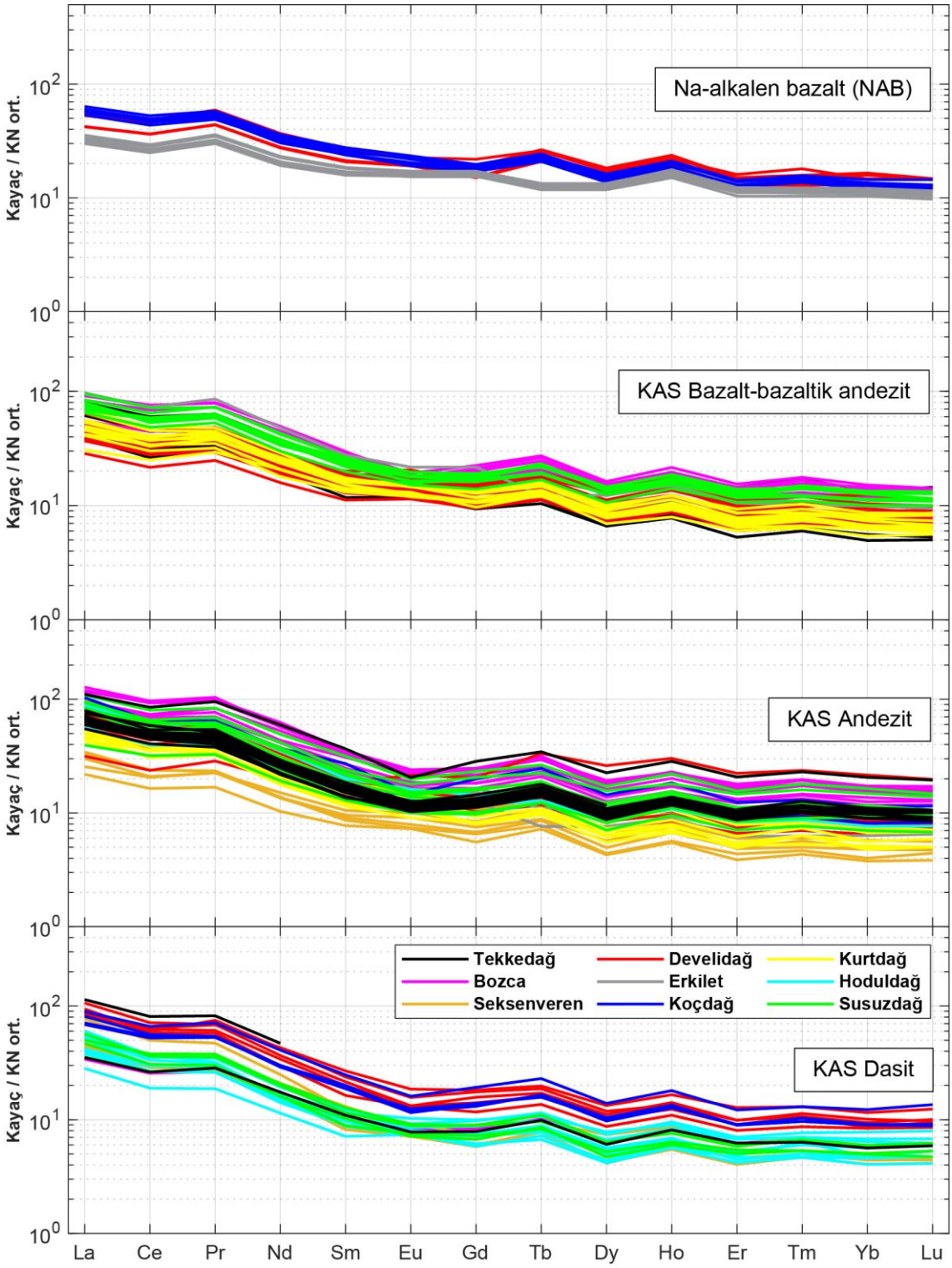


Şekil 8.3. Primitif mantoya (PM; Sun ve McDonough (1989)) göre normalize çoklu iz element değişim diyagramları (Furman ve ark. (2021), Erkilet örneklerinde, Gd ve Tb element değerleri ~40-80xPM saptığından bir öncesindeki ve bir sonrasındaki iz element değer ortalamalarına göre normalize edilmiştir, Koralay (2010)'dan alınan Tekkedağ andezitleri, Ta değerleri ile pozitif sapma gösterdiğinden hariç tutulmuştur).

8.3. Nadir Toprak Elementleri

KAS'ın ortalama kondrite (KN ort.; Nakamura, 1974) göre normalize edilmiş nadir toprak elementi (REE) konsantrasyonları tüm kayaç grupları için birbirine paralel ve hafif nadir toprak elementlerince (LREE) zengin ($[LREE]_{KN\ (ort.)}$ 47) desenler ile temsil edilir (Şekil 8.4.). LREE bazalttan-andezite zenginleşme ($[LREE]_{KN(ort.)}$ 45-52), andezitten-dasite ($[LREE]_{KN(ort.)}$ 52-41) genellikle fakirleşme sunar. Buna karşılık ortalama ağır nadir toprak elementleri (HREE), bazalt-bazaltik andezitlerden-andezitlere herhangi bir değişim sunmazken ($[HREE]_{KN(ort.)}$ 9,66-9,78), andezitten-dasitlere doğru düşüş ($[HREE]_{KN(ort.)}$ 9,78-7,01) sergiler (Şekil 8.4.). KAS bazalt-bazaltik andezitler, genellikle orta düzeyde LREE/HREE fraksiyonu ($[La/Yb]_{KN}$, 6,30) ile temsil edilirken, andezitler ($[La/Yb]_{KN}$, 7,42) ve dasitler ($[La/Yb]_{KN}$, 8,75), görece yüksek $[La/Yb]_{KN}$ oranlar ile temsil edilir. Buna karşılık LREE/MREE farklılaşmış ürünlerde ($[La/Sm]_{KN}$, 4,5) bazaltik ürünlere oranla ($[La/Sm]_{KN}$, 3,1) zenginleşir. Eu'da ise andezit ($ort.Eu_{KN}$, 14,39) ve dasitler ($ort.Eu_{KN,}$10), bazaltik ürünlere ($ort.Eu_{\ KN}$ 15,80) göre negatif anomali sergiler. NAB, LREE'de birbirine paralel düze yakın, düşük orta derecede fraksiyonlanmış ($[LREE]_{KN(ort.)}$ 19-63) desenler ile temsil edilir. Ayrıca NAB, KAS bazaltik ürünlere göre $LREE_N/HREE_N$ ($[La/Yb]_{KN}$, 3,58) ve $LREE_N/MREE_N$'ce ($[La/Sm]_{KN}$, 2,11) fakirdir.

KAS'da, Develidağ, Kurtdağ bazaltik ürünlerinin görece düşük LREE içerikleri ($[La/Yb]_{KN}$, 6,27, $[La/Sm]_{KN}$, 3,0) KAS bazaltlar içerinde ($[La/Yb]_{KN}$, 6,30, $[La/Sm]_{KN}$, 3,1) ayırtlanır (Şekil 8.4.). Bununla birlikte, Seksenveren Sistemine ait fraksiyonlanmamış LREE/MREE desenleri ($[La/Sm]_{KN}$, 3,42), andezitik ürünler içerisinde ($[La/Sm]_{KN}$, 4,45) ayırtlanmaktadır (Şekil 8.4.). Develidağ ve Koçdağ farklılaşmış ürünlerinin zenginleşmiş REE desenlerine karşılık, LREE'ce ($[La/Sm]_{KN}$, 4,06) Hoduldağ, Susuzdağ ve Tekkedağ Volkanik Bölgelerine göre ($[La/Sm]_{KN}$, 4,59) tüketilmiş oldukları görülmektedir (Şekil 8.4.). NAB'da Erkilet volkanik bölgesi ortalama kondrite göre fraksiyonlanmamış REE desenleri ile birlikte düşük $La/Yb_{\ KN}$ (ort., 2,82) ve $La/Sm_{\ KN}$ (ort, 1,87) ile diğer NAB bölgelerinden ($[La/Yb]_{KN}$, 3,97, $[La/Sm]_{KN}$, 2,21) ayrılmaktadır (Şekil 8.4.).



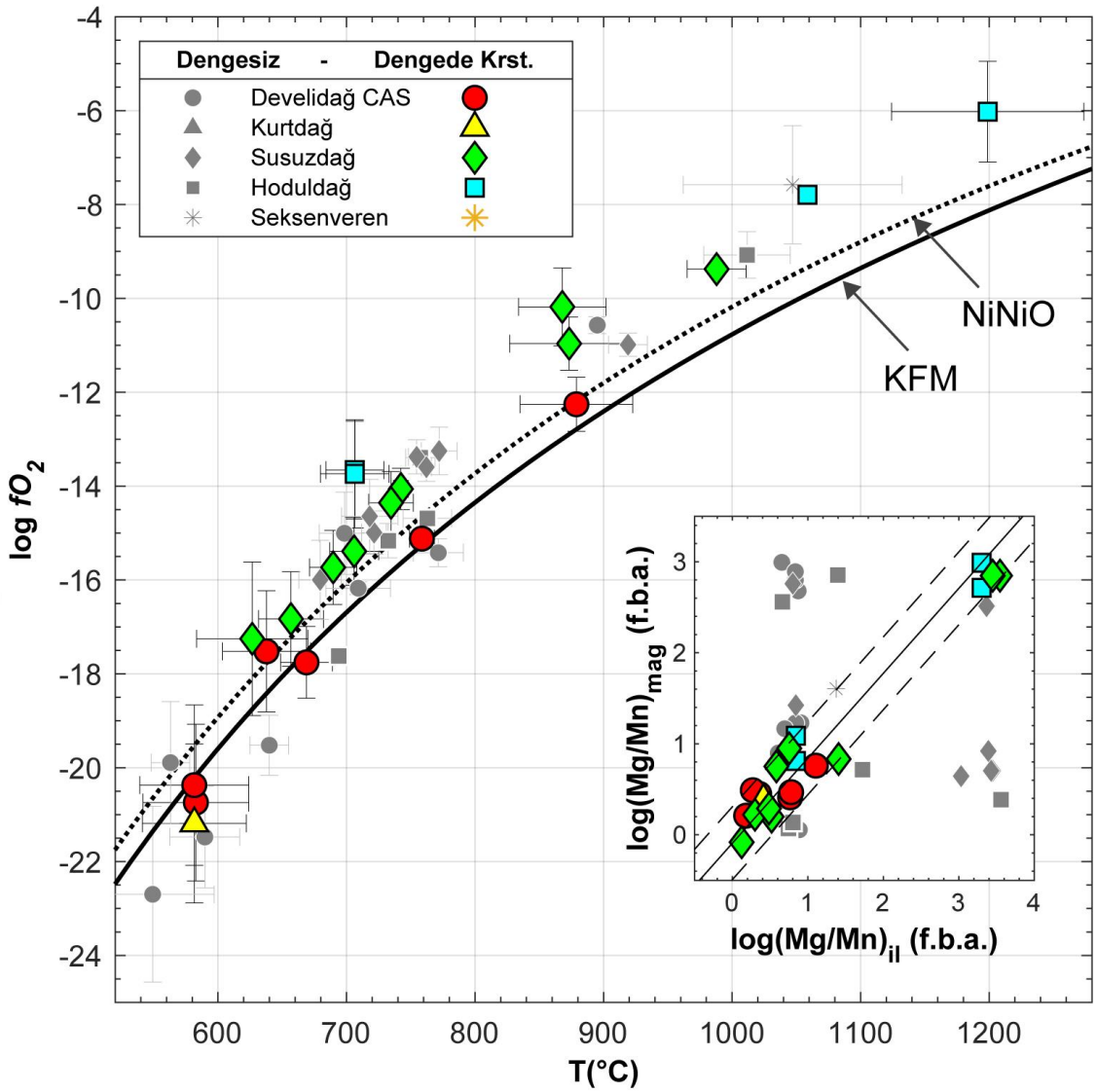
Şekil 8.4. Ortalama kondrit bileşimine ($KN_{ort.}$; Nakamura (1974)) göre normalize edilmiş nadir toprak elementi diyagramları (Furman ve ark. (2021), Erkilet örneklerinde, Gd ve Tb sıra dışı sapma gösterdiğinden bir öncesindeki ve bir sonrasındaki değer ortalamalarına göre normalize edilmiştir, Koralay (2010)'dan alınan Tekkedağ andezitleri, Pr pozitif sapma gösteren örnekleri hariç tutulmuştur).

9. MAGMATİK REZERVUAR PARAMETRELERİ

9.1. İki Oksit Denge Jeotermometresi ve Oksijen Fugasitesi

Bir arada bulunan Fe-Ti oksit (Ti/Manyetit – İlmenit) eşleri için oksijen fugasitesi (fO_2) ve iki oksit termometresi (T °C), 2 kbar için, Andersen ve ark. (1993)'nın, QUILF denge ve Ghiorso ve Evans (2008)'ın, Fe-Ti iki oksit jeotermometre ve oksijen barometresi kullanılarak, hesaplanmıştır (Şekil 9.1. ve Çizelge 9.1.). NAB'da Fe-Ti oksit çiftlerinin gözlenmemesi nedeniyle iki-oksit tahmini gerçekleştirilememiştir. Hesaplanan sıcaklıklar ve fO_2 koşulları üzerinde yanıltıcı bir etki oluşmaması için, hamurda ~15-150 µm boyutları aralığında, herhangi bir yarı-katı yeniden dengeleme veya Ti-kusma göstermeyen Ti/manyetit – ilmenit eşleri seçilmiştir. Bununla birlikte, Fe-Ti oksit eşleri, $log(Mg/Mn)$ (f.b.a.) değerlerine göre Bacon ve Hirschmann (1988)'nın denge koşuluna ($log(Mg/Mn)_{mag} = 0{,}9317 * log(Mg/Mn)_{ilm} - 0{,}1$) yakın ($\Delta log(Mg/Mn)_{mag-ilm} \leq 0{,}4$) dengede eş kristal ve bu koşulu sağlamayan ($\Delta log(Mg/Mn)_{mag-ilm} > 0{,}4$) dengesiz iki oksit eşlerine ait hesaplamalar olarak iki gruba ayrılmıştır (Şekil 9.1.).

Denge koşulunu sağlayan iki-oksit eşlerinde, oksijen fugasitesi değerleri, geniş sıcaklık (581-1189 ± 29°C) aralığı boyunca KAS için genellikle KFM (kuvars fayalit manyetit) reaksiyon tamponunun ($KFM_{ort.}$: +1,09 ± 0,88 $log\ fO_2$) üzerinde oksitlenme koşullarına sahiptir (Şekil 9.1.). Sultansazlığı Havzası kuzey bölgeleri (örn., Susuzdağ, Hoduldağ) diğer bölgeler arasında görece yüksek sıcaklık değerlerine (626-1189 °C) karşılık yüksek fO_2 değerleri ($KFM_{ort.}$: +1,75 ± 0,76 $logfO_2$) ile temsil edilir (Şekil 9.1.). Sırasıyla, Susuzdağ ve Develidağ ürünlerinde bulunan iki oksit eşlerinin genellikle düşük (626-987°C; 581-878 °C) sıcaklıklarda dengede olduğu ve genellikle KFM'nin ($KFM_{ort.}$: +1,47 ± 0,74; $KFM_{ort.}$: +0,01 ± 1,00 $logfO_2$) üzerinde olmak üzere, düşük sıcaklıklara (850<T°C) doğru KFM'ye yakın veya altında ($KFM_{ort.}$:1,23 ± 0,87; $KFM_{ort.}$: -0,07 ± 1,09 $logfO_2$) oksidasyon koşulları ile temsil edildikleri görülmektedir (Şekil 9.1.). Kurtdağ sistemi andezitlerinde, iki oksit doygunluğunun tüm bölgeler arsında en düşük sıcaklık değerlerine (581 ± 40°C) karşılık en düşük oksidasyon ($KFM_{ort.}$: -1,03 ± 1,69 $logfO_2$) değerleri ile temsil edildiği görülmektedir (Şekil 9.1.).



Şekil 9.1. Kayaç gruplarında hamurda yarı-katı evrede (ϕ: 15-150 μm) Ti-kusmaları içermeyen manyetit – ilmenit çiftleri için iki oksit jeotermometresi ve 2 kbar basınca göre hesaplanmış oksijen fugasitesi ($log\ fO_2$) tahminleri (manyetit (mag) – ilmenit (ilm) çiftlerinin $log(Mg/Mn)$ (f.b.a.) değerleri Bacon ve Hirschmann (1988)'nın denge koşulu ($log(Mg/Mn)_{mag} = 0{,}9317 * log(Mg/Mn)_{ilm} - 0{,}1$) ile sınanmıştır ($\Delta log(Mg/Mn)_{mag-ilm} \leq 0{,}4$; dengede krst.). T (°C)'ye karşılık $log\ fO_2$ hata çubukları, Andersen ve ark. (1993) (QUILF denge) ile Ghiorso ve Evans (2008) iki oksit jeotermometre ve oksijen fugasitesinde elde edilen değerler arasındaki standart hataya göredir).

Çizelge 9.1. İki-oksit sıcaklık (T °C) ve oksijen fugasitesi ($log\ fO_2$) tahminleri.

	Develidağ Volkanı						Kurtdağ	Hoduldağ
	Bazalt - Bazaltik andezit		Andezit	Dasit			Andezit	Dasit
Ö. N.	***DYK17-055***	***DYK17-064***	***DYK17-024***	***DYK17-010***	***DYK17-010***	***DYK17-010***	***DYK17-102***	***DYK17-087***
Eş Krst. No.	***ti-mag5-il4***	***ti-mag6-il5***	***mag2-il1***	***mag2-il1***	***mag7-il6***	***mag10-il9***	***ti-mag7-il6***	***ti-mag9-il8***
Bölge	***kn.-kn.***	***kn.-kn.***	***kn.-kn.***	***kn.-kn.***	***kn.-kn.***	***kn.-kn.***	***kn.-kn.***	***kn.-kn.***
Mag-SiO_2	1,65	0,84	0,84	2,27	1,22	1,10	0,66	0,68
Mag-TiO_2	16,17	11,66	4,97	5,90	5,15	8,74	6,88	11,75
Mag-Al_2O_3	1,35	1,34	1,02	1,40	1,43	1,07	0,68	0,45
Mag-FeO(t)	77,04	83,40	90,83	88,22	89,44	87,62	89,80	75,77
Mag-MnO	0,46	0,33	0,14	0,63	0,54	0,32	0,41	0,66
Mag-MgO	0,67	0,56	0,47	0,57	0,86	0,56	0,56	4,63
Mag-CaO	0,25	0,14	0,00	0,20	0,00	0,23	0,00	0,15
İlm-SiO_2	0,80	0,56	1,39	0,42	0,72	0,33	0,96	0,51
İlm-TiO_2	47,36	49,47	46,57	51,37	50,84	50,17	50,89	31,36
İlm-Al_2O_3	0,25	0,22	0,88	0,17	0,55	0,26	0,10	0,19
İlm-FeO(t)	50,84	48,37	45,96	46,72	46,71	47,29	43,24	58,87
İlm-MnO	0,25	0,54	0,27	1,58	1,24	1,27	1,87	0,62
İlm-MgO	0,83	1,84	1,93	1,37	1,60	1,34	2,75	2,45
İlm-CaO	0,14	0,17	0,00	0,07	0,17	0,26	0,15	0,00
T °C (Fe-Ti) [a]	922,73	768,32	603,52	541,62	539,14	648,73	541,19	1059,29
Δ KFM [a]	0,22	-0,16	0,58	-0,89	-0,47	-0,51	-1,34	1,98
log fO_2 [a]	-11,68	-15,10	-18,81	-22,41	-22,08	-18,52	-22,88	-7,79
T °C (Fe-Ti) [b]	835,00	749,00	672,00	624,00	624,00	689,00	622,00	1058,00
Δ KFM [b]	0,63	0,19	1,07	-0,38	0,05	-0,17	-0,74	1,98
log fO_2 [b]	-12,83	-15,14	-16,23	-19,07	-18,66	-16,99	-19,49	-7,79
Ort. T °C	878,86	758,66	637,76	582,81	581,57	668,86	581,59	1058,64
σx̄ T °C	43,86	9,66	34,24	41,19	42,43	20,14	40,41	0,64
Ort. log fO_2	-12,26	-15,12	-17,52	-20,74	-20,37	-17,76	-21,19	-7,79
σx̄ log fO_2	0,58	0,02	1,29	1,67	1,71	0,77	1,70	0,00
$Log(Mg/Mn)_{mag}$	0,41	0,47	0,76	0,21	0,45	0,49	0,38	1,09
$Log(Mg/Mn)_{ilm}$	0,77	0,78	1,11	0,18	0,36	0,27	0,41	0,84

a: Ghiorso ve Evans (2008) iki-oksit termometresi ve oksijen fugasitesi;
b: Andersen ve ark. (1993) QUILF denge

Çizelge 9.1. Devam ediyor.

	Hoduldağ Sistemi				Susuzdağ Sistemi	
	Dasit				Bazalt - Bazaltik andezit	
Ö. N.	***DYK17-087***	***DYK17-097***	***DYK17-097***	***DYK17-126***	***DYK17-113***	***DYK17-106***
Eş Krst. No.	***ti-mag10-İlm8***	***mag7-İlm9***	***mag8-İlm9***	***ti-mag5-İlm4***	***mag6-İlm8***	***ti-mag12-İlm13***
Bölge	***kn.-kn.***	***kn.-kn.***	***kn.-kn.***	***kn.-kn.***	***kn.-kn.***	***kn.-kn.***
Mag-SiO_2	1,64	0,76	0,30	0,43	0,54	0,72
Mag-TiO_2	13,52	2,82	3,16	13,68	3,71	6,35
Mag-Al_2O_3	0,84	3,56	2,95	1,00	1,50	1,53
Mag-FeO(t)	75,20	83,76	90,79	81,50	92,12	90,49
Mag-MnO	0,99	0,00	0,00	0,42	0,14	0,00
Mag-MgO	3,62	0,96	0,66	0,38	0,73	0,55
Mag-CaO	0,00	0,00	0,00	0,11	0,07	0,00
İlm-SiO_2	0,51	0,41	0,41	0,61	0,09	1,20
İlm-TiO_2	31,36	35,92	35,92	36,06	48,58	42,86
İlm-Al_2O_3	0,19	0,99	0,99	0,72	0,13	0,64
İlm-FeO(t)	58,87	59,65	56,65	61,07	49,82	46,81
İlm-MnO	0,62	0,00	0,00	0,17	0,59	0,00
İlm-MgO	2,45	1,86	1,86	0,32	1,89	3,08
İlm-CaO	0,00	0,00	0,00	0,35	0,03	0,00
T °C (Fe-Ti) [a]	1273,76	683,91	679,69	1010,95	583,29	736,62
Δ KFM [a]	2,26	2,33	2,25	1,16	1,16	1,19
log fO_2 [a]	-4,95	-14,70	-14,89	-9,31	-18,89	-14,50
T °C (Fe-Ti) [b]	1124,00	729,00	733,00	965,00	670,00	748,00
Δ KFM [b]	1,81	3,19	3,14	1,70	1,74	1,73
log fO_2 [b]	-7,10	-12,61	-12,58	-9,44	-15,62	-13,62
Ort. T °C	1198,88	706,46	706,34	987,97	626,65	742,31
σx̄ T °C	74,88	22,54	26,66	22,97	43,35	5,69
Ort. log fO_2	-6,02	-13,66	-13,74	-9,38	-17,25	-14,06
σx̄ log fO_2	1,07	1,04	1,15	0,07	1,64	0,44
$Log(Mg/Mn)_{mag}$	0,81	2,99	2,71	0,20	0,95	2,85
$Log(Mg/Mn)_{ilm}$	0,84	3,30	3,30	0,52	0,75	3,55

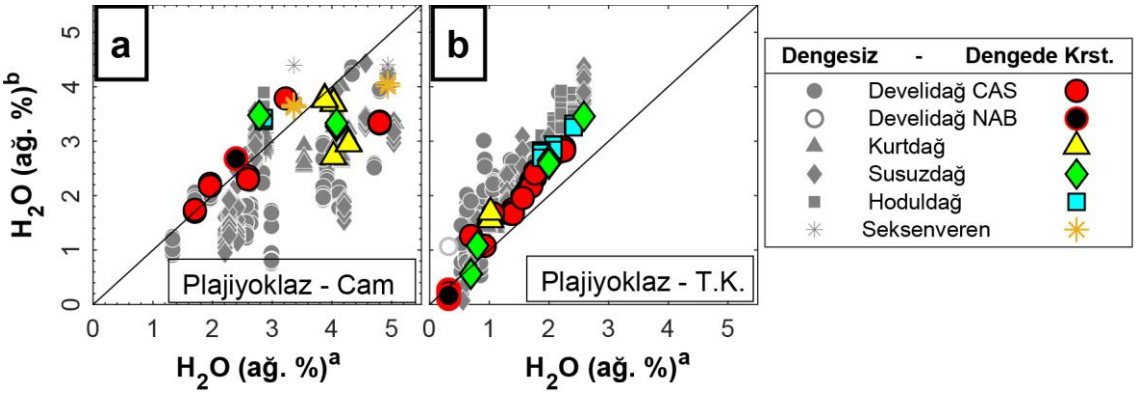
Çizelge 9.1. Devam ediyor.

	Susuzdağ Sistemi					
	Andezit				Dasit	
Ö. N.	*DYK17-106*	*DYK17-127*	*DYK17-127*	*DYK17-127*	*DYK17-120*	*DYK17-117*
Eş Krst. No.	*ti-mag12-İlm11*	*ti-mag6-İlm5*	*ti-mag-İlm11*	*ti-mag3-İlm2*	*mag6-İlm5*	*ti-mag5-İlm4*
Bölge	*kn.-kn.*	*kn.-kn.*	*kn.-kn.*	*kn.-kn.*	*kn.-kn.*	*kn.-kn.*
Mag-SiO_2	0,72	1,79	0,24	1,54	2,06	0,69
Mag-TiO_2	6,35	5,43	6,45	6,24	4,53	9,41
Mag-Al_2O_3	1,53	1,60	0,73	1,27	0,93	3,07
Mag-FeO(t)	90,49	89,32	87,56	89,48	86,37	84,78
Mag-MnO	0,00	0,42	0,46	0,49	0,92	0,51
Mag-MgO	0,55	0,47	0,22	0,46	2,94	1,96
Mag-CaO	0,00	0,14	0,00	0,00	0,23	0,00
İlm-SiO_2	0,00	1,45	1,12	0,53	0,88	0,42
İlm-TiO_2	48,16	48,72	45,18	47,33	24,45	40,11
İlm-Al_2O_3	0,35	0,63	0,50	0,27	0,61	0,53
İlm-FeO(t)	49,83	50,19	51,18	50,66	65,16	52,39
İlm-MnO	0,00	0,50	0,81	0,49	0,76	0,24
İlm-MgO	2,38	0,86	0,61	0,55	1,65	3,53
İlm-CaO	0,01	0,30	0,20	0,23	0,28	0,00
T °C (Fe-Ti) [a]	686,93	631,58	717,31	671,24	833,83	919,44
Δ FMK [a]	0,83	0,68	1,13	0,85	2,52	1,54
log fO_2 [a]	-16,11	-17,84	-15,02	-16,52	-11,01	-10,40
T °C (Fe-Ti) [b]	725,00	682,00	752,00	708,00	902,00	827,00
Δ FMK [b]	1,25	1,21	1,58	1,39	2,86	2,10
log fO_2 [b]	-14,67	-15,82	-13,69	-14,94	-9,35	-11,53
Ort. T °C	705,97	656,79	734,66	689,62	867,92	873,22
$\sigma\bar{x}$ T °C	19,03	25,21	17,34	18,38	34,08	46,22
Ort. log fO_2	-15,39	-16,83	-14,36	-15,73	-10,18	-10,96
$\sigma\bar{x}$ log fO_2	0,72	1,01	0,66	0,79	0,83	0,56
$Log(Mg/Mn)_{mag}$	2,85	0,29	-0,08	0,22	0,75	0,83
$Log(Mg/Mn)_{ilm}$	3,45	0,49	0,12	0,30	0,58	1,41

9.2. Magmaların Su İçeriği

Nadiren bazaltik andezitik ürünlerde olmak üzere daha çok farklılaşmış kayaç gruplarının, hamurda intersiyel veya kapanım olarak, ilksel sulu mineral fazları (Ca-Amfibol, Filogopit) içermeleri, yüksek sıcaklık (1000-1200 °C) koşullarında magmaların (örn. KAS Hoduldağ) yüksek oksidasyon ($KFM_{ort.}$: +1,09 ± 0,88 $logfO_2$) koşullarına sahip olmaları (Feig ve ark., 2010), yüksek anortit (> An 75 % mol) içeriğine sahip kalsik plajiyoklazların magmatik H_2O içeriğine işaret etmeleri (Sisson ve Grove, 1993) ve 0,7-3,5 ağ. % arasında ateşte kayıp değerleri göz önünde bulundurularak mineral – eriyik (eri.) denge ve termobarometre tahminleri sulu eriyik bileşimine göre gerçekleştirilmiştir. Tahmini su içeriği (H_2O ağ. %), eriyik silika içeriğine bağlı olarak Hollocher (2004)'ün CIPW norm hesaplama prosedüründe yer alan H_2O (ağ. %) eşitliği ve Putirka (2008)'nın plajiyoklaz higrometresi (Eşt. 25b; Putirka (2008)) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tahmin edilen ve muhtelif termobarometre hesaplamalarında kullanılan H_2O (ağ. %) değerleri dengede mineral – eriyik çiftlerine ait muhtelif çizelgelerde (Çizelge 9.3. - Çizelge 9.8.) ve Şekil 9.2. a-b'de gösterilmektedir.

Buna göre, iki farklı eşitlik (H_2O^a, Hollocher (2004); H_2O^b, Putirka (2008) Eşt. 25b, ±1 ağ. % tahmini standart hata (TSH)) kullanılarak tahmin edilen H_2O (ağ. %) değerleri 1:1 doğrusu üzerinde özellikle tüm kayaç bileşimleri için neredeyse uyumludur ($\Delta H_2O^{a-b}_{eriyik\ (cam-T.K.)} = 0{,}59 - 0{,}61\ kt.\%$) (Şekil 9.2. a-b). Hesaplanan su içeriğine göre cam bileşimleri için en düşük ve en yüksek su oranları sırasıyla KAS'da Develidağ (1,7 H_2O ağ. %) ve Seksenveren ürünlerine (4,93 – 4,06 H_2O^{a-b} ağ. %) aittir. Susuzdağ ve Kurtdağ, bölgelerine ait ürünlerinde cam bileşimlerim için tahmin edilen ortalama su içerikleri sırasıyla, 3,5 ve 3,74 H_2O (ağ. %) ile birbirine benzerdir. Cam için ortalama su içeriklerine göre en düşük oranlar, 2,89 ve 3,12 H_2O ağ. % ile sırasıyla Develidağ ve Hoduldağ ürünlerine aittir. Tüm kayaç bileşimleri için en düşük ve en yüksek su oranları sırsıyla KAS'da Kurtdağ (ort. 1,33 H_2O ağ. %) ve Hoduldağ ürünlerine (ort. 2,45 H_2O ağ. %) aittir. Susuzdağ ve Develidağ, tüm kayaç için elde edilen ortalama su içerikleri sırasıyla, 2,19 ve 2,02 H_2O (ağ. %) ile birbirine yakındır. Buna karşılık, NAB için cam ve tüm kayaç ortalama su içeriği tahminleri KAS'a göre düşük değerler ile sırasıyla 2,53 ve 0,29 H_2O (ağ. %) ile birbirinden farklıdır (Şekil 9.2. a-b).



Şekil 9.2. Plajiyoklaz – cam (a), plajiyoklaz – T.K. eşleri için hesaplanan su içerikleri (H_2O (ağ.%)^a, eriyik bileşimine dayalı Hollocher (2004)'ün eşitliği; H_2O (ağ.%)^b: plajiyoklaz higrometresi (Eşt. 25b; Putirka (2008), dengede – dengesiz kristal ayrımı hesaplanan An/Ab ile gözlemlenen An/Ab (mol %) içeriğine göredir, dengeli – dengesiz kristal ayrımı 9.3.4.'e göredir).

9.3. Mineral – Eriyik / Mineral – Mineral Denge ve Termobarometre

Magmaların büyük bir bölümünün hacimce ortalama %30'dan az camsı hamur içermesi (yüksek kristalinite; porfirik-mikrolitik doku) ve Kurtdağ Sistemi ile NAB dışında, tozlu/elek dokulu eriyik ile dengesizlik emareleri sunan fenokristallerin yaygın olması (bknz. Bölüm 6) gibi özellikleri gereği camsı hamurun bileşimi (SiO_2 ort. 70,23, K_2O ort. 4,91, MgO ort. 0,15, CaO ort. 1,34 ağ. %) konakçı tüm kayaç bileşimlerinden önemli ölçüde farklıdır (örn. Putirka ve ark., 2009). Bu nedenle cam bileşimleri mineral eşleri ile denge koşulunu tüm kayaç bileşimlerine göre daha düşük oranda sağlamaktadır (Şekil 9.3., Şekil 9.6.'da denge diyagramları ilgili T(°C) – P (kbar) diyagramı içeresinde gösterilmiştir). KAS ve NAB magmaları çoğunlukla yüksek kristalinite sunmaları nedeniyle ilksel eriyik bileşimini tam olarak yansıtmasa da olivin, ortopiroksen, klinopiroksen ve kalsik plajiyoklaz merkez veya orta bölge bileşimleri konakçı tüm kayaç bileşimleri potansiyel denge koşulunu, camsı hamura göre daha fazla oranda sağlamaktadır.

9.3.1. Olivin – Spinel / Olivin – Eriyik Denge ve Termometresi

Olivin-spinel jeotermometresi, Kurtdağ ve Susuzdağ ürünlerinde gözlemlenen Cr-Al ve Fe-Mg serisi spineller ile bulunduğu konakçı veya hamurda yakın konumda bulunan olivin eşleri için Al paylaşımına dayalı, 0,01-10 kbar aralığında basınçtan bağımsız hesaplama üretebilen Wan ve ark. (2008)'nın deneysel eşitliği (Eşt.3; ± 22 °C TSH) kullanılarak hesaplanmıştır (Çizelge 9.2.). Buna göre Kurtdağ bazalt-bazaltik andezitleri arasında rastlanılan ve deneysel denge koşuluna ($K_D\left({Al_2O_3}^{ol}/{Al_2O_3}^{sp}\right) = 0{,}00325 \pm 0{,}00125$) yakın bileşimde olivin-spinel eşleri, olivin merkez ve kenar için sırasıyla merkez – kenar eşleri için, 1306 – 1249 °C aralığında sıcaklık değeri ile temsil edilmektedir (Çizelge 9.2.). Susuzdağ bazaltik ürünlerinde hamurda bulunan merkezi Cr-Al, kenar bölgeleri Fe-Ti serisi spinel grubu minerali potansiyel denge koşulana yakın olduğu olivin eşleri ile 1251 °C sıcaklık değerleri ile Kurtdağ sistemi olivin-spinel eşlerine yakın sıcaklık değerleri ile temsil edilmektedir (Çizelge 9.2.). Susuzdağ ürünlerinde olivinlerde kapanım olarak rastlanılan ulvöspinel-manyetit serisine yakınlık sunan Fe-Ti spinel grubu mineralleri için tutarlı bir sıcaklık (°C) tahmini gerçekleştirilememiştir.

Çizelge 9.2. Olivin – spinel eşleri, ana element oksit değerleri ile birlikte, Wan ve ark. (2008) Eşt. 3'e göre sıcaklık (°C) tahminleri.

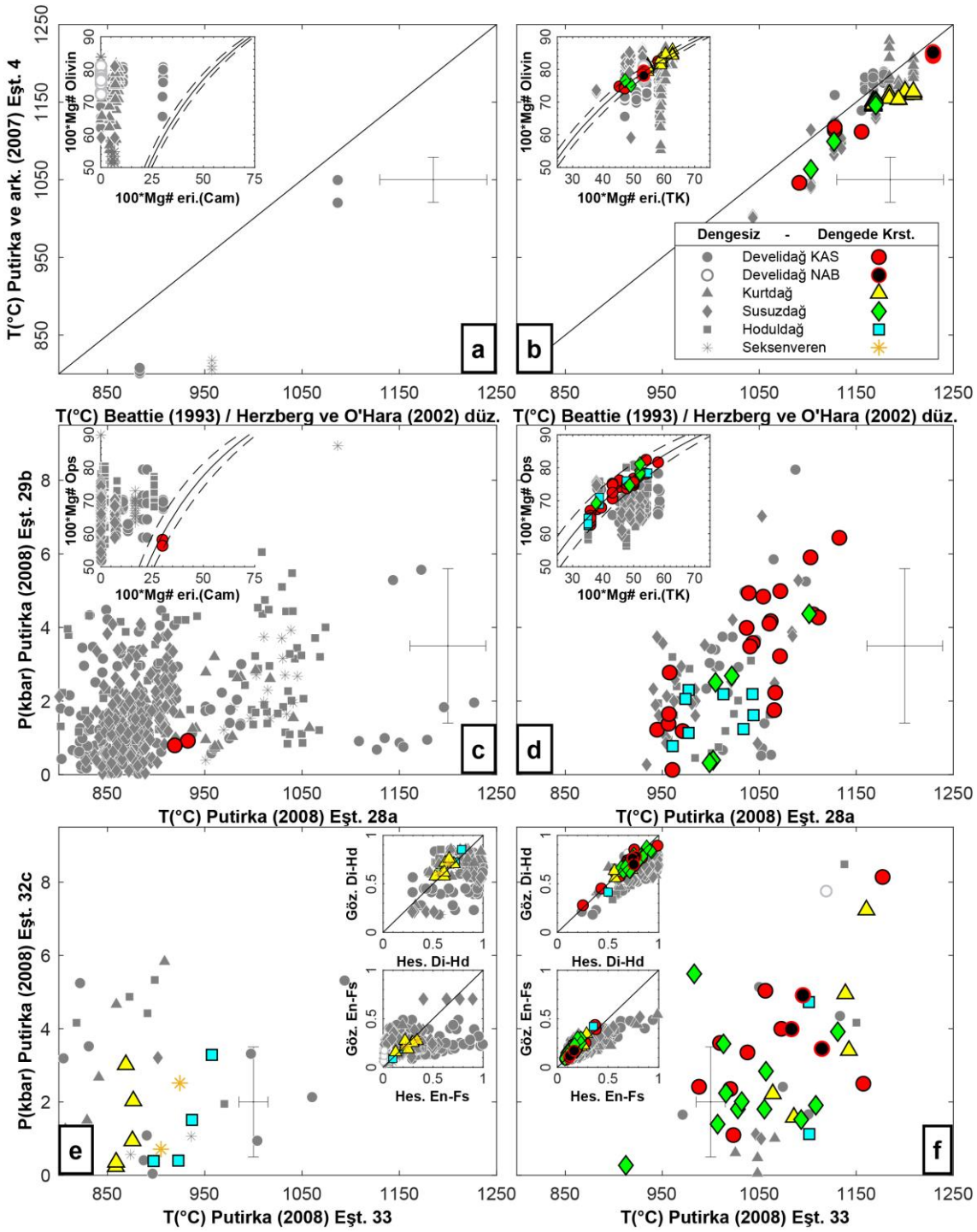
	Kurtdağ Sistemi		Susuzdağ Sistemi
	KAS BBA		KAS BBA
Örnek No.	DYK17-078		DYK17-126
Olivin Analiz No.	016	017	bg01-1
Krst. Bölge	mk.	kn.	mk.
SiO_2	39,01	37,61	39,52
TiO_2	0,00	0,03	0,06
Al_2O_3	0,07	0,05	0,05
FeO(t)	17,52	24,05	13,29
MnO	0,48	0,22	0,11
MgO	44,47	37,19	45,73
CaO	0,00	0,04	0,02
Na_2O	0,05	0,03	0,00
K_2O	0,00	0,00	0,00
Spinel Analiz No.	14	15	330
Krst. Bölge	mk.	mk.	mk.
TiO_2	1,09	1,09	1,11
Al_2O_3	30,52	29,74	25,26
Cr_2O_3	23,47	26,22	30,40
Fe_2O_3	14,88	12,24	9,58
FeO	18,32	16,95	26,75
MnO	0,45	0,00	0,45
MgO	12,61	13,39	6,32
$K_D(Al_2O_3^{ol}/Al_2O_3^{sp})$	0,0023	0,0018	0,0020
T(°C) Wan ve ark. (2008)	1306,15	1249,11	1251,77

Olivin-eriyik denge koşulunu sınamada kullanılan Fe-Mg değişim katsayısı $\left(K_D(\mathrm{Fe/Mg})^{ol-eri} = \left[X_{FeO}^{ol} \,/\, X_{MgO}^{ol}\right]/\left[X_{FeO}^{ol} \,/\, X_{MgO}^{ol}\right]\right)$, fO_2 değerinin $KFM_{ort.}$ +0,77 ($logfO_2$) olduğu varsayılarak hesaplanmıştır. Potansiyel olivin – eriyik denge aralığı ($K_D(\mathrm{Fe/Mg})^{ol-eri}$ = 0,30 ± 0,03; Roeder ve Emslie (1970)), Rhodes ve ark. (1979)'ınca sunulan ve olivin (100*Mg# ol) - eriyik (100*Mg# eri) Mg numaralarının karşılaştırıldığı bir ikili diyagram (Rhodes diyagramı) üzerinde gösterilmiştir (Şekil 9.3. a-b). Rhodes diyagramına göre, 47-64 Mg numarasına sahip konakçı tüm kayaçlar ile denge koşulunu sağlayan olivin kompozisyonları genellikle bulunduğu konakçı kayaçtaki en yüksek Fo (75-85 % mol) içeriği ile temsil edilmektedir (Şekil 9.3. b). Buna göre, maksimum forsterit (Fo) içeriğindeki olivin ile dengede olan tüm kayaçların, düşük Fo içeriğine doğru düşey (okla belirtildiği gibi) devam eden olivin – eriyik denge aralığından sapmaları, ilgili tüm kayaç grubu içerisindeki kapalı sistem farklılaşmasıyla açıklanabilir (Putirka, 2008) (Şekil 9.3. b). Buna karşılık olivinin, genellikle düşük Mg içeriğine sahip cam eşleri ile diyagramın soluna doğru denge durumundan sapma göstermeleri, ilgili mineralin eriyikten ayrılması ile açıklanır (Putirka, 2008) (Şekil 9.3. a). Olivin – eriyik termometresinde kullanılan P (kbar) girdisi, tüm kayaç grupları için klinopiroksen-eriyik barometresinden (P(kbar) Eşt. 32c; Putirka (2008)) elde edilen maksimumum P(kbar) değer ortalamasına göre NAB için 8; KAS bazalt –

bazaltik andezitler için 7; KAS andezitler için 6 kbar olarak kabul edilmiştir (Şekil 9.3. a-b). Olivin-eriyik termometresi için Beattie (1993)'nin Herzberg ve O'Hara (2002) tarafından basınç girdisi eklenmiş (düzeltmesi) eşitliği (± 55 °C TSH) ile birlikte Putirka ve ark. (2007)'nın 4. eşitliği (± 29 °C TSH) kullanılmıştır. Olivin – konakçı tüm kayaç termometresine göre yüksekten düşüğe sıcaklık değerleri neredeyse susuz (H_2O ağ.% ≤0,32) Develidağ NAB (1229-1212 °C) başta olmak üzere, görece düşük su içeriğine sahip (0,69 -1,69 H_2O ağ.%) sırasıyla Kurtdağ (1208-1153°C), Susuzdağ (1170-1063°C) ve Develidağ KAS (1155-1046°C) olarak sıralanmaktadır (Şekil 9.3.) (Çizelge 9.3.). Dengede olan olivin – T.K. eşleri için Putirka ve ark. (2007)'nın 4. eşitliğinden elde edilen sıcaklık (T°C) değerlerine karşılık Herzberg ve O'Hara (2002) düzeltmesi uygulanmış Beattie (1993)'nin olivin - eriyik termometresi sıcaklık (T°C) değerleri $\Delta_{ort.}^{T_{Eşt.4} - T_{Beattie}}$ = 32 °C olacak şekilde uyumludur (Çizelge 9.3.).

9.3.2. Ortopiroksen – Eriyik Denge ve Termobarometresi

Ortopiroksen – eriyik denge sınaması için Fe-Mg değişim katsayısına dayalı potansiyel denge aralığı ($K_D(\mathrm{Fe/Mg})^{ops-eri}$ = 0,29±0,06; Putirka (2008)), ortopiroksen – eriyik Mg numaralarının karşılaştırıldığı Rhodes diyagramı üzerinde gösterilmiştir (Putirka, 2008 ve buradaki referanslar) (Şekil 9.3.c-d). Buna göre, bulunduğu konakçı kayaç içerisinde en yüksek Mg numarası ile temsil edilen ortopiroksenler ile dengede olan konakçı tüm kayaç bileşimlerinin, düşük Mg#'ye doğru, düşey sapmaları, ilgili tüm kayaç gruplarını oluşturan magmalar için kapalı sistem farklılaşması olarak yorumlanabilir (Putirka, 2008) (Şekil 9.3.d). Buna karşılık Rhodes diyagramının soluna doğru sapma gösteren cam kompozisyonları olivin-eriyik denge durumuna benzer eğilimleri ile ortopiroksenin eriyikten ayrılması şeklinde düşünülebilir (Şekil 9.3. c). T (°C) - P(kbar) tahminleri için sulu magmalar için geliştirilmiş sırasıyla Putirka (2008)'nın 28a eşitliği (± 39 °C TSH) ile 29b eşitliği (± 2,1 kbar TSH) eşitliği tercih edilmiştir (Şekil 9.3. c-d).



Şekil 9.3. Sırasıyla, olivin (a-b), ortopiroksen (c-d), klinopiroksen (e-f), kristal kenar – cam (a,c,e), merkez – tüm kayaç (b,d,f) termobarometre sıcaklık (T °C) – basınç (P kbar) tahminleri (hata çubukları ilgili eşitliğin deneysel veri setine dayalı tahmini standart hatasına göredir; eşitlik ve denge sınamalarına ait detaylı bilgi ve referanslar metin içeresinde verilmiştir; eşt., eşitlik, göz.: gözlemlenen, hes.: hesaplanan, En-Fs: Enstatit-Ferrosillit, Di-Hd: Diyopsit-Hedenberjit).

Çizelge 9.3. Olivin – tüm kayaç eşleri, ana element oksit değerleri ve sıcaklık tahminleri (eşitliklere ait referanslar metin içerisinde verilmiştir).

	Develidağ Volkanı				Kurtdağ Sistemi		Susuzdağ Sistemi	
	NAB		KAS BBA	AN	BBA		BBA	
T.K. Örnek No.	**DYK17-074**	**DYK17-074**	**DYK17-063**	**DYK17-005**	**DYK17-077**	**DYK17-078**	**DYK17-126**	**DYK17-112**
SiO_2	48,35	48,35	51,02	58,66	55,89	56,47	52,83	53,64
TiO_2	1,88	1,88	1,13	0,78	0,86	1,10	1,14	0,96
Al_2O_3	17,63	17,63	19,09	16,25	17,45	16,32	17,00	18,29
FeO(t)	10,17	10,17	7,87	5,58	5,94	6,55	7,78	7,36
MnO	0,17	0,17	0,12	0,10	0,11	0,11	0,15	0,14
MgO	6,51	6,51	3,93	4,32	5,60	5,31	4,90	3,69
CaO	8,71	8,71	8,11	7,29	7,49	6,36	8,79	8,18
Na_2O	4,13	4,13	2,91	3,68	3,84	3,92	3,65	3,73
K_2O	0,71	0,71	0,55	1,86	1,23	1,96	1,69	1,53
Cr_2O_3	0,03	0,03	0,02	0,01	0,04	0,05	0,04	0,04
P_2O_5	0,37	0,37	0,14	0,16	0,19	0,23	0,27	0,28
H_2O	0,32	0,32	0,69	1,40	1,02	1,12	0,69	0,80
Ol Analiz No.	**bg01-1**	**bg02-9**	**bg03-3**	**bg05-1**	**bg05-17**	**016**	**bg02-5**	**bg01-4**
Krst. Bölge	**mk.**	**mk.**	**mk.**	**mk.**	**mk.**	**mk.**	**mk.**	**mk.**
SiO_2	38,74	38,18	38,07	38,88	39,91	39,01	38,45	37,80
TiO_2	0,00	0,00	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,02
Al_2O_3	0,00	0,08	0,00	0,11	0,26	0,07	0,09	0,09
FeO(t)	18,97	19,51	23,02	16,38	14,90	17,52	21,29	21,69
MnO	0,00	0,00	0,23	0,19	0,00	0,48	0,40	0,34
MgO	41,43	40,72	37,60	43,37	44,59	44,47	40,64	39,74
CaO	0,18	0,18	0,19	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
Na_2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00
K_2O	0,00	0,03	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K_D(Fe-Mg)	0,29	0,31	0,31	0,29	0,32	0,32	0,33	0,27
T(°C)[a]	1209,93	1212,01	1113,87	1111,88	1164,17	1163,73	1151,74	1099,36
T(°C)[b]	1229,25	1229,25	1127,78	1155,55	1200,38	1208,89	1170,19	1127,10

T(°C)[a]: Eşt 4 Putirka ve ark. (2007);
T(°C)[b]: Beattie (1993) Herzberg ve O'Hara (2002) düzeltmesi.

Tüm kayaç bileşimleri ile dengede olan ve genelde bulunduğu kayacın en yüksek Mg# değerlerine sahip, geniş aralıkta Mg# (Mg#*100: 60-83) ile temsil edilen ortopiroksenlerin Develidağ KAS içerisinde diğer ürünlere göre geniş aralıkta basınç (6,43 – 0,12 kbar) ve sıcaklık (1118-943 °C) değerleri ile temsil edildiği görülmektedir (Çizelge 9.4.). Buna karşılık, sırasıyla, Susuzdağ ve Hoduldağ ürünlerinde görece dar aralıkta sıcaklık (998-1101°C; 960-1043°C) ve elde edilen tüm sıcaklık tahminleri için görece düşük basınç (0,31-4,39 kbar; 0,77-2,18 kbar) değerleri sundukları görülmektedir (Şekil 9.3. d) (Çizelge 9.4.). Develidağ bazaltik ürünlerinde kısıtlı sayıda denge koşulunu sağlayan ortopiroksen kenar – cam eşleri, birbirine yakın, düşük sıcaklık değerlerine (919-932 °C) karşılık düşük basınç (0,79-0,91 kbar) değerleri sunmaktadır (Şekil 9.3. c) (Çizelge 9.4.).

Çizelge 9.4. Ortopiroksen – cam ve tüm kayaç eşleri, ana element oksit değerleri ve sıcaklık tahminleri (T (°C) – P (kbar) eşitliklerine ait referanslar metinde verilmiştir).

	Develidağ Volkanı					Hoduldağ Sistemi		Susuzdağ Sistemi	
	KAS BBA			Andezit	Dasit	Dasit		BBA	Dasit
Örnek No.	**DYK17-063-$Cam_{ort.}$**	**DYK17-038**	**DYK17-064**	**DYK17-004**	**DYK17-026**	**DYK17-092**	**DYK17-092**	**DYK17-113**	**DYK17-120**
SiO_2	58,96	54,95	55,73	60,56	63,47	56,85	56,85	53,34	65,38
TiO_2	2,18	1,36	0,80	0,79	0,65	0,81	0,81	0,99	0,40
Al_2O_3	13,04	17,38	19,43	17,11	15,77	18,92	18,92	18,29	16,64
FeO(t)	9,92	7,72	6,46	5,42	4,41	4,31	4,31	7,43	3,32
MnO	0,13	0,12	0,12	0,11	0,09	0,07	0,07	0,14	0,07
MgO	2,39	3,96	2,74	2,52	2,47	2,91	2,91	3,95	2,02
CaO	5,22	7,81	7,15	5,97	4,79	7,35	7,35	8,45	5,44
Na_2O	1,95	3,71	4,17	3,89	3,82	3,43	3,43	3,77	3,58
K_2O	2,22	1,02	0,95	2,04	2,59	1,27	1,27	1,36	1,49
Cr_2O_3	-	0,00	0,02	0,00	0,01	0,04	0,04	0,02	0,02
NiO	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H_2O	1,70	0,92	1,07	1,70	2,25	1,36	1,36	0,76	2,58
Opx Analiz No.	**bg12-8**	**bg01-1**	**bg05-1**	**bg10-5**	**bg04-5**	**bg02-1**	**bg04-11**	**bg04-5**	**bg05-9**
Krst. Bölge	**kn.**	**mk.**	**mk.**	**mk.**	**mk.**	**mk.**	**mk.**	**mk.**	**mk.**
SiO_2	37,57	53,67	52,19	54,51	53,13	54,64	53,27	53,18	56,18
TiO_2	0,04	0,44	0,17	0,78	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00
Al_2O_3	0,69	1,52	3,16	1,74	1,37	1,82	2,35	2,01	2,09
FeO(t)	35,57	0,11	0,09	0,08	0,06	0,06	0,06	0,10	0,05
MnO	0,43	0,23	0,22	0,02	0,42	0,02	0,33	0,37	0,01
MgO	25,77	25,02	25,34	25,78	26,80	27,57	27,76	25,93	29,67
CaO	0,70	1,72	1,60	1,52	0,96	1,37	1,18	1,44	0,60
Na_2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K_2O	0,02	0,09	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
K_D(Fe-Mg)	0,33	0,33	0,29	0,29	0,32	0,33	0,33	0,32	0,25
T(°C)	919,24	1105,66	1060,47	1061,78	1036,99	1044,04	1043,03	1101,48	1021,69
P (kbar)	0,79	4,36	4,11	4,17	3,99	1,61	2,19	4,37	2,68

9.3.3. Klinopiroksen – Eriyik Denge ve Termobarometresi

Klinopiroksen – eriyik eşleri için Fe-Mg değişim katsayısına dayalı denge sınamasının yeterliliği üzerine tam bir fikir birliği olmadığından (örn. Rhodes ve ark., 1979; Putirka, 2008; Putirka ve ark., 2009; Mollo ve ark., 2013) belirli bir basınç ve sıcaklıkta eriyik ile dengede olduğu varsayılan, hesaplanan (hes.) klinopiroksen bileşenleri (diyopsit-hedenberjit, Di-Hd; enstatit-ferrosillit, En-Fs f.b.a.) ile gözlemlenen (göz.) klinopiroksen bileşenlerinin 1:1 doğrusu üzerinde uyumlarına (ΔDi-$Hd^{hes.-göz} \leq 0,1$, ΔEn-$Fs^{hes.-göz.} \leq 0,1$) dayalı denge sınaması uygulanmıştır (örn. Mollo ve ark., 2013; Pelullo ve ark., 2022) (Şekil 9.3. e-f). Sıcaklık – basınç tahminleri için sırasıyla, Yadeyit-DiHd değişimine dayalı Putirka (2008)'nın 33. Eşitliği (± 42 °C TSH) ile klinopiroksen – eriyik arasındaki Al paylaşımına dayalı 32c Eşitliği (± 1.5 kbar TSH) kullanılmıştır (Şekil 9.3. e-f).

Çizelge 9.5. Klinopiroksen kenar – cam eşleri, ana element oksit değerleri ve sıcaklık T (°C) – basınç P(kbar) tahminleri (ort: ortalama).

	Hoduldağ Sistemi		Kurtdağ Sistemi			Seksenveren Sist.	
	KAS Dasit		KAS Bazalt-Bazaltik Andezit			KAS Dasit	
Cam Örnek No.	DYK17-092-ort.02		DYK17-078-ort.	DYK17-100-ort.01	DYK17-100-ort.02	DYK17-136-ort.	
SiO_2	63,87	63,87	67,47	68,83	66,01	65,44	65,44
TiO_2	1,26	1,26	1,83	1,35	1,06	1,45	1,45
Al_2O_3	13,55	13,55	12,32	12,65	12,77	12,58	12,58
FeO(t)	5,37	5,37	4,34	2,98	2,67	4,79	4,79
MnO	0,09	0,09	0,06	0,10	0,24	0,05	0,05
MgO	1,06	1,06	0,20	0,16	0,11	0,54	0,54
CaO	3,52	3,52	1,01	1,21	1,43	2,83	2,83
Na_2O	3,81	3,81	1,94	1,81	2,07	2,68	2,68
K_2O	1,65	1,65	5,64	4,44	4,20	2,59	2,59
H_2O	2,86	2,86	3,53	4,03	3,88	3,36	3,36
Kpk Analiz No.	bg01-4	bg04-14	bg04-14	04	03	bg04-14	03
Krst. Bölge	kn.	kn.	kn.	mikro krst.	mikro krst.	kn.	mikro krst.
SiO_2	53,94	52,90	52,90	54,08	51,88	52,90	51,88
TiO_2	0,57	0,19	0,19	0,46	0,94	0,19	0,94
Al_2O_3	2,01	2,32	2,32	2,77	3,04	2,32	3,04
FeO(t)	9,31	8,81	8,81	10,52	12,05	8,81	12,05
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	14,88	15,57	15,57	13,72	14,18	15,57	14,18
CaO	19,96	19,22	19,22	17,25	17,12	19,22	17,12
Na_2O	0,06	0,08	0,08	0,23	0,09	0,08	0,09
K_2O	0,01	0,11	0,11	0,57	0,22	0,11	0,22
DiHd Hes.	0,72	0,67	0,71	0,61	0,61	0,66	0,56
EnFs Hes.	0,21	0,22	0,23	0,30	0,22	0,23	0,34
DiHd Göz.	0,72	0,70	0,70	0,58	0,62	0,70	0,62
EnFs Göz.	0,19	0,22	0,22	0,25	0,28	0,22	0,28
T (°C)	922,92	936,89	858,64	875,70	858,90	904,97	924,45
P (kbar)	0,40	1,51	0,24	0,94	0,36	0,71	2,52

Klinopiroksen kenar / mikro kristal (ϕ<100μm) – cam eşleri sırasıyla, Hoduldağ, Seksenveren ve Kurtdağ ürünlerinde görece düşük sıcaklık (858-957°C)-basınç (0,23-3,28 kbar) değerleri sunmaktadır (Şekil 9.3. e) (Çizelge 9.5.). Klinopiroksen merkez-tüm kayaç eşleri farklı volkanik bölgeler için birkaç sapma dışında, görece geniş aralıkta, azalan sıcaklığa (917-1177 °C) karşı azalan basınç (0,27-8,14 kbar) değerleri sergilemektedir (Şekil 9.3. f) (Çizelge 9.6.). KAS'da sırasıyla, Kurtdağ ve Develidağ bölgelerine ait tüm kayaç-klinopiroksen eşleri, benzer basınç (1,58-7,24 kbar; 1,09-8,14 kbar) – sıcaklık (1063-1160 °C; 987-1177 °C) değer aralıkları sergilemektedir (Şekil 9.3. f). Buna karşılık, Susuzdağ KAS bazaltik ve andezitik ürünlerine ait klinopiroksenler genelde dağınık ve görece düşük sıcaklık (912-1130 °C) – basınç (0,27-5,49 kbar) dağılımına sahiptir (Şekil 9.3. f) (Çizelge 9.6.). Develidağ NAB ürünlerine ait klinopiroksenlerin KAS'a göre kısıtlı aralıkta sıcaklık (912-1130 °C) – basınç (0,27-5,49 kbar) değerleri ile temsil edildikleri görülmektedir (Şekil 9.3. f).

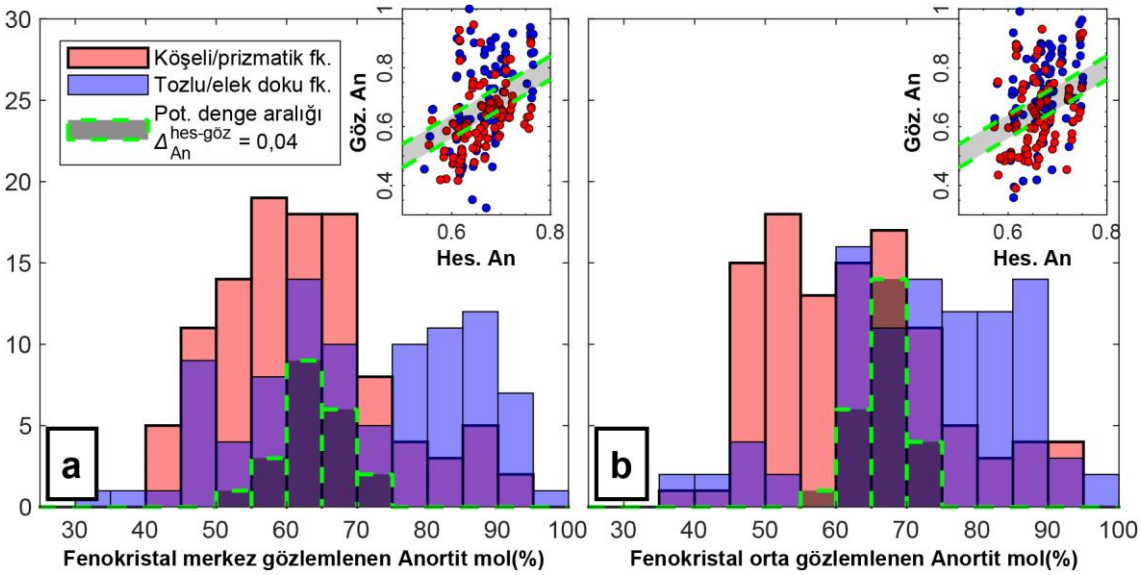
Çizelge 9.6. Temsili, klinopiroksen merkez – tüm kayaç eşleri, ana element oksit değerleri ve sıcaklık T (°C) – basınç P (kbar) tahminleri.

	Develidağ Volkanı				Hoduldağ Sistemi	Kurtdağ Sistemi		Susuzdağ Sistemi
	NAB		KAS BBA	Andezit	Dasit	KAS BBA		BBA
T.K. Örnek No.	DYK17-074	DYK17-074	DYK17-008	DYK17-024	DYK17-092	DYK17-095	DYK17-095	DYK17-126
SiO_2	48,35	48,35	53,28	60,80	56,85	53,60	53,60	52,83
TiO_2	1,88	1,88	0,96	0,70	0,81	1,01	1,01	1,14
Al_2O_3	17,63	17,63	16,00	16,84	18,92	17,21	17,21	17,00
FeO(t)	10,17	10,17	6,26	4,88	4,31	6,71	6,71	7,78
MnO	0,17	0,17	0,09	0,08	0,07	0,11	0,11	0,15
MgO	6,51	6,51	5,41	3,22	2,91	5,38	5,38	4,90
CaO	8,71	8,71	10,50	5,80	7,35	8,56	8,56	8,79
Na_2O	4,13	4,13	2,89	3,87	3,43	3,63	3,63	3,65
K_2O	0,71	0,71	0,88	1,97	1,27	1,25	1,25	1,69
H_2O	0,32	0,32	0,85	1,77	1,36	0,80	0,80	0,69
Kpk Analiz No.	bg05-1	bg04-3	03	bg04-15	bg01-3	bg03-9	04	05
Krst. Bölge	mk.	mk.	mk.	mk.	mk.	mk.	mk.	mk.
SiO_2	50,41	49,74	51,71	54,22	52,65	51,64	50,33	51,25
TiO_2	2,12	2,31	1,13	0,25	0,00	0,15	2,10	0,91
Al_2O_3	3,85	4,12	1,96	1,60	4,74	5,22	2,97	3,03
FeO(t)	9,00	9,06	11,58	8,83	6,60	9,01	14,13	10,85
MnO	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,26	0,00
MgO	12,50	12,73	14,21	14,89	16,21	14,56	12,74	14,22
CaO	21,50	21,08	18,08	20,58	19,04	18,71	17,06	18,24
Na_2O	0,12	0,12	0,15	0,08	0,30	0,19	0,22	0,21
K_2O	0,22	0,10	0,03	0,00	0,00	0,00	0,10	0,14
DiHd Hes.	0,78	0,74	0,67	0,72	0,62	0,64	0,56	0,67
EnFs Hes.	0,11	0,12	0,16	0,13	0,15	0,23	0,20	0,17
DiHd Göz.	0,78	0,76	0,69	0,76	0,64	0,62	0,63	0,68
EnFs Göz.	0,10	0,12	0,24	0,16	0,22	0,23	0,27	0,23
T (°C)	1083,18	1095,07	1157,33	1020,11	1101,17	1138,81	1160,49	1130,99
P (kbar)	3,99	4,91	2,50	2,35	4,73	4,96	7,24	3,92

9.3.4. Plajiyoklaz – Eriyik Denge ve Termobarometresi

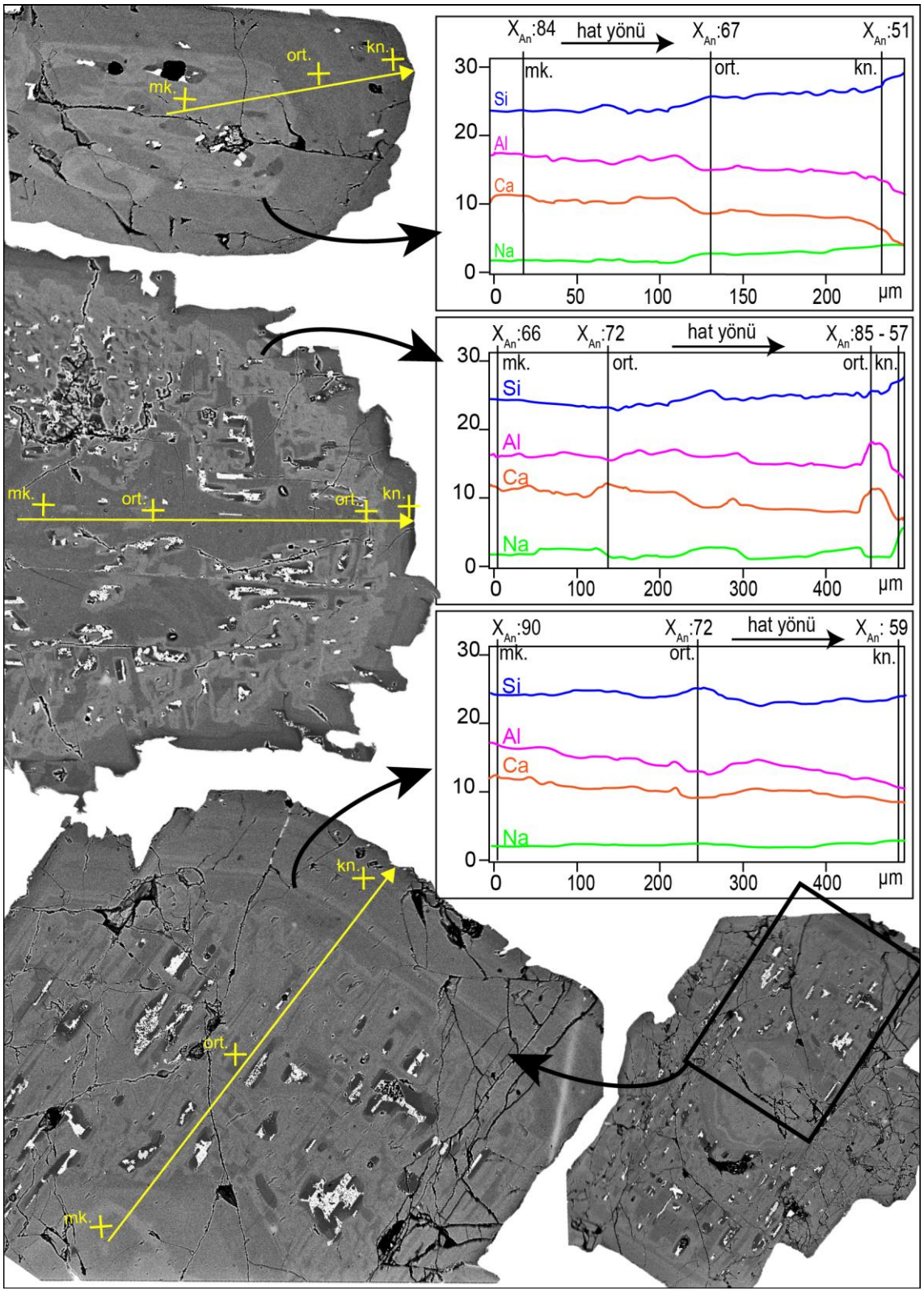
Plajiyoklaz – eriyik eşleri için An-Ab değişim katsayısına ($K_D(\mathrm{An}-\mathrm{Ab})^{pl-eri} = X_{Ab}^{pl}\, X_{AlO_{1,5}}^{eri}\, X_{CaO}^{eri} / X_{An}^{pl}\, X_{NaO_{0,5}}^{eri}\, X_{SiO_2}^{eri}$) dayalı denge koşulu sınaması yerine, klinopiroksen – eriyik denge sınamasında olduğu gibi, Putirka (2008)'in plajiyoklaz – eriyik eşleri için önerdiği, belirli basınç ve sıcaklık koşulunda eriyik bileşimi ile dengede olduğu varsayılan, hesaplanan (hes.) plajiyoklaz bileşenleri (An, anortit; Ab, Albit) ile gözlemlenen (göz.) plajiyoklaz bileşenlerinin 1:1 doğrusu üzerinde uyumlarına ($\Delta An_{Pl}^{\mathrm{hes.-göz}} \leq 0{,}04$, $\Delta Ab_{Pl}^{\mathrm{hes.-göz}} \leq 0{,}04$) dayalı potansiyel denge sınaması kullanılmıştır (Şekil 9.6. a-b). Potansiyel denge koşulunda olsa dahi, plajiyoklaz barometresi tahminlerinin ancak farklı mineral – eriyik eşitliklerinden üretilmiş, bağımsız basınç tahminleri, mevcut olduğunda

kullanılması önerildiğinden (Putirka, 2008), denge koşulu için hesaplanan ve gözlemlenen plajiyoklaz bileşenleri için denklik şartı ($\Delta An - \Delta Ab_{Pl}^{\text{hes.}-\text{göz}} \leq 0{,}04$) aranmıştır (Çizelge 9.7.,Çizelge 9.8.). Buna göre, KAS'da yaygın, kompleks zonlu, tozlu-elek dokulu plajiyoklazların anortitçe zengin (> X_{An} 75 mol %) merkez veya orta bileşimleri, tüm kayaç ile denge koşulundan çoğunlukla uzaktır (Şekil 9.4.). Görece düşük anortit (<X_{An} 75 mol %) bileşenine sahip başta prizmatik köşeli fenokristaller ile X_{An} 55-75 için tozlu/elek doku sunan plajiyoklaz fenokristalleri tüm kayaç bileşimleri ile dengededir (Şekil 9.4. ve Şekil 9.5.).



Şekil 9.4. Dengesizlik emareleri taşıyan plajiyoklaz ve köşeli/prizmatik plajiyoklaz fenokristallerinin merkez(a)/orta(b) – tüm kayaç denge dağılımları.

Plajiyoklaz – eriyik denge sıcaklık – basınç tahminleri için sırasıyla, Putirka (2008)'nın 24a Eşitliği (± 36 °C TSH) ve 25a Eşitliği (± 2,5 kbar TSH) kullanılmıştır. Plajiyoklaz kenar / mikro kristal (ϕ<100µm) – cam eşleri kısıtlı aralıkta sıcaklığa karşı dağınık basınç değerleri göstermektedir (Şekil 9.6. a). Buna göre, yüksekten düşüğe T – P sırasıyla, NAB (1043 °C – 5,47 kbar), KAS Develidağ (1020 °C – 2,45 kbar), Susuzdağ (975 °C – 5,37 kbar), Hoduldağ (987 °C – 1,1 kbar), Seksenveren (946 °C – 1,8 kbar) ve Kurtdağ (883°C – 1,9 kbar) şeklinde sıralanmaktadır (Şekil 9.6. a) (Çizelge 9.7.). Plajiyoklaz merkez – tüm kayaç eşleri, volkanik bölgeler içerisinde genelde belirli bölgede kümelenmiş, geniş aralıkta, azalan sıcaklığa (1052-1222°C) karşı azalan basınç (2,57-9,17 kbar) değerleri sergilemektedir (Şekil 9.6. b) (Çizelge 9.8).



Şekil 9.5. Tozlu/elek dokulu plajiyoklaz fenokristallerinde SEM – BSD görüntüsü üzerinde sarı hat boyunca, farklı kristal bölgeleri için X_{An} (mol %) ve Na, Al, Ca, Si elementleri kütlece % değişimleri. Kapanımlar için parlak beyaz – koyu gri renkler sırasıyla cpx ± Fe-Ti oksit ve camı temsil eder (ölçek element değişim diyagramlarında sarı hat için verilmiştir).

Develidağ NAB tüm bölgeler arasında en yüksek basınç değerleri (8,59-9,17 kbar) ile birlikte genelde yüksek sıcaklık (1194-1216 °C) değerleri sergilerken; KAS'da sırasıyla, Develidağ ve Susuzdağ, benzer basınç (2,5-7,5 kbar; 3,1-6,95 kbar) – sıcaklık (1052-1223 °C; 1067-1185 °C) değer aralıkları ile genelde farklı noktalarda gruplanmış, dağınık sıcaklık – basınç grafiği sunmaktadır (Şekil 9.6. b). Sırasıyla, Kurtdağ ve Hoduldağ ürünlerine ait plajiyoklaz – tüm kayaç eşlerinin ayrı sıcaklık (1149-1157°C; 1067-1120°C) – basınç (4,85-5,87 kbar; 3,1-5,1 kbar) aralıkları boyunca farklı bölgelerde kümelendikleri görülmektedir (Şekil 9.6. b) (Çizelge 9.8).

9.3.5. Plajiyoklaz Doygunluk Termometresi

Putirka (2008)'nın 24a Eşitliği (± 36 °C TSH) ile elde edilen plajiyoklaz – eriyik dengesine dayanan sıcaklık değerleri, plajiyoklazın belirli bir basınçta eriyikten kristalleşmesi gereken doygunluk sıcaklığı (T(°C) Pl. Doy.; ± 38 °C TSH, Putirka (2008) Eşt. 26) değerleri ile karşılaştırılmıştır (Şekil 9.6. a-b) (Çizelge 9.7.,Çizelge 9.8.). Doygunluk sıcaklığı ile plajiyoklaz – eriyik termometresinden elde edilen sıcaklık tahminlerinin uyumu potansiyel denge koşulunun sınamada kabul edilen bir diğer göstergedir (Putirka, 2008). Buna göre her iki sıcaklık değeri kabul edilebilir, düşük sapma değerleri ile 1:1 doğrusu üzerinde uyumludur ($\Delta T_{pl-cam\ ort.}^{\text{doy T.}-\text{hes T.}} = 26{,}4\ ^{\circ}\text{C}$, $\Delta T_{pl-TK\ ort.}^{\text{doy T.}-\text{hes T.}} = 19{,}6\ ^{\circ}\text{C}$) (Şekil 9.6. a-b) (Çizelge 9.7., Çizelge 9.8.). Her iki termometre için, basınç girdisi olarak klinopiroksen – eriyik barometresinden elde edilen maksimum basınç değer ortalamaları kullanılmıştır (tüm kayaç – cam, sırasıyla NAB, 7 – 5; KAS bazalt – bazaltik andezitler, 6 – 4,5; andezitler, 5 – 4 ve dasitler, 4 – 3 kbar).

9.3.6. İki-Piroksen Denge ve Termobarometresi

İki-piroksen eşleri denge koşulunu sınamada, klinopiroksen (cpx) – ortopiroksen (opx) Fe-Mg değişim katsayısına $\left(K_D(\text{Fe/Mg})^{kps-ops} = \left[X_{FeO}^{kps} \,/\, X_{MgO}^{kps}\right] / \left[X_{FeO}^{ops} \,/\, X_{MgO}^{ops}\right]\right)$ dayalı potansiyel denge aralığı ($K_D(\text{Fe/Mg})^{kps-ops}$ = 1,09±0,14), iki-piroksen eşlerinin Mg# (Mg#*100) karşılaştırıldığı Rhodes diyagramı üzerinde gösterilmiştir (Şekil 9.6. c).

Çizelge 9.7. Temsili, plajiyoklaz kenar / mikrokristal – cam eşleri, ana element oksit değerleri ve sıcaklık T (°C) – basınç P (kbar) tahminleri.

	Develidağ Volkanı				Hoduldağ	Kurtdağ Sistemi		Susuzdağ	Seksenveren
	NAB	KAS BBA		Andezit	Dasit	BBA		Andezit	Dasit
Cam Örnek No.	**DYK17-074-ort.**	**DYK17-063-ort.**	**DYK17-063-ort.**	**DYK17-039-ort.02**	**DYK17-092-ort.02**	**DYK17-100-ort.01**	**DYK17-100-ort.01**	**DYK17-127-ort.**	**DYK17-136-ort.**
SiO_2	64,33	58,96	58,96	62,84	63,87	68,83	68,83	64,06	65,44
TiO_2	0,18	2,18	2,18	0,24	1,26	1,35	1,35	0,12	1,45
Al_2O_3	20,22	13,04	13,04	18,44	13,55	12,65	12,65	17,27	12,58
FeO(t)	0,61	9,92	9,92	0,83	5,37	2,98	2,98	0,92	4,79
MnO	0,17	0,13	0,13	0,04	0,09	0,10	0,10	0,16	0,05
MgO	0,00	2,39	2,39	0,00	1,06	0,16	0,16	0,00	0,54
CaO	2,63	5,22	5,22	1,71	3,52	1,21	1,21	2,35	2,83
Na_2O	6,89	1,95	1,95	6,89	3,81	1,81	1,81	3,46	2,68
K_2O	3,42	2,22	2,22	3,65	1,65	4,44	4,44	6,71	2,59
H_2O (ağ.%)[a]	2,39	1,70	1,70	2,59	2,86	4,03	4,03	2,78	3,36
Pl Analiz No.	**bg03-3**	**bg01-6**	**05**	**bg06-11**	**03**	**03**	**04**	**bg06-6**	**bg02-12**
Krst. Bölge	**kn.**	**kn.**	**mikro krist.**	**kn.**	**mikro krist.**	**mikro krist.**	**mikro krist.**	**kn.**	**kn.**
SiO_2	51,68	56,38	56,63	55,50	57,88	54,87	54,63	50,25	55,89
TiO_2	0,32	0,53	0,11	0,00	0,39	0,00	0,08	0,00	0,44
Al_2O_3	28,63	26,86	26,80	28,44	23,98	27,27	27,46	31,90	26,43
FeO(t)	0,91	1,03	0,98	0,38	1,35	1,15	1,19	0,61	0,67
MnO	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00
MgO	0,00	0,04	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,03	0,00
CaO	13,54	11,18	10,67	11,59	8,51	10,81	11,45	15,17	10,74
Na_2O	3,13	4,20	4,17	4,01	4,69	4,23	4,16	1,93	4,39
K_2O	0,54	0,46	0,39	0,53	0,55	0,55	0,52	0,25	0,45
An Hes.	0,65	0,56	0,56	0,57	0,47	0,57	0,58	0,83	0,54
Ab Hes.	0,27	0,40	0,41	0,34	0,46	0,38	0,38	0,16	0,39
An Göz.	0,68	0,58	0,57	0,60	0,48	0,57	0,58	0,80	0,56
Ab Göz.	0,29	0,39	0,40	0,37	0,48	0,40	0,38	0,18	0,41
T (°C)	1043,40	1065,58	1063,88	993,19	988,56	872,34	873,60	975,64	946,79
T (°C) Pl. Doy.	1056,98	1024,83	1024,83	1019,84	959,31	881,61	881,61	1003,03	920,57
P (kbar)	5,48	0,86	0,91	2,43	1,09	1,88	1,71	5,38	1,81
H_2O (ağ.%)[b]	2,68	1,70	1,74	2,32	3,38	3,69	3,69	3,47	3,67

T (°C), Eşt. 24a Putirka (2008);
T (°C) Pl. Doy., plajiyoklaz doygunluk termometresi Eşt. 26 Putirka (2008);
H_2O (ağ.%)[a], Hollocher (2004);
H_2O (ağ.%)[b], Plajiyoklaz higrometresi Eşt. 25b Putirka (2008).

İki piroksen sıcaklık – basınç tahminleri için enstatit – ferrosillit paylaşımında dayalı sırasıyla, Putirka (2008)'nın 36. (Mg# cpx > 0,7 için) ve 37. (Mg# cpx < 0,75 için) Eşitlikleri (± 45 °C TSH) ile 39. eşitliği (± 2,8 kbar TSH) kullanılmıştır. İki piroksen eşleri, birlikte bulunduğu bölgelere ait volkanik ürünler için farklı uç T (°C) aralıklarına karşılık benzer aralıkta P (kbar) değerleri ile temsil edilir (Şekil 9.6. c). (Çizelge 9.9.). Buna göre geniş aralıkta sıcaklık değişimine (50-200°C) karşı basınç değerleri, KAS Develidağ (919-1196 °C; 0,21-6,32 kbar), Susuzdağ (918-1057 °C; 0,36-6,79 kbar) ve Seksenveren (993-1044 °C; 1,58 - 4,58 kbar) için ani azalma eğilimi göstermektedir (Şekil 9.6. c) (Çizelge 9.9.).

Çizelge 9.8. Temsili, plajiyoklaz merkez / orta – tüm kayaç eşleri, ana element oksit değerleri ve sıcaklık T (°C) – basınç P (kbar) tahminleri.

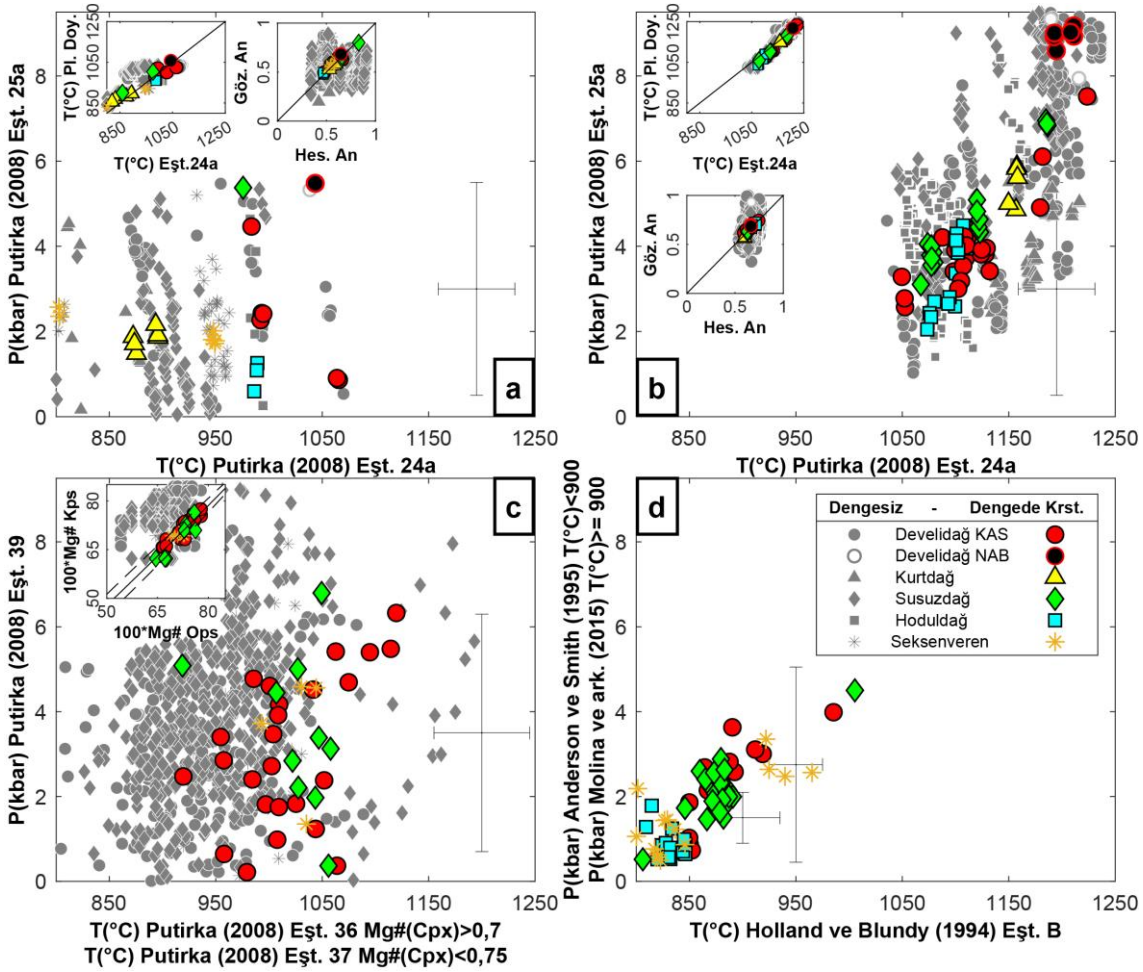
	Develidağ Volkanı				Hoduldağ	Kurtdağ Sistemi		Susuzdağ Sist.	
	NAB	KAS BBA	Andezit	Dasit	Dasit	BBA		BBA	Andezit
T.K. Örnek No.	**DYK17-074**	**DYK17-064**	**DYK17-038**	**DYK17-026**	**DYK17-083**	**DYK17-077**	**DYK17-077**	**DYK17-112**	**DYK17-125**
SiO_2	48,35	55,73	54,95	63,47	60,46	55,89	55,89	53,64	61,84
TiO_2	1,88	0,80	1,36	0,65	0,58	0,86	0,86	0,96	0,61
Al_2O_3	17,63	19,43	17,38	15,77	18,07	17,45	17,45	18,29	16,97
FeO(t)	10,17	6,46	7,72	4,41	4,53	5,94	5,94	7,36	4,50
MnO	0,17	0,12	0,12	0,09	0,09	0,11	0,11	0,14	0,10
MgO	6,51	2,74	3,96	2,47	1,61	5,60	5,60	3,69	2,16
CaO	8,71	7,15	7,81	4,79	5,35	7,49	7,49	8,18	4,93
Na_2O	4,13	4,17	3,71	3,82	3,55	3,84	3,84	3,73	3,74
K_2O	0,71	0,95	1,02	2,59	2,34	1,23	1,23	1,53	2,87
H_2O (ağ.%)[a]	0,32	1,07	0,92	2,25	1,87	1,02	1,02	0,80	2,00
Pl Analiz No.	**bg03-1**	**bg05-16**	**bg02-2**	**bg03-12**	**bg03-4**	**bg03-1**	**bg03-8**	**bg01-4**	**bg01-1**
Krst. Bölge	**mk.**	**mk.**	**ort.**	**mk.**	**mk.**	**mk.**	**ort.**	**mk.**	**mk.**
SiO_2	52,92	52,40	54,63	54,36	51,80	55,24	55,00	52,24	53,93
TiO_2	0,00	0,38	0,00	0,00	0,29	0,29	0,00	0,12	0,00
Al_2O_3	29,92	28,99	28,49	27,46	30,83	28,63	28,30	29,75	29,28
FeO(t)	0,47	1,08	1,02	0,57	0,22	0,30	0,38	0,56	0,64
MnO	0,00	0,10	0,18	0,16	0,00	0,31	0,00	0,00	0,14
MgO	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	13,83	14,16	12,20	11,17	15,13	12,01	10,89	14,24	11,86
Na_2O	3,15	3,15	3,34	4,25	2,60	3,95	4,24	2,63	3,67
K_2O	0,35	0,45	0,39	0,41	0,35	0,44	0,39	0,40	0,43
An Hes.	0,69	0,68	0,62	0,56	0,71	0,61	0,60	0,70	0,63
Ab Hes.	0,30	0,24	0,29	0,43	0,27	0,36	0,37	0,21	0,34
An Göz.	0,69	0,69	0,65	0,58	0,75	0,61	0,57	0,73	0,62
Ab Göz.	0,29	0,28	0,32	0,40	0,23	0,36	0,40	0,24	0,35
T (°C)	1194,77	1181,80	1179,57	1052,56	1110,34	1156,90	1158,20	1186,65	1076,28
T (°C) Pl. Doy.	1210,42	1181,11	1162,97	1026,04	1093,52	1145,50	1149,04	1189,75	1059,57
P (kbar)	8,59	6,11	4,91	2,57	3,95	4,86	5,61	6,84	3,79
H_2O (ağ.%)[b]	0,27	1,67	1,08	2,83	2,82	1,56	1,62	1,08	2,63

T (°C), Eşt. 24a Putirka (2008);
T (°C) Pl. Doy., plajiyoklaz doygunluk termometresi Eşt. 26 Putirka (2008);
H_2O (ağ.%)[a], Hollocher (2004);
H_2O (ağ.%)[b], Plajiyoklaz higrometresi Eşt. 25b Putirka (2008).

9.3.7. Amfibol – Plajiyoklaz termometresi ve barometresi

Amfibol – plajiyoklaz kenar mineral eşleri için potansiyel kristalleşme sıcaklıkları, kalsik-amfibollerin farklı formül alanlarında bulunan Na, Ca, Al içeriği ve Ca-plajiyoklazların Ab-An % mol içerikleri üzerinden hesaplama gerçekleştiren edenit - rihterit termometresi (Eşt. B; ±32 °C TSH; Holland ve Blundy (1994)) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tahmini sıcaklık değerlerine göre 900 °C'den düşük sıcaklıklar için amfibol – plajiyoklaz arasındaki Al paylaşımına dayalı Anderson ve Smith (1995)'in barometresi (± 0,6 kbar TSH), 900 °C'den yüksek sıcaklık değerleri için Molina ve ark. (2015)'ın amfibol – plajiyoklaz barometre eşitliği (± 2,3 kbar TSH) kullanılmıştır.

Buna göre Develidağ (0,73-3,98 kbar, 845-985°C) ve Susuzdağ (0,51-4,5 kbar, 806-1054 °C) bölgeler arasında, görece yüksek sıcaklık - basınç değerleri ile temsil edilmektedir (Şekil 9.6. d). Buna karşılık Hoduldağ ve Seksenveren sistemlerinin dasitik ürünlerinde gözlemlenen amfibol-plajiyoklaz eşleri, sırasıyla, 0,52-1,78 kbar; 0,49-3,35 kbar değerleri ile birbirine yakın ve görece düşük basınç değerlerine karşılık, sırasıyla, 809-846°C ve 800-965 °C ile görece düşük sıcaklık değerleri ile temsil edilir (Şekil 9.6. d) (Çizelge 9.10.).



Şekil 9.6. Plajiyoklaz kenar/mikro kristal – cam (a), merkez – tüm kayaç (b) termobarometresi, plajiyoklaz doygunluk termometresi ve higrometresi, iki piroksen kenar – kenar (c) ve amfibol – plajiyoklaz kenar – kenar (d) termobarometresi tahminleri ve denge sınama diyagramları (hata çubukları ilgili eşitliğin deneysel veri setine dayalı tahmini standart hata değerine göredir; eşitlik ve denge sınamalarına ait detaylı bilgi ve referanslar metin içeresinde verilmiştir).

Çizelge 9.9. Temsili, klinopiroksen – ortopiroksen eşleri, ana element oksit değerleri ile sıcaklık T (°C) – basınç P (kbar) tahminleri.

	Develidağ Volkanı				Susuzdağ Sist.		Seksenveren Sist.	
	KAS BBA		Andezit	Dasit	Andezit	Dasit	Dasit	
Örnek No.	**DYK17-064**	**DYK17-038**	**DYK17-005**	**DYK17-023**	**DYK17-127**	**DYK17-117**	**DYK17-136**	**DYK17-136**
Cpx Analiz No.	**bg03-2**	**bg01-4**	**bg02-4**	**bg01-4**	**bg05-4**	**bg03-6**	**bg01-2**	**bg01-2**
SiO_2	54,80	51,74	53,32	53,23	51,97	54,89	52,16	52,16
TiO_2	0,00	1,15	1,07	0,21	1,60	0,40	0,55	0,55
Al_2O_3	1,74	3,09	1,54	3,09	1,93	4,03	2,44	2,44
FeO(t)	13,20	9,60	8,97	9,55	11,02	12,32	11,43	11,43
MnO	0,30	0,08	0,00	0,35	0,00	0,07	0,32	0,32
MgO	15,88	15,01	15,73	14,91	15,10	11,40	14,44	14,44
CaO	15,48	19,34	19,89	20,56	19,17	16,15	18,63	18,63
Na_2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04
K_2O	0,00	0,12	0,03	0,00	0,19	0,38	0,00	0,00
Opx Analiz No.	**bg05-6**	**bg01-2**	**bg01-4**	**bg03-2**	**bg02-4**	**bg04-12**	**bg03-4**	**bg02-8**
SiO_2	53,03	55,20	54,62	53,25	54,63	51,26	53,67	51,83
TiO_2	0,26	0,00	0,61	0,52	0,00	0,07	0,25	0,22
Al_2O_3	1,17	0,91	1,67	0,94	1,22	3,89	1,60	1,82
FeO(t)	19,81	17,20	13,77	16,42	17,03	19,88	18,61	18,31
MnO	0,47	0,42	0,00	0,12	0,18	0,86	0,24	0,72
MgO	23,00	26,12	27,07	25,87	25,73	22,44	23,26	24,44
CaO	1,95	1,34	2,04	1,18	1,45	1,30	1,68	1,71
Na_2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K_2O	0,09	0,00	0,17	0,15	0,00	0,17	0,00	0,16
$Kd(Fe\text{-}Mg)^{cpx\text{-}opx}$	0,96	0,97	1,12	1,01	1,10	1,22	0,99	1,06
Mg#*100 cpx	0,68	0,74	0,76	0,74	0,71	0,62	0,69	0,69
Mg#*100 opx	0,68	0,73	0,78	0,74	0,73	0,68	0,69	0,73
T(°C)	1114,39	1008,58	1043,83	996,95	1026,99	1057,85	1030,49	993,14
P (kbar)	5,48	3,92	1,24	1,81	5,00	3,13	4,59	3,72

Çizelge 9.10. Temsili, amfibol – plajiyoklaz eşleri ve T (°C) – P(kbar) tahminleri.

	Develidağ Volkanı				Hoduldağ	Susuzdağ Sist.		Seksenveren Sist.	
	Andezit		Dasit		Dasit	Andezit	Dasit	Dasit	
Örnek No.	**DYK17-004**	**DYK17-004**	**DYK17-026**	**DYK17-026**	**DYK17-097**	**DYK17-125**	**DYK17-117**	**DYK17-114**	**DYK17-114**
Amp Analiz No.	**bg03-5**	**bg09-2**	**bg03-16**	**bg10-2**	**bg03-8**	**bg01-2**	**bg06-12**	**bg04-12**	**bg03-8**
SiO_2	41,57	42,19	45,69	44,84	45,92	43,49	41,35	44,80	47,32
TiO_2	4,02	2,76	2,69	1,91	0,30	3,23	2,05	1,06	1,69
Al_2O_3	10,49	12,78	9,34	8,70	8,88	10,34	14,10	8,82	9,22
FeO(t)	12,44	11,19	13,80	12,87	12,31	13,82	12,46	13,77	12,10
MnO	0,15	0,00	0,17	0,00	0,41	0,10	0,11	0,48	0,15
MgO	13,81	14,62	14,18	14,53	15,51	13,56	14,09	13,94	14,40
CaO	11,08	11,99	11,52	9,82	9,88	10,89	10,78	10,24	9,57
Na_2O	1,61	1,80	1,67	1,69	1,29	1,81	2,16	2,15	2,64
K_2O	0,99	0,39	0,74	0,37	0,15	0,92	0,80	0,59	0,37
H_2O	1,99	2,05	2,08	1,99	2,00	2,03	2,04	1,99	2,06
Pl Analiz No.	**bg03-6_3**	**bg09-13**	**bg01-8_7**	**bg01-8**	**bg02-9_10**	**bg05-15_7**	**bg07-12_5**	**bg04-6_13**	**bg04-15_3**
SiO_2	53,44	55,95	55,94	55,94	51,33	52,79	55,19	54,44	58,70
Al_2O_3	30,34	26,05	28,75	28,75	29,86	29,86	29,41	29,30	26,58
FeO(t)	0,28	0,65	0,59	0,59	0,29	0,46	0,63	0,43	0,58
MnO	0,00	0,00	0,14	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00
CaO	13,41	10,31	11,47	11,47	14,68	13,53	11,10	11,68	8,19
Na_2O	2,34	4,04	3,96	3,96	2,85	2,68	3,98	3,45	5,38
K_2O	0,29	0,70	0,40	0,40	0,36	0,40	0,48	0,19	0,63
Ab	23,53	39,61	37,47	37,47	25,42	25,75	38,17	34,43	52,13
An	74,55	55,89	60,05	60,05	72,44	71,72	58,82	64,35	43,87
T(°C)	985,37	878,88	911,77	892,41	846,26	1005,43	883,03	924,86	801,49
P (kbar)*	3,98[a]	1,97[b]	3,11[a]	2,58[b]	0,86[a]	4,50[b]	2,63[a]	2,64[b]	2,18[a]

P(kbar)[a]: Anderson ve Smith (1995);
P(kbar)[b]: Molina ve ark. (2015)

10. TARTIŞMA

Sultansazlığı Havzası kenarı Miyo-Pliyosen volkanik ürünlerine ait petrografik, mineralojik ve jeokimyasal veri ışığında muhtelif sayısal modelleme teknikleri kullanarak havza kenarı magmalarının, farklılaşma süreçlerini, termo-dinamik evrimlerini ve ana magmaların oluşumlarında etkili olan dinamik süreçlerin petrolojik açıdan tartışılması amaçlanmaktadır.

10.1. Magmatik Farklılaşma Süreçleri

KAS magmalarında, SiO_2 ve K_2O'nun doğrusal artışına karşılık MgO, Al_2O_3, TiO_2, CaO, Fe_2O_3 gibi ana element oksitlerde gözlenen genel azalma eğilimi, Ca-plajiyoklaz, olivin, piroksen ve oksit grubunun fraksiyonel kristalleşmesi (FK; Bowen (1915)) şeklinde değerlendirilebilir (Toplis ve Carroll, 1995; Gertisser ve Keller, 2003; Peccerillo ve ark., 2006; Putirka ve ark., 2009). Silis (ort. SiO_2 70,23 ağ. %) ve potasyumca zengin (K_2O ort. 4,91 ağ. %) hamur oranının farklılaşmış ürünlere doğru artması ve mineral – cam eşlerinin nadiren denge koşulunu sağlıyor olmaları, ilksel fazların eriyikten ayılmış olması (FK) ile açıklanır (Marsh, 1988; Vernon, 2004; Putirka ve ark., 2009). SiO_2'ye karşı TiO_2'nin bazaltik ürünlerde ani zenginleşmesi, farklılaşmış ürünlere doğru ise azalma eğilimi sergilemesi, yüksek Ti içeren, ulvöspinel ve rombohedral oksit grubu minerallerin genellikle düşük sıcaklıklarda (<1100°C), yüksek oksidasyon koşullarında, neredeyse solidus evresindeki doygunlukları ile açıklanabilir (Toplis ve Carroll, 1995; Venezky ve Rutherford, 1999). Artan SiO_2'ye karşı MgO'nun ani azalması, buna karşılık Ca ve Fe'nin doğrusal azalma eğilimi sunmaları, olivin, piroksen ve Fe-Ti spinel gibi görece yüksek sıcaklık fazlarının daha ilksel ürünlerde fraksiyonlanması ile açıklanabilir (örn. Sisson ve Grove, 1993; Neumann ve ark., 1999; Grove ve ark., 2003) (Şekil 8.1.). Sırasıyla, minerallerin eriyikten ayrılması ve kapalı sistem fraksiyonlanması olarak yorumlanan (Roeder ve Emslie, 1970; Putirka, 2008 ve buradaki referanslar), eriyiğin minerale göre veya minerallerin belirli bir kayaç grubuna göre, MgO başta olmak üzere, diğer uyumlu elementlerce (örn., CaO, FeO) fakirleşmesi, artan silise karşı ana element oksitlerin çoğunda (örn., CaO, FeO, TiO_2) gözlenen doğrusal azalma eğilimini açıklamaktadır.

Artan SiO_2 ve toplam alkalilere (Na+K) karşı CaO ile Al_2O_3'ün çoğunlukla doğrusal azalışı, anortitçe zengin Ca-plajiyoklaz (An_{80-70}) fraksiyonlanması ile ilişkilendirilmektedir (örn. Sellés ve ark., 2022). Na_2O ve P_2O_5 bileşimlerinin artan SiO_2'ye karşı belirgin bir eğilim sunmamalarının, bu elementlerin düşük sıcaklıkta kristal yapısına katılmaya daha uyumlu olmaları ile açıklanabilir (örn., Na-Plajiyoklaz, Cpx için Na bileşeni, Apatit) (Mollo ve Hammer, 2017).

Varsayılan fraksiyonlanma oranları ve mineral bileşimlerindeki değişimlere göre kapalı sistem fraksiyonel kristalleşme (FK) sürecinin KAS magmalarının ana element oksit değişimlerine olası etkilerini açıklamak için en küçük kareler kütle dengesi hesaplaması kullanılmıştır (Bryan ve ark., 1969) (Şekil 8.1.). FK boyunca, eriyik bileşimleri kristalleşmekte olan fazların bileşimlerine göre, kristalleşen fazların bileşimleri de içinde bulunduğu konakçı eriyik bileşimine göre sürekli değişmektedir. Buna göre gerçeğe yakın hesaplama üretebilmek için KAS'daki her bir kayaç grubunun en ilksel (her bir kayaç grubu için düşük SiO_2, yüksek Mg# ve düşük Zr ve Th) örnekleri başlangıç eriyik bileşimleri olarak, her bir kayaç grubunda bulunan mineral merkez bileşimlerinin ortalama değerleri ise, bazı istisnalar dışında (en yüksek veya en düşük değerler), fraksiyonlanan mineral bileşimleri olarak kullanılmış ve kademeli hesaplama yöntemi benimsenmiştir (örn. Çubukçu ve ark., 2012; Sellés ve ark., 2022). Başlangıç bileşimleri, KAS'da bazaltik ürünlerden dasite kadar kesintisiz bir seri olarak tüm kayaç gruplarını içeren Develidağ ürünleri içinden belirlenmiştir (Çizelge 10.1.).

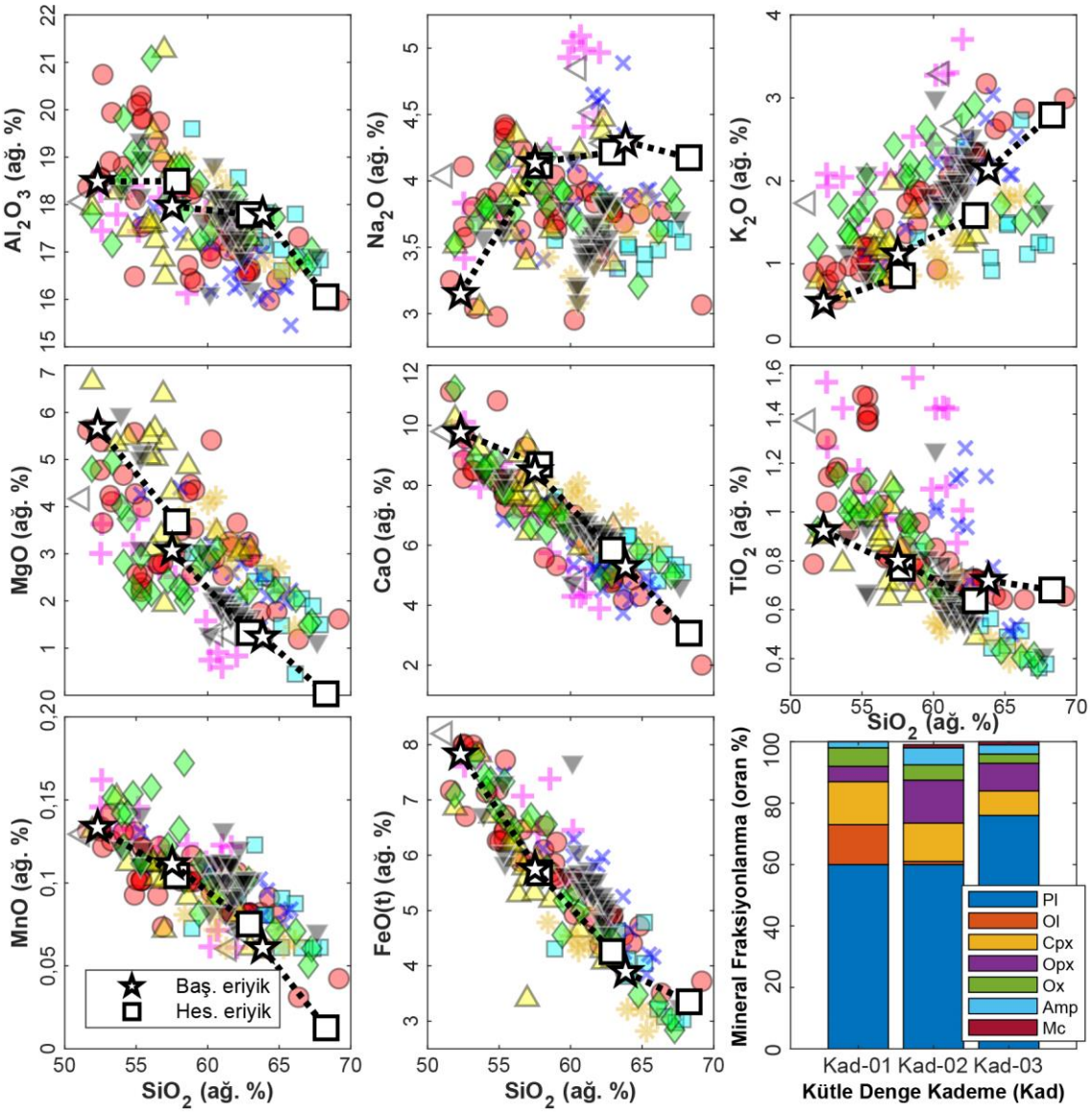
Fraksiyonel kristalleşme ile doğal bileşimlere yaklaşımda bulunulması hedeflenen ana element oksit değişimi, bazalttan – andezite, artan SiO_2'ye karşı CaO, MnO, $FeO_{(t)}$'de doğrusal azalma, MgO ve TiO_2'de ani azalış, Al_2O_3'de yatay, toplam alkalilerde ise ani artış şeklindedir (Şekil 10.1.). Andezit – dasit arasındaki farklılaşma eğilimi, K_2O'da görece yüksek artış buna karşılık Na_2O'da yatay değişim, diğer oksitlerde bazalt-andezit arasındaki değişime benzerdir (Şekil 10.1.). Son olarak dasitten en yüksek silis içeriğine sahip ürünlere kadar, Na_2O'da ve Al_2O_3'de azalma dışında andezit – dasit arasındaki değişime benzer farklılaşma eğilimleri hedeflenmektedir (Şekil 10.1.)

Doğal bileşimlerdeki ana element oksit değişimlerine benzer farklılaşma eğilimleri, başlıca plajiyoklaz (%60-60-76) ve iki piroksen (cpx, %14-13-8; opx, %5-14-9) olmak üzere, ilksel ürünlerde olivin (%13-1-0), tüm ürünlerde düşük – orta miktarda Fe-Ti oksit (%6-5-3), düşük oranda amfibol (%2-6-3) ve tali olarak mikanın (%0-1-1) kademeli fraksiyonlanması (%39-33-29) boyunca tutarlı (<0,1 $\sum R^2$) toplam en küçük kare değerleri ile modellenmiştir (Çizelge 10.1.).

Çizelge 10.1. En küçük kareler ($\sum R^2$) – kütle denge hesaplamalarında her bir kademe için mineral oranları, mineral bileşimleri, başlangıç ve hesaplanan eriyik bileşimlerine ait ana element oksit değerleri ("(y)" ve "(d)" olarak belirtilmiş ana element oksit değerleri dışında kullanılan mineral bileşimleri kristal merkez, ortalama değerleridir).

FK Kütle Denge Kademe - I										
		SiO_2	**TiO_2**	**Al_2O_3**	**FeO_t**	**MgO**	**CaO**	**Na_2O**	**K_2O**	**MnO**
Başlangıç Eriyik (C0)	**OTP003[a]**	52,31	0,92	18,49	7,83	5,67	9,76	3,15	0,53	0,13
Plajiyoklaz	60%	45,94[d]	0,09	29,37	0,73	0,23	13,80	2,64	0,00[d]	0,02
Olivin	13%	39,19	0,04	0,05	23,44	37,08	0,11	0,00	0,01	0,53[y]
Klinopiroksen	14%	53,10	0,42	2,98	7,63	15,71	20,12	0,01	0,09	0,04
Ortopiroksen	5%	53,61	0,44	1,40	17,29	24,90	1,67	0,00	0,05	0,58[y]
Fe-Ti Oksit	6%	0,77	16,22	1,82	92,34[y]	1,58	0,07	0,09	0,04	1,03[y]
Amfibol	2%	42,70	2,57	12,51	11,17	14,49	11,49	2,17	0,43	0,03
$\sum R^2$	5E-29									
Hesaplanan Eriyik (Cl)	61% F	57,83	0,77	18,49	5,68	3,68	8,69	4,12	0,86	0,10
FK Kütle Denge Kademe - II										
		SiO_2	**TiO_2**	**Al_2O_3**	**FeO_t**	**MgO**	**CaO**	**Na_2O**	**K_2O**	**MnO**
Başlangıç Eriyik (C0)	**DYK17-039**	57,51	0,80	17,96	5,75	3,07	8,48	4,14	1,12	0,11
Plajiyoklaz	60%	48,52[d]	0,11	28,55	0,43	0,00	17,37[y]	6,38[y]	0,12[d]	0,04
Olivin	1%	38,11	0,04	0,07	23,35	37,58	0,05	0,00	0,02	0,58[y]
Klinopiroksen	13%	53,68	0,33	2,22	7,73	14,06[d]	20,81	0,02	0,07	0,07
Ortopiroksen	14%	53,68	0,25	1,05	18,91	24,44	1,29	0,00	0,04	0,86[y]
Fe-Ti Oksit	5%	0,57	16,62	0,73	78,44	1,44	0,10	0,33	0,05	0,30
Amfibol	6%	42,82	2,49	11,23	11,65	14,61	10,99	2,23	0,45	0,12
Mika	1%	46,45	2,24	11,26	10,40	17,45	0,23	0,44	5,09[d]	0,18
$\sum R^2$	1E-32									
Hesaplanan Eriyik (Cl)	67% F	62,90	0,64	17,79	4,26	1,33	5,84	4,22	1,58	0,08
FK Kütle Denge Kademe - III										
		SiO_2	**TiO_2**	**Al_2O_3**	**FeO_t**	**MgO**	**CaO**	**Na_2O**	**K_2O**	**MnO**
Başlangıç Eriyik (C0)	**DYK17-010**	63,84	0,72	17,79	3,89	1,24	5,28	4,30	2,14	0,06
Plajiyoklaz	76%	55,19	0,06	28,23	0,47	0,00	11,30	5,95[y]	0,55	0,05
Klinopiroksen	8%	53,85	0,08	1,65	7,62	15,15	20,99	0,00	0,08	0,24[y]
Ortopiroksen	9%	53,94	0,15	1,21	17,30	25,55	1,18	0,00	0,02	1,10[y]
Fe-Ti Oksit	3%	1,18	22,39	1,29	73,04	0,95	0,08	0,26	0,05	0,55
Amfibol	3%	47,45	1,65	7,08	12,91	15,20	10,33	2,01[y]	0,63	0,19
Mika	1%	41,97	2,96	11,41	11,85	18,82	0,03	0,68[y]	8,91	0,32
$\sum R^2$	1E-30									
Hesaplanan Eriyik (Cl)	71% F	68,28	0,68	16,05	3,35	0,03	3,07	4,17	2,79	0,01

(a), KAS için ilksel başlangıç eriyik bileşimi Aluç ve ark. (2020)'dan alınmıştır.
(y), en yüksek değer
(d), en düşük değer



Şekil 10.1. Başlangıç eriyik (Baş.) bileşimleri ve kütle denge yöntemi ile hesaplanan eriyik bileşimlerinin (Hes.) örnekler ile birlikte ana element oksit değişimleri ve her bir kademede uygulanan fraksiyonlanma oranları (semboller Şekil 8.1.'deki gibidir).

Anortit oranına göre plajiyoklaz, CaO'nun tüketilme oranını arttırırken toplam alkalilerin ve Al_2O_3'ün genel olarak zenginleşmesini sağlar (Şekil 10.1.). Olivin ilksel ürünlerde Mg'nin ani tüketilmesinden sorumludur (Şekil 10.1.). Olivinde tefroyit bileşeninin düşük veya neredeyse olmaması (≤ 0,59 Tf ort. mol %) Mn'nin doğrusal azalışında ortopiroksen ve Fe-Ti oksit fraksiyonlanmasının etkisini göstermiştir (Şekil 10.1.). Fe içeriğinin bazalttan dasite doğrusal azalması, olivin, Fe-Ti oksitler başta olmak üzere, farklılaşmış ürünlere doğru piroksen etkisinde

gerçekleşir (Şekil 10.1.). Farklılaşmış ürünlerde Na_2O'nun düze yakın, kısmi azalma eğilimi sunması amfibol, mika ve daha çok albit bileşince zengin plajiyoklaz fraksiyonlanması ile açıklanır (Şekil 10.1.). Doğal bileşimlerde, farklılaşmış ürünlere doğru SiO_2'ye karşı K_2O'da, doğrusal olmayan artış ile TiO_2'de doğrusal azalma eğiliminin altında fakirleşme (örn. Susuzdağ), Ti içeren fazların fraksiyonel kristalleşmesi ile kabuk asimilasyonunun etkisi şeklinde yorumlanabilir (Pearce ve Norry, 1979; Hildreth ve Moorbath, 1988).

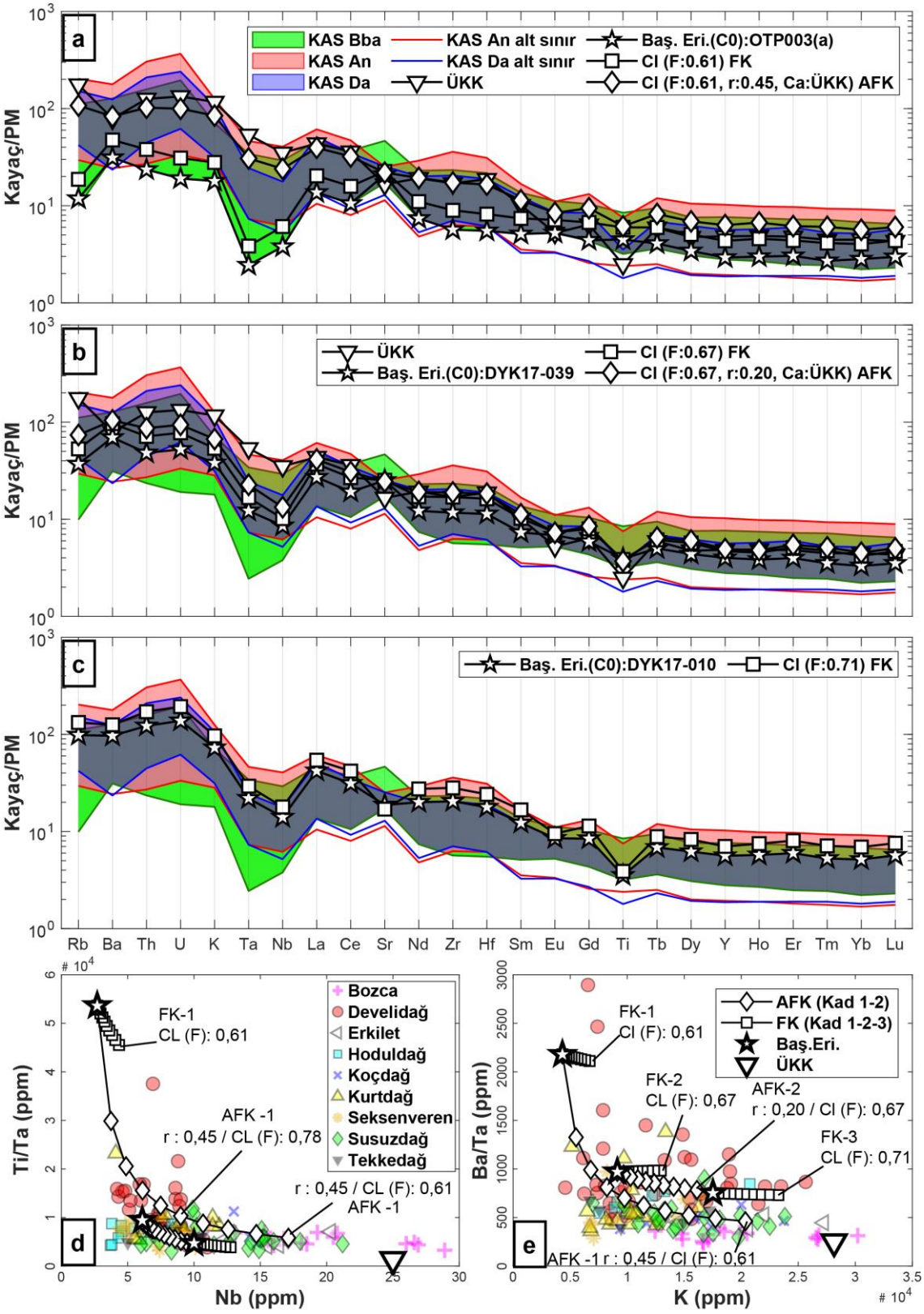
Artan silise karşı Al_2O_3, K_2O, MgO ve TiO_2 gibi ana element oksitler (Şekil 10.1.) ile Sr, Yb, Eu, Th ve Nb gibi iz elementlerdeki doğrusal olmayan, ani yükselmeler veya azalmalar (Şekil 8.2.). kristalleşen fazlardaki değişikliklerin yansıra yan kayaç asimilasyonu veya magma karışımı (Anderson, 1976) olarak adlandırılan bazı açık sistem farklılaşma süreçlerine işaret etmektedir (bazı örnekler, Gerlach ve Grove, 1982; Storey ve ark., 1989; Bradshaw ve Smith, 1994; Deniel ve ark., 1998; Francalanci ve ark., 2013; Sarjoughian ve ark., 2017). KAS'ın görece ilksel bazaltik ürünlerinde (örn., Develidağ, Kurtdağ bölgeleri bazalt-bazaltik andezitler) ve farklılaşmış ürünlerde bazı bölgeler için (örn., Seksenveren, Hoduldağ) HREE'nin ($[HREE]_{(ort.)}$ 9xKN; ort. kondrit Nakamura (1974)) kısmen tükenmesi (Şekil 10), magma evrimi süresince piroksen grubu ve oksitlerin ayrılmasını doğrulamaktadır (Norman, 1998; Cox, 2013). Sr^{+2}'nin daha çok orta anortit (An_{60-70}) içeriğine sahip plajiyoklazda tutulmaya yatkın olması ve örneklerin plajiyoklaz baskın doğası, pozitif Sr anomalisinden (Şekil 8.2.) sorumlu olabilir (Ewart ve Taylor, 1969). Ayrıca, Sr pozitif anomalisinde farklılaşmış ürünlere doğru baskılanma ile Ba ve Eu'daki hendekler, magmatik farklılaşmada plajiyoklaz fraksiyonlanmasının etkisini göstermektedir (Singer ve ark., 1995). Orta ila yüksek-K KAS ürünlerinde, Th, Rb, Ba, Zr ve La'nın hızlı zenginleşmesi (Şekil 8.2.) yan kayaç asimilasyonu ve fraksiyonel kristalizasyon gibi farklılaşma süreçlerine işaret eder (Rollinson, 1993; Niu, 2004). Eu ve Yb'nin dasitik ürünlerde tüketilmesi, amfibol, plajiyoklaz ve mika fraksiyonlanmasının etkisi olarak değerlendirilir (Şekil 8.2.) KAS çoklu iz element diyagramları, LILE'in sistematik olarak zenginleşmesi ile Th, U ve K arasındaki belirgin "kambur" desenleri ile karakteristiktir (örn., Deniel ve ark., 1998) (Şekil 8.3.).

Fraksiyonel kristalizasyon ve devamındaki magma ayrışması, normalize edilmiş çoklu iz element desenlerinin sol tarafa doğru daha fazla zenginleşmesinde sorumlu olabilir (Pearce, 1982; Davies ve ark., 1989; Wilson, 1989). Bununla birlikte, kontaminasyon süreçleri de çoklu iz element diyagramlarında Nb, Ta, P ve Ti hendeklerinin oluşumunu sağlayabilir (Hans Wedepohl, 1995; Rudnick ve Gao, 2003; Rabayrol, 2018). Sırasıyla Ti, Yb ve Tb, Y'de tükenmiş desenlere karşılık Ba ve Hf arasındaki değişken oranda zenginleşme, kabuksal malzeme katılımı için kanıt olabilir, ancak etkilerin aktif kıtadaki dalan levhanın yitiminden kaynaklı farklılaşmış manto kaynağı özelliklerinden ayırt edilmesi güçtür (örn., Pearce, 1983; Harris ve ark., 1986; Pearce ve ark., 1990; Aldanmaz ve ark., 2000). Fraksiyonel kristalleşme (FK) ve yan kayaç asimilasyonu fraksiyonel kristalleşme (AFK) olarak adlandırılan ve genellikle bazalttan dasite farklılaşmış magma serilerinin oluşumu ile ilişkilendirilen, (bazı örnek çalışmalar, Allègre ve Minster, 1978; DePaolo, 1981; Bacon ve Druitt, 1988; Hildreth ve Moorbath, 1988; Annen ve ark., 2005; Deering ve Bachmann, 2010 ve buradaki referanslar) farklılaşma süreçlerinin, kalk-alkalen serinin bazalttan dasite değişen kesintisiz magma serisi olarak gözlenmesine olan olası etkileri göz ardı edilemez. Buna karşılık yüksek Ni, Cr, Mg# ve görece düz LILE, pozitif HFSE desenleri ile NAB magmaları KAS'tan farklı ana ve iz element karakteristikleri sunmaktadır. NAB'ın görece yüksek Sc, Zr, Yb ve Eu değerleri plajiyoklaz, klinopiroksen ve hamurda intersiyel sfen ile açıklanabilir. Buna karşılık, Rb ve Th'de, nötr veya negatif anomaliler, nispeten yüksek Zr/Nb (~20) ve La/Yb_{KN} (~3,5) bolluğu, fraksiyonel kristalizasyon veya farklı derecelerde açık sistem süreçleri ile açıklanamaz (Pearce, 1983; Kürkcüoglu, 2010; Di Giuseppe ve ark., 2018).

En küçük kareler kütle denge hesaplamaları her bir kayaç grubu için farklı oranda, çoğunlukla doğal örneklerdeki ortalama mineral bileşimleri için başlıca Ca-plajiyoklaz (%60-76), düşük ve değişken (%1-14) oranda klinopiroksen, ortopiroksen, Fe-Ti oksit grubu, amfibol, ± olivin ve ± mika fraksiyonlanması ile doğal bileşimlerin ana element oksit değişimini açıklar. İz element değişimlerinin de, kapalı sistem fraksiyonlanması ile açıklanıp açıklanamayacağı ve bazı ana element oksitlerde gözlenen kabuksal kirlenme emarelerinin (doğrusal olmayan K zenginleşmesi ve Ti fakirleşmesi) varlığını sınamak için iz element hesaplamaları (FK, AFK) gerçekleştirilmiştir.

İz element modelleri kütle denge hesaplamalarında test edilmiş mineral oranları ve başlangıç bileşimleri üzerinden, her bir kayaç grubu ve ilgili minerale göre yayınlanmış eriyik değişim katsayıları (KD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Çizelge 10.2.). Tanımlı ilksel başlangıç bileşiminden itibaren ana element oksit değişimleri için varsayılan mineral fazlarının %39 (F: 0,61) fraksiyonlanması ve %45 (r:0,45) ortalama üst kıtasal kabuk bileşimindeki malzemenin ($ÜKK_{ort.}$ Taylor ve McLennan (1995)) asimilasyonu andezitik ürünlerin üst sınırına ve kısmen dasitik ürünlerin alt sınırına yakın, benzer paralel iz element desenleri sunar (Şekil 10.2. a) (Çizelge 10.2.). Dasitik ürünlerin, LILE'ce zenginleştirilmiş iz element desenleri, LILE için birkaç istisna dışında, kademe-II için tanımlı mineral fazlarının andezitik başlangıç bileşiminden itibaren %33 fraksiyonlanması (kademe-II) ve %20 (r:0,2) üst ortalama kıtasal kabuk eklenmesi ile sağlanır (Şekil 10.2. b). Son olarak dasitik bir başlangıç bileşiminden, tanımlı fazların, %29'luk fraksiyonlanması KAS için primitif mantoya göre normalize edilmiş en zengin iz element desenlerine yakın iz element desenleri oluşturabilir (Şekil 10.2. c).

FK – AFK hesaplamaları, KAS örnekleri arasında primitif mantoya en yakın iz element karakteristiklerine sahip bir başlangıç kompozisyonundan (OTP003[(a)]; Aluç ve ark. (2020), genellikle sistematik olarak zenginleşen iz element desenlerinin oluşumunda, kütle denge hesaplamasında tanımlı mineral fazlarının kademeli fraksiyonlanması (%39-29) ve ortalama üst kıtasal kabuk bileşenin değişken oranlarda (%45-20) asimilasyonunun etkisini göstermektedir (Şekil 10.2.). Hesaplanan eriyik bileşimlerinin, Ti/Ta karşı Nb ile Ba/Ta karşı K değişimleri (Şekil 10.2. d-e), Sultansazlığı Havzası Miyo-Pliyosen ürünleri içinde kuzeyde bulunan, ortalama üst kıtasal kabuk bileşimine yakın bileşime sahip, Susuzdağ, Bozca, Erkilet (KAS) sistemlerine ait ürünlerin olası kıtasal kabuk asimilasyonundan diğer bölgelere göre daha fazla oranda etkilenmiş olabileceklerini göstermektedir. Hesaplanan eriyik bileşimlerine göre primitif mantoya göre normalize edilmiş çoklu iz element desenlerinde belirgin Nb-Ta hendeklerine karşılık yataya yakın iz element karakteristiklerine sahip, özellikle Develidağ, Kurtdağ ve Koçdağ (Sultansazlığı Havzası güney) ürünlerinin AFK gibi açık sistem süreçlerinden görece daha az oranda etkilenmiş oldukları söylenebilir (Şekil 10.2. d-e).



Şekil 10.2. Başlangıç eriyikten (C0) itibaren, FK (Kad. 1-2-3, a-b-c) - AFK (Kad. 1-2, a-b) ile hesaplanan (Cl) çoklu iz element diyagramları (a-c) ile Ti/Ta-Nb ve Ba/Ta-K (ppm) ikili iz element değişim diyagramları (d-e).

Çizelge 10.2. Her bir kademe için (kad., 1-2-3) FK – AFK iz element hesaplamaları boyunca ilgili mineral türü için kullanılan paylaşım katsayıları (KD), mineral oranları, başlangıç (C0) – hesaplanan eriyik (Cl) ve AFK için asimile olan materyale (ÜKK; Taylor ve McLennan (1995)) ait iz element bileşimleri (kd değerlerinde üst simge parantez içindeki numaralar dipnotta ilgili kd'nin alındığı referansa aittir, referanslar kaynaklar bölümüne eklenmiştir, Kd değerleri Ho, Tb, Tm haricinde ilgili kayaç grubuna (bazalt-bazaltik andezit – andezit – dasit) göre seçilmiştir).

	Kademe – 1 39 % FK - AFK (r:045) OTP003[a]									
	C0	**Ca**	**FK Cl**	**AFK Cl**	**Pl**	**Ol**	**Cpx**	**Opx**	**Ox**	**Amp**
Rb	7,50	112,00	20,68	68,21	0,1[8]	0,0098[1]	0,031[1]	0,022[1]	0,11[16]	0,4[25]
Ba	218,00	550,00	448,80	580,97	0,23[1]	0,0099[1]	0,026[1]	0,013[1]	-	0,0996[6]
Th	2,00	10,70	4,31	8,69	0,01[1]	0,0001[8]	0,03[1]	0,0002[18]	0,1[16]	0,5[23]
U	0,40	2,80	1,11	2,09	0,01[1]	0,002[1]	0,04[1]	0,0005[18]	0,11[16]	0,1[23]
K	4317	28141	9509	20364	0,17[1]	0,0068[1]	0,038[1]	0,014[1]	0,045[19]	-
Ta	0,10	2,20	0,61	1,26	0,05[12]	0,065[12]	0,013[1]	0,0025[14]	1[1]	0,19[29]
Nb	2,70	25,00	7,21	17,12	0,01[1]	0,01[1]	0,005[1]	0,15[1]	0,4[1]	0,21[29]
La	9,40	30,00	17,17	27,12	0,19[3]	0,0067[3]	0,056[3]	0,0008[14]	2[1]	0,2[25]
Ce	18,70	64,00	34,50	57,05	0,12[2]	0,0069[2]	0,15[2]	0,02[2]	1,9[1]	0,29[25]
Sr	441,20	350,00	492,50	461,64	1,36[1]	0,014[1]	0,06[1]	0,04[1]	-	0,5[25]
Nd	10,00	26,00	16,89	26,18	0,081[2]	0,0066[2]	0,31[2]	0,03[2]	1,9[1]	0,8[25]
Zr	63,40	190,00	129,96	193,83	0,048[1]	0,012[1]	0,1[1]	0,18[1]	0,1[1]	0,3[25]
Hf	1,70	5,80	3,15	5,09	0,051[1]	0,013[1]	0,263[1]	0,06[14]	3[1]	0,5[23]
Sm	2,27	4,50	3,85	5,05	0,067[2]	0,0066[2]	0,5[2]	0,05[2]	1,7[1]	2[25]
Eu	0,88	0,88	1,37	1,42	0,34[2]	0,0068[2]	0,51[2]	0,05[2]	1,2[1]	1,3[23]
Gd	2,63	3,80	4,45	5,62	0,063[2]	0,0077[2]	0,61[2]	0,09[2]	0,018[16]	0,509[27]
Ti	5363	2980	7809	7341	0,04[1]	0,02[1]	0,4[1]	0,1[1]	7,5[1]	1,6[25]
Tb	0,44	0,64	0,64	0,89	0,06[8]	0,0015[8]	0,61[2]	0,054[14]	1,5[1]	1,3[23]
Dy	2,52	3,50	4,07	5,08	0,055[2]	0,0096[2]	0,68[2]	0,15[2]	0,3[17]	1,52[30]
Y	13,30	22,00	21,12	28,70	0,034[1]	0,0036[9]	0,9[1]	0,18[1]	0,2[1]	0,9[25]
Ho	0,49	0,80	0,84	1,10	0,011[7]	0,05[7]	0,44[7]	0,1[14]	0,017[16]	1,5[13]
Er	1,46	2,30	2,32	2,95	0,063[2]	0,011[2]	0,65[2]	0,23[2]	-	3[25]
Tm	0,20	0,33	0,32	0,45	0,036[8]	0,0015[8]	0,449[11]	0,071[15]	1,7[1]	-
Yb	1,39	2,20	2,18	2,78	0,067[2]	0,014[2]	0,62[2]	0,34[2]	1,5[1]	2[25]
Lu	0,22	0,32	0,32	0,45	0,06[2]	0,016[2]	0,56[2]	0,42[2]	0,023[9]	2,1[13]
Oranlar (%)	45,00%	61,00%	-	60,00%	13,00%	14,00%	5,00%	3,50%	4,00%	

Mineral – eriyik bölümlenme katsayıları, Ho, Tb, Tm ve Ti gibi istisnalar dışında, kayaç grubuna göre seçilmiştir.
C0: Başlangıç bileşimi, Ca: Taylor ve McLennan (1995)'den ÜKK ort.,
FK Cl: FK sonrası eriyik fraksiyonu, AFK Cl AFK sonrası eriyik fraksiyonu.
Ol:Olivin, Opx:Ortopiroksen, Cpx:Klinopiroksen, Pl:Plajiyoklaz, Ox:Fe-Ti Oksit, Amp: Amfibol, Mc:Mika

1	Rollinson (1993)'dan derleme	17	Reid (1983)
2	Arth (1976)	18	Salters ve Longhi (1999)
3	Fujimaki ve ark. (1984)	19	Okamoto (1979)
4	Pearce ve Norry (1979)	20	Luhr ve ark. (1984)
5	Gill (1981)	21	Aigner-torres ve ark. (2007)
6	Philpotts ve Schnetzler (1970)	22	Gallahan ve Nielsen (1992)
7	Paster ve ark. (1974)	23	Dostal ve ark. (1983)
8	McKenzie ve O'Nions (1991)	24	Ewart ve ark. (1973)
9	Nielsen ve ark. (1992)	25	Ronov ve Yaroshevsky (1976)
10	Bacon ve Druitt (1988)	26	Matsui ve ark. (1977)
11	Zack ve Brumm (1998)	27	Schnetzler ve Philpotts (1970)
12	Dunn ve Sen (1994)	28	EarthRef.org'dan ortalama değer
13	Green ve Pearson (1987)	29	Green ve ark. (1993)
14	Green ve ark. (2000)	30	Sisson (1994)
15	Adam ve Green (2006)	31	Brenan ve ark. (1995)
16	Lemarchand ve ark. (1987)	32	Higuchi ve Nagasawa (1969)

Çizelge 10.2. Devam ediyor.

Kademe - 2 %33 FK ve AFK (r:0,2) DYK17-039											
	C0	**Ca**	**FK Cl**	**AFK Cl**	**Pl**	**Ol**	**Cpx**	**Opx**	**Ox**	**Amp**	**Mc**
Rb	23,50	112,00	33,68	46,76	0,053[6]	0,01[1]	0,013[6]	0,022[6]	0,15[10]	0,448[6]	3,26[6]
Ba	485,00	550,00	674,89	727,82	0,155[6]	0,0099[1]	0,04[6]	0,013[6]	0,12[20]	0,0996[6]	6,36[6]
Th	4,10	10,70	6,07	7,37	0,01[5]	0,0001[8]	0,01[5]	0,05[5]	0,05[9]	0,017[31]	0,31[32]
U	1,10	2,80	1,63	1,97	0,01[23]	0,0020[1]	0,04[23]	0,0005[18]	0,12[20]	0,08[31]	-
K	9131	28141	12936	16115	0,117[6]	0,0068[1]	0,011[6]	0,014[6]	0,01[1]	-	5,63[6]
Ta	0,50	2,20	0,69	0,93	0,03[16]	0,065[12]	0,42[16]	0,0025[14]	2,55[16]	0,21[31]	0,11[14]
Nb	6,10	25,00	7,23	9,48	0,025[4]	0,01[1]	3[4]	0,35[4]	1[1]	0,2[31]	7,5[10]
La	18,60	30,00	25,40	28,32	0,302[3]	0,0067[3]	0,047[3]	0,031[3]	0,22[9]	0,31[10]	0,272[32]
Ce	34,00	64,00	47,62	54,43	0,221[3]	0,0069[1]	0,084[3]	0,028[3]	0,12[9]	0,094[27]	0,037[27]
Sr	529,70	350,00	532,72	516,12	1,6[6]	0,014[1]	0,033[6]	0,032[6]	0,11[10]	0,188[6]	0,12[6]
Nd	16,50	26,00	23,15	25,87	0,149[3]	0,0066[1]	0,183[3]	0,028[3]	0,55[9]	0,189[27]	0,044[27]
Zr	130,70	190,00	189,52	211,10	0,013[4]	0,012[1]	0,162[4]	0,046[4]	0,38[10]	0,23[31]	0,59[10]
Hf	3,50	5,80	5,02	5,67	0,015[4]	0,013[1]	0,173[4]	0,051[4]	0,3[9]	0,45[31]	2,1[32]
Sm	3,24	4,50	4,54	5,00	0,102[3]	0,0066[1]	0,377[3]	0,028[3]	0,55[9]	0,336[27]	0,058[27]
Eu	1,15	0,88	1,23	1,22	1,214[3]	0,0068[1]	0,52[23]	0,028[3]	0,22[9]	0,358[27]	0,145[27]
Gd	3,51	3,80	4,74	5,06	0,214[28]	0,0077[1]	0,583[3]	0,039[3]	0,3[17]	0,509[27]	0,082[27]
Ti	4708	2980	4612	4431	0,05[4]	0,02[1]	0,4[4]	0,25[4]	16,5[19]	2,02[31]	-
Tb	0,54	0,64	0,66	0,70	0,15[10]	0,0015[8]	2[9]	0,03[15]	0,67[9]	2[10]	0,258[32]
Dy	3,23	3,50	4,20	4,45	0,3[25]	0,0096[1]	0,774[3]	0,076[3]	0,44[9]	0,636[27]	0,097[27]
Y	18,20	22,00	21,35	22,41	0,06[4]	0,0036[9]	2,4[10]	0,45[4]	0,64[10]	1,47[30]	0,6[10]
Ho	0,63	0,80	0,74	0,79	0,5[28]	0,05[7]	1,93[22]	0,048[15]	0,0079[9]	0,69[13]	-
Er	1,91	2,30	2,45	2,62	0,4[25]	0,011[1]	0,708[3]	0,153[3]	-	0,484[27]	0,162[27]
Tm	0,26	0,33	0,35	0,38	0,122[21]	0,0015[9]	1,09[26]	0,071[15]	-	-	-
Yb	1,63	2,20	2,07	2,23	0,4[25]	0,014[1]	0,633[3]	0,254[3]	0,47[9]	0,462[27]	0,179[27]
Lu	0,26	0,32	0,35	0,37	0,19[21]	0,016[1]	0,665[3]	0,323[3]	0,44[9]	0,436[27]	0,33[32]
Oranlar (%)	20.00%	67.00%	67.00%	60.00%	1.00%	12.50%	14.00%	5.00%	5.50%	1.00%	

Çizelge 10.2. Devam ediyor.

Kademe - 3 %29 FK DYK17-010								
	C0	**FK Cl**	**Pl**	**Cpx**	**Opx**	**Ox**	**Amp**	**Mc**
Rb	62,50	84,18	0,039[6]	0,00344[6]	0,022[6]	0,15[10]	0,448[6]	3,26[6]
Ba	676,00	878,49	0,137[6]	0,0414[6]	0,013[6]	0,028[19]	0,0996[6]	6,36[6]
Th	10,40	14,54	0,004[9]	0,04[9]	0,05[5]	0,05[9]	0,017[31]	0,31[32]
U	2,90	4,06	0,014[20]	0,04[23]	0,0005[18]	0,12[20]	0,08[31]	-
K	17516	23247,27	0,0837[6]	0,0034[6]	0,014[6]	0,045[19]	-	5,63[6]
Ta	0,90	1,20	0,03[10]	0,43[10]	0,0025[14]	2,55[16]	0,21[31]	0,11[14]
Nb	10,00	12,75	0,045[12]	0,3[4]	0,35[4]	1[1]	0,2[31]	7,5[10]
La	28,90	37,28	0,3017[3]	0,047[3]	0,031[3]	0,45[9]	0,31[10]	0,272[32]
Ce	55,50	74,35	0,18[3]	0,084[3]	0,028[3]	0,12[9]	0,094[27]	0,037[27]
Sr	395,70	358,13	1,83[6]	0,0648[6]	0,032[6]	0,11[10]	0,188[6]	0,12[6]
Nd	27,10	37,19	0,0478[3]	0,183[3]	0,028[3]	0,25[9]	0,189[27]	0,044[27]
Zr	229,30	315,33	0,014[3]	0,1623[3]	0,046[4]	0,38[10]	0,23[31]	0,59[10]
Hf	5,50	7,46	0,01[9]	0,173[3]	0,051[4]	0,3[9]	0,45[31]	2,1[32]
Sm	5,45	7,42	0,0341[3]	0,377[3]	0,028[3]	0,29(9)	0,336[27]	0,058[27]
Eu	1,43	1,60	0,9249[3]	0,0276[3]	0,028[3]	0,22[9]	0,358[27]	0,145[27]
Gd	5,03	6,79	0,0253[3]	0,583[3]	0,039[3]	0,3[17]	0,509[27]	0,082[27]
Ti	4231	4651,93	0,04[12]	0,34[24]	0,25[4]	16,5[19]	2,02[31]	-
Tb	0,74	0,96	0,05[23]	0,57[23]	0,03[15]	0,37[9]	2[10]	0,258[32]
Dy	4,57	6,10	0,0168[3]	0,774[3]	0,076[3]	0,44[9]	0,636[27]	0,097[27]
Y	25,60	31,92	0,038[12]	1,5[4]	0,45[4]	0,64[10]	1,47[30]	0,6[10]
Ho	0,94	1,23	0,048[8]	1,3[22]	0,048[15]	0,0079[9]	0,69[13]	-
Er	2,87	3,86	0,0153[3]	0,708[3]	0,153[3]	-	0,484[27]	0,162[27]
Tm	0,39	0,53	0,1[21]	0,48[15]	0,071[15]	-	-	-
Yb	2,54	3,41	0,0144[3]	0,633[3]	0,254[3]	0,24[9]	0,462[27]	0,179[27]
Lu	0,42	0,56	0,0148[3]	0,665[3]	0,323[3]	0,32[9]	0,436[27]	0,33[32]
Oranlar (%)		71%	69%	10%	10%	3%	7%	2%

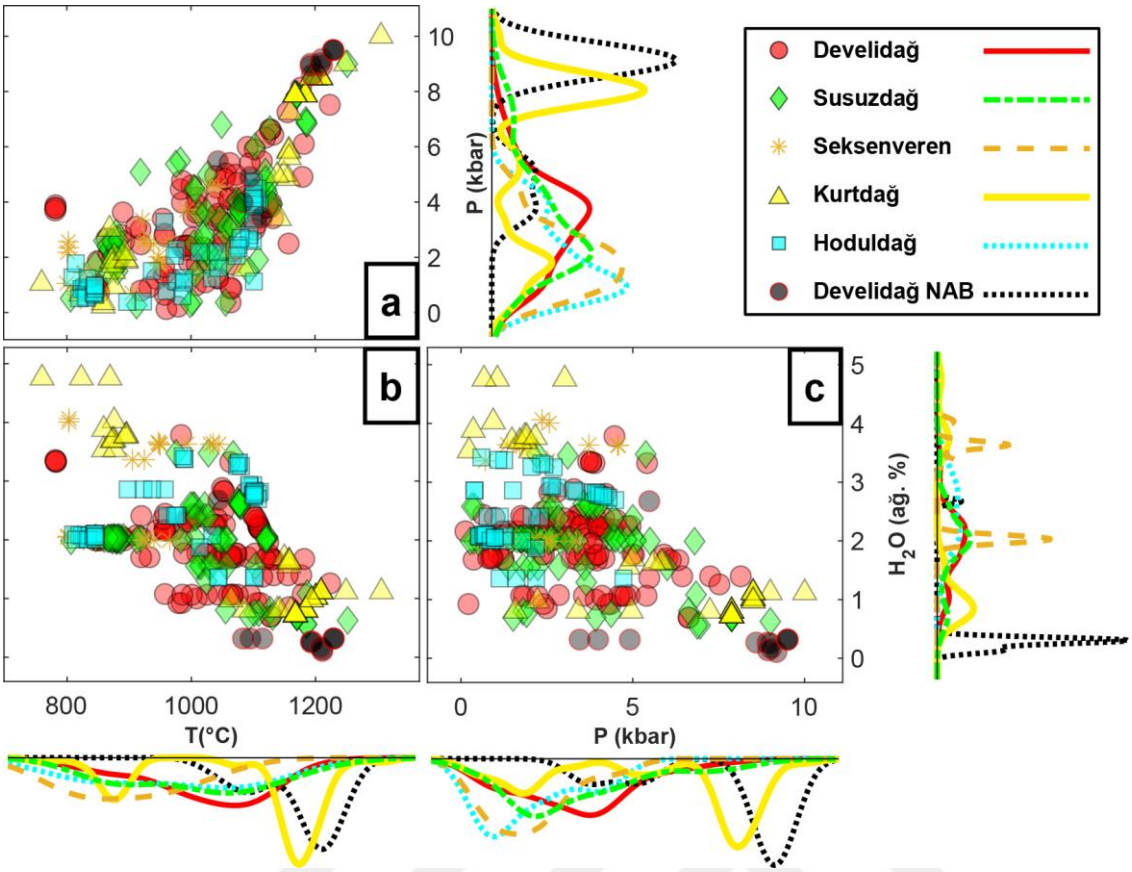
Ana magmaların, dalan okyanusal levha veya okyanus tabanı sedimanlarınca farklı oranlarda zenginleşmiş manto kaynaklarından türemiş olma olasılıkları göz ardı edilmeksizin (Alt başlık 10.3.'te tartışılacaktır), farklı oranlarda üst kıtasal kabuk asimilasyonu (%45-20) ile her bir kayaç gurubu için kapalı sistem fraksiyonel kristalleşmesi (ortalama %35), KAS magmalarının bazalttan dasite geniş jeokimyasal yelpazede ana-iz element değişimlerini açıklar. En küçük kareler ve kütle dengesi hesaplamaları ile belirlenmiş mineral oranları ve başlangıç kompozisyonları kullanılarak hesaplanan eriyik fraksiyonlarına ait iz element değerleri, her kademe için %61-71 eriyik fraksiyonu aralığındadır. Bu değer kalıntı eriyiklerin (eriyik fraksiyonu) ortalama %35 oranında aşamalı olarak kristal lapadan ("mush") ayrılması için aşmaması gereken ve çoğu bağımsız çalışma tarafından %50 – 70 arasında kabul gören kristal – eriyik lapasının maksimum paketleme fraksiyonu değerleri altındadır (Marsh, 1981; Vigneresse ve ark., 1996; Deering ve Bachmann, 2010; Caricchi ve ark., 2015; Floess ve ark., 2019).

10.2. Magmaların Dinamik Evrimi

Magmatik rezervuar parametreleri, kristal kargonun yarı-katı evrede, geniş basınç (ΔP:10*-0,2 kbar; *:T-P gradyanına göre varsayılan) ve sıcaklık aralığında (ΔT: 1306-700°C) bölgelere göre değişen, düşük – orta oksidasyon koşullarında ($KFM_{ort.}$: +1,09 ± 0,88 $log\ fO_2$), düşük – orta su içeriğine sahip (ağ.% 0,3 - 4,6 H_2O) magmalardan itibaren oluştuklarını göstermektedir (Şekil 10.3.). Buna göre, her bir basınç değerine karşılık gelen, azalan sıcaklık değerleri (ΔT:~700°C), tahmin edilen en yüksek sıcaklık için varsayılan yaklaşık MOHO – alt kabuk sınırından (OAVP doğusu için güncel MOHO: ~33 km Abgarmi ve ark. (2017)) itibaren kabuğu kat eden (TCMS; Cashman ve ark. (2017)), yarı-katı lapa sütunu ("mush column") boyunca bağlantılı, magmatik rezervuar ağının (Annen ve ark., 2005) varlığına işaret eder (örn., Humphreys ve ark., 2006; Putirka ve ark., 2009; Wanke ve ark., 2019). KAS kayaç gruplarında ilksel ve farklılaşmış magmaların, genellikle 6 - 1 kbar arasında, geniş bir ΔT (~400 °C) boyunca, eş rezervuar derinliklerinde kısmi kristalizasyonları (Şekil 10.3. a), farklılaşmış ürünlerin, soğumakta olan ilksel eriyik - kristal lapa kalıntısından ayrılmış olma ihtimalini güçlendirir (Solano ve ark., 2012; Costa ve ark., 2020).

Yüksek anortit içeriğine sahip (X_{An}>75 mol %) ve dengesizlik dokuları sunan (Şekil 9.5.) plajiyoklaz fenokristallerinin KAS için tüm kayaç gruplarındaki bollukları, magmatik rezervuar ağı boyunca daha ilksel karakterdeki eriyik-kristal lapasından ayrılan, farklılaşmış eriyik fraksiyonu varsayımını destekler (Bennett ve ark., 2019; van Gerve ve ark., 2020). Genellikle son ürün olarak dasitik kayaç grupları ile temsil edilen volkanik bölgelerin (örn., Susuzdağ, Develidağ V.B.), görece düşük sıcaklık değerlerine (<1050°C) karşılık, sığ (< 5 kbar) kısmi kristalizasyon derinliklerine sahip olmaları, FK – AFK gibi farklılaşma süreçlerinden arta kalan, son eriyik fraksiyonunun görece sığ derinliklerde birikimi ile ilişkilendirilebilir. NAB ve KAS için Kurtdağ sistemi ürünlerinin, dar ΔT (~200-300°C), yüksek sıcaklık değerlerine karşılık, geniş P (kbar) değerleri (ΔP:~ 10 kbar), sunmaları kabuğu görece hızlı kat eden, olasılıkla farklılaşma süreçlerinden kısıtlı oranda etkilenmiş, ilksel karakterdeki magma yükselimlerinin varlığı olarak değerlendirilebilir (Blundy ve ark., 2006; Astbury ve ark., 2018) (Şekil 10.3.a).

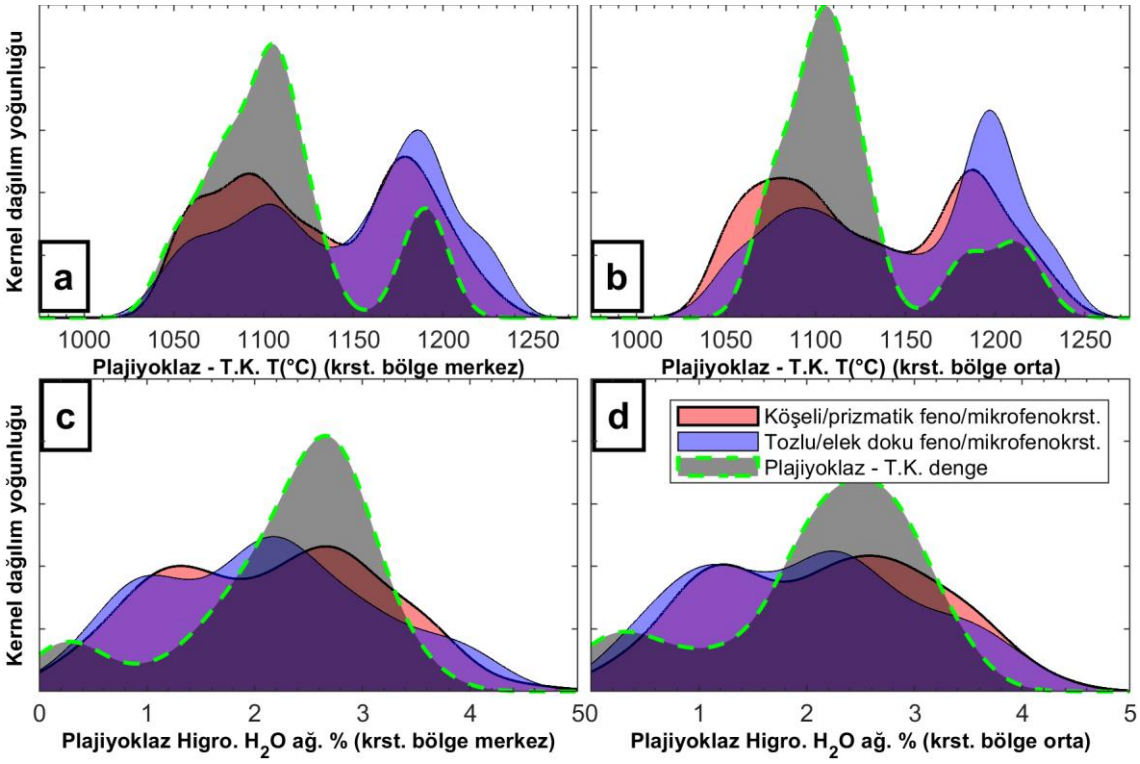
Kayaçların büyük bölümünde, mikrolitik ve porfirik dokunun baskın olması, yarı-katı evrede değişken hızlarda soğumaya (düşük – yüksek hızda, sırasıyla, büyüme ve çekirdeklenme; Lofgren (1983)) işaret eder (Bard, 1986; Mollo ve Hammer, 2017 ve buradaki referanslar). Dengesizlik emareleri sunan (tozlu/elek dokulu, kompleks zonlu), çoğunlukla yüksek anortit içerikleri (>X_{An} 75 mol %) ile konakçı eriyik ile denge koşulundan sapma gösteren (Şekil 9.4.) plajiyoklaz fenokristallerinin bolluğu, magma rezervuarında sıcaklık, basınç veya magmanın su içeriğindeki dalgalanmaların bir göstergesidir (Singer ve ark., 1995; Devine ve ark., 1998; Moore ve Carmichael, 1998; Annen ve ark., 2005; Shane ve ark., 2019; van Gerve ve ark., 2020 ve buradaki referanslar). Rezervuar boyunca fiziksel koşullardaki dalgalanmalar, kristal lapa kolonunun bozulması (eriyik faza katılım), taşınma (polibarik yükselim), eriyik faza katılma (basınç azalması – ani sıcaklık yükselimi), çekirdeklenme (hızlı soğuma) ve kristal büyümesi (yavaş soğuma) gibi birbirini izleyen karmaşık magmatik süreçleri tetikleyebilir (örn., Bennett ve ark., 2019; van Gerve ve ark., 2020). Muhtelif dengesizlik dokuları sunan plajiyoklaz fenokristallerinin, duraylı/dengeli plajiyoklazlara oranla daha yüksek kristalizasyon sıcaklıkları ve konakçı eriyiklerin düşük su içerikleri (Şekil 10.4.), bu tür karmaşık süreçlerin bir yansımaları olabilir.



Şekil 10.3. Tahmin edilen T (°C) – P (kbar) (a), T (°C) – H_2O (ağ.%) (b) ve P (kbar) – H_2O (ağ.%) (c) değerlerinin bölgelere göre çekirdek yoğunluk tahmini ("Kernel Density") dağılım gösterimleri (iki oksit termometresi hariç tutulmuştur, olivin – spinel termometresi (1306 – 1249 °C) ile olivin – eriyik (1229 – 1091 °C) için tahmin edilen sıcaklık değerleri, artan T (°C)'ye karşı P (kbar) gradyanına göre yüksekten düşüğe, sırasıyla, 10 – 9,5 – 9 – 8,5 – 7,87 – 7,25 – 6,62 – 6 kbar tahmini basınç değerleri tanımlanmıştır).

Bu tür değişimlerin, tek başına, kapalı veya açık sistem süreçlerinden birinin etkisi ile açıklanması güç olsa da (Cashman ve ark., 2017), temelde derin kökenli sıcak, ilksel eriyiklerin polibarik kristal-eriyik lapa sütunu boyunca yükselimleri ile ortamın enerjisinin artması (Annen ve Sparks, 2002; Brenna ve ark., 2015), veya yan kayaçlara ait malzemenin eriyik faza katılımı (Hildreth, 1981; Gamble ve ark., 1999; Solano ve ark., 2012), fiziksel koşullarda dalgalanmalara yol açabilir. Erken evrede fraksiyonlanan Mg, Ni, Cr, V, Co gibi uyumlu elementler ile eriyikte kalmayı tercih eden K, Th, Nb, Ta, Zr, Rb gibi daha çok kabuksal malzeme kökenli, uyumsuz elementlerin, konakçı eriyikte ani yükselimleri, kademeli

birikimleri veya tüketilmiş olmaları, sırasıyla, rezervuar boyunca olası ilksel magma girdileri (“magma reşarj”) ile yan kayaç asimilasyonu ve fraksiyonel kristalleşme gibi süreçler sonucu oluşmuş, farklılaşmış eriyiklerin yoğunlaştıkları seviyelerin tahmin edilmesini sağlayabilir (Gertisser ve Keller, 2003; Tomiya ve Takahashi, 2005; Feeley ve ark., 2008; Pankhurst ve ark., 2014; Sparks ve ark., 2019; Neave, 2020). Farklı volkanik bölgelere ait magmalar için tahmin edilen sıcaklık – basınç değerleri boyunca tüm kayaç Ni ve Th (ppm) konsantrasyonlarının enterpole edilmiş değerleri, en yüksek ve düşük değer aralığına göre bir renk kontur haritası kullanılarak gösterilmiştir (Şekil 10.5.).



Şekil 10.4. Tozlu/elek dokulu ve köşeli/prizmatik plajiyoklaz feno/mikrofenokristallerinin (ϕ >200 μm) sırasıyla merkez – orta bölgelerine göre (Eşt. 26; Putirka (2008)) (a-b) ve plajiyoklaz higrometresine (Eşt. 25b; Putirka (2008) göre hesaplanan tahmini su (H_2O ağ. %) içerikleri (c-d) kernel yoğunlukları (kristal türleri için mineral – eriyik denge şartı aranmamıştır).

Gözlemlenen pozitif Ni anomalileri, çoktan aza doğru sırasıyla Kurtdağ, Develidağ, Susuzdağ ve Hoduldağ volkanik bölgeleri için yaklaşık, 33 – 2, 16,5 – 10, 28 – 16, 12 – 2 km derinliklerinde; yaklaşık, 1300 – 850, 1200 – 850, 1250 –

1100, 1100 – 900 °C sıcaklıklarda, erken evrede kabuğun belirli seviyelerine yerleşen veya sonraki süreçlerde kristal-eriyik lapa sütunu boyunca süzülerek sığ magmatik rezervuara taşınan görece ilksel eriyik girdilerini/yükselimlerine karşılık gelmektedir (Şekil 10.5. a, c, e, g). Buna karşılık, sıcaklık - basınç gradyanı boyunca gözlemlenen pozitif Th (ppm) anomalileri, sırasıyla Susuzdağ sistemi ürünleri başta olmak üzere, Develidağ ve kısmen Hoduldağ volkanik bölgeleri için yaklaşık, 18 – 7, 16 – 7, 10 – 3 km derinliklerinde; yaklaşık, 1100 – 825, 1100 – 875 °C , 1100 – 825 °C sıcaklıklarında, FK-AFK süreçleri ile farklılaşmış, uyumsuz iz elementlerce zengin eriyiklerin bağıl olarak zenginleştikleri rezervuar derinliklerini temsil etmektedir (Şekil 10.5. b, d, f, h).

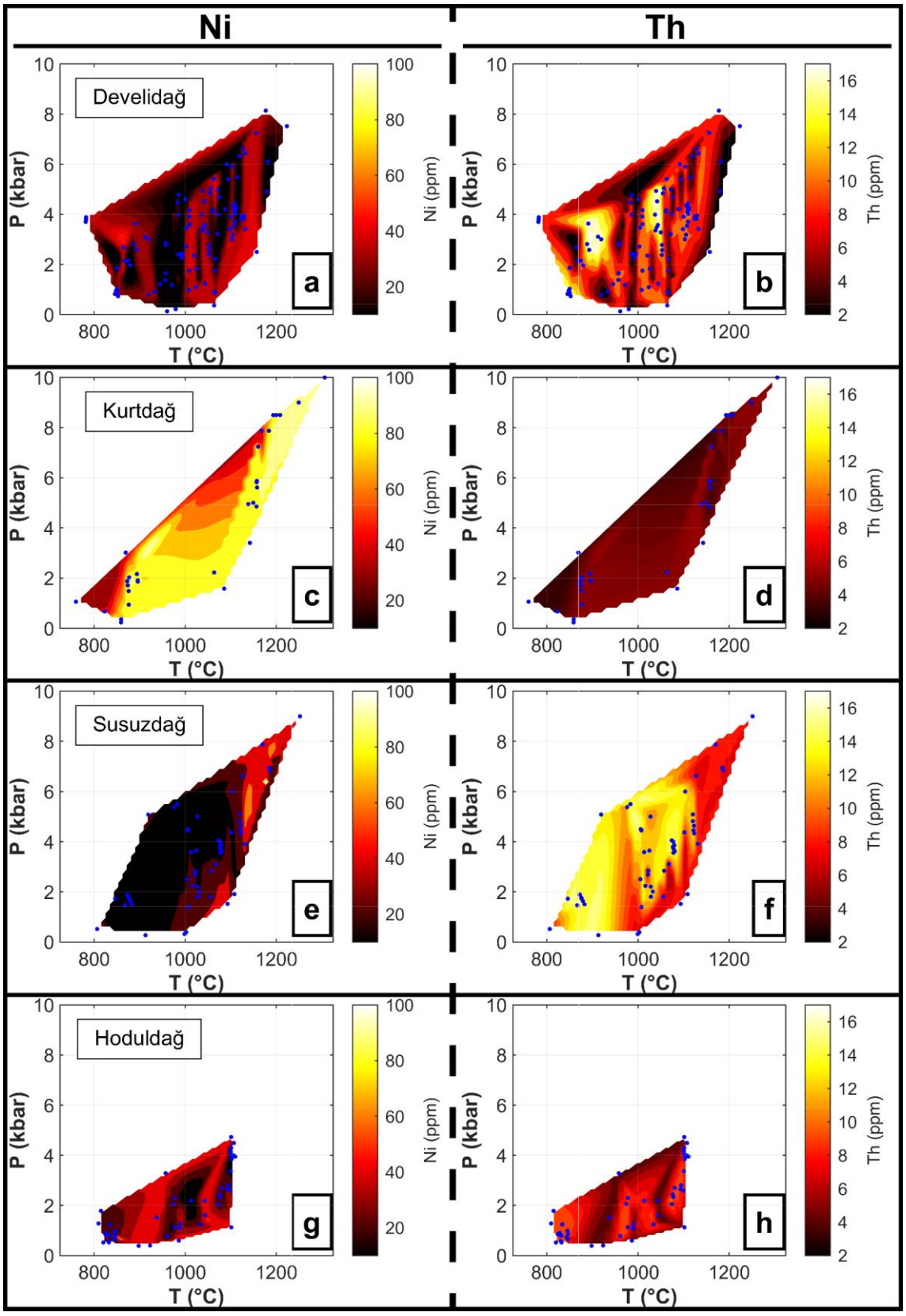
Develidağ Volkanı için, zayıf pozitif Ni (40 – 50 ppm) anomalisine sahip, görece ilksel karakterdeki eriyiklerin, alt kabuk derinliklerinden (24 – 25 km) itibaren, azalan basınç değerlerine karşılık geniş sıcaklık aralığı (~1200 – 850 °C) sunmaları, orta-sığ kabuk derinliklerine (16,5 – 10 km) belirli oranda katılmış oldukları şeklinde yorumlanabilir (Şekil 10.5. a). Zayıf Ni içeriğine karşılık, Th (ppm) içeriğinin bağıl olarak zenginleştiği görece soğuk (~1100 – 875 °C), orta-sığ kabuk derinlikleri (16 – 7 km), Develidağ Volkanı magmatik rezervuarı için iki farklı sıcaklık aralığında (I., ~1100 – 1025, II., ~950 – 875 °C), birbiri ile kısmen iç içe gelişmiş (I., ~16 – 10 km, II., ~13 – 7 km), bağlantılı ana rezervuar mercek ağında, farklılaşmış eriyiklerin birikimine işaret etmektedir (Şekil 10.5. b).

KAS içerisinde en yüksek Ni (ppm) konsantrasyonlarına sahip magmaları temsil eden Kurtdağ Sistemi ürünleri, neredeyse tüm derinlik ve sıcaklık değerleri için yüksek Ni (~70 – 100 ppm) içeriğine karşılık Th'ce fakir (2 – 5 ppm, < 62,5 x PM) doğası ile FK – AFK gibi magmatik farklılaşma süreçlerinden sınırlı olarak etkilenmiş, azalan sıcaklığa karşı düşey basınç azalması ile görece hızlı magma yükselimine sahip ilksel eriyikleri temsil eder (Şekil 10.5. c - d). Kurtdağ sistemi ürünlerinde, NAB'da olduğu gibi, iskeletsi olivin (Şekil 6.4. b-c) ve kırlangıç kuyruğu plajiyoklaz (Şekil 6.4. b-c) kristallerinin bolluğu ile yüksek sıcaklık, Al-Cr spinel - olivin birlikteliği (Şekil 7.8.a), derin, sıcak, ilksel eriyiklerin kabuk boyunca değişime uğramadan hızlı yükselime sahip oldukları yönündeki varsayımı destekler (Roeder ve ark., 2006; Jankovics ve ark., 2019).

Susuzdağ sistemi için Develidağ volkanına benzer sıcaklık – basınç gradyanı boyunca, orta – yüksek Ni (~60 – 70 ppm) konsantrasyonuna sahip yalnızca en yüksek sıcaklık (~1250 – 1125 °C) değerleri için, alt – orta kabuk derinlikleri (~ 28 – 16 km) arasında münferit, ilksel magma girdisi/yükseliminin varlığı düşünülebilir (Şekil 10.5. e). Hamurda serbest halde bulunan, iri (~35 μm), merkezi Cr-Al, kenarları Fe-Ti serisi zonlanma gösteren, kenarları yuvarlaklaşmış spinel grubu mineralinin varlığı (Şekil 7.8. b), andezitlerin bazaltik ürünlere göre daha yüksek Mg # (80-90) sahip piroksen (Şekil 7.2.) ve daha yüksek anortitik (≥ X_{An} 85 mol %) plajiyoklaz içermeleri (Şekil 7.5.), kenarları yüksek Mg# (75-85) klinopiroksen kompozit piroksenlerin bolluğu (Şekil 7.3. ve Şekil 7.4. d) rezervuara, belirli evrede sıcak, ilksel eriyik girdilerinin varlığını ve bu eriyiklerin farklılaşmış eriyiklerle etkileşimini doğrular (Barton ve ark., 1982; Roeder ve ark., 2001; Roeder ve ark., 2003; Aydin, 2008). Buna karşılık, Susuzdağ sistemini en yüksek sıcaklık - basınç değerleri için dahi diğer bölgelere göre yüksek Th içeriğine (>7 ppm, > 87 x PM) sahip eriyikler ile temsil edilir. Orta-sığ kabuk derinliklerinde (~18 – 7 km), görece düşük sıcaklıkta (~1100 – 825 °C) en ilksel bileşimlerine göre Th'nin daha da zenginleştiği alanlar, farklılaşmış eriyik paketlerinin kabukta biriktiği derinliklere karşılık gelmektedir (Şekil 10.5. f).

Volkanik bölgeler arasında görece sığ rezervuar derinliklerine (~ 12 – 2 km) karşı düşük sıcaklık aralıkları (~ 1100 – 900 °C) ile Hoduldağ sistemi ürünleri tüm derinlik aralıkları için fraksiyonlanmamış, orta derecede Ni'ce zengin (40 – 50 ppm) görece ilksel eriyik girdilerine sahiptir (Şekil 10.5. g). Buna karşılık, belirli miktarda farklılaşmış, Th'ce kısıtlı oranda zenginleşmiş (6 - 8 ppm, ~ 87 x PM) eriyiklerin, ~10 – 3 km derinlikleri arasında ~1100 – 825 °C sıcaklıkları ile temsil edilen sığ kabuk derinliklerinde yoğunlaştığı söylenebilir (Şekil 10.5. h).

Genelde en yüksek sıcaklık (1100 – 1300 °C) değerlerine karşılık, pozitif Ni anomalisi ile tanımlanan, görece ilksel eriyiklerin yükseldiği alt-kabuk – MOHO sınırı (8,5 – 10 kbar; 28 – 33 km) ile görece düşük sıcaklık (<1100 °C) ve pozitif Th anomalisi ile karakteristik, farklılaşmış eriyiklerin yoğunlaştıkları orta-sığ kabuk (3 – 18 km) arasında bulunan alt – orta kabuk derinlikleri, ilksel magmaların soğuma ve basınç azalması kontrollü farklılaşma güzergahını temsil eder (Şekil 10.5.).



Şekil 10.5. T (°C) - P (kbar) grafiğinde, tüm kayaç Ni - Th (ppm) içeriklerinin (mavi noktalar) enterpole (kübik spline) edilmiş kontur haritaları (Develidağ, Kurtdağ, Susuzdağ, Hoduldağ V.B. a,c,e,g, Ni, b,d,f,g, Th).

Olivin, spinel, plajiyoklaz ve piroksen gibi ilksel mineral fazları için tahmin edilen maksimum kristalleşme sıcaklıklarının (1300 – 1050 °C), yaklaşık 10 – 5 kbar basınç aralığı için (bknz. Bölüm 9.3.) alt – orta kabuk seviyelerine karşılık gelmesi, ilksel eriyiklerin, alt-kabuk boyunca (Annen ve ark., 2005), basınç azalması ve soğuma kontrollü farklılaşması varsayımını destekler (Blundy ve ark., 2006; Humphreys ve ark., 2006).

Alt-orta kabuk (1-0,5 GPa) boyunca, polibarik yüksek basınç fraksiyonlanması boyunca farklılaşma senaryosunu simüle etmek için MOHO – alt kabuk sınırında oluştuğu varsayılan, ilksel eriyik bileşimi pMELTS algoritması (Ghiorso ve ark., 2002) Amoeba Rutin (Antoshechkina ve ark., 2010) ters fraksiyonlanma yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Bu yöntem, tahmin edilen başlangıç koşulları için hedeflenen bir MgO değerine sahip referans eriyik bileşiminden itibaren izobarik fraksiyonel kristalleşme ile gözlemlenen uç üye/üyeleri üretebilecek mümkün olan en küçük ki-kare ($\boldsymbol{X}^2$) uygunluk sınaması ile bir ilksel eriyik bileşimi hesaplamayı hedefler (Antoshechkina ve Asimow, 2018). Olivin – spinel eşlerinin bir arada dengede olduğu 1300-1250 °C sıcaklıklar için yaklaşık MOHO derinliğinde (30-33 km), 1 GPa basınç; OAVP için (≤ 2,56 My) varsayılan potansiyel manto sıcaklığının (<1350°C; Reid ve ark. (2017)) maksimum değerine göre, tahmini 1350 °C sıcaklık ve gözlemlenen en düşük fO_2 (-0,06 KFM $log\, fO_2$) için KFM $log\, fO_2$ reaksiyon sınırında olacak şekilde başlangıç koşulları belirlenmiştir.

Bu koşullarda, örneklerde gözlemlenen en yüksek forsterit içeriğine sahip olivin (X_{Fo}: 88,43 mol %, DYK17-099) ile denge ($K_D(Fe/Mg)^{ol-eri}$ = 0,30 ± 0,03) koşulunu sağlayan, kütlece %10,78 MgO için 70 Mg#*100 değerine (FeO_t: 8,22 ağ. %) sahip tahmini eriyik bileşimi, referans olarak tanımlanmıştır (Çizelge 10.3.). KAS ürünleri arasından seçilen iki bazik tüm kayaç bileşimi (K238, OTP003) hesaplanacak ilksel eriyik bileşimi için izobarik fraksiyonlanmada hedef bileşenler olarak belirlenmiştir (Çizelge 10.3.). Referans ilksel eriyik bileşiminde hedeflenen kütlece % MgO değeri sabit kalma şartıyla, en küçük $\boldsymbol{X}^2$ uygunluk sınaması ile tanımlanan koşullarda, olivin, spinel ve klinopiroksenin, hedef bileşenlerden itibaren ters izobarik fraksiyonlanması ile 1323 °C likidus sıcaklığı için ilksel eriyik bileşimi hesaplanmıştır (Çizelge 10.3.).

Buna göre 1 GPa, 1323 °C likidus sıcaklığında izobarik fraksiyonlanma ile oluşan olivin bileşimleri, $XFo_{87,44}$ (mol %) değerleri ile hedeflenen en yüksek XFo_{88} (DYK17-099, Çizelge 7.1.) içeriği ile neredeyse birebir (Fo: ±1 mol %) uyumludur (Çizelge 10.3.). 1 GPa'da olivin (%5), spinel (%5) ve klinopiroksenin (%25) izobarik fraksiyonlanması ile hesaplanan son eriyik bileşimi, hedef olarak belirlenen uç üye bileşimleri ile uyumludur (Şekil 10.6.) (Çizelge 10.3.). Ayrıca, ilksel eriyik bileşiminden itibaren olivin – spinel eşlerinin bir arada kristalleştikleri en yüksek sıcaklık değeri (1315 °C) ile olivin – spinel termometresi en yüksek sıcaklık (1306 °C) değerleri, küçük bir sapma (± 8 °C) ile neredeyse 1:1 tutarlıdır.

Çizelge 10.3. Amoeba Rutin ilksel eriyik hesabında referans ve hedef olarak tanımlanan eriyik bileşimleri ile birlikte hesaplanan ilksel eriyik bileşimi, ilerleyen izobarik fraksiyonlanma ile hesaplanan son eriyik fraksiyonu ve fraksiyonlanma boyunca hesaplanan mineral fazlarının ilgili sıcaklık değerindeki ilksel bileşimleri (referans ve hedef eriyik bileşimleri için Fe^{+3}/Fe^{+2} redoks hesaplamaları 1 GPa sabit basınç ve KFM $log\, fO_2$ koşulları için tanımlı sıcaklık değerlerinde Kress ve Carmichael (1991)'in hesaplamasına göredir).

	Referans eriyik bileşimi	***Hedef eriyik bileşimleri***		***Hesaplanan ilksel eriyik bileşimi (1.S)***	***İzobarik frak. hesaplanan (2.S)***	***Fraksiyonlanan minerallerin ilksel bileşimleri***		
		K238	***OTP003***		***(F:0,65)***	***Olivin***	***Spinel***	***Klinopiroksen***
SiO_2	48,40	51,32	50,99	47,50	51,28	39,19	0,00	49,50
TiO_2	0,85	0,89	0,90	0,75	0,85	0,00	0,30	0,68
Al_2O_3	18,10	17,73	18,02	18,91	20,25	0,00	66,63	8,75
Fe_2O_3	0,80	1,13	1,24	0,87	0,72	0,00	2,65	0,95
FeO	7,50	5,95	6,97	7,03	7,46	10,70	7,11	4,24
MnO	0,16	0,13	0,13	0,36	0,14	7,91	0,00	0,00
MgO	10,78	6,57	5,53	10,78	5,65	41,77	23,32	15,77
CaO	10,00	10,10	9,51	10,37	8,62	0,43	0,00	19,60
Na_2O	2,60	3,47	3,07	2,30	3,30	0,00	0,00	0,50
K_2O	0,60	0,78	0,52	0,46	0,70	0,00	0,00	0,00
P_2O_5	0,08	0,23	0,12	0,10	0,16	0,00	0,00	0,00
H_2O	0,50	0,72	0,75	0,57	0,86	0,00	0,00	0,00
Toplam	100,37	99,02	97,75	99,99	100,00	100,00	100,00	100,00
T (°C)	1350,00^t	1300,00^t	1250,00^t	1323,00*****	1223,00*****	1322,00*****	1315,00*****	1262,00*****

t: Tahmin edilen sıcaklık değerleri
***:** Hesaplanan sıcaklık değerleri

Hesaplanan ilksel eriyiğin olivin için likidus sıcaklığının (1323 °C) tahmin edilen maksimum sıcaklık değerleri ile uyumu, ilksel eriyik için hesaplanan su içeriğinin (ağ. %0,56 H_2O) tutarlılığının bir göstergesidir (Ghiorso ve ark., 2002; Médard ve Grove, 2008). Ayrıca, ilerleyen izobarik fraksiyonlanma ile hesaplanan eriyik fraksiyonunun (F:0,65) su içeriği ile plajiyoklaz higrometresi (Putirka, 2008) ile doğal örneklerde tahmin edilen en düşük su içeriği (ağ. %0,86), çok düşük sapma değerleri (ΔH_2O: 0,06 ağ. %) ile uyumludur (Çizelge 10.3.). Doğal örneklerde tahmin edilen en yüksek sıcaklık değerlerinin (1306 °C) pMELTS ile hesaplanan ilksel eriyik bileşimi ile doğrulanması, sıcaklık-basınç gradyanına göre 1306 °C için varsayılan 1 GPa basınç değerini doğrular.

İzobarik fraksiyonlanmada, mineral – eriyik T(°C) – P (kbar) tahminleri ile uyuşmayan klinopiroksen varlığı, pMELTS'in daha düşük eriyik fraksiyonuna karşılık daha fazla klinopiroksen hesaplaması ile açıklanabilir (Ghiorso ve ark., 2002). OAVP için hesaplanan manto potansiyel sıcaklıkları, daha yüksek basınç değerleri (1,1 – 1,7 GPa, ort., ~1,4 GPa) için 1275 – 1335 °C değerleri ile (Reid ve ark., 2017), ilksel eriyik için 1 GPa'da hesaplanan 1323 °C likidus sıcaklığından görece düşüktür. Bu sıcaklık farkı, manto potansiyel sıcaklığı hesaplamasında H_2O/Ce = 200 için tahmin edilen ağ. % 1'lik su içeriğinin (Reid ve ark., 2017), ilksel eriyik bileşimi için hesaplanan su içeriğinden (ağ. % 0,56 H_2O) yüksek olmasından veya pMELTS'in eriyik fraksiyonunu, 1 GPa'da elde etmek için deneysel çalışmalara göre daha yüksek sıcaklık değerleri gerektirmesinden kaynaklanıyor olabilir (Ghiorso ve ark., 2002).

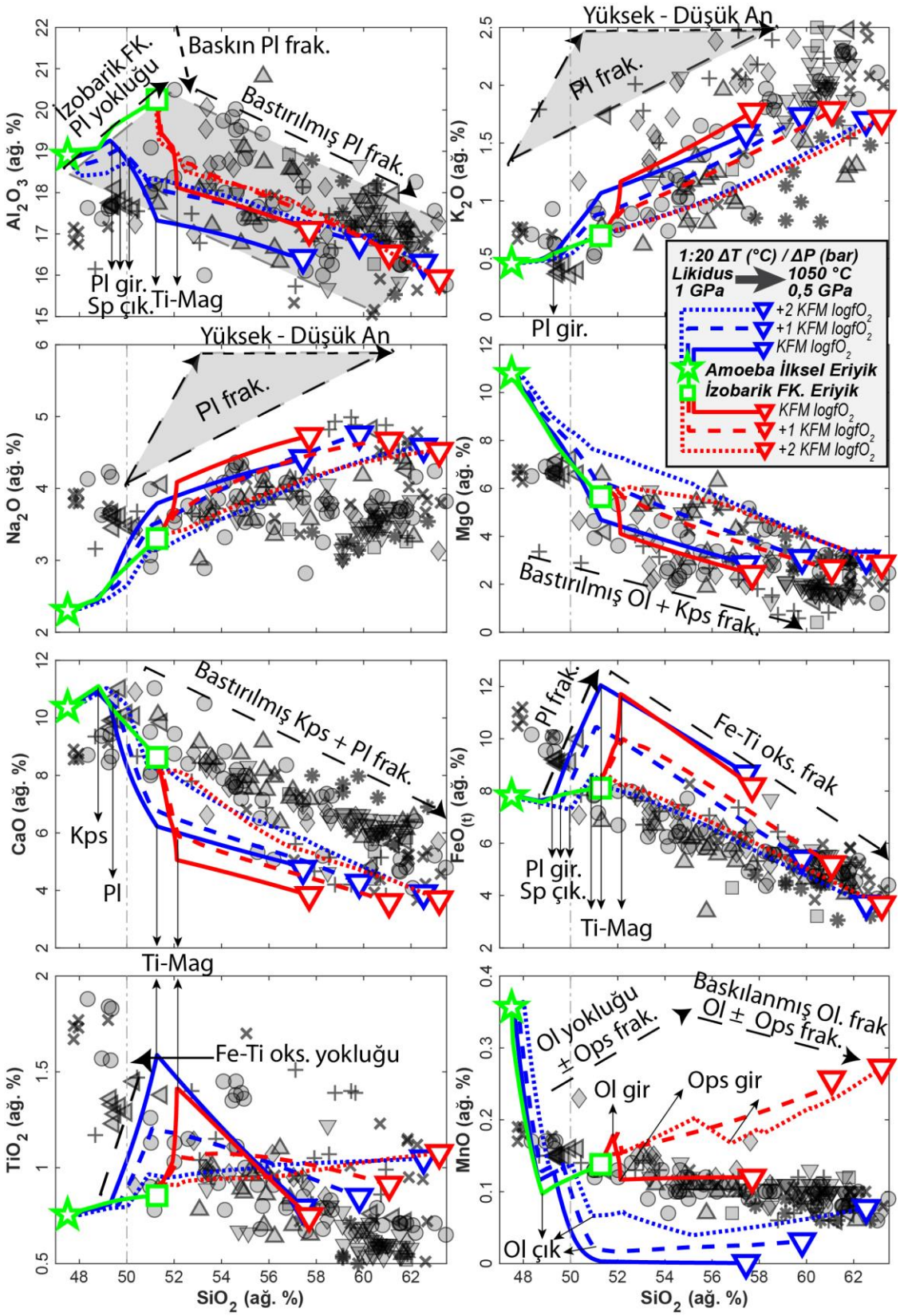
Hesaplanan ilksel eriyik bileşimlerinden itibaren (1.S - 2.S), 1 – 0,5 GPa basınçta, likidustan 1050 °C'ye kadar, 1:20 ΔT (°C) / ΔP (bar) gradyanı ve 0 – +2 KFM $log\ fO_2$ koşulları ile sınırlandırılmış polibarik yüksek basınç fraksiyonlanması, pMELTS algoritması (Ghiorso ve ark., 2002) ile simüle edilmiştir (Şekil 10.6.). pMELTS, kalibrasyon veri setinin yüksek basınç hesaplamalarından oluşması (1 – 0,5 GPa) (Ghiorso ve ark., 2002), çözünmüş H_2O için tutarlı hesaplamaları (Médard ve Grove, 2008) ve yüksek basınç fraksiyonlanmada doğal bileşimlerle örtüşen modelleme çıktıları (örn, Eason ve Sinton, 2006; Lambart ve ark., 2009; Udry ve ark., 2014) nedeniyle önceki ve daha az gelişmiş MELTS versiyonu yerine tercih edilmiştir.

Her iki başlangıç bileşiminden itibaren, sırasıyla, 1.S ve 2.S için yüksek (ort., ~1330 °C) – düşük (ort., ~1240 °C) likidus sıcaklıklarından, alt-orta kabuk (1-0,5 GPa) boyunca ilerleyen polibarik yüksek basınç fraksiyonlanması ile hesaplanan eriyik fraksiyonları, doğal bileşimlerin SiO_2'ye karşı ana element oksit değişimlerini, çoğu ana element oksit değişimi için sağlar (Şekil 10.6.). Buna göre düşük SiO_2'de Al_2O_3 zenginleşmesi, izobarik fraksiyonlanma boyunca (1323 – 1223 °C) ferromagnezyen fazların fraksiyonlanmasına karşılık, plajiyoklaz yokluğu ile açıklanmaktadır (Şekil 10.6.). Polibarik fraksiyonlanmada, fO_2 koşulları veya başlangıç sıcaklıkları fark etmeksizin plajiyoklazın tüm hesaplamalarda oluşması, Fe-Ti oksit yokluğunda, başta Al_2O_3, CaO'nun ani tüketilmesine karşılık toplam alkalilerin ve TiO_2'nin erken evredeki ani yükselimlerini açıklamaktadır (Şekil 10.6.). SiO_2'ye karşı TiO_2'nin doğal bileşimlerde ani yükselmeleri, ilksel eriyikten itibaren polibarik fraksiyonlanmada spinel fraksiyonunun yerine bu elementleri tüketmeyen Ca-plajiyoklazın (X_{An} 82-71) kristalleşmesi ile açıklanmaktadır (Şekil 10.6.). CaO, FeO, TiO_2 ve Al_2O_3'te hesaplanan eriyik fraksiyonları için genellikle SiO_2'ye karşı ani azalan veya artan eğilimlerin bozulması ve bükülmesi, plajiyoklaz, olivin veya klinopiroksen fraksiyonunun, Fe-Ti spinel grubu mineralleri (Fe-Ti Oks., Ti-Mag) ile baskılanması nedeniyle oluşur (Şekil 10.6.). Alkaliler için SiO_2'ye karşı ani veya yataya yakın, değişken artış eğilimi, yüksek sıcaklık-basınç ve daha ilksel bileşimler için görece yüksek An; daha düşük sıcaklık ve basınç değerleri için görece düşük An içeriğine sahip plajiyoklaz varlığı ile açıklanabilir (Şekil 10.6.). Doğal bileşimlerde SiO_2'ye karşı yataya yakın azalış eğilimi sunan MnO, olivin ve ortopiroksenin aynı anda veya küçük sıcaklık aralıkları için birbirinin yerini alan fraksiyonlanmaları ile açıklanabilir (Şekil 10.6.).

Her iki başlangıç koşulu için de hesaplanan eriyik fraksiyonları, KFM +1 ve +2 $log\ fO_2$ için farklılaşmış ürünlere doğru, KFM $log\ fO_2$'ye göre doğal bileşimlere daha yakın farklılaşma eğilimi gösterir (Şekil 10.6.). Buna karşılık, KFM $log\ fO_2$ koşullarında hesaplanan eriyik fraksiyonları, erken evrede Al_2O_3, TiO_2 ve toplam alkalilerde SiO_2'ye karşı ani artış ile MgO'nun ani azalması boyunca doğal bileşimlere benzer farklılaşama eğilimi sunar (Şekil 10.6.). Olivin ve ortopiroksen yalnızca düşük sıcaklıklarda, 2.S polibarik fraksiyonlanma için birlikte veya

ardalanmalı olarak kristalleşirler (Şekil 10.7.a). Spinel (*Sensu stricto.,* $Sp_{0,85}$) hem izobarik hem polibarik fraksiyonlanmada yalnızca yüksek sıcaklıklarda (>1245°C) olivin ile birlikte bulunur ve anortitik plajiyoklaz (~1240-1250°C) ile kesintiye uğrar (Şekil 10.7.a). Spinel kesintisi ve yüksek anortitik Ca-plajiyoklaz fraksiyonlanması, Al_2O_3'de saçınımlı azalma, TiO_2, Na_2O ve K_2O da ise saçınımlı artışa neden olur (Şekil 10.6.). İki piroksenin birlikte 1150 °C'nin altında bulunması, doğal örneklerdeki sıcaklık basınç tahminleri ile uyumludur (Şekil 9.6.c Şekil 10.7.a). Yüksek anortitik plajiyoklazın izobarik fraksiyonlanmada yokluğu, yüksek An plajiyoklaz (X_{An} 82 – 75 mol %) için yüksek sıcaklık ve polibarik koşulların gereksinimini gösterir. Klinopiroksen yüksek oksidasyon koşullarında (KFM +1 ve +2 $log\ fO_2$), düşük sıcaklıkta, plajiyoklaz ile yer değiştirir (Şekil 10.7.a). Olivin için en geniş kristallenme sıcaklık aralığı KFM $log\ fO_2$ için gözlenirken, genellikle doğal örneklerin modal olivince fakir olmaları (Şekil 6.1.), olivinin, KFM +1 ve +2 $log\ fO_2$ için, yüksek ve dar sıcaklık aralığı gerektirmesi ile açıklanır (Şekil 10.7.a).

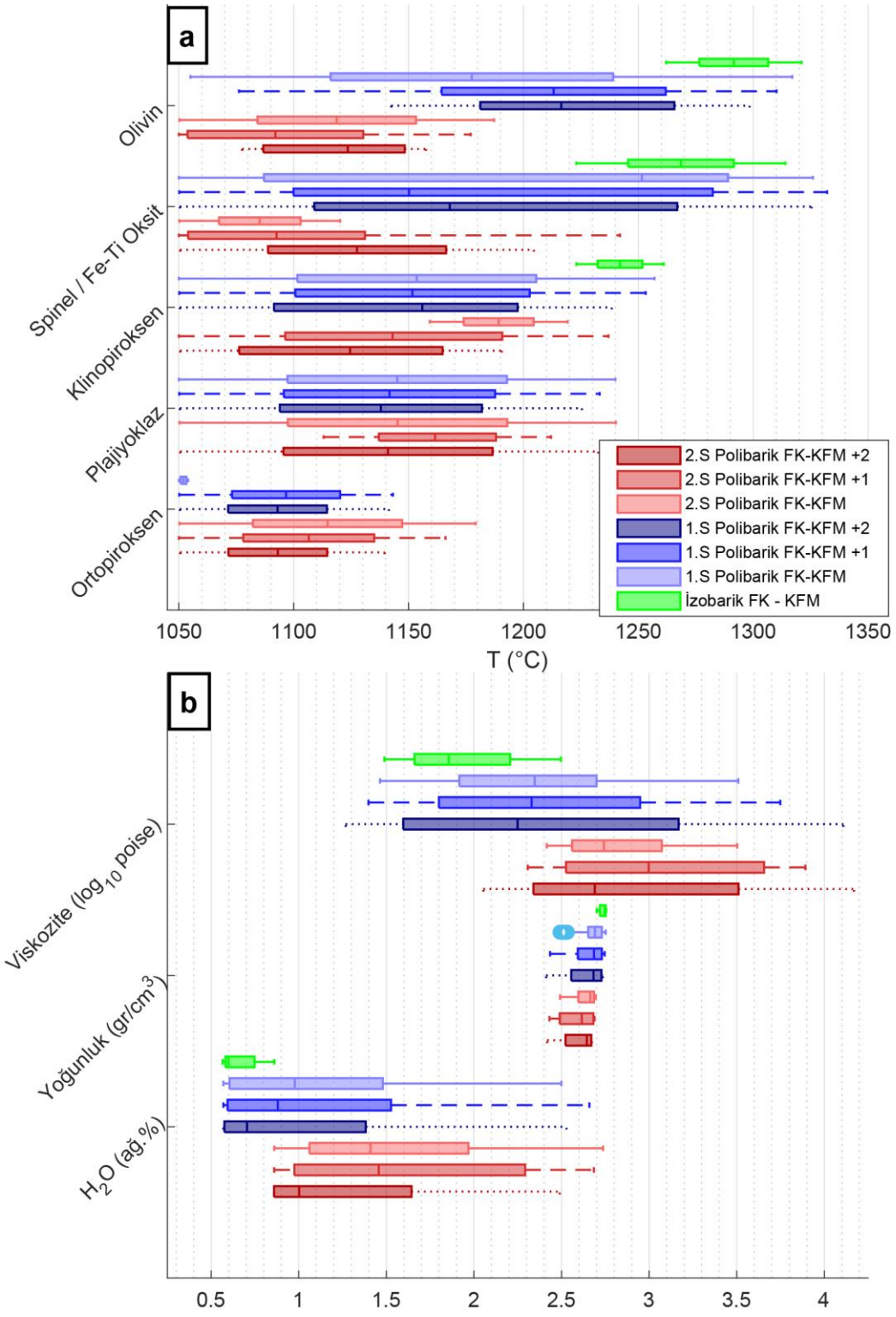
Düşük sıcaklık (2.S) polibarik fraksiyonlanmada, olivinin geç evre kristalleşmesi, doğal bileşimlerde düşük sıcaklık olivinlerinin (~1100 °C; örn., Develidağ, Susuzdağ) varlığını açıklamaktadır (Şekil 9.3.b ve Şekil 10.7.a). Hesaplanan eriyik fraksiyonları için yüksek sıcaklık, düşük oksidasyon koşulları (1.S Polibarik KFM) için daha dar aralıkta, görece düşük viskozite değerleri (1,5-3,5 $log_{10}\ poise$) gözlenir (Şekil 10.7.b). Buna karşılık, düşük sıcaklık polibarik fraksiyonlanma (2.S) ve yüksek oksidasyon değerleri hesaplanan eriyiğin viskozitesinin artmasına neden olur (Şekil 10.7.b).



Şekil 10.6. pMELTS ile hesaplanan ilksel eriyik, izobarik ve polibarik frak. eriyik bileşimlerinin ağ. % SiO_2'ye karşı ana element oksit değenlerinin doğal bileşimlerle (S/B semboller Şekil 8.1.'deki gibidir) karşılaştırılması.

pMELTS modellemesi, yüksek sıcaklıktaki, ilksel eriyikler (S.1) ile izobarik fraksiyonlanma ile hesaplanan eriyiklerin (S.2), alt-orta kabukta, polibarik, yüksek basınç fraksiyonlanma ile, orta-sığ derinliklere taşınma süresince dinamik evrimlerini, doğal bileşimler ile örtüşen hesaplamaları ile doğrular. pMELTS ayrıca, doğal örneklerdeki kompleks piroksenler ile yüksek An plajiyoklazların yüksek sıcaklık, düşük su içeriği ve değişken basınç altında oluşabileceğini göstermiştir. Hesaplanan ilksel, yüksek sıcaklık eriyiklerinin, farklılaşmış, düşük sıcaklık eriyiklere göre daha düşük viskozite değerleri sergilemesi ilksel magmaların hızlı yükselim kabiliyetlerini buna karşılık; farklılaşmış, soğumuş eriyiklerin, kabukta orta-sığ derinliklerde kalma yatkınlıklarını açıklar (Carrara ve ark., 2020). Sultansazlığı Havzasında, kabuk boyunca, ~25-15 km arasında bir düşük hız zonunun günümüzdeki varlığı (Abgarmi ve ark., 2017), sıcaklık-basınç tahminleri ve pMELTS ile doğrulanan alt-orta kabuk, polibarik lapa sütunu gelişiminin, günümüzde de olasılıkla sıcak-ilksel eriyik girdileri ile beslenmekte olan mevcudiyeti olarak değerlendirilebilir (Delph ve ark., 2017).

NAB, KAS Kurtdağ bazaltlarına benzer şekilde, plajiyoklaz ve olivin – eriyik eşleri için yüksek sıcaklık – basınç koşulları (1230-1050 °C, 9 – 4 kbar) ile temsil edilir (Şekil 10.3.). NAB ve KAS bazaltları için en ilksel özelliklere sahip ürünlerin, birebirine yakın sıcaklık – basınç ve su içeriklerine sahip olmaları (Şekil 10.3.), farklı element karakteristiklerine sahip magmaların alt kabuk – MOHO sınırında, MASH zon veya KAS magmalarından oluşan polibarik, kristal-eriyik lapa sütunu boyunca belirli oranda etkileşime girmiş olma ihtimalini doğurur (Hildreth ve Moorbath, 1988; Annen ve ark., 2005). NAB magmaları tahmin edilen maksimum – minimum değerleri için tüm derinlik aralıklarında dar bir ΔT (<180 °C) aralığı sunmaktadır (Şekil 10.3.). Magmaların herhangi bir derinlikte önemli derece soğumadan dar ΔT (≤ 200 – 250 °C) değerlerine sahip olması, hızlı yükselim kabiliyetleri ile ilişkilidir (Putirka ve ark., 2009). NAB magmalarının KAS'a göre LILE'ce düze yakın, HFSE'ce sabit veya kısmen pozitif ve ferromagnezyen elementlerce (Ni, 70-135 ppm; $MgO_{ort.}$, ~6,7; TiO_2, ~1,5; MnO., ~0,18 ağ. %) görece zengin karakteristikleri ile yüksek T(°C)'ye karşılık dar ΔT (~150°C) boyunca genelde yüksek P (kbar) koşulları sergilemesi, belirli bir oranda tüketilmiş, ilksel özelliklere sahip olasılıkla daha derin kaynaktan türemiş olmaları ile açıklanabilir.



Şekil 10.7. a) pMELTS hesaplamalarında fraksiyonlanan mineral fazlarının sıcaklığa göre kutu grafiği dağılımları (spinel/Fe-Ti oksit sıcaklık yüksekten düşüğe doğru, sırasıyla, spinel – manyetit – ulvöspinel olarak değişmektedir). b) pMELTS hesaplanan eriyik fraksiyonun viskozite (log_{10} poise), yoğunluk (gr/cm^3) ve su içeriği (ağ. % H_2O) kutu grafiği dağılımları.

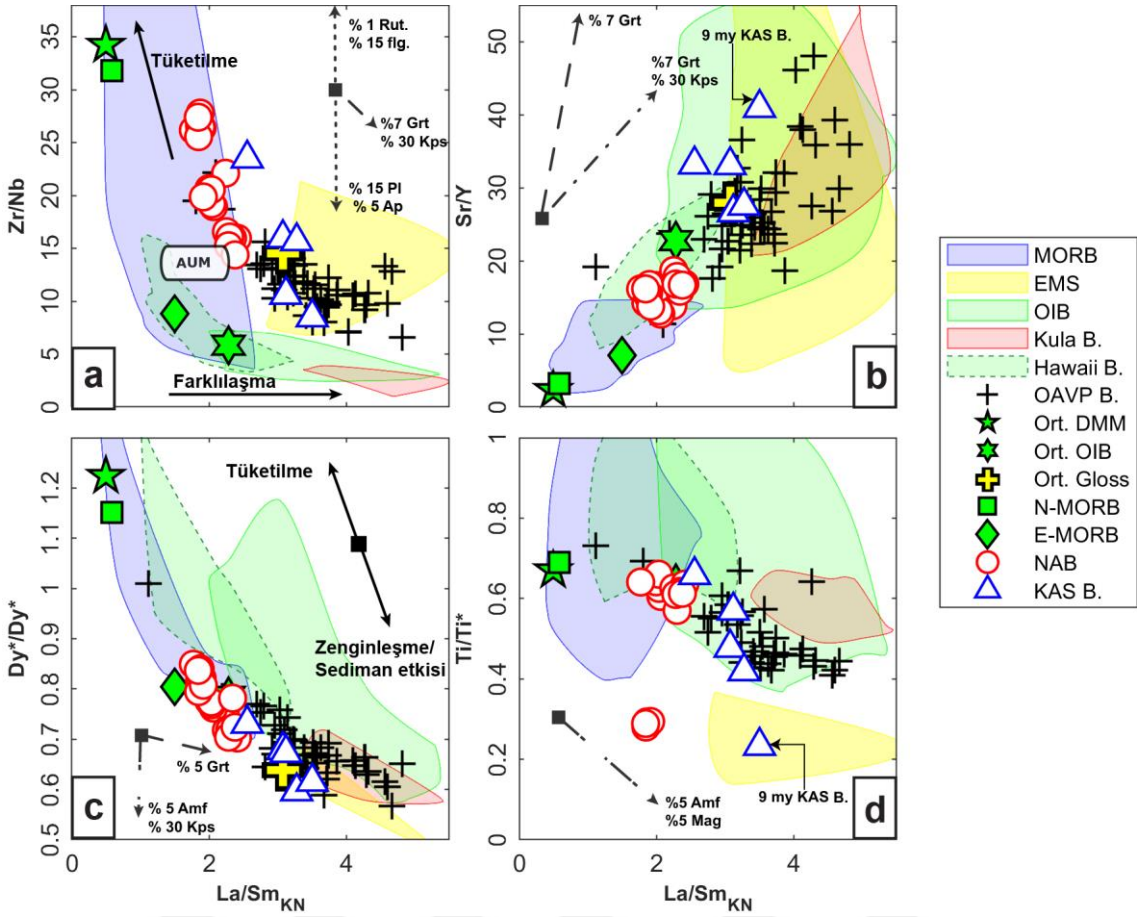
10.3. İlksel Magmaların Köken Karakteristikleri

Miyo-Pliyosen KAS (~12 – 5 My) bazaltları ile Sultansazlığı Havzası açılması (< 2,73±0,08 My; Higgins ve ark. (2015)) ile eş yaşlı, Pliyo-Pleyistosen yaşlı (3,1 - 2,2 My, sırasıyla; Platzman ve ark., 1998; Higgins ve ark., 2015) NAB, mineralojik ve dokusal farklıklarının (NAB'da intersiyel sfen, opak reaksiyon, kırlangıç kuyruğu plajiyoklaz) yanı sıra ana ve iz element karakteristikleri bakımından önemli farklılıklara sahiptir (Ana başlık 5, 0 ve alt başlık 10.1.). NAB'ın silikaca doygun olmayan (DE : - 4,85 – - 0,11), düşük-orta alkalen (Nph: 0,45 - 3,0 ağ. %) doğası ile yüksek MgO (ort., ~7 ağ. %), MnO (ort., ~0,18 ağ. %) ve geçiş metallerince (Ni, Fe, Ti) zengin içeriği, KAS'a göre daha ilksel bileşime sahip bir kaynaktan türemiş olabileceğine işaret eder (Gill, 1981; Haggerty, 1995; Kelemen ve ark., 2003; Doğan, 2015; Di Giuseppe ve ark., 2018; Rabayrol, 2018; Uslular ve Gençalioğlu-Kuşcu, 2019).

Düze yakın (15-32xPM), kısmen LILE ($LILE_{ort.}$, 21,75xPM) ve HFSE'ce ($HFSE_{ort.}$, 23xPM) zengin, yatay – pozitif LREE/HREE içerikleri ($[La/Yb]_N$, 3,58xKN) (Şekil 8.3.), NAB'ın oluşumu için, zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltlarına (E-MORB; Sun ve McDonough (1989)) benzer kısmen zenginleşmiş, tüketilmiş bir manto kaynak bileşeninin varlığı şeklinde değerlendirilir (Pearce ve Norry, 1979; Floyd, 1989; Wilson, 1989; Kürkcüoglu, 2010; Reid ve ark., 2017 ve buradaki referanslar). Ayrıca, NAB'ın KAS'a kıyasla zayıf Ta (~7xPM), Nb (~6xPM) ve P (~8xPM) hendeklerine karşılık negatif Rb (~8-25xPM) ve Th (12-30xPM) anomalileri (Şekil 8.3.), kökenlerinde dalma-batma süreci ile değişime uğramış alt kıtasal litosferik manto (AKLM) etkisinin veya magmatik rezervuar boyunca yan kayaç asimilasyonu ile fraksiyonel kristalleşme gibi farklılaşma süreçlerinin yoksunluğunu gösterir (Pearce, 1983; Sun ve McDonough, 1989; Fitton ve ark., 1991; Deniel ve ark., 1998; McMillan ve ark., 2000). Değişken, düşük, Zr/Nb (ort, ~20 ppm) değerlerine karşılık düşük ve dar aralıkta La/Sm (ort., ~1,85 ppm) değerleri NAB magmaların dalma-batma sürecinde okyanus tabanı sedimanları ile değişime uğramadığının bir göstergesidir (Downes, 2001; Kelemen ve ark., 2003; Reid ve ark., 2017; Di Giuseppe ve ark., 2018; Dogan-Kulahci ve ark., 2018; Furman ve ark., 2021).

Buna karşılık, KAS bazaltları, görece yüksek La/Sm_{KN}'ye (~ 2,7 ppm) karşı düşük Zr/Nb değerleri (~14 ppm) ile daha çok Doğu Akdeniz Sediman (EMS; Klaver ve ark. (2015)) alanına yakınlık gösterir (Şekil 10.8. a). Bu yakınlık, KAS kökeninde dalma-batma ile zenginleşmiş AKLM veya kısmen tüketilmiş okyanus adası toleyitik bazaltlarına (OIB) benzer zenginleşmiş kaynak varlığına işaret eder (Taylor ve Karner, 1983; Kürkçüoglu ve ark., 1998; Workman ve ark., 2004; Güçtekin ve Köprübaşı, 2009). Kuzeyden güneye ve yaşlıdan gence doğru, sırasıyla, Susuzdağ-Bozca, Tekkedağ, Hoduldağ, Kurtdağ-Develidağ (Üst Miyosen – Pliyosen; ~12 – 5 My) KAS magmalarının, giderek, MgO (5,8-6,3 ağ. %), Ni (~60-90 ppm), Cr (~250-350 ppm), V (~200-250 ppm) gibi elementlerce daha zengin (Şekil 8.2.), LILE ve HFSE'ce daha fakir ($LILE_N$ 22-30, $HFSE_N$ 17-22 x PM) (Şekil 8.3.), fraksiyonlanmamış REE desenleri (ort. REE_{KN}, ~10-15) ile temsil edilmeleri (~6-5 My için Kurtdağ – Develidağ) (Şekil 8.4.), KAS köken karakteristiklerinde zamansal değişimi gösterir (Gill, 1981; Pearce, 1983; Deniel ve ark., 1998; Rabayrol, 2018). ~5 My Kurtdağ sisteminde, kapanım olarak bulunan Al-Cr serisi spinel grubu minerallerin, plato bazaltları, ada yayları, okyanus tabanı ve adalarından türemiş toleyitik bazaltlarda gözlenen spinel grubuna yakınlık sunması (Şekil 7.9.) ve olivin-spinel eşlerinin, OAVP potansiyel manto sıcaklıklarına (1275 – 1350 °C; Reid ve ark. (2017)) yakın kristalizasyon sıcaklıkları, bu evrede (~5 My) magmaların fizikokimyasal özelliklerindeki değişimin göstergesidir (Şekil 7.9. a-d).

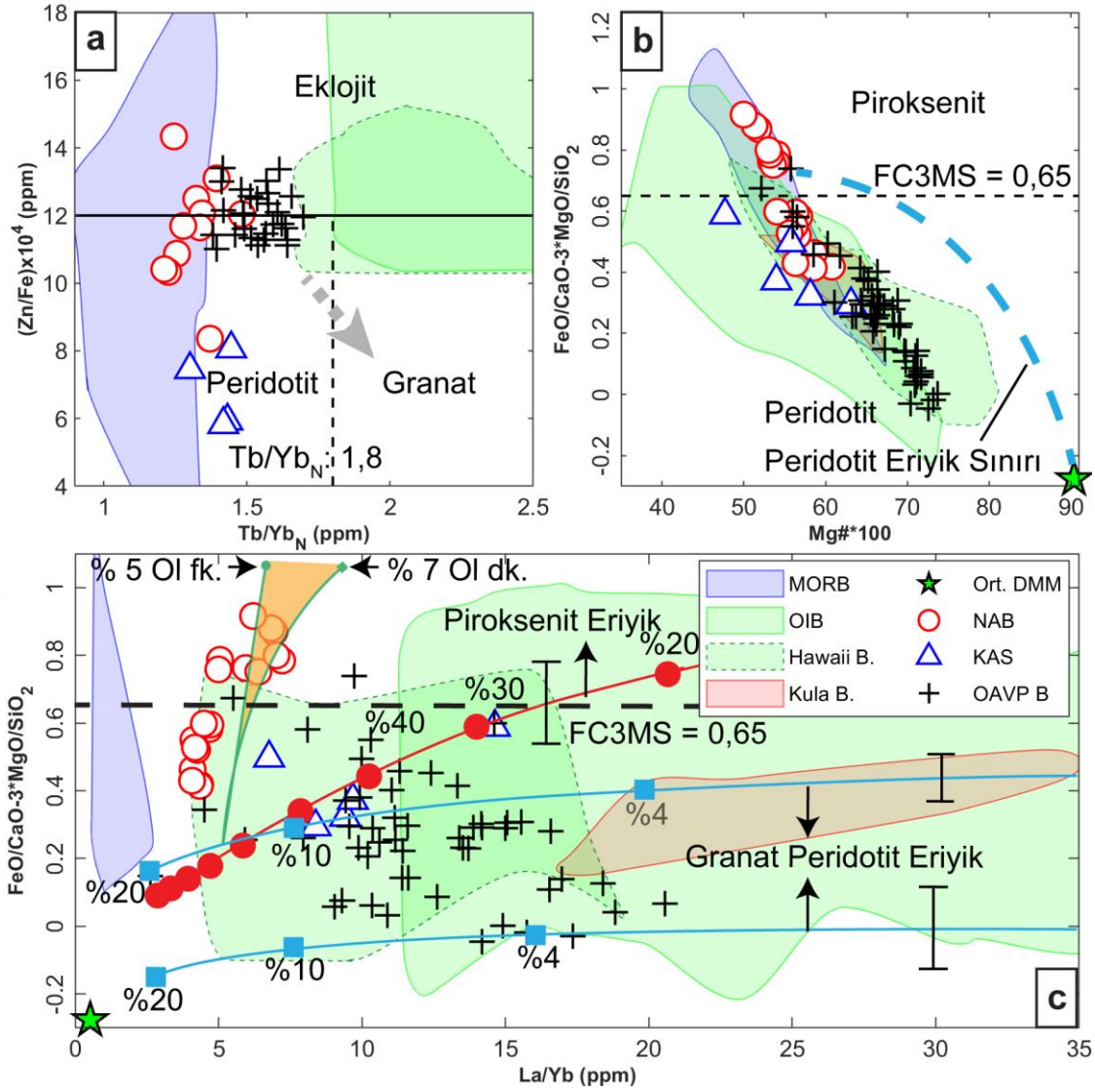
NAB magmaları, La/Sm_{KN}'ye karşı yüksek Zr/Nb, Dy/Dy* ve Ti/Ti* içerikleri ile OAVP için öngörülen tüketilmiş çevresel manto bileşimine (AUM; Reid ve ark. (2017'den sonra) yakınlık gösterir (Şekil 10.8. a). KAS bazaltlarında ~5 My için Develidağ ve Kurtdağ örneklerinin, La/Sm_{KN}'ye karşı yüksek Zr/Nb, Dy/Dy* ve Ti/Ti* içerikleri, düze yakın, kısmen tüketilmiş LILE ve Nb-Ta'da belirgin, farklı oranda tüketilmiş HFSE içerikleri, belirgin olarak NAB'a benzerdir (Şekil 10.8.). Bu yakınlık, KAS genç ürünlerde (~5 My) tüketilmiş ve daha ilksel kaynak bileşimi varlığını destekler (Di Giuseppe ve ark., 2018). Buna karşılık, KAS kuzey (Susuzdağ), ~9 My yaşlı bazaltların, La/Sm_{KN}'ye karşı yüksek Sr/Y, düşük Dy/Dy* ve Ti/Ti değerleri ile ayrışması, dalma-batma ile değişime uğramış (metasomatizma, sediman etkisi) AKLM etkisinin yaşlı KAS'da (> ~6 My) diğer ürünlere göre yüksek olduğunu doğrular (Şekil 10.8.) (Rabayrol, 2018).



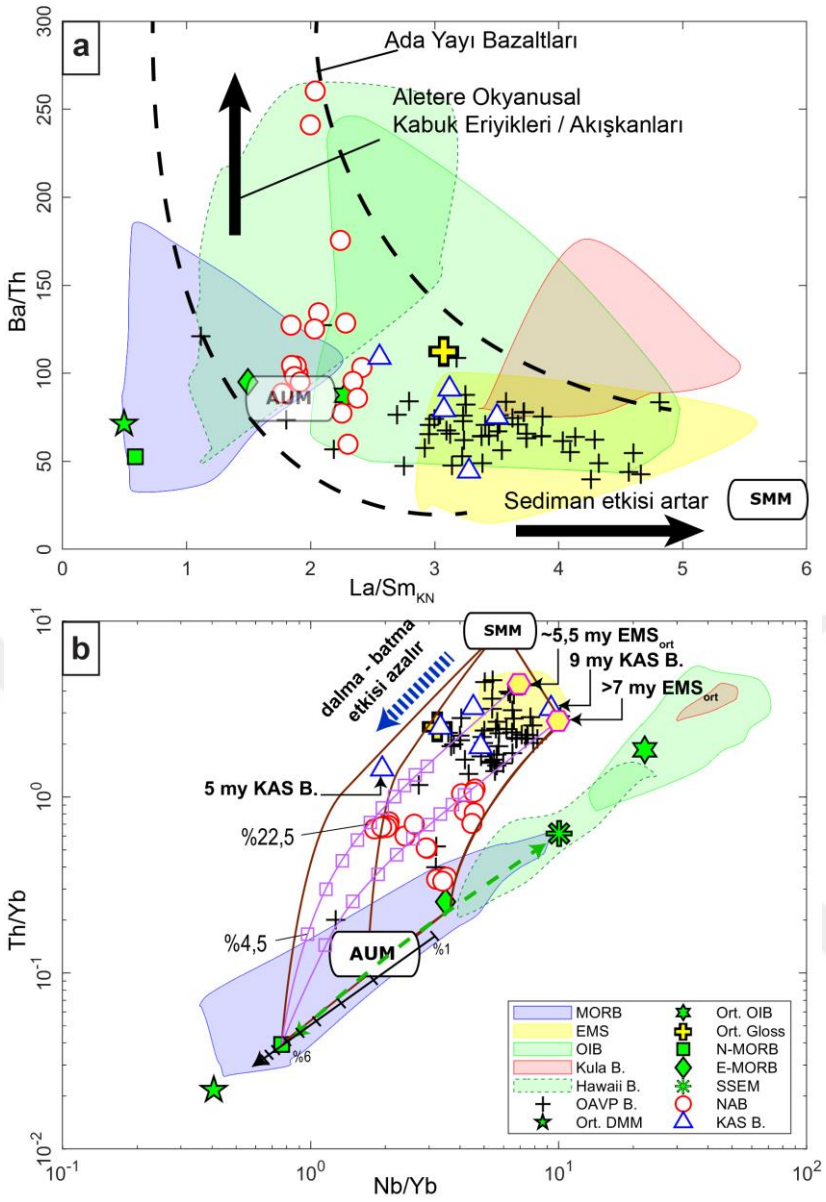
Şekil 10.8. NAB-KAS bazaltlarının (≤ 52 ağ. % SiO_2), La/Sm_{KN}'ye karşı (a) Zr/Nb, (b) Sr/Y, (c) Dy/Dy* ve (d) Ti/Ti* (ppm) dağılımları. La/Sm_{KN}'ye karşı Dy/Dy* ve Ti/Ti*, Davidson ve ark. (2012)'dan değiştirilerek alınmıştır. Kesikli çizgili oklar, belirtilen fazların (granat, Grt; klinopiroksen, Cpx; Rutil, Rut; Filogopit, Flg; Amfibol, Amf; Plajiyoklaz, Pl; Apatit, Ap; Manyetit, Mag;) Ortalama Tüketilmiş MORB Benzeri Manto'dan (Ort. DMM; Workman ve Hart (2005)) belirtilen oranlarda eksilmesinde eriyik bileşiminin değişimini gösterir (KD, Rollinson (1993)'dan derlenmiştir). OAVP bazaltları (≤ 52 ağ. % SiO_2), Notsu ve ark. (1995); Kürkçüoglu ve ark. (1998); Şen ve ark. (2004); Güçtekin ve Köprübaşı (2009); Reid ve ark. (2017); Di Giuseppe ve ark. (2018); Dogan-Kulahci ve ark. (2018); Uslular ve Gençalioğlu-Kuşcu (2019)'dan alınmıştır. MORB, OIB, Kula, Hawaii bazaltları (≤ 52 ağ. % SiO_2), GEOROC ve EarthChem veri tabanlarından (08/04/2021 ve 08/02/2020) sağlanmışıtır. E-MORB, ort. OIB, N-MORB, Sun ve McDonough (1989); ort. GLOSS, Plank ve Langmuir (1998); EMS, Klaver ve ark. (2015); AUM, Reid ve ark. (2017)'den alınmıştır.

NAB'da sabit La/Sm_{KN}'ye karşı Zr/Nb'deki artış ve Rb'de genel olarak negatif anomaliler, kaynakta rutil, filogopit gibi refraktör fazlara işaret eder (Şekil 10.8. a). KAS bazaltlarının ise görece yüksek Sr/Y, düşük Dy/Dy*, Ti, Yb ve dik REE desenleri, kaynak litolojisinde, granat, amfibol, klinopiroksen ve manyetit varlığını gösterir (Şekil 10.8. b-d). NAB ve KAS bazaltlarının, düşük Tb/Yb_N'a (≤1,8 ppm; Wang ve ark. (2002)) karşı orta-düşük $(Zn/Fe^{+2})x10^4$ değerleri (14-6 ppm), daha çok MORB alanına yakın, spinel peridotitik veya kısmen eklojit (%20 granat-%80 piroksen; Le Roux ve ark. (2011)) kaynak litolojisinde kaynağa işaret eder (Şekil 10.9.a) (Reid ve ark., 2017 ve buradaki referanslar). KAS ve NAB magmaları spinel peridotitik manto kaynağı ile ilişkilendirilen yüksek MgO (≥ 8,5 ağ. %) kriterinden yoksun olmalarına rağmen, orta Mg#*100 (50-65 Mg#*100) ve düşük La/Yb (15-4,8) değerlerine karşılık, yüksek – düşük FC3MS ($FeO/CaO-3xMgO/SiO_2$; Yang ve Zhou (2013)) değerleri (0,95 - 0,31 ağ. %) daha çok farklı oranlarda granat (%0-45) içeren spinel veya granat peridotitik kaynak olmak üzere kısıtlı sayıda NAB örneği için kaynakta daha derin kökenli metasomatizma etkisinin ve eklojitik (piroksen ± granat) kaynak litolojisinin varlığını doğrular (örn., Gall ve ark., 2021) (Şekil 10.9. b-c).

Ada yayı toleyitik bazaltlarında düşük La/Sm_{KN}'ye karşı Ba/Th zenginleşmesi astenosferik mantoda altere okyanusal kabuk eriyiklerin ve akışkanların etkisinin bir göstergesidir (Reid ve ark., 2017). Benzer olarak, NAB'ın düşük La/Sm_{KN}'ye karşı Ba/Th'ce zenginleşmesi, Pliyo-Pleyistosen'de, OAVP altında dalan levhanın ayrılma ve kopma süreci tamamlanmış olmasına karşın (Cosentino ve ark., 2012; Schildgen ve ark., 2012), altere okyanusal levhaya eriyiklerin üst mantoya sızmış olmaları ile açıklanır (Davies ve ark., 1989; Reid ve ark., 2017). KAS bazaltlarında ise sabit Ba/Th'ya karşı artan La/Sm_{KN}'ye değerleri daha çok sığ okyanus tabanı sedimanlarınca zenginleşmiş litosferik manto varlığı etkisini yineler (Leeman ve ark., 1990). Buna karşılık, azalan La/Sm_{KN}'ye karşı kısmen artan Ba/Th değerleri ile NAB iz element karakteristiklerine yakınlık sunan genç KAS (~5-6 My) bazaltlarında dalma-batma etkisinin giderek azalması ve dalan-ayrılan altere okyanusal levhaya ait daha derin kökenli, eriyiklerinin etkisinin dereceli olarak arttığı söylenebilir (Şekil 10.10.a) (Lustrino, 2005; Reid ve ark., 2017; Rabayrol ve ark., 2019b).



Şekil 10.9. KAS - NAB bazaltlarının (≤ 52 SiO_2 ağ. %) manto köken litolojilerine yaklaşımda bulunmak amacıyla (Zn/Fe)x10^4'ye (Le Roux ve ark., 2011) karşı Tb/Yb_N (Wang ve ark., 2002) değiştirilerek FC3MS ($FeO/CaO-3xMgO/SiO_2$)'ye karşı sırasıyla, Mg#*100 (b) ve La/Yb (c), (Yang ve Zhou, 2013) diyagramlarında karşılaştırma amacıyla Okyanus Ortası Sırt (MORB), Okyanus Adası (OIB), Hawaii, Kula, OAVP bazaltları ve Ortalama Tüketilmiş MORB Benzeri Manto (Ort. DMM; Workman ve Hart (2005)) ile birlikte gösterilmiştir (granat peridotit ve piroksenit ergime ve fraksiyonel kristalleşme (fk) - dengeli kristalleşme (dk) hesaplamalarına ait değişim eğrileri Yang ve Zhou (2013)'dan alınmıştır, diğer örnek grupları için referanslar Şekil 10.8.'deki gibidir).



Şekil 10.10. NAB-KAS bazaltlarının (≤ 52 ağ. % SiO_2), La/Sm_{KN}'ye karşı (a) Ba/Th (ppm) ve (b) Nb/Yb (ppm)'a karşı Th/Yb (ppm) dağılımları. AUM ve dalma-batma ile zenginleşmiş manto (SMM) bileşimleri, ada yayı toleyitik bazaltlarına ait kesikli çizgi sınır ile birlikte Reid ve ark. (2017)'den alınmıştır. N-MORB – EMS (>7 My ve ~5,5 My için; Klaver ve ark. (2015)'dan alınmıştır) karışımı %4,5'lik artış ile maksimum %45'lik değişim eğrisi pembe çizgi ve kutucuklarla gösterilmektedir. Kahve renkli çizi ile sınırlandırılan alanlar sırasıyla, N-MORB – SMM, AUM – SMM ve E-MORB – EMS > 7 My, karışım eğrilerinin oluşturduğu alanı temsil eder. Dalan levha altı zenginleşmiş manto (SSEM; Klaver ve ark. (2016)) bileşeni dışında diğer alanlar ve bileşimler Şekil 10.8.'deki gibidir.

Th/Yb'a karşı Nb/Yb'da, NAB'ın kısmen tüketilmiş, zenginleşmiş iz element karakteristikleri, MORB – E-MORB benzeri farklı oranda zenginleşmiş, tüketilmiş bileşimlere, ~%4,5-22,5 arasında Miyo-Pliyosen (>7 My ve ~5,5 My için EMS; Klaver ve ark. (2015)) yaşlı Akdeniz okyanus tabanı sediman bileşeninin eklenmesi ile açıklanmaktadır (Şekil 10.10. b). Th/Yb'a karşı Nb/Yb değerinin görece düşük olduğu NAB'a yakınlık sunan genç KAS magmalarının daha az sediman katkısı etkisinde oluşumları manto kökeninde dalma-batma etkisinin kademeli azalışını açıklar (Şekil 10.10. b).

OAVP için öngörülen dalma-batma etkisinde oluşmuş manto bileşimi (SMM) ile çevresel üst manto bileşenin veya farklı oranda zenginleşmiş-tüketilmiş MORB – E-MORB arasında bulunan eriyiklerin, Doğu Akdeniz sedimanları arasında 7 My'den yaşlı ortalama bileşeni ile karışım aralığı (kahve renkli çizgi ile belirtilen Şekil 10.10. b) hem NAB hem de KAS bazaltlarını kapsar.

NAB'ın ve en genç KAS bazaltlarının, zenginleşmiş AKLM etkisi taşıyan, yaşlı seri KAS bazaltlarından farklı olarak, E-MORB benzeri kısmen tüketilmiş – zenginleşmiş eriyik bileşimleri belirli oranda tüketilmiş ilksel bileşime sahip MORB benzeri magmanın, Anadolu'da kıta içi bazaltları için öngörülen dalan levha altı zenginleşmiş manto (SSEM; Klaver ve ark. (2016)) ile kısmen değişime uğratılmış veya çok düşük derecede (~3,5 - 4) ort. DMM'den itibaren oluşan kısmi eriyiklerden (Kürkcüoglu, 2010) itibaren kısmen EMS, kısmen dalan altere okyanusal kabuk (> ppm 100 Ba/Th) eriyikleri ile zenginleşme etkisi ile oluştuğu söylenebilir (Şekil 10.10. a, b).

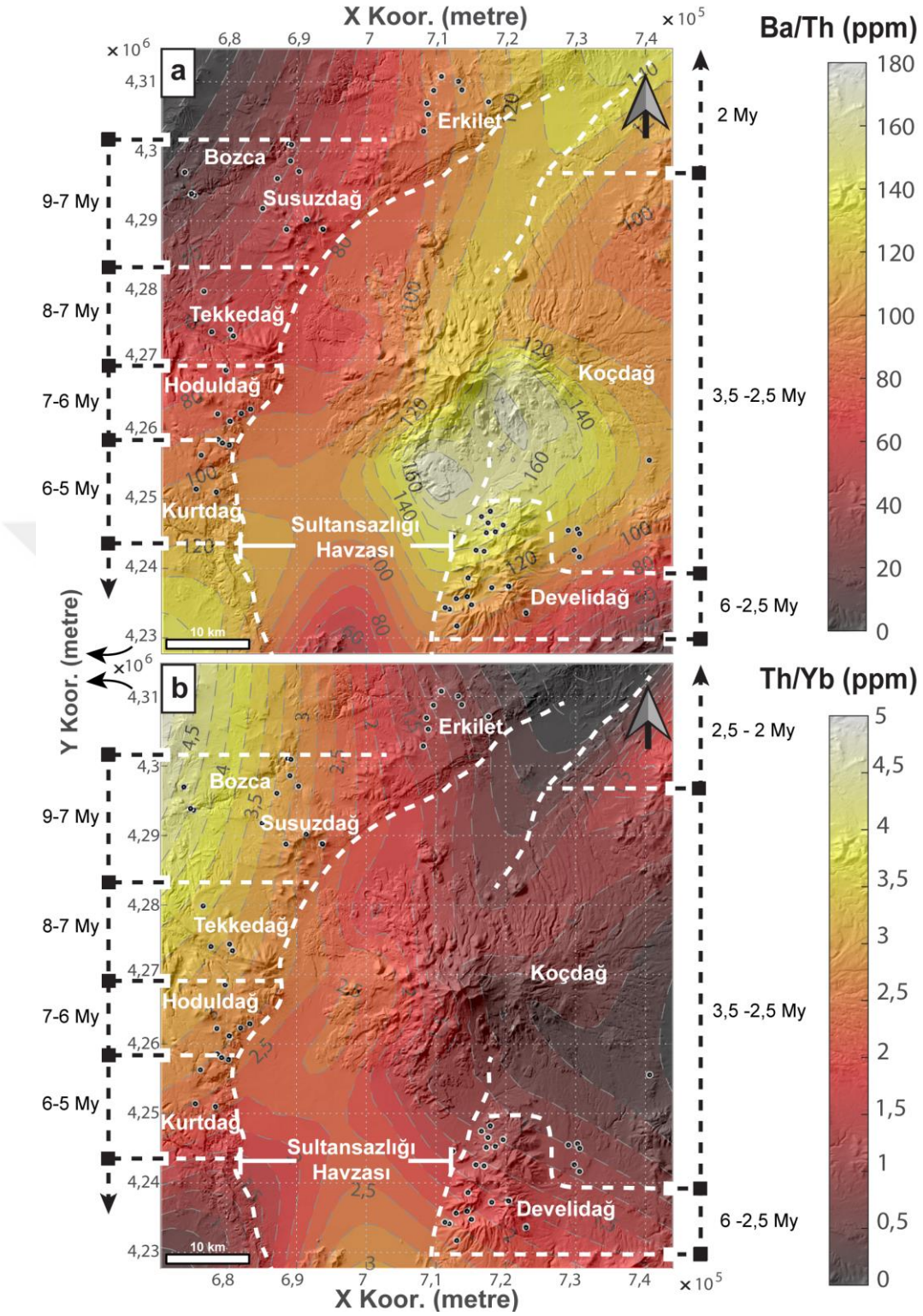
10.4. Tektonizmanın Magma Bileşimlerine ve Dinamik Evrimlerine Etkisi

Güney Neotetis okyanus levhasının litosferden ayrılması ve kopması ile tetiklenen astenosferik yükselim (Cosentino ve ark., 2012; Schildgen ve ark., 2012; Schildgen ve ark., 2014), Orta Anadolu'da ~10 My (Karaoğlan, 2016) – 8 My (Schildgen ve ark., 2012; Aydar ve ark., 2013) öncesinde başlayan ~1-2 km'lik kabuk yükselimi ile açıklanır (Faccenna ve ark., 2006; Gans ve ark., 2009; Berk Biryol ve ark., 2011; Schildgen ve ark., 2014).

Kabuk yükselimi için iki farklı başlangıç zaman öngörüsüne göre, ~25 My (Rabayrol ve ark., 2019b) veya ~11-13 My (Keskin, 2003; Cosentino ve ark., 2012; Schildgen ve ark., 2014) öncesinde Doğu Anadolu'dan itibaren güney Neotetis okyanus levhasının yanal yırtılması ile başlayan kopma, sırasıyla, ~16,5 (Rabayrol ve ark., 2019b) veya 8 My (Schildgen ve ark., 2012; Schildgen ve ark., 2014) öncesine kadar OAVP batı sınırına (Karapınar, Aksaray) ulaşmış olmalıdır (Rabayrol ve ark., 2019b ve buradaki referanslar). Ancak, OAVP'de manto heterojenliği olarak tanımlanan, Orta-Üst Miyosen (~12 – 6 My) volkanik ürünlerinin daha çok kalk-alkalen karakterde dalma-batma ile zenginleşmiş AKLM etkisi taşımaları (2,9 ≤ La/Sm, 1 ≤ Th/Yb, 20 ≤ Sr/Y zenginleşme, 0,69 ≥ Dy/Dy*, 0,55 ≥ Ti/Ti* tüketilme), Pliyo-Kuvaterner (≤5 My) volkanizmasının ise geçişli-orta alkalen doğası ile kısmen tüketilmiş (2,4 ≥ Zr/Nb) ve kısmen okyanusal kabuk bileşenleri etkisi ile zenginleşmiş (~75 ≤ Ba/Th) daha çok sublitosferik üst manto (Reid ve ark., 2017; Di Giuseppe ve ark., 2018; Uslular ve Gençalioğlu-Kuşcu, 2019) etkisiyle oluşumları dikkate alındığında, yırtılma ve kopma olayının yaklaşık olarak Üst Miyosen – Pliyosen geçişinde (~5 My) ve sonrasında OAVP volkanizmasını etkilediğinden söz edilebilir (örn., Furman ve ark., 2021).

Manto heterojenliği temelindeki jeodinamik olaylar, Sultansazlığı Havzası kenarında yer alan, aktivitesi yaklaşık güney Neotetis okyanusal levhasının AKLM'den ayrılmasıyla başlayan (OAVP için, Orta-Üst Miyosen ~16,5 veya 10 My; (Schildgen ve ark., 2012); Schildgen ve ark. (2014); (Rabayrol ve ark., 2019b)) ve levha yırtığının genişlemesi sonucunda astenosferik serbestleşme (kabuk yükselimini; ≤ ~10 – 8 My; Schildgen ve ark. (2012); Aydar ve ark. (2013); Karaoğlan (2016)) boyunca devam eden, Üst Miyosen – Pliyo-Pleyistosen (~9 – 2,2 My) yaşlı volkanik ürünlerince kayıt altına alınmıştır.

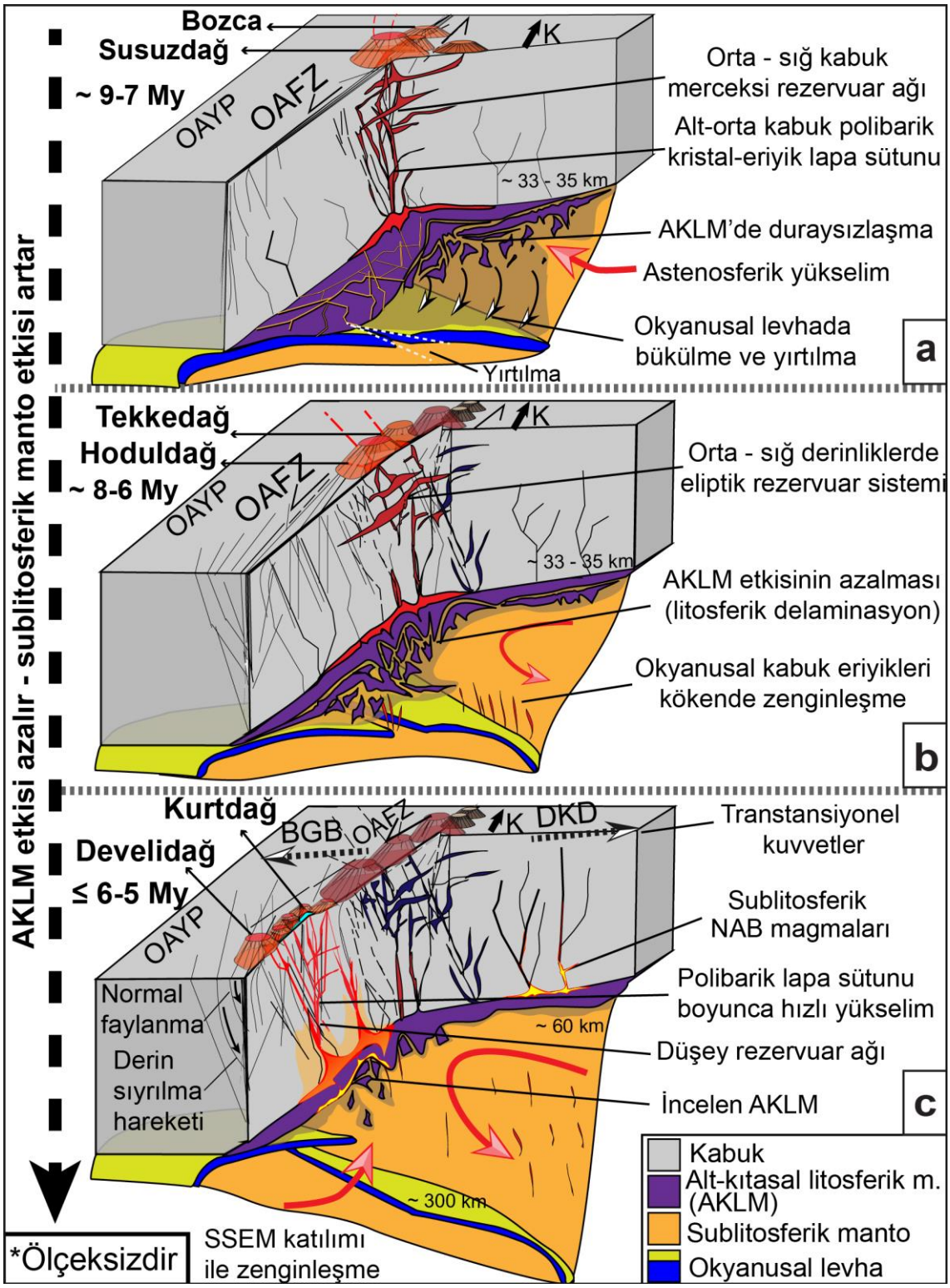
~ 5 – 5,5 My'den yaşlı, tipik kalk-alkalen farklılaşması (LILE'ce zenginleşme, HFSE'ce fakirleşme, Th, Rb, K kambur deseni) gösteren ve yaklaşık MOHO – alt kabuk derinliğinden türeyen KAS bazaltları ve havzada açılma ile eş yaşlı, kabuk boyunca değişime uğramamış, E-MORB benzeri, NAB arasındaki farklılık, belirgin bir şekilde, Ba/Th ve Th/Yb içerikleriyle ayırt edilir (Şekil 10.10.).



Şekil 10.11. Sultansazlığı Havzası kenarı Miyo-Pliyosen – Pleyistosen bazalt – bazaltik andezitlerinin (≤ ağ. %56 SiO_2) Ba/Th (a) ve Th/Yb (b) değerlerinin yerel ağırlıklı dağılım grafiği düzeltmesi (Lowess) ile enterpole edilmiş, renkli kontur haritasının DYM üzerine yansıtılmış görünümü (temsili yaş aralıkları detaylı bilgi için Ana başlık 4'e ve Şekil 1.2.'ye bakınız, koordinat sistemi UTM 36N WGS84, metre).

Ba/Th ve Th/Yb değişimi, farklılaşma süreçlerinden en az oranda etkilenmiş, ürünler için (≤ 56 ağ. % SiO_2), dijital yükseklik modeli üzerinde enterpole edilerek, renk kontur haritası olarak gösterilmiştir (Şekil 10.11.). Buna göre, okyanusal levha eriyikleri ile zenginleşmiş sublitosferik manto kökenine işaret eden Ba/Th zenginleşmesinin (Şekil 10.10. a) havza kenarı genç ürünlere doğru (~5,5 – 5 My), kuzeyden güneye kademeli olarak arttığı ve havzanın açılması ile eş yaşlı doğuda K-G doğrultusunda yer alan NAB'da daha da belirginleştiği görülmektedir (Şekil 10.11.a). Kökende, AKLM ve kabuk etkisinin azaldığını gösteren Th/Yb fakirleşmesi ise (Şekil 10.10. b) ~5-5,5 My için havzanın GB ucu ile doğu kenarı, K-G hattında hem KAS hem de NAB magmaları için gözlenmektedir (Şekil 10.11.b). Daha çok, zenginleşmiş sublitosferik manto etkisinin gözlendiği NAB ile genç (5,5-5 My) KAS bazaltlarının, AKLM etkisinin belirdin olarak gözlendiği (~9-5,5 My) KAS magmalarından, Ba/Th'de zenginleşme ve Th/Yb'de fakirleşme ile ayrışması kökende manto heterojenliğinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir örn., Di Giuseppe ve ark. (2018).

En yaşlı ürünler için, ~9-7 My için kuzeyde Susuzdağ, Bozca (Şekil 10.12.a) bazaltlarında gözlenen zenginleşmiş AKLM etkisinin, bu evrede dalan levhanın güneye doğru bükülerek ayrılması ile ilişkili olduğu değerlendirilmiştir. Güneyde, ~8-6 My için Tekkedağ ve Hoduldağ sistemlerinde, kuzey bölgelere göre zenginleşmiş AKLM etkisinin kısmen azalmasının, dalan levha derine gömülerek astenosfer etkisinin artması veya AKLM'nin duraysızlaşması ile ilişkilendirilebilir (Şekil 10.12.b). KAS en genç ürünlerde, ~5-6 My için havzanın güney ucunun, karşılıklı iki yakasındaki Kurtdağ – Develidağ sistemlerinde ise NAB'a yakın iz element karakteristikleri, AKLM etkisinin azalması buna karşılık okyanusal levha eriyikleri ile zenginleşmiş sublitosferik manto etkisinin artması, litosferin incelmesi veya levha yırtılması ile ilişkilendirilebilir (Şekil 10.12. c). Pliyo-Pleyistosen'de artan BGB-DKD transtansiyonel kuvvetlerin etkisinde gelişen normal faylanma (Kaymakci ve ark., 2010; Higgins ve ark., 2015) ile havzanın genişlemesi ve genişleyen dalan levha yırtığından yükselen levha altı ve okyanusal levha eriyikleri ile kısmen zenginleşmiş, sublitosferik manto etkisi, ilksel karakterdeki NAB magmalarının kabuk boyunca farklılaşmadan oluşumunu desteklemiştir (Şekil 10.12. c).



Şekil 10.12. a-c) Sultansazlığı Havzası Miyo-Pliyosen magmalarının rezervuar şekilleri ve kökensel değişimini etkileyen jeodinamik süreçlerin şematize edilmiş gösterimi (sublitosferik manto, dalan okyanusal levha Rabayrol ve ark. (2019a), AKLM ve okyanusal levha eriyikleri Reid ve ark. (2017)'den esinlenilmiştir, detaylı bilgi metindedir).

AKLM etkisinde oluşan yaşlı KAS magmalarının, en yüksek sıcaklık için ~1250 °C, ~30 km derinlikten, orta-sığ kabuk derinliklerine kadar alt-orta kabuk boyunca, polibarik fraksiyonlanma ile kademeli FK-AFK (%20-45) süreçleriyle farklılaştığı ve merceksi (geçişli) rezervuar ağında biriktikleri (Şekil 10.12.a), ~6-7 My için Hoduldağ sistemi magmalarının dar ve düşük P (kbar) aralığında, yüksek ΔT (~350 °C) ile tüm KAS içerisinde en sığ yerleşime sahip eliptik rezervuar ağına sahip oldukları (Şekil 10.12.b), buna karşılık genç KAS (~5-5,5 My) ile NAB'ın ~1 GPa'da MOHO derinliğinde bulunan ilksel eriyik için 1324-1223 °C'den itibaren yüksek basınç polibarik fraksiyonlanması ile görece hızlı yükselime sahip magmalarca temsil edildikleri ve genelde kabuğu düşey kat eden (Şekil 10.12. c), polibarik eriyik-kristal lapa sütünü boyunca sığ derinliklere taşındıkları, mineral termobarometre hesaplamaları ve pMELTS modellemesi ile doğrulanmıştır. Üst-Miyosen – Pliyosen geçişinde, yüksek ΔP'ye (~10 kbar) karşılık düşük ΔT (~200-300°C) değerlerine sahip, farklılaşma süreçlerinden görece az etkilenmiş genç magma (≤ ~5,5 My) serilerinin (KAS Kurtdağ, Develidağ ve NAB) varlığı, BGB-DKD transtansiyonel kuvvetlerin (Kaymakci ve ark., 2010; Higgins ve ark., 2015) etkisinin havza açılımından öncesinde, görece hızlı yükselim oranına sahip, görece daha ilksel karakterdeki magmaların oluşumunu kolaylaştırdığı şeklinde değerlendirilebilir (Şekil 10.12. c).

11. SONUÇLAR

Sultansazlığı Havzası kenarı Miyo-Pliyosen volkanik ürünlerine ait petrografik, mineralojik ve jeokimyasal veri, muhtelif sayısal modelleme teknikleri kullanarak havza kenarı magmalarının, farklılaşma süreçleri, termo-dinamik evrimleri ve ana magmaların oluşumlarında etkili olan dinamik süreçler petrolojik açıdan değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Buna göre;

1. Sultansazlığı Havzası kenarı Miyo – Pliyosen volkanik ürünleri, bazalttan dasite (51-69 ağ. % SiO_2) farklılaşmış, hipersiten normatif (Hyp: 0,39 – 20,54 ağ. %) kalk-alkalen magma serileri (KAS) ile negatif doygunluk endeksi değerleri (DE: - 4,85 – - 0,11) ile düşük-orta alkalen (Nph: 0,45 - 3,0 ağ. %), Na-alkalen bazaltlarını (NAB) içerir.

2. Miyo-Pliyosen KAS (~12 – 5 My) bazaltları ile Sultansazlığı Havzası açılması ile eş yaşlı, Pliyo-Pleyistosen NAB, petrolojik karakterleri açısından belirgin farklılıklar sunar.

3. KAS kayaç grupları modal plajiyoklaz + klinopiroksen + Fe-Ti oksit ± olivin ± ortopiroksen ± amfibol; NAB ise plajiyoklaz + olivin + klinopiroksen + Fe-Ti oksit grubu mineralleri ile temsil edilir. Apatit, mika, spinel, zirkon, KAS kayaç gruplarında; apatit ve sfen ise NAB için aksesuar fazlardır.

4. KAS mineral kimyası, bazalttan dasite, genellikle normal zonlanma eğilimi birlikte yaygın dengesizlik dokuları sunan ve merkez – orta bileşimleri boyunca genelde An'ce zenginleşme, orta-kenar bölgelerinde ise An'ce tüketilme ile temsil edilen, orta-yüksek anortitik (~50-98 % mol) Ca-plajiyoklaz ve ortopiroksen – klinopiroksen geçişli kompozit piroksenlerle karakteristiktir.

5. Bazalttan dasite, kesintisiz, KAS magmalarında ayırtlanan, artan silis ve toplam alkaliler ile doğru orantılı sistematik LILE zenginleşmesine karşılık ana element oksitlerde ve geçiş metallerinde azalma plajiyoklaz ve ferromagnezyen fazların kotektik kristalizasyonları ile belirli oranda kabuk asimilasyonu etkisini gösterir.

6. İz element FK – AFK hesaplamaları Sultansazlığı Havzası Miyo-Pliyosen ürünleri içinde kuzeyde bulunan, ortalama üst kıtasal kabuk bileşimine yakın bileşimde, Susuzdağ, Bozca, Erkilet (≥%51,2 ağ. % SiO_2) sistemlerine ait ürünlerin olası kıtasal kabuk asimilasyonundan veya AKLM'den daha fazla etkilendiklerini göstermiştir.

7. Tahmin edilen rezervuar parametrelerine göre magmalar geniş bir ΔP/ΔT gradyanı (ΔP:10-0,2 kbar / ΔT:1306-700°C) boyunca düşük-orta oksidasyon koşulları ($KFM_{ort.}$: +1,09 ± 0,88 $log\, fO_2$) altında genelde MOHO – alt kabuk (~33-28 km) derinliklerinden yükselerek, orta-sığ derinliklere taşınır.

8. Alt – orta kabuk (10-5 kbar) güzergâhında KAS magmalarının farklılaşmalarına yol açan, polibarik yüksek basınç fraksiyonlanması (10-5 kbar) ve kademeli fraksiyonlanma (~%35) ile kabuk asimilasyonu (%20-45), pMELTS ve muhtelif sayısal modellemeler (FK, AFK) ile doğrulanmıştır.

9. Farklılaşma süreçlerinden görece az etkilenmiş genç magma (≤~5,5 My) serilerinin yüksek ΔP'ye (~10 kbar) karşılılık düşük ΔT (~200-300°C) koşulları, transtansiyonel kuvvetlerin havza açılımından öncesinde görece hızlı yükselim oranına sahip daha ilksel karakterdeki magmaların oluşumunu kolaylaştırdığını göstermiştir.

10. İlksel element karakteristiklerine sahip ürünler referans alınarak, yaklaşık MOHO derinliğinde 1GPa basınçta doğal bileşimlerdeki en yüksek forsteritik (X_{Fo}: 88,4 % mol) olivin ile dengede bulunduğu varsayılan ilksel eriyik bileşimi, 1323 °C likidus sıcaklığı için tahmin edilmiştir.

11. Hesaplanan ilksel eriyik bileşimindeki magmaların, alt-orta kabuk yüksek basınç polibarik fraksiyonlanmaları süresince, yüksek sıcaklık (~1323 °C), düşük-orta su içeriği (0,6 – 2,5 ağ. % H_2O), düşük – orta oksidasyon koşulları (KFM 0 – +2 $log\ fO_2$) altındaki evrimleri doğal bileşimlerdeki kompozit piroksenler (opx-cpx) ile yüksek An (≥75 % mol) plajiyoklazlarında gözlenen yaygın tozlu – elek dokularının varlığını açıklar.

12. NAB'ın silikaca doygun olmayan (DE : - 4,85 – - 0,11), düşük-orta alkalen (Nph: 0,45 - 3,0 ağ. %) doğası ile yüksek MgO (ort., ~7 ağ. %), MnO (ort., ~0,18 ağ. %) ve geçiş metallerince (Ni, Fe, Ti) zengin içeriği ile KAS'a göre daha primitif bileşime sahip bir kaynaktan türediğini gösterir.

13. Kuzeyden güneye ve yaşlıdan gence doğru, sırasıyla, Susuzdağ-Bozca, Tekkedağ, Hoduldağ, Kurtdağ-Develidağ (Üst Miyosen – Pliyosen; ~12 – 5 My) KAS magmalarının, giderek, MgO (5,8-6,3 ağ. %), Ni (~60-90 ppm), Cr (~250-350 ppm), V (~200-250 ppm) gibi elementlerce daha zengin, LILE ve HFSE'ce daha fakir ($LILE_N$ 22-30, $HFSE_N$ 17-22 x PM), fraksiyonlanmamış REE desenleri (ort. REE_{KN}, ~10-15) ile temsil edilmeleri (~6-5 My için Kurtdağ – Develidağ) KAS köken karakteristiklerinde zamansal değişimi gösterir.

14. Daha çok, zenginleşmiş sublitosferik manto etkisinin gözlendiği NAB ile genç (5 – 5,5 My) KAS bazaltlarının, AKLM etkisiyle oluşmuş yaşlı (~9-5,5 My) KAS magmalarından, Ba/Th'de zenginleşme ve Th/Yb'de fakirleşme ile dereceli ayrışması, OAVP için heterojen manto kaynaklarına işaret etmektedir.

12. KAYNAKLAR

The Geochemical Earth Reference Model Partition Coefficients Database, GERM Partition Coefficient (Kd) Database, https://kdd.earthref.org/KdD, (Erişim tarihi: **08/02/2021**).

GEOROC Geochemistry of Rocks of the Oceans and Continents, http://georoc.mpch-mainz.gwdg.de/georoc/Start.asp, (Erişim tarihi: **08/04/2020**).

Abgarmi, B., Delph, J.R., Ozacar, A.A., Beck, S.L., Zandt, G., Sandvol, E., Turkelli, N. ve Biryol, C.B., Structure of the crust and African slab beneath the central Anatolian plateau from receiver functions: New insights on isostatic compensation and slab dynamics, Geosphere, 13 (**2017**) 6.

Adam, J. ve Green, T., Trace element partitioning between mica- and amphibole-bearing garnet lherzolite and hydrous basanitic melt: 1. Experimental results and the investigation of controls on partitioning behaviour, Contrib Mineral Petrol, 152 (**2006**) 1.

Aigner-Torres, M., Blundy, J., Ulmer, P. ve Pettke, T., Laser Ablation ICPMS study of trace element partitioning between plagioclase and basaltic melts: an experimental approach, Contrib Mineral Petrol, 153 (**2007**) 6.

Akin, L., Aydar, E., Schmitt, A.K., Çubukçu, H.E. ve Gerdes, A., Zircon geochronology and O-Hf isotopes of Cappadocian ignimbrites: New insights into continental crustal architecture underneath the Central Anatolian Volcanic Province, Turkey, Gondwana Research, 91 (**2021**)

Al-Lazki, A.I., Sandvol, E., Seber, D., Barazangi, M., Turkelli, N. ve Mohamad, R., Pn tomographic imaging of mantle lid velocity and anisotropy at the junction of the Arabian, Eurasian and African plates, Geophysical Journal International, 158 (**2004**) 3.

Aldanmaz, E., Pearce, J.A., Thirlwall, M.F. ve Mitchell, J.G., Petrogenetic evolution of late Cenozoic, post-collision volcanism in western Anatolia, Turkey, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 102 (**2000**) 1–2.

Allègre, C.J. ve Minster, J.F., Quantitative models of trace element behavior in magmatic processes, Earth and Planetary Science Letters, 38 (**1978**) 1.

Aluç, A., Kuşcu, İ., Peytcheva, I., Cihan, M. ve von Quadt, A., The late Miocene Öksüt high sulfidation epithermal Au-Cu deposit, Central Anatolia, Turkey: Geology, geochronology, and geochemistry, Ore Geology Reviews, 126 (**2020**)

Anastasakis, G. ve Kelling, G., Tectonic connection of the Hellenic and Cyprus arcs and related geotectonic elements, Marine Geology, 97 (**1991**) 3–4.

Andersen, D.J., Lindsley, D.H. ve Davidson, P.M., QUILF: A pascal program to assess equilibria among Fe ・ Mg ・ Mn ・ Ti oxides, pyroxenes, olivine, and quartz, Computers & Geosciences, 19 (**1993**) 9.

Anderson, A.T., Magma mixing: petrological process and volcanological tool, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 1 (**1976**) 1.

Anderson, J.L. ve Smith, D.R., The effects of temperature and fO2 on the Al-in-hornblende barometer, American Mineralogist, 80 (**1995**) 5-6.

Annen, C., Blundy, J.D. ve Sparks, R.S.J., The Genesis of Intermediate and Silicic Magmas in Deep Crustal Hot Zones, Journal of Petrology, 47 (**2005**) 3.

Annen, C. ve Sparks, R.S.J., Effects of repetitive emplacement of basaltic intrusions on thermal evolution and melt generation in the crust, Earth and Planetary Science Letters, 203 (**2002**) 3.

Antoshechkina, P.M. ve Asimow, P.D., Alphamelts Software Manual. - A text driven interface for MELTS, pMELTS & pHMELTS. , pp. 61, **2018**.

Antoshechkina, P.M., Asimow, P.D., Hauri, E.H. ve Luffi, P.I. Effect of water on mantle melting and magma differentiation, as modeled using Adiabat_1ph 3.0, (Eds.), December 01, 2010, **2010,** p. V53C-2264.

Arth, J.G., Behavior of trace elements during magmatic processes - A summary of theoretical models and their applications, Journal of Research of the U.S. Geological Survey, 4 (**1976**) 1.

Astbury, R.L., Petrelli, M., Ubide, T., Stock, M.J., Arienzo, I., D'Antonio, M. ve Perugini, D., Tracking plumbing system dynamics at the Campi Flegrei caldera, Italy: High-resolution trace element mapping of the Astroni crystal cargo, Lithos, 318-319 (**2018**)

Ates, A., Bilim, F. ve Buyuksarac, A., Curie Point Depth Investigation of Central Anatolia, Turkey, pure and applied geophysics, 162 (**2005**) 2.

Aydar, E., Çubukçu, H.E., Erdal, Ş. ve Lütfiye, A., Central Anatolian Plateau, Turkey: incision and paleoaltimetry recorded from volcanic rocks, Turkish Journal of Earth Sciences, 22 (**2013**) 5.

Aydar, E., Gourgaud, A., Deniel, C., Lyberis, N. ve Gundogdu, N., Le volcanisme quaternaire d'Anatolie centrale (Turquie): association de magmatismes calco-alcalin et alcalin en domaine de convergence, Canadian Journal of Earth Sciences, 32 (**1995**) 7.

Aydar, E., Schmitt, A.K., Çubukçu, H.E., Akin, L., Ersoy, O., Sen, E., Duncan, R.A. ve Atici, G., Correlation of ignimbrites in the central Anatolian

volcanic province using zircon and plagioclase ages and zircon compositions, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 213–214 (**2012**) 0.

Aydin, F., Contrasting complexities in the evolution of calc-alkaline and alkaline melts of the Nigde volcanic rocks, Turkey: textural, mineral chemical and geochemical evidence, European Journal of Mineralogy, 20 (**2008**) 1.

Aydın, İ., Karat, H.İ. ve Koçak, A., Curie-point depth map of Turkey, Geophysical Journal International, 162 (**2005**) 2.

Ayranci, B., Zur Petrologie und Geologie des Erciyes-Vulkan-Gebietes: bei Kayseri in Zentral - Anatolien/Türkei., Doktora Tezi, University of Würzburg, **1969**.

Bacon, C.R. ve Druitt, T.H., Compositional evolution of the zoned calcalkaline magma chamber of Mount Mazama, Crater Lake, Oregon, Contrib Mineral Petrol, 98 (**1988**) 2.

Bacon, C.R. ve Hirschmann, M.M., Mg/Mn partitioning as a test for equilibrium between coexisting Fe-Ti oxides, American Mineralogist, 73 (**1988**) 1-2.

Bard, J.P., Microtextures of igneous and metamorphic rocks, English Edition, D.Reidel Publishing Company, **1986**.

Barnes, S.J. ve Roeder, P.L., The Range of Spinel Compositions in Terrestrial Mafic and Ultramafic Rocks, Journal of Petrology, 42 (**2001**) 12.

Bartol, J. ve Govers, R., A single cause for uplift of the Central and Eastern Anatolian plateau?, Tectonophysics, 637 (**2014**)

Bartol, J., Govers, R. ve Wortel, M.J.R., Mantle delamination as the cause for the Miocene-Recent evolution of the Central and Eastern Anatolian Plateau, EGU General Assembly 2012, **2012**.

Bartol, J., Govers, R. ve Wortel, R., The Central Anatolian Plateau: relative timing of uplift and magmatism, EGU General Assembly 2011, **2011**.

Barton, M., Varekamp, J.C. ve Van Bergen, M.J., Complex zoning of clinopyroxenes in the lavas of Vulsini, Latium, Italy: evidence for magma mixing, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 14 (**1982**) 3.

Bates, R.L. ve Jackson, J.A., Glossary of Geology, Second Edition, American Geological Institute, **1980**.

Beattie, P., Olivine-melt and orthopyroxene-melt equilibria, Contrib Mineral Petrol, 115 (**1993**) 1.

Beekman, P., The pliocene and quaternary volcanism in the Hasan Dağ-Melendiz Dağ region, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Bülteni, 66 (**1966**)

Beekman, P.H., İncesu Bölgesinin (Kayseri) Jeolojisi ve Volkanolojik Etüdü Paftalar K34-A3-D2-D3, Rapor No: 6880, Ankara, **1963**.

Bennett, E.N., Lissenberg, C.J. ve Cashman, K.V., The significance of plagioclase textures in mid-ocean ridge basalt (Gakkel Ridge, Arctic Ocean), Contrib Mineral Petrol, 174 (**2019**) 6.

Berk Biryol, C., Beck, S.L., Zandt, G. ve Özacar, A.A., Segmented African lithosphere beneath the Anatolian region inferred from teleseismic P-wave tomography, Geophysical Journal International, 184 (**2011**) 3.

Besang, C., Eckhardt, F., Harre, W., Kreuzer, H. ve Müller, P., Radiometrische altersbestimmungen an neogenen eruptivgesteinen der Türkei, Geologisches Jahrbuch B, 25 (**1977**)

Bigazzi, G., Yegingil, Z., Ercan, T., Oddone, M. ve Özdogan, M., Fission track dating obsidians in Central and Northern Anatolia, Bull Volcanol, 55 (**1993**) 8.

Blundy, J., Cashman, K. ve Humphreys, M., Magma heating by decompression-driven crystallization beneath andesite volcanoes, Nature, 443 (**2006**) 7107.

Bowen, N.L., The Later Stages of the Evolution of the Igneous Rocks, The Journal of Geology, 23 (**1915**) 8.

Bradshaw, T.K. ve Smith, E.I., Polygenetic Quaternary volcanism at Crater Flat, Nevada, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 63 (**1994**) 3.

Brenan, J.M., Shaw, H.F., Ryerson, F.J. ve Phinney, D.L., Experimental determination of trace-element partitioning between pargasite and a synthetic hydrous andesitic melt, Earth and Planetary Science Letters, 135 (**1995**) 1.

Brenna, M., Nakada, S., Miura, D., Toshida, K., Ito, H., Hokanishi, N. ve Nakai, S.i., A trachyte–syenite core within a basaltic nest: filtering of primitive injections by a multi-stage magma plumbing system (Oki-Dōzen, south-west Japan), Contrib Mineral Petrol, 170 (**2015**) 2.

Bryan, W.B., Finger, L.W. ve Chayes, F., Estimating proportions in petrographic mixing equations by least-squares approximation, Science, 163 (**1969**) 3870.

Caricchi, L., Blundy, J., Caricchi, L. ve Blundy, J.D., The temporal evolution of chemical and physical properties of magmatic systems. Chemical, Physical and Temporal Evolution of Magmatic Systems, Geological Society of London, pp. 0, **2015**.

Carmichael, I.S.E., The iron-titanium oxides of salic volcanic rocks and their associated ferromagnesian silicates, Contrib Mineral Petrol, 14 (**1966**) 1.

Carrara, A., Burgisser, A. ve Bergantz, G.W., The architecture of intrusions in magmatic mush, Earth and Planetary Science Letters, 549 (**2020**)

Cashman, K.V., Sparks, R.S.J. ve Blundy, J.D., Vertically extensive and unstable magmatic systems: A unified view of igneous processes, Science, 355 (**2017**) 6331.

Cosentino, D., Schildgen, T.F., Cipollari, P., Faranda, C., Gliozzi, E., Hudáčková, N., Lucifora, S. ve Strecker, M.R., Late Miocene surface uplift of the southern margin of the Central Anatolian Plateau, Central Taurides, Turkey, Geological Society of America Bulletin, 124 (**2012**) 1-2.

Costa, S., Masotta, M., Gioncada, A., Pistolesi, M., Bosch, D. ve Scarlato, P., Magma evolution at La Fossa volcano (Vulcano Island, Italy) in the last 1000 years: evidence from eruptive products and temperature gradient experiments, Contrib Mineral Petrol, 175 (**2020**) 4.

Cox, K.G., The interpretation of igneous rocks, Springer Science & Business Media, **2013**.

Çubukçu, H.E., Ulusoy, İ., Aydar, E., Ersoy, O., Şen, E., Gourgaud, A. ve Guillou, H., Mt. Nemrut volcano (Eastern Turkey): Temporal petrological evolution, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 209 (**2012**)

Davidson, J., Turner, S. ve Plank, T., Dy/Dy*: Variations Arising from Mantle Sources and Petrogenetic Processes, Journal of Petrology, 54 (**2012**) 3.

Davies, G.R., Cliff, R.A., Norry, M.J. ve Gerlach, D.C., A combined chemical and Pb-Sr-Nd isotope study of the Azores and Cape Verde hot-spots: the geodynamic implications, Geological Society, London, Special Publications, 42 (**1989**) 1.

Deering, C.D. ve Bachmann, O., Trace element indicators of crystal accumulation in silicic igneous rocks, Earth and Planetary Science Letters, 297 (**2010**) 1.

Delph, J.R., Abgarmi, B., Ward, K.M., Beck, S.L., Özacar, A.A., Zandt, G., Sandvol, E., Türkelli, N. ve Kalafat, D., The effects of subduction termination on the continental lithosphere: Linking volcanism, deformation, surface uplift, and slab tearing in central Anatolia, Geosphere, 13 (**2017**) 6.

Deniel, C., Aydar, E. ve Gourgaud, A., The Hasan Dagi stratovolcano (Central Anatolia, Turkey): evolution from calc-alkaline to alkaline magmatism

in a collision zone, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 87 (**1998**) 1.

DePaolo, D.J., Trace element and isotopic effects of combined wallrock assimilation and fractional crystallization, Earth and Planetary Science Letters, 53 (**1981**) 2.

Devine, J.D., Murphy, M.D., Rutherford, M.J., Barclay, J., Sparks, R.S.J., Carroll, M.R., Young, S.R. ve Gardner, J.E., Petrologic evidence for pre-eruptive pressure-temperature conditions, and recent reheating, of andesitic magma erupting at the Soufriere Hills Volcano, Montserrat, W.I, Geophysical Research Letters, 25 (**1998**) 19.

Dewey, J.F., Pitman, I.W.C., Ryan, W.B.F. ve Bonnin, J., Plate Tectonics and the Evolution of the Alpine System, GSA Bulletin, 84 (**1973**) 10.

Dhont, D., Chorowicz, J., Yürür, T., Froger, J.L., Köse, O. ve Gündogdu, N., Emplacement of volcanic vents and geodynamics of Central Anatolia, Turkey, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 85 (**1998**) 1.

Di Giuseppe, P., Agostini, S., Manetti, P., Savaşçın, M.Y. ve Conticelli, S., 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, 316-317 (**2018**)

Dilek, Y. ve Sandvol, E., Seismic structure, crustal architecture and tectonic evolution of the Anatolian-African Plate Boundary and the Cenozoic Orogenic Belts in the Eastern Mediterranean Region, Geological Society, London, Special Publications, 327 (**2009**) 1.

Dirik, K., Neotectonic evolution of the northwestward arched segment of the Central Anatolian Fault Zone, Central Anatolia, Turkey, Geodinamica Acta, 14 (**2001**) 1-3.

Dogan-Kulahci, G.D., Temel, A., Gourgaud, A., Varol, E., Guillou, H. ve Deniel, C., Contemporaneous alkaline and calc-alkaline series in Central Anatolia (Turkey): Spatio-temporal evolution of a post-collisional Quaternary basaltic volcanism, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 356 (**2018**)

Doğan, G.D.K.l., Chronological, magmatological and geochemical study of post-collisional basaltic volcanism in Central Anatolia and its spatio-temporal evolution, Doktora Tezi, Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II Earth Science, **2015**.

Dönmez, M., Türkecan, A. ve Akçay, A., Kayseri-Niğde-Nevşehir Yöresi Tersiyer Volkanikleri, 10575, Ankara, **2003**.

Dostal, J., Dupuy, C., Carron, J.P., Le Guen de Kerneizon, M. ve Maury, R.C., Partition coefficients of trace elements: Application to volcanic rocks

of St. Vincent, West Indies, Geochimica et Cosmochimica Acta, 47 (**1983**) 3.

Downes, H., Formation and Modification of the Shallow Sub-continental Lithospheric Mantle: a Review of Geochemical Evidence from Ultramafic Xenolith Suites and Tectonically Emplaced Ultramafic Massifs of Western and Central Europe, Journal of Petrology, 42 (**2001**) 1.

Dunn, T. ve Sen, C., Mineral/matrix partition coefficients for orthopyroxene, plagioclase, and olivine in basaltic to andesitic systems: A combined analytical and experimental study, Geochimica et Cosmochimica Acta, 58 (**1994**) 2.

Eason, D. ve Sinton, J., Origin of high-Al N-MORB by fractional crystallization in the upper mantle beneath the Galápagos Spreading Center, Earth and Planetary Science Letters, 252 (**2006**) 3.

Ersel, G., Kadir, S., Gürel, A. ve Muhsin, E., Geology, mineralogy, geochemistry, and depositional environment of a Late Miocene/Pliocene fluviolacustrine succession, Cappadocian Volcanic Province, central Anatolia, Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, 23 (**2014**) 4.

Ewart, A., Bryan, W.B. ve Gill, J.B., Mineralogy and Geochemistry of the Younger Volcanic Islands of Tonga, S.W. Pacific, Journal of Petrology, 14 (**1973**) 3.

Ewart, A. ve Taylor, S.R., Trace element geochemistry of the rhyolitic volcanic rocks, Central North Island, New Zealand. Phenocryst data, Contrib Mineral Petrol, 22 (**1969**) 2.

Faccenna, C., Bellier, O., Martinod, J., Piromallo, C. ve Regard, V., Slab detachment beneath eastern Anatolia: A possible cause for the formation of the North Anatolian fault, Earth and Planetary Science Letters, 242 (**2006**) 1–2.

Feeley, T.C., Wilson, L.F. ve Underwood, S.J., Distribution and compositions of magmatic inclusions in the Mount Helen dome, Lassen Volcanic Center, California: Insights into magma chamber processes, Lithos, 106 (**2008**) 1.

Feig, S.T., Koepke, J. ve Snow, J.E., Effect of oxygen fugacity and water on phase equilibria of a hydrous tholeiitic basalt, Contrib Mineral Petrol, 160 (**2010**) 4.

Ferracutti, G.R., Gargiulo, M.F., Ganuza, M.L., Bjerg, E.A. ve Castro, S.M., Determination of the spinel group end-members based on electron microprobe analyses, Miner Petrol, 109 (**2015**) 2.

Fichtner, A., Saygin, E., Taymaz, T., Cupillard, P., Capdeville, Y. ve Trampert, J., The deep structure of the North Anatolian Fault Zone, Earth and Planetary Science Letters, 373 (**2013**)

Fitton, J.G., James, D. ve Leeman, W.P., Basic magmatism associated with Late Cenozoic extension in the western United States: Compositional variations in space and time, Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 96 (**1991**) B8.

Floess, D., Caricchi, L., Simpson, G. ve Wallis, S.R., Melt segregation and the architecture of magmatic reservoirs: insights from the Muroto sill (Japan), Contrib Mineral Petrol, 174 (**2019**) 4.

Floyd, P.A., Geochemical features of intraplate oceanic plateau basalts, Geological Society, London, Special Publications, 42 (**1989**) 1.

Francalanci, L., Lucchi, F., Keller, J., De Astis, G. ve Tranne, C.A., Chapter 13 Eruptive, volcano-tectonic and magmatic history of the Stromboli volcano (north-eastern Aeolian archipelago), Geological Society, London, Memoirs, 37 (**2013**) 1.

Froger, J.L., Lénat, J.F., Chorowicz, J., Le Pennec, J.L., Bourdier, J.L., Köse, O., Zimitoglu, O., Gündogdu, N.M. ve Gourgaud, A., Hidden calderas evidenced by multisource geophysical data; example of Cappadocian Calderas, Central Anatolia, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 85 (**1998**) 1–4.

Fujimaki, H., Tatsumoto, M. ve Aoki, K.-i., Partition coefficients of Hf, Zr, and ree between phenocrysts and groundmasses, Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 89 (**1984**) S02.

Furman, T., Hanan, B.B., Sjoblom, M.P., Kürkcüoğlu, B., Sayit, K., Şen, E., Şen, P.A. ve Yürür, T., Evolution of mafic lavas in Central Anatolia: Mantle source domains, Geosphere, 17 (**2021**) 6.

Gall, H., Furman, T., Hanan, B., Kürkcüoğlu, B., Sayıt, K., Yürür, T., Sjoblom, M.P., Şen, E. ve Şen, P.A., Post-delamination magmatism in south-central Anatolia, Lithos, 398-399 (**2021**)

Gallahan, W.E. ve Nielsen, R.L., The partitioning of Sc, Y, and the rare earth elements between high-Ca pyroxene and natural mafic to intermediate lavas at 1 atmosphere, Geochimica et Cosmochimica Acta, 56 (**1992**) 6.

Gamble, J.A., Wood, C.P., Price, R.C., Smith, I.E.M., Stewart, R.B. ve Waight, T., A fifty year perspective of magmatic evolution on Ruapehu Volcano, New Zealand: verification of open system behaviour in an arc volcano, Earth and Planetary Science Letters, 170 (**1999**) 3.

Gans, C.R., Beck, S.L., Zandt, G., Biryol, C.B. ve Ozacar, A.A., Detecting the limit of slab break-off in central Turkey: new high-resolution Pn tomography results, Geophysical Journal International, 179 (**2009**) 3.

Gerlach, D.C. ve Grove, T.L., Petrology of Medicine Lake Highland volcanics: Characterization of endmembers of magma mixing, Contrib Mineral Petrol, 80 (**1982**) 2.

Gertisser, R. ve Keller, J., Temporal variations in magma composition at Merapi Volcano (Central Java, Indonesia): magmatic cycles during the past 2000 years of explosive activity, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 123 (**2003**) 1.

Ghiorso, M.S. ve Evans, B.W., Thermodynamics of Rhombohedral Oxide Solid Solutions and a Revision of the FE-TI Two-Oxide Geothermometer and Oxygen-Barometer, American Journal of Science, 308 (**2008**) 9.

Ghiorso, M.S., Hirschmann, M.M., Reiners, P.W. ve Kress III, V.C., The pMELTS: A revision of MELTS for improved calculation of phase relations and major element partitioning related to partial melting of the mantle to 3 GPa, Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 3 (**2002**) 5.

Gill, J.B., Orogenic Andesites and Plate Tectonics, Springer-Verlag, **1981**.

Göğüş, O.H., Pysklywec, R.N., Şengör, A.M.C. ve Gün, E., Drip tectonics and the enigmatic uplift of the Central Anatolian Plateau, Nature Communications, 8 (**2017**) 1.

Green, T.H., Adam, J. ve Site, S.H., Proton microprobe determined trace element partition coefficients between pargasite, augite and silicate or carbonatitic melts., EOS, Transactions, American Geophysical Union, 74 (**1993**)

Green, T.H., Blundy, J.D., Adam, J. ve Yaxley, G.M., SIMS determination of trace element partition coefficients between garnet, clinopyroxene and hydrous basaltic liquids at 2–7.5 GPa and 1080–1200°C, Lithos, 53 (**2000**) 3.

Green, T.H. ve Pearson, N.J., An experimental study of Nb and Ta partitioning between Ti-rich minerals and silicate liquids at high pressure and temperature, Geochimica et Cosmochimica Acta, 51 (**1987**) 1.

Grove, T.L., Elkins-Tanton, L.T., Parman, S.W., Chatterjee, N., Müntener, O. ve Gaetani, G.A., Fractional crystallization and mantle-melting controls on calc-alkaline differentiation trends, Contrib Mineral Petrol, 145 (**2003**) 5.

Güçtekin, A. ve Köprübaşı, N., Geochemical characteristics of mafic and intermediate volcanic rocks from the Hasandağ and Erciyes volcanoes (Central Anatolia, Turkey), Turkish Journal of Earth Sciences, 18 (**2009**) 1.

Haggerty, S.E., Upper mantle mineralogy, Journal of Geodynamics, 20 (**1995**) 4.

Hans Wedepohl, K., The composition of the continental crust, Geochimica et Cosmochimica Acta, 59 (**1995**) 7.

Harris, N.B.W., Pearce, J.A. ve Tindle, A.G., Geochemical characteristics of collision-zone magmatism, Geological Society, London, Special Publications, 19 (**1986**) 1.

Hawthorne, F.C., Oberti, R., Harlow, G.E., Maresch, W.V., Martin, R.F., Schumacher, J.C. ve Welch, M.D., Nomenclature of the amphibole supergroup, American Mineralogist, 97 (**2012**) 11-12.

Heinonen, J.S., Luttinen, A.V., Spera, F.J. ve Bohrson, W.A., Deep open storage and shallow closed transport system for a continental flood basalt sequence revealed with Magma Chamber Simulator, Contrib Mineral Petrol, 174 (**2019**) 11.

Herzberg, C. ve O'Hara, M.J., Plume-Associated Ultramafic Magmas of Phanerozoic Age, Journal of Petrology, 43 (**2002**) 10.

Higgins, M., Schoenbohm, L.M., Brocard, G., Kaymakci, N., Gosse, J.C. ve Cosca, M.A., New kinematic and geochronologic evidence for the Quaternary evolution of the Central Anatolian fault zone (CAFZ), Tectonics, 34 (**2015**) 10.

Higuchi, H. ve Nagasawa, H., Partition of trace elements between rock-forming minerals and the host volcanic rocks, Earth and Planetary Science Letters, 7 (**1969**) 3.

Hildreth, W., Gradients in silicic magma chambers: Implications for lithospheric magmatism, Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 86 (**1981**) B11.

Hildreth, W. ve Moorbath, S., Crustal contributions to arc magmatism in the Andes of Central Chile, Contrib Mineral Petrol, 98 (**1988**) 4.

Holland, T. ve Blundy, J., Non-ideal interactions in calcic amphiboles and their bearing on amphibole-plagioclase thermometry, Contrib Mineral Petrol, 116 (**1994**) 4.

Norm 4: CIPW Norm Calculation Program, Hollocher, K.T., http://minerva.union.edu/hollochk/c_petrology/other_files/norm4.xlsx, **2004**.

Humphreys, M.C.S., Blundy, J.D. ve Sparks, R.S.J., Magma Evolution and Open-System Processes at Shiveluch Volcano: Insights from Phenocryst Zoning, Journal of Petrology, 47 (**2006**) 12.

Humphreys, M.C.S., Edmonds, M., Plail, M., Barclay, J., Parkes, D. ve Christopher, T., A new method to quantify the real supply of mafic components to a hybrid andesite, Contrib Mineral Petrol, 165 (**2013**) 1.

Idleman, L., Cosca, M.A., Heizler, M.T., Thomson, S.N., Teyssier, C. ve Whitney, D.L., Tectonic burial and exhumation cycles tracked by muscovite and K-feldspar 40Ar/39Ar thermochronology in a strike-slip fault zone, central Turkey, Tectonophysics, 612-613 (**2014**)

Innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Di Brozolo, F.R. ve Villari, L., The Neogene calcalkaline volcanism of Central Anatolia: geochronological data on Kayseri—Nigde area, Geological Magazine, 112 (**1975**) 04.

Jankovics, M.É., Sági, T., Astbury, R.L., Petrelli, M., Kiss, B., Ubide, T., Németh, K., Ntaflos, T. ve Harangi, S., Olivine major and trace element compositions coupled with spinel chemistry to unravel the magmatic systems feeding monogenetic basaltic volcanoes, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 369 (**2019**)

Kadir, S., Gürel, A., Senem, H. ve Külah, T., Geology of Late Miocene clayey sediments and distribution of palaeosol clay minerals in the north-eastern part of the Cappadocian Volcanic Province (Araplı-Erdemli), central Anatolia, Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, 22 (**2014**)

Karaoğlan, F., Tracking the uplift of the Bolkar Mountains (south-central Turkey): evidence from apatite fission track thermochronology, Turkish Journal of Earth Sciences, 25 (**2016**) 1.

Kaymakci, N., Inceöz, M., Ertepinar, P. ve Koç, A., Late Cretaceous to Recent kinematics of SE Anatolia (Turkey), Geological Society Special Publication, 340 (**2010**)

Kelemen, P.B., Yogodzinski, G.M. ve Scholl, D.W., Along-Strike Variation in the Aleutian Island Arc: Genesis of High Mg# Andesite and Implications for Continental Crust. Inside the subduction factory, geophysical monograph, J. Eiler, pp. 223-276, **2003**.

Keskin, M., Magma generation by slab steepening and breakoff beneath a subduction-accretion complex: An alternative model for collision-related volcanism in Eastern Anatolia, Turkey, Geophysical Research Letters, 30 (**2003**) 24.

Klaver, M., Davies, G.R. ve Vroon, P.Z., Subslab mantle of African provenance infiltrating the Aegean mantle wedge, Geology, 44 (**2016**) 5.

Klaver, M., Djuly, T., de Graaf, S., Sakes, A., Wijbrans, J., Davies, G. ve Vroon, P., Temporal and spatial variations in provenance of Eastern Mediterranean Sea sediments: Implications for Aegean and Aeolian arc volcanism, Geochimica et Cosmochimica Acta, 153 (**2015**)

Koçyiğit, A. ve Beyhan, A., A new intracontinental transcurrent structure: the Central Anatolian Fault Zone, Turkey, Tectonophysics, 284 (**1998**) 3.

Koçyiğit, A. ve Doğan, U., Strike-slip neotectonic regime and related structures in the Cappadocia region: a case study in the Salanda basin, Central Anatolia, Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, 25 (**2016**) 5.

Koralay, T., Petrographic and geochemical characteristics of upper Miocene Tekkedag volcanics (Central Anatolia—Turkey), Chemie der Erde-Geochemistry, 70 (**2010**) 4.

Kress, V.C. ve Carmichael, I.S.E., The compressibility of silicate liquids containing Fe2O3 and the effect of composition, temperature, oxygen fugacity and pressure on their redox states, Contrib Mineral Petrol, 108 (**1991**) 1.

Külah, T., Kadir, S., Gürel, A., Eren, M. ve Önalgil, N., Mineralogy, Geochemistry, and Genesis of Mudstones in the Upper Miocene Mustafapaşa Member Of The Ürgüp Formation In The Cappadocia Region, Central Anatolia, Turkey, Clays and Clay Minerals, 62 (**2014**) 4.

Kürkcüoglu, B., Geochemical implications of basaltic products from Develidag volcanic complex, Central Anatolia, Turkey, Geochimica et Cosmochimica Acta Supplement, 72 (**2008**)

Kürkcüoglu, B., Geochemistry and petrogenesis of basaltic rocks from the Develidağ volcanic complex, Central Anatolia, Turkey, Journal of Asian Earth Sciences, 37 (**2010**) 1.

Kürkçüoglu, B., Sen, E., Aydar, E., Gourgaud, A. ve Gündogdu, N., Geochemical approach to magmatic evolution of Mt. Erciyes stratovolcano Central Anatolia, Turkey, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 85 (**1998**) 1.

Kurkcuoglu, B., Sen, E., Temel, A., Aydar, E. ve Gourgaud, A., Trace-Element Modeling and Source Constraints for Tholeiitic and Cale-alkaline Basalts from a Depleted Asthenospheric Mantle Source, Mt. Erciyes Stratovolcano, Turkey, International Geology Review, 43 (**2001**) 6.

Kürkcüoglu, B., sen, E., Temel, A., Aydar, E. ve Gourgaud, A., Interaction of Asthenospheric and Lithospheric Mantle: The Genesis of Calc-alkaline Volcanism at Erciyes Volcano, Central Anatolia, Turkey, International Geology Review, 46 (**2004**) 3.

Lambart, S., Laporte, D. ve Schiano, P., An experimental study of focused magma transport and basalt–peridotite interactions beneath mid-ocean ridges: implications for the generation of primitive MORB compositions, Contrib Mineral Petrol, 157 (**2009**) 4.

Le Bas, M.J., Maitre, R.W.L., Streckeisen, A. ve Zanettin, B., A Chemical Classification of Volcanic Rocks Based on the Total Alkali-Silica Diagram, Journal of Petrology, 27 (**1986**) 3.

Le Maitre, R.W., Streckeisen, A., Zanettin, B., Le Bas, M., Bonin, B. ve Bateman, P., Igneous rocks: A Classification and Glossary of Terms, Cambridge University Press, **2002**.

Le Pennec, J.-L., Bourdier, J.-L., Froger, J.-L., Temel, A., Camus, G. ve Gourgaud, A., Neogene ignimbrites of the Nevsehir plateau (Central Turkey): stratigraphy, distribution and source constraints, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 63 (**1994**) 1.

Le Roux, V., Dasgupta, R. ve Lee, C.T.A., Mineralogical heterogeneities in the Earth's mantle: Constraints from Mn, Co, Ni and Zn partitioning during partial melting, Earth and Planetary Science Letters, 307 (**2011**) 3.

Leeman, W.P., Smith, D.R., Hildreth, W., Palacz, Z. ve Rogers, N., Compositional diversity of Late Cenozoic basalts in a transect across the southern Washington Cascades: Implications for subduction zone magmatism, Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 95 (**1990**) B12.

Lemarchand, F., Villemant, B. ve Calas, G., Trace element distribution coefficients in alkaline series, Geochimica et Cosmochimica Acta, 51 (**1987**) 5.

Lofgren, G.E., Effect of Heterogeneous Nucleation on Basaltic Textures: A Dynamic Crystallization Study, Journal of Petrology, 24 (**1983**) 3.

Luhr, J.F., Carmichael, I.S.E. ve Varekamp, J.C., The 1982 eruptions of El Chichón Volcano, Chiapas, Mexico: Mineralogy and petrology of the anhydritebearing pumices, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 23 (**1984**) 1.

Lustrino, M., How the delamination and detachment of lower crust can influence basaltic magmatism, Earth-Science Reviews, 72 (**2005**) 1.

Marsh, B.D., On the crystallinity, probability of occurrence, and rheology of lava and magma, Contrib Mineral Petrol, 78 (**1981**) 1.

Marsh, B.D., Crystal size distribution (CSD) in rocks and the kinetics and dynamics of crystallization, Contrib Mineral Petrol, 99 (**1988**) 3.

Matsui, Y., Onuma, N., Nagasawa, H., Higuchi, H. ve Banno, S., Crystal structure control in trace element partition between crystal and magma, Bulletin de Minéralogie, (**1977**)

McKenzie, D. ve O'Nions, R.K., Partial Melt Distributions from Inversion of Rare Earth Element Concentrations, Journal of Petrology, 32 (**1991**) 5.

McMillan, N.J., Dickin, A.P. ve Haag, D., Evolution of magma source regions in the Rio Grande rift, southern New Mexico, GSA Bulletin, 112 (**2000**) 10.

Médard, E. ve Grove, T.L., The effect of H2O on the olivine liquidus of basaltic melts: experiments and thermodynamic models, Contrib Mineral Petrol, 155 (**2008**) 4.

Miyashiro, A., Nature of alkalic volcanic rock series, Contrib Mineral Petrol, 66 (**1978**) 1.

Molina, J.F., Moreno, J.A., Castro, A., Rodríguez, C. ve Fershtater, G.B., Calcic amphibole thermobarometry in metamorphic and igneous rocks: New calibrations based on plagioclase/amphibole Al-Si partitioning and amphibole/liquid Mg partitioning, Lithos, 232 (**2015**)

Mollo, S. ve Hammer, J.E., Dynamic crystallization in magmas, EMU Notes Mineral, 16 (**2017**)

Mollo, S., Putirka, K., Misiti, V., Soligo, M. ve Scarlato, P., A new test for equilibrium based on clinopyroxene–melt pairs: Clues on the solidification temperatures of Etnean alkaline melts at post-eruptive conditions, Chemical Geology, 352 (**2013**)

Moore, G. ve Carmichael, I.S.E., The hydrous phase equilibria (to 3 kbar) of an andesite and basaltic andesite from western Mexico: constraints on water content and conditions of phenocryst growth, Contrib Mineral Petrol, 130 (**1998**) 3.

Morimoto, N., Nomenclature of Pyroxenes, Miner Petrol, 39 (**1988**) 1.

Mutlu, A.K. ve Karabulut, H., Anisotropic Pn tomography of Turkey and adjacent regions, Geophysical Journal International, 187 (**2011**) 3.

Nakamura, N., Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na and K in carbonaceous and ordinary chondrites, Geochimica et Cosmochimica Acta, 38 (**1974**) 5.

Neave, D.A., Chemical variability in peralkaline magmas and magma reservoirs: insights from the Khaggiar lava flow, Pantelleria, Italy, Contrib Mineral Petrol, 175 (**2020**) 4.

Neumann, E.-R., Wulff-Pedersen, E., Simonsen, S.L., Pearson, N.J., Martí, J. ve Mitjavila, J., Evidence for Fractional Crystallization of Periodically Refilled Magma Chambers in Tenerife, Canary Islands, Journal of Petrology, 40 (**1999**) 7.

Nielsen, R.L., Gallahan, W.E. ve Newberger, F., Experimentally determined mineral-melt partition coefficients for Sc, Y and REE for olivine, orthopyroxene, pigeonite, magnetite and ilmenite, Contrib Mineral Petrol, 110 (**1992**) 4.

Niu, Y., Bulk-rock Major and Trace Element Compositions of Abyssal Peridotites: Implications for Mantle Melting, Melt Extraction and Post-melting Processes Beneath Mid-Ocean Ridges, Journal of Petrology, 45 (**2004**) 12.

Norman, M.D., Melting and metasomatism in the continental lithosphere: laser ablation ICPMS analysis of minerals in spinel lherzolites from eastern Australia, Contrib Mineral Petrol, 130 (**1998**) 3.

Notsu, K., Fujitani, T., Ui, T., Matsuda, J. ve Ercan, T., Geochemical features of collision-related volcanic rocks in central and eastern Anatolia, Turkey, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 64 (**1995**) 3.

Okamoto, K., Geochemıcal Study on Magmatıc Dıfferentıatıon of Asama Volcano, Central Japan, The Journal of the Geological Society of Japan, 85 (**1979**) 8.

Özsayın, E., Çiner, A., Rojay, B., Dirik, K., Melnick, D., Fernandez-Blanco, D., Bertotti, G., Schildgen, T.F., Garcin, Y. ve Strecker, M.R., Plio-Quaternary extensional tectonics of the Central Anatolian Plateau: a case study from the Tuz Gölü Basin, Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, 22 (**2013**) 5.

Pankhurst, M.J., Dobson, K.J., Morgan, D.J., Loughlin, S.C., Thordarson, T., Lee, P.D. ve Courtois, L., Monitoring the Magmas Fuelling Volcanic Eruptions in Near-real-time Using X-ray Micro-computed Tomography, Journal of Petrology, 55 (**2014**) 3.

Pasquarè, G., Geology of the Cenozoic volcanic area of Central Anatolia, Accademia nazionale dei Lincei, **1968**.

Pasquarè, G., Poli, S., Vezzoli, L. ve Zanchi, A., Continental arc volcanism and tectonic setting in Central Anatolia, Turkey, Tectonophysics, 146 (**1988**) 1-4.

Paster, T.P., Schauwecker, D.S. ve Haskin, L.A., The behavior of some trace elements during solidification of the Skaergaard layered series, Geochimica et Cosmochimica Acta, 38 (**1974**) 10.

Pearce, J., Bender, J., De Long, S., Kidd, W., Low, P., Güner, Y., Saroglu, F., Yilmaz, Y., Moorbath, S. ve Mitchell, J., Genesis of collision volcanism in Eastern Anatolia, Turkey, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 44 (**1990**) 1.

Pearce, J.A., Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. Orogenic andesites and related rocks, R.S. Thorpe, John Wiley and Sons, Chichester, England, pp. 525-548, **1982**.

Pearce, J.A., Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins. Continental Basalts and Mantle Xenoliths, C.J. Hawkesworth ve M.J. Norry, Shiva Publications, pp. 230-249, **1983**.

Pearce, J.A. ve Norry, M.J., Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y, and Nb variations in volcanic rocks, Contrib Mineral Petrol, 69 (**1979**) 1.

Peccerillo, A., Frezzotti, M.L., De Astis, G. ve Ventura, G., Modeling the magma plumbing system of Vulcano (Aeolian Islands, Italy) by integrated fluid-inclusion geobarometry, petrology, and geophysics, Geology, 34 (**2006**) 1.

Peccerillo, A. ve Taylor, S.R., Geochemistry of eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey, Contrib Mineral Petrol, 58 (**1976**) 1.

Pelullo, C., Iovine, R.S., Arienzo, I., Di Renzo, V., Pappalardo, L., Petrosino, P. ve D'Antonio, M., Mineral-Melt Equilibria and Geothermobarometry of Campi Flegrei Magmas: Inferences for Magma Storage Conditions, Minerals, 12 (**2022**) 3.

Philpotts, J.A. ve Schnetzler, C.C., Phenocryst-matrix partition coefficients for K, Rb, Sr and Ba, with applications to anorthosite and basalt genesis, Geochimica et Cosmochimica Acta, 34 (**1970**) 3.

Plank, T. ve Langmuir, C.H., The chemical composition of subducting sediment and its consequences for the crust and mantle, Chemical Geology, 145 (**1998**) 3.

Platzman, E.S., Tapirdamaz, C. ve Sanver, M., Neogene anticlockwise rotation of central Anatolia (Turkey): preliminary palaeomagnetic and geochronological results, Tectonophysics, 299 (**1998**) 1.

Portner, D.E., Delph, J.R., Biryol, C.B., Beck, S.L., Zandt, G., Özacar, A.A., Sandvol, E. ve Türkelli, N., Subduction termination through progressive slab deformation across Eastern Mediterranean subduction zones from updated P-wave tomography beneath Anatolia, Geosphere, 14 (**2018**) 3.

Putirka, K.D., Thermometers and Barometers for Volcanic Systems, Reviews in Mineralogy and Geochemistry, 69 (**2008**) 1.

Putirka, K.D., Kuntz, M.A., Unruh, D.M. ve Vaid, N., Magma Evolution and Ascent at the Craters of the Moon and Neighboring Volcanic Fields, Southern Idaho, USA: Implications for the Evolution of Polygenetic and Monogenetic Volcanic Fields, Journal of Petrology, 50 (**2009**) 9.

Putirka, K.D., Perfit, M., Ryerson, F.J. ve Jackson, M.G., Ambient and excess mantle temperatures, olivine thermometry, and active vs. passive upwelling, Chemical Geology, 241 (**2007**) 3.

Rabayrol, F., Late Cenozoic post-subduction tectonic, magmatic and metallogenic evolution of the Anatolide-Tauride Orogenic Belt, Turkey, Ph.D. Thesis Tezi, The University of British Columbia, **2018**.

Rabayrol, F., Hart, C.J.R. ve Creaser, R.A., Tectonic Triggers for Postsubduction Magmatic-Hydrothermal Gold Metallogeny in the Late Cenozoic Anatolian Metallogenic Trend, Turkey, Economic Geology, (**2019a**)

Rabayrol, F., Hart, C.J.R. ve Thorkelson, D.J., Temporal, spatial and geochemical evolution of late Cenozoic post-subduction magmatism in central and eastern Anatolia, Turkey, Lithos, 336-337 (**2019b**)

Rawson, H., Keller, T., Fontijn, K., Pyle, D.M., Mather, T.A., Smith, V.C. ve Naranjo, J.A., Compositional variability in mafic arc magmas over short spatial and temporal scales: Evidence for the signature of mantle reactive melt channels, Earth and Planetary Science Letters, 456 (**2016**)

Reid, F., Origin of the rhyolitic rocks of the taupo volcanic zone, New Zealand, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 15 (**1983**) 4.

Reid, M.R., Schleiffarth, W.K., Cosca, M.A., Delph, J.R., Blichert-Toft, J. ve Cooper, K.M., Shallow melting of MORB-like mantle under hot continental lithosphere, Central Anatolia, Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 18 (**2017**) 5.

Rhodes, J.M., Dungan, M.A., Blanchard, D.P. ve Long, P.E., Magma mixing at mid-ocean ridges: Evidence from basalts drilled near 22° N on the Mid-Atlantic Ridge, Tectonophysics, 55 (**1979**) 1.

Rieder, M., Cavazzini, G., D'yakonov, Y.S., Frank-Kamenetskii, V.A., Gottardi, G., Guggenheim, S., Koval', P.V., Mueller, G., Neiva, A.M.R., Radoslovich, E.W., Robert, J.-L., Sassi, F.P., Takeda, H., Weiss, Z. ve Wones, D.R., Nomenclature of the micas, The Canadian Mineralogist, 36 (**1998**) 3.

Roeder, P., Gofton, E. ve Thornber, C., Cotectic proportions of olivine and spinel in olivine-tholeiitic basalt and evaluation of pre-eruptive processes, Journal of Petrology, 47 (**2006**) 5.

Roeder, P.L. ve Emslie, R.F., Olivine-liquid equilibrium, Contrib Mineral Petrol, 29 (**1970**) 4.

Roeder, P.L., Poustovetov, A. ve Oskarsson, N., Growth forms and composition of chromian spinel in MORB magma: diffusion-controlled crystallization of chromian spinel, The Canadian Mineralogist, 39 (**2001**) 2.

Roeder, P.L., Thornber, C., Poustovetov, A. ve Grant, A., Morphology and composition of spinel in Pu'u 'O'o lava (1996–1998), Kilauea volcano, Hawaii, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 123 (**2003**) 3.

Rollinson, H.R., Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation, Longman Scientific & Technical, **1993**.

Ronov, A.B. ve Yaroshevsky, A.A., A new Model for the Chemical Structure for the Earth's Crust, Geokhimiya, 12 (**1976**)

Rudnick, R.L. ve Gao, S., Composition of the Continental Crust. The Crust, R.L. Rudnick, Elsevier, pp. 1-64, **2003**.

Salters, V.J.M. ve Longhi, J., Trace element partitioning during the initial stages of melting beneath mid-ocean ridges, Earth and Planetary Science Letters, 166 (**1999**) 1.

Sarjoughian, F., Lentz, D., Kananian, A., Ao, S. ve Xiao, W., Geochemical and isotopic constraints on the role of juvenile crust and magma mixing in the UDMA magmatism, Iran: evidence from mafic microgranular enclaves and cogenetic granitoids in the Zafarghand igneous complex, Int J Earth Sci (Geol Rundsch), (**2017**)

Sassano, G., Acıgöl (Nevşehir) Bölgesi Kuvaterner Volkanizması, MTA Dergisi, 63 (**1964**)

Schellart, W.P. ve Lister, G.S., Tectonic models for the formation of arc-shaped convergent zones and backarc basins. Orogenic curvature: Integrating paleomagnetic and structural analyses, A.J. Sussman ve A.B. Weil, Geological Society of America, pp. 0, **2004**.

Schildgen, T.F., Cosentino, D., Bookhagen, B., Niedermann, S., Yıldırım, C., Echtler, H., Wittmann, H. ve Strecker, M.R., Multi-phased uplift of the southern margin of the Central Anatolian plateau, Turkey: A record of tectonic and upper mantle processes, Earth and Planetary Science Letters, 317 (**2012**)

Schildgen, T.F., Yıldırım, C., Cosentino, D. ve Strecker, M.R., Linking slab break-off, Hellenic trench retreat, and uplift of the Central and Eastern Anatolian plateaus, Earth-Science Reviews, 128 (**2014**)

Schnetzler, C.C. ve Philpotts, J.A., Partition coefficients of rare-earth elements between igneous matrix material and rock-forming mineral phenocrysts—II, Geochimica et Cosmochimica Acta, 34 (**1970**) 3.

Schumacher, R., Mues, U. ve Koberski, U., Petrographical and geochemical aspects and K/Ar dating of ignimbrites in Cappadocia, Turkey, Abstract of the 6th Congress of Geol. Soc. Athens, **1992**.

Sebahattin, A., Osman, Y., Hayrullah, Y. ve Mustafa, M., Hamurcu- (İncesu-Kayseri ve Başdere (Yeşilhisar-Kayseri) Au-Ag-Cu-Mo-Pb-Zn-As Cevherleşmesi, MTA Doğal Kaynaklar Ve Ekonomi Bülteni, 20 (**2015**)

Sellés, D., Dungan, M., Langmuir, C., Rodríguez, A.C. ve Leeman, W.P., Magma and Mineral Composition Response to Increasing Slab-Derived Fluid Flux: Nevado de Longaví Volcano, Southern Chilean Andes, Frontiers in Earth Science, 10 (**2022**)

Şen, E., Kürkcüoğlu, B., Aydar, E., Gourgaud, A. ve Vincent, P.M., Volcanological evolution of Mount Erciyes stratovolcano and origin of the Valibaba Tepe ignimbrite (Central Anatolia, Turkey), Journal of Volcanology and Geothermal Research, 125 (**2003**) 3.

Şen, P.A., Temel, A. ve Gourgaud, A., Petrogenetic modelling of Quaternary post-collisional volcanism: a case study of central and eastern Anatolia, Geological Magazine, 141 (**2004**) 01.

Şengör, A., Görür, N. ve Şaroğlu, F., Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, (**1985**)

Şengör, A.M.C. ve Yilmaz, Y., Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach, Tectonophysics, 75 (**1981**) 3.

Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y. ve Sungurlu, O., Tectonics of the Mediterranean Cimmerides: nature and evolution of the western termination of Palaeo-Tethys, Geological Society, London, Special Publications, 17 (**1984**) 1.

Shane, P., Cocker, K., Coote, A., Stirling, C.H. ve Reid, M.R., The prevalence of plagioclase antecrysts and xenocrysts in andesite magma, exemplified by lavas of the Tongariro volcanic complex, New Zealand, Contrib Mineral Petrol, 174 (**2019**) 11.

Sigurdsson, H., Houghton, B., McNutt, S., Rymer, H. ve Stix, J., The Encyclopedia of Volcanoes, Academic Press, **1999**.

Singer, B.S., Dungan, M.A. ve Layne, G.D., Textures and Sr, Ba, Mg, Fe, K and Ti compositional profiles in volcanic plagioclase: Clues to the dynamics of calc-alkaline magma chambers, American Mineralogist, 80 (**1995**) 7-8.

Sisson, T.W., Hornblende-melt trace-element partitioning measured by ion microprobe, Chemical Geology, 117 (**1994**) 1.

Sisson, T.W. ve Grove, T.L., Experimental investigations of the role of H2O in calc-alkaline differentiation and subduction zone magmatism, Contrib Mineral Petrol, 113 (**1993**) 2.

Solano, J.M.S., Jackson, M.D., Sparks, R.S.J., Blundy, J.D. ve Annen, C., Melt Segregation in Deep Crustal Hot Zones: a Mechanism for Chemical Differentiation, Crustal Assimilation and the Formation of Evolved Magmas, Journal of Petrology, 53 (**2012**) 10.

Sparks, R.S.J., Annen, C., Blundy, J.D., Cashman, K.V., Rust, A.C. ve Jackson, M.D., Formation and dynamics of magma reservoirs, Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 377 (**2019**) 2139.

Spera, F.J. ve Bohrson, W.A., Energy-constrained open-system magmatic processes I: general model and energy-constrained assimilation and fractional crystallization (EC-AFC) formulation, Journal of Petrology, 42 (**2001**) 5.

Storey, M., Wolff, J.A., Norry, M.J. ve Marriner, G.F., Origin of hybrid lavas from Agua de Pau volcano, Sao Miguel, Azores, Geological Society, London, Special Publications, 42 (**1989**) 1.

Sun, S.-s. ve McDonough, W.F., Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes, Geological Society, London, Special Publications, 42 (**1989**) 1.

Taylor, B. ve Karner, G.D., On the evolution of marginal basins, Reviews of Geophysics, 21 (**1983**) 8.

Taylor, S.R. ve McLennan, S.M., The geochemical evolution of the continental crust, Reviews of Geophysics, 33 (**1995**) 2.

Temel, A., Kapadokya Eksplozif Volkanizmasının Petrolojik ve Jeokimyasal Özellikleri, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye, **1992**.

Temel, A., Gündoğdu, M.N., Gourgaud, A. ve Le Pennec, J.-L., Ignimbrites of Cappadocia (Central Anatolia, Turkey): petrology and geochemistry, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 85 (**1998**) 1–4.

Tomiya, A. ve Takahashi, E., Evolution of the Magma Chamber beneath Usu Volcano since 1663: a Natural Laboratory for Observing Changing Phenocryst Compositions and Textures, Journal of Petrology, 46 (**2005**) 12.

Toplis, M.J. ve Carroll, M.R., An Experimental Study of the Influence of Oxygen Fugacity on Fe-Ti Oxide Stability, Phase Relations, and Mineral—Melt Equilibria in Ferro-Basaltic Systems, Journal of Petrology, 36 (**1995**) 5.

Toprak, V., Origin of the Quaternary Basins Developed Within Neogene Cappadocian Volcanic Depression, Central Anatolia, Proceedings of the 30 th Anniversary Symposium, Trabzon, Turkey, **1996**.

Toprak, V., Vent distribution and its relation to regional tectonics, Cappadocian Volcanics, Turkey, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 85 (**1998**) 1.

Toprak, V. ve Göncüoğlu, M.C., Tectonic control on the development of the Neogene-Quaternary Central Anatolian Volcanic Province, Turkey, Geological Journal, 28 (**1993**) 3-4.

Toprak, V., Keller, J. ve Schumacher, R., Volcano-tectonic Features of the Cappadocian Volcanic Province: IAVCEI, Ankara 94: Excursion Guide, **1994**.

Türkecan, A., Türkiye'nin Senozoyik Volkanitleri, Maden Tetkik Arama Müdürlüğü, **2015**.

Türkecan, A., Acarlar, M., Dönmez, M., Hepşen, N. ve Bilgin, Z.R., Kayseri (Bünyan-Develi-Tomarza) Yöresinin Jeolojisi ve Volkanik Kayaçlarının Petrolojisi, 10186, Ankara, **1998**.

Udry, A., Balta, J.B. ve McSween Jr., H.Y., Exploring fractionation models for Martian magmas, Journal of Geophysical Research: Planets, 119 (**2014**) 1.

Uslular, G. ve Gençalioğlu-Kuşcu, G., Mantle source heterogeneity in monogenetic basaltic systems: A case study of Eğrikuyu monogenetic field (Central Anatolia, Turkey), Geosphere, 15 (**2019**) 2.

van Gerve, T.D., Neave, D.A., Almeev, R.R., Holtz, F. ve Namur, O., Zoned Crystal Records of Transcrustal Magma Transport, Storage and Differentiation: Insights from the Shatsky Rise Oceanic Plateau, Journal of Petrology, 61 (**2020**) 8.

Venezky, D.Y. ve Rutherford, M.J., Petrology and Fe–Ti oxide reequilibration of the 1991 Mount Unzen mixed magma, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 89 (**1999**) 1.

Vernon, R.H., A Practical Guide to Rock Microstructure, Cambridge University Press, **2004**.

Vigneresse, J.L., Barbey, P. ve Cuney, M., Rheological Transitions During Partial Melting and Crystallization with Application to Felsic Magma Segregation and Transfer, Journal of Petrology, 37 (**1996**) 6.

Villemant, B., Trace element evolution in the Phlegrean Fields (Central Italy): fractional crystallization and selective enrichment, Contrib Mineral Petrol, 98 (**1988**) 2.

Vinnik, L.P., Erduran, M., Oreshin, S.I., Kosarev, G.L., Kutlu, Y.A., Çakir, Ö. ve Kiselev, S.G., Joint inversion of P- and S-receiver functions and dispersion curves of Rayleigh waves: The results for the Central Anatolian Plateau, Izvestiya, Physics of the Solid Earth, 50 (**2014**) 5.

Wan, Z., Coogan, L.A. ve Canil, D., Experimental calibration of aluminum partitioning between olivine and spinel as a geothermometer, American Mineralogist, 93 (**2008**) 7.

Wang, K., Plank, T., Walker, J.D. ve Smith, E.I., A mantle melting profile across the Basin and Range, SW USA, Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 107 (**2002**) B1.

Wanke, M., Clynne, M.A., von Quadt, A., Vennemann, T.W. ve Bachmann, O., Geochemical and petrological diversity of mafic magmas from Mount St. Helens, Contrib Mineral Petrol, 174 (**2019**) 1.

Wilson, B.M., Igneous Petrogenesis A Global Tectonic Approach, Springer Netherlands, **1989**.

Workman, R.K. ve Hart, S.R., Major and trace element composition of the depleted MORB mantle (DMM), Earth and Planetary Science Letters, 231 (**2005**) 1.

Workman, R.K., Hart, S.R., Jackson, M., Regelous, M., Farley, K., Blusztajn, J., Kurz, M. ve Staudigel, H., Recycled metasomatized lithosphere as the origin of the Enriched Mantle II (EM2) end-member: Evidence from the Samoan Volcanic Chain, Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 5 (**2004**) 4.

Yang, Z.-F. ve Zhou, J.-H., Can we identify source lithology of basalt?, Scientific Reports, 3 (**2013**) 1.

Yetis, C., New observations on the age of the Ecemis Fault, Geology of the Taurus Belt, **1984**.

Yıldırım, C., Sarıkaya, M.A. ve Çiner, A., Late Pleistocene intraplate extension of the Central Anatolian Plateau, Turkey: Inferences from cosmogenic exposure dating of alluvial fan, landslide, and moraine surfaces along the Ecemiş Fault Zone, Tectonics, 35 (**2016**) 6.

Zack, T. ve Brumm, R., Ilmenite/liquid partition coefficients of 26 trace elements determined through ilmenite/clinopyroxene partitioning in garnet pyroxenites, International Kimberlite Conference: Extended Abstracts, 7 (**1998**) 1.

EKLER

EK – 1 Örneklerin makroskopik tanımları ve koordinatları (UTM 36N WGS 84).

Örnek No.	Volkanik Bölge	X koor.	Y koor.	Makroskopik Tanımlama
DYK17-001	Develidağ	720892	4239736	Yer yer sarı renkli ksenolitli, iri feldispatlı, hamurunda muhtemel olivin yeşilimsi iri kristaller barındıran, kısmen altere lav örneği
DYK17-002	Develidağ	715071	4243918	Mikro fenokristal boyutunda plajiyoklaz içeren, bozunma rengi kahverengi-kızıl, fenokirstal olarak kısmen serpantinleşmiş (kahverengi-yeşil renkte) olivin içeren aynı zamanda koyu yeşil muhtemel klinopiroksen içeren çok taze olmayan lav örneği
DYK17-003	Develidağ	712831	4242935	Yer yer gözenekli, kızıl kahve renkte ince taneli kristaller içeren, hamuru koyu gri siyaha yakın renkli, yer yer yeşilimsi muhtemel klinopiroksen içeren üzerinde beyaz sıvamalar olan, bozunma rengi kızıl-kahve olan lavlar
DYK17-004	Develidağ	712819	4241515	Fenokristal boyutunda prizmatik ve kısmen içindeki gri-kahverengi bantlarla aynı yönelimi sergileyen plajiyoklaz kristalleri ile birlikte yine yönlü dokuya paralel kahverengi-kızıl renkte piroksen ve/veya amfibol kristalleri içeren hamuru genellikle açık gri renkte olan lav örneği
DYK17-005	Develidağ	712827	4241494	DYK17-003 numaralı örneğe çok benzeyen lavlarda sarımsı yeşil olivin (muhtemel igdinsitleşmiş), iri plajiyoklaz fenokristalleri ve koyu gri renkli hamura sahiptir.
DYK17-006	Develidağ	712808	4241468	DYK17-005 numaralı örneğe benzeyen lavlarda yeşil prizmatik öhedral klinopiroksen fenokristalleri ile birlikte plajiyoklaz-firik, sarımsı-yeşil olivin kristalleri ile birlikte koyu gri renkte hamur gözlenmektedir.
DYK17-007	Develidağ	714517	4238770	Blok ve kül akıntısına benzeyen krem-kahve renkli kül matriks destekli yer yer tane destekli geçişlerin olduğu genellikle birkaç tipte volkanik litiğin gözlendiği tüm kayaç örnek
DYK17-008	Develidağ	714561	4238597	Hamuru açık gri renkte mikrolitce zengin bir hamura sahip koyu kahve rengi öhedral muhtemelen amfibol kristalleri içeren bozunma rengi kızıl-kahve olan yer yer fenokristallerin tamamen altere olarak gözlendiği, yapısal olarak bol çatlaklı, kırıklı ve sanki enine soğuma eklemlerine sahip ekstrüzyon.
DYK17-009	Develidağ	716400	4240751	Oldukça altere, altere bölümleri sarımsı-beyaz, taze bölümlerinde hamuru pembemsi, mikro fenokristal ve fenokristalce fakir, hamurda yine muhtemelen altere amfibol kristalleri bulunan, oldukça kırıklı ekstrüzyon.
DYK17-010	Develidağ	717231	4244034	Yeşil renkli, fenokristal boyutunda bozunmamış olivin içeren ve hamura hâkim gri rengini veren mikrofenokristal ve mikrolitçe zengin plajiyoklaz içeren yer yer kızıl-kahve rengi öhedral çubuksu piroksen/amfibol içren, bol kırıklı ve çatlaklı, yer yer soğan kabuğu bozunma sergileyen subvolkanik ekstrüzyon.
DYK17-011	Develidağ	717193	4245105	DYK17-012 numaralı örneğe dokusal olarak benzeyen, nispeten ince kristalli genellikle iğnemsi, hamuru orta gri renkte, bol çatlaklı kırıklı blok örnek, blok ve kül akıntısına benzer, sarımsı, beyaz ve kırmızımsı altere zonlar içeren ileri derecede silisifiye, çok sert daha önceki çalışmalarda "Develi Tüfü" olarak tanımlanan birim içeresinden.
DYK17-012	Develidağ	717265	4244942	Blok ve kül akıntısına benzer, sarımsı, beyaz ve kırmızımsı altere zonlar içeren ileri derecede silisifiye, çok sert daha önceki çalışmalarda "Develi Tüfü" olarak tanımlanan birim içeresinden, radyal çatlaklı-kırıklı, kısmen altere fenokristal boyotundaki plajiyoklazlar kısmen killeşmiş, sarımsı yeşil mineraller de içeren orta gri renkte hamura sahip blok örnek.
DYK17-013	Develidağ	717233	4244897	Siyaha yakın renkte hamura sahip soğan kabuğu bozunmaya sahip yer yer soğuma eklemli, mikrofenokristal zengin plajiyoklaz içeren ~10 m kalınğında ekstrüzyon.
DYK17-014	Develidağ	711854	4234123	Blok ve kül akıntısı olarak tanımlanan birim içerisinde, neredeyse afirik, ince mikrolitçe zengin, oldukça koyu gri renkli hamura sahip genellikle taze, bozunma rengi kızıl-kahve olan lav diliminden örnek.
DYK17-015	Develidağ	711913	4234153	Bir önceki DYK17-014 numaralı örnekten ~75 sonra art arda gözlenen 4 lav diimine ait en yaşlı olan örnek, yuvarlak özşekilli plajiyoklaz fenokristal fazının belirgin şekilde gözlendiği örnek, herhangi bir yönlenme gözlenmezken, yer yer yassı gözeneklilik tespit edilmiştir.

Örnek No.	Volkanik Bölge	X koor.	Y koor.	Makroskopik Tanımlama
DYK17-016	Develidağ	711904	4234137	Art arda gözlenen 4 lav diimine ait en yaşlı olan örnek sonraki lav dilimine ait örnek bir önceki örnekle hemen hemen aynı makro-dokusal özellik sunmaktadır.
DYK17-017	Develidağ	711895	4231134	Art arda gözlenen 4 lav diimine ait en genç olan örnekten önceki lav dilimine ait örnek bir önceki örnekle hemen hemen aynı makro-dokusal özellik sunmaktadır.
DYK17-018	Develidağ	711884	4234131	Art arda gözlenen 4 lav diimine ait en genç olan örnek, daha önceki örneklerle hemen hemen aynı makro-dokusal özellik sunmaktadır.
DYK17-019	Develidağ	715698	4242601	Çok ince genellikle eş kristal boyu plajiyoklaz mineralleri içeren, bozunmuş kısımlarında kahverengi, taze bölümlerinde orta-koyu gri renkte, kısmen yönlü dokunun gözlendiği genellikle çok altere, damarlı ve kırıklı gözlemlenen subvolkanik ekstrüzyon.
DYK17-020	Develidağ	716497	4241935	İlk bakışta, kırmızı siyah renkli, tamamen altere gözlemlenen, içindeki çakıl boyutunda litik veya pomzamsı, tüpsü gözenekli fiyamsı taneler içeren, tanımlanamayacak kadar altere, orta derecede pekişmiş, çekiçle kırılabilen, ~50-60 cm kalınlığında ignimbirit dokusu sunan birim.
DYK17-021	Develidağ	717469	4241364	Riyolitik/dasitik görünümde, geniş bir yayılıma sahip, açık gri, beyaza yakın hamura sahip, mikro ölçekte gözenekler içeren kristalce fakir lav domu.
DYK17-022	Develidağ	718124	4241170	DYK17-21 numaralı örneğin devamı niteliğinde daha taze hamura sahip, beyaz renkli, mikrolit boyutunda kristalce zengin, koyu renkli mineral içermeyen, kırıklı afirik, camsı riyolitik lav domu.
DYK17-023	Develidağ	720158	4240120	Bantlı, iri feldispat ve olivin içeren, hamuru koyu gri renkte, siyaha yakın olan plajiyoklaz-firik, hafif altere (yeşilimsi) lav akıntısı örnek.
DYK17-024	Develidağ	720185	4241600	İri prizmatik feldispatlı ve göreceli daha ufak öhedral yeşilimsi klinopiroksen içeren hamuru orta-gri renkte taze lav akıntısı.
DYK17-025	Develidağ	719942	4241513	Çok iri plajiyoklaz fenokristalleri belirgin, hamuru orta-gri renkte, bantlaşmanın ve yönlü dokunun belirgin olduğu seviye.
DYK17-026	Develidağ	719809	4241511	Çok iri plajiyoklaz fenokristalleri belirgin, hamuru orta-gri renkte, kristal yönlenmesinin belli belirsiz olduğu stratigrafik olarak en üstte yer alan lav akıntısı.
DYK17-027	Develidağ	710619	4231314	Blok ve kül akıntısına benzer kül matriksli birim içerisinden, lav dilimi olarak gözlemlenen, İnce eş taneli plajiyoklaz içeren kısmen pilotaksitik doku sergileyen, hamuru orta-koyu gri renkte içinde koyu yeşil renkli muhtemelen klinopiroksen mezokümülatları barındıran taze lav örneği.
DYK17-028	Develidağ	716350	4230621	Blok ve kül akıntısı olarak tanımlanan birim içerisinde, dev bloklu seviyeden, ince plajiyoklaz mikrofenokristalince zengin, hamuru orta-gri renkte gözeneksiz, lav bloğu örneği.
DYK17-029	Develidağ	716335	4230455	Blok ve kül akıntısı olarak tanımlanan birimin kül matriks baskın seviyelerinden cürufumsu gözenekli bombalar içeren tüm kayaç örneği.
DYK17-030	Develidağ	716390	4230408	Blok ve kül akıntısı içerisinde sıklıkla gözlemlenen cürufumsu, bol gözenekli siyah hamurlu, kristalce fakir, mikrofenokristal plajiyoklaz fazı içeren bomba örneği.
DYK17-031	Develidağ	716395	4230405	Blok ve kül akıntısı içerisinde sıklıkla gözlemlenen, köşeli, köşeleri açılı, yer yer gözenekli, göreceli masif görünümlü, ince homojen dağılımlı plajiyoklaz içeren, hamuru orta-gri renkte, taze blok örneği.
DYK17-032	Develidağ	723303	4237537	Plajiyoklaz fenokristallerince zengin, hipokristalin dokuda, hamuru koyu-orta gri renkte, klinopiroksen mezokümülatları içeren lav akıntısı, 4 kat lav akıntısı en alt seviyeden.
DYK17-033	Develidağ	724674	4235952	Klinopiroksen ve plajiyoklaz fenokristallerince zengin, hamuru orta-açık gri renkte tabakalı bir görünüm sergileyen lav akıntısı.
DYK17-034	Develidağ	724600	4236030	Bantlı lav akıntısına benzeyen, kısmen yönlenme gösteren, nadiren klinopiroksen içeren, hamuru orta gri renkte lav akıntısı.
DYK17-035	Develidağ	723573	4234506	Klinopiroksence zengin DYK17-033 numaralı örneğin alındığı lav akıntısına benzer, taze piroksen ve plajiyoklazları belirgin, hamuru orta-gri renklerde, yer yer gözenekli büyük ihtimalle Çiçekliyurt Dağı tarafından gelmiş olan lav akıntısı.
DYK17-036	Develidağ	722876	4233723	Çok iri, pembe renkli plajiyoklaz feldispat içeren ve kahverengi siyaha yakın iri büyük olasılıkla piroksen fazı içeren, gözeneksiz, hipokristalin, hamuru koyu renkli hafif altere lav akıntısı en alt katman.

Örnek No.	Volkanik Bölge	X koor.	Y koor.	Makroskopik Tanımlama
DYK17-037	Develidağ	722900	4233740	Gözenekli, hamuru çok koyu renkli, çok taze, homojen ince plajiyoklaz kristalleri içeren lav akıntısı.
DYK17-038	Develidağ	722876	4233555	Hamuru orta-gri renklerde, mikro fenokristal boyutunda plajiyoklaz içeren, koyu yeşil muhtemel klinopiroksen içeren çok taze lav akıntısı.
DYK17-039	Develidağ	722847	4233189	Pembe renkli hamuru ile tipik andezitik bir görünüm sunan, iri plajiyoklazlarca zengin, glomeraporfirik doku sunan, kızıl renkte muhtemel amfibol kristalleri içeren, hafif altere lav domu.
DYK17-040	Develidağ	723896	4239532	İri prizmatik feldispatlı ve göreceli daha ufak öhedral yeşilimsi klinopiroksen içeren hamuru orta-gri renkte ve yer yer pembemsi bantlar içeren mineral fazı taze, iki veya daha fazla katmandan oluşan lav akıntısı.
DYK17-041	Develidağ	724372	4239458	DYK17-040 numaralı örneğin lav dilinin altında, vadi içerisinde, pembemsi pişme zonunun ve lav breşinin altında gözlemlenen, krem renginde genelde altere ve yumuşak bir görünüm sunan, kristalce fakir ve gözeneksiz (beyaz renkli) pomzalara sahip ve litikçe zengin ignimbirit akıntısından tüm kayaç içinde pomza örneği alındı.
DYK17-042	Develidağ	724369	4239463	DYK17-040 numaralı örneğin lav dilinin altında, vadi içerisinde, pembemsi pişme zonunun ve lav breşinin altında gözlemlenen, krem renginde genelde altere ve yumuşak bir görünüm sunan, kristalce fakir ve gözeneksiz (beyaz renkli) pomzalara sahip ve litikçe zengin ignimbirit akıntısından tüm kayaç içinde pomza örneği alındı.
DYK17-043	Develidağ	724562	4239376	DYK17-040 numaralı örneğin lav dilinin altında, vadi içerisinde, pembemsi pişme zonunun ve lav breşinin altında gözlemlenen, krem renginde genelde altere ve yumuşak bir görünüm sunan, kristalce fakir ve gözeneksiz (beyaz renkli) pomzalara sahip ve litikçe zengin ignimbirit akıntısından, olabildiğince temiz pomza örneği alındı.
DYK17-044	Develidağ	726557	4240991	DYK17-045 numaralı örneğin alındığı bazaltik lav akıntısı altında, muhtemel Valibaba Tepe ign. Üst seviyelerinden kristalsiz, ince tübüler gözenekli, yuvarlak hatlı, sert, bol gözenekli pomzalardan örnek.
DYK17-045	Develidağ	726565	4240964	Yer yer cürufumsu ve gözenekli, hamuru siyaha yakın renkli, ince plajiyoklaz kristallerince zengin ve muhtemelen kahverengi piroksen fazlarını hemen hemen eş boyutta içeren bazaltik lav akıntısı.
DYK17-046	Develidağ	723714	4242385	Blok ve kül akıntısı olarak tanımlanmış aglomeramsı birim üzerinde tek katman lav akıntısı şeklinde gözlemlenen hipokristalin, plajiyoklaz ve piroksenleri eş boylu, hamuru orta-gri renklerde taze lav akıntısı katmanı.
DYK17-047	Develidağ	723787	4243437	Yer yer blok ve kül akıntısına benzer birim içinde veya üstünde yerel lav kümeleri şeklinde mostra veren, bol kırıklı görünümlü, mega-blok halinde bulunan ~10m-7.8m çapında, bir önceki lokasyondaki DYK17-047 numaralı örneğe benzer şekilde, hipokristalin, plajiyoklaz ve piroksenleri eş boylu, hamuru orta-gri renklerde taze lav kafasından örnek.
DYK17-048	Develidağ	725541	4243839	Muhtemelen blok ve kül akıntısı içinde zaman zaman kestiğimiz lav dilimlerinde birisi olarak karşımıza çıkan, gözenekli, hamuru çok koyu renkli, çok taze, homojen ince plajiyoklaz ve piroksence zengin kristalli içeren lav dilimi örneği.
DYK17-049a	Develidağ	725186	4248374	~3-4 m' lik blok ve kül akıntısının dil yaptığı son bölümlerinin altında gözlemlenen, ~7-8 m kalınlığında, alt sınırı görünmeyen, kahverengi-krem renkte ~10-15 cm ce ~20-25 cm en az iki farklı dokuda ve renkte pomza içeren, pomzalarından biri sert, krem renginde, göz göz ve diğer kızıl renkte pomzanın köpüksü malzemesini gözeneklerinde görebildiğimiz, diğer pomza ise çok ince tübüler gözenekli, yer yer küresel gözeneklere de sahip, genellikle köpüksü, yumuşak, kristalsiz ve kızıl-kahve renktedir. Kızıl renkte pomza.
DYK17-049b	Develidağ	725186	4248374	~3-4 m' lik blok ve kül akıntısının dil yaptığı son bölümlerinin altında gözlemlenen, ~7-8 m kalınlığında, alt sınırı görünmeyen, kahverengi-krem renkte ~10-15 cm ce ~20-25 cm en az iki farklı dokuda ve renkte pomza içeren, pomzalarından biri sert, krem renginde, göz göz ve diğer kızıl renkte pomzanın köpüksü malzemesini gözeneklerinde görebildiğimiz, diğer pomza ise çok ince tübüler gözenekli, yer yer küresel gözeneklere de sahip, genellikle köpüksü, yumuşak, kristalsiz ve kızıl-kahve renktedir. Krem renkte pomza.

Örnek No.	Volkanik Bölge	X koor.	Y koor.	Makroskopik Tanımlama
DYK17-050	Develidağ	721956	4248555	Çok iri plajiyoklaz ve piroksence zengin, tabakalı hatta lamineli görünümde soğuma eklemleri barındıran, bu yüzeyler etrafında kısmen ikinci mineralizasyon içeren, hamuru orta-gri renklerde, taze lav örneği. Bu örnek dokusu itibariyle Tüllüce Tepe domuna yaslanmış DYK17-036 numaralı örneğe benzemektedir.
DYK17-051	Develidağ	717397	4249293	İri plajiyoklazlı ~20 m kalınlığında, gri renkte hamura sahip, DYK17-050 numaralı örnekle aynı özellikleri sergileyen lav akıntısı örneği.
DYK17-052	Develidağ	718146	4237529	Develidağ iç tarafında sarı-turuncu renkli altere zonun içinde fark ettiğimiz, ring dayk benzeri K-KKB iç sınırında izlenen, çok taze iç yüzeye sahip, bozunma rengi turuncu-kahve, yer yer soğan kabuğu bozunması sergileyen, ince eş boylu plajiyoklaz kristallerince zengin, yer yer çok iri öhedral klinopiroksen kristallerinin makro ölçekte gözlenebildiği subvolkanik lav örneği.
DYK17-053	Develidağ	718673	4237965	Çok ince mikrolitçe zengin feldispat+kuvars içeren dasitik/riyolitik, benekler halinde olasılıkla kuvars veya silis devitrifikasyonları sergileyen, beyaza yakın pembemsi hamura sahip yer yer kırmızımsı-turuncumsu alterasyon içeren ve gözenekli dom yerleşimine benzeyen ancak kökü gözlenemeyen birim.
DYK17-054	Develidağ	720749	4238550	Çok iri plajiyoklazlı, yer yer yassı gözenekler içeren hamuru pembe ve gri bantlar içeren, taze sayılabilecek lav akıntısı örneği. Bu lav akıntısı dokusal ve stratigrafik olarak Akpınar Tepe zirvede yer alan lavlar ile benzerlik teşkil etmektedir.
DYK17-055	Develidağ	720425	4237352	Gözenekli, yer yer masif, iri plajiyoklazlı, hamuru orta-gri renkli lav dilimi.
DYK17-056	Develidağ	720426	4237460	Bol gözenekli, çok iri glomerokristaller şeklinde plajiyoklaz içeren orta-gri renkli hamura sahip lav dilimi.
DYK17-057	Develidağ	720386	4237424	Blok ve bombalar içeren, bombalar başta pomzayı andıran, kül matriks destekli, hâkim rengi krem-kahve olan ignimbiriti andıran tüm kayaç örnek.
DYK17-058	Develidağ	720386	4237418	Gözeneksiz, hafif altere, ince plajiyoklazlı lav dilimi
DYK17-059	Develidağ	720373	4237400	Çok iri plajiyoklazca zengin, hafif altere lav dilimi
DYK17-060	Develidağ	713685	4235608	Stratigrafik olarak en altta gözlemlenen, yer yer gözenekli, bozunma rengi krem-kahve, yer yer çok altere (arenitleşmiş ve killeşmiş) genelde kızıl-kahve damarlar içeren iri plajiyoklazlı hamuru koyu gri renkte lav akıntısı. Üstüne blok ve kül akıntısı olarak tanımlanan birim başlıyor.
DYK17-061	Develidağ	711197	4234339	Blok ve kül akıntısı benzeri, kahve renkli kül matriksli, ~1.5 m' lik blok ve ~3-5 cm' lik gözenekli bomba benzeri litik içeren birim içinden krem rengi 1 - 2 - 1.5 cm kül geri düşme ürünü örnek.
DYK17-062	Develidağ	711228	4234322	Kahve renkli kül matriksli bir önceki lokasyondaki kül geri düşmenin altında, gözenekli, koyu gri renkli hamura sahip kristalsiz, afirik boşluklu bomba.
DYK17-063	Develidağ	711264	4234336	Gözenekli bombaların olduğu kahverengi kül matriksli destekli pekişmiş tüm kayaç örnek.
DYK17-064	Develidağ	715075	4234750	Öksüt-Gazi yolu üzerinde gördüğümüz genellikle GD yamacında istifin en alt bölümünde yer alan kızıl-kahve renkte ince damarsı alterasyon gözlemlenen yer yer gözenekli iri plajiyoklazlı orta-koyu gri renklerde hamura sahip taze sayılabilecek lav katmanı örnek.
DYK17-065	Develidağ	717956	4237210	~2m' lik KKD doğrultulu, ince plajiyoklazlı, koyu renkte hamurlu, soğuma çatlaklı dayktan örnek.
DYK17-066	Develidağ	717945	4237213	~3m' lik soğuma çatlaklı, koyu renkte hamura sahip, yuvarlak plajiyoklaz kristallerince zengin bir önceki dayka paralel konumdaki dayk örnek.
DYK17-067	Develidağ	717947	4237217	Öksüt'e doğru eğimli blok ve kül benzeri lav dilimi ardalanmalı birim içinde ince taneli plajiyoklaz kristallerince zengin alt katman lav diliminden örnek.
DYK17-068a	Develidağ	726953	4241065	Muhtemelen, Gördeles ign. Ait altında kül geri düşme seviyesi bulunan pomzaca zengin seviyelerinde pomza örneklendi.
DYK17-068b	Develidağ	726953	4241065	Muhtemelen, Gördeles ign. Ait altında kül geri düşme seviyesi bulunan pomzaca zengin seviyelerinde pomza örneklendi.
DYK17-068c	Develidağ	726953	4241065	Muhtemelen, Gördeles ign. Ait altında kül geri düşme seviyesi bulunan pomzaca zengin seviyelerinde pomza örneklendi.
DYK17-069	Develidağ	726990	4241135	Muhtemelen Kızılkaya ign. Geri düşme seviyesinden pomza (max5:2,5-4,5-2,7-3,5-2,8-2,6-2,7 cm)

Örnek No.	Volkanik Bölge	X koor.	Y koor.	Makroskopik Tanımlama
DYK17-070	Develidağ	727006	4241147	Muhtemelen Kızılkaya ign. Külce zengin, daha az pekişmiş pomzaları çok iri, pomzaları göz ~15 cm çapında olan pomza örnekleri.
DYK17-071	Develidağ	724550	4239381	DYK17-040 numaralı örneğin lav dilinin altında, vadi içerisinde, pembemesi pişme zonunun ve lav breşinin altında gözlemlenen, krem renginde genelde altere ve yumuşak bir görünüm sunan, kristalce fakir ve gözeneksiz (beyaz renkli) pomzalara sahip ve litikçe zengin ignimbirit akıntısından, daha önceki DYK17-042 ve 043 numaralı örneklerden daha temiz pomza örneği alındı.
DYK17-072	Develidağ	728158	4236489	Valibabatepe ign.
DYK17-073	Develidağ	712375	4244568	Çok iri yeşil renkli piroksen içeren, çok taze, altında bulunan lav katmanlarının en genç örneği, bu örnek DYK17-003 numaralı lav akıntısının devamı niteliğinde olabilir? Örnek aynı zamanda ince taneli homojen dağılıma sahip plajiyoklaz ve kızıl renkte muhtemelen igdinsitleşmiş olivin kristalleri içermektedir.
DYK17-074	Develidağ	716494	4247439	Gözenekli kristalce fakir genellikle öhedral plajiyoklaz kristallerince zengin orta-gri hamur rengine sahip lav akıntısı.
DYK17-075	Develidağ	716498	4247446	Çoğunlukla gözeneksiz bir yapı sunan eş tane boylu plajiyoklaz içeren, hamuru orta-gri renklerde taze lav akıntısı.
DYK17-076	Yeşilhisar - İncesu	677726	4249114	Çok ince taneli plajiyoklaz mikrolitlerince zengin, eş boylu, yer yer yaygılar şeklinde yeşilimsi olivin kristalleri içeren hamuru koyu renkli siyaha yakın lav akıntısı.
DYK17-077	Yeşilhisar - İncesu	675527	4251389	Neredeyse afirik, çok ince mikrolitçe zengin hamura sahip, nadiren fenokristal boyutunda minerallerin gözlenebildiği lavlar orta-koyu gri renkte hamura sahiptir.
DYK17-078	Yeşilhisar - İncesu	676163	4254501	Gözenekli, nadiren masif görünümde, gözenekleri ve boşluklarında ikincil mineralizasyon gözlemlenen amigdoloyidal dokulu, neredeyse afirik, hamuru koyu renkli, kahverengimsi olivin kristalleri barındıran lav akıntısı.
DYK17-079	Yeşilhisar - İncesu	679256	4256056	Yer yer gözenekli, yeşil renkte neredeyse ksenokristal olarak tanımlanabilecek kristaller içeren, hamuru koyu gri siyaha yakın renkli, mikrolitçe zengin ve yer yer iri plajiyoklaz fenokristallerinin gözlenebildiği lav akıntısı.
DYK17-080	Yeşilhisar - İncesu	681540	4256590	Haritada breş olarak gösterilmiş ve önceki çalışmalarda Erdemesin aglomerası olarak reworked benzeri yer yer lag-breş görünümü sunan birim içerisinde, pomzaca zengin bölümlerinden, genellikle çubuksu yeşil amfibol kristallerince ve kuvarsça zengin ve gözenekçe fakir pomza örnekleri alındı.
DYK17-081	Yeşilhisar - İncesu	681490	4256600	Haritada breş olarak gösterilmiş ve önceki çalışmalarda Erdemesin aglomerası olarak reworked benzeri yer yer lag-breş görünümü sunan birim içerisinde, pomzaca zengin bölümlerinden, genellikle çubuksu yeşil amfibol kristallerince ve kuvarsça zengin ve gözenekçe fakir pomza örnekleri alındı.
DYK17-082	Yeşilhisar - İncesu	681545	4256629	Haritada breş olarak gösterilmiş ve önceki çalışmalarda Erdemesin aglomerası olarak reworked benzeri yer yer lag-breş görünümü sunan birim içerisinde, iri blok içeren bölümlerinden, genelde dış yüzeyi kırmızı renkli altere, iç yüzeyleri nispeten temiz amfibol ve plajiyoklaz içeren lav bloğu örneği alındı.
DYK17-083	Yeşilhisar - İncesu	681470	4257439	İri köşeleri açılı bloklar ve yer yer Develidağ ürünlerine benzer şekilde yuvarlak hatlı, gözenekli bombalar da içeren, kül matriksli birimdeki köşeli bloklardan, hamuru pembemsi, iri feldispatlı ve hipohiyalin dokulu, içinde yer yer ksenolit gözlemlenen volkanik blok parça örnek.
DYK17-084	Yeşilhisar - İncesu	679785	4259145	Boşluklu prizmatik plajiyoklazlarca zengin, fenokristal büyüklüğünde, boşlukları genellikle ikincil minerallerce dolduruluş, hafif altere lav örneği.
DYK17-085	Yeşilhisar - İncesu	679653	4259049	Kızılkaya ign. Seviyesi iki tip pomza içermektedir. Birincisi, her zaman alışık olduğumuz göz göz, bol kuvarslı ve biyotitli; ikincisi, gri renkli bantlar içeren daha yumuşak, kolay kırılabilen ve yine göz göz pomza.
DYK17-086	Yeşilhisar - İncesu	679325	4259509	Bol gözenekli, çok iri glomerokristaller şeklinde plajiyoklaz içeren siyaha yakın hamura sahip amigdoloyidal dokulu lavlar.
DYK17-087	Yeşilhisar - İncesu	680149	4259937	Kül matriksçe tutturulmuş, çoğu yerde yuvarlak hatlara sahip, blok ve çakıl boyu hep aynı litolojide volkanik litik parçalardan oluşan birim oldukça pekişmiştir ve çok iri feldispatlı, yine çok iri kahverengimsi amfibol ile çubuksu piroksen minerallerinden oluşan volkanik parçalar içermektedir. Hafif altere hamursa sahip, yer yer pembemsi hatlara sahip, iri yuvarlak, belki glomeraporfirik dokulu volkanik litik parça örneği.

Örnek No.	Volkanik Bölge	X koor.	Y koor.	Makroskopik Tanımlama
DYK17-088	Yeşilhisar - İncesu	677785	4245613	Pomzaları çubuksu, lifsi ve biyotitli aynı zamanda hamurunda biyotitçe zengin ve taze rengi beyaz olan dış yüzey rengi kızıl-kahve olan Akköy üyesi ign. Pomza örneklendi.
DYK17-089	Yeşilhisar - İncesu	680797	4251978	Tipik olarak üç farklı volkanik litolojiden parça içeren, genellikle litiklerin ya kenarları yuvarlak ya da köşeli olacak şekilde olan ve lag breş özellikleri sergileyen birim Akköy üyesi ign. üzerine gelmekle birlikte çok iri plajiyoklazlı, hamuru pembemsi DYK17-087 numaralı örneğe benzeyen litikler hakimdir, bunların yanı sıra ince taneli plajiyoklaz içeren koyu gri renkli taze hamura sahip, kenarları köşeli volkanik litiklerde içermektedir. Köşeli, ince plajiyoklazlı ve hamuru siyaha yakın renkte olan volkanik litiklerden örnek alınmıştır.
DYK17-090	Yeşilhisar - İncesu	680793	4252012	Tipik olarak üç farklı volkanik litolojiden parça içeren, genellikle litiklerin ya kenarları yuvarlak ya da köşeli olacak şekilde olan ve lag breş özellikleri sergileyen birim Akköy üyesi ign. üzerine gelmekle birlikte çok iri plajiyoklazlı, hamuru pembemsi DYK17-087 numaralı örneğe benzeyen litikler hakimdir, bunların yanı sıra ince taneli plajiyoklaz içeren koyu gri renkli taze hamura sahip, kenarları köşeli volkanik litiklerde içeren birim üzerine ~20 m'lik bir 2 m' lik pomza geri düşme seviyesi ile birlikte başlayan krem-kahve renkte, pekişmiş, pomzaları bol kristalli ve gözeneksiz, genellikle plajiyoklaz kristalleri içeren ign. seviyesinden pomza geri düşme içinden pomza örneği alındı.
DYK17-091	Yeşilhisar - İncesu	680778	4252021	Tipik olarak üç farklı volkanik litolojiden parça içeren, genellikle litiklerin ya kenarları yuvarlak ya da köşeli olacak şekilde olan ve lag breş özellikleri sergileyen birim Akköy üyesi ign. üzerine gelmekle birlikte çok iri plajiyoklazlı, hamuru pembemsi DYK17-087 numaralı örneğe benzeyen litikler hakimdir, bunların yanı sıra ince taneli plajiyoklaz içeren koyu gri renkli taze hamura sahip, kenarları köşeli volkanik litiklerde içeren birim üzerine ~20 m'lik ve 2 m' lik pomza geri düşme seviyesi ile birlikte başlayan krem-kahve renkte, pekişmiş, pomzaları bol kristalli ve gözeneksiz, genellikle plajiyoklaz kristalleri içeren ign. seviyesinden ~30-40 cm boyutunda pomza örneği alındı.
DYK17-092	Yeşilhisar - İncesu	681775	4258039	Erdemesin aglomeramsı olarak bilinen ve Karangur Dere kesitinde ~20m 'lik pomzaca zengin, pekişmiş ign. Üzerine gelen ~20-25 m kalınlığında en az 3 farklı tipte volkanik litik içeren birimden tüm kayaç, ufak ~1-3 cm çapında litikler içeren kül matriksli gri renkte örnek alındı.
DYK17-093	Yeşilhisar - İncesu	680573	4269926	Çok iri plajiyoklazlı, hamuru açık gri renklerde, çok taze, çok iri siyaha yakın koyu yeşil renkte piroksen içeren lavların ekstrüzyona benzer şekilde gözlendiği lav domundan örnek.
DYK17-094	Yeşilhisar - İncesu	680272	4261205	Hamuru açık gri renkte içerisinde kızıl noktacık şeklinde kristaller içeren örnek. Çatal Tepe lavlarına ait olabilir?
DYK17-095µ	Yeşilhisar - İncesu	680378	4261156	Kırankaya Tepe etrafında gözlemlenen cüruf ürünlerinin, olivinli, gözenekli, yer yer ince karbonat sıvamaları içeren siyah renkli lavlarından örnek.
DYK17-096	Yeşilhisar - İncesu	681489	4261868	Çok iri plajiyoklazlı, hamuru açık gri renklerde, yer yer pembe hatların olduğu DYK17-087 numaralı örneğin alındığı Sapça Tepe'yi oluşturan litiklerle dokusal olarak çok benzer, aynı zamanda çok iri piroksenler içeren örnek.
DYK17-097	Yeşilhisar - İncesu	681551	4261599	Çok iri plajiyoklazlı, hamuru açık gri renklerde, çok taze, çok iri siyaha yakın koyu yeşil renkte piroksen içeren lavlara benzer şekilde gözlendiği lav domundan örnek. Bu örnek her haliyle DYK17-093 numaralı örneğe ve dokusal özellikleri itibarı ile DYK17-096 numaralı örneğe benzemektedir.
DYK17-098	Yeşilhisar - İncesu	681999	4262294	Çok geniş alanları kaplamayan, cüruf serpintileri ile birlikte lav akıntıları şeklinde bulunan yer yer gözenekli yer yer siyah veya kırmızı renkte hamura sahip, çok ince mikrolitçe zengin siyah renkli hamura sahip örnek alındı.
DYK17-099	Yeşilhisar - İncesu	682095	4264112	Yer yer kırmızımsı ve beyaz sıvamalar içeren hamuru siyah renkli, olivin kristallerinin kahverengi noktacıklar şeklinde gözlenebildiği, yer yer gözenekli ve ince plajiyoklaz kristallerince zengin lav akıntısı.
DYK17-100	Yeşilhisar - İncesu	683340	4262887	Olivinli çok ince mikrolitçe zengin hamuru taze renginde siyaha yakın, hafif gözenekli, göznekleri kısmen de olsa karbonatlaşma gözlenebilen, sedimanter kökenli ksenolit içeren DYK17-099 numaralı örnekle benzer özellikler sergileyen lav örneği.

Örnek No.	Volkanik Bölge	X koor.	Y koor.	Makroskopik Tanımlama
DYK17-101	Yeşilhisar - İncesu	680062	4249810	Kuvars içeren, yer yer altere sarı renkli hamura sahip, yuvarlak hatlı pomzalar içeren, yer yer 30-40 cm uzun eksene sahip, beyaz renkli, yuvarlak ve bol kuvars kristalli pomzaya sahip Kavak ignimbiritinden pomza örneği.
DYK17-102	Yeşilhisar - İncesu	679620	4251506	Yer yer gözenekli, hamuru taze yerlerinde gri renkli yer yer kızıla çalan, çok ince mikrolitçe zengin, fenokristal içermeyen lav akıntısı.
DYK17-103	Yeşilhisar - İncesu	680340	4253166	Cemilköy ign. Erdemesin aglomerası üzerinde, pomza örneklendi
DYK17-104	Hamurcu	697003	4290722	Pembe renkli hamuru ile tipik andezitik bir görünüm sunan, ince mikrolit plajiyoklazlarca zengin, pomzamsı ksenolitler içeren andezitik lav domu.
DYK17-105	Hamurcu	694034	4287192	Yer yer yassı gözeneklere sahip, genellikle ikincil mineralizasyon gözenekleri doldurmuş şekilde, hamuru mavimtırak-kurşun rengi, ince prizmatik plajiyoklazların mezoskopik ölçekte görülebildiği, pilotaksitik doku sergileyen lavlar.
DYK17-106	Hamurcu	693959	4288063	Yer yer ksenolit içeren, iri plajiyoklazlı ve hamuru orta-koyu gri renklerde taze lav akıntısı.
DYK17-107	Hamurcu	693950	4288093	Bir önceki DYK17-106 numaralı örneğin alt seviyelerinde gözlemlenen, pembe açık renkli bantlar içeren, iri plajiyoklazlı ve yine yer yer ksenolit barındıran lav akıntısının tabanı.
DYK17-108	Hamurcu	692157	4288427	Kırmızı renkli, damarlar etrafında, nispeten taze pomzaları altere sertleşmiş, açık renkli hamura sahip, taze yüzeyi beyaz renkli altere ignimbiritimsi örnek.
DYK17-109	Hamurcu	692209	4288413	Kırmızı ve turuncu renkli sıvamalar içeren, bol kırıklı, silisifiye altere ignimbiritimsi örnek.
DYK17-110	Hamurcu	692743	4288152	Bir önceki lokasyonda altere ignimbirit olarak tanımlanan birimin oluşturduğu tepenin diğer yamacında altere birim Develidağ iç bölümünde gözlemlenen altere ignimbiritimsi birimi andırmaktadır. Bu lolkasyondan hamuru nispeten daha iyi durumda, yine kırıklı ve yer yer turuncumsu yer yer beyazımsı örnek alındı.
DYK17-111	Hamurcu	693629	4288845	Develidağ duvarındaki istife benzer şekilde ~30-40 m aralıklarla 3 farklı lav dilimi kestik. Bunların stratigrafik olarak altta olanından yer yer yassı gözenekli yapı sunan, iri plajiyoklazlı, kısmen igdinsitleşmiş altere olivin kristallerinin mezoskopik ölçekte gözlenebildiği, mikrolitçe zengin genellikle orta-koyu gri renkli hamura sahip lav akıntısı örneği.
DYK17-112	Hamurcu	693703	4288818	Develidağ duvarındaki istife benzer şekilde ~30-40 m aralıklarla 3 farklı lav dilimi kestik. Bunların stratigrafik olarak ikinci seviyede olanında yer yer yassı gözenekli yapı sunan, iri plajiyoklazlı, kısmen igdinsitleşmiş altere olivin kristallerinin mezoskopik ölçekte gözlenebildiği, mikrolitçe zengin genellikle orta-koyu gri renkli hamura sahip lav akıntısı örneği.
DYK17-113	Hamurcu	693721	4288795	Develidağ duvarındaki istife benzer şekilde ~30-40 m aralıklarla 3 farklı lav dilimi kestik. Bunların stratigrafik olarak en üst seviyede olanında yer yer yassı gözenekli yapı sunan, iri plajiyoklazlı, kısmen igdinsitleşmiş altere olivin kristallerinin mezoskopik ölçekte gözlenebildiği, mikrolitçe zengin genellikle orta-koyu gri renkli hamura sahip lav akıntısı örneği.
DYK17-114	Hamurcu	689172	4281436	Hamuru pembe renkli, andezitik, iri plajiyoklazlı glomeraporfirik dokulu, büyük olasılıkla amfibolce zengin, yer yer sarı renkli sıvamalar içeren, gözeneksiz taze örnek alındı.
DYK17-115	Hamurcu	687071	4280714	Plajiyoklaz-firik hamuru orta-gri renklerde yer yer piroksen veya amfibolce zengin gözenekleri ikincil minerallerce kısmen doldurulmuş lav örneği.
DYK17-116	Hamurcu	680526	4279284	Yer yer pembe bantlı, yer yer koyu gri renkte hamura sahip, alacalı bir görünüm sunan plajiyoklaz ve amfibol/piroksen fenokristallerince zengin minerallerden itibaren hafif alterasyonun gözlendiği andezitik lav domundan örnek.
DYK17-117	Hamurcu	687236	4275365	Polijenetik volkanik parçalar içeren, 3 tip volkanik litik barındıran, bazıları köşeli bazıları yuvarlak hatlara sahip, çoğunlukla altere, çok iri plajiyoklazlı Sapçe Tepe ürünlerini meydana getiren volkanik litiklere benzeyen, yer yer köşeli ve hamuru nispeten temiz, ince prizmatik feldispatlı, hamuru koyu-gri renkli kısmen pilotaksitik doku sergileyen, kızıl-kahve renkli olivin kristallerinin mezoskopik ölçekte gözlenebildiği volkanik litiklerden örnek alındı.

Örnek No.	Volkanik Bölge	X koor.	Y koor.	Makroskopik Tanımlama
DYK17-118	Hamurcu	685219	4271978	Pembe-beyaz renkli plajiyoklazca zengin, yer ince çubuksu ojit kristalli hamuru koyu gri renkli yer yer gözenekli ve hafif kızıl renkli damarlar içeren en üst seviye lav akıntısı.
DYK17-119	Hamurcu			Andezitik - dasitik lav domu
DYK17-120	Hamurcu			Andezitik - dasitik lav domu
DYK17-121	Hamurcu			Andezitik - dasitik lav domu
DYK17-122	Hamurcu	691145	4289592	Çok ince, eş boyda, homojen dağılımlı plajiyoklaz kristalleri, hamuru açık gri renkte, farklı 3 dilime ayrılan subvolkanik ekstrüzyon.
DYK17-123	Hamurcu	691141	4289400	Köşeli lav parçaları içeren, gri renkli kül matriksli, tabana doğu daha pekişmiş halde gözlemlenen aglomera benzeri birimden tüm kayaç örnek.
DYK17-124	Hamurcu	691059	4289583	Susuzdağ kaldera duvarı en üst noktada bulunan lav diliminin altında külce zengin matriks destekli blokların ve pomzaya benzer parçaların olduğu seviyeden, beyaz renkli, gözenekli ve bol kristalli pomza örneği olarak yorumlanan örnek alındı.
DYK17-125	Hamurcu	691051	4289601	Susuzdağ kaldera duvarı en üst noktada bulunan lav akıntısından, pembemsi bantlar içeren, hamuru koyu gri renkli, iri plajiyoklazlı ve çubuksu piroksenli lav örneği.
DYK17-126	Hamurcu	691378	4290199	Pilotaksitik doku sergileyen, çubuksu piroksen ve plajiyoklaz kristallerinin gözlenebildiği, yer yer gözenekli, hamuru orta-koyu gri renklerde muhtemelen iddingsitleşmiş olivin kristallerinin kızıl noktacıklar şeklinde gözlenebildiği lav akıntısı örneği.
DYK17-127	Hamurcu	687664	4292635	İnce plajiyoklazca zengin, yönlenmenin belirgin olduğu, homojen kristal boyu mineral içeren, hamuru orta-gri renklerde, alt seviyelerinde yanal soğuma çatlakları içeren, altında pişme zonunun bulunduğu lav akıntısından örnek.
DYK17-128	Hamurcu	690997	4292826	Genellikle kaba krem rengi kül tane destekli, içerisinde cürufumsu jüvenil patlama ürünleri ile birlikte, krem-gri renkli karnabahar bomba benzeri ürünler ile yine ~10-30 cm çapında siyah hamura sahip gözeneksiz bloklar içeren birimden karnabahar bomba benzeri parçalar örneklendi.
DYK17-129	Hamurcu	687699	4296179	Cemilköy ign. İnset şeklinde blok ve kül akıntısı benzeri yer yer tabakalı birim üzerinde ufak bir lokasyonda gözlenmektedir. Biyotit, kuvars ve lifsi/ışınsal tübüler gözenekli pomza örneği alındı.
DYK17-130	Hamurcu	684675	4290339	Altta muhtemelen Cemilköy ign. Üstüne gelen ve Tahirini Köyünde yine Cemilköy üstünde gördüğümüz ~1-2 m kalınlığında ince pomzalı geri düşme seviyesi ile başlayan krem rengi pomzaca oldukça fakir, kısmen pekişmiş ign. Seviyesinden pomza örneklendi.
DYK17-131	Hamurcu	684697	4290337	~1-2 m kalınlığında ince pomzalı geri düşme seviyesi ile başlayan krem rengi pomzaca oldukça fakir, kısmen pekişmiş ign. Altında bulunan ve Tahirini Köyünde daha kalın olarak gördüğümüz Cemilköy ign. Ait köpüksü pomzalardan örnek alındı.
DYK17-132	Hamurcu	685051	4290615	Bir önceki lokasyondaki kesitin üzerine Hamurcu tarafında geliyor gibi duran, üst kısımları gözenekli, gözenekleri genelde ikincil minerallerce doldurulmuş, bol kristalli, plajiyoklazca zengin ve yer yer çubuksu klinopiroksen kristallerinin gözlenebildiği hamuru grimsi taze lav örneği.
DYK17-133	Hamurcu	686341	4291659	Çok iri genellikle 1m civarında gözenekli, yoğun, altere, plajiyoklaz kristallerince zengin, pembemsi ve krem rengi hamura sahip ignimbirit üzerinden pomza örneği alındı.
DYK17-134	Hamurcu	689565	4291644	Neredeyse afirik, çok ince mikrolitçe zengin hamura sahip, nadiren glomeraporfirik doku sunan hamurunda kırmızımsı bantlar içeren lav akıntsından örnek.
DYK17-135a	Hamurcu	691052	4295248	DYK17-133 numaralı örneğin pomzalarına benzer renkte ve dokuda pomza içeren aynı zamanda litik-pomza-cüruf karışımı kül ara katmanlı geri düşme ürünlerinden örnek alındı. Bu ürünler Eşek Tepe lavlarının altında gözlenmektedir. Ancak stratigrafik olarak inset olabilir. Cürufumsu siyah bantlı ürünlerden ve gri renkli ve daha çok pomzayı andıran ürünlerden örnek alındı. Koyu renkte cürufumsu örnek.

Örnek No.	Volkanik Bölge	X koor.	Y koor.	Makroskopik Tanımlama
DYK17-135b	Hamurcu	691052	4295248	DYK17-133 numaralı örneğin pomzalarına benzer renkte ve dokuda pomza içeren aynı zamanda litik-pomza-cüruf karışımı kül ara katmanlı geri düşme ürünlerinden örnek alındı. Bu ürünler Eşek Tepe lavlarının altında gözlenmektedir. Ancak stratigrafik olarak inset olabilir. Cürufumsu siyah bantlı ürünlerden ve gri renkli ve daha çok pomzayı andıran ürünlerden örnek alındı. Açık renkli pomzaya benzer örnek.
DYK17-136	Hamurcu	690868	4296213	DYK17-128 numaralı örneğe benzer, içinde cürufumsu bombalar ve çakıldan blok boyutuna kadar değişken litik içeren, kısmen belirsiz tabaka düzlemleri sunan, krem renginde hamura sahip blok ve kül akıntısı? Bu birim içinden gözenekli, cürufumsu, ince plajiyoklazca zengin fenokristalce zengin bomba örneği alındı.
DYK17-137	Hamurcu	684968	4291727	Bir önceki lokasyondaki kül matriksle tutturulmuş blok ve çakıl boyu cürufumsu volkanik parçalara benzer, gözenekli, koyu renkli hamura sahip, ince prizmatik plajiyoklazlarca zengin, lav bloğu örneklendi.
DYK17-138	Hamurcu	685079	4291757	Aynı lokasyonda cürufumsu litikleri içinde barındıran, pembemsi-krem rengi sergileyen, külce zengin tüm kayaç örnek.
DYK18-139	Koçdağ	719658	4276532	Andezitik gri açık renkli yer yer sarımtırak kızıl renkli demir sıvamaları içeren plajiyoklaz glomerokristalleri içeren aynı zamandan koyu kahve renkli öhedral piroksen kristalleri de barındıran genellikle vitrofirik lavlardan örnek alındı.
DYK18-140	Koçdağ	722001	4270853	Koçdağ kaldera duvarının içinde yer alan ve genellikle batı yönünde akma sergileyen Erciyes'den gelen blok ve kül akıntısına dayanan andezitik hamuru grimsi-pembe renkli, gözenekli, kristalce zengin, iri piroksenli ve feldispatlı lavlardan örnek alındı.
DYK18-141	Koçdağ	722583	4269252	Glomeroporfirik, yassı ve eklemli, pembemsi akma bantları içeren hamurunun hakim rengi gri, iri plajiyoklaz firik lavlar.
DYK18-142	Koçdağ	722188	4265811	Hamuru çok koyu renkli glomeroporfirik plajiyoklaz kristallerince zengin yer yer kırmızı renkte hamura sahip, bozunma rengi kızıl, muhtemelen bazaltik andezitik lavlardan örnek.
DYK18-143	Koçdağ	724357	4265161	Bazaltik andezitik lav çıkışının olduğu noktadan hamuru bir önceki örneğe benzeyen, çok koyu renkli, plajiyoklaz glomerokristalleri içeren, çok iri yeşil olivin ve hamuru ile aynı renklerde piroksen içeren, yer yer gözenekli ve beyaz sıvamaların olduğu lav örneği. (Bunlar nispeten genç olabilir)
DYK18-144	Koçdağ	728677	4273272	Andezitik glomeroporfirik, açık gri renkli hamura sahip lavlardan örnek alındı.
DYK18-145	Koçdağ	728849	4271633	Neredeyse afirik, olivinli, fenokristal içermeyen bazaltik lav akıntısı.
DYK18-146	Erkilet	711304	4299743	Lav katmanının en üst noktasında (Harman düzü) oldukça gözenekli lavların gözenekçe fakir olan bölümlerinden, kristalce zengin, özellikle olivin, klinopiroksen ve plajiyoklazların net bir şekilde gözlenebildiği, hipokristalin, koyu renkli lavlardan örnek.
DYK18-147	Erkilet	712030	4307072	Erkilet volkanikleri üzerinden iri feldispatlı ve piroksen fenokristalleri içeren gözeneksiz hamuru koyu gri renklerde lav örneklendi muhtemelen bazaltik andezit.
DYK18-148	Erkilet	708865	4303451	Hipokristalin porfirik dokulu genellikle plajiyoklaz glomerokristalleri içeren koyu gri renkli hamura sahip çok taze lavlardan örnek.
DYK18-149	Erkilet	699082	4300836	Hamuru pembe renkli, andezitik, iri plajiyoklazlı glomeraporfirik dokulu, büyük olasılıkla amfibolce zengin, ince taneli mikrogronüler, ortaç ksenolitler ve aynı zamanda daha felsik iri amfibollü ksenolitler içeren örnek muhtemelen andezitik taze.
DYK18-150	Erkilet	700633	4298306	Hamuru pembe renkli, bol ksenolitli, glomeroporfirik dokuda biyotit ve amfibol içeren hyalopilitik lavlardan örnek.

EK – 2 Tez kapsamında incelenen örneklerin tüm kayaç ana element oksit (ağ. %) ve iz element konsantrasyonları (ppm).

Örnek No.	DYK17-003	DYK17-004	DYK17-005	DYK17-008	DYK17-010	DYK17-011	DYK17-018	DYK17-019
SiO_2	58,44	60,56	58,66	53,28	63,00	55,00	52,01	52,02
TiO_2	0,79	0,79	0,78	0,96	0,71	1,00	1,03	1,13
Al_2O_3	16,34	17,11	16,25	16,00	17,56	18,82	18,37	20,49
Fe_2O_3	6,24	6,02	6,19	6,95	4,32	6,53	8,89	7,44
Cr_2O_3	0,012	<0,002	0,013	0,031	<0,002	<0,002	0,009	0,003
MgO	4,44	2,52	4,32	5,41	1,22	2,71	5,33	3,61
MnO	0,10	0,11	0,10	0,09	0,06	0,09	0,13	0,12
CaO	7,36	5,97	7,29	10,50	5,21	7,99	8,75	9,44
Na_2O	3,65	3,89	3,68	2,89	4,24	3,53	3,62	3,53
K_2O	1,88	2,04	1,86	0,88	2,11	1,50	0,75	0,79
P_2O_5	0,16	0,16	0,16	0,12	0,25	0,16	0,14	0,21
A. K.	0,3	0,6	0,4	2,6	1,1	2,4	0,7	0,9
Toplam	99,77	99,81	99,79	99,78	99,83	99,79	99,76	99,77
V	133	130	130	208	84	189	195	211
Ni	9,0	1,5	9,1	15,2	0,5	1,7	27,5	7,1
Sc	17	13	16	32	10	20	24	17
Mo	1,2	1,1	1,2	0,3	0,9	0,4	0,3	0,5
Cu	24,6	14,5	25,2	52,8	3,8	28,1	42,8	64,1
Pb	8,4	3,2	8,4	0,9	2,4	3,1	1,6	1,1
Zn	31	22	31	35	76	80	44	28
Co	31,1	24,9	28,0	29,6	26,1	24,8	43,8	29,9
Cs	1,5	1,5	1,5	0,2	0,9	0,8	0,6	1,3
Ga	17,3	17,6	17,3	17,1	18,9	18,9	19,1	19,9
Nb	9,0	8,8	9,2	4,3	10,0	7,3	4,6	6,2
Rb	55,7	59,7	55,5	16,7	62,5	41,5	13,2	15,5
Ba	486	533	490	335	676	443	298	1158
Sr	423,5	426,8	437,3	463,1	395,7	507,3	506,0	699,5
Ta	1,0	0,8	0,7	0,4	0,9	0,6	0,4	0,4
Th	9,6	9,9	9,6	2,7	10,4	7,4	2,7	4,4
U	2,5	2,9	2,7	0,8	2,9	2,0	0,7	1,3
Zr	152,7	159,1	157,1	77,3	229,3	119,9	83,7	77,3
Hf	3,7	4,0	4,2	2,0	5,5	3,1	2,2	2,0
Y	18,2	18,4	17,8	14,2	25,6	26,3	14,7	15,0
La	23,0	24,9	23,8	12,5	28,9	21,0	12,1	16,8
Ce	42,7	44,7	43,8	24,0	55,5	38,9	24,2	30,1
Pr	4,84	4,89	4,79	2,97	6,48	4,60	2,77	3,42
Nd	18,7	18,3	18,8	12,5	27,1	18,7	12,0	13,8
Sm	3,66	3,88	3,80	2,82	5,45	3,97	2,77	2,73
Eu	1,01	0,99	0,98	0,91	1,43	1,21	1,04	1,09
Gd	3,65	3,56	3,53	3,01	5,03	4,47	3,12	2,98
Tb	0,54	0,55	0,54	0,45	0,74	0,66	0,46	0,43
Dy	3,24	3,23	3,00	2,75	4,57	4,40	2,83	2,69
Ho	0,69	0,63	0,65	0,52	0,94	0,90	0,57	0,52
Er	1,88	1,94	1,86	1,49	2,87	2,52	1,67	1,63
Tm	0,28	0,29	0,27	0,21	0,39	0,36	0,22	0,23
Yb	1,71	1,87	1,76	1,36	2,54	2,24	1,58	1,44
Lu	0,27	0,27	0,28	0,21	0,42	0,33	0,22	0,23

EK – 2 Devam ediyor.

Örnek No.	DYK17-022	DYK17-024	DYK17-026	DYK17-029	DYK17-036	DYK17-038	DYK17-039	DYK17-049a
SiO_2	76,74	60,80	63,47	52,44	54,83	54,95	56,73	65,98
TiO_2	0,74	0,70	0,65	0,98	1,39	1,36	0,79	0,58
Al_2O_3	8,81	16,84	15,77	18,00	19,60	17,38	17,72	14,93
Fe_2O_3	<0,04	5,42	4,89	8,26	7,46	8,57	6,38	3,70
Cr_2O_3	<0,002	0,012	0,006	0,008	0,002	0,004	<0,002	0,016
MgO	<0,01	3,22	2,47	2,07	2,53	3,96	3,03	0,99
MnO	<0,01	0,08	0,09	0,79	0,12	0,12	0,11	0,07
CaO	0,05	5,80	4,79	6,66	7,19	7,81	8,36	2,71
Na_2O	0,39	3,87	3,82	2,71	4,35	3,71	4,08	4,03
K_2O	1,81	1,97	2,59	0,89	1,14	1,02	1,10	3,76
P_2O_5	0,05	0,18	0,15	0,14	0,25	0,25	0,34	0,14
A. K.	11,3	0,8	1,0	6,8	0,9	0,6	1,1	2,9
Toplam	99,90	99,80	99,82	99,82	99,81	99,78	99,81	99,85
V	58	105	85	217	173	231	89	34
Ni	1,2	13,2	7,5	29,9	4,6	3,2	2,4	9,0
Sc	10	12	11	26	16	22	14	7
Mo	0,2	1,3	1,1	0,3	0,9	0,8	0,2	2,6
Cu	2,5	21,1	25,4	47,2	15,9	23,2	4,5	9,0
Pb	26,6	3,7	3,0	2,0	1,5	8,5	0,8	0,7
Zn	1	29	25	46	42	45	13	9
Co	9,5	25,0	21,6	77,2	23,4	29,7	27,3	6,5
Cs	0,1	1,3	2,1	0,5	0,2	0,4	0,1	4,3
Ga	17,0	17,6	17,2	18,3	20,5	18,4	19,3	17,1
Nb	8,1	9,5	11,0	3,8	8,6	6,0	6,1	14,6
Rb	1,6	59,8	85,6	16,9	19,9	20,0	23,5	114,8
Ba	208	593	640	718	457	388	485	515
Sr	404,0	427,0	349,4	495,2	521,0	586,9	529,7	222,8
Ta	0,7	0,8	1,0	0,3	0,6	0,6	0,5	1,2
Th	2,8	10,7	16,9	2,8	3,3	3,6	4,1	19,4
U	1,0	3,1	4,9	0,9	1,0	1,2	1,1	6,0
Zr	83,1	171,1	194,7	72,2	131,4	98,0	130,7	341,6
Hf	2,1	4,2	5,0	2,0	3,2	2,5	3,5	8,1
Y	22,4	19,0	21,0	14,7	18,5	16,5	18,2	30,3
La	7,5	26,7	29,9	13,7	17,7	16,5	18,6	34,9
Ce	9,9	46,9	53,6	29,9	32,5	32,5	34,0	69,0
Pr	0,89	5,35	5,80	3,22	4,09	3,96	4,11	7,44
Nd	3,1	20,7	21,5	13,1	17,0	16,4	16,5	27,5
Sm	0,44	3,92	4,03	2,89	3,65	3,56	3,24	5,14
Eu	0,17	1,08	1,02	1,04	1,28	1,20	1,15	1,18
Gd	0,90	3,90	3,88	3,21	3,99	3,50	3,51	5,23
Tb	0,27	0,56	0,60	0,47	0,59	0,52	0,54	0,85
Dy	2,79	3,35	3,54	3,11	3,43	3,05	3,23	4,92
Ho	0,69	0,65	0,70	0,59	0,70	0,59	0,63	1,12
Er	2,33	2,00	2,04	1,64	1,96	1,89	1,91	3,23
Tm	0,32	0,27	0,31	0,24	0,28	0,23	0,26	0,50
Yb	2,07	1,78	1,90	1,54	1,79	1,51	1,63	3,26
Lu	0,32	0,29	0,32	0,24	0,28	0,25	0,26	0,52

EK – 2 Devam ediyor.

Örnek No.	DYK17-049b	DYK17-052	DYK17-054	DYK17-055	DYK17-056	DYK17-058	DYK17-059	DYK17-063
SiO_2	65,77	50,33	58,61	54,46	54,60	54,61	54,08	51,02
TiO_2	0,56	0,94	0,83	1,35	1,38	1,45	1,45	1,13
Al_2O_3	15,12	16,51	16,58	19,83	20,02	19,52	19,74	19,09
Fe_2O_3	3,55	7,34	6,18	6,98	7,14	7,17	6,94	8,74
Cr_2O_3	<0,002	0,032	0,017	0,016	0,017	0,013	0,025	0,019
MgO	0,94	5,16	2,79	2,17	2,24	2,35	2,53	3,93
MnO	0,07	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12
CaO	2,67	7,48	6,58	7,76	7,59	7,60	7,89	8,11
Na_2O	3,67	3,56	3,79	4,25	4,32	4,36	4,08	2,91
K_2O	4,25	0,80	1,79	1,22	1,03	1,18	1,19	0,55
P_2O_5	0,14	0,16	0,17	0,26	0,23	0,25	0,24	0,14
A. K.	3,0	7,3	2,3	1,4	1,1	1,2	1,5	4,0
Toplam	99,85	99,78	99,82	99,82	99,83	99,82	99,81	99,80
V	34	174	121	157	145	181	194	179
Ni	0,9	23,2	12,4	8,6	8,4	9,1	14,6	27,0
Sc	7	20	14	14	15	16	16	24
Mo	0,2	3,3	1,9	2,8	2,6	2,7	4,2	1,6
Cu	6,0	32,7	25,6	27,0	22,1	25,1	33,0	51,4
Pb	0,6	2,5	2,3	1,9	3,8	6,7	1,9	3,7
Zn	7	46	22	44	27	46	46	42
Co	15,5	24,8	19,9	17,7	17,2	20,9	19,6	30,4
Cs	4,4	0,4	1,2	0,9	0,7	0,2	0,6	0,8
Ga	16,3	16,1	17,2	20,6	20,1	21,0	19,9	18,7
Nb	14,7	4,5	8,2	8,6	9,0	8,8	8,9	5,9
Rb	117,5	15,4	52,1	21,5	17,7	20,8	20,5	12,2
Ba	522	322	948	335	339	323	356	323
Sr	205,9	499,6	430,2	561,2	555,7	548,5	562,3	541,0
Ta	1,4	0,2	0,7	0,5	0,6	0,4	0,7	0,4
Th	19,2	2,0	9,6	3,3	3,4	3,3	3,0	3,7
U	5,7	0,7	3,1	1,0	1,1	1,1	1,2	0,8
Zr	338,0	85,0	165,9	134,4	139,0	140,5	137,0	92,7
Hf	7,8	2,2	3,9	3,2	3,0	3,6	3,4	2,4
Y	30,2	12,7	19,2	21,3	19,3	22,0	18,7	15,1
La	35,9	11,6	27,2	18,4	16,2	17,9	16,4	16,0
Ce	65,5	21,6	49,3	34,0	33,4	32,8	33,0	30,2
Pr	7,23	2,78	5,40	4,31	3,95	3,99	3,92	3,61
Nd	26,3	11,9	19,8	18,3	16,5	17,3	17,1	14,5
Sm	5,24	2,49	3,89	3,88	3,59	3,69	3,60	3,06
Eu	1,12	1,02	1,04	1,35	1,34	1,27	1,24	1,11
Gd	5,07	2,75	3,80	4,24	4,02	4,01	3,78	3,07
Tb	0,86	0,41	0,57	0,62	0,61	0,64	0,60	0,48
Dy	5,22	2,56	3,41	3,80	3,47	3,81	3,30	2,84
Ho	1,05	0,47	0,70	0,79	0,68	0,77	0,68	0,58
Er	3,22	1,39	2,06	2,22	1,92	2,24	2,07	1,61
Tm	0,49	0,21	0,31	0,32	0,28	0,32	0,27	0,24
Yb	3,27	1,31	2,07	1,95	1,66	2,07	1,71	1,50
Lu	0,50	0,18	0,32	0,31	0,27	0,29	0,26	0,23

EK – 2 Devam ediyor.

Örnek No.	DYK17-064	DYK17-065	DYK17-068a	DYK17-068b	DYK17-069	DYK17-071	DYK17-073	DYK17-074
SiO_2	55,73	51,00	62,32	62,18	64,07	62,07	51,17	48,35
TiO_2	0,80	1,26	0,88	0,83	0,58	0,70	0,78	1,88
Al_2O_3	19,43	18,04	15,62	15,74	14,74	16,76	18,21	17,63
Fe_2O_3	7,17	8,87	5,10	4,68	3,74	5,05	7,96	11,29
Cr_2O_3	0,016	0,022	0,039	0,027	0,014	0,012	0,029	0,030
MgO	2,74	4,64	1,62	1,11	0,97	1,72	5,58	6,51
MnO	0,12	0,13	0,09	0,09	0,07	0,08	0,13	0,17
CaO	7,15	8,00	3,78	2,93	2,82	4,08	11,03	8,71
Na_2O	4,17	3,99	4,25	3,76	3,17	3,59	3,22	4,13
K_2O	0,95	0,95	2,44	2,63	3,19	3,09	0,89	0,71
P_2O_5	0,15	0,25	0,23	0,20	0,17	0,32	0,18	0,37
A. K.	1,4	2,6	3,4	5,6	6,3	2,3	0,6	-0,1
Toplam	99,83	99,77	99,85	99,84	99,86	99,84	99,77	99,73
V	160	182	73	70	33	77	182	173
Ni	8,3	38,5	20,3	16,1	6,8	12,9	29,8	82,4
Sc	14	19	11	10	7	10	22	24
Mo	2,8	3,5	6,1	4,6	2,1	1,5	3,4	3,6
Cu	20,8	85,9	16,8	17,6	5,9	19,6	58,7	49,3
Pb	1,8	3,3	1,4	3,7	1,0	5,3	1,8	1,0
Zn	34	64	13	16	10	24	33	66
Co	20,1	30,6	9,6	6,8	6,1	15,5	32,2	43,5
Cs	0,3	0,6	2,8	3,6	4,0	0,4	0,6	<0,1
Ga	19,5	18,9	18,6	17,3	15,8	18,4	17,5	18,7
Nb	4,2	6,9	14,1	16,6	14,1	12,6	5,1	10,4
Rb	17,4	12,7	75,2	80,5	106,9	60,4	18,5	5,7
Ba	363	321	470	618	520	867	301	193
Sr	500,5	555,4	277,5	242,3	221,2	358,0	539,3	457,3
Ta	0,3	0,2	1,0	0,9	1,2	1,0	0,4	0,7
Th	3,3	3,6	13,7	16,4	19,8	17,3	3,8	1,1
U	1,1	1,2	4,3	4,7	5,6	4,8	1,1	0,4
Zr	88,1	125,3	299,3	361,2	338,5	222,4	81,4	229,8
Hf	2,3	2,9	6,9	8,0	8,0	5,5	2,2	4,7
Y	16,0	18,0	31,7	33,5	31,5	22,4	16,3	33,0
La	16,3	17,1	32,8	36,5	35,7	35,0	14,4	19,2
Ce	28,7	33,4	64,0	66,7	64,1	61,7	27,7	41,3
Pr	3,32	3,97	7,05	7,79	7,36	6,56	3,47	5,46
Nd	12,9	16,5	26,2	28,7	25,9	23,1	14,7	22,7
Sm	2,88	3,57	5,52	5,73	5,32	4,37	2,89	5,29
Eu	1,07	1,15	1,39	1,47	0,98	1,02	1,04	1,74
Gd	2,80	3,74	5,68	6,18	5,26	4,35	3,16	6,03
Tb	0,44	0,58	0,92	1,01	0,85	0,64	0,48	0,97
Dy	2,58	3,53	5,55	5,89	4,96	3,81	2,85	5,86
Ho	0,54	0,70	1,14	1,32	1,13	0,80	0,59	1,24
Er	1,54	2,00	3,45	3,80	3,34	2,23	1,85	3,61
Tm	0,23	0,28	0,49	0,54	0,51	0,32	0,25	0,54
Yb	1,58	1,84	3,23	3,72	3,17	2,07	1,53	3,23
Lu	0,22	0,28	0,50	0,56	0,51	0,34	0,24	0,50

EK – 2 Devam ediyor.

Örnek No.	DYK17-077	DYK17-078	DYK17-082	DYK17-083	DYK17-087	DYK17-088	DYK17-089	DYK17-091
SiO_2	55,89	56,47	61,80	60,46	64,04	63,68	63,53	60,44
TiO_2	0,86	1,10	0,52	0,58	0,48	0,19	0,44	0,47
Al_2O_3	17,45	16,32	16,91	18,07	16,76	14,92	17,68	16,27
Fe_2O_3	6,59	7,27	5,14	5,03	5,31	1,94	4,23	3,57
Cr_2O_3	0,040	0,046	0,029	0,025	0,029	0,005	0,038	0,008
MgO	5,60	5,31	2,36	1,61	1,45	1,58	2,48	0,41
MnO	0,11	0,11	0,12	0,09	0,06	0,07	0,08	0,08
CaO	7,49	6,36	5,83	5,35	5,35	1,51	6,24	4,40
Na_2O	3,84	3,92	3,26	3,55	3,28	1,09	3,47	3,18
K_2O	1,23	1,96	1,60	2,34	1,47	2,49	0,91	2,50
P_2O_5	0,19	0,23	0,11	0,23	0,09	0,02	0,11	0,10
A. K.	0,5	0,6	2,1	2,4	1,5	12,3	0,7	8,4
Toplam	99,80	99,80	99,87	99,85	99,89	99,89	99,88	99,91
V	124	99	94	70	91	31	86	84
Ni	58,9	71,6	12,2	12,3	16,6	22,8	16,7	6,3
Sc	16	14	11	8	9	3	10	9
Mo	2,8	4,0	2,7	3,5	3,9	0,3	5,0	0,8
Cu	25,1	17,7	18,5	9,5	18,9	20,0	22,1	10,2
Pb	2,0	0,7	1,2	0,7	1,1	8,0	2,3	2,4
Zn	25	24	27	29	20	20	19	24
Co	27,3	27,6	15,2	9,5	13,3	9,4	14,6	9,9
Cs	1,3	2,9	3,5	1,4	3,2	4,4	0,9	4,9
Ga	17,8	16,1	16,2	18,9	16,1	14,4	16,5	14,9
Nb	8,4	11,9	5,5	8,3	4,6	13,0	3,8	6,0
Rb	27,0	46,8	63,3	56,1	47,3	121,1	29,3	84,2
Ba	302	483	308	875	290	567	164	423
Sr	417,3	412,2	328,1	437,7	273,7	164,8	330,1	290,4
Ta	0,7	0,8	0,4	0,4	0,4	1,3	0,3	0,5
Th	3,8	5,1	8,9	8,4	9,3	25,9	3,8	11,5
U	1,6	2,3	3,1	2,3	2,6	4,6	1,3	4,0
Zr	111,3	137,0	119,7	181,4	96,5	100,1	78,7	121,5
Hf	2,8	3,2	3,1	4,2	2,6	3,3	1,9	3,2
Y	13,9	17,3	15,0	19,6	11,0	15,3	8,5	9,6
La	15,6	16,1	18,0	29,4	16,8	41,4	9,3	19,8
Ce	29,5	30,2	30,7	52,1	26,5	74,5	16,4	32,0
Pr	3,32	3,54	3,29	5,80	2,78	6,30	1,78	3,04
Nd	13,1	14,6	12,2	22,2	9,9	18,7	7,2	10,2
Sm	2,88	3,10	2,46	4,07	2,00	2,86	1,45	1,77
Eu	0,96	1,04	0,71	1,24	0,62	0,62	0,57	0,57
Gd	2,91	3,41	2,69	3,94	2,06	2,76	1,69	1,61
Tb	0,45	0,53	0,43	0,60	0,33	0,39	0,25	0,27
Dy	2,67	3,16	2,55	3,38	1,89	2,48	1,43	1,51
Ho	0,53	0,65	0,54	0,72	0,38	0,51	0,32	0,34
Er	1,44	1,83	1,58	2,02	1,18	1,56	0,94	1,02
Tm	0,20	0,24	0,23	0,31	0,18	0,23	0,14	0,15
Yb	1,36	1,59	1,71	2,10	1,24	1,68	0,89	1,04
Lu	0,20	0,24	0,27	0,32	0,20	0,25	0,14	0,18

EK – 2 Devam ediyor.

Örnek No.	DYK17-092	DYK17-095	DYK17-097	DYK17-098	DYK17-100	DYK17-106	DYK17-108	DYK17-111
SiO_2	56,85	53,60	64,69	53,07	55,33	59,45	71,46	50,36
TiO_2	0,81	1,01	0,45	0,78	0,96	0,66	1,01	0,90
Al_2O_3	18,92	17,21	16,48	18,07	17,36	17,18	16,51	17,24
Fe_2O_3	4,78	7,45	4,49	8,68	7,03	5,87	1,79	7,87
Cr_2O_3	0,042	0,046	0,036	0,036	0,048	0,028	0,007	0,031
MgO	2,91	5,38	2,32	5,27	5,43	2,86	0,43	4,66
MnO	0,07	0,11	0,09	0,15	0,11	0,10	<0,01	0,23
CaO	7,35	8,56	5,74	9,14	7,53	6,47	0,40	10,90
Na_2O	3,43	3,63	3,42	3,01	3,56	3,68	0,71	3,42
K_2O	1,27	1,25	1,46	0,62	1,38	2,40	2,42	1,17
P_2O_5	0,15	0,27	0,11	0,16	0,22	0,17	0,11	0,27
A. K.	3,2	1,2	0,6	0,8	0,8	0,9	5,0	2,7
Toplam	99,83	99,77	99,88	99,79	99,78	99,81	99,87	99,77
V	127	145	75	173	132	115	97	164
Ni	22,2	69,6	14,5	31,6	66,0	18,1	1,9	45,1
Sc	15	19	11	24	16	11	10	17
Mo	2,6	4,2	4,0	2,6	4,6	5,2	1,3	3,5
Cu	18,6	21,2	30,1	14,9	23,9	33,4	4,7	28,6
Pb	2,0	1,9	0,9	1,6	0,7	6,1	1,8	2,1
Zn	15	42	15	20	24	36	<1	41
Co	17,1	29,1	13,4	31,5	29,8	19,5	0,3	27,0
Cs	1,2	0,9	3,3	0,4	1,3	2,5	3,5	0,9
Ga	18,5	17,8	15,2	16,3	16,2	16,6	18,3	16,3
Nb	7,4	11,4	4,5	4,1	11,4	11,5	25,4	10,0
Rb	33,1	24,2	54,5	12,0	27,4	84,5	93,2	30,6
Ba	376	471	371	246	355	468	255	315
Sr	501,7	530,6	287,7	445,5	506,1	481,1	214,9	603,2
Ta	0,4	0,6	0,4	0,2	0,7	0,9	1,6	0,5
Th	4,5	5,2	9,8	3,5	5,0	13,1	19,9	7,1
U	1,8	1,6	2,8	0,8	1,4	4,1	6,9	2,0
Zr	122,0	154,2	104,6	83,8	130,8	200,1	382,6	156,7
Hf	3,1	3,4	2,8	2,1	3,0	4,7	8,5	3,6
Y	17,1	17,2	13,0	17,1	15,4	19,6	26,2	21,9
La	18,6	22,5	17,6	15,1	21,5	27,7	38,3	21,4
Ce	34,1	42,2	28,9	28,6	39,3	48,2	66,4	41,9
Pr	3,80	4,55	2,98	3,64	4,25	5,38	6,07	5,03
Nd	15,0	18,2	10,3	15,2	15,5	19,1	18,6	18,9
Sm	3,10	3,42	2,14	3,40	3,35	3,53	2,71	4,03
Eu	1,00	1,19	0,66	1,18	1,20	0,97	0,66	1,17
Gd	3,22	3,63	2,42	3,52	3,22	3,64	2,32	3,85
Tb	0,48	0,56	0,37	0,55	0,50	0,55	0,45	0,63
Dy	3,00	3,10	2,29	3,25	2,82	3,29	3,41	3,65
Ho	0,61	0,64	0,47	0,70	0,60	0,68	0,90	0,80
Er	1,87	1,76	1,51	1,95	1,67	2,24	3,38	2,41
Tm	0,26	0,25	0,21	0,26	0,24	0,31	0,57	0,33
Yb	1,68	1,69	1,41	1,76	1,48	2,15	4,20	2,21
Lu	0,26	0,25	0,21	0,28	0,22	0,34	0,67	0,34

EK – 2 Devam ediyor.

Örnek No.	DYK17-112	DYK17-113	DYK17-120	DYK17-122	DYK17-123	DYK17-124	DYK17-125	DYK17-126
SiO_2	53,64	53,34	65,38	60,60	58,02	60,32	61,84	52,83
TiO_2	0,96	0,99	0,40	0,61	0,52	0,62	0,61	1,14
Al_2O_3	18,29	18,29	16,64	18,19	18,74	17,69	16,97	17,00
Fe_2O_3	8,17	8,25	3,68	4,87	5,01	5,17	4,99	8,64
Cr_2O_3	0,036	0,021	0,024	0,019	0,011	0,015	0,019	0,041
MgO	3,69	3,95	2,02	2,94	3,21	1,96	2,16	4,90
MnO	0,14	0,14	0,07	0,06	0,07	0,10	0,10	0,15
CaO	8,18	8,45	5,44	7,22	5,16	4,77	4,93	8,79
Na_2O	3,73	3,77	3,58	3,41	2,34	3,77	3,74	3,65
K_2O	1,53	1,36	1,49	0,82	0,74	2,71	2,87	1,69
P_2O_5	0,28	0,28	0,12	0,12	0,07	0,07	0,15	0,27
A. K.	1,1	0,9	1,0	1,0	5,9	2,6	1,4	0,6
Toplam	99,77	99,76	99,89	99,86	99,87	99,84	99,84	99,76
V	179	189	47	114	102	82	85	174
Ni	21,9	17,3	11,8	9,2	9,0	11,8	11,3	40,8
Sc	15	17	8	13	11	7	8	20
Mo	5,1	2,8	3,0	2,3	0,9	1,6	2,9	4,4
Cu	31,6	20,5	11,7	37,3	15,3	7,8	21,6	36,8
Pb	2,0	1,5	1,0	1,5	2,0	2,1	1,6	2,4
Zn	43	45	9	20	17	16	15	57
Co	24,0	26,2	11,0	16,3	19,0	12,9	13,8	32,4
Cs	1,7	1,1	1,6	1,0	1,6	4,4	4,7	0,9
Ga	18,9	18,3	15,4	16,4	16,3	17,7	16,8	16,7
Nb	10,2	9,9	6,4	5,1	4,2	14,9	14,1	15,1
Rb	41,8	35,5	44,6	26,5	23,5	92,7	98,1	38,2
Ba	315	306	275	180	202	449	512	334
Sr	618,8	652,8	329,0	434,8	359,5	392,7	359,8	492,9
Ta	0,7	0,5	0,5	0,4	0,3	1,1	1,0	0,9
Th	7,9	7,3	7,3	3,2	3,6	16,3	14,9	8,2
U	1,8	2,2	2,4	1,3	1,3	4,5	4,5	2,2
Zr	184,6	183,2	114,3	81,2	80,3	252,7	234,6	198,1
Hf	4,6	4,3	2,7	2,1	2,1	6,2	5,7	4,8
Y	24,8	24,5	10,8	11,2	7,8	16,9	20,6	26,3
La	26,1	24,7	15,5	9,9	8,6	25,5	31,5	26,0
Ce	47,9	47,7	26,6	18,1	16,0	44,6	54,8	46,0
Pr	5,65	5,57	2,86	2,14	1,83	4,45	5,55	5,54
Nd	22,4	21,9	10,1	8,6	7,3	15,2	19,5	21,2
Sm	4,43	4,60	1,80	1,94	1,73	2,78	3,58	4,82
Eu	1,27	1,37	0,58	0,70	0,58	0,78	0,88	1,22
Gd	4,45	4,53	2,00	2,07	1,60	2,79	3,49	4,61
Tb	0,71	0,71	0,31	0,33	0,25	0,46	0,57	0,73
Dy	4,28	4,31	1,79	1,95	1,43	2,81	3,45	4,29
Ho	0,87	0,89	0,36	0,43	0,34	0,63	0,69	0,94
Er	2,74	2,63	1,22	1,09	0,90	1,89	2,17	2,86
Tm	0,36	0,36	0,16	0,15	0,12	0,27	0,32	0,37
Yb	2,50	2,44	1,11	1,05	0,83	2,01	2,21	2,50
Lu	0,37	0,37	0,18	0,16	0,14	0,33	0,36	0,39

EK – 2 Devam ediyor.

Örnek No.	DYK17-127	DYK17-128	DYK17-132	DYK17-133	DYK17-135a	DYK17-135b	DYK17-137	DYK17-138
SiO_2	57,44	59,45	57,62	63,15	60,62	61,32	56,15	53,38
TiO_2	0,94	0,71	0,90	0,42	0,59	0,41	1,07	0,98
Al_2O_3	18,50	17,19	17,67	17,30	16,84	15,53	17,76	20,07
Fe_2O_3	6,42	5,58	7,28	3,86	4,98	3,40	7,44	7,19
Cr_2O_3	0,015	0,019	0,013	0,010	0,020	0,011	0,026	0,007
MgO	1,97	2,57	2,16	2,17	2,21	1,34	2,39	2,06
MnO	0,10	0,09	0,17	0,07	0,10	0,06	0,12	0,15
CaO	6,98	6,20	6,35	5,69	5,92	5,59	6,50	6,62
Na_2O	3,75	3,26	4,14	3,13	3,58	3,33	3,92	3,58
K_2O	2,01	1,25	2,18	1,67	1,55	1,69	2,38	0,84
P_2O_5	0,29	0,19	0,27	0,11	0,20	0,14	0,38	0,34
A. K.	1,4	3,3	1,0	2,3	3,2	7,0	1,6	4,5
Toplam	99,82	99,84	99,81	99,87	99,85	99,88	99,79	99,81
V	128	87	123	61	83	55	117	109
Ni	12,4	9,7	6,4	8,0	8,7	5,2	20,6	8,7
Sc	12	10	8	8	8	6	11	10
Mo	3,6	1,9	3,1	0,9	2,4	1,1	3,9	0,9
Cu	51,1	9,4	20,8	7,4	11,7	5,4	22,6	18,7
Pb	14,1	3,9	2,4	2,4	0,7	0,5	1,3	8,0
Zn	44	16	37	11	7	10	39	56
Co	17,1	15,3	17,1	11,5	15,8	7,6	15,4	16,9
Cs	3,5	2,5	1,6	3,1	3,0	3,4	4,7	4,1
Ga	18,0	17,5	18,3	17,2	16,6	15,9	19,1	21,1
Nb	16,0	9,9	17,1	7,4	9,5	7,7	21,2	15,2
Rb	74,5	42,6	70,7	50,9	54,2	61,4	88,6	24,3
Ba	366	337	485	297	318	322	414	649
Sr	499,8	422,4	524,3	392,5	467,4	477,7	484,0	583,1
Ta	1,1	0,6	1,0	0,5	0,7	0,4	1,4	1,0
Th	11,5	6,3	12,4	8,5	7,0	6,7	15,1	10,1
U	3,7	2,1	3,8	2,9	2,5	2,6	4,9	1,5
Zr	245,0	174,9	259,4	129,1	164,8	157,0	341,2	255,4
Hf	6,1	4,4	6,7	3,4	4,1	3,9	8,0	6,0
Y	22,9	17,3	28,3	11,6	15,6	12,7	33,7	26,6
La	27,0	17,8	30,7	18,7	18,0	16,7	35,9	31,2
Ce	53,2	34,5	56,9	31,2	34,6	31,6	69,4	62,1
Pr	5,92	3,96	6,57	3,38	3,89	3,32	7,96	6,86
Nd	23,6	15,5	26,3	12,5	15,0	13,2	31,0	27,1
Sm	4,56	3,23	4,87	2,33	3,22	2,65	6,42	5,33
Eu	1,17	0,90	1,38	0,68	0,81	0,66	1,52	1,51
Gd	4,55	3,35	5,67	2,45	2,98	2,50	6,42	5,27
Tb	0,68	0,53	0,84	0,36	0,47	0,36	0,99	0,81
Dy	4,16	3,20	5,36	2,14	2,79	2,53	5,89	4,97
Ho	0,87	0,64	1,02	0,46	0,62	0,49	1,25	1,06
Er	2,52	1,90	3,29	1,37	1,65	1,36	3,51	3,13
Tm	0,35	0,27	0,48	0,20	0,24	0,21	0,54	0,43
Yb	2,56	1,72	3,26	1,29	1,65	1,28	3,61	2,86
Lu	0,36	0,25	0,47	0,21	0,27	0,21	0,50	0,43